



Пут и саобраћај

Бр. 3. 1994. • СЕПТЕМБАР–ДЕЦЕМБАР • Год. XL



*Свим члановима
друштва за њушове
Србије и Црне Горе као и
чишћоцима и сарадницима
Часописа "Пуш и саобраћај"
желимо срећну и успешну
Нову 1995. годину*

Пут и саобраћај

Часопис Друштва за путеве Србије и Црне Горе

3

Година XL • Септембар–децембар 1994.

САДРЖАЈ

Проф. др Александар Цветановић, дипл. инж., Асистент Горан Младеновић, дипл. инж. ПРИМЕНА ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМА У ОБЛАСТИ ПУТЕВА	3
Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ. ПОБОЉШАЊЕ СТАБИЛНОСТИ ТЕРЕНА МЕЛИОРАЦИОНИМ И САНАЦИОНИМ МЕРАМА	7
Асистент Лидија Пашалић, дипл. инж. грађ. ВЕРИФИКАЦИЈА МУМА ПРОГРАМСКОГ МОДЕЛА ЗА ПРОРАЧУН САОБРАЋАЈНЕ БУКЕ	11
Мр. Душан Николић, дипл. инж. грађ. ЗАУЗИМАЊЕ ПОВРШИНА КАО КРИТЕРИЈУМА ОДНОСА ПУТА И ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	14
Љубиша Гојковић, дипл. инж. грађ., Станоје Петковић, дипл. инж. грађ., Урош Перин, дипл. инж. грађ. ИЗГРАДЊА МОСТА СЛОБОДЕ ПРЕКО ДУНАВА У НОВОМ САДУ	19
Љубиша Гојковић, дипл. инж. грађ., Станоје Петковић, дипл. инж. грађ., Никола Коризма, дипл. инж. грађ. ИЗГРАДЊА ДРУМСКОГ МОСТА ПРЕКО ДУНАВА КОД СМЕДЕРЕВА	25
Проф. Станко Шрам, дипл. инж. грађ., Урош Перин, дипл. инж. грађ., Вељко Недић, дипл. инж. грађ. ДРУМСКИ МОСТ ПРЕКО ДУНАВА КОД БЕШКЕ	29
Ђорђе Јеверичић, дипл. инж. грађ., Милан Матијевић, инж. грађ. ИЗГРАДЊА ДРУМСКОГ МОСТА ПРЕКО ДУНАВА ИЗМЕЂУ БАЧКЕ ПАЛАНКЕ И ИЛОКА	35
Бранимир Трипало, дипл. инж. грађ. ИЗГРАДЊА ТРИ ДРУМСКА ЧЕЛИЧНА МОСТА ПРЕКО ДУНАВА	40
Вукан Њагуљ, дипл. инж. грађ., Бојан Можина, дипл. инж. грађ. ФУНДИРАЊЕ РЕЧНИХ СТУБОВА ТРИ ДРУМСКА МОСТА ПРЕКО ДУНАВА	43
Мишо Максковић, дипл. инж. грађ., Никола Вуковић, грађ. тех. ИЗГРАДЊА ТУНЕЛА ПАЛИСАД	46
Здравко Продановић, дипл. инж. грађ. ВРЕМЕ ЈЕ ЗА МОДЕРНИЗАЦИЈУ ЗИМСКЕ СЛУЖБЕ У БЕОГРАДУ	50
АКТИВНОСТИ ПРЕДУЗЕЋА "ПУТЕВИ" УЖИЦЕ	52
ОДРЖАНА XXXVIII ГОДИШЊА СКУПШТИНА ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ	54
НОВИ ДОКТОРИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА	56
IN MEMORIAM	57
SUMMARY	59



Издавачки савет:

Капларевић Вићентије, Аскалић Зувдија, Антонић Славољуб, Вајда Војислав, Васиљевић Миливоје, Гвозденчевић Миленко, Ђукић Божидар, Ђукић Живорад, Ђурић Никола, Јовановић Која, Кркић Предраг, Лукић Радојко, Петровић Драгослав, Сејдија Исмет, Станојевић Љубиша, Форџан Александар, Др Џмиљанић Слободан, Шурбановић Бранко, Остојић Миленко, Липовац Јован, Вуксановић Рајко, Богдановић Петар, Чубрило Драган

Уредништво и редакција:

Др Анђус Војо, др Кузовић Љубиша, др Мијушковић Вера, др Миливојевић Милан, Миловановић Владета, др Митровић Петар, др Радојковић Зоран, др Терзић Милорад, др Узелац Ђорђе, др Цветановић Александар, Славко Ковачевић

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 40816-678-9-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве Србије, Београд, поштански фах 452, Кумодрашка 257

Годишња претплата за 1994. годину:

за радне организације 30 динара; за остале претплатнике 30 динара; за иностранство 500 динара. Претплата се плаћа унапред на жиро рачун Друштва за путеве Србије

Појединачни примерци:

за радне организације 100 динара

за појединце у продаји 15 динара

Цене огласа:

по троброју на корицама 150 динара (спољашња и унутрашња страна); унутрашње стране у текстуалном делу 1/1 100 динара; 1/2 стране 50 динара; 1/4 стране 20 динара

За иностранство по троброју: 1/1 страна 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 300 динара. Колективни чланови, уплатом чланарине – дотације за часопис 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.

Штампа: CICERO, Београд

Примена експертних система у области путева

Проф. др Александар Цветановић, дипл. инж.
Асистент Горан Младеновић, дипл. инж.
Грађевински факултет, Београд

УДК 625.70:681.32.06:519.68

Прегледни рад

РЕЗИМЕ

У овом раду изложене су основне поставке и елементи експертних система. Приказани су неки од познатих експертних система из области путева, неопходни улазни подаци и резултати. Циљ је да се упозна домаћа стручна јавност са овом новом технологијом, да би се покренула акција за њен развој и примену код нас и у области путне привреде.

УВОД

Експертни системи примењују се у СР Југославији у многим областима, од аеронаутике до финансија, изузев у пројектовању, изградњи и одржавању путева. Одмах треба истаћи да се ова ситуација убрзано мења и да у блиској будућности треба очекивати знатан напредак и у овој области. У овом раду дате су основне поставке експертних система и до сада постигнути резултати у њиховој примени у области путева.

ДЕФИНИЦИЈА

Експертни системи су рачунарски програми који садрже: (1) резоне и процесе решавања проблема експерата (истраживачки начин решавања проблема) и (2) специјализовано знање експерата (искуство). Иако представљају зачетак рађања "вештачке интелигенције", они су као и сваки други рачунарски програм, помоћни алат за кориснике, тј. имају саветодавну али не и пресудну улогу у доношењу коначне одлуке. Такође, могу се дефинисати и као аутоматски консултантски систем пројектован да даје експертске (квалитетне) савете у оквиру пословних области. Класични рачунарски програми сваки проблем своде на чисту математичку логику, док су експертни системи корак даље и обрађују знање на графички и вербални начин са основним елементима логичког закључивања. Код класичних рачунарских програма корисник мора да се придржава строго дефинисане логике формула и података, а у случају да било који од података недостаје програм неће радити. Експертни системи, као и људско квалификовано биће, садрже истраживачки систем одлучивања и могу да функционишу и без комплетних података. Поред помоћи у решавању одређених проблема, експертни системи се користе и као интелигентни помоћници при обуци и усавршавању кадрова. Експертни системи омогућавају чување знања и искустава старијих висококвали-

фикованих стручњака и њихово преношење на млађе.

ДЕЛОВИ ЕКСПЕРТНОГ СИСТЕМА

Основни делови експертног система су: база знања, радна меморија и систем закључивања.

У бази знања налазе се статичне информације о проблему и начину његовог решавања. То је веома квалитетно-експертско истраживачко знање или знање засновано на експериментима и пракси, а мање на науци. Информације у бази података су статичне само у тренутку коришћења експертног система. Код већине експертних система 30% од потребног времена за њихов развој утроши се за развој базе знања. Предности експертног система над конвенционалним рачунарским програмима су у томе што се подаци у бази знања лако, по потреби, допуњавају и освежавају, тј. актуелни су.

Радна меморија се користи за динамичке информације. Док експертни систем ради, помоћни закључци се смештају у радну меморију, а такође и било који подаци од стране корисника.

Систем за закључивање узима искуствено знање из базе знања и примењује га на информације у радној меморији. Користи методе повезивања информација – унапред или уназад или комбиновано. Метода повезивања информација унапред користи правила да одреди шта може да се закључи на основу датих података, док метода повезивања уназад стартује са датим циљем и покушава да одговори на питање "Да ли се може донети одлука на основу расположивих информација".

ПРИМЕНА ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМА У ОБЛАСТИ ПУТЕВА

Са применом експертних система у области путева, у односу на остале области, касни се, али са тенденцијом убрзаног смањења ове разлике. На основу истраживања Организације за економску сарадњу и развој (OECD) у Паризу и прикупљених 90 информација о експертним системима који се налазе у различитим фазама примене и развоја, они се по својој намени могу поделити у четири основне групе:

• Управљање и контрола саобраћаја – системи развијени да саветују или помажу при управљању и контроли одвијања саобраћаја, као што су дијагноза проблема у саобраћају добијених посредством ауто-

матских давача, утврђивање конфликта, сигнализације и знакова.

- **Утицај саобраћаја и безбедност** – системи за оцењивање начина за смањење утицаја од саобраћаја, као што су контрола буке, истраживање несрећа, аерозагађење итд.

- **Планирање и пројектовање путева** – системи развијени да помажу при пројектовању путева и анализи потреба и проблема на путевима, као што су геометрија, стабилност терена и одводњавање.

- **Управљање путевима** – системи који помажу при одржавању, раду и доношењу одлука, укључујући одржавање коловоза, мостова и пратећих садржаја.

Према врстама проблема за које се користе, експертни системи се групишу у:

- **Системе за дијагнозу/праћење.** Основни циљ система за дијагнозу/праћење је да извести о системским карактеристикама (оштећењима, недостацима у функционисању итд.) у специфичним условима или да постави услове и за њих формира решење, тј. шта је погрешно и шта треба у вези тога да се уради. Праћење може да се сматра дијагнозом у реалном времену. У развијеним експертним системима симулира се слично време и комплексност ситуације настанка проблема.

- **Системе за представљање/класификовање.** Систем класификовања пореди ситуацију са низом познатих стања и тражи одговор. Експертни системи намењени решавању ових проблема заснивају се на искуствима врхунских стручњака из одговарајуће области.

- **Системе за предвиђање/прогнозирање.** Циљ ових система је да се прогнозира будуће стање засновано на постојећим условима и знању о протеклим условима.

- **Системе за пројектовање/планирање.** Овај тип система упућује како нешто може да буде саграђено (пројектовано) или прописује низ радњи у сусрет циљу (планирање). Низом примера развијених на основу података они пружају детаљна упутства за формирање пројекта или плана.

ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМА У ПУТЕВИМА

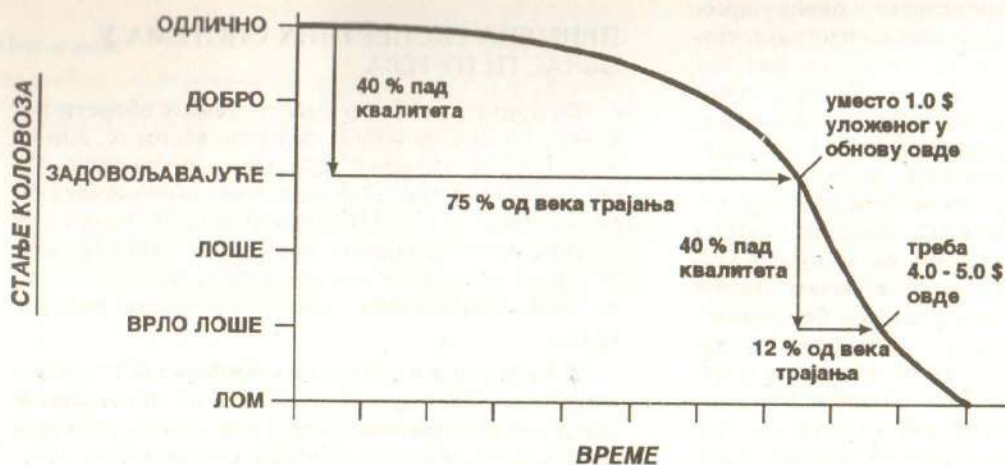
- Познато је да су коловозне конструкције најважнији део путева и да се данас улажу огромна средства у истраживање њиховог одржавања. Тако, на пример, САД су уложиле у стратегијски истраживачки програм из путева (коловоза) – SHRP, који је трајао од 1987. до 1993., сто педесет милиона долара, а у његов наставак – завршетак се планира 2008. године, још додатних 150.000.000 долара.

Такође је познато правило да одржавање коловоза у право време, тј. када још у добром стању, кошта четири до пет пута мање од одржавања када је у лошем, слика 1.

- Један од типичних експертних система из области одржавања коловозних конструкција је "Експертни систем за обнову коловоза" PARES (Pavement Rehabilitation Expert System, Универзитет у Новом Мексику, Институт за асфалт, Инжењерски истраживачки институт Новог Мексика и Државни универзитет Јужне Дакоте). Овај програм, пројектован да ради за асфалтне засторе, а намењен је особљу у организацијама задуженим за одржавање путева, да брзо оцене проблеме на коловозима, да добију могућа решења и изврше оптимални избор, поштујући трошкове и потребни квалитет коловоза.

База знања (почетна) у PARES-у је формирана на основу пленарног снимка пет експерата и њихових поставки прелиминарног скупа правила за оправке коловоза. Неопходни подаци за коришћење експертног система подељени су у четири категорије: врста коловоза, стање коловоза, саобраћај и детаљи о оштећењима. На основу ових информација систем прво одређује када коловоз треба да се обнови или у потпуности реконструише и величину за то потребних финансијских средстава. Затим, на основу свих унетих параметара презентира корисницима могућа алтернативна решења за обнову, рангира их по почетним трошковима и за пројектни период од 10 година.

