

625.7

YU ISSN 0478-9733 • CODEN: PUSADQ • UDK 625.7/8 + 651.1



Пут и саобраћај

Бр. 1-4 1993. • ЈАНУАР - АПРИЛ • Год. XXXIX



Часопис Друштва за путеве Србије и Црне Горе

1-4

Година XXXIX • Јануар – Април 1993.

САДРЖАЈ

Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ. РАЦИОНАЛИЗАЦИЈА И ОПТИМИЗАЦИЈА ПЛИТКО ФУНДИРАНИХ ПОТПОРНИХ КОНСТРУКЦИЈА.....	3
Мр Дејан Гавран, дипл. инж. РАЗВОЈ ИНТЕРАКТИВНОГ ГРАФИЧКОГ СИСТЕМА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ МАНЕВАРСКИХ ПОВРШИНА И ПЛАТФОРМИ АЕРОДРОМА.....	8
Проф. др Војо Анђус, дипл. инж. грађ. Проф. др Михаило Малетин, дипл. инж. грађ. СТАНДАРДНИ ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛИ ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА.....	16
Др Предраг Брауновић, дипл. инж. грађ. МЕТОДОЛОГИЈА ПРЕДВИЂАЊА ТРАЈНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – КОЛОТРАГА АСФАЛТНИХ КОЛОВОЗА.....	26
Проф. др Крета Врачарић АНАЛИТИЧКО ДЕФИНИСАЊЕ ПРАВОЛОНИЈСКИХ РЕГУЛАЦИЈА.....	31
Драган Вучковић, дипл. инж. саобр. ПРЕДЛОГ УВОЂЕЊА ТИПИЗИРАНИХ МОДУЛАРНИХ САОБРАЋАЛНИХ ЗНАКОВА.....	34
Мр Јован Дробњаковић, дипл. инж. грађ. МЕЂУНАРОДНА ИСКУСТВА У ВОЂЕЊУ ПРОЈЕКТА ИЗГРАДЊЕ АУТОПУТЕВА.....	39
Др Милан М. Миливојевић, дипл. инж. ИЗЛОЖБА ГРАЂЕВИНСКИХ МАШИНА "БАУМА 92" ОДРЖАНА У МИНХЕНУ 1992. ГОДИНЕ.....	43
Проф. Јован Шутић, дипл. инж. грађ. НОВИ ЛАКИ УРЕБАЈ СА ПАДАЈУЋИМ ТЕРЕТОМ, ЗА ИСПИТИВАЊЕ И КОНТРОЛУ ЗЕМЉАНИХ РАДОВА.....	48
Бранислав Пунишић, дипл. маш. инж. ИНФОРМАЦИЈА О ПРОГРАМУ РАЗВОЈА ПОДРУЧЈА ГОЛИЈЕ СА ОСВЈЕТОМ НА САОБРАЋАЛНУ ИНФРАСТРУКТУРУ.....	50
Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ. – Одбранио докторску дисертацију.....	51
Мр Дејан Гавран, дипл. инж. грађ. – Одбранио магистарску тезу.....	52
САВЕТОВАЊЕ.....	53
IN MEMORIAM.....	54
SUMMARY.....	55

Издавачки савет:

Капларевић Вићентије, Зувдија Аскалић, Антонић Славољуб, Вајда Војислав, Васиљевић Миливоје, Гвозденчевић Миленко, Ђукић Божидар, Ђукић Живорад, Ђурић Никола, Јовановић Која, Кркић Предраг, Лукић Радојко, Петровић Драгослав, Сејдија Исет, Станојевић Љубиша, Форцан Александар, Др Џмиљанић Слободан, Шурбановић Бранко

Уредништво и редакција:

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

•

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић

Технички уредник:

Мирјана Рапајић

Лектор:

Алекса Поповић

•

Часопис издају:

Друштво за путеве Србије и Друштво за путеве Црне Горе

Претплата за часопис:

Претплату за часопис слати на жиро рачун Друштва за путеве Србије код Народне банке 60816-678-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве Србије, поштански фах 452, Кумодрашка 257.

Горњиња претплата за 1993. годину:

за радне организације 900.000 динара; за остале претплатнике 150.000 динара; за иностранство 50 УСА долара. Претплата се плаћа унапред на жиро рачун Друштва.

Појединачни примерци

за радне организације 120.000 динара

за појединце у продаји 50.000 динара

Цене огласа:

по двоброју на корицама 800.000 динара спољашња и 500.000 унутрашња страна; унутрашње стране у текстуалном делу 1/1 400.000 дин; 1/2 стране 300.000 динара; 1/4 стране 200.000 динара.

За иностранство по двоброју: 1/1 страни 50 УСА долара; 1/2 стране 30 УСА долара; 1/4 стране 20 УСА долара.

Колективна чланарина одређује се сразмерно величини и значају радне организације – колективног члана и не може бити нижа од 1.000.000 динара. Колективни чланови, уплатом чланарине – доприносе за часопис а добијају одређени број примерака часописа бесплатно.

Решењем републичког комитета за културу бр. 413-6/83-06 од 11.1.1983. године часопис је ослобођен пореза на промет.

Рационализација и оптимизација плитко фундираних потпорних конструкција

Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ.
Институт за путеве, Београд

Научни рад
УДК: 624.131.522.001.26:624.151.5

РЕЗИМЕ

У чланку се приказује могућност оптимизације и рационализације плитко фундираних потпорних конструкција по поступку искоришћења напона у критичним пресецима потпорног објекта и тла. Наведени поступак је нов и разликује се од класичног по томе што се поставе напонски услови у критичним пресецима потпорног објекта и тла и траже димензије, док се код класичног поступка претпоставе димензије потпорног објекта да се, у критичним пресецима, обавља контрола напона.

Изнети поступак је знатно ефикаснији од класичног и омогућава, помоћу рачунарске технике, обликовање потпорне конструкције, тако да се добијају оптимални облици и димензије.

1. УВОД

Плитко фундирани потпорни објекти веома су примењиване конструкције у грађевинарству. Они се нарочито употребљавају у модерном грађевинарству, као конструкције за подграђивање терена и пријем притисака тла, где се природни терен засеца или насипа.

Потпорне конструкције спадају у најстарије конструкције у грађевинарству.

Поред дуге и честе примене потпорних конструкција у грађевинарству, може се констатовати да оне нису усавршене онако, како су усавршене друге грађевинске конструкције. Може се, у начелу, констатовати да су потпорне конструкције, до данас задржале архаичне конструктивне облике. Зато су скупе и неекономичне.

Статички принцип на коме се још заснива стабилност потпорних конструкција је да се оне само својом тежином супротставе притисцима тла и другим утицајима. Овај принцип је неопходно мењати и усвајати нови, који се заснива на познавању терена и објекта, као и њиховог међусобног дејства, тј. интеракције. Познавањем терена, потпорне конструкције и њихове интеракције, могуће је негатив-

не утицаје терена на објекат, моделирањем облика и димензија потпорне конструкције, преиначити у корисне факторе по конструкцији, тако да се она не супротставља само својом тежином утицајима терена.

Оптимално и рационално димензионисање потпорних конструкција неопходно је извршити на принципу искоришћења дозвољених напона у критичним пресецима потпорне конструкције и тла. У ту сврху, за сваки тип потпорних конструкција, потребно је поставити једначине искоришћења напона у критичним пресецима објекта и тла. У једначинама искоришћења напона непознате су димензије потпорног објекта (x_1, x_2, x_3, x_4), а познате су величине дозвољени напони у тлу, бетону и арматури, као и модули еластичности и коефицијенти пропорционалности бетона и тла. На тај начин се за сваки тип потпорне конструкције добија систем од три или више вишестепених једначина, чије решење даје димензије потпорног објекта (x_1, x_2, x_3, x_4).

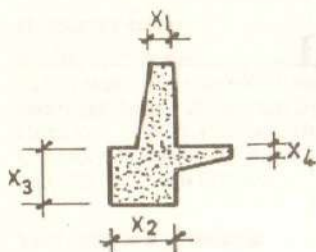
2. ПРИНЦИПИ ПОСТАВЉАЊА ЈЕДНАЧИНА ИСКОРИШЋЕЊА НАПОНА У КРИТИЧНИМ ПРЕСЕЦИМА ТЕРЕНА И ПОТПОРНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Постављање услова искоришћења напона у критичним пресецима и тачкама терена и објекта, један је од битних услова оптимизације потпорних конструкција.

Искоришћењем напона у појединим пресецима и тачкама потпорне конструкције директно се одређују димензије објекта.

Димензије објекта: $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots$ (слика 1) су функције:

- утицај терена и спојних фактора (E, P);
- дозвољених напона у пресецима тла и конструкције (σ_t, σ_f);
- неопходности задовољења услова стабилности објекта на транслаторно и ротационо померање (F_t, F_R);
- могућности технолошког извођења грађевинских радова при градњи потпорних конструкција (T).



Слика 1

Символично описано:

$$(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots) = f(E, P, \sigma_T, \sigma_B, F_T, F_R, T)$$

Принцип искоришћења напона у неком пресеку терена или објекта реализује се постављањем једначине у том пресеку, из које се добија тражена димензија потпорне конструкције одређена искоришћењем задатих напона у тлу и објекту.

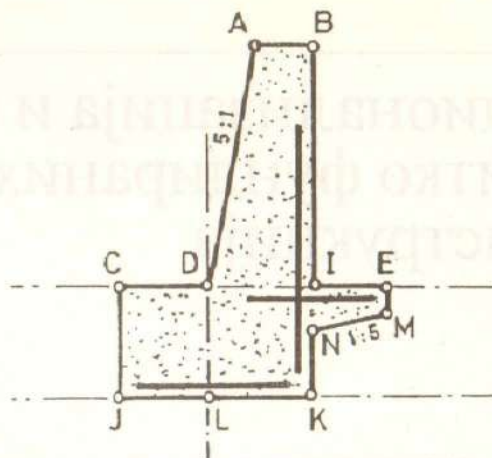
У једној потпорној конструкцији има више критичних пресека, па је неопходно поставити више једначина искоришћења напона, да би се добиле све потребне димензије конструкције. Тако се за сваки потпорни објекат добија онолико једначина колико је, за ту конструкцију неопходно, одредити димензија. За потпорни објекат, на тај начин, добија се систем једначина вишег степена. Решењем система једначина, што се лако постиже помоћу рачунарских програма, добијамо тражене оптималне димензије потпорне конструкције ($x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$).

Једначине искоришћења напона у критичним пресецима потпорног објекта, заснивају се на класичној теорији димензионисања армирано-бетонских конструкција.

Добијене димензије одређују облик и величину потпорне конструкције и гарантују да у конструкцији неће доћи до прекорачења дозвољених напона. Међутим, добијене оптималне димензије потпорног објекта и добијена сигурност да неће доћи до његовог лома не гарантују стабилност конструкције на транслаторно и ротационо померање. Зато је неопходно да потпорна конструкција добијена оптималним димензијама ($x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$) задовољи услове стабилности на померање у смислу транслације (F_S^T) и ротације (F_S^R).

Уколико добијене оптималне димензије ($x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$) не задовоље наведене услове, неопходно их је пропорционално повећавати, док се услови померања у смислу транслације и ротације не задовоље. За тако добијене, повећане, димензије потпорног објекта, ($x_1^n, x_2^n, x_3^n, x_4^n, \dots$), неопходно је утврдити величине напона на свим, раније одређеним, критичним пресецима. На тај начин се дефинише тачно напонско стање у усвојеној потпорној конструкцији.

У наставку рада обрадиће се поступак постављања једначина искоришћења напона у критичним пресецима за један од често употребљаваних типова потпорних конструкција: потпорни зид са задњом стабилизирајућом конзолом.



Слика 2

3. ЈЕДНАЧИНЕ ИСКОРИШЋЕЊА НАПОНА У КРИТИЧНИМ ПРЕСЕЦИМА АРМИРАНО-БЕТОНСКЕ ПОТПОРНЕ КОНСТРУКЦИЈА И ТЛА

3.1. За тип потпорног зида са задњом стабилизирајућом конзолом

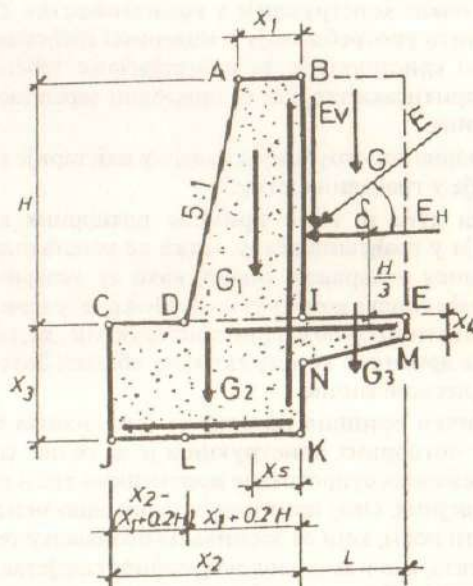
Рационалност димензија се постиже искоришћењем напона у пресецима (слика 2):

- пресек D-I – искоришћење напона у бетону и армитури
- пресек J-L-K – искоришћење напона у тлу
- пресек D-L – искоришћење напона у бетону и армитури
- пресек I-N – искоришћење напона у бетону и армитури

Фигура потпорне конструкције треба да задовољи услове стабилности на транслацију и ротацију:

- услов стабилности на транслацију $F_S^T \geq 1,30$
- услов стабилности на ротацију $F_S^R \geq 1,50$

Реализација наведених услова извршава се преко једначина које ће се извести. Назначујемо познате, непознате и изведене величине (слика 3):



Слика 3

Познате величине:

H – висина потпорне конструкције (m)
 E – сила активног притиска тла (kN/m)
 γ_B – запреминска маса армираног бетона (kN/m³)
 γ_K – запреминска маса камене испуне (kN/m³)
 σ_K^t – дозвољени напони у арматури (kPa)
 σ_K – дозвољени напони у тлу у тачки J (kPa)
 σ_K – дозвољени напони у тлу у тачки K (kPa)
 ϕ_t – угао трења стенске масе у тлу (°)
 γ – $f(\sigma_A, \sigma_B)$, коефицијент армираног бетона
 δ – угао трења између објекта и тла (°)
 σ_B – дозвољени напони у бетону (kPa)
 a – заштитни слој бетона (m)
 b – дужина анализираниг дела потпорне конструкције
 $(m') = 1,00 \text{ m'}$

Непознате величине:

x_1 – ширина потпорне конструкције у круни (m)
 x_2 – ширина темељне стопе потпорне конструкције (m)
 x_3 – висина темељне стопе потпорне конструкције (m)
 x_4 – ширина конзоле у круни (m)

Изведене величине:

G_1 – тежина стуба потпорне конструкције
 $= \frac{x_1 + (x_1 + 0,2H)}{2} \cdot H \cdot \gamma_B \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 G_2 – тежина стопе потпорне конструкције
 $= x_2 \cdot x_3 \cdot \gamma_B \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 G_3 – тежина конзоле потпорне конструкције
 $= \frac{x_4 + (x_4 + 0,2L)}{2} \cdot L \cdot \gamma_B \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 G – тежина камене испуне = $L \cdot H \cdot \gamma_K \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 E_v – вертикална компонента силе активног притиска тла
 $= E \sin \delta \text{ (kN/m')}$
 E_H – хоризонтална компонента силе активног притиска тла
 $= E \cos \delta \text{ (kN/m')}$

3.1.1. Искоришћење напона у бетону и арматури у пресеку D-I

$$(x_1 + 0,20H) - a = r \frac{M}{b}$$

$$x_1 = r \sqrt{E \cos \delta \frac{H}{3}} + a - 0,20H \quad (1)$$

3.1.2. Искоришћење напона у бетону и арматури у пресеку I-N

$$(x_2 + 0,2L) - a = r \sqrt{\frac{L^2 \cdot H \cdot \gamma_K}{2}}$$

$$x_4 = r L \sqrt{\frac{H \cdot \gamma_K}{2}} + a - 0,2L \quad (2)$$

3.1.3. Искоришћење напона на контакту стопе потпорне конструкције и тла, пресек J-K

Искоришћење напона у тлу постиже се усвајањем троугластог распореда напона, тј. у тачки J постоји напон притиска, а у тачки K напон у тлу је раван нули. Затежућа величина напона се искључује.

Једначина искоришћења напона према наведеним условима:

$$\frac{\Sigma V}{x_2} \left(1 \pm \frac{x_2}{6} \right) = \begin{Bmatrix} \sigma_J^t \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$\frac{2 \Sigma V}{x_2} = \sigma_J^t \text{ и } \sigma_K^t = 0$$

Заменом величине:

$$V = G_1 + G_2 + G_3 + G + E \sin \delta = \frac{x_1 + (x_1 + 0,20H)}{2} H \cdot \gamma_B +$$

$$+ x_2 \cdot x_3 \cdot \gamma_B + \frac{x_4 + (x_4 + 0,2L)}{2} \cdot L \cdot \gamma_B + \gamma_K \cdot L \cdot H + E \sin \delta =$$

$$= \gamma_K \cdot L \cdot H + \gamma_B \left[\frac{x_1 + (x_1 + 0,20H)^2}{2} H + x_2 \cdot x_3 + \frac{(2x_4 + 0,2L)L}{2} \right]$$

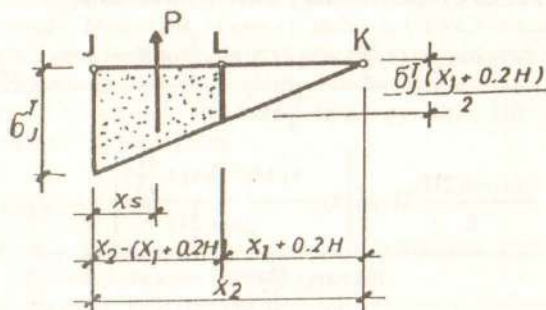
добива се:

$$\frac{2}{x_2} \left[\gamma_K \cdot L \cdot H + \gamma_B \left[(x_1 + 0,10H)H + x_2 x_3 + (x_4^2 + 0,1L)L \right] + E \sin \delta \right] =$$

$$= \sigma_J^t \quad (3)$$

3.1.4. Искоришћење напона у бетону и арматури у пресеку стопе темеља потпорне конструкције D-L

Део темељне стопе C-D-J-L, у статичком смислу, сматрамо конзолом на коју дејствује сила напона тла (P), (слика 4).



Слика 4

Сила напона тла једнака је:

$$P = \frac{1}{2} \left[\sigma_J^t + \sigma_J^t \frac{(x_1 + 0,20H)}{x_2} \right] [x_2 - (x_1 + 0,20H)] =$$

$$= \frac{\sigma_J^t}{2} \cdot \left[x_2 - \frac{(x_1 + 0,20H)^2}{x_2} \right]$$

Узимамо да сила P дејствује на половини ширине дела темељне стопе између тачака J-L, тј.:

$$x_s = \frac{1}{2} [x_2 - (x_1 + 0,20H)]$$

Ова поставка нападне тачке дејства силе притиска тла на стопу темеља није апсолутно тачна. Тачно постављена требала би бити у тежишту трапеза, чија је основна линија J-L. Међутим, то би у многоме компликовало рачун, а разлике у тачности је занемарљива.

Нападни моменат од силе P у тачки L је:

$$M_L^P = \frac{\sigma_J^t}{2} \left[x_2 - \frac{(x_1 + 0,2H)^2}{x_2} \right] \cdot$$

$$\left\{ [x_2 - (x_1 + 0,2H)] - \frac{1}{2} [x_2 - (x_1 + 0,2H)] \right\} =$$

$$= \frac{\sigma_J^t}{2} \left[x_2 - \frac{(x_1 + 0,2H)^2}{x_2} \right] \cdot \frac{1}{2} [x_2 - (x_1 + 0,2H)]$$

Искоришћење напона у бетону и арматури у пресеку стопе темеља D-L извршава се као на начин примењен за пресек D-I, (једначина 1), па је:

$$x_3 = \gamma \left[\frac{\sigma_T}{4} \left[x_2 - \frac{(x_1 + 0,2H)^2}{x_2} \right] \cdot \left[x_2 - (x_1 + 0,2H) \right] \right]^{1/2} + a \quad (4)$$

Добијене вредности димензија потпорне конструкције: x_1, x_2, x_3 и x_4 , треба да дају такву величину потпорној конструкцији да задовољи услове стабилности на утицаје транслације (F_S^T) и ротације (F_S^R).

3.1.5. Услов стабилности у смислу транслације

$$\frac{(G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + E_v) \tan \theta_T}{E \cos \delta} \geq F_S^T$$

$$\tan \theta_T \left\{ \gamma_B \left[\frac{(x_1 + 0,1H)H + x_2 \cdot x_3 + (x_4 + 0,1L)L}{E \cos \delta} \right] + \gamma_K \cdot L \cdot H + E \sin \delta \right\} \geq F_S^T \quad (5)$$

6. Услов стабилности у смислу ротације

$$\frac{G_1(x_2 - x_3) + G_2 \frac{x_2^2}{2} + (G_3 + G)(x_2 + \frac{L}{2}) + E \sin \delta \cdot x_2}{E(x_3 + \frac{H}{3}) \cos \delta} \geq F_S^R$$

$$\frac{(2x_1 + 0,2H)H \cdot \gamma_B \left[x_2 - \frac{x_1^2 + 0,2H(x_1 + \frac{H}{15})}{2x_1 + \frac{1}{5}H} \right]}{E \cos \delta (x_3 + \frac{H}{3})} +$$

$$+ \frac{\frac{x_2^2 x_3}{2} \gamma_B + L \cdot H \cdot \gamma_K (\frac{L}{2} + x_2)}{E \cos \delta (x_3 + \frac{H}{3})} +$$

$$+ \frac{(x_4 + 0,1L) \cdot L \cdot \gamma_B (\frac{L}{2} + x_2) + E \sin \delta \cdot x_2}{E \cos \delta (x_3 + \frac{H}{3})} \geq F_S^R \quad (6)$$

Постављене једначине искоришћења напона у пресецима:

D-I једначина (1)

I-N једначина (2)

J-K једначина (3)

D-L једначина (4)

дају могућност решења непознатих димензија потпорне конструкције x_1, x_2, x_3 и x_4 које одређују облик и величину конструкције.

Облик и величина отпорног објекта одређена димензијама x_1, x_2 и x_3 мора да задовољи услове (једначине 4 и 5):

- стабилност на утицај транслације (једначина 5) (F_S^T)

- стабилност на утицај ротације (једначина 6) (F_S^R)

Математички се проблем одређује решењем система од 4 једначине услова искоришћења напона (једначине (1), (2), (3), (4) са четири непознате: $x_1, x_2,$

x_3 и x_4 . Овај проблем је математички решив, обзиром да за четири непознате (x_1, x_2, x_3 и x_4) постоје четири једначине ((1), (2), (3), (4)):

$$x_1 = \gamma \sqrt{E \cos \delta \frac{H}{3}} + a - 0,20H \quad (1)$$

$$x_4 = \gamma L \sqrt{\frac{H \gamma_K}{2}} + a - 0,2L \quad (2)$$

$$\frac{2}{x_2} \left[\gamma_K L \cdot H + \gamma_B \left[(x_1 + 0,1H)H + x_2 x_3 + (x_4 + 0,1L)L \right] + E \sin \delta \right] = \sigma_T^T \quad (3)$$

$$x_3 = \gamma \left[\frac{\sigma_T}{4} \left[x_2 - \frac{(x_1 + 0,2H)^2}{x_2} \right] \left[x_2 - (x_1 + 0,2H) \right] \right]^{1/2} + a \quad (4)$$

Решење система једначина (1), (2), (3), (4) обавља се рачунарском техником.

Добијене вредности x_1, x_2, x_3 и x_4 , треба да задовоље једначине (5) и (6), које траже задовољење услова стабилности потпорног објекта на транслацију и ротацију.

Уколико вредност x_1, x_2, x_3 и x_4 не задовоље услове једначине (5) и (6), тј. да потпорна конструкција није стабилна на утицај транслаторног и ротационог кретања, потребно је димензије x_1, x_2, x_3 и x_4 сукцесивно повећавати, док се не добију тражени услови F_S^T и F_S^R .

Изрази за повећање вредности x_1, x_2, x_3 и x_4 су:

$$x_1^I = x_1(1 + 0,0d); \quad x_2^I = x_2(1 + 0,0d); \quad x_3^I = x_3(1 + 0,0d)$$

$$x_1^{II} = x_1^I(1 + 0,0d); \quad x_2^{II} = x_2^I(1 + 0,0d); \quad x_3^{II} = x_3^I(1 + 0,0d)$$

$$x_1^{III} = x_1^{II}(1 + 0,0d); \quad x_2^{III} = x_2^{II}(1 + 0,0d); \quad x_3^{III} = x_3^{II}(1 + 0,0d)$$

итд., док се не задовоље услови из једначина (5) и (6), у n -том покушају.

У претходним изразима d је број 1,2 или n , који представља проценат повећања.

Добијене вредности x_1^I, x_2^I, x_3^I и x_4^I који задовољавају услове из једначине (5) и (6), даће величину потпорне конструкције за коју је неопходно проверити стање напона у пресецима: D-I; N-I; J-K и D-L помоћу формуле:

- Контрола напона у пресеку D-I:

$$\sigma_1 = \left[x_1^I + 0,20H - a \right] \sqrt{(E \cos \delta \frac{H}{3})^{-1}}$$

- Контрола напона у пресеку N-I:

$$\sigma_2 = (x_4 - a + 0,2L) \left(L \sqrt{\frac{\gamma_K \cdot H}{2}} \right)$$

- Контрола напона у тлу у пресеку J-K:

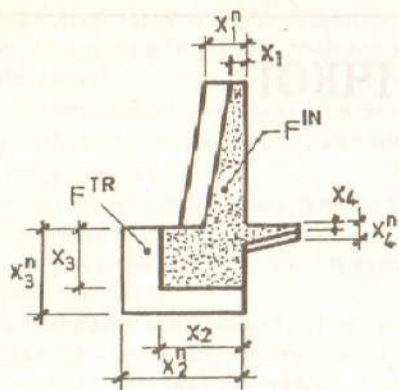
$$\sigma_T^T = \left\{ \frac{2}{x_2} \gamma_K \cdot L \cdot H + \gamma_B \left[(x_1^I + 0,1H)H + x_2^I \cdot x_3^I + (x_4 + 0,1L) \cdot L \right] + E \sin \delta \right\}$$

- Контрола напона у пресеку D-L:

$$\sigma_3 = (x_3^I - a) \left\{ \frac{\sigma_T^T}{2} \left[x_2^I - \frac{(x_1^I + 0,1H)^2}{x_2^I} \right] \left[x_2^I - (x_1^I + 0,2H) \right] \right\}^{1/2}$$

4. ПРИНЦИП РАЦИОНАЛИЗАЦИЈЕ ОБЛИКА И ДИМЕНЗИЈА ПОТПОРНОГ ОБЈЕКТА

Добијене димензије потпорне конструкције (x_1, x_2, x_3, x_4) решење система једначина (1, 2, 3, 4), ра-



Слика 5

зликују се од димензија потпорног објекта добијених по испуњењу услова стабилности на транслационо и ротационо кретање ($x_1^n, x_2^n, x_3^n, x_4^n$). Димензије објекта добијене решењем система једначина (x_1, x_2, x_3, x_4) су увек једнаке или мање од димензија добијених испуњавањем услова стабилности на транслационо и ротационо кретање ($x_1^n, x_2^n, x_3^n, x_4^n$). Рационалност потпорне конструкције се постиже кад потпорна конструкција са димензијама (x_1, x_2, x_3, x_4) задовољава услове стабилности потпорног објекта на ротационо и транслационо кретање, тј. испуњавају се услови из једначина (5 и 6). Ово се нумерички изражава помоћу коефицијента повећања димензија потпорне конструкције:

$$K_p^{TR} = \frac{F^{TR}}{F^{IN}}$$

где су:

K_p^{TR} – коефицијент повећања димензија потпорне конструкције

F^{TR} – повећана површина попречног пресека потпорне конструкције са димензијама ($x_1^n, x_2^n, x_3^n, x_4^n$) (слика 5) која задовољава услов стабилности на транслационо и ротационо померање

F^{IN} – површина попречног пресека потпорне конструкције добијена димензијама x_1, x_2, x_3, x_4 , (слика 5)

Потпуна рационалност потпорног објекта постиже се кад се добије коефицијент повећања димензија приближно једнак јединици, тј.:

$$K_p^{TR} = \frac{F^{TR}}{F^{IN}} = 1,000$$

Потпорну конструкцију треба пројектовати подешавајући облик и димензије тако да K_p^{TR} тежи јединици, тада се постиже потпуна рационалност објекта.

Целокупна приказана рачуница се у Институту за путеве врло ефикасно спроводи помоћу адаптираног рачунарког програма за решење система једначина: MATHCAD, верзија II.

У овом раду приказан је поступак оптимизације и рационализације потпорних конструкција условљавањем величина напона у критичним пресецима. Међутим, може се поћи и од условљавања величина деформација у критичним пресецима и тачкама потпорног објекта, па на основу тога тражити димензије потпорне конструкције. Но, то је предмет другог рада.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радосављевић, Ж., Бојић, Д.: АРМИРАНИ БЕГОН – Грађевинска књига (1988).
- [2] Шутић, Ј.: ПОТПОРНИ ЗИДОВИ – Прописи швајцарског друштва за путеве, Издавач ЈДП.
- [3] Verderyn, J., Roisin, V., Nuyens, J.: APPLICATIONS DE LA MECHANIQUE DES SOLS, DUNOD, Paris, 1971

Развој интерактивног графичког система за пројектовање маневарских површина и платформи аеродрома

Мр Дејан Гавран, дипл. инж.
Грађевински факултет Универзитета у Београду

Научни рад
УДК: 625.717:625.72:681.332.2

РЕЗИМЕ

Данас се у пројектовању аеродрома углавном користе програмски пакети оригинално развијени за потребе пројектовања путева. Стандардне опције ових софтвера су: прорачун ситуационог плана, подужног профила и попречних профила, срачунавање земљаних радова итд. Пројектовање аеродрома, а посебно пројектовање ситуационих планова маневарских површина и платформи аеродрома, намећу неке специфичне процедуре што захтева развој посебног програмског пакета намењеног тој области. Овим радом укратко је представљен развој интерактивног графичког система за пројектовање маневарских површина и платформи аеродрома (АероCAD) развијен на Катедри за путеве и аеродроме Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

1. УВОД

Увођењем CAD (Computer Aided Design) у процес пројектовања драстично је скраћен пут од идеје пројектанта до њене материјализације на монитору рачунара или у виду графичке и нумеричке документације. Пројектант врло брзо долази до нивоа на коме своја решења може просторно сагледати и на основу тога кориговати полазне ставове. CAD технологија сама по себи неће произвести квалитетније пројекте али њена употреба омогућује да се више времена и енергије утроши на истраживање варијаната и избор оптималног решења.

Овај чланак је синтезни приказ магистарског рада који је под истим насловом одбрањен на Грађевинском факултету Универзитета у Београду 24.04.1992. Циљ рада био је да се развије софтвер којим ће се један стандардни CAD пакет прилагодити захтевима пројектовања аеродрома. Тиме би пројектовање у овој области било подигнуто на виши технолошки ниво. Самом развоју софтвера претходила је методолошка анализа процеса пројектовања аеродрома. Методолошким анализом указано је на фазе и активности процеса које захтевају

постојање оваквог програмског пакета и представљена је глобална концепција система.

Развијеном систему је дат назив АероCAD и то је 2D софтвер за пројектовање маневарских површина и платформи аеродрома. Поред аутоматизованог дефинисања грађевинских линија развијени софтвер подржава и симулацију кретања ваздухоплова, исцртавање хоризонталне маркације и распоред светлосне сигнализације и навигационе опреме. Ту су, такође, и неке опције које се могу сврстати у подручје опште координатне и путне геометрије. АероCAD представља прву етапу у развоју потпуне 3D апликације за пројектовање путева и аеродрома на којој се тренутно ради.

2. МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА АЕРОДРОМА

Развоју система АероCAD претходила је темељита методолошка анализа процеса пројектовања аеродрома. Намера је била да се систем од почетка развија у складу са специфичним потребама пројектовања аеродрома, а не да се произведе софтвер који ће будућем кориснику наметати ограничења или пак поступке својствене неким другим областима пројектовања.

Грађењу свих инвестиционих објеката, па и аеродрома, претходи процес пројектовања који пролази кроз три корака, генерални, идејни и извођачки пројект, а током грађења ради се пројекат изведеног стања, као елемент архивског пројекта.

Радом је посебно обрађен генерални пројекат аеродрома, такозвани мастер план аеродрома. Овај корак представља анализу варијаната аеродромског комплекса и последица предложених решења на друштвено и природно окружење. Несумњиво, ово је кључна етапа у пројектовању аеродрома којом се долази до функционално усклађеног система маневарских површина, терминалног комплекса и приступних саобраћајница. Идући ка каснијим фазама пројекта, тежиште анализе се са међусобних веза елемената аеродромског комплекса премешта на ре-

шавање конкретних техничких проблема и извођачких детаља. Сам генерални пројекат подељен је у следеће етапе:

- дефинисање задатка за генерални пројекат,
- утврђивање основа за пројектовање,
- пројектовање,
- вредновање варијантних решења и избор оптималне варијанте,
- систематизација резултата и презентација генералног пројекта,
- формирање задатака за идејни пројекат.

Свака од ових етапа састоји се од sukcesивних фаза, а фазе обухватају низове конкретних активности.

Финални производ методолошке анализе мастер плана аеродрома представља структурни дијаграм којим су све активности на нивоу генералног пројекта постављене у одговарајуће методолошке, временске и организационе оквире. Прве две од укупно седам табли са структурним дијаграмом генералног пројекта дате су на сликама 1 и 2. Овде су посебно истакнуте оне активности у којима пакет AeroCAD налази своју примену. Овај је пакет, иначе, у стању

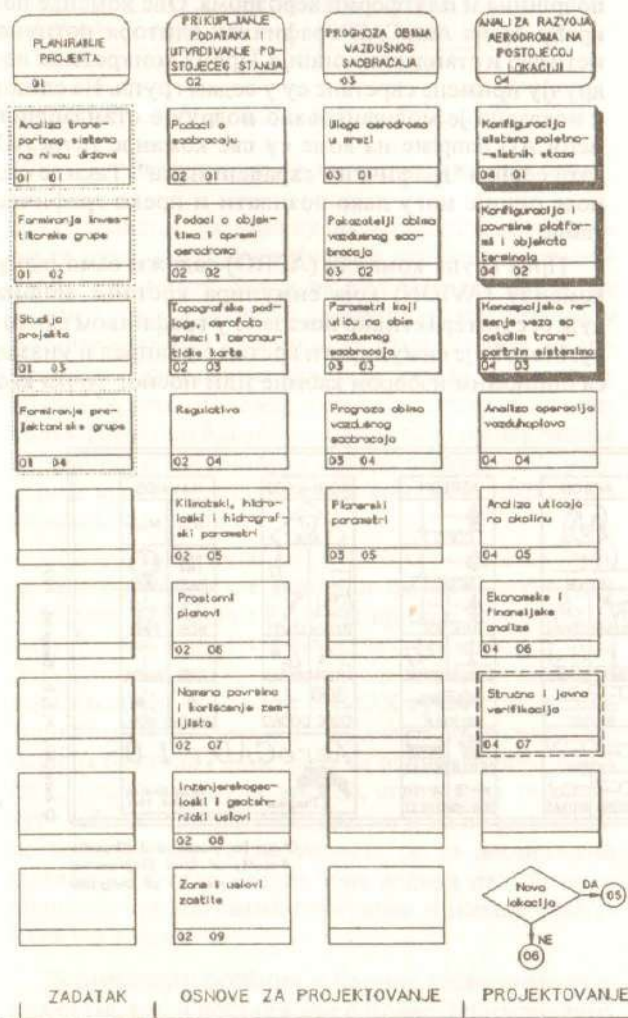
да одговори и нумеричким и графичким захтевима нивоа идејног и извођачког пројекта.

Иако произвођачи софтвера данас захватају широке области технике, природних наука, па и друштвених наука и уметности, те је немогуће поставити општу методологију за пројектовање софтверских пакета, може се рећи да је методолошком анализом процеса пројектовања аеродрома прецизно дефинисан пројектни задатак за развој система AeroCAD.

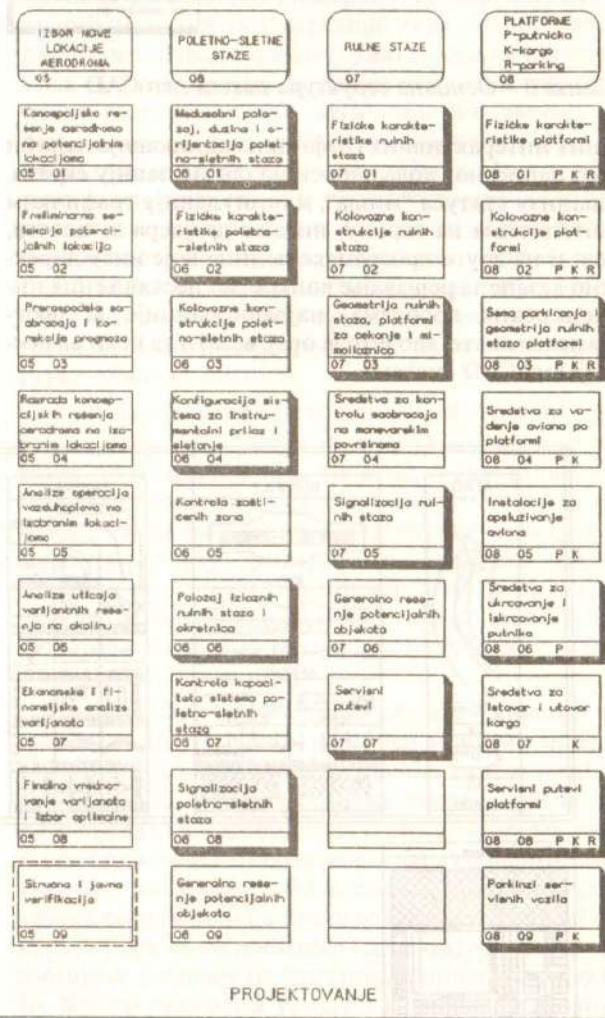
3. ИНТЕРАКТИВНИ ГРАФИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ МАНЕВАРСКИХ ПОВРШИНА И ПЛАТФОРМИ АЕРОДРОМА (AeroCAD)

Након методолошке анализе процеса пројектовања аеродрома и постављања "пројектног задатка" приступило се реализацији, односно развоју пакета AeroCAD у техничком смислу.

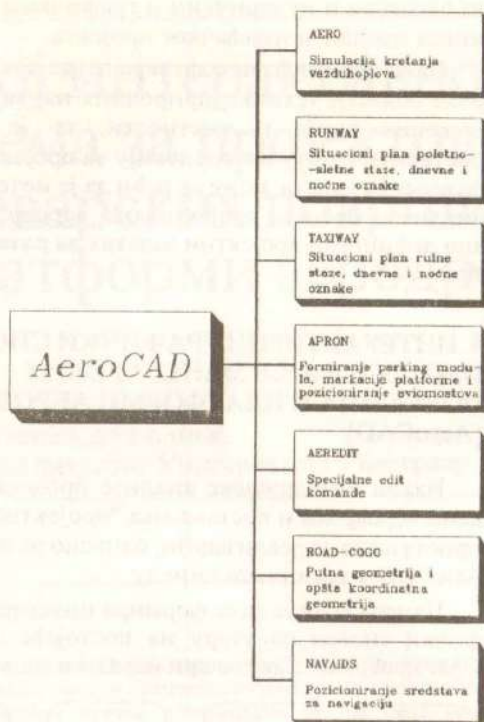
Намера је била да се формира интерактивни графички систем по узору на постојеће стандардне CAD програме. Како се при изради и мање амбицио-



Слика 1 – Структурни дијаграм генералног пројекта (мастер плана) аеродрома



Слика 2 – Структурни дијаграм генералног пројекта (мастер плана) аеродрома



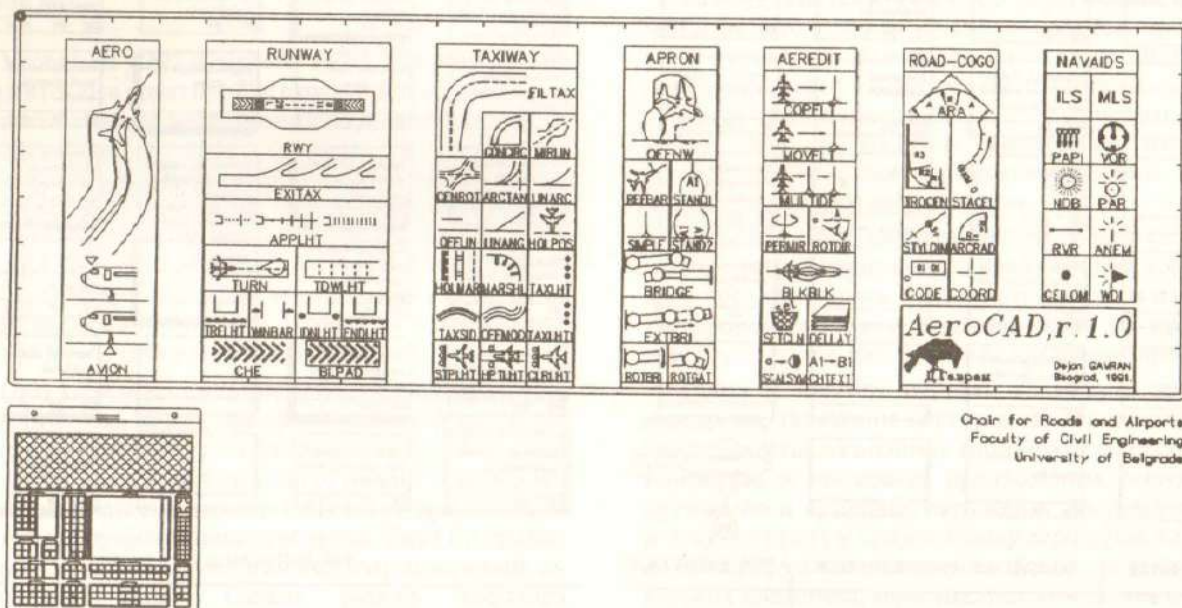
Слика 3 – Основна структура пакета AeroCAD

зних интерактивних графичких апликација највећи део написаног кода односи на организацију екрана, анализу статуса "миша", манипулацију графичким ентитетима на екрану, писање драјвера за плотер, као и на друге програмске целине које нису директно везане за решавање конкретно постављених инжењерских проблема, најрационалније је програмске пакете, као што је овај, везати за неки од постојећих CAD система.

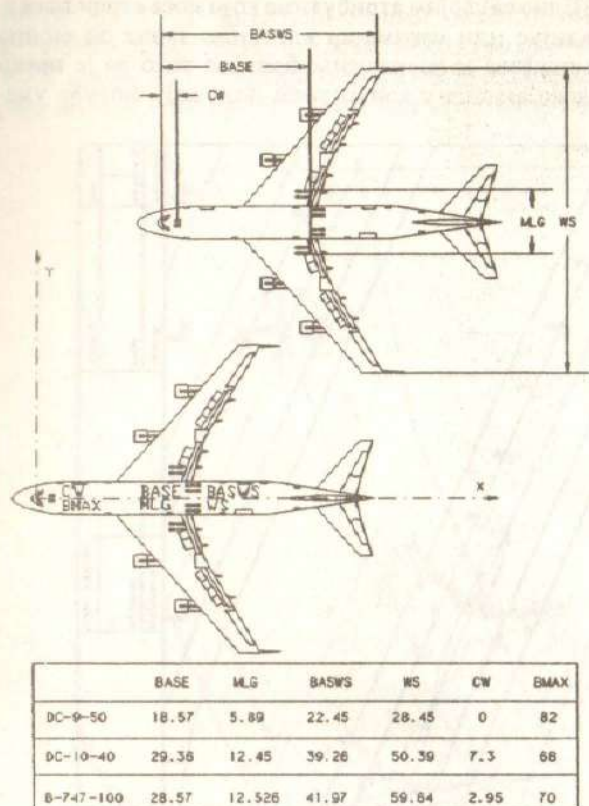
Стога је и систем AeroCAD везан за стандардни пакет AutoCAD. Посебна одлика, а како се временом показало и пресудна предност у односу на остале сличне пакете, јесте његова потпуна отвореност према програмерским интервенцијама. Тако је AeroCAD развијен као библиотека рутина писаних у AutoCAD уграђеном програмском језику AutoLISP. То је иначе дијалект једног од најстаријих програмских језика – LISP. Име језика LISP представља скраћеницу израза List Processing. Наиме, овај језик намењен је манипулацији листама. Сам изворни код програма, његове елементарне структуре, делови, па и цео програм јесу хијерархијски уређене листе. И подаци којима програм манипулише сврстани су у листе. Произвођач је изабрао овај језик стога што је нумеричке дефиниције ентитета као што су права, кружни лук и сл. најлакше сторирати у формату листа. Сам језик, а нарочито наредбе улаза, тако су креирани да је омогућена потпуна интеракција и дописане команде, у оперативном смислу се ни по чему не разликују од оригиналних.

Основна структура AeroCAD показана је на слици 3. Пакет обухвата 66 команди које покривају пројектовање ситуационих планова маневарских површина и платформи аеродрома. Ове команде покрећу се из AutoCAD графичког едитора потпуно исто као и стандардне опције. Према конкретном подручју примене сврстане су у седам група. На слици 4 показано је модификовано подручје стандардног AeroCAD template на коме су све команде AeroCAD дате својим "графичким скраћеницама". Тако се све нове опције могу лако позивати и преко графичке табле.

Прва група команди (AERO) садржи само једну команду (AVION) која симулира кретање авиона дуж осе интерактивно показане у графичком едитору. Могуће је симулирати кретање унапред и уназад са опционим избором кабине или носног точка као



Слика 4 – AeroCAD template



Слика 5 – Блок авиона са неопходним атрибутима

тачке праћења. Авиони су представљени као блокови са шест атрибута који носе неопходне кинематичке параметре. Један од тих блокова дат је на слици 5. Ови се блокови креирају дигитализацијом из одговарајућих приручника ваздухоплова, уз нумеричко дефинисање кључних тачака као што су врхови крила, положај кабине и положај носног точка. Исти ови блокови користе се за пројектовање окретница и дефиницију модула паркирања. Симулација кретања ваздухоплова командом AVION показана је на слици 6.

Друга група команди (RUNWAY) садржи команде за дефинисање ситуационог плана полетно-слетне стазе. Командом RWY, на пример, генерише се ситуациони план ПСС према захтевима ICAO. Овај ситуациони план укључује и одговарајуће дневне и ноћне ознаке. Командом EXITAX аутоматски се позиционирају брзе излазне рулне стазе и генерише њихова базична геометрија на основу кодног броја ПСС, њене надморске висине, стандардне температуре и брзина авиона над прагом и на излазу. Остале команде ове групе користе се за постављање прилазног светла, светла зона додира итд. Ту су и опције за пројектовање окретница и израду CHEVRON маркирање.

Дефинисање особина и ивичне геометрије рулних стаза, као и постављање одговарајућих дневних и ноћних ознака подржано је групом команди - TAXIWAY. Да би се, на пример, конструисао fillet (проширење рулне стазе у кривини), довољно је да

корисник покаже кружни лук осовине, интерактивно измери (или нумерички унесе) ширине рулне стазе на улазу и излазу и изабере тип авиона. Прорачун прати диференцијалне једначине прописане од стране ICAO, а пројектовани fillet може бити прост или сложен. Светла рулне стазе постављају се у низовима, дуж интерактивно изабраних елемената (праваца и кружних лукова), са могућношћу употребе неизменичних боја (жута-зелено на брзој излазној рулној стази). Група TAXIWAY обухвата укупно 18 команди и њихова примена показана је на сликама 6 и 7.

Команде намењене пројектовању платформи сврстане су у групу APRON. Овим командама креирају се модули паркирања авиона, исцртава се додатна маркираја паркинг позиција (бројеви и референтне линије) и позиционирају авиомостови (истезање, скраћивање, ротација). Примену ових команди најбоље је демонстрирати на опцији за offset pose wheel маневар паркирања. Симулација процедуре паркирања започиње избором две тачке на осовини рулне стазе платформе и две тачке на осовини будуће паркинг позиције (управне или закошене). Потом се учитава блок изабраног авиона и нуди корекција максималног скретног угла носног точка. Авион тада изводи маневар улаза и након поравнавања са осом паркинг позиције корисник интерактивно води авион све дотле док реп авиона не напусти зону дефинисану маргином крила ваздухоплова који пролази рулном стазом платформе. Уколико се предвиђа power in – power out маневар задају се и углови унутрашње и спољне ротације. Током симулације процедуре паркирања авион за собом оставља маркирају паркинг позиције и трајекторије дефинисане маргинама крила и главног стајног трапа. Сликаом 8 илустрована је примена команди групе APRON.

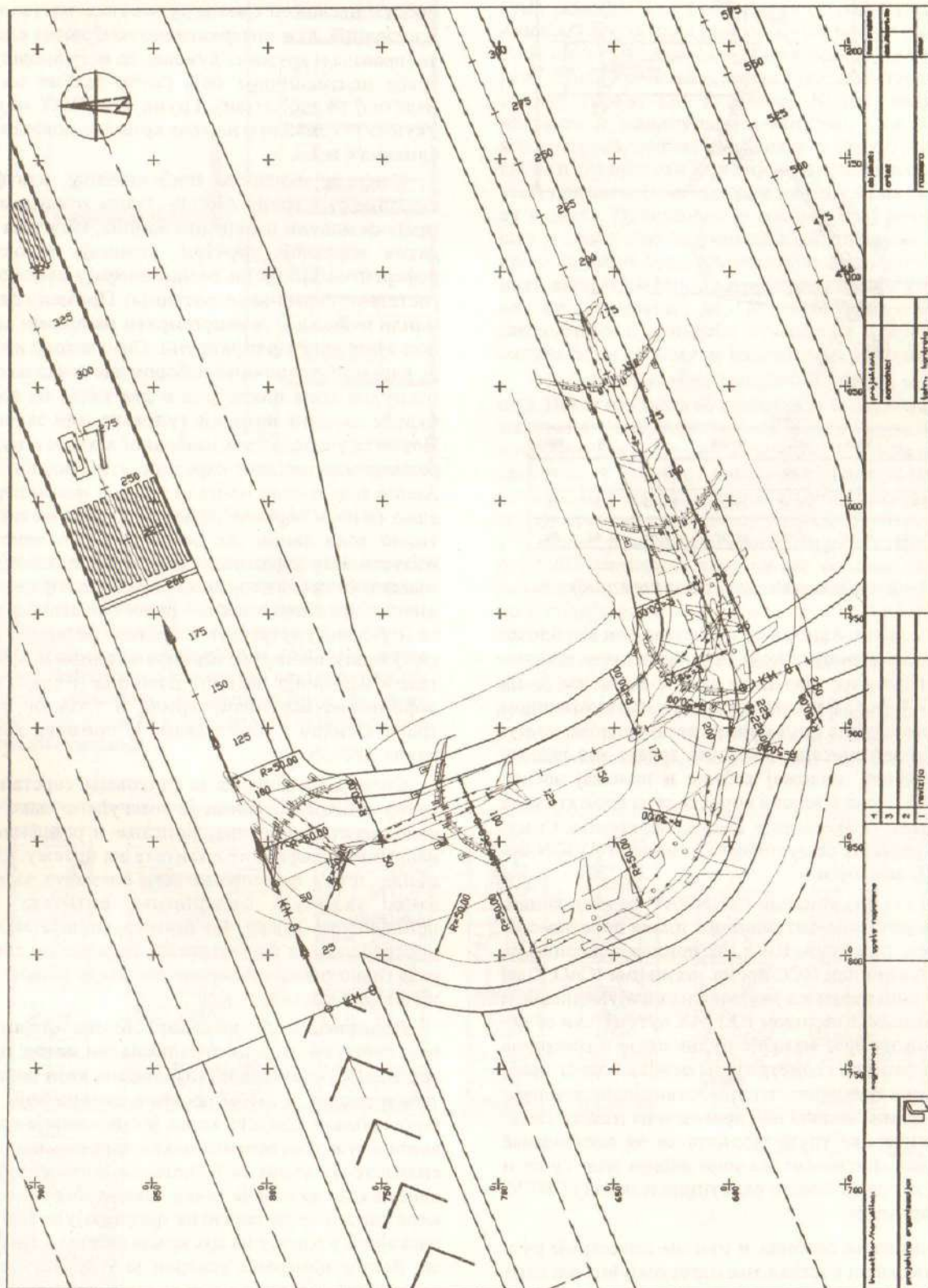
Специјалне команде за едитовање сврстане су у групу AEREDIT. Њима је омогућено лако копирање, мултиплицирање, брисање и редефинисање нацртаних графичких ентитета на цртежу. Све команде, током формирања сета ентитета за едитовање, укључују филтрирање ентитета према припадности лејеру. На пример, опција MOVFLT, употребљена за пројектовање стајанке на слици 6, релативно помера изабране ентитете једног лејера у односу на остале лејере.

Дефинисање оптималног облика стајанке на овој слици прати једини рационалан метод: прво се дефинише осовина кретања авиона који долази на тачку чекања, а затим осовина авиона који поред њега пролази. Следећи корак је симулација кретања авиона дуж ових осовина након чега корисник бира ентитете из лејера са блоковима и трајекторијама авиона који долази на тачку чекања и групно из помера све док се не постигне одговарајуће заштитно одстојање у односу на врх крила авиона који пролази. Вектор померања усмерен је у правцу осовине улазне рулне стазе.

Група AEREDIT садржи и команду за рескалирање блокова у случају промене размере цртежа. Та

ко, на пример, блокови светала увек могу бити јасни и читљиви независно од разmere цртежа на плотеру. Блокови за стационирање и дефинисање елемената хоризонталне геометрије рескалирају се

заједно са својим атрибутима који носе стационажу, радијус или параметар клотоиде. Једна од опција омогућава и преклапање блокова тако да је преко блока авиона у конкретном положају могуће уме-

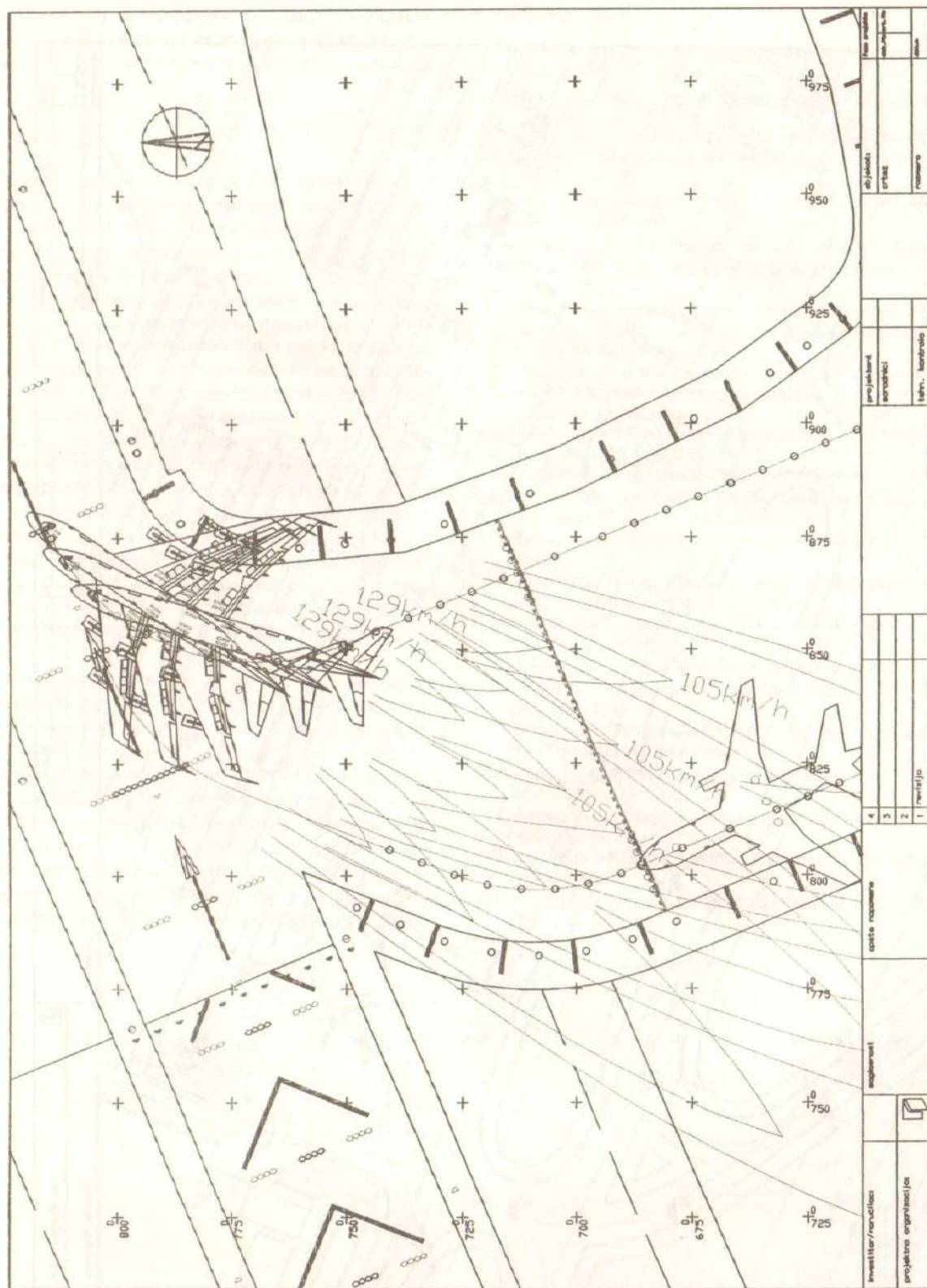


Слика 6 – Симулација кретања ваздухоплова командом AVION и употреба група команди TAXIWAY, RUNWAY и ROAD-COGO

тнути блок са дигитализованим **изолинијама** издувног млаза. Ова врста блока садржи три или четири лејера са **изолинијама** за различите режимо рада мотора, односно различите нивое потиска: **idle**,

low break-away, **high break-away** и **take-off**. Употреба ових команди дата је на слици 7.

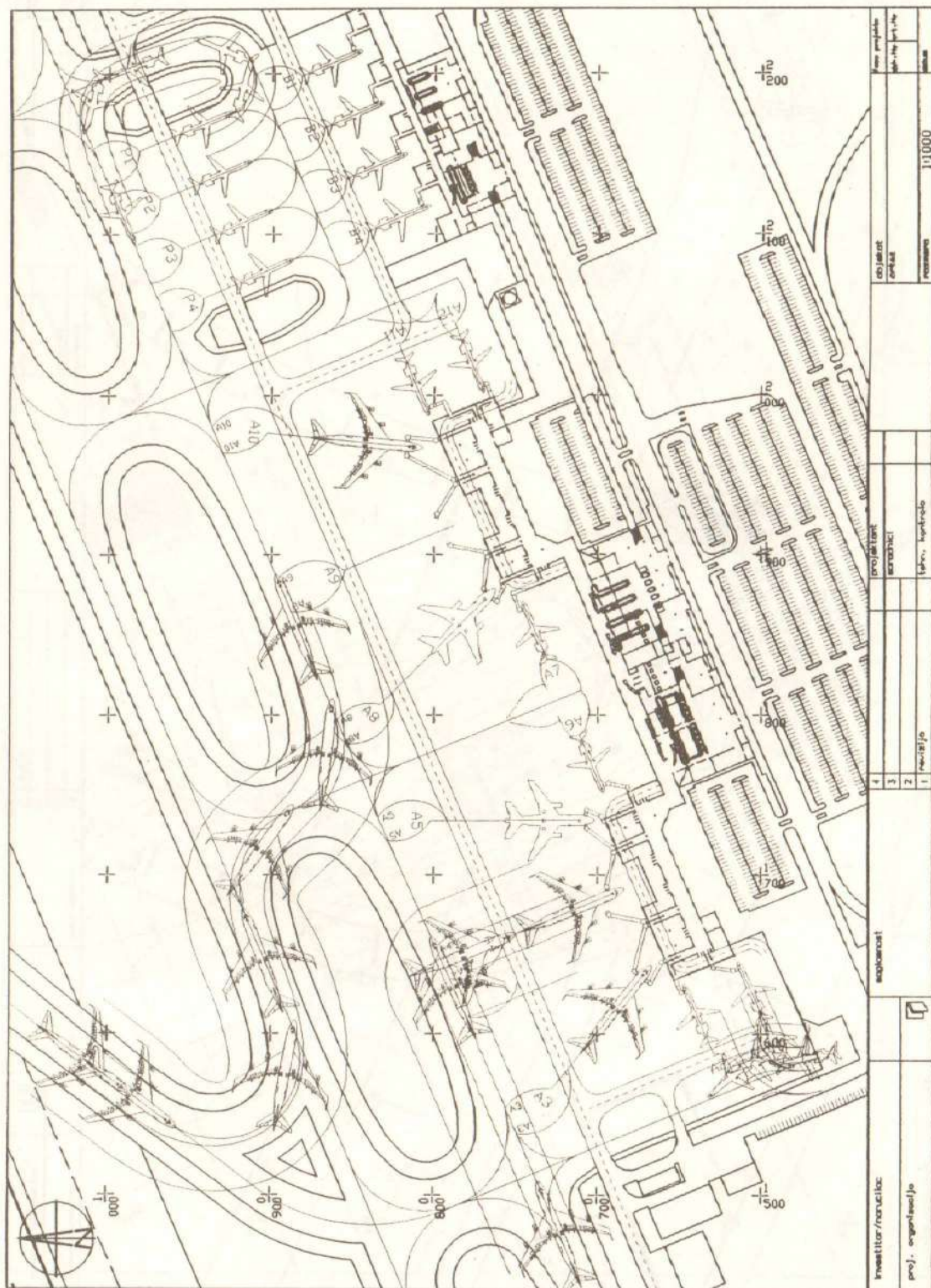
ROAD-COGO група команди покрива област опште координатне и путне геометрије. Ту су команде



Слика 7 – Употреба група команди **TAXIWAY**, **RUNWAY** и **AEREDIT**

Последња група команди NAVAIDS подржава позиционирање навигационих средстава. Елементи ILS и MLS система постављају се аутоматски на

основу препоручених одстојања и профила прилаза. Колокација ова два система или колокација система RAPI са конусом glide path применом ових команди постају крајње једноставне. Свакако да позиционирање средстава за навигацију захтева посе-



Слика 8 – Пројектовање платформе – употреба група команди APRON, AERO, TAXIWAY и ROAD-COGO

бие анализе и студије и стога резултате примене ових опција треба усвојити као апроксимативне.

Намера је била да се овим поглављем представе основе пакета AeroCAD, његове типичне опције и примена. Неки изрази, као што су ентитет, лејер, блок и атрибут су специфични за област CAD али се надам да ће и читаоци са скромнијим искуством у овој области лако схватити структуру и примену AeroCAD.

4. ЗАКЉУЧАК

Циљ презентираних рада је био технолошко и методолошко унапређење процеса пројектовања аеродрома. Након методолошке анализе и формирање структурног дијаграма процеса пројектовања аеродрома издвојене су фазе и активности у оквиру којих се као објекат истраживачког и пројектантског рада појављује маневарске површине и платформе. Употребом савремених CAD система рад на извршењу ових активности подиже се на виши технолошки ниво. Управо ту интерактивни графички систем AeroCAD налази своју примену. Овај систем, како је показано, ради у оквиру стандардног пакета AutoCAD и захтева минималну додатну обуку корисника. Ефикасан је у процесу дефинисања елемената хоризонталне геометрије, распореда маркације и светлосне сигнализације, симулације кретања ваздухоплова итд. Захваљујући повећаној продуктивности и оствареним временским уштедама пројектант је у могућности да више времена посвети анализи варијаната и избору оптималног решења.