- Експертни систем за оцену коловоза и обнову – EXPEAR (Expert System for Pavement Evaluation and Rehabilitation, M. Darter, S. Carpanter i K. Hall, са Универ-



Слика 1 – Приказ трајања коловоза и средстава за његово одржавање

зитета Илиноис), намењен је за обнову бетонских коловозних застора. Базу знања формирали су најпознатији стручњаци за бетонске коловозне конструкције и на основу прикупљених података са 361 пројекта из 24 земље. Као и већина система, на основу стања пута, препоручује поступак обнове за појединачне, по оштећењима специфичне деонице. Пројекти за обнову се рангирају и за сваки пројекат дају три алтернативна решења. У зависности од ранга пута, рачунар предлаже поступак обнове и очекиване минималне трошкове за најдужи век трајања.

● **Експертни систем за обнову коловоза – SCEPTRE** (Surface Condition Expert for Pavement Rehabilitation, S. Ritchie, C. Yeh, J. Mahoney i N. Jackson са Грађевинског факултета у Ирвину – Калифорнијског универзитета и Грађевинског факултета у Сиетлу – Вашингтонског универзитета), намењен је за планирање и развој најекономичнијих стратегија обнове коловоза. У зависности од стања коловоза, предлаже се једна од 10 (24) основних стратегија за одржавање коловоза [(1) не предузимати ништа; (2) испунити пукотине; (3) извршити замуљивање; (4) охрпавити; (5) извести једноструку површинску обраду; (6) извести двоструку површинску обраду; (7) нанети танак слој од асфалтног бетона ≤ 3 cm; (8) нанети средње дебео слој од асфалтног бетона од 3 до 7.5 cm; (9) нанети дебео слој од асфалтног бетона ≥ 7.5 cm; (10) састругати и заменити постојећи застор].

Основне информације неопходне за рад система SCEPTRE су:

- тип оштећења на коловозном застору,
- количина оштећења,
- развијеност оштећења,
- оцена стања коловоза,
- саобраћај,
- клима.

Логика програма за избор стратегије одржавања поштује принцип приказан на слици 2, а он је да у оквиру века трајања коловоза постоје два кључна нивоа за извођење одржавања: један, кад коловоз "треба" обновити и други када коловоз "мора" да буде обновљен. Ови нивои кореспондирају оценама стања коловоза (Pavement Condition Rating – PCR) 60 и 40. Минимално дозвољено стање коловоза када се "мора" приступити обнови је 40. Пустити да стање

коловоза падне испод ове границе и онда приступити одржавању је економски неоправдано. С обзиром на стратегију одржавања коловоза код нас, где се покушава да оживи "мртво", треба истаћи да су наши трошкови одржавања по m^2 вишеструко већи од оних у развијеним земљама.

● **Експертни систем за избор оруђа за збијање – EXSYS** (Expert System for Compactor Selection, A. Touran, са Грађевинског факултета на Northeastern универзитета у Бостону), намењен је грађевинским инжењерима као помоћни алат при избору одговарајуће опреме за збијање у реалним условима градилишта. Овај систем узима у разматрање степен потребне збијености, величину посла, врсту тла, пластичност, влажност и гранулометријски састав агрегата. Помоћу овог експертног система инжењерима је знатно олакшан избор оптималне опреме за збијање под датим реалним условима, а инжењерима почетницима дат моћан помоћни алат. На основу дефинисаних улазних података од стране корисника, програм предлаже одређену опрему за збијање, потребан број прелаза, просечну очекивану брзину ваљка и потребно надвишење за ниво збијености од 95%.

● **Експертни систем за пројектовање укрштаја путева – HIDES – IDS** (Highway Intersection Design Expert System, Z. Zachariah, Research and Development Branch, Alberta Transportation and Utilities, Alberta), направљен је на основу канадских стандарда за пројектовање геометријских елемената путева (1985) и искуствених правила дефинисаних од стране комитета за израду упутства за пројектовање укрштаја. На основу праћења резултата у примени HIDES-IDS-a у области Алберта (Канада) констатовано је повећање ефикасности у раду од 50 до 80% и остварене годишње уштеде од 125000 \$. Обука инжењера за примену HIDES-a траје од четири до шест месеци, а цена обуке и рачунарског експертног програма по кандидату је 7000 \$.

Треба истаћи да овај и остали експертни системи нису направљени за проблеме који немају јасно дефинисано решење. На пример, када покушавамо да дефинишемо коначни положај трасе пута, тешко је ускладити инжењерски егзактне стандардне принципе са окружењем пута и политиком локалне или шире управе.



Слика 2 – Нивои одржавања коловоза у функцији од његовог стања и века трајања

ЗАКЉУЧАК

Први експертни системи у путевима појавили су се из области одржавања коловозних конструкција (Hayes-Roth 1983; Waterman 1986) односно паралелно са појавом мини рачунара – РС. Међутим, највећи напредак је постигнут у последњих пет година. У свету влада мишљење да су експертни системи технологија која ће у годинама које долазе револуционарно изменити рад стручњака. Неки визионари тврде да ће значај ове нове технологије бити сличан појави рачунара.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Faghri, S. Joshua i M. Demetsky: Expert System for the Evaluation of Rail/Highway Crossing, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 2. 1988, American Society of Civil Engineers, New York
- [2] W. Rasdorf i T. Wang: Generic Standards Processing in a Expert System Environment, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 2. 1988., American Society of Civil Engineers, New York

- [3] A. Touran: Expert System for Compactor Selection, Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 116. 1990., American Society of Civil Engineers, New York
- [4] S. Ritcie, J. Mahoney i N. Jackson: Surface Condition Expert System for Pavement Rehabilitation Planning, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 113. 1987., American Society of Civil Engineers, New York
- [5] G. Spring, J. Collura, P. Shudiner i J. Watson: Testing, Verification, and Validation of Expert Systems, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 117. 1991., American Society of Civil Engineers, New York
- [6] J. Denning: Expert Systems: Ready to Hit the Road, Civil Engineering, June, 1992., American Society of Civil Engineers, New York
- [7] J. Diekmann i Z. Kraiem: Uncertain Reasoning in Construction Legal Expert System, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 4. 1990., American Society of Civil Engineers, New York
- [8] J. Wentworth: Highway Applications of Expert Systems, Public Roads, Vol. 56, No. 4, 1993., Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- [9] Z. Zachariah: Operational Factors for Consideration in Developing Expert Systems in Large Organizations, International Road Federation Conference, 1994. Calgary



G.P. "NOVI AUTOPUT" D.D.

11000 BEOGRAD, Ustanička br.69 * tel.centrala: 437-255 * Kumodraška br. 255, tel: 462-541, Gen. direktor tel: 430-525 * 435-313 * Telefax: 430-448

Preduzeće pod ovim imenom posluje od 28.decembra 1988. godine, a od 1947. godine kada je osnovano je poslovalo pod imenom "Autoput". Stalno zaposlenih radnika ima 1300. Osnovna delatnost preduzeća je izvođenje radova iz oblasti niskogradnje, a posebno izgradnje puteva, vodovoda i kanalizacije.

Izvodilo je radove u Jugoslaviji, Finskoj, Libiji, Siriji, Iraku i Gabonu.

Do sada je izvedeno oko 600 km autoputeva i magistralnih puteva, 1600 km ostalih puteva, 800 km gradskih ulica, 5 km mostova.

Najznačajniji izvedeni objekti su: 74 km autoputa Beograd-Niš sa više petlji, mostova; 50 km autoputa Bagdad-Mahmudija u Iraku, 40 km asfaltiranja puteva u Finskoj, 92.5 km puta Bengazi-Marble Arč i 130 km puteva na projektu Garabuli u Libiji, 150 km ulica, 250 km puteva i tri aerodroma u Gabonu.

Побољшање стабилности терена мелиорационим и санационим мерама

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

УДК
Стручни рад

РЕЗИМЕ

У раду су систематизовани и приказани поступци побољшања, учвршћења и санација терена који се примењују у модерном грађевинарству, разврстати према својим карактеристикама у пет група. Сваки од приказаних поступака је анализиран и објашњене су његове особености.

УВОД

Уколико природни терен не може да прими и поднесе терет грађевинског објекта или не може остати стабилан у свом природном стању, неопходно га је стабилизovati мелиорационим или санационим мерама.

Мелиорационим мерама повећава се стабилност природног терена у случајевима кад се терен, у свом природном стању, налази у неравнотежи, тј. кад су он или његови делови захваћени процесом пластичне деформисаности, па га је неопходно санирати, да би се оспособио да прими терет грађевинског објекта, који се жели на њему градити или да прими утицаје других активности на терену.

Под мелиорационим и санационим мерама подразумевају се грађевински радови којим се терен побољшава или санира, а могу се класификовати на начин приказан у овом раду.

1. МЕЛИОРАЦИОНЕ И САНАЦИОНЕ МЕРЕ ОСТВАРЕНЕ ЗАМЕНОМ ИЛИ ПРЕРАСПОДЕЛОМ ЗЕМЉАНИХ МАСА

1.1. Замена тла недовољних геотехничких карактеристика, са материјалом добрих геотехничких својстава

Ова мера се често примењује кад је неопходно заменити недовољно носиво тло, бољим, носивим материјалом, да би се преко терена могао поставити труп пута, труп железничке пруге или изградио неки други грађевински објект (слика 1).



Слика 1



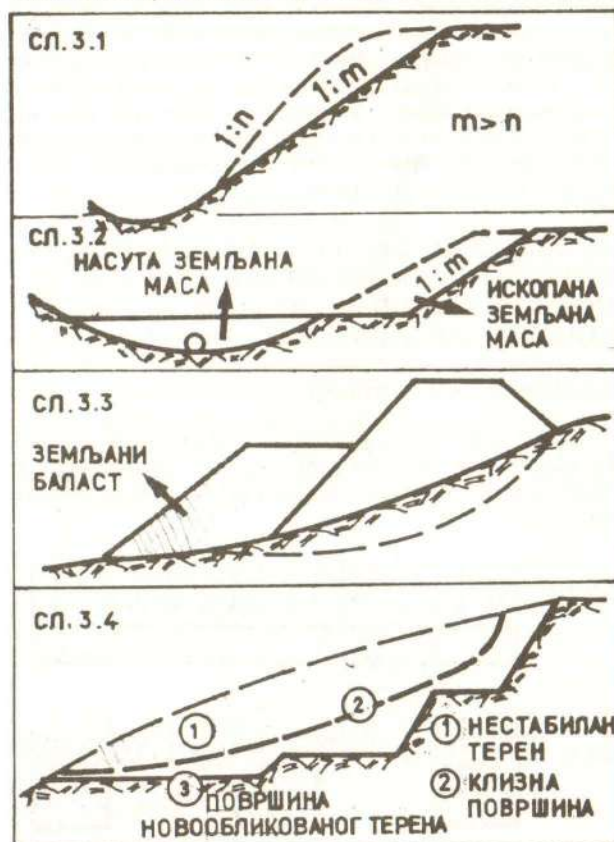
Слика 2

Замену тла могуће је извршити на косинама, које треба да имају стрмији пројектовани нагиб (n) од нагиба природног тла (m) (слика 2).

Замена тла бољим материјалом, треба да буде у слоју толике дебљине (d), да новопостављени слој и природно тло испод њега, могу да приме и поднесу напоне и деформације изазване изградњом објекта.

1.2. Промена геометрије пресека терена

Промена геометрије пресека терена ради побољшања стабилности може се извршити на један од начина приказаних на слици 3.



Слика 3

1.2.1. Ублажењем нагиба нестабилног природног терена (слика 3-1).

1.2.2. Прерасподелом земљане масе са хипсометријских виших на хипсометријски ниже тачке попречног профила терена (слика 3-2).

1.2.3. Израда "баласта" (контра-терета) од земљане масе, којим се повећава стабилност терена и објекта на њему (слика 3-3).

1.2.4. Уклањање нестабилних делова терена са обликовањем самониклог тла које се не уклања (слика 3-4).

2. МЕЛИОРАЦИОНЕ И САНАЦИОНЕ МЕРЕ КОЈЕ СЕ ПОСТИЖУ РЕГУЛИСАЊЕМ ПОВРШИНСКИХ И ПОДЗЕМНИХ ВОДА

2.1. Површинско одводњавање терена

Перешено површинско одводњавање умиогоме може погоршати стабилност природног терена и грађевинског објекта на њему. Зато је неопходно да се правилно регулишу токови површинских вода и контролисано одведу ван терена који се штити. На тај начин се повећава стабилност терена и објекта.

Мере површинског одводњавања неопходно је примењивати на теренима са изразитом порозношћу или ерозивношћу, нарочито у регионима са великим падавинама, на основу хидрауличких прорачуна и претходно урађеног пројекта.

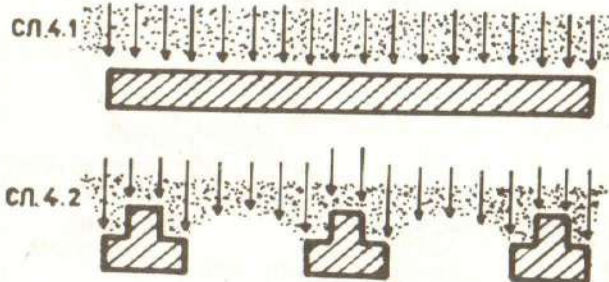
2.2. Подповршинско одводњавање

Дренаже терена је санациона или мелирациона мера, којом се постиже обарање или потпуно анулирање нивоа подземне воде. Тиме се смањују или потпуно отклањају хидростатички, хидродинамички, као и порни притисци у тлу, па терен постаје стабилнији и способнији да носи себе и грађевински објект. Уклањањем подземне воде из терена повећава се квалитет физичко-механичких и отпорно-деформабилних карактеристика тла, а тиме и стабилност терена.

3. МЕЛИРАЦИОНЕ И САНАЦИОНЕ МЕРЕ, КОЈЕ СЕ ПОСТИЖУ ИЗГРАДЊОМ ПОТПОРНИХ ИЛИ ОБЛОЖНИХ КОНСТРУКЦИЈА

3.1. Потпорне конструкције

Потпорне конструкције су објекти који подграђују терен, побољшавају његову стабилност и стабилност грађевинског објекта уколико се налази на терену.