У уводном делу је речено да пакет AeroCAD представља прву фазу у развоју свеобухватног 3D пакета намењеног пројектовању не само аеродрома већ и путева и свих линијских и површинских објеката. Тренутно се приводи крају део пакета који ће ефикасно решавати проблем израде нивелационих планова и најсложенијих површинских објеката као што су површинске и денивелисане раскрснице. Ако је реч о делу намењеном пројектовању аеродрома њиме се утврђује методологија и развија програмска подршка за анализу заштићених зона

аеродрома. Развијене су апликације за нумеричко моделирање терена на основу дигитализованих карата као и софтвер за одређивање продора површи кроз овако моделиран терен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ashford, N., Wright, P.H.: Airport Engineering, John Wiley & Sons, New York, 1984.
2. Бабков, В.: Изыскания и проектирование аэродромов, Авторизован, Москва, 1963.
3. Glushkov, G.I.: Airport Engineering, Mir Publisher, Moscow, 1988.
4. Horonjeff, R.: Planning and Design of Airports, McGraw-Hill, New York, 1983.
5. Johnson, N.: AutoCAD – The Complete Reference, McGraw-Hill, New York, 1989.
6. Крмљанић, Б.; Терзић, М.; Бркић, Д.: Изградња и одржавање војних аеродрома, Војноиздавачки завод, Београд, 1977.
7. Правилник о пројектовању, изградњи и реконструкцији цивилних аеродрома и њиховој класификацији, Сл. лист СФРЈ, бр. 2., Београд, 1966.
8. Правилник о обележавању полетно-слетних и других стаза и пристанишних платформи на аеродрому, Сл. лист СФРЈ, бр. 47., Београд, 1979.
9. Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation ICAO, Montreal, 1990.
10. Airport Planning Manual – Part 1. ICAO, Montreal, 1987.
11. Airport Planning Manual – Part 2. – Land Use and Environmental Control ICAO, Montreal, 1987.
12. Aerodrome Design Manual – Part 1. – Runways ICAO, Montreal, 1984.
13. Aerodrome Design Manual – Part 2. – Taxiways, Aprons and Holding Bays, ICAO, Montreal, 1983.
14. Aerodrome Design Manual – Part 4. – Visual Aids ICAO, Montreal, 1976.
15. Airport Master Plans FAA, Washington D.C., 1985.
16. Airport Design Standards – Transport Airports FAA, Washington D.C., 1985.
17. Planning and Design Considerations for Airport Terminal Building Development, FAA, Washington D.C., 1976.
18. Instruction technique sur les aéroports civils – 2/3/4/5/9/10, DGCA, Paris, 1983–86.
19. Airport Facility Management and Information System Feasibility Study, AOCI, Houston, 1985.
20. AutoCAD – Reference Manual Release 11. AUTODESK Ltd. Guilford, 1990.
21. AutoLISP – Programmer's Reference Release 11. AUTODESK Ltd. Guilford, 1990.

Стандардни геометријски попречни профили ванградских путева

Проф. др Војо Анђус, дипл. инж. грађ.
Проф. др Михаило Малетин, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет Универзитета у Београду

Претходно саопштење
УДК: 625.732:625.711

РЕЗИМЕ

У раду се даје предлог стандардизације геометријских попречних профила за аутопутеве, међупрофила и двотрачне путеве југословенске путне мреже. Предлог стандардизације је усаглашен са функционалном класификацијом ванградских путева, а сагласан је и са стандардним попречним профилима европских земаља. Основни циљ наведене стандардизације је унификација техничких решења и рационализација улагања финансијских средстава у путну привреду.

1. УВОД

Попречни профил представља прву, полазну пројекцију пута којом се утврђују садржај и димензије функционалних елемената уз задовољење захтева саобраћаја и дефинишу исходишта пројектних линија других пројекција. Осим овог, чисто техничког значаја, попречни профил има прворазредни утицај на стварање психо-емотивног односа возача са путем с обзиром да је то једина пројекција која је непосредно сагледљива и схватљива за возача. И, коначно, овом треба придружити и значајне експлоатационе и инвестиционе ефекте који се могу јавити као последица одређених решења (пут профил, етапа, међупрофил) примењених у попречном профилу.

Проблем стандардизације профила ванградских путева решава се не само униформним саставом и геометријским усклађењем елемената већ и једнообразном конструктивном обрадом пратећих детаља који утичу на безбедност саобраћаја, стабилност путне конструкције и економичност грађења. У том смислу овде ће бити приказани стандардни типови аутопутева са освртом на могуће начине етапне изградње, међупрофила као специфичних решења путних профила и попречних профила двотрачних путева.

Етапна градња аутопутева може се реализовати кроз два концепцијски различита приступа:

1. Етапност градње аутопута у пуном попречном профилу по деоницама (аутопут се гради у пуном

попречном профилу на оним деоницама где постоје адекватни захтеви саобраћаја, а на другим деоницама користи се постојећи или гради класичан двотрачни пут или неки од међупрофила).

2. Етапност градње аутопута у попречном профилу (комплетна деоница аутопута се изводи етапно, углавном као једно од решења међупрофила, при чему се изводе комплетни земљани радови за коначну фазу као и објекти прелаза преко аутопута, док се неки специфични делови граде у пуном профилу, као на пример, подручја денивелисаних раскрсница).

У конкретном случају, избор концепцијског приступа етапној градњи зависи од комплексне саобраћајне и техничко-економске анализе и укупних ефеката улагања капитала у изградњу дате деонице. Први приступ објективно представља рационалније решење јер градња једне половине попречног профила није једнака половини инвестиционих средстава услед потребе прединвестирања у доњи строј, систем одводњавања, раскрснице и сл. Други приступ је могуће оправдати само у ситуацијама кад нема прихватљиве путне везе у оквиру постојеће путне мреже.

2. СТАНДАРДНИ ФУНКЦИОНАЛНИ ЕЛЕМЕНТИ ПОПРЕЧНИХ ПРОФИЛА АУТОПУТЕВА

Раван путне конструкције састоји се из две групе функционалних елемената. Прву групу чине коловозне траке које непосредно служе за кретање и мировање возила. Другу групу чине пратећи елементи коловоза, који индиректно доприносе обављању саобраћајне функције.

2.1. Коловозне траке

У нормалним условима, коловоз аутопута састављен је од возних трака (iv), оивичења (ii-ti) и заставних трака (iz).

Возне траке (iv) намењене су искључиво проточном саобраћају. Њихов број зависи од меродавног саобраћајног оптерећења и планираног нивоа услу-

ге. Ширина ових трака је директно зависна од рачунске брзине и износи:

$$\text{за } V_{ti} > 100 \text{ км/ч} \quad t_v = 3,75 \text{ м}$$

$$\text{за } V_{ti} \leq 100 \text{ км/ч} \quad t_v = 3,50 \text{ м}$$

Оивичења ($t_i = t_i'$) служе, у првом реду, за визуелно разграничење проточног дела коловоза од осталих елемената пута. Разликују се два типа оивичења: ивичне траке (t_i) и ивичне линије (t_i'). Код аутопутних профила у принципу се примењује ивична трака уз разделну траку док се ивичне линије примењују за разграничења између возних трака, односно између возне траке и траке намењене заустављању возила.

Ширина ивичних трака се код аутопутних профила крећу од 0,50 м до 1,00 м. Примена ширине од 1,00 м може се препоручити код шестотрачних профила као и код четворотрачних профила при рачунским брзинама $V_{ti} > 100$ км/ч у свим оним случајевима када се жели ефикасно одвођење површинских вода уз минималну интервенцију у конструктивном подручју возна трака – разделна трака као и за позитивно психолошко дејство при вожњи. У ситуацији када је економски оправдана примена специфичних елемената за површинско одводњавање као и у случајевима када је рачунска брзина деонице $V_{ti} \leq 100$ км/ч може се применити ужа ивична трака, али не мања од 0,50 м. Нормалне ширине ивичних линија су 0,20 – 0,25 м.

Зауставна трака (t_z) је континуална саобраћајна трака која прати проточни део коловоза и представља обавезни елемент аутопутних профила. Служи за заустављање и привремено стационирање оних возила која услед квара, или других оправданих разлога, имају потребу да се искључе из саобраћајног тока. Оправдање за увођење зауставне траке потврђено је и многобројним истраживањима која су провођена на америчким и европским аутопутевима, при чему је усановљена неопходност примене зауставне траке на свим путевима са оптерећењем $PGDS > 20.000$ возила/дан. Нормална ширина зауставне траке износи 2,50 м и условљена је ширином меродавног возила.

2.2. Пратећи елементи коловоза аутопута

Заједно са коловозним тракама, у формирању укупне ширине пута учествују и разделна трака, банке и евентуално риголи. Ови елементи обављају само помоћне функције које доприносе безбедности саобраћаја и стабилности путне конструкције. То је и основни разлог да се у димензионисању ових елемената полази од конструктивних критеријума.

Разделна трака (R_t) или разделни појас (R_p) служи за физичко раздвајање смерова вожње, за стварање психичке сигурности возача, за смештај саобраћајно-техничке опреме пута и сл. Неоспорно је да примена широког разделног појаса испуњава све наведене претпоставке и да при опредељивању за разделни појас (R_p) или разделну траку (R_t) треба равноправно поредити и позитивне и негативне

ефекте једног и другог решења. Овде се посебно наглашава оправданост примене разделног појаса ширине најмање 10,50 м када се планира изградња шестотрачног аутопута који се реализује етапно (слика 2). У том случају се у првој етапи гради четворотрачни аутопут са широким разделним појасом и свим објектима за коначну фазу, док се у следећој фази дограђује по једна возна трака по смеру у оквиру разделног појаса. Позитивна искуства оваквих решења су присутна при изградњи ових аутопутева и у Америци и у Европи. У општем случају ово решење заслужује посебну пажњу у равничарском терену. Код падинских траса долази у обзир каскадно смицање коловоза са денивелисаним разделним појасом променљиве ширине у функцији прилагођавања трасе аутопута природној средини.

Имајући у виду чињеницу да изградња разделног појаса захтева значајно повећање ангажованог земљишта, најчешће се среће примена разделне траке (R_t) минималних димензија, које омогућавају испуњење функционалних и конструктивних критеријума. Тако се за примену препоручују ширине од 2,00 до 4,00 м, са класично обликованом разделном траком, односно ширина до 1,50 м уколико се разделна трака обликује применом специфичних разделних ограда на пример типа New Jersey. На одређеним местима и на растојању од 2 до 3 км прекида се разделна трака (појаса) да би се за случај саобраћајних несрећа, оправки пута и сл. омогућило каналисање саобраћаја са једног коловоза на други. Ови прекиди обавезно се раде испред и иза раскрсница и великих мостова и тунела. Геометријска и конструктивна обрада прекида треба да омогући маневре промене коловоза са $V \leq 50$ км/ч.

Банкина (b) је, по правилу, ивични елемент плана пута у насипу. Њена функција је да обезбеди бочну стабилност путне конструкције и послужи за смештај путне опреме (сигнализација, заштитне ограде и сл.). Обзиром на чињеницу да се у аутопутним профилима банка ослања на зауставну траку, која представља сигурносни појас, њене димензије могу бити знатно скромније но код путева без посебно утврђене зауставне траке. У нормалним случајевима када се ради о класичној банцини довољна је ширина од $b = 100$ м, док се у брдовито-планинском терену где се калдрмишу косине насипа, може рачунати са банкином ширине $b = 0,50$ м. Од овог принципа једино се одустало код шестотрачних аутопутних профила с обзиром на укупну размину профилу, те је предложена банка ширине 1,25 м.

Код међупрофила без зауставних трака превиђење су ширине банке од 1,50 м, 1,25 м и 1,00 м – зависно од теренских услова (равничарски, брдовити или планински терен).

Ригола (r) је плитак канал посебне конструктивне обраде, намењен за прихватање површинских вода и њихово усмерено вођење до канализационих сабирника. На аутопутевима потреба за таквим еле-

ментом јавља се у разделним тракама, где се ефикасно одводњавање мора обавити уз услов да облик и конструкција канала нема утицаја на сигурност корисника пута. Са тог становишта се као посебно повољно решење препоручује примена широке ивичне траке ($i = 1,00$ м) уз разделну траку завршену са ивичњаком, јер се на тај начин не формира посебна површина са повећаним попречним нагибом, што је иначе случај у свим другим ситуацијама. То је поред саобраћајно-психолошког и главни разлог за предлагање широке ивичне траке у стандардним попречним профилима за највишу класу шестотрачних и четворотрачних аутопутева.

3. СТАНДАРДНИ ГЕОМЕТРИЈСКИ ПРОФИЛИ

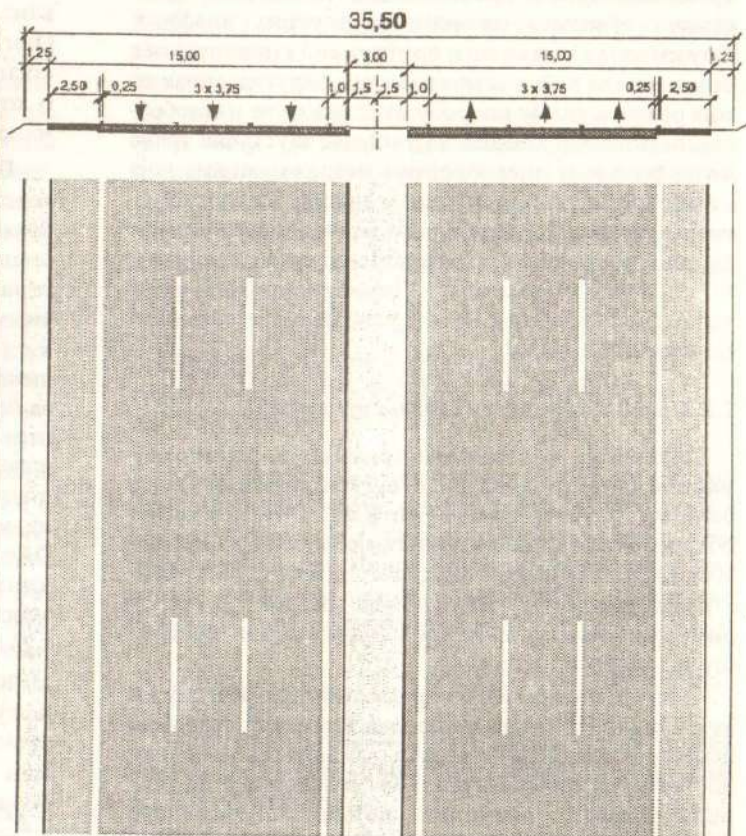
На основу упоредне анализе иностраних и домаћих прописа за пројектовање ванградских путева, као и анализе изведених решења на југословенској и, пре свега, европској путној мрежи предлажу се стандардни геометријски попречни профили са припадајућим просторно-функционалним карактеристикама.

На сликама 1 – 4 дата су решења за шестотрачне и четворотрачне аутопутне профиле, док је стандардизација етапне градње и међупрофила изложена у следећем поглављу.

A - 1

• ШЕСТОТРАЧНИ АУТОПУТ •

	приступни путеви	собири путеви	вазни путеви	далјински путеви
	ПП-п	СП-п	ВП-р	ДП-п
средња дужина путовања [km]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100
достављена промена [Q d] [l/s]	< 400	400 - 1.400	1.000 - 4.000	> 100
средња брзина тока [Voj] [km/h]	40 - 50	50 - 90	80 - 100	
раздварање по смеровима	није потребно	могуће	обавезно	
денивелационе раскрснице	није потребно	могуће	обавезно	
зауставне траке	није потребно	могуће	оба	
рачунска брзина	100 - 120 km/h			
просечан годишњи дневни саобраћај	> 40.000 возила / дан			
заустављање возила	континуалне зауставне траке			
етапна градња	коначно решење етапа попречног профила могућа (A-1/I)			
раскрснице	денивелационе			
напомене:	• овај тип попречног профила примењује се независно од теренских услова			



4. СТАНДАРДНИ ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛИ МЕЃУПРОФИЛА

Примена стандардних попречних профила тзв. "међупрофила" представља веома значајно подручје, имајући у виду реалне могућности и потребе изградње аутопутне мреже Југославије у пуном профилу, обим саобраћаја, финансијске ефекте и захтеве безбедности саобраћаја.

Изграђене деонице "међупрофила", које су пре свега третиране као етапна градња будуће аутопутне мреже Југославије, нису нажалост уважавале неке од битних принципа у њиховом обликовању са свим неопходним елементима које овај профил мора имати за време док се, евентуално, не изгради и друга етапа односно док коначно не поприми изглед класичног аутопутног профила.

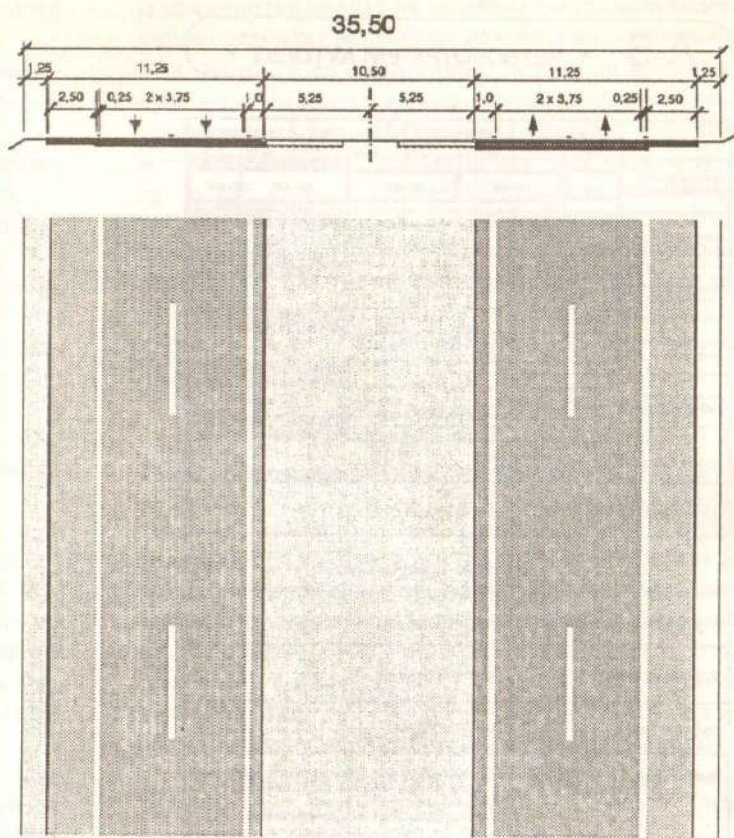
Мора се пре свега нагласити да планирање и изградња међупрофила захтева далеко суптилнији пројектантски приступ од пуког претварања 1/2 коначног решења у прву етапу. Изведене деонице, од којих су неке и по више од десет година у експлоатацији, управо указују на неопходност промене у третирању овог проблема не само са функционално-обликовног становишта, већ још више са становишта безбедности вожње.

Имајући, исто тако, у виду чињеницу да између аутопутева (четворотрачних) и двотрачних путева постоји огромна разлика у погледу могућности профила (капацитета) која се креће у распону 1:3 до

Слика 1 – Стандардни геометријски попречни профил шестотрачног аутопута

A-1/ I ЕТАПА ШЕСТОТРАЧНОГ АУТОПУТА

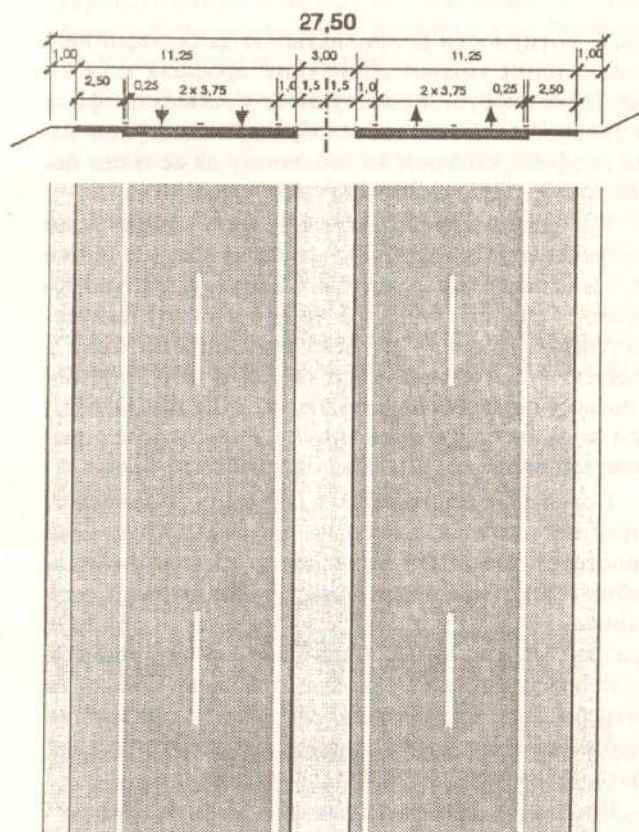
	преступни путеви		саобраћни путеви		везни путеви		дизански путеви	
	ПТ-а	ПТ-б	СП-а	СП-б	ВП-а	ВП-б	ДП-а	ДП-б
средња дужина путавања [km]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 300	300 - 400
државни прогон [Qd] [ПА/м/смер]	< 400	400 - 1.000	1.000 - 1.400	1.400 - 1.800	1.800 - 2.200	2.200 - 2.600	2.600 - 3.000	3.000 - 3.400
средња брзина тока [Vс] [km/h]	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90 - 100	100 - 110	110 - 120
раскрснице по смеровима	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
децентралисане раскрснице	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
зауставне траке	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
рачунска брзина	100 - 120 km/h							
просечан годишњи дневни саобраћај	18.000 до 40.000 возила/дан							
заустављање возила	континуалне зауставне траке							
етапна градња	етапа попречног профила (А-1)							
раскрснице	децентралисане							
напомене:	могућа примена ГПТ као коначног решења у равничарском терену до мин Rт=6.00m							



Слика 2 – Стандардни геометријски попречни профил прве етапе шестотрачног аутопута

A-2 • ЧЕТВОРОТРАЧНИ АУТОПУТ •

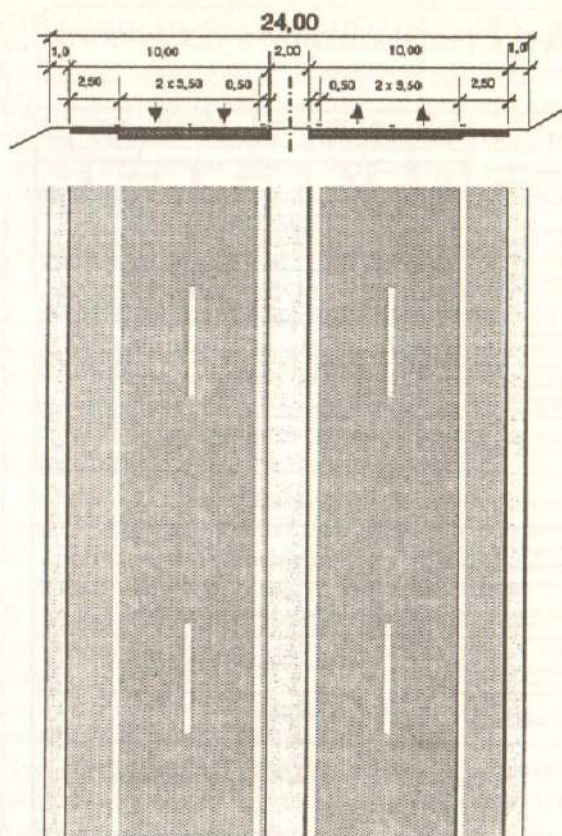
	преступни путеви		саобраћни путеви		везни путеви		дизански путеви	
	ПТ-а	ПТ-б	СП-а	СП-б	ВП-а	ВП-б	ДП-а	ДП-б
средња дужина путавања [km]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 300	300 - 400
државни прогон [Qd] [ПА/м/смер]	< 400	400 - 1.000	1.000 - 1.400	1.400 - 1.800	1.800 - 2.200	2.200 - 2.600	2.600 - 3.000	3.000 - 3.400
средња брзина тока [Vс] [km/h]	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90 - 100	100 - 110	110 - 120
раскрснице по смеровима	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
децентралисане раскрснице	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
зауставне траке	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	обавезно	обавезно
рачунска брзина	100 - 120 km/h							
просечан годишњи дневни саобраћај	18.000 до 40.000 возила/дан							
заустављање возила	континуалне зауставне траке							
етапна градња	коначно решење етапа попречног профила могућа (А-2/II)							
раскрснице	децентралисане							
напомене:	- применује се у равничарском и брдовитом терену - могућа примена измиче траке (b=0.50 м са одговарајућим риголом) - могућа примена банана b = 0.75/0.50 м на крајним позељина брдовитог/планинског терена							



Слика 3 – Стандардни геометријски попречни профил четворотрачног аутопута

A-3 • ЧЕТВОРОТРАЧНИ АУТОПУТ •

	ПЛОТОВИ ПУТЕВИ		САБОРНИ ПУТЕВИ		РАТНИ ПУТЕВИ		ДИПЛОМНИ ПУТЕВИ	
	ПТ-а	ПТ-б	СТ-а	СТ-б	ВТ-а	ВТ-б	ДТ-а	ДТ-б
средња дужина путовања [км]	≤ 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500	500 - 1000	> 1000
доказана проба [Q ₁₀] [t/100m ²]	≤ 400	400 - 1400	1400 - 1800	1800 - 2400	2400 - 3000	3000 - 4000	4000 - 5000	> 5000
средња брзина тока [V _{ср}] [km/h]	40 - 50	50 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 120	120 - 140	140 - 160	> 160
разлика по смеровама	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће
дизајниске разлике	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће
зауставна трака	није потребно	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће	могуће
рачунска брзина	80 - 120 km/h							
	18.000 до 40.000 возила/дан							
заустављање возила	континуалне зауставне траке							
етапна градња	коначно решење							
раскрснице	денивалисане							
напомене:	• примењује се у планинском и брдовитом терену • могуће примена баријера B=0,75/0,5m у брдовитом/планинском терену • објекти изнад аутопута у једном распону							



Слика 4 – Стандардни геометријски попречни профил четворотрачног аутопута

1:4, у потпуности је прихватљиво да се дефинишу специфични типови попречних профила који би пре свега омогућили поступност у развоју профила и уравнотежили захтеве саобраћаја са могућностима профила, обзиром на чињеницу да се и сам пораст саобраћаја одвија поступно, а не скоковито.

Као што је у претходном поглављу изнето, један од главних разлога за изградњом аутопутне мреже је, поред задовољења захтева саобраћаја и битно повећање безбедности вожње које се постиже на аутопутевима. То значи да свака редукција профила у односу на аутопутни нос са собом велики разик управо у погледу сигурности, као и да тај критеријум мора бити један од одлучујућих када се одређујемо за попречни профил типа "међупрофил".

Поред наведених захтева значајно је истаћи и чињенице које се односе на одговорно газдовање простором као константом која се изградњом, а посебно изградњом инфраструктурних садржаја, значајно смањује. И у том погледу може се истаћи да је градња "међупрофила" оправдана јер овај концепт нуди прафилиан однос према ангажовању земљишта потребном за изградњу путева у функцији захтева саобраћаја и минимума еколошких последица (пре свега оптималног утрошка простора).

Но, када се има на уму изградња "међупрофила" онда је у сваком случају доминантан критеријум сигурност вожње. То се у нашим условима још изрази-

тије мора потенцирати када се зна да просечно годишње око пет хиљада људи изгуби живот у саобраћајним удесима, а има неколико десетина хиљада повређених уз енормно велике, директне и индиректне, материјалне штете и огромна финансијска средства за санацију саобраћајних несрећа (подаци се односе на територију бивше Југославије). Мора се истаћи да је овакав приступ присутан и у свим оним земљама које су посебно разматрале овај проблем и усмериле један део средстава за изградњу путне мреже управо у међупрофиле (на пример, Аустрија, Швајцарска и Немачка [2]) баш у циљу подизања нивоа сигурности саобраћаја.

Са тог становишта посебно ће се разматрати следећа питања везана за примену међупрофила:

1. Која је разлика у погледу догађања несрећа на аутопутевима и међупрофилима, односно двотрачним путевима?
2. Које несреће доводе до разлике у сигурности вожње и да ли је могуће у саобраћајном току идентификовати узрочнике тих несрећа?
3. Зависе ли погрешни поступци учесника у саобраћају од примењених решења (односно да ли су у функцији типа пута (аутопут/међупрофил/двотрачни пут)?
4. Има ли решења која су до данас позната и која су у пракси дала позитивне ефекте у овом правцу, а

која би у погледу сигурности била блиска нивоу сигурности аутопутева?

У одговорима на ова питања и формирању могућих типова међупрофила посебно се анализирају и следећи утицајни фактори:

- параметри геометријског обликовања (геометријски попречни профил, траса и раскрснице);
- саобраћајно-техничка опрема (сигнализација, маркирања, инсталације и опрема);
- режим саобраћаја (дозвољена врста саобраћаја, брзине, претицање).

На основу детаљних анализа и истраживања расположивих података сличних проблема, а посебно истраживања овог проблема која су спроведена у Швајцарској (Dietricha и др.), Аустрији (Н и М. Кнофачер) и Немачкој (Brannolte [2]) могу се недвосмислено формулисати следећи ставови:

1. Учесталост несрећа на аутопутевима и двотрачним путевима, односно на путевима типа "међупрофил" је релативно слична. Битна разлика је у погледу тежине несрећа које се догађају на аутопутевима и на осталим путевима. Стопа погинулих на аутопутевима је за 2,5 пута мања од осталих путева, а што потврђују и подаци на нашој путној (аутопутној) мрежи;

2. Најкарактеристичније несреће по тежини уде-са су несреће на путевима са двосмерним коловозом проистекле из тзв. чеоних судара. Овде се посебно истичу проблеми несрећа при претицању и недо-вољно одстојање учесника у саобраћајном току, које проузрокује погрешне маневре и значајно утиче на подизање опште тензије и несигурност учесника у саобраћају;

3. Утицај брзине вожње је од пресудног значаја по безбедност вожње и сигурност учесника у саобраћају.

У погледу утицаја елемената трасе пута на сигурност вожње, овде се посебно указује на проблеме динамичке усклађености елемената ситуационог плана и подужног профила и значајан утицај разлике брзина суседних елемената пута, као и неуважавање реалних могућности возача, пре свега, са становишта ефикасне прераде информационог садржаја у видном пољу и доношења правилних одлука у расположивом времену. Као посебан захтев истиче се неопходност хомогенизације елемената пројектне геометрије и у вези са тим, хомогенизације нивоа сигурности на деоници пута која је много значајнија од појединачне интервенције у погледу подизања степена сигурности појединачног (изолованог) елемента пута. У погледу утицаја елемената попречног профила на брзину вожње посебно је значајно истаћи чињеницу да је брзина вожње у директној зависности од ширине попречног профила, а што је потврђено истраживањима и у нашим условима и у иностранству. Код раздвојених коловоза овај ефекат је израженији, а што је посебно значајно, у области показатеља сигурности вожње везаних за тежине несреће. Мора се истаћи чињеница да

је доминантан ефекат на повећање сигурности вожње управо резултат раздвајања коловоза по смеровима;

4. Може се са сигурношћу истаћи да према напред изнетим ставовима, као и према до сада реализованим решењима међупрофила основни тип који испуњава наведене захтеве је тзв. "редуковани аутопут – А4" који се готово изједначава по показатељима сигурности са пуним аутопутем, уз веома високе могућности у погледу обима саобраћаја (према иностраним истраживањима [2] ПГДС је чак до 20.000 возила/дан) и прихватљивим размерама профила (око 20,00 м) у односу на ангажовани простор.

Поред наведеног попречног профила, као могућа решења, пре свега са становишта етапности градње аутопутних деоница, могу се препоручити и међупрофили П2z, односно А2/1 етапа са две траке за континуалну вожњу и две зауставне траке, затим тротрачни пут П(2 + 1, 1 + 2), односно А2/1 етапа са три возне траке, при чему је организација одвијања саобраћаја у функцији елемената ситуационог плана и подужног профила, захтева саобраћаја и топографских карактеристика терена, те напоскон четвортрачни пут П4 (2 + 2) који се састоји од по две возне траке за сваки смер, али на једном коловозу. Основне карактеристике наведених типова попречних профила, као и подручје примене биће приказани у наставку.