Слика 4

У садашње време потпорне конструкције обично се граде од набијеног или армираног бетона.

Према дубини фундаирања, потпорне конструкције се деле на плитко фундаиране (потпорни зидови) и дубоко фундаирање (шпиви, дијафрагме). Према начину просторног положаја, потпорне конструкције могу бити континуалне (слика 4-1) и дисконтинуалне (слика 4-2).

3.1.1. Плитко фундаиране потпорне конструкције

- Група континуалних гравитационих потпорних конструкција у коју спадају:

- потпорне конструкције од набијеног бетона (слике 5-1)

- потпорне конструкције од армираног бетона (слика 5-2)

- Група континуалних полугравитационих потпорних конструкција у коју спадају:

- потпорне конструкције од армираног бетона са задњом стабилизирајућом конзолом (слика 5-3)

- потпорне конструкције од армираног бетона са предњом стабилизирајућом конзолом (слика 5-4)

- потпорне конструкције од армираног бетона са предњом и задњом стабилизирајућом конзолом (слика 5-5)

- Група континуалних негравитационих потпорних конструкција у коју спадају:

- потпорне конструкције од армираног бетона угаоног типа (слика 5-6)

- потпорне конструкције од армираног бетона угаоног типа са пренустом (слика 5-7)

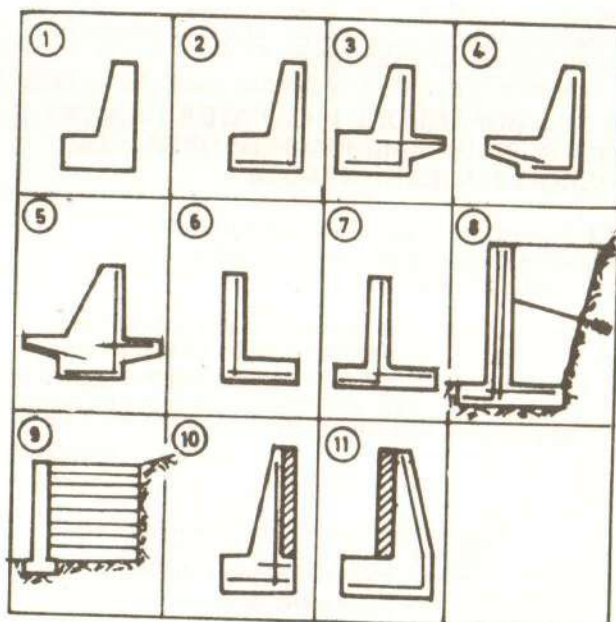
- потпорне конструкције од армираног бетона са затегом (слика 5-8)

- потпорне конструкције од армираног тла (слика 5-9).

- Група дисконтинуалних гравитационих потпорних конструкција ("контра-фори") у коју спадају:

- потпорне конструкције од армираног бетона, са платном иза (слика 5-10)

- потпорне конструкције од армираног бетона, са платном испред (слика 5-11).



Слика 5

3.1.2. Дубоко фундиране потпорне конструкције

Дубоко фундиране потпорне конструкције, које се примењују као потпорне, обично су дисконтинуалне. Принципи њихове потпоре састоји се у спрези (интеракцији) између армирано-бетонских елемената (шпиви, дијафрагме) и тла које их окружује. У тлу се, између бетонских елемената стварају природни сводови, тј. тло са већом отпорношћу. На тај начин се ствара бихомоген систем, који се одупире притиску тла, као што је показано на слици 6.



Слика 6

Потпорне конструкције од армирано-бетонских дијафрагми могу бити различитог попречног пресека, као што је показано на слици 7.



Слика 7

Попречни пресек зависи од отпорног момента који се жели постићи и могућности технологије извођења радова. Тиме потпорна конструкција постиже потпуну рационалност.

Армирано-бетонске дијафрагме могу бити изведене бетонирањем на лицу места или префабриковане на уграђене у раније ископану темељну јаму.

3.2. Обложне конструкције

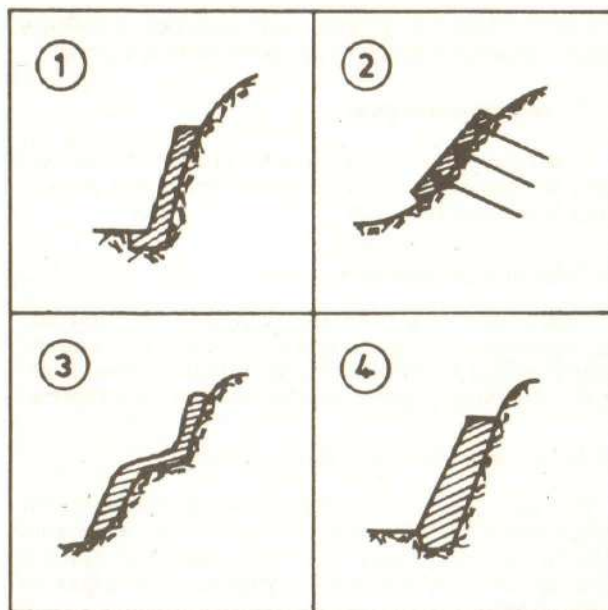
Обложене конструкције служе да се природни терен заштити од спољних утицаја:

- атмосферских (влага, киша, снег, мраз, површинска вода, итд.) или
- механичких (вибрације, сеизмика, итд.), који (утицаји) могу, временом, детрадирати физичко-механичке или отпорно-деформабилне карактеристике тла услед чега и оно постаје нестабилно.

Функција обложних конструкција је заштита тла, а не пријем притисака и подупирање терена.

Обложне конструкције могу бити:

- У облику потпорних зидова мањих попречних пресека, од набијеног или мало армираног бетона (слика 8-1);
- Од млазног бетона или малтера (слика 8-2);
- Од биоторкрета, разних биолошких састава, који могу репродуковати различито растине (слика 8-3);



Слика 8

– Од тексола (TEXOL), конструкција сачињена од мешавине синтетичког континуалног конца и природног песка (слика 8-4).

4. МЕЛИОРАЦИОНЕ И САНАЦИОНЕ МЕРЕ ОБРАДОМ ПРИРОДНОГ ТЛА

Природни терен се може побољшати, тј. могу се повећати његове отпорно-деформабилне карактеристике, посебним обрадама тла.

Обраде тла могуће је остварити па према томе и класификовати на различите начине.

4.1. Механичка обрада терена

Отпорно-деформабилне карактеристике терена могуће је побољшати побијањем у терен закивака (шпиви мањих димензија), којим се повећава смичућа отпорност терена (слика 9).

Закивци су, обично, од челика, пресека (5 до 7,6 cm) или од армираног бетона попречног пресека (10 x 10 cm). Попречне димензије закивака су знатно мање од њихове дужине (обична дужина 2 до 3 м').

Ова врста обраде примењује се у зонама расплутних седимената (глиновитим и прашинастим материјалима, трошним и испуцалим стенама, итд.). Закивци се на површини терена, који се стаби-



Слика 9

лизује, постављају у "шах-мат" поретку, а дубина обраде зависи од прорачуна стабилности терена.

4.2. Температурна обрада

Температурна обрада терена заснива се на ојачању површинских делова терена променом физичких карактеристика тла.

4.3. Обрада инјектирањем

Инјекциона маса, која се уграђује под притиском, продире кроз прелине и пукотине у тло и после очвршћавања и везивања са природним тлом, повећава отпорно-деформабилне карактеристике терена.

4.4. Електрична обрада (електроосмоза)

Ова врста третмана тла примењује се у водозасићеним глинама. Обработом се смањује процент влажности у тлу, чиме се побољшавају физичко-механичке и отпорно-деформабилне карактеристике терена.

5. МЕЛИОРАЦИОНЕ И САНАЦИОНЕ МЕРЕ КОЈЕ СЕ ПОСТИЖУ ВЕГЕТАТИВНИМ БИОЛОШКИМ ПОСТУПЦИМА

Стабилност терена може се повећати вегетативним начином, засејавањем траве или засађивањем жбуња и дрвећа.

Засејавањем травом спречава се ерозија терена, а засађивањем шибља или дрвећа повећава се површинска стабилност терена. Засађено дрвеће, својим корењем, повећава стабилност терена, тј. корење дрвећа "армира" природни терен до дубине свог продирања у тлу. Уколико је терен влажан, корењем дрвећа се исушује, чиме се повећавају физичко-механичке карактеристике тла.

Дрвна вегетација која се засађује, мора бити подешена према тлу у које се засађује и клими поднебља да би засад никао и успешно се одржао. Ово исто важи и за травнату вегетацију.

Засађена дрвна вегетација треба да буде ниског раста, а дубоког корена. Таква вегетација не подлеже утицају ветра, а дубоки корен повећава стабилност терена.



ФОПИГ, д.о.о.
ФАБРИКА ОПРЕМЕ ЗА
ПОЉОПРИВРЕДУ И ГРАЂЕВИНАРСТВО
11420 Смедеревска Паланка
Рудине бб
Телефон: 026/34-950, 32-022/725
Телефакс: 026/34-456

ОПРЕМА ЗА ГРАЂЕВИНАРСТВО

Грађевинске машине и уређаји

- Жељеви за сабијање путне подлоге
- Ваљци за сабијање путне подлоге
- Финишери за полагање асфалта
- Кабел багер за ископ шљунка
- Двоколица за полагање каблова
- Уређаји за чишћење снега

Грађевинска опрема

Високоградња

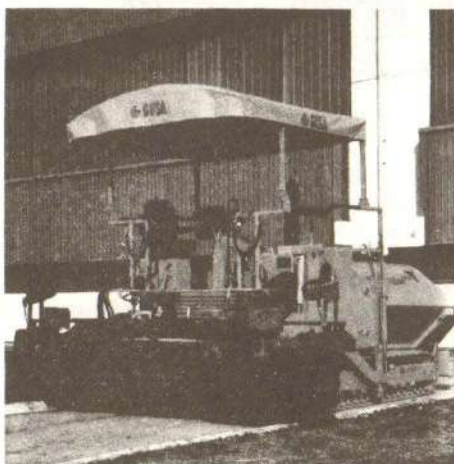
- Вертикална батерија
- Преокретни вибростолови
- Стабилни вибростолови и вибротрупе
- Оплате таванице, зидова, степеништа и сл.
- Финишери за дозирање бетона

Нискоградња

- Писте за производњу преднапрегнутих носача
- Тунелске оплате
- Уређаји за производњу електричних стубова
- Машине за израду цеви
- Оплате за све врсте блокова пропуста и сл.
- Опрема за производњу опекарских производа

Опрема за пренос бетонских елемената

- Дозатори и монореји
- Лансирни мостови
- Травел лифтови
- Ваге, сајле, чауре и сл.
- Нисконосеће приколице и сошке



ГОША КОМЕРЦ, д.о.о.
Коларчева 8
11000 Београд
Телефон: 011/622-679
Телефакс: 011/628-603

Верификација MVMA програмског модела за прорачун саобраћајне буке

Асистент Лидија Пашалић, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет, Београд

УДК
Претходно саопштење

РЕЗИМЕ

Неповољни ефекти саобраћајне буке представљају један од просторно најраспрострањенијих еколошких проблема у урбаним срединама. У том смислу, стање саобраћајне буке мора бити познато у свим пројектним фазама будуће саобраћајнице. Решење овог проблема се, између осталог, тражи у моделском истраживању система уз коришћење методологије симулације, применом рачунарске технике. Данас, у свету, постоји велики број компјутерских модела који третирају проблематику саобраћајне буке. Циљ овог рада је критички осврт на могућност примене у југословенским условима "MVMA TRAFFIC NOISE PROGRAMS", који је формиран у САД под окриљем Motor Vehicle Manufacturers Association, с обзиром да је модел развијен за америчке услове одвијања саобраћаја и да се звучне карактеристике америчког и европског возног парка значајно разликују. Наведени програм је преко Министарства за заштиту животне средине дистрибуиран заинтересованим корисницима у Југославији.

1. УВОД

Имајући у виду да саобраћајна бука представља један од значајних критеријума за вредновање варијантних решења, неповољни ефекти саобраћајне буке морају бити познати у свим пројектним фазама. Решење наведеног проблема се тражи у експерименталним истраживањима, теоријским уопштавањима и у формирању одговарајућих модела.

Експериментална истраживања саобраћајне буке на реалном систему могу дати значајне податке као и законитости промене стања саобраћајне буке у зависности од унапред утврђених параметара. Оваква истраживања подразумевају прикупљање мерених података на терену за конкретне случајеве, њихову обраду, уопштавање и дефинисање одређених закључака. На основу тих закључака и теоријских сазнања могуће је формирати одговарајуће емпиријске везе и номограме који могу послужити за одређивање стања саобраћајне буке.

Међутим, на овај начин се не може исцрпети сложеност односа у конкретним ситуацијама. Дефинисање саобраћајне буке на овај начин може бити довољно само у почетним пројектним фазама. Коришћење утврђених емпиријских законитости у креативном процесу дефинисања путног правца, представља врло сложен посао који не даје потребне податке или не даје податке довољног нивоа тачности. Још већи проблем се јавља када је то потребно урадити за већи број варијантних решења, између којих треба изабрати оптимално. Такође, компара-

тивне вредности које се добијају мерењем на реалном систему није могуће прибавити, с обзиром да реални систем још не постоји. Решење овог проблема се најчешће тражи у формирању сложених математичких модела помоћу којих се може доћи до потребних података. Развој рачунарске технике је у великој мери допринео развоју моделирања различитих система, па се у том смислу јавља и могућност за комплексним истраживањем саобраћајне буке. Суштина тих поступака је у експерименталном истраживању на моделу уз коришћење методологије симулације.

У том смислу, у свету је развијен велики број компјутерских модела који се баве проблематиком саобраћајне буке. У САД, је под окриљем Motor Vehicle Manufacturers Association, формиран компјутерски модел под називом "MVMA TRAFFIC NOISE PROGRAMS" од стране Battelle Laboratories. Модел је написан у Basic за IBM-компатибилне рачунаре.[3]

Циљ овог рада је критички осврт на могућност примене модела "MVMA traffic noise programs" у југословенским условима.

2. КОМПЈУТЕРСКИ МОДЕЛ "MVMA TRAFFIC NOISE PROGRAMS"

Компјутерски модел "MVMA traffic noise programs" сачињавају две групе програма – група програма која анализира утицај саобраћајних токова са константним брзином возње на настајање саобраћајне буке "Constant speed traffic system" и група програма која анализира утицај саобраћајних токова са променљивом брзином возње на настајање саобраћајне буке "Variable speed traffic system".

2.1. Група рачунарских програма за прорачун саобраћајне буке тока са константним брзином

Група рачунарских програма под називом "Constant speed traffic system" [3] анализира стање саобраћајне буке тока са константним брзином возње на два нивоа – програм "Leq/peak passby" и програм "Leq/exceedance".

Програм "Leq/peak passby" омогућава прорачун еквивалентног нивоа буке Leq за сваку групу возила по саобраћајној траци и за целокупни саобраћај. Програм "Leq/exceedance" намењен је прорачуну еквивалентног нивоа буке (номиналног и за 1000 Monte Carlo узорака) и расподеле времена по појединачним нивоима буке.[3]

Оба програма из групе програма за анализу саобраћајне буке код саобраћајних система са константним брзином возње, "Leq/peak passby" и "Leq/exce-

edance", користе исте улазне податке који су организовани у четири логичке групе:

- група улазних података којима се дефинише структура саобраћајног тока и звучне карактеристике возила;
- група улазних података којима се дефинишу параметри пута и околног терена;
- група улазних података којима се дефинише локација пријемника и основни ниво буке за разматрано подручје;
- група улазних података којом се дефинишу конструктивна решења за заштиту од буке.

2.2. Рачунарски програм за прорачун саобраћајне буке тока са променљивом брзином

Програм "Variable speed traffic system" [3] анализира утицај саобраћајних токова са променљивом брзином и светлосном регулацијом саобраћаја на настајање саобраћајне буке. Саобраћајни токови са константном брзином се третирају као специјалан случај.

Слично као и код групе програма "Constant speed traffic system" [3] и код програма "Variable speed traffic system" улазни подаци су организовани у логичке целине:

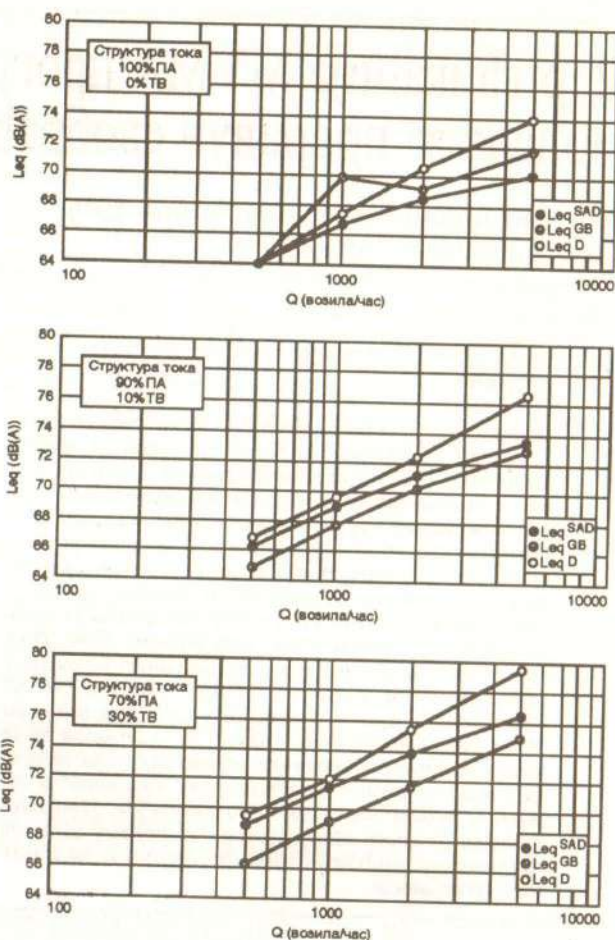
- група улазних података којима се дефинишу звучне и конструктивне карактеристике возила;
- група улазних података којима се дефинише структура саобраћајног тока и геометријске карактеристике пута;
- група улазних података којима се дефинише локација пријемника;
- група улазних података којима се дефинишу звучне карактеристике разматраног подручја;
- група улазних података којима се дефинишу параметри светлосне сигнализације.

Резултати прорачуна су текући број возила, текући ниво буке, кумулативан број возила, кумулативни еквивалентни ниво буке, као и број појединих типова возила укључених у симулацију по саобраћајној траци, за дефинисану фреквенцију појаве резултата и за дефинисани пријемник. Програм "Variable speed traffic system", такође, дефинише расподелу времена вожње по појединим нивоима буке.

3. ВЕРИФИКАЦИЈА MVMA TRAFFIC NOISE PROGRAMS" У ЈУГОСЛОВЕНСКИМ УСЛОВИМА

У овом раду анализирана је могућност примене компјутерског модела "MVMA traffic noise programs" у југословенским условима, сагласно чињеници да је модел развијен у САД и да постоје значајне разлике у звучним карактеристикама америчког и европског возног парка.

• У том смислу, у првом кораку, симулиран је применом наведеног компјутерског модела саобраћајни ток са константном брзином вожње и са звучним карактеристикама америчког и британског возног парка (ниво звучног притиска на одстојању од 15 м – 50 стопа) у функцији брзине вожње и типа возила) и резултата симулације – Еквивалентни ниво буке на одстојању од 25 м од извора Leq (25), су упоређени међусобно и са искуствима СР Немачке у



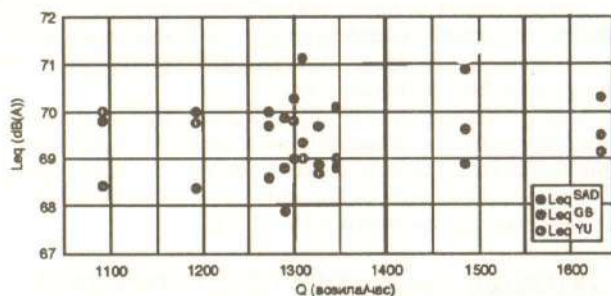
Слика 1 – Упоредни приказ резултата величине еквивалентног нивоа буке и саобраћајног оптерећења добијених симулацијом и дефинисаних прописима СР Немачке

области проблематике саобраћајне буке озвученим кроз упутства RLS-90 [1] (илустративни приказ слике 1.1 – 1.3). Симулиран је саобраћајни ток са звучним карактеристикама америчког и британског возног парка, с обзиром да не постоје дефинисане звучне карактеристике југословенског возног парка. Да би се оценила ваљаност модела параметри саобраћајног тока су варијани у довољно великом распону (саобраћајно оптерећење $Q = 500$ до 5000 возила/час, % теретних возила $TB = 0$ до 50% и одговарајући % путничких аутомобила PA), уз идентичне геометријске услове.

Сprovedена анализа је показала да се добија мањи ниво буке уколико се симулира саобраћајни ток са звучним карактеристикама британског возног парка у односу на амерички возни парк, при чему су нивои буке добијени симулацијом саобраћајног тока са звучним карактеристикама британског и америчког возног парка (Leq_{GB} , Leq_{SAD}) мањи од резултата експерименталних истраживања спроведених у СР Немачкој (Leq_D). Наведени закључак се односи на саобраћајни ток у коме су присутна теретна возила. Код саобраћајног тока који је искључиво састављен од путничких возила најнижи нивои се добијају уколико се симулира саобраћајни ток са звучним карактеристикама аме-

ричког возног парка, док су нивои буке добијени симулацијом британског возног парка већи од резултата немачких истраживања за мања саобраћајна оптерећења, а мањи за већа саобраћајна оптерећења. Резултати анализе, такође показују, да се разлика између појединих нивоа буке Leq_{GB} , Leq_{SAD} и Leq_YU повећава се порастом учешћа теретних возила, при чему се разлика између нивоа буке добијених симулацијом саобраћајног тока са звучним карактеристикама америчког возног парка и нивоа буке дефинисаних експерименталним истраживањима спроведеним у СР Немачкој драстично повећава са порастом саобраћајног оптерећења (од 0,2 dB(A) за 500 возила/час и 20% ТВ до 3,9 dB(A) за 5000 возила/час и 0% ТВ), док је ова разлика између нивоа буке добијених симулацијом саобраћајног тока са звучним карактеристикама британског возног парка и резултата немачких истраживања уједначенија за различита саобраћајна оптерећења (од 1,7 dB(A) за 500 возила/час и 10% ТВ до 4,5 dB(A) за 5000 возила/час и 30% ТВ).

• У другом кораку симулиран је саобраћајни ток са константном брзином вожње и са звучним карактеристикама америчког и британског (Leq_{SAD} , Leq_{GB}) возног парка за услове експерименталних истраживања спроведених на мерној деоници Сурчин – Национал, аутопута Београд – Загреб (Leq_{YU}) [4] и извршено упоређење резултата симулације и експерименталних истраживања (слика 2). Треба нагласити да су на мерној деоници регистровани нивои буке за релативно узан распон саобраћајног оптерећења (1092 – 1632 возила/час), на основу чега се не може генерално разматрати употребљивост



Слика 2 – Упоредни приказ резултата добијених симулација и резултата експерименталних истраживања обављених на мерној деоници

модела. Одступање између симулираних вредности и резултата експерименталних истраживања су нешто већа уколико се симулира саобраћајни ток са звучним карактеристикама америчког возног парка – максимално одступање 2,1 dB(A), средња вредност одступања 1,09 dB(A), стандардна грешка 1,33 dB(A). Уколико се симулира саобраћајни ток са звучним карактеристикама британског возног парка одступања су мања – максимално одступање 1,6 dB(A), средња вредност одступања 0,78 dB(A) стандардна грешка 0,97 dB(A).

Упоредни приказ резултата добијених симулацијом и резултата експерименталних истраживања

обављених на мерној деоници аутопута Београд – Загреб, од Сурчина до Хотела Национал.

4. ЗАКЉУЧАК

Сprovedена анализа указује на постојање значајних разлика између нивоа саобраћајне буке дефинисаних експерименталним истраживањима у СР Немачкој и нивоа буке који се добијају кроз симулацију саобраћајног тока са звучним карактеристикама америчког и британског возног парка применом компјутерског модела "MVMA traffic noise programs" (максимална разлика 4,5 dB(A). С обзиром да се није располагало са подацима који су коришћени за експериментална истраживања у СР Немачкој, није било могуће дефинисати узроке наведених одступања.

Прихvatљива одступања се добијају уколико се симулиране вредности упореде са резултатима експерименталних истраживања спроведених на мерној деоници Сурчин – Хотел Национал, аутопута Београд – Загреб (максимална разлика уколико се симулира саобраћајни ток са звучним карактеристикама британског возног парка је 1,6 dB(A), док, уколико се симулира амерички возни парк максимална разлика је 2,1 dB(A). На мерној деоници регистровани су нивои буке у релативно малом распону (1092 до 1632 возила/час), на основу чега се не може генерално разматрати употребљивост модела. Како не постоје дефинисане звучне карактеристике југословенског возног парка, није било могуће симулирати саобраћајни ток са звучним карактеристикама југословенског возног парка и резултате симулације упоредити са резултатима експерименталних истраживања, што би у сваком случају дало реалнију слику о употребљивости компјутерског модела у југословенским условима.

Сprovedена анализа указује на потребу детаљнијих истраживања која би укључила:

- дефинисање звучних карактеристика југословенског возног парка,
- спровођење експерименталних истраживања саобраћајног тока са константном брзином вожње која би обухватила шири распон саобраћајног оптерећења (500 до 3500 возила/час),
- спровођење експерименталних истраживања са циљем да се дефинише утицај саобраћајног тока са променљивом брзином вожње и светлосном регулацијом саобраћаја на настајање саобраћајне буке.

Наведена истраживања отворила би могућност да се изврше све потребне упоредне анализе и да коначан суд о употребљивости компјутерског модела "MVMA traffic noise programs" у југословенским условима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bundesanstalt für Strassenwesen; Richtlinien für die Lärmschutz an Strassen, RLS-90.
- [2] Jones, R.R.K., Hotherstall, D.C.: Effect of operating parameters of noise emission from individual road vehicles, Bradford, 1979.
- [3] User manual for MVMA traffic noise programs, Battelle Laboratories, 1989.
- [4] Вељковић, М., Компјутерски модел за симулацију саобраћајне буке на аутопутевима, Магистарски рад, Београд, 1987.

Заузимање површина као критеријума односа пута и животне средине

Мр Душан Николић, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет у Београду

УДК 625.73:504.052
Прегледни рад

РЕЗИМЕ

Утицај пута на животну средину може се посматрати са различитих становишта. Најчешће се анализе спроводе са становишта негативног утицаја пута на животну средину у погледу саобраћајне буке или загађења ваздуха и вода.

Као просторни линијски објект пут неповратно ангажује одређене површине земљишта. Увођењем критеријума "заузетости површина под путем" и дефинисањем поступка за процену потребних површина под путем још у планерској фази (Генерални пројекат), доприноси се објективизирању поступка процене варијантних решења траса путева са становишта односа пута и животне средине.

1. УВОД

Повећаним коришћењем земљишта ради формирања насеља, индустријских зона или, уопште, ангаовањем земљишта у најразличитије сврхе, смањује се квантум расположивог простора, не само за садашње већ и за будуће кориснике.

Ограниченост овог природног ресурса намеће потребу за планским коришћењем простора, при чему свака планерска мера која за последицу има заузимање земљишта, треба, још у планерској фази да буде проверена у погледу количине заузетог земљишта, његовог квалитета и могућих последица.

Површина под путевима и улицама релативно је мала у односу на укупно расположиво земљиште, али нипошто није занемарљива (у појединим европским градовима чак и више од 10% градског простора лежи под саобраћајницама).

Значај добро организоване и разгранате путне мреже за привредни и друштвени развој добро је познат, што значи да треба очекивати даље повећање мреже путева а самим тим и заузимање нових површина.