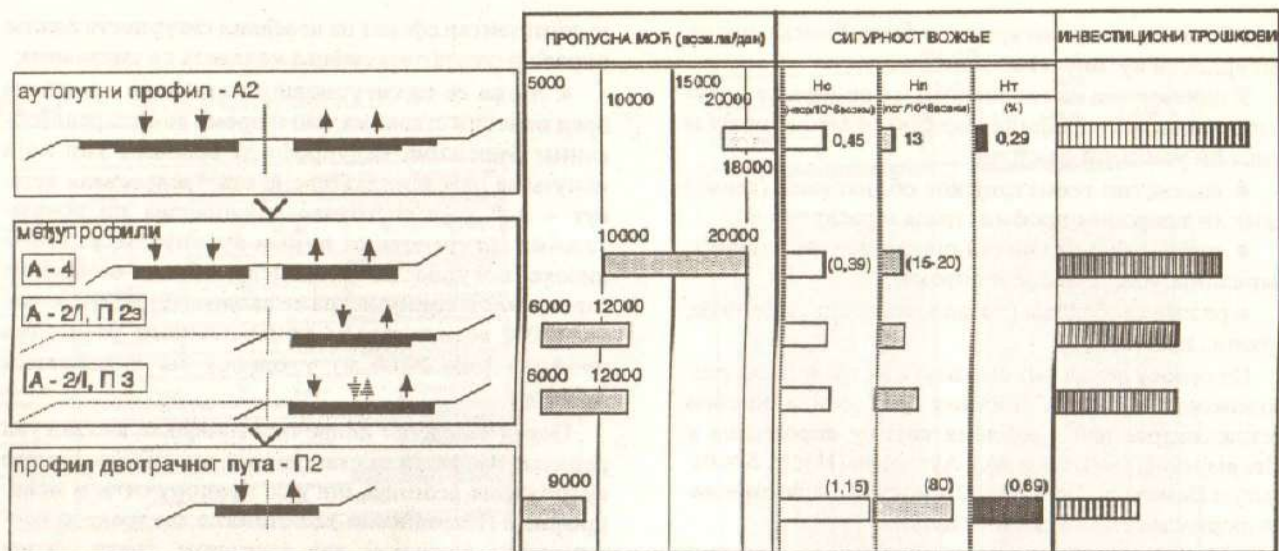
Упоредни приказ пропусне моћи, параметара сигурности вожње и инвестиционих улагања за наведене типове попречних профила тзв. "међупрофиле" приказан је на слици 5.

Приказана стандардна решења попречних профила аутопутева, прве етапе и међупрофила, дата су за стандардне услове пројектне геометрије, не узимајући у обзир потребне интервенције у погледу додатних трака за спора возила (изузев међупрофила са три возне траке), специјалних ниша за паркирање возила у квару (редуковани аутопут – А4 и тротрачни међупрофил П(2 + 1, 1 + 2) или специфичних проблема обликовања профила код промена броја возних трака по смеру (међупрофил са три возне траке).

На сликама 6 до 9 приказани су стандардни геометријски попречни профили напред разматраних типова.

5. СТАНДАРДНИ ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛИ ДВОТРАЧНИХ ПУТЕВА

Стандардизација геометријских попречних профила двотрачних путева усаглашена је пре свега са функционалном класификацијом ванградских путева [3], а поједини елементи профила су утврђени у функцији рачунске брзине деонице и конкретних услова окружења.



Слика 5 – Упоредни приказ пропусне моћи, сигурности вожње и инвестиционих трошкова за различите категорије попречног профила (Н_ц – број несрећа; Н_п – број погинудих; Н_т – тежина несрећа)

Ширина возних трака

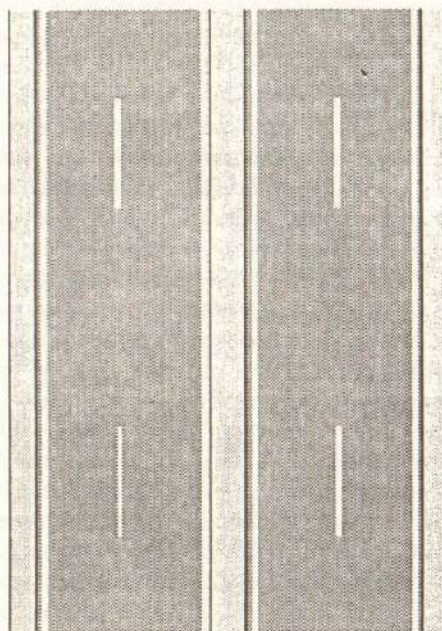
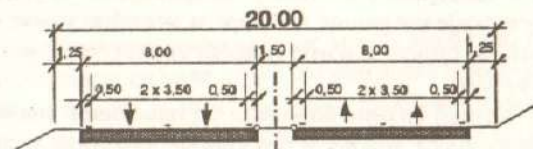
V _г (км/ч)	iv (м)
80 > V _г ≤ 100	3,50
60 > V _г ≤ 100	3,25
40 > V _г ≤ 100	3,00
V _г ≤ 100	2,75

Ширина ванчних трака

V _г (км/ч)	ti (м)
V _г = 100	0,50
80 ≤ V _г < 100	0,35
40 < V _г < 80	0,25
V _г ≤ 40	0,20

A-4 -РЕДУКОВАНИ ЧЕТВОРОТРАЧНИ АУТОПУТ-

	преступна путева	сабирна путева	важни путева	далекини путева
средња дужина путавања [cm]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100
дозвољени проток [Q ₀] [TAM/час]	< 400	400 - 1.400	1.000 - 1.000	> 100
средња брзина тона [V ₀] [km/h]	40 - 50	50 - 90	80 - 100	
раздвојаче по оверсиче	није потребно	могуће	обавезно	
демарширане раскрснице	није потребно	могуће	обавезно	
зауставне траке	није потребно	могуће	оба	
рачунска брзина	80 - 100 km/h			
просечан годишњи дневни саобраћај	10.000 до 20.000 возила/дан			
заустављање возила	посебне нише за заустављање возила у квари на одстојању од око 1000 м			
етапна градња	коначно решење			
раскрснице	демарширане (површинске)			
напомена:	• примењује се у свим теренским условима • површинске раскрснице са највишим нивоом канализација саобраћајних струја • примена специјалне (и)х) разделне (и)х) ограде (а)			

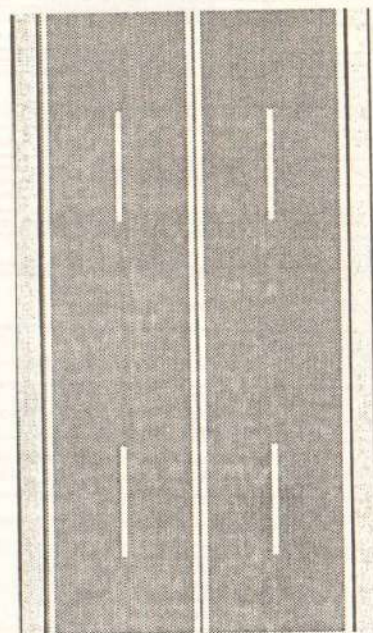
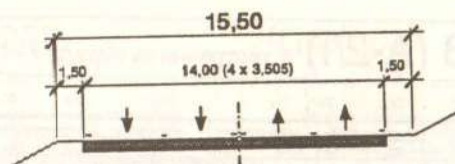


Слика 6 – Стандардни геометријски попречни профил редукованог четворотрачног аутопута

П - 4

• ЧЕТВОРОТРАЧНИ ПУТ •

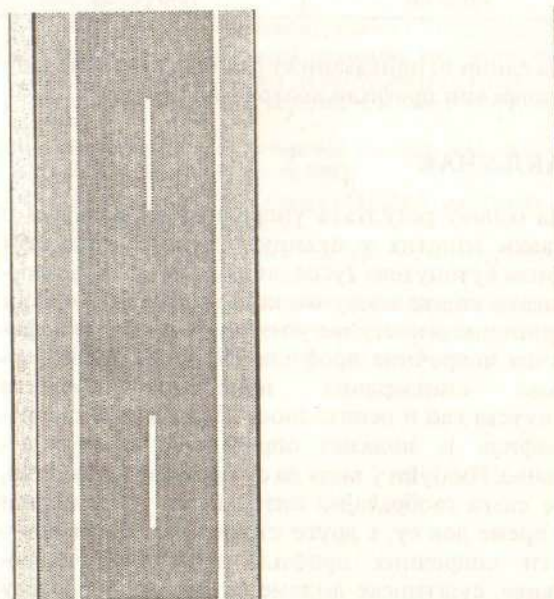
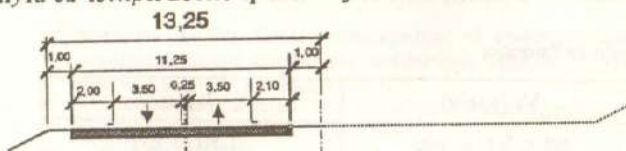
	појединачни путеви		сајобанни путеви		возни путеви		двотрачни путеви	
	ПТ-а	ПТ-в	СП-а	СП-в	ВТ-а	ВТ-в	ДП-а	ДП-в
средња дужина путавања [km]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100			
дозвољени прогон [Cv] [PAL/киер]	< 400		400 - 1.400	1.000 - 4.000				
средња брзина тока [km/h] [km/h]	40 - 50	50 - 90	80 - 100					
развојени по смеровима	нема потребе	могуће	обавезно					
денивелационе раскрснице	нема потребе	могуће	обавезно					
зауставне траке	нема потребе	могуће	оба.					
рачунарска брзина	80 - 100 km/h							
просечан дневни годишњи саобраћај	8.000 до 15.000 возила/дан							
зауштавање возила	нема посебних потреба							
етапна градња	коначно решење							
раскрснице	површинске (денивелационе)							
напомене:	• примена погласила у непосредној близини грађевинског подручја због брзине уклањања возила у случају • могућа примена баријера $b = 1,25/1,00$ у бродовима/лазијским тунелима • за $V=80$ km/h, $h = 3,25m$, а $h = 0,25m$.							



Слика 7 – Стандардни геометријски попречни профил пута са четири возне траке на јединственом коловозу

П-23 (А-2/1) • ДВОТРАЧНИ ПУТ/ЕТАП •

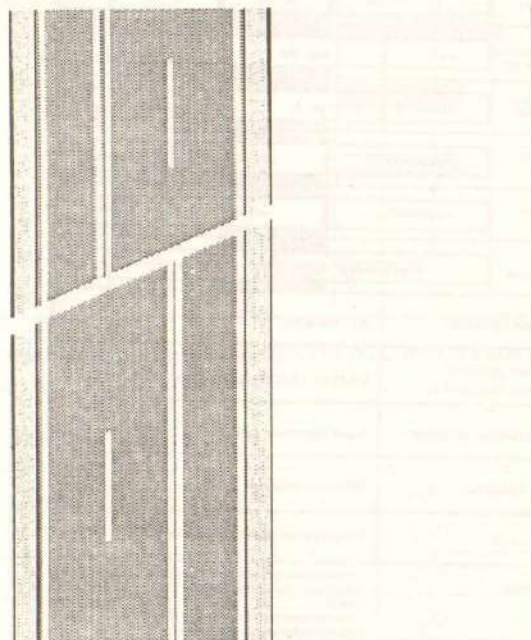
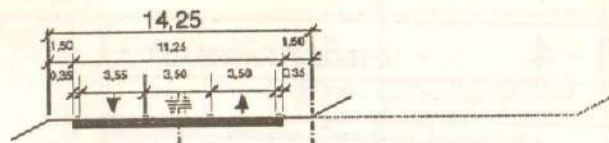
	појединачни путеви		сајобанни путеви		возни путеви		двотрачни путеви	
	ПТ-а	ПТ-в	СП-а	СП-в	ВТ-а	ВТ-в	ДП-а	ДП-в
средња дужина путавања [km]	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100			
дозвољени прогон [Cv] [PAL/киер]	< 400		400 - 1.400	1.000 - 4.000				
средња брзина тока [km/h] [km/h]	40 - 50	50 - 90	80 - 100					
развојени по смеровима	нема потребе	могуће	обавезно					
денивелационе раскрснице	нема потребе	могуће	обавезно					
зауставне траке	нема потребе	могуће	оба.					
рачунарска брзина	80 - 100 km/h (100 - 120 km/h)							
просечан годишњи дневни саобраћај	6.000 - 12.000 возила/дан (8.000 - 15.000)							
зауштавање возила	континуиране зауставне траке							
етапна градња	етапа профила А-2 (при примени код А-2 $h=0,50$; зауставне траке $tz=1,65m$)							
раскрснице	денивелационе/површинске (денивелационе)							
напомене:	• примена у равничарском/брдовитом терену • вредности и показатељи у складу са попречним профил као етапно решење • препоручено подручје примена							



Слика 8 – Стандардни геометријски попречни профил двотрачног пута са зауставним трака или прва етапа четворотрачног аутопута

П-3 (А-2/1) • тротрачни пут/етапа •

	приступни путеви	сабирни путеви	вазни путеви	дальновозни путеви
	ПТ-п	ПТ-п	СТ-п	СТ-п
средња дужина путања [м]	≤ 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100
дозвољени проток [Q _с] [l/s]	≤ 400	400 - 1.400	1.400 - 4.000	4.000 - 10.000
средња брзина тока [V _с] [km/h]	40 - 50	50 - 60	60 - 80	80 - 100
разлика нивоа по смеровима	није потребно	могуће	обавезно	обавезно
дана изградње раскрснице	није потребно	могуће	обавезно	обавезно
заустављање трака	није потребно	могуће	обавезно	обавезно
рачунарска брзина	80 - 100 km/h (100 - 120 km/h)			
просечан годишњи дневни саобраћај	6.000 до 12.000 возила/дан (6.000 - 15.000)			
заустављање возила	• не успону нема потреба (2 x IV) • на паду посебне нише за возила у казну на растојању од око 1000 m			
етапна градња	етапа профила А-2 (при примени код А-2 т=0,50, вазне траке 2x3,25 + 1x3,50)			
раскрснице	површинска/данивалсана (данивалсана)			
напомене:	• примена у брдском/планинском терену (в=1,25/1,00 у брдском / планинском терену) • вредности показатеља у заграда за попречни профил као етапно решење • препоручено подручје примене			
	■ коначно решење ■ прва етапа			



Слика 9 – Стандардни геометријски попречни профил тротрачног пута или прва етапа четвортрачног аутопута

Ширине банкниа

V _г (km/h)	b (m)
80 < V _г ≤ 100	1,50 (1,25)
60 < V _г ≤ 80	1,25 (1,00)
V _г ≤ 60	1,00 (0,75)

На слици 10 приказани су стандардни геометријски попречни профили двотрачних путева.

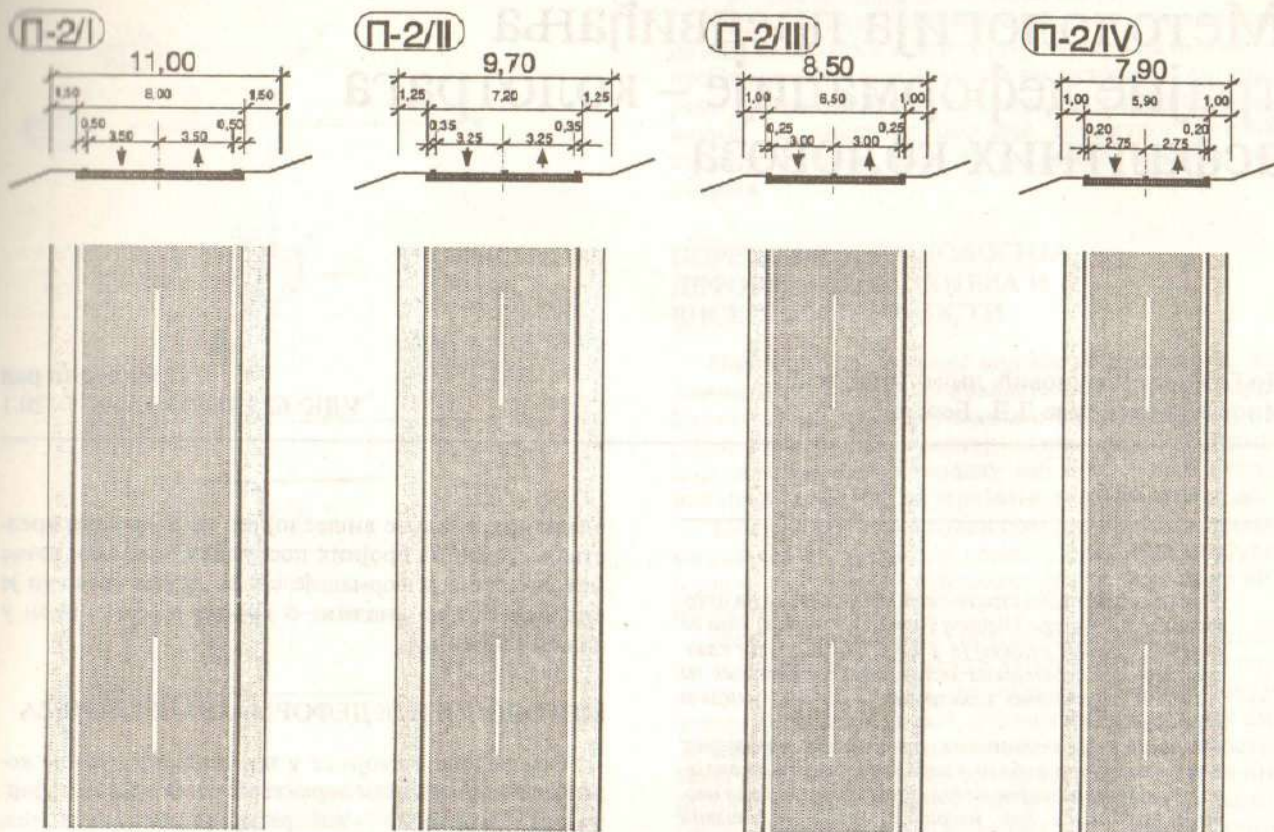
6. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата упоредних анализа као и поставки изнетих у оквиру "Студије попречних профила аутопутева Југославије" [2] могуће је формулисати опште закључке који се пре свега односе на принципе и поступке у избору и примени дефинисаних попречних профила. Наиме, потреба формирања стандардних попречних профила аутопутева као и неопходност дефинисања тзв. међупрофила је полазно одређење које је несумњиво. Имајући у виду да су програмски захтеви, а пре свега саобраћајно оптерећење, променљиви кроз време док су, с друге стране, мере и могућности попречних профила практично непроменљиве, суштинске дилеме се јављају у процесу избора одговарајућег стандардног попречног профила. Стога се и закључак ове студије оријентисе

на сугестије у погледу примене дефинисаних стандардних попречних профила.

Пре свега, неопходно је истаћи да је одлука о геометријском попречном профилу директно повезана са корацима у пројектовању ванградских путева, односно, основни задаци студије путне мреже су: дефинисање оптималне путне мреже према захтевима саобраћаја, категоризација њених деоница према функционалној класификацији и захтеви континуитета нивоа услуга док се у следећој фази – генералном пројекту мора једнозначно одговорити на следећа питања: геометријски попречни профил пута, потреба и оправданост етапне изградње и оптимални коридор трасе.

Нема сумње да су полазне информације и критеријуми који доминирају одлуком о попречном профилу резултат студије мреже, а да се коначна одлука о попречном профилу и/или његовом етапном решењу мора донети тек на основу детаљнијих пројектних истраживања на нивоу генералног пројекта. Наиме, може се уочити да постоји низ стандардних попречних профила који објективно нуде приближно сличан ниво услуге корисницима (на пример средња брзина саобраћајног тока, распони рачунских брзина итд.) уз релативно блиске крајње могућности у погледу пропусне моћи (на пример максимални проток, дозвољени проток и сл.) али са веома великим разликама у погледу трошкова њихове градње.



Слика 10 – Стандардни геометријски попречни профили двотрачних путева ($V_p = 100$ км/ч, 80 км/ч, 60 км/ч, 40 км/ч)

Објективно, стандардизација попречних профила не нуди готов одговор у конкретним условима захтева и ограничења већ само обезбеђује макро рационалност и конзистентност на нивоу путне мреже Југославије. Избор оптималног решења геометријског попречног профила између предложених овом студијом захтева подробну анализу конкретних услова и креативни приступ проблему од стране пројектанта који је једини квалификован и одговоран да усклади све пројекције пута као јединственог просторног објекта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анђус, В, Малетин, М, Катанић, Ј. и др.: Технички услови за састав и опрему пројектне документације ванградских путева, Београд, ГФ-ИСГ, 1989.
- [2] Анђус, В, Малетин, М.: Студија попречних профила аутопутева Југославије, Београд, ГФ-ИСГ, 1991.
- [3] Анђус, В, Малетин, М. и др.: Прописи за пројектовање ванградских путева, I-A траса, Београд, ГР-ИСГ, 1989.

- [4] Катанић, Ј.: Проблем геометријске и конструктивне стандардизације елемената попречних профила аутопутева ГФ-ИСГ, Београд, 1978.
- [5] – Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des routes nationales, MEL, Paris, 1971.
- [6] – Highway Design and Operational Practices Related to Highway Safety, AASHTO, Washington D.C., 1974.7.
- [7] – Vorschriften und Richtlinien, Band I, II, VSS-SN, Zuerich, 1976-88.
- [8] – Standards and recommended practice – TEM, Roma, 1981.
- [9] – Правилник о основним условима које јавни путеви њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбедности саобраћаја Београд, Сл. лист СФРЈ, бр. 35, 1981.
- [10] – Richtlinien fuer die Anlage von Strassen, RAS, Teil: Querschnitte, RAS-Q, FSV, Bonn, 1982.
- [11] – A policy on Geometric Design of Highway and Streets, AASHTO, Washington D.C., 1984.
- [12] – National Expressway Practices in Japan – Planning, Nihon Doro Kodan, Tokyo, 1985.
- [13] – Querschnitte, Regelquerschnitte RVS 3.31, BBT-Wien, 1987.
- [14] – Richtlinien fuer passive Schutzrichtungen an Strasse – RPS, FSV Koeln, 1989.

Методологија предвиђања трајне деформације – колотрага асфалтних коловоза

Др Предраг Брауновић, дипл. инж. грађ.
Институт за путеве Д.Д., Београд

Прегледни рад
УДК: 625.85.033.3:539.37:620.1

РЕЗИМЕ

У оквиру Програма стратешких истраживања на путевима САД (Strategic Highway Research Program) који се од 1987. године реализује у САД [1], једна од главних области стратешких истраживања односи се на АСФАЛТ коловозних конструкција путева, улица и аеродрома.

Са повећањем осовинских оптерећења, контактних притиска гума и дебљина асфалтно-бетонских слојева, потреба за развојем методологија предвиђања настанка колотрага пре изградње, ради ублажавања потенцијалних проблема безбедности од хидропланинга, добила је у значају и ургентности решавања. Најновије саопштење SHRP-а [2] о текућим са знањима и налазима у области трајне деформације асфалта последњих година омогућило је да се селективно изложе најбитнији принципи који осветљавају истакнуту проблематику са препорукама одговарајућих методологија решавања и примене у асфалтним коловозима.

УВОД

Разматрања у области колотрага асфалтних коловоза постала су реалност са развојем аналитичких поступака који омогућују процену напона, деформација и трајних деформација који настају од саобраћајних оптерећења. При томе, ове анализе коловозне конструкције се углавном ослањају на механичке, или механичко-емпиријске поступке.

Пројектна ограничења у погледу деформација или напона заснивају се на претпоставци да код модела флексибилног коловоза, уколико је максимална вертикална деформација или напон од оптерећења на површини постељице мањи од критичне (дозвољене) вредности, онда ће трајна деформација (колотраг) бити ограничена до толерантног нивоа за одређен број наошених оптерећења. Међутим, овакав методолошки приступ необавезно допушта колотраг који би се могао појавити у слоју од асфалтног материјала. Метода SHELL [3] употребљује анализе за процену колотрага који настају у асфалтном слоју. Поступак омогућује примену

еластичне анализе вишеслојног система који представља један од бројних поступака, тзв. прогнозне методологије деформације слоја, други приступ је вискоеластична анализа, о којима ће бити речи у даљем излагању.

МЕТОДОЛОГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ СЛОЈЕВА

Ова метода састоји се у предвиђању дубине колотрага коришћењем карактеристика трајне деформације одређене лабораторијским опитима, укључујући аналитички поступак у случају коловозне конструкције применом линеарне или нелинеарне теорије еластичности.

За предвиђање величине трајне деформације која би могла да настане након датог броја прелаза оптерећеног точка, сваки слој коловозне конструкције је подељен у неколико подслојева и стање напона се срачунава у центру сваког подслоја директно испод точка (слика 1) коришћењем еластичне анализе. Са просечним стањем напона у центру сваког подслоја, може се проценити одговарајућа аксијална пластична деформација из резултата лабораторијских испитивања. Укупна дубина колотрага за дати број понављања оптерећења, добија се сумирањем резултата просечне пластичне деформације која настаје у центру сваког подслоја и односне дебљине подслоја, тј.

$$\Delta \rho = \sum_{i=1}^n |(\epsilon_i^p) (\Delta Z_i)| \quad (1)$$

где је:

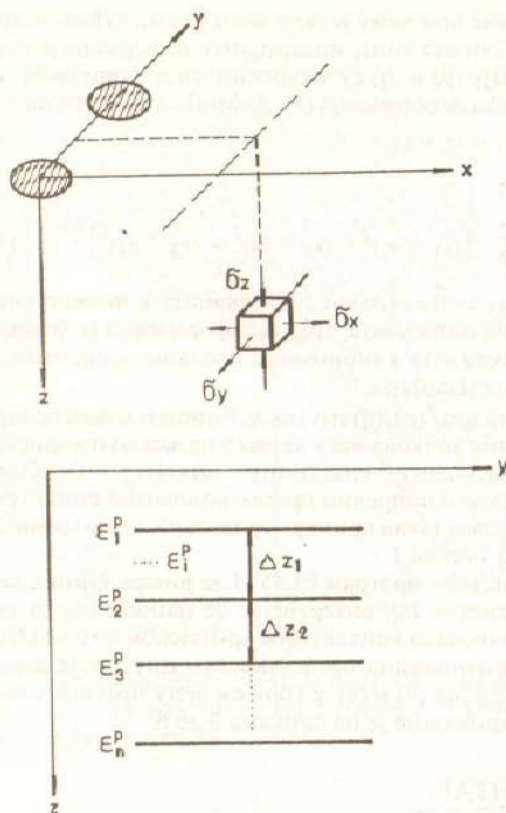
$\Delta \rho$ = укупна дубина колотрага

ϵ_i^p = просечна пластична деформација у i -том подслоју

ΔZ_i = дебљина i -тог подслоја, и

n = укупан број слојева

Овај приступ је усвојен у различитим облицима од више истраживача при чему Шелова метода (Shell) [3] представља практични пример примене овог поступка. Актуелни лабораторијски поступци примењују неки облик аксијалног притиска, било у



Слика 1 – Идеализовани модел коловозне конструкције у процени трајне деформације (колотраг)

форми пузања или поновљеног оптерећења. Ако предвиђања трајне деформације треба да се прошире од центра оптерећене површине, лабораторијски поступак мора да укључи услове за стања напона која обухватају знатне смичуће компоненте: оваква напонска стања постоје изван осовине и посебно су значајна у близини ивица гуме точка. Ово, такође, уводи нове функције које се тичу односа напона/пластична деформација, а што претпоставља да се рачуна са смичућим напрезањима.

МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗАСНОВАНЕ НА ВИСКООЕЛАСТИЧНОСТИ

Вискоеластичан приступ повезује понављано оптерећења од точка са особинама материјала у функцији времена, када је у питању дефинисање стања напона и деформације у одређеној тачки коловозне конструкције. Особине материјала могу се дефинисати позивајући се на моделе који се састоје од коначног броја Максвелових односно Келвинових елемената у различитим аранжманима, или у смислу уопштених међузависности. Ово резултира и коректном односу време-брзина оптерећења које се наноси на сваки елемент материјала и омогућује процене за бочно пластично течење материјала испод точка у покрету.

При коришћењу вискоеластичне анализе, уопштено линеарно вискоеластично реаговање је прихватљиво и неколико аутора су користили и препоручивали овај метод. Међутим, прорачуни су

унеколико дуготрајни, а претпостављана линеарност је сама по себи проблематична [4].

Вискоеластична теорија, спојена са коришћењем метода коначних елемената [4], изгледа да има исту проблематику. Недавно су неки аутори [5] сугерисали да основне процене акумулације трајне деформације на вискозне особине асфалтног бетона омогућују да се дође до разложне процене колотрага.

ПОРЕЂЕЊЕ МЕТОДОЛОГИЈА ДЕФОРМАЦИЈЕ СЛОЈЕВА И ВИСКООЕЛАСТИЧНОСТИ

Оно што је заједничко код обе методологије, деформација слојева и вискоеластичности су: (1) одређивање стања напона у коловозној конструкцији и (2) спецификације карактеристика трајне деформације материјала у коловозу као и функција стања напона, понављано оптерећење, температуре и др.

Табела 2 даје селективан преглед модела у процени реаговања коловозне конструкције, укључујући јединице за трајну деформацију које предлаже више аутора.

Метод деформација слојева се сматра као разложан приступ за предвиђање дубине колотрага, у најмању руку у сврху поређења: она обезбеђује додатну флексибилност, допуштајући примену било линеарне или нелинеарне теорије еластичности. Мада је вискоеластичан метод теоретски пожељнији, његова комплексност као и релативно слаба сагласност између измерених и предвиђених вредности, према досадашњим искуствима, указује да не представља значајнију предност у односу на метод деформација слојева. Међутим, уколико су јединице трајне деформације (уопштени закони трајне деформације) развијене на бази опита, при чему примењују напонска стања упоредива са оним која се срећу у коловозима у близини ивица гуме и ако су вискоеластични модели развијени да могу да се подвргну овим законима, могу се очекивати тачнија предвиђања.

ПРОРАЧУНИ НАПОНСКОГ СТАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Одређивање стања напона и деформације на моделу коловозне конструкције под оптерећењем је битан корак у свакој методологији предвиђања дубине колотрага. Коришћење погодниог математичког модела система коловозне конструкције и реалних особина материјала су у тесној међусобној вези, што се мора имати у виду код метода предвиђања колотрага.

Проблематичност дуплирања методологија прорачуна стања су брижљиво разматрана од аутора [7], односно групе аутора [6], при чему је истакнуто да су установили однос трајне деформације према вертикалним и хоризонталним напонима. Они су, даље, сугерисали да се користе инваријанте напона као најпримернији метод представљања коректног стања напона при карактеризацији материјала. Примена инваријанти напона је посебно у примућству у затезној зони при дну асфалтног слоја, а такође за предвиђање колотрага изван осе симетрије

оптерећења. Пратећи овај поступак напонска стања у свакој тачки могу се карактерисати са просечним (средњим) нормалним напонам p и октоедарским смичућим напонам τ_{oct} , где је:

$$p = \frac{1}{3} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (2a)$$

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} \cdot [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{1/2} \quad (2b)$$

где су: σ_1 , σ_2 и σ_3 главни напони који постоје у постављеној тачки. Поједностављено, термин смичућег напона "q", може се дефинисати у облику:

$$q = \left(\frac{3}{\sqrt{2}} \right) \cdot (\tau_{oct}) \quad (3)$$

Код опита триаксијалне компресије, смичући напон (q), је једнак девијаторском напону ($\sigma_1 - \sigma_3$). Средњи нормални напон (p) је повезан са променом

Табела 1 – Параметризација у моделу коловозне конструкције коришћена за одређивање вредности p, q, e и v (слике 3 до 6)

Материјал	Број слоја	Дебљина (cm)	Пoisонов број	Модул (МПа)
АБ	1	5	0,50	380
АБ	2	5	0,47	450
АБ	3	10	0,45	555
АБ	4	10	0,45	625
Носећи слој	5	15	0,35	140
Постељница	6	∞	0,35	70

запремине при чему је (q) у вези са смичућим извијањем. Слично томе, инваријанте деформације које одговарају (p) и (q) су запреминска деформација (v) и смичућа деформација (e), дефинисано у облику:

$$v = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 \quad (4)$$

односно

$$e = \frac{2}{3} \cdot [(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_3 - \epsilon_1)^2]^{1/2} \quad (5)$$

где су: ϵ_1 , ϵ_2 и ϵ_3 главне деформације у посматраној тачки. На лицу места, трајна деформација се формира као резултат комбинација промена запремине и смичућег извијања.

Варијације (p), (q) и (v) са дубином и изван осовине двојних тачкова могу се лако приказати користећи вишеслојну еластичну анализу. Особине материјала и попречни пресек коловозне конструкције за један такав пример, приказани су на слици 2, односно табели 1.

Користећи програм ELSYM за вишеслојну еластичну систем [8], оптерећење се наноси преко дуплих тачкова са контактним притиском од 0,62 МПа. Тродимензионално представљање илуструје варијације, (p), (q), (e) и (v), у горњем делу пресека коловоза и приказано је на сликама 3 до 6.