Заузимање површина није, наравно, једина последица односа пут – животна средина, али може да буде један од критеријума оцене утицаја пута на животну средину поред критеријума као што су:

- загађивање ваздуха
- загађивање земљишта и воде
- саобраћајна бука
- вибрације
- промене микроклиме
- раздвајање просторних целина
- безбедност
- визуелно загађење.

Од набројаних критеријума само се за два: саобраћајну буку и загађивање ваздуха, може рећи да

су довољно изучена да се њихово дејство може квантификовано изразити и вредновати, што није случај са осталим критеријумима.

Ако се заузимање површина од линијског објекта као што је пут, посматра као утврђивање потребне површине под путем са становишта утицаја на животну средину, онда је од посебног значаја утврдити поступак за процењивање потребних површина у фази планерских поставки (Генерални пројекат), када се разматрају различите варијанте траса путева.

У том смислу, утврђивање потребних површина под путем омогућило би да се дефинишу квантификовани показатељи за поређење варијаната по два критеријума: по критеријуму односа према животnoj средини и према критеријуму инвестиционих трошкова, када се под инвестиционим трошковима сматрају трошкови земљишта.

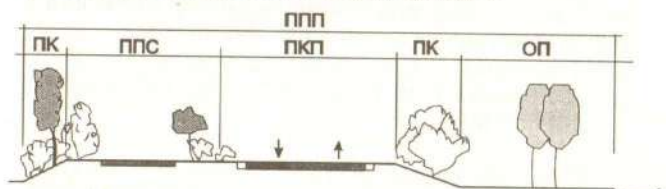
Поступак процењивања потребне површине под путем изложен у даљем разматрању, заснован је на анализи коју је спровела група иностраних аутора, анализирајући пројекте путева размера Р 1 : 1000 и Р 1 : 5000 урађених за приближно 200 км путева [1]. Потребне површине одређене су у зависности од попречног профила пута, топографије терена, броја и врсте пратећих садржаја пута.

С обзиром на разлике које постоје у погледу примене различитих стандарда, извршена су потребна прилагођавања, првенствено имајући у виду предлоге стандардних или типских решења до сада презентираних стручној јавности [2] и [3].

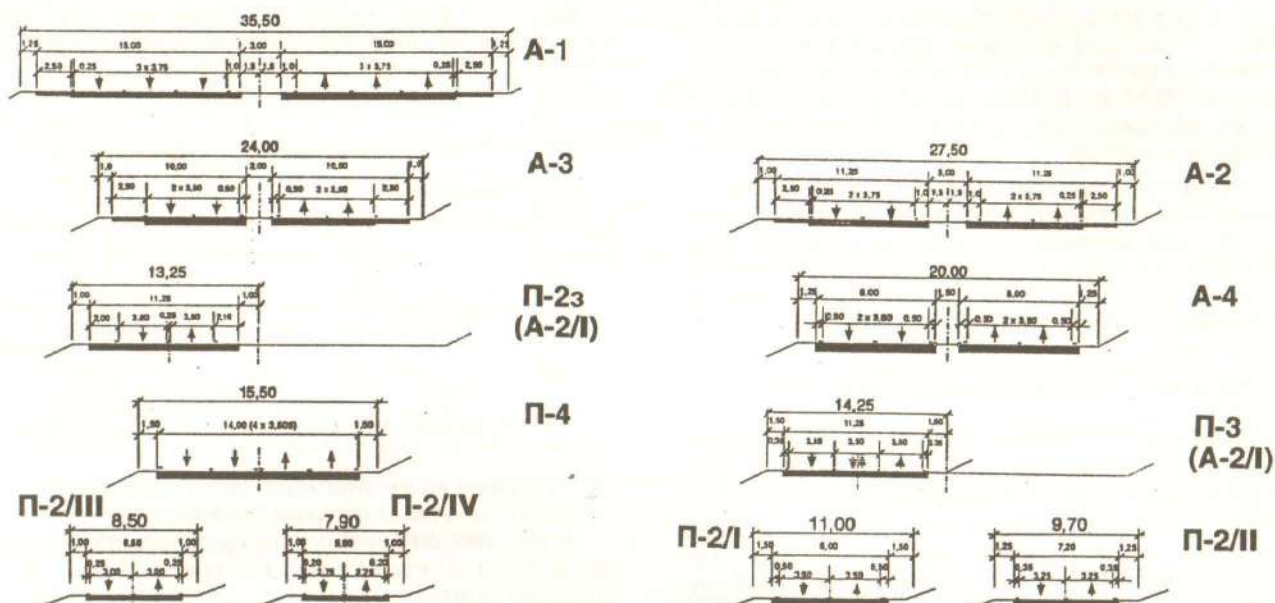
2. ПОТРЕБНА ПОВРШИНА ПОД ПУТЕМ (ППП)

Појам "потребна површина под путем" мора бити прецизно дефинисан, односно морају се недвосмислено дефинисати површине за које се може рећи да су заузете искључиво као последица чињенице да пут пролази баш том трасом.

У том смислу разликују се четири категорије површина које су у општем случају могу наћи у попречном профилу пута: површина под круном (планумом) пута, површина под косином пута, површина под пратећим садржајима пута и остале површине, као што је назначено на слици 1.



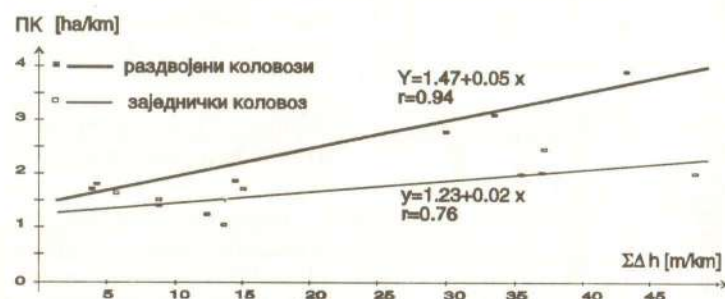
Слика 1 – Шематски приказ површина које одређују потребну површину под путем



Слика 2 – Стандардни попречни профили

Табела 1 – Потребна површина под круном – планумом пута у зависности од типа стандардног попречног профила (ПКП)

Тип пута	Тип стандардног попречног профила	Потребна површина (ha/km)
Са раздвојеним коловозима	А-1	3.55
	А-2	2.75
	А-3	2.40
	А-4	2.00
Са заједничким коловозима	П-4	1.55
	П-2з	1.325
	П-3	1.425
	П-2/І	1.10
	П-2/ІІ	0.97
	П-2/ІІІ	0.85
	П-2/ІІІІ	0.79



Слика 3 – Потребна површина под косинама пута у зависности од типа пута и топографије терена

2.1. Површина под круном пута (ПКП)

Круну (планум) пута дефинишу сви садржји који се налазе у попречном профилу пута између крајњих ивица банкина са једне односно друге стране коловоза.

Појединачно набројани то су: банке, коловозне траке, средња разделна трака као и ригол и берма, ако је пут у усеку или засеку. Заправо може се рећи да је круна пута једнака ширини пута.

Површине под круном пута за стандардне попречне профиле приказане на слици 2, према литератури [2], дате су у табели 1.

2.2. Површине под косинама пута (ПК)

Површине под косинама пута одређене су косинама насипа или усека пута а њима су обухваћене и површине заштитних јаркова или ободних канала.

Површине под косинама пута у директној су вези са односом нивелете пута према терену као и типом пута (пут са раздвојеним или заједничким коловозом).

Утицај типа пута проистиче из тога што се путеви са раздвојеним коловозима теже уклапају у постојеће теренске облике за разлику од путева са заједничким коловозом.

Како у планерској фази разматрања могућих траса путева нивелета пута, по правилу, још није утврђена, потребна површина пута по овом параметру утврђује се на основу спроведене регресионе анализе за путеве наведене у поглављу 1.

На слици 3 приказана је утврђена функционална зависност површина под косинама пута од топографије терена и типа пута. Наведене регресионе једначине могу се користити за прорачун потребних површина пута под косинама и ван граница за $\Sigma \Delta h$ наведених на слици.

Оно што треба посебно напоменути јесте да је на слици 3 топографија терена представљена сумом висинских разлика кога терена на километар дужине трасе ($\Sigma \Delta h / \text{км}$). Илустрације ради $\Sigma \Delta h \approx 25$ [м/км] већ представља прелаз са равничарског на брежуљкаст терен.

Уколико се већ унапред предвиђа да ће доћи до значајнијег одступања нивелете пута од постојећег терена ради намерног повећања, на пример, насипа ради заштите пута од изливања вода из водотока, заштите од буке итд, треба очекивати значајнија одступања од прогнозираних вредности.

2.3. Површине под пратећим садржајима (ППС)

Када је реч о пратећим садржајима у оквиру ове анализе, не мисли се уско само на оне садржаје који се уобичајено подразумевају под овим називом.

Под овим термином подразумевају се додатне површине које се директно надовезују уз круну пута или косину насипа и то: површинске и денивелисане раскрснице путева (према [4] и [5]), паркиралишта и одморишта (према [3]).

Просечне вредности потребних површина разврстане су у табеле.

У табели 2 дате су просечне вредности потребних површина под површинским раскрсницама, зависно од типа и врсте раскрснице (слика 4).

Код површинских раскрсница типа IV у склопу чворишта, у зависности од величине ангажоване површине унутар рампе "Д", дате су две вредности. При томе се код површине $D < 1$ [ха] ова укључује у површину под путем, с обзиром да дати простор губи првобитну употребну вредност.

Ради процене односа површина заузетих елементима пута који су стандардизовани или типизирани и површина које се не могу на овај начин строго ограничити али су такође саставни део површине под путем, посебно се истиче величина стандардног или типизираног дела, као и његово релативно уче-

Табела 2 – Средња вредност потребних површина под површинском раскрсницом у зависности од типа раскрснице (ППС₁)

Тип површинске раскрснице	Трокрака раскрсница [ha]	Четворокрака раскрсница [ha]
I	–	0.05
II	0.22	0.37
III	0.27	0.49
IV	Површина Д унутар рампе чворишта	
	< 1 ha	> 1 ha
	Укупно: 1.20 (са Д) Стандардно 0.35 (29%)	Укупно: 1.02 (без Д) Стандардно 0.54 (53%)

ше у односу на укупно ангажовану површину, и у табелама означава са ознаком "стандардно".

У табели 3 дате су просечне вредности површина заузетих од денивелисаног укрштаја, зависно од типа денивелисаног чвора (према [5]) у насељеном односно ванградском подручју.

У табели 4 дата је просечна вредност површина заузетих од једностраног паркиралишта типа П-1 (према [3]) на путу са заједничким коловозом, редукване дужине од 100 м без посебних улива или излива.

Просечне вредности површина под стандардним паркиралиштем П-1 или П-2 или одмориштем О-1 (према [3]) на путевима са раздвојеним коловозима дате су у табели 5, а за одморишта типа О-2 са сервисним центром у табели 6.

2.4. Остале површине (ОП)

Под "осталим површинама" подразумевају се површине под пољопривредним или шумским путевима који су потребни уколико пут просеца шумско или пољопривредно земљиште. Шумски или пољопривредни путеви воде се паралелно са плани-

раним путем и врло често се налазе унутар земљишног појаса дефинисаног Законом о путевима. Минимална ширина тог појаса од 1.0 м повећава се у том случају на потребну ширину од 4–5 м.

Код путева са раздвојеним коловозом (аутопутева), уобичајена ширина земљишног појаса ради спољњег одржавања аутопута, обезбеђивања паралелних пољопривредних путева итд. најчешће је 4–5 м.

Уколико се предвиђа да се садржаји дуж пута штите од саобраћајне буке применом насипа за заштиту од буке, просечна површина земљишта испод овог насипа рачуна се по образцу:

Врста	Тип I	Тип II	Тип III	Тип IV
Трокрака				
Четворокрака				

Слика 4 – Типови површинских раскрсница

Табела 3 – Просечна вредност потребних површина код денивелисаних раскрсница (ППС₂)

Ред. бр.	Тип чворишта		Потребна површина [ha]			
	Назив	Скица	У насељеном месту		Ван насељеног места	
			Укупно	Стандардно	Укупно	Стандардно
1	Ромб		1.6	0.8	4.10	1.87
2	Ромб		0.9	0.8	2.61	1.87
3	Пола детелине		4.2	1.0	5.23	1.10
4	Труба		3.2	0.8	7.51	1.46
5	Крушка		4.2	0.9	9.9	1.64
6	Троугао		3.8	1.2	24.3	6.36
7	Детелина без пар.трак.		10.0	2.2	14.06	2.43
8	Детелина са пар. трак.		13.4	5.4	18.74	5.93
9	Малтешки крст		10.7	3.8	23.53	10.2

Табела 4 – Средња вредност потребне површине под паркиралиштем код путева са заједничким коловозом (јединострано) (ППС₃)

Тип паркиралишта	Дужина паркиралишта	Потребна површина [ha]
П-1	Укупно:	0.32 0.11 (34%)

Табела 5 – Средња вредност потребних површина паркиралишта и одморишта код путева са развојеним коловозима (јединострано) (ППС₄)

Тип паркиралишта	Дужина [m]	Површина [ha]	Стандардно [ha]
П-1	150	0.45	0.15 (33%)
П-2	200	0.60	0.20 (33%)
О-1	325	1.20	0.30 (25%)

Табела 6 – Средња вредност потребне површине одморишта са додатним садржајима (јединострано) (ППС₅)

Тип одморишта	Дужина: 500 м – 600 м Ширина: 70 м – 100 м	Потребна површина [ha]
О-2	Укупно: Стандардно	4.6 1.7 (37%)

Табела 7 – Средња вредност потребне површине за паралелне шумске и пољопривредне путеве (ОП₁)

Тип паралелног пута		Потребна површина [ha/km]
Јединострано	Укупно Стандардно	0.4 0.3 (75%)
Двострани	Укупно Стандардно	0.8 0.6 (75%)

Табела 8 – Средња вредност површина (цепова) које се због немогућности даљег коришћења третирају као површине под путем (ОП₂)

Тип пута	Потребна површина [ha/km]	
	Раван ререн ¹⁾	Валовит терен ²⁾
Заједнички коловоз	0.13	0.20
Раздвојени коловоз	0.32	0.50
Легенда: ¹⁾ $\Sigma \Delta h/km < 25 \text{ m/km}$; ²⁾ $\Sigma \Delta h/km > 25 \text{ m/km}$;		

$$ОП_{\text{нас,зашт.буке}} = (3 \cdot h_{\text{нас}} + 1) \cdot I_{\text{нас}} \cdot 0.0001 \text{ [ha]}$$

при чему је $h_{\text{нас}}$ [m] висина насипа изнад површине пута а $I_{\text{нас}}$ [m] предвиђена дужина насипа за заштиту од буке.