КОМЕНТАР

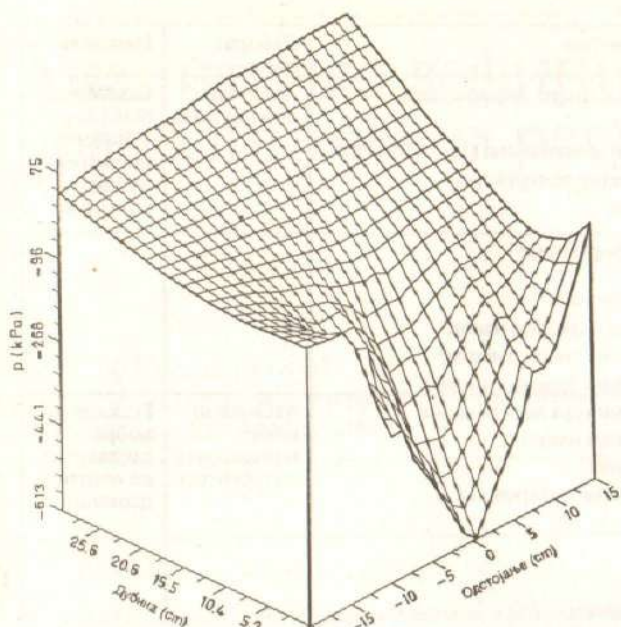
Евидентно је да смичуће компоненте, (q) и (e), представљају максималне вредности близу површини и у близини ивица гума, указујући на јаку тенденцију за смичуће извијање. Штавише, у близини површине, средњи нормалан напон (p), мало одстоји од осовине гуме, а запреминска деформација (v) је готово занемарљива, указујући на малу тенденцију за промену запремине. Али, промена запремине у вези је са слабом збијеношћу, а смичућа деформација је повезана са великим смичућим напонима у коловозној конструкцији. Предност коришћења инваријанти напона (p) и (q) је у томе што затезни и ван-осовински главни напони не могу увек да се непосредно репродукују у триаксијалном опиту. Међутим, неке од кореспондентних вредности могу бити (p) и (q), с тим да (p) и (q) у коловозној конструкцији могу да се срачунавају или коришћењем вишеслојне теорије еластичности или програма коначних елемената.

Изиста комплексност стања напона као и велики број укључених параметара у анализи, претпоставља компјутерске програме за дефинисање реакције вишеслојног система коловозне конструкције на оптерећења од тачкова возила. У пакетима компјутерских програма (SOFTWARE) примењени су моделу од линеарно-еластичних, нелинеарно-еластичних до линеарно вискоеластичних. Такође, методологије коначних елемената су такође биле коришћене. У табели 2, идентификовани су елементи компјутерских програма од стране више аутора [3, 4, 6, 8, 9, 10].

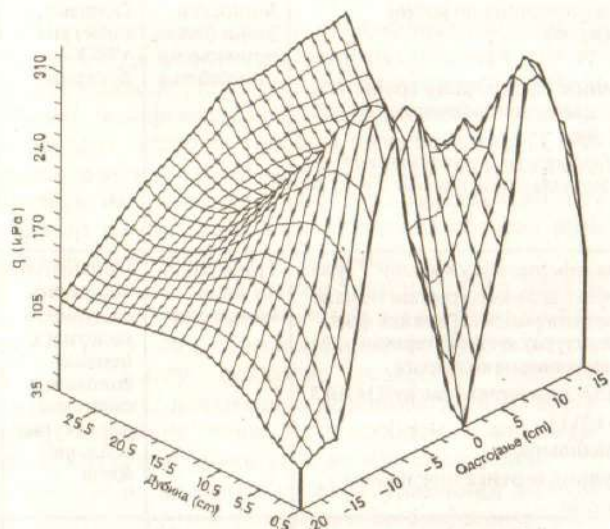
ЛИТЕРАТУРА

- [1] Braunočić, P., Karakter i značaj Programa strateških istraživanja na putevima – SHRP, SDCH–SDPJ, Ceste i mostovi, Vol 34, br. 4, Zagreb, 1968. god.

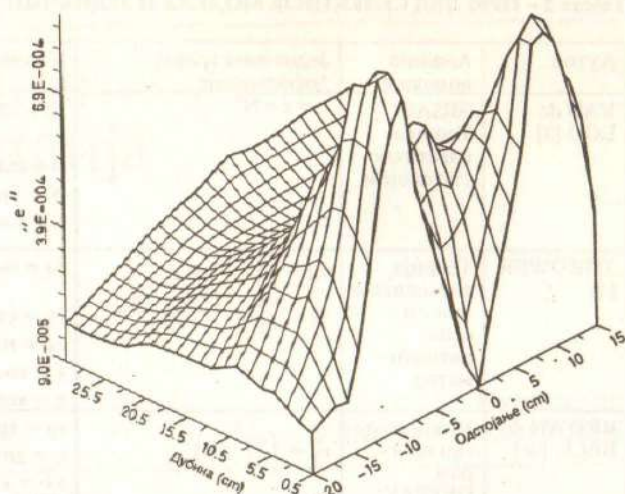
Слика 2 – Модел коловозне конструкције коришћен за процену вредности параметара p, q, e и v.



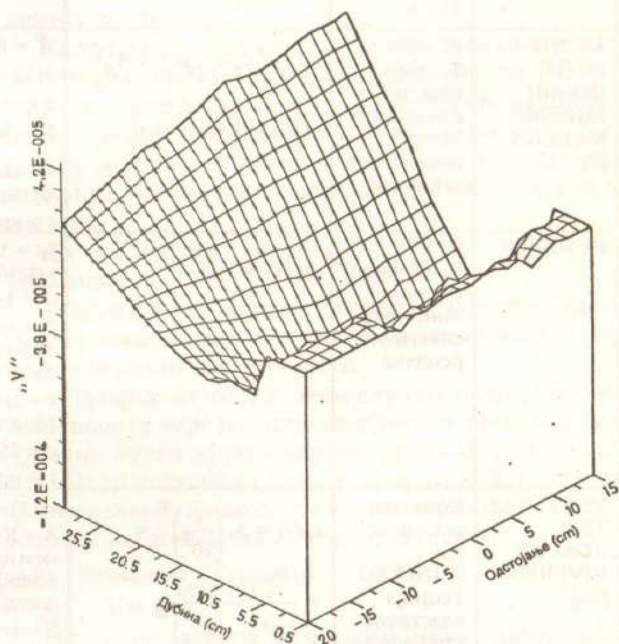
Слика 3 – Варијација средњег нормалног напона "p" у моделу коловозне конструкције оптерећене двоструким точком



Слика 4 – Варијација смичућег напона "q" у моделу коловозне конструкције оптерећене двоструким точком



Слика 5 – Варијација смичуће деформације "e" у моделу коловозне конструкције оптерећене двоструким точком



Слика 6 – Варијација запреминске деформације "v" у моделу коловозне конструкције оптерећене двоструким точком

- [2] SHRP-National Research Council, Summary Report on Permanent Deformation in Asphalt Concrete, Publ. SHRP-AIIR-92-104, Washington D.C., 1991. god.
- [3] Cleassen, A.J.M. i Van de Loo, Asphalt Pavement Design – The Shell Method, 4th ICSDAP, Vol I, Ann Arbor, 1977. god.
- [4] Thrower, E.N., Methods Predicting Deformation in Road Pavements, Procs, 4th ICSDAP, Vol I, Ann Arbor, 1977. god.
- [5] Thrower, E.N. i dr., Method for Predicting Permanent deformation i Flexible Pavements, Contractor Report 38, TRRL, U.K., 1986. god.
- [6] Brown S.F. i C.A. Bell, The Prediction of Permanent Deformation in Asphalt Pavements. Procs, The Association of Asphalt Paving Technologists, Vol 53, London 1979. god.

- [7] Barksdale, R.D., Laboratory Evaluation of Rutting in Base Course Materials, Procs 3rd ICSDAP, Vol I, London 1972. god.
- [8] Ahlborn, G. i dr., ELSYIM 5, Computer Program for Determining Stresses and Deformation in Five Layer Systems, University of California, Berkley, 1972. god.
- [9] Kenis, W.J., Predictive Design Procedures – A Design Method for Flexible Pavements Using the VESYS Structural Subsystem, Procs, 4th ICSDAP, Vol. I, Ann Arbor, 1977. god.
- [10] Verstraeten, J., E. Romain, i V. Viverka. The Belgian Road Research Center's Overall Approach to Asphalt Pavement Structural Design, 5-4z ICSDAP, Ann Arbor 1977, Brussels 1982. god.
- [11] Mahboub, K. i D.N. Little, Improved Asphalt Concrete Design Procedure, RR 474-1F, Texas T.I., 1988. god.
- [12] Leachy, R.B., Permanent Deformation Characteristics of Asphalt Concrete, PhD Dissertation, University of Maryland, College Park, MD, 1989. god.

Табела 2 – ПРЕГЛЕД СЕЛЕКЦИЈЕ МОДЕЛА И ЈЕДНАЧИНА ТРАЈНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ ПОЈЕДИНИХ АУТОРА

Аутор	Анализа коловоза	Једначина трајне деформације	Улазни параметри	Лаборат. опит	Напомене
VAN de LOO [3]	"BISAR" Теорија еластичности слојева	$\varepsilon = c \sigma N^a$	ε = аксијална трајна деформација c = константа σ = аксијални ниво напона ($15 \cdot 6,89 \text{ kPa}$) N = број нанетог оптерећења a = константа	Аксијални опит пузања	База Метод SHELL-a; У начелу прецењена дубина колотрага
THROWER [4]	Теорија вискоеластичности – сепаративни метод	$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{2\eta} \quad i \neq j$ $\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{\sigma_m}{3\chi} + \frac{(9\sigma_{ij} - \sigma_m)}{18\eta}$	$\dot{\varepsilon}_{ij}$ = мера деформације σ_{ij} = стање напона σ_m = изотропни средњи напон χ = коефицијент "вискозности" η = коефицијент брзине смицања		
BROWN & BELL [6]	Компјутерски програм DEFRAV; Нелинеарни коначни елемент; Метод деформације слоја	$\varepsilon_p = \left(\frac{q}{a}\right)^b (N)$	ε_p = трајна смичућа деформација q = девијаторски напон a, b = константе N = број нанетог оптерећења	Аксијални опит поновљеног оптерећења	Релативно добра сагласност на опитној деоници
MONISMITH INKABI FREEME Mc LEAN [8]	ELSYM Теорија еластичности слојева; Метод деформације слојева	$\varepsilon_z^p = \left[\delta(T) N^\alpha \sigma^{-n-1} I \right] \cdot \left[\sigma_z - \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) \right]$	ε_z^p = вертикална трајна деформација $\delta(T)$ = функција температуре α коефицијент одређен експериментално N = број понављања напона σ – еквивалентни напон дефинисан као функција σ_1, σ_2 и σ_3 t = време оптерећења	Опит триаксијалне компресије са понављањем оптерећењем	За разматрање особинско оптерећење од возила и бочна расподела
KENIS [9]	VESYS Пробабилистичко линеарно еластично решење	$\varepsilon_p(N) = e \mu N^{-\alpha}$	ε_p = трајна деформација по једној осцилацији (пуле) $\alpha = 1-S$ S = нагиб линије на дијаграму трајне деформације дато у логаритамској размери (log-log) e = вршина деформација (haversine) оптерећења за пуле оптерећења од трајања $d = 0,1 \text{ sec}$ $\mu = IS/e$ I = прекид	Једноаксијални напон поновљеног оптерећења	Основни приступ по VESYS програму
VERSTREATEN ROMAIN VIVERKA [10]	Компјутерски програм ORNOO93 Теорија еластичности слојева; Теорија деформације слојева	$\varepsilon_p(t) = A \left(\frac{t}{10^3} \right)^B = \frac{C(\sigma_1 \cdot \sigma_3)}{ E^* \cdot \left(\frac{t}{10^3} \right)^B}$	$\varepsilon_p(t)$ = трајна деформација у времену "t" (ysec) A = Коефицијент зависан од састава мешавине и од услова експеримента (напони, фреквенција, температура); он карактерише осетљивост мешавине на колотраге B = коефицијент који варира између 0,14 и 0,37 $C = [V_b/(V_b + W)]$ E^* = модул мешавине σ_1 = амплитуда од вертикалног напона σ_3 = бочни напон	Триаксијални динамички опит	Прихватљива корелација са дубином колотрага; мерење коловоза у експлоатацији укупне дебљине 40 cm
MAHBOUB, LITTLE [11]		$\frac{\varepsilon_{vp}}{N} = a \sigma^b$	ε_{vp}/N = акумулирана вископластична деформација у циклусу σ = вршни напон у циклусу a, b = параметри регресије	Једноаксијални опит пузања	
LEAHY [12]		Статистички изведени модели за трајну деформацију, ε_p $\varepsilon_p = f(T, \sigma_d, V_{vaz}, N, \eta_{bit}, p_w)$	ε_p = пластична деформација ε_r = еластична деформација a, b = експериментално одређени коефицијенти на релацији р према броју понављања, N α_w = (VESYS) коэф. параметара мешавине, на пример: садржај асфалта, степен збијености T = температура σ_d = девијаторски напон V_{vaz} = запремина ваздуха η_{bit} = вискозност битумена p_w = ефективан садржај битумена	Аксијални опит поновљеног оптерећења и пузања	Одређени ефекти мешавине на оба ε_p и ε_r

Аналитичко дефинисање праволинијских регулација

Проф. др Крста Врачарић
Институт за геодезију, Грађевински факултет,
Београд, Булевар револуције 73

Научни рад
УДК: 625.712:528.48.022.6

РЕЗИМЕ

У овом раду је прво теоријски доказано, а затим илустровано нумеричким примерима, како се може аналитички дефинисати положај осе улице која ће се најбоље прилагодити постојећим регулационим линијама.

ОБЈАШЊЕЊЕ ПОСТУПКА

У грађевинској пракси и свакодневном животу често се суреће низ грађевинских објеката изведених без ваљане техничке документације. Такође и објекти, за које постоји одговарајућа техничка документација, често се граде уз извесна намерна или ненамерна одступања од пројекта. Посебан је случај са објектима, као што су улице у градовима, који су грађени раније, када није постојала обавеза прибављања техничке документације.

Аналитичко пројектовање нових улица некада се условљава уклапањем са већ изграђеним улицама, које нису аналитички дефинисане. Зато је потребно, у склопу припреме геодетске техничке документације, аналитички дефинисати положај осе раније изграђене улице. Исти проблем се појављује приликом реконструкције једне или више улица.

Нека је на недефинисаној регулационој линији са обе стране улице изграђен већи број зграда, које ће после реконструкције остати. Осу улице треба дефинисати аналитички тако, да представља праву линију која је подједнако удаљена од зграда, односно да се најбоље прилагођава правој у средини између регулационих линија. Детаљне тачке на регулационим линијама представљају темена важних зграда или неких других објеката. Све детаљне тачке су снимљене геодетским методама са тачака геодетске основе и за њих су срачунате координате у државном координатном систему. Уколико геодетски подаци нису прикупљени раније, те нису срачунате координате детаљних тачака у државном координатном систему, могу се користити координате у локалном координатном систему. За рачунање координата тачака у локалном координатном

систему, потребно је развити и (привремено) обележити неки локални полигонски влак или поставити (обележити крајње тачке) једну праву као линију за снимање.

Са тачака тог полигонског влака, или са линије за снимање, могу се снимити, са потребном тачношћу, све важне детаљне тачке, по жељи пројектанта, поларном или ортогоналном методом снимања. На основу података снимања срачунаће се координате детаљних тачака, такође у локалном координатном систему.

До правоуглих координата x_i и y_i долази се применом:

– Ортогоналне методе. У овом случају координате x_i и y_i мере се непосредно и независно а могу бити исте или различите тачности.

– Поларне методе. У овом случају непосредно и независно се мере поларне координате а затим се рачунским путем долази до правоуглих координата x_i и y_i које су међусобно зависне величине. Зато треба пре изравнања, на познати начин, образовати корелациону матрицу а затим применити уопштену методу најмањих квадрата $V \cdot Q^{-1} \cdot V = \min$ или $V \cdot K^{-1} \cdot V = \min$.

Ако се примењује уопштени метод најмањих квадрата, за сваки конкретни случај потребно је формирати одговарајући стохастички модел. При томе, није никакав проблем формирање стохастичког модела, али се мора имати у виду да је тада потребно знатно више времена за дефинисање регулационих линија него када се користи класични (Гаусов) услов минимума. Према томе, примена уопштене методе најмањих квадрата оправдана је само у таквим случајевима, ако занемаривање корелације утиче на добијене резултате изнад вредности које се могу толерисати. Узимање у обзир корелације, често, незнатно утиче на добијене резултате.

Јасно је да координате тачака у државном координатном систему имају универзалну примену при реконструкцији више улица, или читавог града, док координате у локалном систему имају примену само када се решавају парцијално једна по једна улица које нису међусобно повезане.

Детаљне тачке једне регулационе линије (а тако и друге) неће лежати на правцу него ће се груписати око неке праве линије. Највероватнији положај непознате регулационе линије може се одредити под условом да сума квадрата растојања од регулационе линије буде минимум.

За ово се може користити једначина праве у нормалном облику:

$$y \cdot \sin \varphi + x \cdot \cos \varphi - p = 0 \quad (1)$$

у којој су:

y и x – текуће координате тачака на правој,

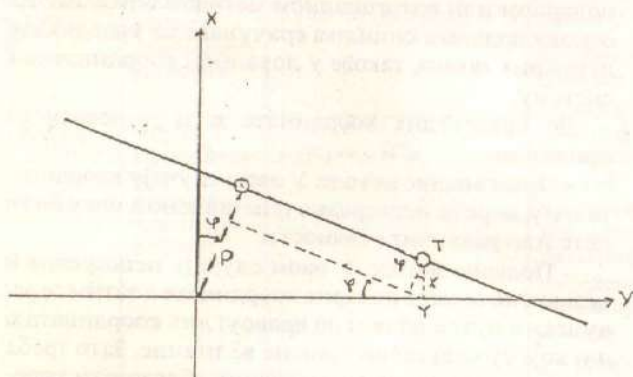
p – нормално растојање од координатног почетка до праве, а

φ – дирекциони угао тог нормалног растојања.

Приближни (привремени) (сл. 1) положај праве у координатном систему може се добити на основу координата на које две дате тачке (најбоље крајње тачке) тако што се њихове координате уврсте у једначину праве

$$y_1 \cdot \sin \varphi_0 + x_1 \cdot \cos \varphi_0 - p_0 = 0$$

$$y_2 \cdot \sin \varphi_0 + x_2 \cdot \cos \varphi_0 - p_0 = 0 \quad (2)$$



Слика 1 – Права у нормалном облику

Решавањем система једначина (2) добијају се приближне вредности непознатих параметара

$$\varphi_0 = \arctan \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \quad (3)$$

$$p_0 = y_1 \cdot \sin \varphi_0 + x_1 \cdot \cos \varphi_0 = y_2 \cdot \sin \varphi_0 + x_2 \cdot \cos \varphi_0 \quad (4)$$

Угао φ_0 одређен из једначине (3) може имати два решења која ће се међусобно разликовати за 180°. Ова неодређеност у геодетској пракси не може се толерисати. Одговор на питање које је решење право добиће се када се срачуна вредност p_0 , која по знаку мора бити позитивна. Према томе, ако је срачуната вредност p_0 позитивна, параметри праве φ_0 и p_0 су коректни, а ако је срачуната вредност p_0 негативна угао φ_0 треба променити за 180°, а за p_0 усвојити његову апсолутну вредност.

Дефинитивне вредности параметара праве φ и p добиће се када се на приближне вредности φ_0 и p_0 , одређене у претходном постуку, додају одговарајуће поправке

$$\varphi = \varphi_0 + \delta \varphi$$

$$p = p_0 + \delta p \quad (5)$$

Вредности поправака $\delta \varphi$ и δp одређују се из изравњања.

За сваку детаљну тачку регулационе линије може се написати израз за њено растојање од дефинитивног положаја праве. Ово растојање добија се кад се у нормални облик једначине праве унесу координате тачке

$$s_i = y_i \cdot \sin \varphi + x_i \cdot \cos \varphi - p \quad (6)$$

Како је истакнуто, дефинитивни, највероватнији, положај праве добиће се из познатог услова да сума квадрата поправака S_T буде минимум [V^2] = мин.

Координате тачака (y_i , x_i) треба поправити одговарајућим поправкама ($y_i + V_{y_i}$, $x_i + V_{x_i}$) па ће се за израз (6) добити

$$s_i = (y_i + V_{y_i}) \cdot \sin (\varphi_0 + \delta \varphi) + (x_i + V_{x_i}) \cdot \cos (\varphi_0 + \delta \varphi) - p_0 - \delta p \quad (7)$$

После сређивања претходног изрази добија се:

$$s_i = (y_i + V_{y_i}) \cdot (\sin \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi + \cos \varphi_0 \cdot \sin \delta \varphi) + (x_i + V_{x_i}) \cdot (\cos \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi - \sin \varphi_0 \cdot \sin \delta \varphi) - p_0 - \delta p \quad (8)$$

односно:

$$s_i = V_{y_i} \cdot \sin \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi + V_{y_i} \cdot \sin \delta \varphi \cdot \cos \varphi_0 + V_{x_i} \cdot \cos \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi - V_{x_i} \cdot \sin \varphi_0 \cdot \sin \delta \varphi + y_i \cdot \cos \varphi_0 \cdot \sin \delta \varphi - x_i \cdot \sin \varphi_0 \cdot \sin \delta \varphi - \delta p + y_i \cdot \sin \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi + x_i \cdot \cos \varphi_0 \cdot \cos \delta \varphi - p_0 \quad (9)$$

Поправка $\delta \varphi$ је мале вредности а такође V_{y_i} и V_{x_i} па се може усвојити да је

$$\cos \delta \varphi = 1; \sin \delta \varphi = \delta \varphi; V_{y_i} \cdot \sin \delta \varphi = 0; V_{x_i} \cdot \sin \delta \varphi = 0 \quad (10)$$

Када се (10) уврсти у (9) добија се

$$s_i = V_{y_i} \cdot \sin \varphi_0 + V_{x_i} \cdot \cos \varphi_0 + \delta \varphi \cdot (y_i \cdot \cos \varphi_0 - x_i \cdot \sin \varphi_0) - \delta p - w_i \quad (11)$$

$$s_i - V_{y_i} \cdot \sin \varphi_0 - V_{x_i} \cdot \cos \varphi_0 - \delta \varphi \cdot (y_i \cdot \cos \varphi_0 - x_i \cdot \sin \varphi_0) + \delta p + w_i = 0 \quad (12)$$

где је:

$$w_i = p_0 - y_i \cdot \sin \varphi_0 - x_i \cdot \cos \varphi_0 \quad (13)$$

Једначине облика (12) познате су у геодетској литератури [1] као условне једначине са непознатим величинама. Индексом "i" означава се број тачке ($i = 1, 2, \dots, n$). Уколико, као што је наш случај, појединачне условне једначине немају заједничких поправака (s_i , V_{y_i} , V_{x_i}) оне се могу заменити једноставнијим једначинама поправака посредног изравњања

$$V_i = -\delta \varphi \cdot (y_i \cdot \cos \varphi_0 - x_i \cdot \sin \varphi_0) + \delta p + w_i \quad (14)$$

где је:

$$s_i - V_{y_i} \cdot \sin \varphi_0 - V_{x_i} \cdot \cos \varphi_0$$

заменено са V_i са тежинама $P_i = 1/2$ односно, пошто су све тежине исте, могу се занемарити.

Једначине (14) краће написане имаће изглед

$$V_i = A_i \cdot \delta \varphi + B_i \cdot \delta \rho + \omega_i; \dots \rho_1 = 1 \quad (15)$$

где је:

$$A_i = x_i \cdot \sin \varphi_0 - y_i \cdot \cos \varphi_0$$

$$B_i = 1$$

$$\omega_i = \rho_0 - (y_i \cdot \sin \varphi_0 + x_i \cdot \cos \varphi_0) \quad (16)$$

Нормалне једначине формиране од једначина поправака (16) биће

$$[AA] \cdot \delta \varphi + [AB] \cdot \delta \rho + [A\omega] = 0$$

$$[AB] \cdot \delta \varphi + [BB] \cdot \delta \rho + [B\omega] = 0 \quad (17)$$

чијим се решавањем добијају непознате $\delta \varphi$ и $\delta \rho$, а затим, према (5) и непознате $\varphi \rho$.

На исти начин одређују се непознати параметри правих за обе регулационе линије.

Положај тражене осе улице одредиће се из услова да она буде симетрала угла којег формирају регулационе линије као кракови. То подразумева да се нађе једначина праве која представља симетралу угла између регулационих линија. Њена једначина одредиће се из једначине снопа правих:

$$y \cdot \sin \varphi_1 + x \cdot \cos \varphi_1 - \rho_1 + \lambda \cdot (y \sin \varphi_2 + x \cdot \cos \varphi_2 - \rho_2) = 0 \quad (18)$$

које пролазе кроз пресек правих:

$$y \cdot \sin \varphi_1 + x \cdot \cos \varphi_1 - \rho_1 = 0$$

$$y \cdot \sin \varphi_2 + x \cdot \cos \varphi_2 - \rho_2 = 0 \quad (19)$$

Када се једначина (18) мало преуреди добиће се

$$y \cdot (\sin \varphi_1 + \lambda \cdot \sin \varphi_2) + x \cdot (\cos \varphi_1 + \lambda \cdot \cos \varphi_2) - (\rho_1 + \lambda \cdot \rho_2) = 0$$

$$y \cdot \sin \varphi + x \cdot \cos \varphi - \rho = 0 \quad (20)$$

Пошто су углови φ_1 и φ_2 познати а такође и угао:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \quad (21)$$

може се одредити параметар λ из услова да је:

$$\tan \varphi = \frac{\sin \varphi_1 + \lambda \cdot \sin \varphi_2}{\cos \varphi_1 + \lambda \cdot \cos \varphi_2} \quad (22)$$

одакле се добија:

$$\lambda = \frac{\sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \cdot \tan \varphi}{\cos \varphi_2 \cdot \tan \varphi - \sin \varphi_2} \quad (23)$$

Параметар λ у потпуности одређује једначину (20) којом се дефинише оса улице.

ЗАКЉУЧАК

Према досадашњим искуствима, приликом дефинисања правих линија, које ће се најбоље прилагодити низу тачака, добијена су два решења која се међусобно разликују, тј. добијају се две праве. Предложеним поступком добија се права линија једнозначно одређена, тако да се најбоље прилагођава низу тачака. При том се испуњава услов да сума квадрата растојања тачака од прве буде најмања, тј. услов минимума. Поступак се може успешно примењивати за аналитичко дефинисање регулационих линија и оса улица које су раније изграђене а нису аналитички дефинисане.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др. инж. Крунислав Михаиловић, Геодезија II, II део, Научна књига, Београд, 1978.
- [2] Крунислав Михаиловић, Крста Врачарић, Геодезија III, Научна књига, Београд, 1985.
- [3] Бранислав Ивановић, Теоријска статистика, Научна књига, Београд, 1979.

Предлог увођења типизираних модуларних саобраћајних знакова

Драган Вучковић, дипл. инж. саобр.
Институт за путеве, Београд

Стручни рад
УДК: 656.1.055

РЕЗИМЕ

За квалитетнију производњу и одржавање, рационалнији транспорт и монтажу, као и лакше извршење поправки или замене саобраћајних знакова великих димензија, у Институту за путеве је развијена конструкција знака и носача састављених из типизираних и лако изменљивих делова. Овим чланком се ближе објашњава та идеја.

Да би један знак био постављен на неком путу, неопходни су технолошки процеси, који се састоје у производњи знака и његовом превозу до места уградње, изради постоља (темеља и носача) и монтажи знака на постоље. У току трајања његове функције, знак подлеже одржавању (нези), поправци и замени (делимичним или потпуним).

Уобичајеним технолошким процесима знак се производи и испоручује у једном комаду и као такав превози и монтира на утемељени носач. Овакав поступак је целисходан и рационалан све до једне критичне величине знака, када ова постаје сметња свим наведеним технолошким процесима, што се одражава и на квалитет знака, поред очигледних тешкоћа у транспорту, монтажи и одржавању. Поправка оваквог знака у случају оштећења, обично се своди на замену целог знака или, у најбољем случају, на поновно одвожење у радионицу због поправке.

У току вишедценијског рада на пројектовању саобраћајне сигнализације, у Институту за путеве је развијена идеја о таквој конструкцији саобраћајног знака и његовог носача која би знацима великих димензија омогућила рационалне технолошке процесе, не само пре постављања новог знака на пут, већ и у одржавању његове функције. У том смислу развијен је систем знакова и носача састављених из типизираних елемената.

Најкупљиви и најгломазнији део саобраћајне сигнализације представљају тзв. знакови вођења, део знакова обавештења који садрже називе насељених места, топонима и другог, а који уз одређене гра-

фичке симболе имају функцију вођења корисника пута кроз чворове ка жељеном одредишту. Димензије ових знакова су нарочито изражене на аутопутевима, где се њихове величине крећу од 3,5 до 5,0 метара у ширину и 4,0 до 6,0 метара у висину. Илустрације ради, на делу аутопута Београд-Ниш, између чворова "Ласта" (код Београда) и "Трупале" (код Ниша) постоје 193 оваква знака, укупне површине од око 1600 м². Већину ових знакова треба у најскорије време мењати, делом услед дотрајалости, делом услед застарелости у односу на југословенске стандарде. Штавише, уколико буде одлучено да се на овим знаковима примењују паралелно и латиница и ћирилица (што до сада није био случај, а што је недавно прописано Законом о службеној употреби језика и писма Србије), биће потребно све ове знакове у кратком року заменити новим, који ће имати знатно веће димензије од старих.

Ако би један овакав знак био састављен из мањих делова који би се на лицу места спајали, то би знатно олакшало пре свега производњу и уз могућност машинске израде учинило би је квалитетнијом и јефтинијом. Уколико би делови још били и типизирани, омогућила би се и серијска, а тиме и бржа производња. Да је такав систем већ uveden, промена натписа на знацима, прелазак са једног писма на друго, додавање или изузимање појединих натписа не би представљало тако велики проблем, нити би то изазвало тако велике трошкове као што је то сада случај, јер би се мењали само поједини делови знака. Потврда рационалности једног оваквог система може се наћи и у многим развијеним земљама (понегде и код нас), где је знак састављен из делова све више у употреби, мада се ретко срећу системи који обухватају и типизацију. Ово говори да је и повећана почетна цена знака, која је углавном последница примене већег броја везних елемената између делова, само привидна, јер се она компензује кроз смањене трошкове производње, транспорта, монтаже и одржавања, односно поправки, а могућност јефтине и брзе измене садржаја знака остаје као чиста предност. Не треба губити из

види да се и знакови компактне конструкције (произведени у једном комаду) састављају код произвођача из делова лимова и конструкције за укривање табле знака, закивањем или заваривањем, што не мора да буде јефтиније, нарочито у појединачној производњи. Носачи знакова решеткасте конструкције се, чак врло често, формирају на лицу места сечењем и заваривањем, затим посебно боје заштитном бојом, што сасвим искључује замену делова носача при оштећењу.

Према томе, несумњива предност израде великих саобраћајних знакова из делова, идејом Института за путеве допуњава се још једном вредношћу – типизацијом, односно највећом могућом унификацијом делова у оквиру широког асортимана знакова вођења. Ови делови тиме постају модули. Сажето, ово даје следеће могућности:

- серијску, а тиме бржу и квалитетнију производњу,

- лаку и брзу замену оштећених делова, држање резервних делова у магацину,

- једноставну измену садржаја знака, без његовог искључивања из функције,

- јефтинији прелазак на систем променљиве сигнализације, пошто су потребне интервенције (уградња електронских или других система) могу обављати само на оним деловима знака где је то потребно, такође без искључивања знака из функције.

Ова идеја, проширена и на носаче оваквих знакова, даје и њима готово исти асортиман предности у односу на уобичајене конструкције, будући да и конструктивно решење носача има као главне карактеристике лакшу монтажу и типизацију, те се и делови носача могу држати у резерви, носити у ревидионом возилу и лако и брзо замењивати. Типизацијом елемената и посебним конструктивним решењима носача, биће могуће пратити и промене висине знака настале додавањем или одбацивањем појединих модула, једноставним додавањем типских елемената у висину, као и ојачавање саме конструкције ако је потребно при том побољшати њену носивост и стабилност. Кратко речено, и носач има могућност да прати флексибилност табле знака.