У категорију "остале површине" сврставају се и површине које ће проласком трасе пута, с обзиром на топографију терена и локалне услове представљати "цепове" који ће изгубити своју ранију употребну вредност, па се као такви третирају као површине под путем (Табела 8).

Код дефинисања и набрајања категорија површина и њихових елемената, које дефинишу потребну површину под путем набројани су сви значајни параметри. Уколико се јави неки параметар који се жели укључити у анализу, с обзиром да се на разматраној траси релативно често јавља, може се изоловано анализирати и преко своје просечне вредности укључити у процес одређивања потребне површине под путем.

2.5. Поступак за процењивање потребне површине под путем

У досадашњем излагању анализирани су појединачни елементи од значаја за утврђивање потребне површине под путем.

Поступак за процењивање потребне површине под путем подразумева да се обједињавањем свих појединачних елемената присутних код разматране варијанте пута, на основу познате дужине пута,

утврђеног попречног профила, топографије терена изражене преко суме релативних висинских разлика, ($\Sigma \Delta h$ [m/km], броја и врсте пратећих и осталих садржаја, дефинише укупна потребна површина под путем.

При томе, препоручује се подела укупне трасе разматране варијанте на деоници сличних топографских карактеристика, при чему релативна висинска разлика $\Delta \Sigma \Delta h$ [m/km] између две суседне деонице не би требало да прелази вредност од ≈ 5 [m/km].

3. ЗАКЉУЧАК

Приказани поступак процењивања потребне површине под путем, као и само дефинисање појам "потребна површина под путем", омогућавају да се на квантификовани начин опише један од могућих критеријума за оцену утицаја пута на животну средину: критеријум заузимања површина.

На основу тако дефинисаног критеријума могуће је у фази планерског разматрања и одлучивања о варијантним решењима траса путева (генерални пројект), објективизирати сам поступак доношења одлука, с обзиром да се располаже објективним, квантификованим показатељем.

У погледу поређења варијаната, на основу процењене површине под путем, могао би се учинити и још један корак напред ка даљој објективизацији, вредновањем заузетих површина у погледу квалитета и њиховим значајем за животну средину (бонитирање земљишта), или вредновањем земљишта у апсолутном новчаном износу ради поређења инвестиционих трошкова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] K. Gluck, G.F. Koppen: Flächenbedarf von Strassen, Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Festschrift 435, 1985.
- [2] В. Анђус, М. Малетин: Предлог стандардног геометријског попречног профила, Пут и саобраћај, бр. 3, Београд 1993
- [3] М. Малетин, В. Анђус: Планирање и пројектовање пратећих садржаја магистралних путева, Београд 1993
- [4] Forschungsgesellschaft für das strassenwesen (Hrsg): Richtlinien für die Anlage von Landstrassen (RAL), Teil III: Knotenpunkte (RAL-K-1, RAL-K-2), Ausgabe 1976

Изградња моста Слободе преко Дунава у Новом Саду

Љубиша Гојковић, дипл. инж. грађ.
Станоје Петковић, дипл. инж. грађ.
Урош Перин, дипл. инж. грађ.
ГП "Мостоградња" ДД, Београд

УДК 624.53.014.2.071.22

РЕЗИМЕ

Средином септембра 1976. године почели су главни радови на мосту Слободе. Завршен је средином 1981. године.

Мост се састоји из 4 конструкције, укупне дужине 1312 метара. Темљење је изведено на бушеним шиповима система Hochstrasser Weise, осим обалног стуба бр. 22. Стубови у Дунаву изведени су под заштитом загата, а на обали у прибојима и отвореним јамама. Приобална преднапрегнута конструкција дужине 301 метар избетонирана је на скели. Прилазне спрегнуте конструкције дужине 240 метара на левој обали и 180 метара на десној обали су система просте греде, распона 60 м. Оне су монтиране преко помоћних ослонаца у трећинама распона који су истовремено служили и за спрезање конструкције. Главна челична конструкција, система греде са косим ужади-ма и средњим отвором 351 м, укупно је дугачка 591 метар. Монтирана је системом слободне монтаже, у секцијама тежине до 2.000 kN. Обалне затеге монтиране су на уобичајен начин док су у речном отвору затеге први пут у свету монтиране системом директног убацивања. Пре спајања главна конструкција је конструирана за подужна температурна дилатирања. Испитивање моста под пробним оптерећењем показало је поклапање мерених и рачунатих вредности.

1. ОПШТЕ

Нови Сад, град настао уз Петроварадинску тврђаву, суочио се одмах са проблемом премошћавања Дунава. Први преласци на другу обалу обављани су скелом, а први писани документ из 17. века сведочи о постојању понтонског моста. Задњи понтонски мост, подигнут за време II светског рата, уклоњен је 1945. године.

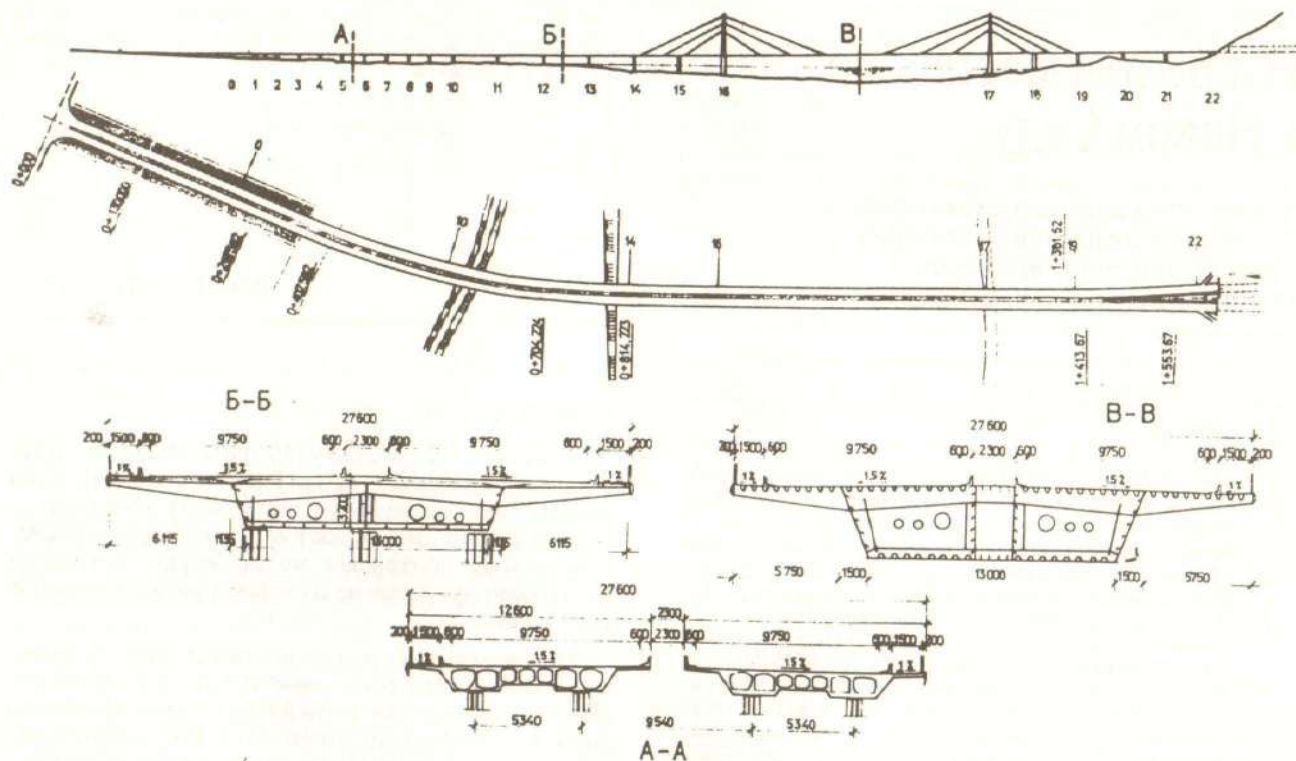
Пре почетка изградње моста Слободе (у време изградње, до отварања имао назив "23. октобар"), Нови Сад је имао два моста преко Дунава: друмски и друмско-железнички. Нови мост, као инфраструктурни објект проширења града, треба да главну градску саобраћајницу, Булевар "23. октобра", пребаци на десну обалу, у будуће насеље "Мишелук".

У другој половини 1975. године обављена је међународна лицитација на којој је изградња моста поверена "Мостоградњи", с тим да челичну конструкцију испоручи GANZ MAVAG из Будимпеште а носећу ужад STANTON AG из Цириха.

Припремни радови су почели априла 1976. године. Градилиште је формирано на левој обали Дунава непосредно уз мост. Сви делови градилишта повеза-



Слика 1 – Изглед друмског моста Слободе



Слика 2 – Подужни пресека, основа и карактеристични пресеци моста

ни су асфалтним саобраћајницама а прелаз преко Дунава се обављао скелом.

Мост се састоји из 4 конструкције:

- приобалне преднапрегнуте конструкције на левој обали, дужине 301 м,
- прилазне спрегнуте конструкције на левој обали, дужине 240 м,
- главне челичне конструкције – греде са косим затегама, дужине 591 м,
- прилазне спрегнуте конструкције на десној обали, дужине 180 м.

Ширина моста је 27,68 метара и састоји се из 6 саобраћајних трака, две пешачке стазе, две заштитне траке и разделне траке за супротне смерове кретања у коју су смештени пилони и косе затеге. Приобална преднапрегнута конструкција на делу разделне траке је и физички раздвојена (слика 2).

Уздужни нагиб моста је 2% до стуба бр. 20 а даље 4%. Код стубова бр. 0, 4 и 20 изведена су степеништа за пешаке.

Главни радови почели су септембра 1976. године. Монтажа челичне конструкције средином 1978. године. Завршни радови обављени су у периоду јули – октобар 1981. године. Мост је предат саобраћају 23. октобра 1981. године.

2. ИЗГРАДЊА МОСТА

2.1. Стубови на левој и десној обали

Темељење стубова изведено је на бушеним шиповима пречника 120 и 150 цм. Стубови од бр. 0 до бр. 15 на бушеним шиповима пречника 120 цм, а од бр. 16 до бр. 21 пречника 150 цм.

Темељ стуба бр. 22 изведен је у отвореној јами под заштитом прибоја од челичних талпи.

Бушени шипови изведени су системом Hochstrasser-Weise са одговарајућом опремом. Ослоњени су у слој лапоровите глине. Стубови од бр. 1 до бр. 9 су ослоњени директно на бушене шипове а остали на бетонске наглавнице које су изграђене преко бушених шипова. Стубови су изведени помоћу монтажне оплате извођача ("Мостоградња").

2.2. Стубови у речном кориту

Темељење стубова бр. 14 и 15 изведено је на бушеним шиповима пречника 120 цм помоћу пловне дизалице, а бр. 16 и 17 на бушеним шиповима пречника 150 цм од чега на бр. 16 помоћу пловне дизалице а на бр. 17 помоћу аутодизалице. Због велике дубине бушења, шипови на стубу бр. 17 рађени су телескопски и то: првих 20 метара пречника 170 цм, а других 20 метара пречника 150 цм. Ово је последица постојања здробљене зоне у тлу на дубини од 37 метара од равни бушења, декларисане као некадашња клизна раван.

Стубови бр. 14, 15 и 16 изведени су у седам фаза:

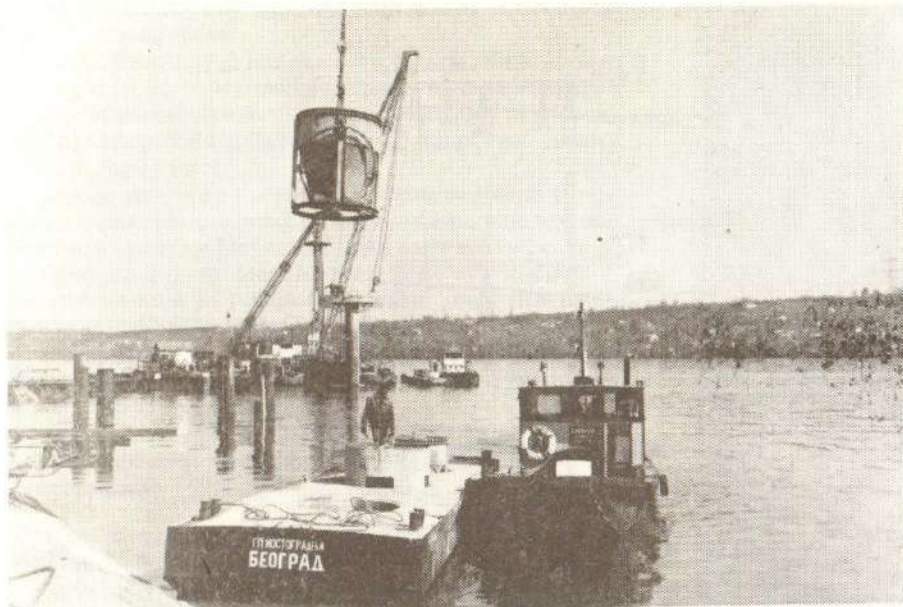
Прва фаза – израда бушених шипова пловном дизалицом (слика 3),

Друга фаза – израда загата од челичних талпи дужине 16 и 22 м,

Трећа фаза – подводни ископ са подводним прањем талпи у зони бетонирања,

Четврта фаза – подводно бетонирање тампона, одлеживање бетона и црпљење воде,

Пета фаза – штемовање "глава" шипова, монтажа арматуре и бетонирање наглавнице,



Слика 3 – Транспорт бетона пловилом по реци

Шеста фаза – монтажа арматуре и бетонирање стубова у монтажној оплати извођача ("Мостоградња"),

Седма фаза – демонтажа затега: спољне талпе су извађене а унутрашње сечене у равни терена (где су остале као трајна заштита).