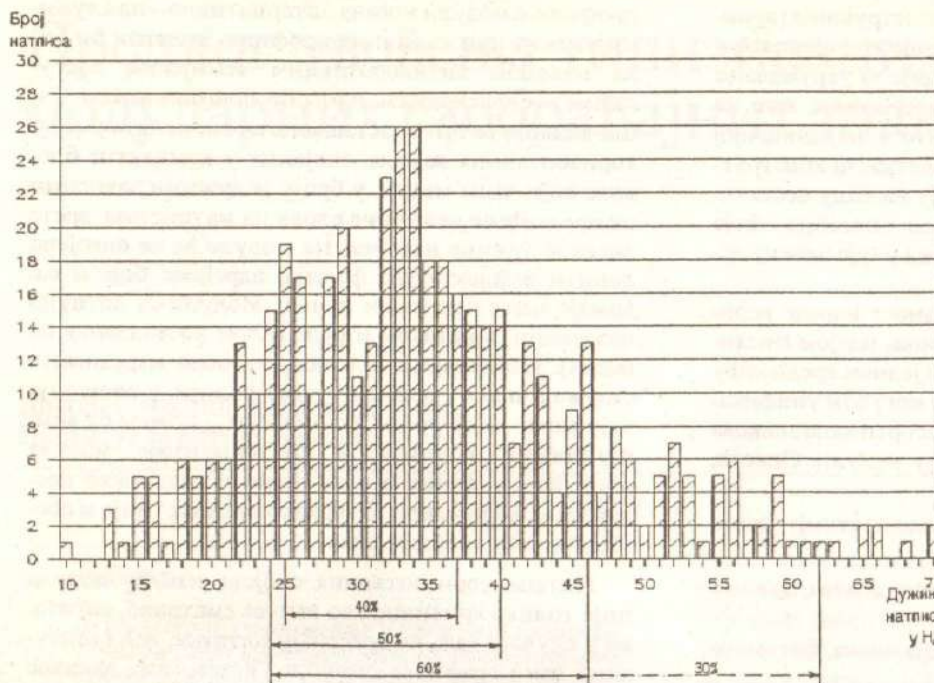
Обе конструкције, табла знака и носач на коме она стоји, поред тога што су компатибилне у конструктивном смислу, делују као једна целина у прихватању статичких и динамичких оптерећења (тежина, притисак од ветра и сл.). У случају удара возила, међутим, цела конструкција је тако замишљена и прорачуната да минимално оштећује возило, а да она сама (конструкција) претрпи оштећење само на оним модулима који су директно изложени удару. При јачим ударима предвиђено је да се табла знака и поједини делови конструкције носача распаду по модулима, у ком случају се боље сачувају и они и возило од тежих оштећења.

Реализација ове идеје базираће се на неколико патентираних техничких решења. Предвиђено је да модули табле буду израђени од алуминијумских

профила, а модули носача алтернативно – од алуминијумских или челичних профила. Заштита би била изведена антикорозивним хемијским поступцима – елоксирањем, односно цинковањем. Табле знакова ће бити састављене од елемената у виду хоризонталних ламела, спојених у компактне блокове који чине модул, у броју и дужини зависним од предвиђене величине слова на натписима, врсте знака и дужине натписа. На модуле ће се одвојено лепити рефлектујућа фолија, одређене боје и садржаја знака исписаног на њој. Модули су потпуно независни (приликом израде и при постављању на носач). Исписивање натписа, односно изрезивање садржаја знака у рефлектујућој фолији, у овом случају може да се уради аутоматски – ножем са компјутерским вођењем, а то димензије модула омогућавају. Овим је омогућено и машинско постављање фолије, које је свакако квалитетније и обезбеђује већу трајност знака.

Питање хоризонталних спојева између модула није толико критично као што се сматрало, поготово у случају када не пресецају натписе, већ евентуално само графичке симболе. У земљама западне Европе, где се примењују знаци из делова, њима се обраћа пажња само настојањем да су што мање и да се не проширују у току експлоатације знака због ерозивних и хемијских утицаја. Овде се тај проблем решава прецизном израдом ламела са оштрим ивицама, пажљивим уклапањем модула и захтевом за применом оне класе фолије, која на месту сечења није осетљива на хемијске и ерозивне утицаје. Ако ови услови буду задовољени, спојеви се на лицу знака неће ни примећивати из возила у покрету, а у сваком случају мање него преклопи на фолији на знаковима садашње конструкције.

Типизација ширине модула (која се поклапа са ширином табле знака) изведена је преко статистичке анализе дужине натписа који се могу појавити на знацима вођења на територији целе бивше СФРЈ, чиме се дошло до ограниченог опсега у коме се оне крећу. С обзиром на разне величине слова предвиђене за употребу, као и на различите врсте знакова и њихових садржаја, потпуна типизација није могла бити спроведена, већ се само настојало да се вредности ових ширина у целом систему сведу на што је могуће мањи број. Анализирано је око 500 разних натписа који се могу појавити на територији бивше СФРЈ (почев од нивоа општинских центара па до иностраних одређишта) и констатовано да се њихове дужине, ако се натписи испишу стандардизованим писмом, концентришу у значајном броју у опсегу који омогућује да се типизација изведе са малим бројем прописаних ширина модула. Ако би се један део дугачких натписа ван овог опсега исписао збијеним (уским) писмом, овај опсег би могло да користи близу 90% свих анализираних натписа. Изузетно кратки натписи нису проблем, јер се ретко појављују сами на знаку, а у најгорем случају издвајају празнину на знаку, која није неубичајена, пошто и ширина знака има своју минималну



Слика 1 – Расподела дужина натписа на знаковима вођења на територији путне мреже СФРЈ

вредност. Изузетно дугачки натписи би се могли писати у два реда или скраћивати.

Из приложеног дијаграма расподеле дужина натписа (слика 1) видљиво је да се око 60% дужина натписа концентрише у опсегу између вредности на апсциси 24 и 46, а да се у тај опсег може сместити и још око 30% дужине, које припадају опсегу 46 до 62, а које се редукују тако, што би се исписивале збијеним писмом. Анализа је спроведена под претпоставком да је сваки натпис употребљен само по једном пут, што у пракси није случај. Анализа која би укључивала и број појава истог натписа може да се направи само у конкретном саобраћајном пројекту, али остаје као сигурно, да би она показала још већи процент учешћа дужина у сличном или ужем опсегу. Ово је проверено једном таквом анализом појаве натписа на конкретном пројекту саобраћајне сигнализације деонице аутопута Е-70/75 Добановци – Бубањ поток, на којој се појављује око 200 знакова вођења, а добијен је опсег између 23 и 47, у којем се концентрише око 60% појава.

Вредности на апсциси дијаграма на слици 1 изражене су у релативним величинама, које представљају број седмина од усвојене стандардизоване номиналне величине слова. Ова величина је дефинисана висином великих слова, која увек износи 7/7. Све стандардизоване величине слова, којих има 9, дељиве су са 7 и обележавају се са "Н". И остали елементи на лицу знака изражавају се са Н/7, тако да су сви знаци, без обзира на усвојену реалну величину слова, међусобно сразмерни. На знацима који долазе у обзир за примену модуларног система, примењивало би се само 5 од ових 9 реалних величина,

јер се за врло мале знаке (исписане малим словима) примењена овог система не исплати. Реална вредност Н усваја се према категорији пута и брзинама возила на њему.

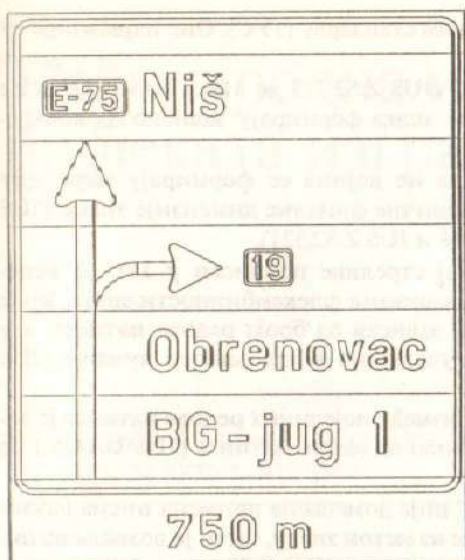
Ако се усвоји ово сужење и прихвати опсег између 24 и 46 седмина од Н, а узму у обзир и све врсте знакова који долазе у обзир за примену модуларног система, могуће је извести типизацију ширине модула (односно табле знака) са свега 7 вредности. Потпуна типизација не би била целесходна, јер би се морала односити на највећу потребу ширину, што би било и ружно и неекономично, али се она практично постиже у оквиру једног пута односно једне величине слова, када се знатно сужава, а постаје тотална у оквиру једне врсте знака на истом путу. То значи да се у пракси асортиман

типизираних ширина знатно смањује, те да се корист од типизације у погледу производње и одржавања знакова повећава ако се посматра један пут или један сегмент мреже коју опслужује један орган за одржавање. Корист се огледа у могућности брзе замене оштећених делова из резерве у магацинима, брзог реаговања на промене натписа и др. На конкретном примеру деонице аутопута Е-70/75, за 3 различите величине слова и 11 разних врста знакова, примењено је 5 реалних вредности ширина модула и 3 вредности висина.

Измењивост, односно међусобна замењивост конкретних модула, ограничена је на исту врсту знака (најпре због садржаја), но и поред овог ограничења, остаје као предност типизације модула, могућност њихове преправке на несумњиво једноставнији и јефтинији начин од преправке целог знака.

Типизацијом знакова вођења добија се много и на пројектовању. Унапред се могу знати ширине свих знакова на пројектованом путу, што је од великог значаја за уклапање сигнализације са другим објектима и инсталацијама на путу (мостови, тунели, зидови против буке и сл.) још у фази пројектовања. При пројектовању самог знака, замишљено је да се одвојено раде пртежи намењени произвођачу, као радионички, а одвојено они намењени извођачу, као монтажни.

Будући да ће се поједини модули појавити на једном путу као истоветни по величини и садржају, они се могу наручивати скупно, у одређеном броју, па тако и бити специфицирани у пројекту. Произво-



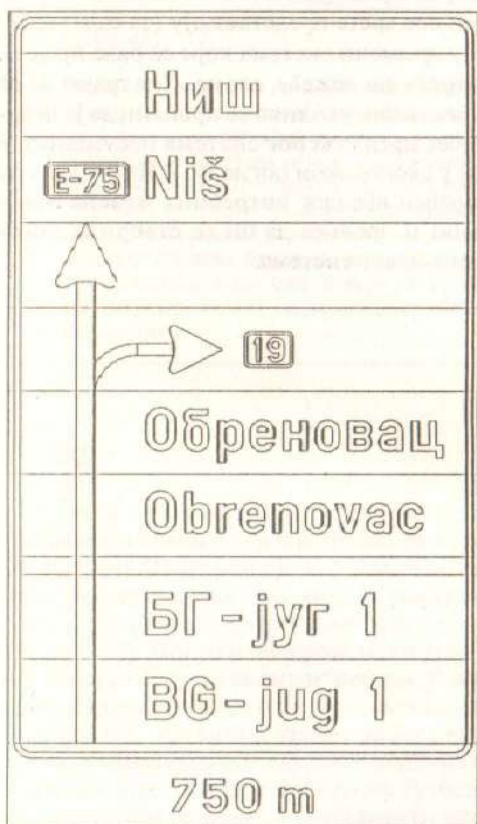
Слика 2



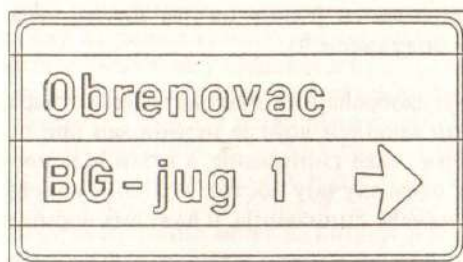
Слика 5



Слика 6



Слика 3



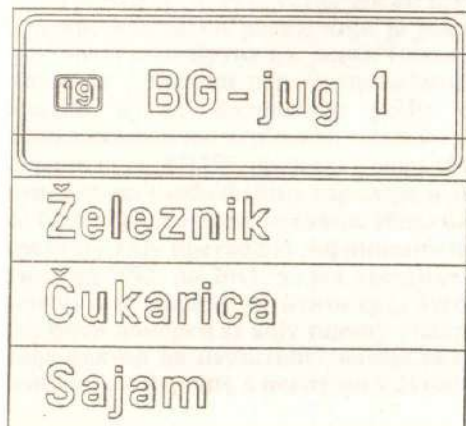
Слика 7



Слика 8



Слика 9



Слика 4

ђач ће, у случају потребе за израдом већег броја оваквих модула моћи да организује серијску производњу, односно да поједине модуле усмери на одвојене производне линије. Исти поступак пројектовања, наручивања и производње, биће могуће применити и код носача и темеља. Притом се наручени број може увећати за прогнозиране потребе резерве. За производњу је значајно и то да се лепљење фолија може обављати у мањим просторијама, које је лакше доследно темпирати, што је од великог утицаја на квалитет знака.

На приложеним цртежима (сл. 2 до 9) дати су примери неколико врста знакова са назначеним хоризонталним фугама које разграничавају поједине модуле. Такви цртежи су монтажни, дакле намењени извођачима, док би се радионички цртежи давали појединачно за сваку групу истоветних модула, са свим потребним мерама и осталим подацима. Један од знакова је дат и у верзији паралелних писама (ћирилице и латинице), да би се уочио једноставан прелазак са једног на два писма, додавањем нових модула (сл. 3).

Типизација саобраћајних знакова вођења отвара, међутим, један проблем који је неминован приликом спровођења сваке типизације, а везан је за нормативизам. У овом случају постоје колизије између потреба које намеће типизација и важећих норми у

југословенском стандарду (ЈУС). Оне најважније су у следећем:

1. По ЈУС (ЈУС Z.S2.313 до 318 и ЈУС Z.S2.321) се оквирне мере знака формирају зависно од конкретних натписа,

2. Правила по којима се формирају мере дају врло неекономичне финалне димензије знака (ЈУС Z.S2.313 до 318 и ЈУС Z.S2.321),

3. Положај стрелице прописан у ЈУС је неповољан за остваривање флексибилности знака, јер је њен положај зависан од броја редова натписа, а у извесним случајевима и од њихове дужине (ЈУС Z.S2.315),

4. Размак између појединих редова натписа је различит и зависи од самих натписа (ЈУС U.S4.201 до 204),

5. По ЈУС није дозвољена примена писма различите густине на истом знаку, нити је дозвољено писање назива у два реда (ЈУС Z.S2.313 до 318).

Проблеми ове врсте представљају (за сада) извесну препреку примени система који се овде предлаже и то у односу на важеће норме. Сматрамо да се могу лако превазићи, уколико се процени да је практична вредност предложеног система несумњива, у техничком и у економском погледу. У Институту за путеве је израђен предлог потребних измена важећих норматива и прописа да би се створила могућност примене новог система.

Међународна искуства у вођењу пројеката изградње аутопутева

Мр Јован Дробњаковић, дипл. инж. грађ.
Институт за путеве, Београд

Стручни рад
УДК: 625.72:336.711.6(100)

РЕЗИМЕ

У чланку су изнета нека искуства и препоруке међународних организација за сарадњу и економски развој, превентивно Светске банке, у вођењу пројеката изградње аутопутева који се делимично или у целости финансирају из кредита које дају ове организације у склопу својих развојних програма за одређене земље. Искуства и препоруке се тичу земаља из групе чланица Светске банке са ниским до средњим бруто националним доходом, и које су по економским и институционалним одредницама блиске СР Југославији.

1 УВОД

Сектор путне изградње у Европи би у следећим годинама по свему судећи требао да буде у великој експанзији. Овај тренд је узрокован од стране неколико утицајних фактора, који су тренутно под врло озбиљним разматрањима Европске економске заједнице (ЕЕЗ). Политичке промене на југу и истоку, а и у самој ЕЕЗ, су од великог значаја. У многим деловима Европе аутопутна мрежа захтева, а у случају Југославије, ургентно тражи даљи развој густине мреже и нивоа услуге. Прилагођавајући се новој политичкој констелацији у Европи, Југославија је сада у позицији да почне обезбеђивати предуслове за даљи развој своје аутопутне мреже и, генерално, за будући економски развој чији је један од битних фактора и сама путна изградња. Наиме, путне организације у Европи под руководством Интернационалне путне федерације (IRF) су у фази успостављања интегрисаног система аутопутева у Европи (тзв. AIMSE пројекат), ради обезбеђења међународних саобраћајних коридора и директне везе са блиско-источним земљама. Иако би за ову саобраћајну везу претходно дефинисани пројектни период од 1992. до 2011, услед уведених економских санкција и забране транзита кроз Југославију, могао бити померен за коју годину унапред, ово је такође фактор од изузетног значаја за сектор путне изградње у Европи, а поготово у Југославији.

У циљу да се одговори врло високим критеријумима и правилима понашања у интернационалном послу изградње аутопутева европског нивоа, за све актере укључене у пројекте изградње аутопутева од значаја је да следе свеобухватну процедуру вођења пројеката. Пројекат изградње аутопута је процес који траје најчешће 25 до 35 година и почиње од момента успостављања саме идеје да се гради аутопут. Период идентификовања и припреме пројекта до почетка изградње може да потраје и једну до две године; на шта се наставља сама изградња аутопута до пуштања у саобраћај. Ови послови најчешће обухватају период од око 5 или више година. Даље, период експлоатације је најдужа фаза пројекта у току које се врши и оцена успешности пројекта и траје између 20 и 30 година. Овај процес је интернационално скоро стандардизован и установљен од стране водећих светских банки за развој и економску сарадњу, као што су Светска банка, Европска инвестициона банка, Организација за економску кооперацију и развој (OECD), и неке друге развојне и комерцијалне банке. Такве организације процедуру вођења пројекта једноставно зову "пројектни циклус".

Искуства у пословима вођења пројектног циклуса показују да у врло великом степену успешност пројекта изградње аутопута зависи од способности тимова који воде овај посао. Светска банка наводи успешне примере да, у замљама где на националном нивоу постоји организован систем вођења пројеката (тзв. "project cycle management"), део годишњих трошкова за вођење пројеката које сносе путне власти износи око 60 људи – годишње. Посао вођења пројеката је најчешће организован тако да га обављају специјализоване фирме за менаџмент у путној изградњи, у виду установљених радних група по појединим пројектима. Но, уштеде у времену и успешности имплементације пројеката апсолутно оправдавају ову инвестицију додајући томе још и институционално јачање система вођења пројеката. Ово је од изузетне користи и за путне власти (државне путне управе) и за Светску банку која је у највећем делу кредитирала путну изградњу у овим земљама.

2 ПРОЈЕКТНИ ЦИКЛУС

У даљем тексту су изнета нека искуства и препоруке међународних организација за сарадњу и економски развој, првенствено Светске банке, који се тичу организовања и вођења пројеката у путној изградњи за земље у групацији чланица Светске банке са ниским до средње високим бруто националним дохотком.

Вођење пројектног циклуса при изградњи аутопутева се одвија у неколико мање или више диференцираних нивоа. Они су међусобно преклапају у одређеном обиму и следе логичку прогресију да се са свакиим вишим нивоом обезбеђују предуслови за следећу фазу рада. Коначно, завршна фаза би требало да отвара могућности обнављања постојећих или увођења нових инвестиционих циклуса у сектору путне изградње и, генерално, у осталим економским секторима везаним за друмски саобраћај. Најчешће употребљаване дефиниције нивоа вођења путних пројеката (такође коришћене и у Светској банци) су представљене у даљем тексту овог поглавља.

2.1 Идентификација пројекта

За почетак пројектна администрација установљена од стране југословенских путних власти мора да изађе са јасно дефинисаним образложењем изградње аутопута и да почне дијалог са потенцијалним инвеститорима и развојним организацијама или комерцијалним банкама које су вољне да кредитирају изградњу. У ту сврху, правилно дефинисани циљеви у склопу дугорочне политике економског развоја земље служе за активирање инвестиционог процеса кроз генерално приказане трошкове, користи и ефекте изградње.

На овом нивоу пројектног циклуса врло је важно постићи сагласност свих учесника у пројекту изградње аутопута (тј. путних власти, кредитора, инвеститора, пројектне администрације и осталих који ће да деле трошкове, добити и ефекте изградње) о заједничком схватању дугорочних циљева изградње, а што се прецизира у тзв. прединвестиционим документима. Разрада пројектних идеја и анализа могућих алтернатива при изградњи аутопута, као и усвајање неколико највише одговарајућих варијанти, обично се установљава у саставу овог нивоа пројектног циклуса.

Окосницу документације која се издаје у овој фази пројектног циклуса чини тзв. *прединвестициона студија*, чији је задатак да на самом почетку пројектног циклуса омогући правилно одлучивање о развојним циљевима изградње аутопута и о неким аспектима који указују на оправданост његове изградње. Правилно изведена прединвестициона студија је од значаја за почетак пројекта изградње аутопута, јер правилна одлука о инвестирању у овом моменту може суштински да подстакне цео пројект и омогући му да се успешно имплементира. Да би се постигао компромис између квалитета и обима информација у прединвестиционој студији и трошкова њене израде, студија мора да садржи само довољан број детаља који оправдавају (или не) идеју да се гради аутопут, са образложењем могућих те-

хничких, финансијских и економских пројектних алтернатива. У ствари, прединвестициона студија даје реалистичан и прихватљив предлог за изградњу аутопута са анализом разних аспеката изградње, како техничког и финансијског, тако и институционалног аспекта. И коначно, разматрање могућих извора и облика финансирања је обавезни део прединвестиционе студије.

Прединвестициона студија је есенцијална и искуствено уведена у међународну праксу при изградњи сваког значајнијег путног правца. Она није неопходна за пројекте изградње путева нижег ранга, јер ниво инвестиција не оправдава трошак њене израде. Иницијаторима пројектних идеја, односно развојним организацијама и комерцијалним банкама, у склопу њихових развојних програма за Југославију, прединвестициона студија је неопходна за покретање инвестиционог процеса. Такође, као на пример у случају концесија, њу могу захтевати и јавна и приватна предузећа која су вољна да деле трошкове и добити које се остварују коришћењем аутопута.

2.2. Припрема и оцена пројекта

Након прихватања прединвестиционе студије пројект изградње аутопута је спреман да се код потенцијалног кредитора уврсти у дугорочни програм кредитирања, и који је у међународним оквирима установљен за Југославију. Без обзира да ли се ради о новој инвестицији или у склопу већ постојећег дугорочног развојног програма, на овом нивоу пројектног циклуса почиње сам процес припреме пројекта изградње што обухвата најчешће једну или две године тесне сарадње између југословенских путних власти и страног кредитора-банке. Иако формална одговорност за ток пројекта остаје на пројектној администрацији установљеној од стране путних власти, искуство иностраних развојних банака показује да је активна улога представника банке-кредитора на овом нивоу неопходна.

Основни циљ припреме пројекта је вишеструк: (а) као прво, припремни посао треба да обезбеди руководећим тимовима (како код југословенских путних власти, тако и код кредитора) довољно релевантних информација за одлучивање да ли да се настави (или не) са даљим инвестирањем у пројекат; (б) да се изабере оптимална (тзв. коначна) пројектна алтернатива од неколико преосталих, које су претходно биле дефинисане на нивоу идентификације пројекта и (ц) обезбеђење информација о свим даљим корацима са циљем правилног вођења инвестиција. На крају припремног процеса није довољно изаћи само са закључком да је пројект изградње аутопута "довољно добар за финансирање", него би сврха била пронаћи ону пројектну алтернативу на основу које се на најбољи могући начин може утицати на економски развој региона захваћеним аутопутем и, генерално, која највише поспешује југословенски економски развој. Такође, неопходно је и успостављање резонски тачних оцена трошкова, користи и ефеката изградње аутопута.

Ове информације се дају у студији *оправданости изградње аутопута* (тзв. инвестициона, "feasibility")

студија или студија изводљивости) која представља базни документ за сва даља договарања између југословенских путних власти и међународне банке као кредитора. У овом смислу, инвестициона студија би требало да одговори на неколико суштинских питања, која дефинишу пројект углавном са техничког, финансијског, економског и институционалног аспекта. Прво, то је питање да ли пројект изградње аутопута може да оствари развојне циљеве дефинисане у преинвестиционој студији, као и да ли прати смернице економског развоја дефинисане у дугорочној политици развоја националне економије. Ово се првенствено односи на сектор транспорта, али и генерално на општи регионални развој. Једно од питања овде је и да ли пројект изградње аутопута задовољава приоритете у инвестицијама у националној економији и да ли се налази у оквирима заштитаног економског развоја.

Друго, питања техничке оправданости изградње, задовољавања техничких норми и спецификација које се захтевају за ту класу пута, финансијске оптимизације у циљу постизања што бољег ефекта изградње при довољно ниском нивоу трошкова и остала, питања техничке природе, су питања која се слаборијају у инвестиционој студији.

Треће, потребно је дефинисати (или само потврдити) административне механизме у земљи који омогућавају успешну изградњу, експлоатацију и одржавање аутопута. Затим, то је питање задовољавања социо-економских захтева које поставља дугорочни програм развоја националне економије (као што су питање запошљавања домаће грађевинске оперативе, коришћења домаћих материјалних и институционалних ресурса, итд). У последње време, што је такође од значаја, мора се одговорити и на питања очувања човекове околине и задовољења еколошких критеријума.

Нема двоумљења да боља и сваобухватнија припрема пројекта – укључујући резонске и реалистичне прогнозе трошкова, добити и ефекта од изградње аутопута – смањује проблеме који могу да се јаве у процесу имплементације пројекта. Са гледишта националне економије пројекти изградње аутопутева представљају дугорочне економске инвестиције и решавају не само проблем транспортног сектора, већ и општег регионалног развоја. У овом смислу, када су у питању значајни и велики путни пројекти, почетне инвестиције које одобравају развојне организације или банке-кредитори су сразмерно велике. Крећу се чак и до 10% од укупне инвестиционе вредности пројекта од чега до 5% иде на израду саме инвестиционе студије. То је и разлог што у међународној пракси развојне организације и комерцијалне банке почињу процес кредитирања релативно касно у пројектном циклусу; односно, тек након што су почетне инвестиције за идентификацију, припрему и оцену пројекта већ дале резултате и показале оправданост даљег улагања у изградњу аутопута.

Коначно, оцена пројекта изградње аутопута на овом нивоу представља оцену погодности путне инвестиције и њеног утицаја на економски развој. Као завршна фаза припреме, оцена пројекта је у домену посла представника банке-кредитора или њених

консултаната, и њен је циљ да покаже до које мере је постигнута не само техничка и финансијска, већ и економска и институционална оправданост изградње аутопута.

Процеси припреме пројекта (од стране пројектне администрације) и његове оцене (од представника банке-кредитора) су међусобно повезани, и то у смислу да припрема пројекта и сва потребна документација представљају основу за оцену пројекта на нивоу инвестиционе студије. Другим речима, да би се допринело што јаснијој и објективнијој оцени пројекта на овом нивоу, пројектна администрација мора свој рад на припреми пројекта ускладити са интернационално установљеним принципима и регулативом по којој и представници банака-кредитора оцењују инвестиционе студије. Сваки недостатак релевантних параметара у току припреме пројекта може, на захтев оцењивача, да доведе до потребе за допуном инвестиционе студије; што посредно изискује додатно време и финансијска средства. И супротно, давање свих врста непотребних информација у инвестиционој студији може само да смањи кохезијност и квалитет студије; а која је остварена уз непотребне трошкове.

Са аспекта вођења путних пројеката врло је важно да оцена пројекта на овом нивоу буде успешна, односно да инвестициона студија буде повољно прихваћена од представника банке-кредитора. Прво, до тада је већ уложен значајан труд и финансијска средства која је практично тешко оправдати уз неповољну препоруку банци-кредитору за даље инвестирање. Друго, у том смислу, не јача ни техничка, нити економска и институционална компонента у систему изградње аутопутева, већ напротив слаби. И коначно, неповољна оцена пројекта на нивоу инвестиционе студије може да захтева, у најбољем случају, додатна финансијска средства и време за допуну релевантних информација. Наравно, има праксе у земљама у развоју где се, након оценов инвестиционе студије, чак прекидају инвестициони програми од стране банке-кредитора.

2.3 Имплементација пројекта

У процесу имплементације пројекта изградње аутопута постоји више међусобно зависних послова које је неопходно елаборирати, да би се заокружио цео процес. Прво, припрема и установљивање уговорне документације која укључује анализу и одлучивање о најповољнијим методама уговарања. Ове анализе би требале да дају поенту на оне облике уговарања који задовољавају не само захтеве саме изградње аутопута, већ и социо-економске захтеве које поставља национална економија. Питања на којима се највише инсистира у случају кредитирања од Светске банке су у функцији развоја националне економије, на пример ангажовање домаћих уговорача, максимално искоришћење потенцијала домаће оперативе у путној изградњи и оптимално коришћење домаћих институционалних и материјалних ресурса. Овим разматрањима треба додати и анализу могућности извођења међународне лиценцијационе процедуре ради постизања високог нивоа конкуренције за добијање најквалитетнијих понуда. Ту спада и анализа разних вари-

јанти тзв. "joint venture" уговора између страних и домаћих уговарача.

Друго, сам посао изградње аутопута је наравно и најзначајнији део процеса имплементације пројекта који би, поред техничке анализе програма радова, требало да укључује и увођење система праћења изградње, као и успостављање информационог система контроле радова и трошкова. Овом послу у склопу путних пројеката се, логично, и даје највећи значај јер он материјализује сам пројекат.

Пуштање аутопута у саобраћај и правилно коришћење аутопута су следећи и најдужи посао у склопу имплементације пројекта. Овај процес треба схватити као дугорочни програм искоришћавања аутопута и постизање максималних друмско-транспортних ефеката ради унапређења економског развоја захваћених региона и, генерално, националне економије. Питања од значаја која би требало да су обухваћени су анализе саобраћајних активности, трошкова и користи за кориснике аутопута, затим разматрање могућих начина обезбеђивања финансијских средстава, као и краткорочне и дугорочне анализе текућег и инвестиционог одржавања аутопута, итд.

Светско искуство показује да, без обзира како се урадио посао припреме пројекта и пројектне документације, сам процес изградње непобитно доводи до коначног "производа" – изграђеног аутопута. Но, са успешно заокруженим процесом имплементације, односно са претходним разматрањима метода уговарања и саме изградње, може се активно утицати на оптимизацију свих трошкова уз постизање значајних користи и ефеката коришћења аутопута.

3 ПРОЦЕНА УСПЕШНОСТИ ПРОЈЕКТА

Процена успешности пројекта је посао који је установљен од стране Светске банке тек последњих двадесет година, почетком 1970-тих, и уведен је као пракса за пројекте у путној изградњи у земљама у развоју. Процена успешности је уведена у функцији програма економског развоја и дугорочних програма кредитирања које је установила Светска банка за сваку чланицу, земљу у развоју. Ово је фактор од значаја са којим треба рачунати у случају кредита Светске банке кад су у питању значајни путни пројекти. Са аспекта развојних организација или комерцијалних банака – као кредитора – основни циљ процене успешности пројекта је да се установи како је изградња аутопута и његова експлоатација утицала на развој транспортног сектора, регионалних економија и, генерално, националне економије.

Процена успешности пројекта је последња фаза у циклусу пројекта изградње аутопута и почиње непосредно након његове изградње. То је посао који тражи константно ангажовање пројектне администрације, ради се у више наврата (најчешће у временским размацима од пет година) и траје током целог периода експлоатације. Циљ процене успешности је да се направи свеобухватна анализа изведеног посла на изградњи аутопута која би требало да обухвати неколико важних анализа. Прво, то је анализа да ли су изградњом аутопута постигнути задати краткорочни циљеви развоја транспортног сектора и

поспешивања економског развоја захваћених региона, а који су били дефинисани у процесу идентификације пројекта. Слично треба да се уради анализа да ли су дугорочни циљеви на путу остварења, односно да ли је изграђени аутопут са својим саобраћајем у функцији поспешивања националне економије и који су социо-економски ефекти остварени у току и после изградње у периоду експлоатације. У овом смислу, треба разматрати да ли је институционални систем вођења пројекта и управљања аутопутем на задовољавајућем степену организованости.