С обзиром да је стуб бр. 17 уз саму обалу и да је тај део обале под водом при одређеном водостају, технологија израде стуба се разликује у прве 4 фазе:

Прва фаза – израда загата од челичних талпи и насипање песком стубног места до коте 78,0,

Друга фаза – израда бушених шипова пречника 170/150 цм телескопском методом помоћу аутодизалице,

Трећа фаза – ископ насута материјала из стубног места,

Четврта фаза – бетонирање тампона у сувом.

У стубове бр. 14, 15, 18 и 19 уграђени су анкер-блокови за које су специјалним завртњевима причвршћене затеге главне конструкције.

У темељу стуба бр. 14 изведен је тест шип пречника 120 см, а у стубу бр. 19 тест шип пречника 150 см.

2.3. Коловозна конструкција на делу приобалне преднапрегнуте конструкције

Коловозна конструкција је бетонирана на челичној монтажној скели извођача ("Мостоградња"), ослоњене на монтажним бетонским темељима. Како је овај део моста у кривини $R = 1.000$ м, то су главни носачи скеле постављени радијално а за подужне носаче оплате коришћене су челичне талпе касније употребљене за затег стубова у Дунаву. Бетонирање је обављено у 3 фазе: доња плоча, ребра и горња плоча. Подужна конструкција је за бетонирање плоче подељена у 2 фазе, свака фаза по 5 поља. Преднапрезање је извршено кабловима 36 ϕ 7 мм, система ИМС.

2.4. Прилазне спрегнуте конструкције леве и десне обале

Ове конструкције су система просте гред, а за монтажу челичне конструкције у сваком пољу израђени су монтажни ослоњци у трећинама распона. Њихово ослањање о тло извршено је преко монтажних бетонских темеља. Они су коришћени и за спрезање конструкције за целокупно оптерећење. Све монтажне везе остварене су преднапрегнутим високовредним завртњевима и заваривањем аутоматима под заштитом праха у С квалитету. Површине спајане овим завртњевима претходно су заштићене металозирањем. Монтажа конструкције је обављана аутодизалицама. Бетонирање коловозне конструкције обављено је на монтажној оплати,

ослоњеној вретенастим дизалицама о челичну конструкцију.

3. ГЛАВНА ЧЕЛИЧНА КОНСТРУКЦИЈА

Главна конструкција се пружа преко Дунава од стуба С14 до С19 укупног распона $L = 2 \times 60 + 351 + 2 \times 60 = 591$ м и заузима доминантну позицију у склопу целог моста.

Основни делови моста су греда за укрућење, пилони и ужад-затеге.

Пловни отвор је између два пилонска стуба С16 и С17. Ширина пловног отвора је 351 м.

Дужина главне конструкције од 591 м је подељена у 43 монтажна поља од 9–18 м. Свако монтаж поље је састављено од 16 транспортних монтажних елемената.

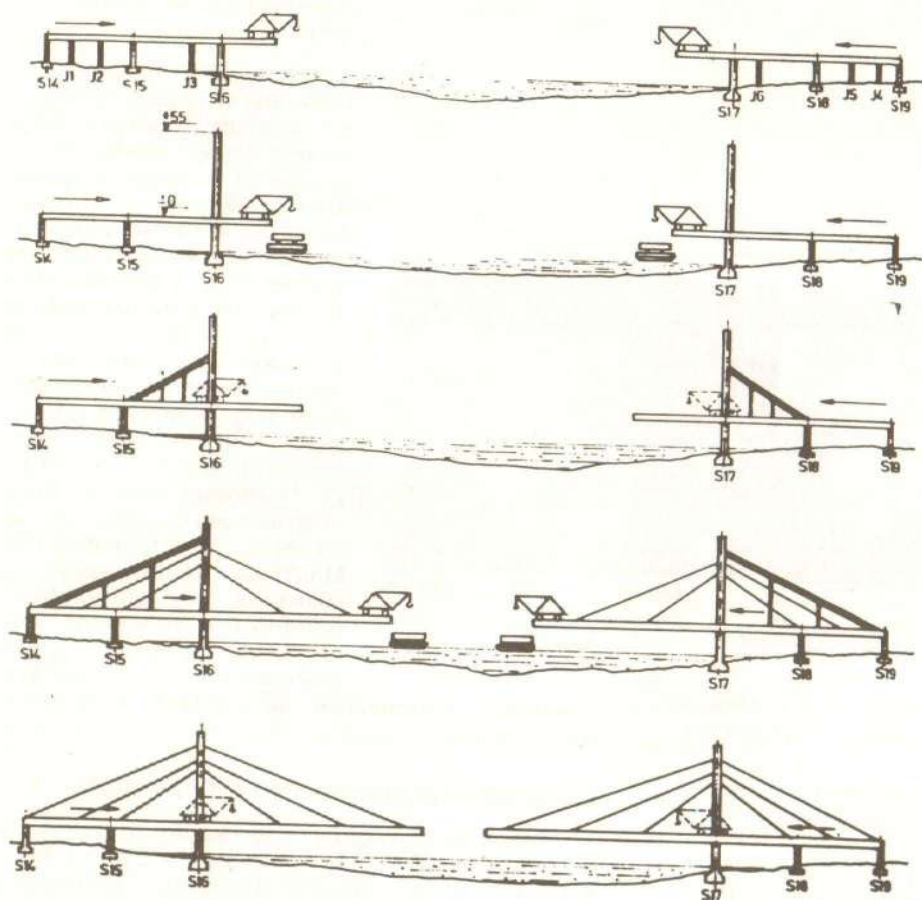
Тежина једног монтажног поља је од 1.100 KN до 2.000 KN. Укупна тежина греде је 67.030 KN.

Напредовање – смер монтаже је од стуба 14 и 19 према средини. За монтажу су коришћене специјалне "дерика" дизалице направљене у "Мостоградњи". Носивост "Дерика" са једне стране је 2×1.200 KN = 2.400 KN (Слика 4).

"Дерик" дизалице су дизали комплетно монтаж поље у пројектовани положај са пловиле. За потребе комплетирања монтажних поља на пловилима, на левој обали градилишта је направљено пристаниште, где су помоћу аутодизалице комплетирана монтаж поља на пловилима за део конструкције преко реке од стуба С14 до С17. За део С17 до С19 комплетирање је обављено на припремљен терен испод дерика на десној обали.

За монтажу дела конструкције од С14–С16 и С19–С17 урађени су монтажно-демонтажни ослоњци-јармови, док је конструкција С16–С17 монтирана конзолно од косих затега до косих затега.

Пилони висине 58,7 м од коловоза, састављени од радионичких транспортних сегмената, монтира-



Слика 4 – Фазе монтаже главне челичне конструкције

ни су аутодизалицом носивости 1.000 KN. Тежине појединих сегмената пилона су од 260–400 KN а укупна тежина пилона је 6.105 KN.

Заваривање контактних површина на монтажним наставцима обављено је са померајуће висеће скеле која је касније коришћена и за бојење.

За монтажу косих затега примењиване су две технологије. Обалне затеге су монтиране преко косе скеле од челичних решетки са шинама, а водне аутодизалицом. Направљен је помоћни алат – “гусеница” – монтирана на пилон и на греду. Аутодизалица поставља главу затега на “гусеницу” пилона одакле се хидрауличним дизалицама увлачи у пилон и сидри.

У греду се затега увлачи електричним виловима и хидрауличним дизалицама и обавља помоћно сидрење.

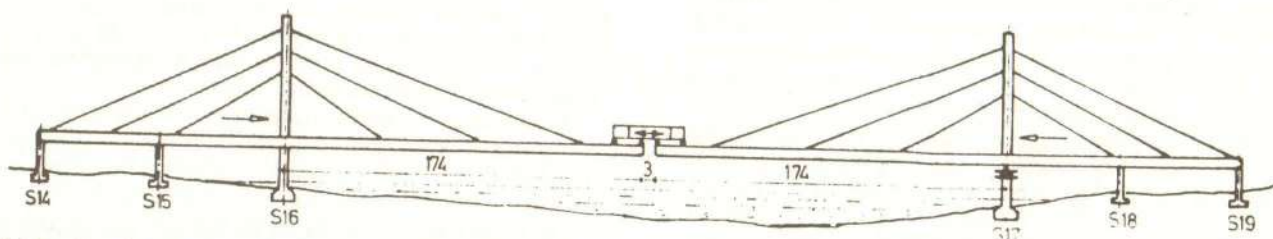
Главном, пројектовано сидрење у греду обављано је са две хидрауличне пресе, носивости од по 5.000

KN. Пројектовано сидрење обављено је истовремено на обалној и одговарајућој водној затези.

Затеге чине 48 HiAM ужади дужине 63,88 – 161,03 м и укупне тежине 4.451 KN.

Главна челична конструкција је монтирана “дери”к” дизалицама до упасованог елемента. Пре монтаже упасованог елемента извршена је демонтажа “дери”к” дизалица тако да је он монтиран пловном дизалицом. Монтажа упасованог елемента је захтевала посебну технологију са специфичним операцијама (Слика 5). Технологија “затварања” конструкције обухвата и перманентну контролу промене ширине отвора у целом попречном пресеку моста. Промене димензија отвора су последица деформација намонтиране конструкције услед:

- температурне промене челичне конструкције греде;
- температурне промене косих затега; и



Слика 5 – Фаза монтаже завршног елемента (шесто)

и) температурне разлике појединих елемената попречног пресека.

У овом смислу је направљен специјални зглобни уређај који континуира две стране само за температурне промене греде. За време монтаже зглобног уређаја извршено је деблокирање покретног лежишта на стубу бр. 17.

После монтаже овог уређаја приступљено је мерењу карактеристичних дужина отвора у целом попречном пресеку. Мерење је обављано свака 2 сата, у трајању од 3 дана. Мерење величине су уношене у табелу из које је усвојена дужина упасовног елемента и одабрано време уграђивања.

Заваривање последњег монтажног наставка обављено је при уједначеној температури конструкције.

3.1. Остваривање монтажних веза главне челичне конструкције

Све монтажне везе на главној челичној конструкцији оствариване су:

а) преднапрегнутим високовредним завртњевима и

б) заваривањем.

Употреба преднапрегнутих високовредних завртњева (производња, испитивање, ускладиштење, уграђивање) обављена је по DIN стандардима.

Належуће површине обрађиване су пескарењем и метализацијом што је обезбеђивало коефицијент трења $\mu = 0,55$. Антикорозиона заштита високовредних завртњева обављена је молибден дисулфидом који је смањио расипање момента преднапрезања на испод 12% и смањио коефицијент трења у завртњу на $K = 0,14$, што је олакшало уграђивање и преднапрезање смањујући моменат преднапрезања за прописану силу притезања.

Пре почетка заваривања уграђен је пројект технологије заваривања и извршено је атестирање технологије.

Заваривано је ручно и аутоматом.

Подужни настави коловозних лимова рађени су аутоматима са челичном "поткореном" плочом на пловилу приликом укрупњавања.

Попречни наставци лима коловоза и лима патоса заварени су аутоматом са бакарном поткореном плочом.

Подужна укрупњења коловозног лима заваривана су ручно.

Радиографска контрола хомогености зава ра обављана је од 20% до 100% дужине и то: подужни коловозни лим 20%, попречни лим коловоза и патоса 50 до 100%, подужна укрупњења 100%.

Свака фаза монтаже је претходно детаљно срачуната у рачунарском центру Грађевинског факултета у Београду. На монтажи, она је проверавана сталном геометријском контролом и мерењем напонског стања у карактеристичним процесима. Захваљујући оваквом начину рада геометријски положај изведене конструкције је максимално прилагођен пројектованом, без икакве накнадне корекције сила у затегама.

После завршене монтаже главне конструкције извршено је пробно оптерећење моста (слика 6), уз контролу напонског стања у свим карактеристичним пресецима моста. Отступање рачунских и мерених величина напона и деформација су била у



Слика 6 – Пробно оптерећење моста

границама до 5%, а конструкција се у потпуности понашала еластично.

4. ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ

Сва лежишта и дилатације на мосту су система ГНН. Сва лежишта су изграђена у радионици "Мостограђе" у Батајници осим централних пилонских лежишта носивости 90.000 KN и бочних носивости 22.000 KN за пријем сила изазваних несиметричним оптерећењем.

С обзиром на велики дилатациони ход конструкције, изнад стубова бр. 14 и 19 израђене су зглобне дилатације са дилатационим ходом ± 200 мм, односно ± 300 мм.

5. ЗАВРШНИ РАДОВИ

Изолатерски и асфалтерски радови обављени су при идеалним временским условима, у периоду јули – септембар.

Инјектирању ужали претходило је наношење баста у велики отвор који је симулирао корисно оптерећење. Инјекциона маса, састављана из цемента кофлекса и воде, убризгавана је пужастим пумпама одоздо на горе – по фазама, чија је висина износила 25 м. Истовремено су инјектирана ужад на обе стране. Укупно је утрошено 50.000 литара масе.

Испитивање моста дало је изванредне резултате. Деформације конструкције под утицајем пробног оптерећења показују поклапање мерних и рачун-

ских вредности што потврђује успешну реализацију пројекта.

6. ЗАКЉУЧАК

Динамику изградње целог моста диктирала је испорука главне челичне конструкције. Њена израда почела је крајем 1978. године, а прва испорука и монтажа јула 1979. године. Задњи елементи пристигли су априла 1981. године а монтажа је завршена јуна исте године.

Мост је предат саобраћају 23. октобра 1981. године, а на њему је у просеку радило 250 радника и стручњака.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хајдин, Н; Гојковић, Љ: Изградња моста Слободе преко Дунава у Новом Саду, VII Конгрес конструктора, М-2, Цавтат, 1983.
- [2] Перин, У; Обрадовић, З: Монтажа челичне конструкције моста Слободе у Новом Саду и праћење нивелете у току грађења, VII Конгрес конструктора, М-3, Цавтат, 1983.
- [3] Радојевић, М: Технологија монтаже и утезања косих за-тега моста Слободе, VII Конгрес конструктора, М-4, Цавтат, 1983.