Друго, анализа уговорне документације, тј. како је успостављена метода уговарања послова у склопу пројекта утицала на саму изградњу аутопута и у ком обиму је то утицало на искоришћавање потенцијала домаће оперативе у путној изградњи и коришћење домаћих институционалних и материјалних ресурса. Даље, разматрања да ли су пројектоване алтернативе изградње аутопута биле технички и финансијски оправдане, затим да ли се у послу изградње аутопута јавило прекорачење трошкова и да ли се оно могло избећи одговарајућим корективним акцијама, итд.; све су питања на која треба да се одговори у оквиру процене успешности пројекта изградње аутопута.

Са аспекта организација за развој или комерцијалних банака које су кредитирале пројекат изградње аутопута, а у оквиру својих развојних програма за Југославију, кредитирање је усмерено пре свега у правцу економског развоја. Стога је и једноставна оцена да ли су периодични и укупни трошкови изградње прекорачени или нису, од релативно малог значаја и питање је мање или више техничке природе. Са друге стране, ефекти изградње аутопута и његов утицај на економски развој региона захваћених трасом аутопута представљају значајнију материју која је и неопходна за процену успешности пројекта. Даља питања од значаја за ове организације, али и са аспекта путних власти, на овом нивоу пројектног циклуса су питања нових приступа припреми пројекта, нових технологија изградње, успешних метода уговарања, успешних корака у пројектном менаџменту, итд. Шта више у међународној пракси, једна од значајних препорука које Светска банка даје групи својих чланица са ниским до средњим нивоом националног дохотка (које су по економским и институционалним одредницама сличне Југославији) је и успостављање националног система за оцену успешности пројеката изградње аутопутева.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Baum W.C., S.M. Tolbert, *Investing in Development, Lessons of World Bank Experience*, Oxford University Press, London, 1985.
- [2] International Labour Organization, *Procedure for Design and Evaluation of ILO Projects*, Vol. II, ILO Technical Cooperation, Geneva, 1981.
- [3] International Road Federation, *AIMSE The Motorway Project for The Europe of Tomorrow*, IRF, Geneva, 1990.
- [4] World Bank, *Comparative Evaluation of Selected Highway Projects*, Operations Evaluation Department, Report No 349, Washington, 1974.

Изложба грађевинских машина "Баума 92" одржана у Минхену 1992. године

Обрадио: Др Милан М. Миливојевић, дипл. инж.
Грађевинско предузеће "Планум" Д.Д., Земун

Стручни рад
УДК: 69.002.5:061.41:625.7/8

РЕЗИМЕ

Приказани су општи подаци о изложби "Баума 92", земаља учесницама и симпозијуму одржаном за време изложбе, карактеристике средстава за збијање у путоградњи која су изложили најреномиранији произвођачи, као и филмшери са клизајућом оплатом за извођење цементно бетонских коловозних конструкција. У закључку је изнето мишљење аутора о стању у нашим грађевинским предузећима специјализованим за грађење путева, које се односи на расположиву механизацију и на садашње могућности набавке нове, савремене и економичније.

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Тренд грађења и одржавања путева у свету најбоље је приказан на XIX светском Конгресу за путеве, одржаном 1991. године у Маракешу.

У одељку II Конгресне публикације посвећене "грађењу и одржавању путева" истакнути су следећи актуелни светски проблеми из ове области.

- Примена механизованог грађења уз ригорозну контролу радова и материјала,

- Употреба локалних природних материјала, секундарних и рециклираних,

- Примена метода рециклирања асфалтних материјала, по хладном и топлом поступку,

- Употреба танких асфалтних пресвлака,

- Употреба геосинтетичких материјала и геотекстила,

- Вођење рачуна у већој мери него до сада о заштити човекове околине.

Држећи се светског тренда грађења и одржавања путева и фирме које производе грађевинску механизацију прилагођавају своје производне програме савременим захтевима. У оквиру сајамских манифестација излажу те своје програме, приказивањем машина и опреме или помоћу проспекта, филмова, стручних публикација и симпозијума. Једна оваква светска смотра одржана је у Минхену од 6. до 12. априла 1992. год, под називом "Баума 92".

1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ИЗЛОЖБИ

"Баума 92" је двадесет и трећа по реду светска изложба грађевинских машина и опреме за производњу грађевинског материјала. Одржана је у Минхену, од 6. до 12. 04. 1992. године.

Изложбени експонати размештени су у халама којих је било укупно 25 и на отвореном простору подељеном на 100 секција које су омеђене улицама.

Целокупна инфраструктура је урађена савршено, са обавештајним центрима и јавним телефонским говорницама, неколико великих ресторана и санитарних објеката, не само у халама већ и на отвореном простору.

На сајму су организовани информациони бирои појединих земаља из Европе, Азије, Африке и Аустралије. Занимљиво је истаћи да је на "Бауми" Југославију представљала загревачка "Озеха". Ради бољег сналажења посетилаца штампан је каталог на три језика (немачки, енглески и француски) који је садржао све основне податке о овој изложби.

1.1. Број земаља које су узеле учешће на изложби

На изложби је заступљена 31 земља и то:

- Аустралија, представљена са три фирме, Белгија (14 излагача), Бразил (1 излагач), Немачка (1013 излагача), Кина (1 излагач), Данска (17 излагача), Финска (16 излагача), Француска (66 излагача), Гренланд (1 излагач), Вел. Британија (88 излагача), Ирска (2 излагача), Израел (1 излагач), Италија (190 излагача), Јапан (19 излагача), Канада (5 излагача), Кореја (3 излагача), Лихтенштајн (1 излагач), Луксембург (2 излагача), Малезија (1 излагач), Холандија (51 излагач), Норвешка (3 излагача), Пољска (2 излагача), Аустрија (48 излагача), Шведска (30 излагача), Швајцарска (43 излагача), Словенија (1 излагач), Шпанија (25 излагача), Чешко-словачка (7 излагача), Турска (1 излагач), Мађарска (3 излагача), УСА (62 излагача).

Укупно 1714 излагача из 31 земље, од тога само из Немачке укупно 1013 или, у процентима, 58%.

1.2. Специјалне манифестације за време

Изложбе – симпозијуми

За време изложбе организована су четири симпозијума, уз излагање материјала приказаних у посебним рефератима публикованим и стављеним на располагање учесницима.

Симпозијум: Техника префабрикације елемената од бетона, опреме, инсталације, системи.

На симпозијуму је приказано једанаест реферата, а припремили су их универзитетски професори и експерти појединих фирми које се баве овом проблематиком.

Обрађене су следеће теме:

- Тржиште бетона у Европи
- Индустријализација и грађење од префабрикованих елемената
- Техника ЦАО/ФАО за производњу елемената од бетона
- Једна нова генерација префабрикованих елемената
- Нова техника за производњу бетонских цеви и ревизионих шахтова
- Ефекти збијања и аутоматизација при производњи бетонских блокова
- Методе за обраду оплате и сабијање малих бетонских елемената
- Аутоматске фабрике за производњу бетонске конструкције
- Префабрикација разних панела са аутоматском опремом.

1.2.2. Симпозијум: "Техника и технологија у путоградњи".

На Симпозијуму су реферати сврстани у четири области:

- Техника збијања у модерној путоградњи;
- Рециклажа у техници грађења путева;
- Бетонске конструкције – данашњи материјали и методе разастирања бетона у коловозу;
- Специјалне конструкције, методе и материјали.
- У оквиру прве области обрађени су реферати:
 - Побољшање технике разастирања топлих асфалтних мешавина;
 - Развој технике сабијања и контрола збијености;
 - Истраживања на плану мерења ефекта збијености уз примену вибрационих плоча.
- У оквиру друге области обрађени су реферати:
 - Савремена техника примењена при ресиклирању асфалта;
 - Коришћење ресиклираног асфалтног материјала;
 - Израда подлоге уз примену ресиклираног асфалтног материјала;
 - Модерне методе примењене при рехабилитацији путева;
 - Обнова и реконструкција комуналних путева;
 - Рециклажа асфалтних слојева применом тоглог поступка са поновним уграђивањем.
- У трећој области обрађене су теме:
 - Примена финишера са клизајућом оплатом на аутопуту Е9, деоница Сахапу – Анхалт;
 - Грађење маневарских површина на аеродрому Минхен "2";
 - Искуство са набијањем бетона ваљком (RCC) при грађењу бетонских површина једне индустријске зоне;

– Разастирање специјалног бетона (paver compacted Concrete P.CC) са путним финишером.

• У четвртој области области обрађене су следеће теме:

- Примена микроасфалта за хабајући слој;
- Примена специјалних хемијских материјала за грађење путева.

1.2.3. Симпозијум о грађењу тунела малих и средњих пресека.

1.2.4. Симпозијум о грађењу тунела великих пресека.

Оба симпозијума су врло интересантни а нарочито механоопрема за механизовано грађење, али у овом чланку неће бити посебног говора о овим технологијама и машинама, већ ће ова проблематика бити обрађена у посебним чланцима.

2. ПРИКАЗ ПРОГРАМА ФИРМИ ЗА ПРОИЗВОДЊУ СРЕДСТАВА ЗА ЗБИЈАЊЕ ПУТНО-ГРАЂЕВИНСКОГ МАТЕРИЈАЛА (ВАЉЦИ РАЗНИХ ТИПОВА И ТЕЖИНА)

Мада је на изложби било више излагача који производе средства за збијање међу којима и "Caterpillar" из Америке, ипак су доминирале три светске фирме и то: "Dynapac" из Шведске, "Bomag" из Немачке и "Ingelson Rand – ABG" – из Британије и Немачке.

2.1. Производни програм фирме "Dynapac" из Шведске

Писац ових редова прати више година развој ове фирме преко стручних чланака и њихових проспеката. Чак је 1980. године посетио њихове фабрике у Шведској и Америци. Упоредјујући њихов стари програм са овим који су изложили на "Бауми 92" може се констатовати да је то скоро потпуно нов производни програм, са три основна правца развоја и то:

- тешка вибрациона средства;
- лака вибрациона средства;
- средства за збијање бетона (вibrатори, перивибратори, вибрационе даске;
- финишери за асфалт.

Због ограниченог простора изостаје детаљнији приказ развоја различитих оруђа за збијање земљаних материјала и независних зрнастих материјала асфалтних и бетонских мешавина, ове фирме као и фирме "Bomag", "Ingelsol – Rand – ABG" и других, али је аутор вољан да свим заинтересованим пружи детаљније информације о комплетним програмима као и детаљније податке о врстама и карактеристикама произведених оруђа.

У табелама 1 и 2 приказана су, примера ради, лака оруђа за земљане радове и за асфалтне радове као и њихови учинци при збијању, из производног програма фирме Bomag. Табеле су интересантне за наше колеге јер дају податке који се уз извесну обавиност могу користити за оријентацију при раду и избору машина.

3. ПРИКАЗ ПРОИЗВОДЊЕ ФИНИШЕРА СА КЛИЗАЈУЋОМ ОПЛАТОМ

Данас је готово престало са уграђивањем бетона у коловозну конструкцију на класичан начин, тј. помоћу "бетонског воза" уз употребу шалунг шина

као оплате. Углавном се користе финишери са кли-
зајућом оплатом који су економичнији јер захтевају
мање учешће радне снаге.

Фирме које су до сада производиле ове финише-
ре биле су углавном из САД и то: "СМА", "Günter Ci-

merman" и "GOMAGO". По лиценци Günter Cimer-
man у Европи је фирма "SGMC" из Белгије произво-
дила ове финишере до 1987. године, када је
комплетан њихов програм купила фирма "Wirtgen"
из Немачке.

Табела I – Лага вибрациона оруђа за земљане радове

	Тип машине	Тежина кН	Капацитет збијања, м³/час				Дебљина слоја за збијање, м¹			
			Стена	Шљунко- вит песак	Мешани матери- јали	Прашина и глина	Стена	Шљунак и песак	Мешани матери- јали	Прашина и глина
I	BT 58	58		8–12	7–10	6–8		0.35	0.30	0.29
	BT 68	68		11–16	10–14	8–12		0.40	0.35	0.30
II	BP 10/36	63		11–16	11–16	–		0.20	0.20	–
	BP 15/45	91		14–20	14–20	–		0.20	0.20	–
	BP 15/15D	113		14–20	14–20	–		0.23	0.20	–
	BP 20/48	132		15–24	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	BP 20/60	144		16–25	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	BP 20/48	163		16–25	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	BP 20/60D	175		17–26	14–21	9–13		0.30	0.25	0.15
	BP 23/48	137		15–24	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	BP 23/60	149		16–25	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	BP 23/48D	168		17–26	14–25	9–13		0.30	0.25	0.15
	BP 23/60D	180		17–26	14–21	9–13		0.30	0.25	0.15
	BP.R. 25/3	119		14–22	12–18	7–11		0.30	0.25	0.25
III	25/40	123		15–24	13–20	8–12		0.30	0.25	0.15
	20/38	175		17–26	14–21	9–13		0.30	0.26	0.15
	30/38D	195		17–26	14–21	9–13		0.30	0.25	0.15
	50/55D	395		36–54	26–40	18–27		0.40	0.30	0.20
	75/60D	610		65–95	50–65	35–50		0.45	0.35	0.25
IV	BW 55E	159		15–23	15–23	–		0.20	0.20	
	71E	466		35–55	35–59	21–32		0.25	0.25	0.15
V	BW 62H	592		29–42	28–42	15–22		0.20	0.20	0.10
	65H	709		30–45	30–45	15–22		0.20	0.20	0.10
	60S	840		35–50	35–55	17–25		0.25	0.25	0.15
	65S	600		30–45	30–45	15–22		0.20	0.20	0.10
	75S	928		40–55	40–53	20–35		0.20	0.25	0.15
	90S	1300		55–80	55–80	35–55		0.30	0.30	0.20
	75AR	1240		50–85	55–85	40–60		0.30	0.30	0.20
VI	BW 35	0.476		13–19	13–19	7–10		0.20	0.20	0.10
	35W	0.496		13–19	13–19	7–10		0.25	0.20	0.10
	650T/TR/	1.260		43–60	43–60	23–32		0.35	0.35	0.30
	850T/TR/	1.310		40–65	40–65	25–35		0.35	0.35	0.30
	1050T/TR/	1.370		45–70	45–70	30–40		0.30	0.30	0.25
VII	BW 75ADL	1.30		50–100	40–80	30–60		0.20	0.20	0.15
	80AD	1.40		52–110	42–85	33–65		0.25	0.20	0.15
	80ADH	1.60		60–120	45–90	35–70		0.28	0.22	0.15
	90AD	1.50		60–120	45–90	35–70		0.25	0.20	0.15
	100 ADM	1.60		70–140	50–100	36–70		0.25	0.20	0.15
	100 AD2	2.30		75–145	55–105	38–73		0.32	0.22	0.15
	120 AD2	2.60		85–170	65–125	43–85		0.32	0.22	0.15
VIII	BW 100 AC2	2.10		65–130	55–105	38–73		0.25	0.20	0.15
	120AC2	2.30		75–160	65–125	43–85		0.25	0.20	0.15
IX	BW 124D	2.50		85–170	65–125	43–85		0.30	0.22	0.10
	124PD	2.60			65–125	43–85			0.22	0.15

Табела 2 – Лака вибрациона оруђа за збијање асфалтних слојева

	Тип машине		Тежина КН	Учинак, м ² /х			Учинак, т/х		
				при дебљини слоја, цм			при дебљини слоја, цм		
				2-4	6-8	10-14	2-4	6-8	10-14
I	В.Т.	58	58	–	25-30	25-30	–	4-5	7-9
		68	68	–	30-35	30-35	–	5-6	8-10
II	В.Р.	10/36	63	70-85	60-65	–	4-8	9-12	–
		15/45	91	90-105	70-80	–	5-10	11-15	–
		15/45D	113	90-105	70-80	–	5-10	11-15	–
		20/48	132	90-105	70-89	–	5-10	22-16	–
		20/60	144	100-110	75-90	75-85	6-13	13-18	22-27
		20/48D	163	95-115	75-90	75-85	7-14	14-19	23-28
		20/60D	175	100-110	75-90	75-85	7-14	14-19	23-28
		23/48D	168	95-120	75-95	75-85	7-16	14-20	23-28
III	В.Р.Р.	25/32	119	90-105	70-85	65-80	5-11	12-16	20-25
		25/40	123	19-105	70-85	70-80	5-11	12-16	20-25
		30/38	175	–	75-95	75-85	–	14-20	23-28
		30/38D	195	–	75-95	75-85	–	14-20	23-28
		50/55D	395	–	–	–	–	–	27-35
		75/60D	610	–	–	–	–	–	–
IV	BW	55E	159	80-85	40-50	–	4-8	6-10	–
		71E	466	100-160	75-100	75-100	8-15	12-20	20-35
V	BW	62H	592	210-225	140-150	140-150	11-21	21-28	35-45
		65H	709	160-170	160-170	160-170	12-23	23-31	39-55
		60S	840	260-270	170-180	170-180	13-24	24-32	42-58
		65S	600	240-250	160-170	160-170	12-23	23-31	39-55
		75S	928	270-290	180-190	185-190	14-26	26-31	45-63
		90S	1300	320-350	215-229	225-230	17-31	31-43	54-76
		75P.D	1240	320-350	215-225	225-230	17-31	31-43	54-76
VI	BW	35	476	110-125	75-120	75-80	–	–	–
		35W	496	110-125	75-120	75-80	6.11	11-23	19-26
		650T/TR	1260	–	–	–			
		850T/TR	1310	–	–	–			
		1050/TR	1370	–	–	–			
VII	BW	75A.D.L.	1300	205-310	150-160	100-135	10-20	20-30	25-49
		80A.D.	1400	230-350	165-175	130-180	10-22	22-32	32-55
		80ADH	1600	235-360	175-190	145-210	10-24	24-33	33-60
		90AD	1500	250-375	180-190	165-220	10-25	25-35	40-70
		100ADM	1600	260-480	200-240	200-240	10-30	30-45	45-85
		100AD2	2300	330-650	240-350	240-350	16.48	37-65	58-110
		120AD2	2600	390-760	390-760	280-390	280-390	23-55	45.80
VIII	BW	100AC2	2100	330-650	240-350	240-350	16-48	37-65	58-110
		120AC2	2300	390-730	280-390	280-390	23-55	45-80	70-125
IX		124D	2500	–	–	–	–	–	–
		124P.D.	2600	–	–	–	–	–	–

3.1. Производни програм фирме "Gomaco"

"Gomaco" програм садржи једанаест различитих типова финишера са максималном ширином од 15,2 м и дебљином разастирања – и збијања бетона до 48,3 цм. Ти типови су:

– Г.П. 5000, са две гусенице за кретање. Ширине разастирања и збијања су од 6,7 до 15,2 м¹, а дебљина наношења – и збијања износи 48,3 цм;

– Г.П. 5000, са четири гусенице за кретање. Дебљина наношења и збијања бетона у коловозу износи 59,9 цм;

– Г.П. 3500, са две гусенице за кретање. Ширина разастирања је 12,8 м¹ а дебљина збијања 48,3 цм;

– Г.П. 3500, са четири гусенице за кретање и дебљином разастирања и збијања 50 цм;

– Г.П. 3000, са две гусенице за кретање. Ширина разастирања 3,6 до 11 м¹, а дебљина разастирања и збијања 48,3 цм;

– Г.П. 3000, са четири гусенице, ширина разастирања 3,6 до 11,6 м¹, а дебљина разастирања и збијања до 48,3 цм.

– Г.П. 2500, са две гусенице, ширина разастирања 4,1 до 9,7 м¹, дебљина разастирања и збијања до 35,6 цм.

– Г.П. 2000, са две гусенице; ширине разастирања 3,6; 4,9 и 7,6 м¹, а дебљина разастирања и збијања до 35,6 цм;

– Г.П. 1500, са две гусенице; ширине разастирања 3 до 4,0 м¹ а дебљине разастирања и збијања 35,6 цм;

– Ц-650 С и Ц-650 Ф са оруђа за фино профилисање ширине 3,6 до 17,1 м¹.

Поред наведених типова финишера са клизајућом оплатом, фирма "Gomaco" производи и тримере за разастирање материјала у тампонски слој и за фино обраду постелице. Ознаке ових машина је: 9500, са радним ширинама: 3,8; 4,5 и 5,1 м¹ и 8500Б, са ширинама 3,2; 3,8 и 4,5 м¹.

– Разастирач РС68 за разне материјале укључујући и бетон радне ширине од 3,6 до 11,6 м¹.

– Разастирач РС 30 радне ширине 3,3 до 7,6 м¹ и дебљине уграђивања до 30,5 цм

– Уређаји Т/Ц 600 и Т/Ц 4008 за наношење средстава за заштиту (кјуринга) и формирање текстуре површине радне ширине 7,3 до 17,1 м¹.

"Gomaco" производи и специјалне финишере са клизајућом оплатом за извођење ограда (баријера), ивичњака, ригола и трапезастих канала. То су следећи типови машина: Commander III; СТ 3300, Commander II; ТГ 6000 и Commander IV и GP – 3000 канал тример за бетонирање трапезастих канала.

– Фабрика производи, такође, специјалну опрему за облагање бетоном канала великих пресека као и специјалну опрему за разбијање старог бетона.

3.2. Производни програм фирме "Wirtgen"

Као што је већ раније наглашено фирму SGMC из Белгије купио је "Wirtgen" и данас производи финишере са клизајућом оплатом следећих типова и карактеристика (табела 3).

Поред приказаних типова, фабрика производи још и један специјални тип финишера (SP 500) који су у стању да уграђују бетон у профиле различитих дебљина, а производе се на три или четири ослоња, са радним карактеристикама означеним у табели 4.

Завршавајући излагање о финишерима са клизајућом оплатом потребно је истаћи: да обе фабрике, америчка и немачка, у зависности од пројектног решења објекта пројектују и допројектују све потребне уређаје на основни тип машине коју купац одабере.

4. ЗАКЉУЧАК

Упоређујући светски развој механоопреме за грађење и одржавање путева гледан кроз "Баума 92" и механоопрему са којом располаже наша специјализована предузећа може се закључити следеће:

- Да располажемо са откопним машинама, булдозерима и багерима, али углавном машинама набављеним пре десетак година које више нису економичне, јер произвођачи данас испоручују тржишту економичније производе. Поготово су им кабине за рукавце знатно удобније.

Табела 3 – Финишери Wirtgen" са клизајућом оплатом за коловозе

Техничке карактеристике	Типови финишера		
	Мали 750	Средњи 900	Велики 1600
Највећа ширина разастирања, m	7,5	9,0	16,0
Највећа дебљина разастирања, m	0,45	0,50	0,60
Тежина финишера, t	10–32	15–38	32–65
Снага мотора, KW	80	115	200
Број ослоњаца	4	4	4

Табела 4 – Финишери Wirtgen" са клизајућом оплатом за профилисање елементе

Техничке карактеристике	Типови финишера СП 550:	
	са три ослоњаца	са четири ослоњаца
Највећа ширина разастирања, m	3,75	5,00
Највећа дебљина разастирања, m	0,30	0,30
Највећа висина разастирања, m	1,90	1,90
Снага мотора, KW	120	120
Тежина финишера, t	12–16	13–20

- Да и данас тампонски слој разастиремо на класичан начин, без употребе "Тримера", што се у свету готово више не ради.

- Да су произвођачи средстава за збијање произвели потпуно нову генерацију ваљака и вибрационих плоча, савршенијих и економичнијих.

- Да се производе и примењују савремени финишери за уграђивање бетона у коловозну конструкцију, тз. "финишери са клизајућом оплатом". Ми не располажемо ни са класичним финишерима, изузет ГП "Планум", а о савременим и да се не говори.

- Да смо последњих година набавили опрему за рециклирање асфалтних застора и мешавина, али малог капацитета и то се углавном рециклира по хладном поступку а рециклирани материјал се одбацује и не користи рационално, што је у свету незамисливо.

- Да су конструисана оруђа за топло рециклирање и којим се, уз додатак новог материјала и потпуно коришћење старог, обнавља коловозни застор. У Југославији се, наравно, не располаже са оваквом опремом.

- Произвођачи опреме произвели специјалне дистрибутере за прскање битумена односно било ког везивног средства од прерађеног битумена, велике прецизности што омогућава извођење површинских обрада високог квалитета. Ми и данас имамо старе дистрибутере.

- Да се производе асфалтне базе са специјалним филтрима који обезбеђују заштиту околине.

Општи би закључак био да, без обзира што у овом моменту располажемо релативно задовољавајућом механоопремом за грађење путева, треба студирати нову опрему и купити је брзо да би градили економичније и квалитетније.

Нови лаки уређај са падајућим теретом, за испитивање и контролу земљаних радова

Проф. Јован Шутић, дипл. инж. грађ.

Стручни рад
УДК: 624.131.385.005

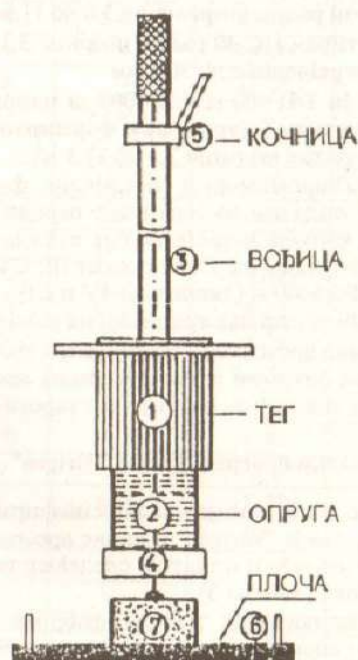
РЕЗИМЕ

Приказан уређај служи за брзо и довољно прецизно испитивање и контролу земљаних радова, нарочито код изградње саобраћајница. Припада групи динамичких опита, за разлику од уобичајених статистичких опита. Испитивањем тла се преко кружне круте плоче, саопштава ударом терета који пада са одређене висине, динамички импулс који се преноси на испитивано тло. Електронским путем се мери слегање и срачунава динамички модул деформације (E_{din}). Пошто је у пракси уведен сличан статички опит, којим се одређују статички модул деформације (E_{v1} за прво, у E_{v2} за друго статичко оптерећење), могуће је експериментално утврдити однос између статичког и динамичког модула деформације. Тај однос зависи од врсте тла и креће се од 1,7 до 3,0, а за невезана тла практично износи 2.

Тражећи брзи, једноставан, ефикасан и довољно прецизан метод и уређај за испитивање и контролу земљаних радова, нарочито при изградњи саобраћајница, од 1980. године до данас, створени су и усавршавани бројни уређаји на принципу удара падајућим теретом. Овим уређајима се превасходно одређује динамички модул еластичности E_{din} показатељ којим ће се дефинисати носивост и збијеност невезаних и везаних тла, односно механички побољшаних и кречом стабилизираних тла. У решавању ових проблема најдаље се данас отишло са уређајем који је конструисало и произвело предузеће ZORN из Немачке израдивши лаки уређај са падајућим теретом под ознаком "ZEG 01".

Принцип рада уређајем "ZEG 01" састоји се у томе што тег од 0,1 kN падајући низ централну вођицу, преко опруга и сензора за мерење слегања (дефлексије), удара на круту кружну плочу пречника 300 mm и дебљине 20 mm, која лежи на тлу које се испитује (слика 1).

Максимална ударна сила F_s износи 7,07 kN, а време трајања удара t_s , око 18 msec. Под деловањем удара настаје убрзање круте кружне плоче, које се региструје помоћу сензора уграђених изнад плоче. Овај мерни сигнал се преноси преко кабла у издво-



Слика 1

јену кутију у којој је смештен електронски рачунар, који ће двоструком интеграцијом директно давати вредност амплитуде слегања (s), односно динамички модул деформације E_{din} (слика 2).

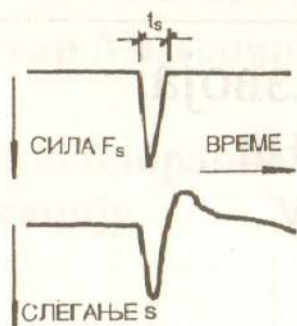
Нормални напон (σ) испод центра плоче износи:

$$\sigma = 0,1 \text{ MN/m}^2$$

Динамички модул деформације се срачунава по обраслу $E_{din} = \frac{1,5 \cdot T \cdot \sigma}{s}$ како је $r = 0,15 \text{ m}$, $\sigma = 0,1 \text{ MN/m}^2$, добија се $E = \frac{22,5}{s}$; (s = слегање у средини плоче).

Рачунар на екрану даје аутоматски вредност динамичког модула, а може се и графички приказати.

Ако се наведени поступак упореди са познатим опитом за одређивање статичког модула деформације (E_{v1} и E_{v2} за прво и друго оптерећење по расте-рећењу) опитом оптерећења кружном плочом (DIN



Слика 2

18134), онда се могу уочити следеће предности приказаног уређаја:

Уређај је знатно лакши и погоднији за пренос. Захтева минимални простор за извршење опита. Може се користити и за испитивање на колосеку железничких пруга, у уским рововима за цевоводе, и темељима за фундирање машина. Не захтева гломазан контратерет (најчешће тешко возило). Кратко време за опит и резултат опита (свега око 3 мин). Може се користити и за крупнозрна тела и њихове мешавине са највећим зрном до 63 mm. Може испитивати слој дебљине до 60 cm (двострука величина пречника плоче).

Напоменули смо да се овај уређај користи за контролу збијености земљаних радова. Приказани поступак испитивања припада групи поступака код којих се збијеност контролише преко модула деформације. Поступци из ове групе користе се у многим земљама па и код нас. При томе се и за путеве и за железничке пруге прописују захтеване вредности статичких модула деформације, и то Ev_2 и однос Ev_2/Ev_1 ,

за поједине делове доњег строја. Приказани поступак припада истој групи, само је динамичке природе. Зато је потребно изнаћи корелативну везу између њих. Та веза је одређена експериментално, и зависи од врсте тла. За невезана тла може се узети да је $Ev_2/E_{din} = 2$. Иначе се креће од 1,7 до 3,0. Прихватањем корелативне везе, описани уређај се може користити за контролу збијености, задржавајући критеријуме који важе за већ уведене статичке опите. У том смислу су немачки прописи TP BF StB deo B 8.3 (допуна техничких прописа и упутстава за земљане радове код путеве ZTVE-StB 76).

Коришћење описаног уређаја за контролу збијености, само је један део могућности коришћења резултата опита са овим уређајем. Њиме се стварно добија један веома значајан параметар, динамички модул деформације тла, који је неопходан, у свим динамичким анализама за све објекте изложене динамичком цикличком оптерећењу. Без овог параметра не могу се код цикличног оптерећења, какво је саобраћајно оптерећење, анализирати појаве замора, и последице у вези са њим. Такве се анализе данас морају обављати за доњи и горњи строј саобраћајница (путева и железничких пруга). Исто тако, код фундирања машина и других објеката изложених динамичком оптерећењу, динамички модул деформација тла је неопходан параметар.

С обзиром да нам престоје значајни радови на изградњи саобраћајница, посебно аутопутева и брзих пруга, при њиховом пројектовању и изградњи, посебно контроли извршених земљаних радова, као и при доношењу савремених техничких прописа и упутстава у вези са овим радовима, коришћење описаног уређаја може бити од велике користи.

45 ГОДИНА

ГП "ПЛАНУМ" ДД на изградњи у Југославији и иностранству:

- Цивилних и војних аеродрома
- Војних ваздухопловних база
- Свих категорија путева са флексибилним и крутим коловозом
 - Путних, железничких и хидротехничких тунела
 - Тунела методом потискивања цеви
- Великих подземних хала, резервоара, метроа и шахтова
 - Железничких пруга
- Бетонских, земљаних и брана од каменог набачаја
- Градске инфраструктуре (улице, канализација, водовод и др.)



БЕОГРАД – ЗЕМУН, Ул. 22. октобар број 15, П.Ф. 59

Телефон: 108-618, Телеграм: "Планум" Земун, Телекс: 11136, Телефакс: 196-903

Информација о програму развоја подручја Голије са освртом на саобраћајну инфраструктуру

Бранислав Пунишић, дипл. маш. инж.

1. Држава Србија је због привредног заостајања подручја Голије, иначе веома богатог природним ресурсима (шуме, пољопривреда, воде), еколошки незагађеног и за развој туризма веома погодног подручја с једне стране, и због изразитог демографског пражњења подручја с друге стране, ставила ово подручје у први приоритет развоја у наредном периоду.

С тим у вези, Економски институт из Београда је у другој половини 1992. године израдио Програм развоја подручја Голије. Председник владе Србије Радоман Божовић је приликом обиласком Голије новембра 1992. године промовисао предметни програм развоја.

Програмом развоја подручја Голије је веома успешно обрађена проблематика развоја, али као и у сваком послу и овде се могу многе ствари додати а за многа предложена решења могућа су и повољнија.

2. Као територија подручја Голије узети су у обзир делови територија општина Ивањице, Рашке, Новог Пазара, Краљева и Сјенице, мада је напоменуто да се у ову територију морају укључити и подручја Сјеничко-Пештерске висоравни, а то значи и територија општине Тутин.

3. У глави III, *Тежишта програмско-развојне оријентације*, третиране су привреда, привредна и комунална инфраструктура, организација и коришћење простора. За одређене области планирана су и инвестициона средства изражена у немачким маркама (ДМ) као: 200.000.000 за туризам, 7.000.000 за пољопривреду, 28.000.000 за шумарство, 1.000.000 за прераду дрвета, 7.000.000 за малу привреду, 432.000.000 за водопривреду, 25.000.000 за енергетику, што износи укупно 700.000.000 ДЕМ.

Ако се овим средствима додају и потребна средства за планиране инфраструктурне објекте, тј. за путеве, за ППТ саобраћај, за комуналну инфраструктуру, за друштвене делатности, за организацију и коришћење простора и за унапређење животне средине, онда је сасвим јасно да се ради о великом и озбиљном инвестиционом подухвату на нивоу државе Србије.

4. Програмом се предвиђају центри и објекти за развој туризма:

4.1. Одвраћеница – Честа Врела – Шереметовица, за развој зимских спортова;

4.2. Беле воде – Голијска Река (Средња Река), за развој спортско-рекреативног, здравственог и излетничког туризма;

4.3. Рудно – Бисер Воде – Кути, за развој здравственог, омаљинског, ловног, сеоског и излетничког туризма;

4.4. Придворица – Девини – Остатија, за развој сеоског и излетничког туризма.

5. Програмом развоја је наглашено да је главни узрок привредног заостајања подручја Голије недовољно изграђена привредна инфраструктура (путеви, водопривреда, ППТ-капацитети, енергетика), па је сасвим логично да су обрађивачи програма предвидели изградњу бројних саобраћајница, ППТ-веза и водопривредних и електро-енергетских објеката.

Код путева обрађивачи програма су предвидели реконструкције и модернизације постојећих путева као и доградњу неких путних праваца ради повезивања третираног подручја са ближим (општинским) и даљим (регионалним) центрима, као и ради међусобног повезивања насеља и туристичких центара. Ради се о магистралним путевима: М 21/1 (Пожега – долина Моравице – Пештер – долина Лима – Берање), М 22 (Краљево – Рашка – Косовска Митровица) и М 8 (Рашка – Нови Пазар – Сјеница), затим о регионалним путевима: Ивањица – Бук – Придворица – Студеница – Ушће, Куманица – Беле Воде – Голијска Река – Дуга Полана, као и о већем броју локалних путева од којих ваља поменути и: пут Придворица – Остатија – Одвраћеница – Дежева – Нови Пазар за повезивање сливних подручја Студеница и Дежевска река, пут Куманица – Глеђица – Средња Река – Дајићи – Девини – Рудно – Градац – Брвеник (за ревитализацију подголијских села) и пут Штавал – Ступска Чесма – Јанков Камен – Одвраћеница – Честа Врела – Шереметовица – Бисер Воде – Рудно (као пут зимских спортова). Поред наведених локалних путева предвиђени су и други локални путеви за међусобно повезивање насеља и нових туристичких центара на третираном подручју.

Ради образложења оправданости грађења наведених путева као и ради утврђивања приоритета за грађење, неопходно би било урадити одговарајућу саобраћајно-економску студију подручја Голије.

6. У поглављу *Водопривреда* предвиђа се изградња великог броја хидроакмулација и других водопривредних објеката. Навешћемо неке од њих:

- Хидроенергетски и водоводни систем Моравица – Нашиња;

- Хидроенергетски и водоводни систем "Студеница";

- Хидроакмулације на Људској, Дежевској и Брвеничкој реци;

- Већи број водовода и система за пречишћавање отпадних вода без ближег одређивања њихових локација.

Учеће водопривредних објеката у потребним инвестиционим средствима чини велики процент укупних инвестиционих средстава планираних за развој подручја Голије, па је ради образлагања неопходности изградње и ради одређивања приоритета за грађење, пре пројектовања објеката неопходна израда одговарајуће Водопривредне основе подручја Голије.

7. У одговарајућим поглављима Програма развоја Голије планирана је и изградња ППТ-капацитета, далеководна, трафостаница, ниско-напонске разводне мреже, комуналне инфраструктуре, као и објеката друштвених делатности потребних за укупан свеобухватан развој третираног подручја.

8. Програм развоја подручја Голије је такође нагласио потребу да држава Србија посредством одговарајућих институционалних решења и финансијских фондова буде организатор и финансијер реализације овог програма.

Пожељимо му онда пуно успеха у реализацији на добробит и државе Србије и житеља подголијских насеља.

Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ.

Успешно одбранио докторску дисертацију



Мр ПЕТАР МИТРОВИЋ, рођен је 1935. године у Прокупљу. Основну и средњу школу завршио је 1954. године у Крагујевцу. Исте године се уписао на Грађевински факултет у Београду, а дипломирао је 1961. године.

По завршеним студијама запослио се у Институт за путеве где од 1961. до 1963. год. ради на грађењу аутопута, на деоницама Лесковац-Куманово и Београд-Осицаоница, а 1964 до 1965. године ради на изградњи Ђердапског пута на делу Неготин-Кладово-Текија.

Од 1966. до 1969. руководи Заводом за бетон у Институту за путеве. Од 1970 до 1973. поново прелази на грађење и то на континенталном делу Јадранског пута од Рожаја до Приштине. Године 1974. постаје шеф Завода за геотехнику у Институту, 1978. – директор Завода за истраживања и испитивања, 1987. године технички директор, а 1991. директор научних истраживања у Институту за путеве, на којој се дужности налази и данас.

У времену од 1986. до 1987. године, као шеф мисије Уједињених нација, ради на изградњи путева у Буркина Фасо у Африци.

У току тридесетогодишњег рада, радио је на пословима пројектовања, грађења и надзора на грађењу путева и објеката, у готово свим теренима и условима, од лаких до најтежих. Пројектовао је више од 250 санација терена и објеката. Бавећи се истраживачким радом објавио је више од 30 истраживачких и стручних радова у земљи и иностранству. Обавио је у више наврата специјализацију у Француској у трајању од два до десет месеци.

Последипломске магистарске студије уписао је 1976. године, на смеру за геотехнику Рударско-геолошког факултета у Београду, и успешно их завршио 1979. године, одбраном магистарског рада на тему: "Анализа

примене потпорних конструкција код санирања нестабилних терена".

Докторска дисертација: "Интеракција објекта и терена као фактор рационализације потпорних конструкција", пријавио је 1989. године на Катедри за Геотехнику Рударско-геолошког факултета у Београду, успешно је одбранио јуна 1992. године и тиме крунисао свој дугогодишњи самопрегоран рад на научном, истраживачком и стручном инжењерском раду. Дугогодишњим радом у Институту за путеве на истраживачким али и практичним инжењерским проблемима везаним за пројектовање и грађење путева, и посебно вештачким објектима на њима, др Петар Митровић је развијао две готово неодвојиве компоненте Грађевинарства као техничке науке, тј. размишљање (логику) и вештину (искуство). За размишљање је користио урођену радозналост, а за вештину стечено искуство. У докторској дисертацији је показао да поседује обе особине.

Дисертација обухвата 318 страна куцаног текста са 270 цртежа и скица. Поред овог основног текста дата су и два Прилога са прорачунима напона и деформација у тлу и потпорној конструкцији, методом коначних елемената и прорачуна оптимизације 11 типова потпорних конструкција.

Проблематика постављена у дисертацији је решавана сукцесивном применом следећих метода:

- савременом нумеричком напонско-деформацијском анализом, применом методе коначних елемената;
- експерименталном методом на физичком моделу у малој размери и
- оптимизацијом карактеристичних типова потпорних конструкција.

У дисертацији се посебно анализира интеракција потпорне грађевине и терена што је новина у односу на досадашње анализе ових објеката.

Готово 18 векова потпорне конструкције су се супротстављале при-

тиску тла својом тежином. Зато су значајно заостајале у свом развоју, а посебно у односу на развој мостовских конструкција и оних, које се примењују у високоградњи. Уводећи у своје анализе у дисертацији ову интеракцију, др Петар Митровић напушта гравитационе потпорне конструкције и адекватним њиховим обликовањем, знатан део активних сила притиска тла преноси интеракцијом на терен, и његова отпорна својства.

Анализирајући 11 типова потпорних конструкција, висине од 2 до 10 м, континуалних гравитационих, континуалних полугравитационих, континуалних негравитационих и дисконтинуалних, уводећи појам коефицијента повећања димензија, уз задовољавање услова стабилности на транслаторно и ротационо померање и искоришћење напона у карактеристичним пресецима тла и конструкције, закључује да су најповољнији континуални полугравитациони и негравитациони типови. Ово важи готово за све поменуте висине потпорних конструкција, али се табелама датим у дисертацији, могу лако наћи и оптимални облици, за одређене висине.

Ово ће имати велики практични значај и биће помоћ пројектантима и грађитељима потпорних конструкција, које се веома много граде, нарочито на саобраћајницама, јер ће им не само олакшати рад, већ ће и омогућити да се рационалним и економичним пројектима, остваре значајне уштеде инвестиција.

У целини узето, у дисертацији колеге Петра Митровића долази до изражаја његова способност да сједињује теорију и искуство, како су то одувек чинили прави прегаси који су унапређивали грађевинарство, недељив спој, науке и вештине.

Проф. Јован Шутин, дипл. инж. грађ.

Мр Дејан Гавран, дипл. грађ. инж.

Успешно одбранио магистарску тезу



Мр Дејан Гавран је рођен 1961. године у Београду, где је завршио основну школу (1976.), гимназију (1980.) и Грађевински факултет Универзитета у Београду – Одсек за путеве и железнице (1986.).

Као студент, добио је награду за научноистраживачки рад студената Грађевинског факултета, а по завршетку студија награђен је од Универзитета за општи успех на студијама. Дипломски рад кандидата Д. Гаврана под насловом "Визуелизација трасе пута применом микрорачунара" награђен је Октобарском наградом града Београда за стручне и научне радове студената за 1986. годину.

Последипломске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду завршио је одбраном магистарске тезе под насловом "РАЗВОЈ ИНТЕРАКТИВНОГ ГРАФИЧКОГ СИСТЕМА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ МАНЕВАРСКИХ ПОВРШИНА И ПЛАТФОРМИ АЕРОДРОМА", 24.04.1992.

године и тиме стекао звање магистра техничких наука.

Основно поље истраживачке и стручне активности мр Д. Гаврана је развој и примена савремених поступака планирања и пројектовања путева, градских саобраћајница и аеродрома заснованих на CAD (Computer Aided Design) технологији, из које области је публиковао и веома запажене радове. Мр Д. Гавран је асистент на Катедри за путеве и аеродроме Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

Магистарска теза "Развој интерактивног графичког система за пројектовање маневарских површина и платформи аеродрома" посвећена је проблематични пројектовања аеродрома применом савремене CAD технологије и у њој су дошле до изражаја креативне особине и таленат кандидата у решавању сложених проблема методологије и технологије пројектовања аеродрома.

У овом раду кандидат је за једнозначно дефинисану методологију процеса пројектовања аеродрома самостално развио програмски систем за интерактивно пројектовање маневарских површина и платформи аеродрома у AutoCAD околини применом програмског језика AutoLISP. Програмски систем је тако формулисан да омогућава у потпуности интерактиван рад који је усаглашен са корацима у пројектовању и захтевима технологије према међународним стандардима и нормативима.

Рад представља заокружено истраживање са могућношћу директне примене у пракси.

Синтезни приказ магистарског рада мр Д. Гаврана, дипл. грађ. инж. публикован је у овом броју часописа "Пут и саобраћај". 1-4, 1992. год.

Проф. др Војо Анђус, дипл. грађ. инж.

"Нова оцена улоге и значаја вештачких објеката у савременом пројектовању будућих аутопутева у Србији"

САВЕТОВАЊА КОНГРЕСИ

• На дан 19. новембра 1992. године, у Београду је одржано Саветовање посвећено новој оцени улоге и значаја вештачких објеката у савременом пројектовању будућих аутопутева у Србији, које су организовали и припремили Друштво за путеве Србије и Институт за путеве Д.Д. из Београда. На саветовању је анализирано осам тема:

ТЕМА – I:
ОДНОС МОРФОЛОГИЈЕ
(ТОПОГРАФИЈЕ) ТЕРЕНА И ТРАСЕ
АУТОПУТА

Носилац теме:
проф. Јован Шутић, дипл. инж.

ТЕМА – II:
АНАЛИЗА ГЕОТЕХНИЧКИХ УСЛОВА
ТЕРЕНА ЗА ИЗГРАДЊУ ПУТЕВА

Носилац теме:
мр Владета Вујанић, дипл. инж.

ТЕМА – III:
ФУНКЦИЈА ОБЈЕКТА ЗА
ПРЕМОШЋАВАЊЕ И ЊИХОВА
РАЦИОНАЛНОСТ ПРИ ГРАЂЕЊУ
АУТОПУТЕВА

Носилац теме:
Драган Бебић, дипл. инж.

На ову тему, поред реферата носиоца теме, поднета су још два реферата и то: "ОПТИМИЗАЦИЈА САОБРАЋАЈНОГ ОПЕРЕЊЕЊА МОСТОВА НА АУТОПУТЕВИМА" од мр Николаја Казанцева, дипл. инж. и "ОСВРТ НА ПРОБЛЕМЕ У ВЕЗИ ПРОЈЕКТОВАЊА И ИЗГРАДЊЕ МОСТОВА НА АУТОПУТЕВИМА", од Бранислава Влаисављевића, дипл. инж.

ТЕМА – IV:
ФУНКЦИЈА ТУНЕЛА И ЊИХОВА
РАЦИОНАЛНОСТ ПРИ ГРАЂЕЊУ
АУТОПУТЕВА

Носилац теме:
мр Владимир Јовановић, дипл. инж.

На ову тему, поред реферата носиоца теме, поднето је још пет реферата и то: "ТУНЕЛ "ВРМАН" КАО ПРИМЕР ВИШЕНАМЕНСКОГ И ЈЕФТИНОГ ПУ-

ТНОГ ТУНЕЛА", од Н. Мијајловића, дипл. инж., проф. П. Локина, дипл. инж. и В. Липовца, дипл. инж.: "ТУНЕЛИ КАО ЕЛЕМЕНТИ У СИСТЕМУ АУТОПУТЕВА", од Р. Мијајловића и проф. П. Локина; "ПОДГРАДА КАО ПАРАМЕТАР РАЦИОНАЛНОСТИ ПРИ ГРАЂЕЊУ ТУНЕЛА", од Давида Додића, дипл. инж.; ХОРИЗОНТАЛНА ИЗОЛАЦИЈА ПРОТИВ ПОДЗЕМНЕ И ПРОЦЕДНЕ ВОДЕ У ТУНЕЛИМА", од Мирослава Симеуновића; "ПОРТАЛ И ПРЕДУСЕЦИ АУТОПУТНИХ ТУНЕЛА", од Зорана Арсића и "ПРИМЕНА ГЕОТЕХНИЧКИХ ОСКУЛТАЦИЈА МЕРЕЊА КОД НОВОАУСТРИЈСКЕ МЕТОДЕ ГРАЂЕЊА ТУНЕЛА", од Гојка Ђедовића.

ТЕМА – V:
ВЕШТАЧКИ ОБЈЕКТИ ЗАШТИТЕ
ГРУПА ПУТА

Носилац теме:
др Радоје Петровић, дипл. инж.

За ову тему поред реферата носиоца теме поднет је и реферат: "ГЕОТЕХНИЧКА СИДРА КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ВЕШТАЧКИХ ОБЈЕКТА У НИСКОГРАДЊИ", од мр Бранислава Војиновића, дипл. инж.

ТЕМА – VI:
ТРАСЕ АУТОПУТЕВА НА
НЕДОВОЉНО НОСИВОМ ТЛУ

Носилац теме:
др Петар Митровић, дипл. инж.

ТЕМА – VII:
ГЕОТЕХНИЧКА ИСТРАЖИВАЊА
ТЕРЕНА ЗА ИЗГРАДЊУ
АУТОПУТЕВА

Носилац теме:
мр Владета Вујанић, дипл. инж.

За ову тему поред реферата носиоца теме поднета су још три реферата и то: "СПЕЦИФИЧНОСТИ ХИДРОГЕОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА ТЕРЕНА ЗА ПОТРЕБЕ ПРОЈЕКТОВАЊА И ИЗГРАДЊЕ АУТОПУТЕВА НА НЕСТАБИЛНИМ ТЕРЕНИМА", од мр В. Вујанића, М. Јотића, проф. Ј. Јосиповића;

"ПОВРЕДЉИВОСТ ТЕРЕНА И ЊЕН УТИЦАЈ НА ИЗГРАДЊУ АУТОПУТЕВА", од др Д. Сунарића, мр С. Недељковића, мр В. Вујанића и "НАРУШАВАЊЕ И ЗАШТИТА ГЕОЛОШКЕ СРЕДИНЕ ИЗГРАДЊОМ ПУТЕВА", од др Д. Јевремовића, И. Јањића, мр В. Вујанића, М. Јотића.

ТЕМА – VIII:
ЕКОНОМСКО ПОРЕЂЕЊЕ
РАЦИОНАЛНОСТИ ТРАСА КОЈЕ СЕ
ПРИЛАГОЂАВАЈУ ТЕРЕНУ СА
ТРАСАМА КОЈЕ СЕ ГРАДЕ ВЕЋИМ
ДЕЛОМ НА ВЕШТАЧКИМ
ОБЈЕКТИМА

Носиоци теме:
проф. др Љубиша Кузовић, дипл. инж.,
Душан Радошевић, дипл. инж.

• Сви реферати су штампани у посебној публикацији која обухвата 250 страна са бројним цртежима и сликама.

• Саветовању је присуствовало око 100 учесника. После излагања носилаца тема и подносилаца реферата по појединим темама, организована је дискусија у којој су учествовали бројни дискусанти. Ако би хтели да сумирамо поднете реферате и дискусије могли би да закључимо: савремену оцену улоге и значаја вештачких објеката на аутопутевима карактерише тежња напуштања ранијег става да се трасе аутопутева по сваку цену уклапају у терен уз максималне земљане радове. Ово ново схватање изазива потребу за већим бројем и већим вештачким објектима.

Основни мотив ове концепције остаје тежња за смањењем трошкова превоза људи и робе, који зависе од трошкова грађења, експлоатације и одржавања. Све три врсте трошкова су међусобно повезане, а сви заједно зависе од величине и структуре саобраћаја, али и од геотехничких карактеристика терена.

Проф. Јован Шутић, дипл. инж. грађ.



Велисав – Веља Поповић 1930 – 1991.

IN MEMORIAM

Велика породица југословенских путара – грађевинара остала је 17. септембра 1991. године без Велисава – Веље Поповића, дипл. инжењера грађевинарства, дугогодишњег вишег стручног сарадника Института за путеве из Београда.

Велисав Веља Поповић, рођен је 15. октобра 1930. године у Београду. Дипломирао је на Грађевинском факултету у Београду, саобраћајни смер – 1961. године.

У свом радном веку радио је у више предузећа, радних организација и институција. У београдској "Тунелоградњи" ради краће време 1963. године, да би прешао у ГП "Босна" Сарајево, маја 1963. године и остао до фебруара 1968. године. Тада прелази у Дирекцију за изградњу Аутопута "Братство – јединство", која исте године постаје Институт за путеве, Београд.

У Институту за путеве остаје све до 17. септембра 1991. године. Ту је заузимао разне радне положаје, почев од надзорног органа у надзорној секцији за грађење пута Јошаница–Мостар, па до вршиоца дужности шефа и шефа Лабораторије за цементни бетон у Сектору

за истраживање и испитивање Института. Године 1981. постаје стручни саветник у Сектору за бетон и хидраулична везива. Половином 1985. године постаје стручни саветник–истраживач, а крајем 1987. године саветник у Заводу за бетон и везива.

Неочекивана смрт Веље Поповића изненадила је све нас, његове пријатеље и породицу, оставивши нас запрепаштене и занемеле. Тек касније размишљајући о томе, наслутио сам а можда и схватио да је Веља Поповић одиграо своју велику представу, своју последњу улогу, дакле обавио своје чињење и урадио све што је морао да уради. А морао је много.

Морао је да проникне у тајне грађевинског заната, да добро изучи сложену технологију бетона и грађевинских материјала, јер је у томе осетио драгоцену нит својих снова. Морао је стално да испитује, па поново да испитује, нове путеве поверених му дужности којих је било одасвуд. Морао је често да листа странице стручних часописа, да би нашао потврду својих претпоставки. Морао је да се недвосмислено бори за чисто

професионално и хуманистичко мишљење у земљи у којој то никада није на претек. Морао је да буде инжењер беспрекорно чистог заната, инжењер – путар, инжењер – истраживач, инжењер – оперативац, ... И све је био.

Веља Поповић је носио у себи тврдо, готово сурово патријархално васпитање, којег се никада није одрекао. Из овога даље следи његов однос према традицији, према истини и правди и њиховој наказности. На све ове категорије његов организам је био осетљив на начин најфинијег инструмента који громогласно звони на аларм кад – год је то било потребно. Времена наша су била таква да је аларм стално звонио. Његов карактер је био саздан од плаховитости са правдољубивим предзнаком и као такав морао је да се показује радикално и синтетички. Поседовао је доста поноса, достојанства и храбрости. Он је управо неговао у себи ове особине, због којих је и остао у најлепшем сећању колега и сарадника.

Др. инж. Љубинко Драгићевић

Summary

THE RATIONALIZATION AND OPTIMIZATION OF THE SHALLOW FOUNDED RETAINING STRUCTURES

Petar Mitrović, Ph.D., B. Civ. Eng.

The new procedure presented in this article is based on determination of the ultimate stress conditions in the structures and soil's cross sections, where the dimensions are obtained from.

It differs from the elasto procedure, in which dimensions are firstly anticipated and after that stress is controlled in critical sections.

Using computer's technics this new procedure enables to obtain optimal shapes and dimensions of the structures.

DEVELOPMENT OF INTERACTIVE GRAPHICAL SYSTEM FOR AIRSIDE DESIGN

Assistant, Dejan Gavran, M. Sci., B. Civ. Eng.

Number of sophisticated and powerful software packages, originally developed for road desing, are used for airside design as well. Standard features of this software are: calculations of horizontal alignment, longitudinal profiles, cross sections, earthworks etc. Airport design, especially design of airside layout, has its own specific procedures and criteria which require and justify the development of specialized software package. This article is a brief presentation of an interactive graphical system for airside design (AeroCAD) developed at Civil Engineering Faculty, University of Belgrade.

RURAL ROADS STANDARD CROSS-SECTIONS

Professor Vojo Andus, Ph. D., B. Civ. Eng.

Professor Mihailo Maletin, Ph. D., B. Civ. Eng.

Rural roads standard cross-sections presented in this article are based on functional classification of rural roads, comparative analyses of related European standards and a proposal for new road design standard specifications. Standard cross-sections are grouped in three major categories: motorways, rural multilane roads and two-lane two-way roads. Some of rural multilane cross-sections can be used in two ways: as a first stage of future motorway and as a final cross-section for roads with traffic volume between two-lane two-way road and full scale motorway. Basic goal of this standardization is to obtain a certain level of technical unification and, at the same time, to rationalize investments in rural road network.

THE METHODOLOGY FOR PREDICTING OF THE PLASTIC DEFORMATION - THE RUTS OF ASPHALT PAVEMENTS

Predrag Braunović, Ph. D., B. Civ. Eng.

In the Strategic Highway Research Program which has been realising in the USA since 1987, one of the most important sections refers to the asphalt of streets, roads and airports.

Increasing of the axle-load, contact pressure of tires and depths of the asphalt layers, demand developing methodology for predicting of ruts origin before construction.

The new SHRP information mentioned above are given in this paper.

ANALYTICAL DEFINITION OF THE STRAIGHT LINED REGULATIONS

Profossor Krsta Vračarić, Ph. D., B. Eng.

In this paper, it was theoretically proved and than by numerical examples illustrated the way of the analitically defined location of the basic street axis which will be the best adapted to the existing regulation lines.

THE PROPOSAL OF THE INTRODUCTION OF THE STANDARDIZED, MODULATED TRAFFIC SIGNS

Dragan Vučković, B. Eng.

For the high-quality production and maintenance, rational transport and installation, easier reparations and replacing of huge traffic signs, in the Institute for roads, construction and supports of traffic signs has been developed, which consist of standardized and easily changeable elements. In this paper that idea is closely explained.

THE INTERNATIONAL EXPERIENCES IN THE ROAD CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT OF THE COUNTRIES, MEMBERS OF THE WORLD BANK INCLUDING YUGOSLAVIA

Jovan Drobnjaković, M. Sci., B. Civ. Eng.

Some experiences and recommendations of the international organizations for cooperation and economic development (specially World Bank) regarding the road construction project management are given in this article. These projects are partly or completely financed by credits of these organizations within their developing programmes for the certain countries. These experiences and recommendations are for the countries with the low to medium gross national income, where Yugoslavia belongs too.

THE CONSTRUCTION EQUIPMENT EXIBITION "BAUMA 92" HELD IN MUNICH 1992.

Milan Milivojević, Ph. D., Biv. Civ. Eng.

General data about the exhibition "Bauma '92", participated countries and workshop held are presented, as well as technical specifications concerning the compaction equipment of the famous manufacturers and self-propelled spreading finishers with slip-form for the rigid pavements construction.

At the conclusion, the author's opinion regarding the state of the civil engineering co.'s, specialized in road construction, and the conditions of their equipment and plant as well as the possibilities of purchasing of the new one, has been given.

NEW LIGHT WEIGHTED DEVICE WITH THE FALLING LOAD FOR TESTING AND CONTROL OF THE EARTHWORKS

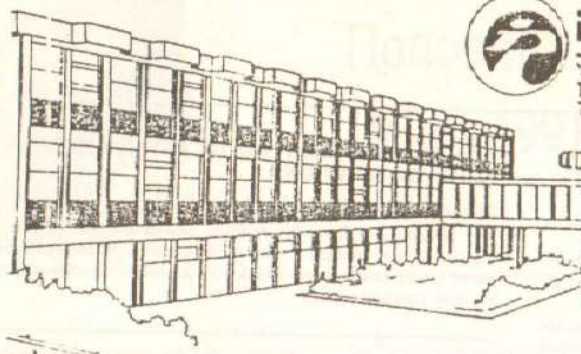
Professor Jovan Šutić, M. Sci., B. Civ. Eng.

The presented new device serves for speedily and enough precisely testing and control of the earthworks, especially in the constructing of highways, railways and airports.

The falling load produces a dynamic impact on the stiff rounded plate whose settlement is measured and dynamic modulus of deformation has been automatically calculated.

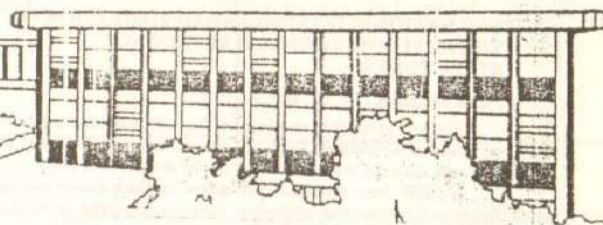
By the static load-bearing tests which are specified as compaction tests in highway construction, the value of the static modulus of elasticity EV1 is determined at the first loading operation, and EV2 is obtained at repeated loadings.

It is possible to establish the relationship between the static and dynamic modulus of deformation. This relationship depends of the soil type and varies from 1.7. to 3.



institut za puteve d.d.

YUGOSLAVIA - 11000 BEOGRAD, Kumodraška 257
Tel 466-522 · Save Tekelije 10 Tel 458-555
Telex 11036 YU INSPUT



БАВИ СЕ НАУЧНО ИСТРАЖИВАЧКОМ ДЕЛАТНОШЋУ, СТРУЧНИМ АКТИВНОСТИМА И КОНСУЛТАНТСКИМ УСЛУГАМА У ОБЛАСТИ ПУТЕВА.

СА СВОЈИМ НАУЧНИМ И СТРУЧНИМ КАДРОМ, МОДЕРНОМ ОПРЕМОМ И ИСКУСТВОМ ПРЕКО 40 ГОДИНА ОСПОСОБЉЕН ЈЕ ДА РЕШАВА НАЈ-СЛОЖЕНИЈЕ ЗАДАТКЕ ИЗ ДЕЛАТНОСТИ САОБРАЋАЈА, ТРАНСПОРТА, СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ПУТЕВИМА, ИНЖЕЊЕРСКИХ КОНСТРУКЦИЈА, ГРАЂЕВИНСКИХ МАТЕРИЈАЛА, ГЕОТЕХНИКЕ, ПРОЈЕКТОВАЊА И ТЕХНОЛОГИЈЕ ГРАЂЕЊА.

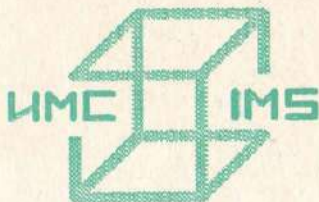
ЗА СВЕ УСЛУГЕ ОБРАТИТЕ СЕ ПОСЛОВОДСТВУ ИЛИ ОРГАНИЗАЦИОНИМ ДЕЛОВИМА ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ Д.Д.

- ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ Тел. 466-133
- ДИРЕКТОР НАУЧНИХ ИСТРАЖИВАЊА Тел. 444-27-28
- ТЕХНИЧКИ ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ Тел. 492-496
- ДИРЕКТОР ЕКОНОМСКО ФИНАНСИЈСКИХ ПОСЛОВА Тел. 465-138

У САСТАВУ ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ Д.Д. СУ СЛЕДЕЋИ ОРГАНИЗАЦИОНИ ДЕЛОВИ:

- ИСТРАЖИВАЧКИ ИНСТИТУТ, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 444-27-28
- ЗАВОД ЗА САОБРАЋАЈ И ЕКОНОМИЈУ, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 472-819
- ЗАВОД ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА "ТРАСА", БЕОГРАД, Саве Текелије 10
Директор Тел. 458-547
- ЗАВОД ЗА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 463-332
- ЗАВОД ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ МОСТОВА И КОНСТРУКЦИЈА, БЕОГРАД, Саве Текелије 10
Директор Тел. 458-549
- ЗАВОД ЗА ГЕОТЕХНИКУ, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 465-321
- ЗАВОД ЗА ГРАЂЕВИНСКЕ МАТЕРИЈАЛЕ, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 464-563
- ЗАВОД ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ ГРАЂЕЊА, БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 462-976
- ЗАЈЕДНИЧКЕ СЛУЖБЕ ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ Д.Д., БЕОГРАД, Кумодрашка 257
Директор Тел. 466-299

11000 Београд Поштански факс 834
Булевар војводе Мишића 43
тел (011) 650 322
факс (011) 650 568



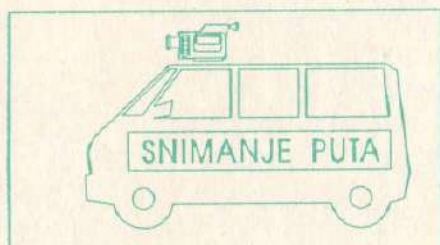
11000 Beograd Yugoslavia POB 834
Bulevar vojvode Misica 43
tel (3811) 650 322
fax (3811) 650 568

INSTITUT ZA ISPITIVANJE MATERIJALA REPUBLIKE SRBIJE DD

AKTIVNOSTI

Naučno istraživački rad, projektovanje, nadzor, kontrola, tehnologija gradnje i sanacionih radova za objekte niskogradnje i visokogradnje.

Razvoj novih tehnologija i opreme, primena računara u građevinarstvu - projektovanje, baze podataka, sistemi specijalne namene.



IMS VIDEO SISTEM

AKVIZICIJA PODATAKA O PUTNOJ MREŽI
ZA BAZU PODATAKA O PUTEVIMA - BPP