- [4] Мамужић, И; Радојевић, М: Инјектирање косих ужади моста Слободе у Новом Саду, VII Конгрес конструктора, М-5, Цавтат, 1983.
- [5] Хајдин, Н; Влајић, Љ: Пробно оптерећење главне челичне конструкције моста Слободе, VII Конгрес конструктора, М-6, Цавтат, 1983.
- [6] Хајдин, Н; Влајић, Љ: Примена преднапрегнутих високовредних анкер завртњева на мосту Слободе, М-7, Цавтат, 1983.
- [7] Хајдин, Н; Стипанић, Б; Срећковић, Г; Момчиловић, М: Прорачун мостова са косим кабловима по теорији другог реда; VI Конгрес конструктора, М-8, Цавтат, 1983.
- [8] Хајдин, Н; Стипанић, Б; Срећковић, Г; Рујевић, Б: Рачунска анализа локалних концентрација напона у пилону моста Слободе, VII Конгрес конструктора, М-9, Цавтат, 1983.
- [9] Домановски, III; Киш, М: Израда челичне конструкције моста Слободе преко Дунава у Новом Саду, М-46, Цавтат, 1983.

Напомена: Сви наведени радови су објављени у посебној књизи М-мостови на VII Конгресу Савеза друштава грађевинских конструктора Југославије одржаног у Цавтату, 25-28 априла 1983. године.



DEONIČARSKO DRUŠTVO ZA IZRADU SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE sa p.o.

DELATNOSTI:

IZRADA SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE,
FIRMOPIŠAČKO, MOLERO-FARBARSKE USLUGE
I ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Telefon: (025) 22-785, 22-977, 22-934 * Telefax: 025-26-112

"БОЈА" радна организација за израду саобраћајне сигнализације из Сомбора, једна је од настаријих послератних организација у овој области.

Основана је 1. маја 1953. године а њен развој је пратио интензивни развој саобраћаја у нашој земљи и свету. Набавком савремене опреме и висококвалитетних репродукционих материјала створен је висок степен технолошке способности ове организације што подразумева и висок квалитет производа и радова.

Поред вертикалне и хоризонталне сигнализације као основне делатности, "БОЈА" располаже и капацитетом за остале послове од којих издвајамо:

- антикорозивну заштиту свих врста постројења у електропривреди, процесној индустрији, бродоградњи и другим објектима;
- завршне радове у грађевинарству за стамбене и друге објекте;
- рестаураторске и позлатарске радове на објектима под заштитом, старим објектима, црквама, споменицима, итд.;
- све врсте фирмописачких и сито-штампарских радова, израда реклама, паноа, мурала, итд.;

Изградња друмског моста преко Дунава код Смедерева

Љубиша Гојковић, дипл. инж. грађ.
Станоје Петковић, дипл. инж. грађ.
Никола Коризма, дипл. инж. грађ.
ГП "Мостоградња, ДД, Београд

УДК 624.27.036.5:624.012.46 + 624.014.2
Стручни рад

РЕЗИМЕ

Припремни радови отпочели су септембра 1972. године, главни радови у децембру исте године, а мост је пуштен у саобраћај 1976. године.

Мост се састоји из 3 грађевинске целине и укупно је дугачак 1.424 м. Две прилазне конструкције су од преднапрегнутог бетона, док је над водом челична конструкција састављена од три континуалне греде, ослоњене на 13 стубова. Сви стубови су темељени на бушеним шиповима система Hochstrasser-Weise пречника 150 цм. Речни стубови изведени су под заштитом загата и прибоја а у приобаљу у отвореним јамама.

Прилазне преднапрегнуте конструкције распона 3 x 32 = 96 м, бетонирани су на скели. Челична конструкција дужине 448 м + 388,60 м + 390,40 м = 1.232 м, претходно предмонтирана на обали, монтирана је пловном дизалицом. Како се челична конструкција састоји из 3 континуалне греде, свака је монтирана од крајева ка средини, системом слободне монтаже и свака је имала свој упасовани завршни елемент. Монтажне везе су остварене високовредним завртњевима и заваривањем аутоматом. Лежишта и дилатације по лиценци ГНН израдила је "Мостоградња". Челичну конструкцију је испоручио Мађарски партнер GANZ MAVAG из Будимпеште.

1. ОПШТЕ

Иницијатива о изградњи моста покренута је 1968. године, а већ 1970. године, "Мостоградња" је приступила изради инвестиционо-техничке документације. Средином 1973. године, понудивши наповољније услове, "Мостоградња" је поверена изградња моста. Испорука челичне конструкције поверена је Мађарском партнеру GANZ MAVAG из Будимпеште. Утврђени рок завршетка моста је био 29. новембар 1976. године.

Припремни радови почели су септембра 1973. године. Градилиште је организовано на левој обали Дунава, низводно од будућег моста. Опредељење за леву обалу наметнула је дубина Дунава која је била потребна за пристајање пловних објеката. Градилишни плато је насипањем песком из речног корита подигнут на безбедну висину од поплавог таласа. У брањеној зони формирано је насеље за смештај око 200 радника.

Мост се састоји из 3 грађевинске целине:

- прилазне конструкције од преднапрегнутог бетона на левој обали, дужине:

3 x 32 м = 96 м;

- челичне конструкције над водом састављене од 3 континуалне греде ослоњене на 13 стубова, дужине:

5 x 89,6 м = 448 м,

108,7 + 171,2 + 108,7 = 388,6 м

4 x 97,6 м = 390,40 м;

- прилазна конструкција од преднапрегнутог бетона на десној обали, дужине:

3 x 32 м = 96 м (слика 1).

Ширина моста је 12 м и састоји се из 2 саобраћајне траке, две пешачке стазе и две заштитне траке. Коловоз на мосту је у једностраном нагибу 2,5%.

Главни радови су почели децембра 1973. године, а мост је завршен и предат саобраћају 25. новембра 1976. године.

2. ИЗГРАДЊА МОСТА

2.1. Стубови на левој и десној обали

Непосредно уз одбрамбени насип налазе се стубови С1 и С3 који су разделни стубови између челичне конструкције и прилазних бетонских преднапрегнутих конструкција. Темљеви су на бушеним шиповима пречника 150 цм а темељи су изведени у отвореној јама под заштитом прибоја. Темљење стубова прилазних конструкција је такође изведено на бушеним шиповима пречника 150 цм. Шипови су ослоњени у слој песковите глине. Ови стубови су уствари продужени шипови који су непосредно испод терена међусобно повезани.

Стубови С7 и С8, који се налазе у главном отвору моста, темељени су на по 12 шипова, а сви остали на по 6 шипова – сви пречника 150 цм. Темљеви стубова С5, С6, С11 и С12 изведени су под заштитом прибоја а остали под заштитом загата. Због велике дубине Дунава на пловном делу, дужина талпи износила је 22 м. Све талпе су исецане у равни речног дна где су остале као трајна заштита.

Израда стубова под заштитом загата састојала се из 9 фаза:

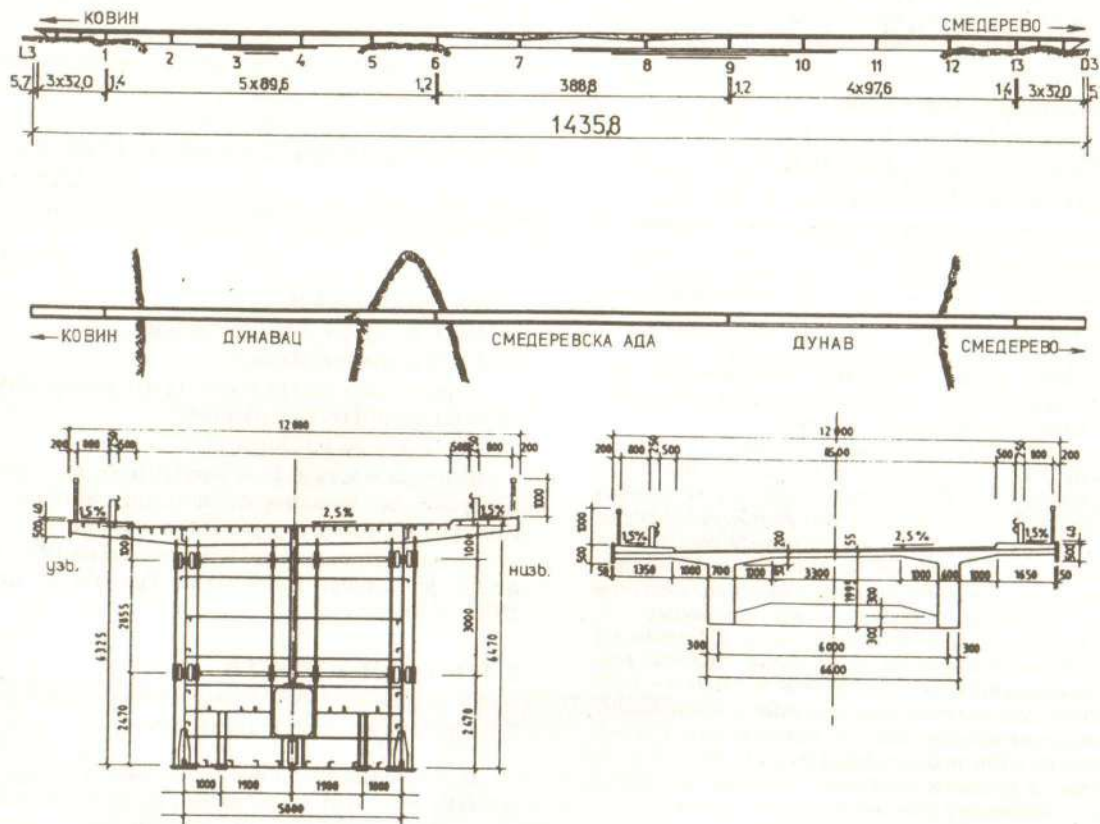
Прва фаза – израда бушених шипова $\varnothing$ 150 цм пловном дизалицом,

Друга фаза – формирање облика темљене јаме помоћу челичних шипова $\varnothing$ 52 цм и челичне рамовске конструкције,

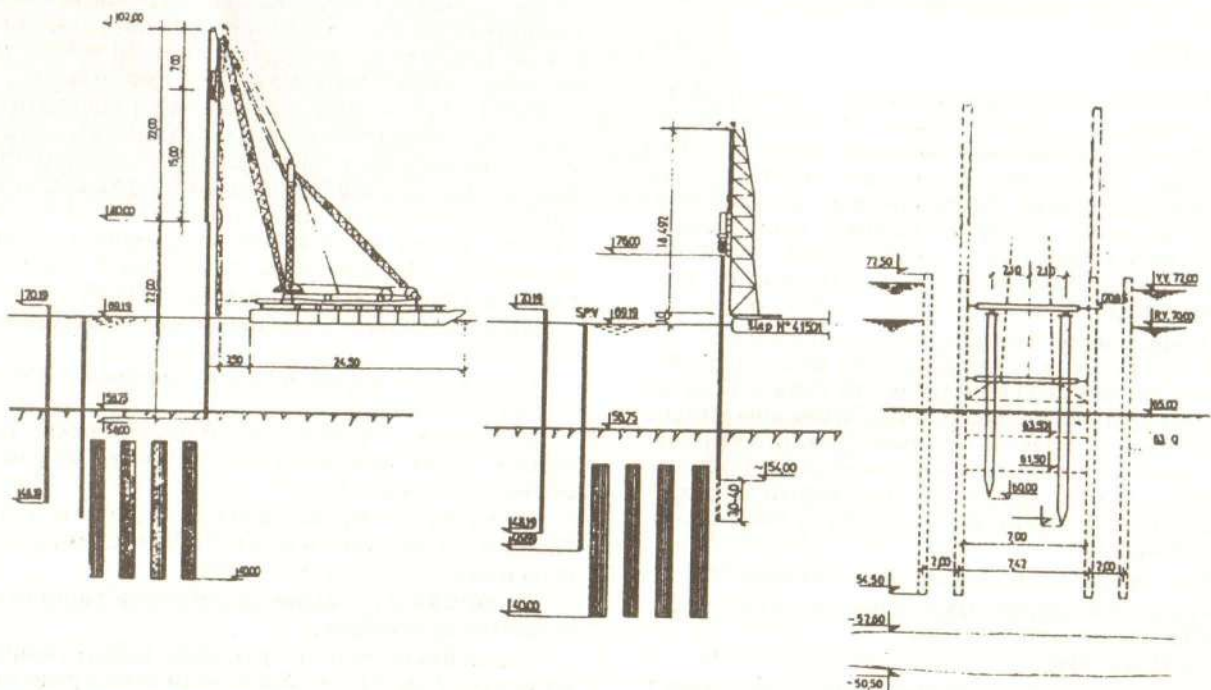
Трећа фаза – израда загата од челичних талпи "Ларсен 24", дужине $L=18$ м и $L=22$ м (слика 2). Ова фаза имала је следеће операције:

- монтажа и побијање талпи одговарајућим експлозивним чекићима,

- демонтажа челичне рамовске конструкције и шипова $\varnothing$ 52 цм који су обликовали темљ ради монтаже талпи,



Слика 1 – Подужни пресек основа и карактеристични попречни пресеци моста



Слика 2 – Фазе побијања челичних талпи загата у реци

– монтажа 2 носећа рама у унутрашњости загата и подводно разупирање рамова о талпе,

– насыпање песком зидова загата који су претходно међусобно повезани.

Четврта фаза – подводни ископ хидробагером и чишћење талпи у зони подводног бетона,

Пета фаза – подводно бетонирање тампона, одлежаване бетона и црпљење воде,

Шеста фаза – штемовање врха шипова изнад коте подводног бетона, монтажа арматуре и бетонирање темеља,

Седма фаза – демонтажа доњег рама у загату и израда стуба до висине горњег рама,

Осма фаза – демонтажа горњег рама и израда стуба са лежишном гредом,

Девета фаза – извлачење спољног реда талпи, подводно сечење унутрашњег реда до дна реке и вађење одсечених делова талпи.

Сав потребан материјал за израду стубова, укључујући и бетон транспортован је пловним објектима са градилишта на левој обали Дунава.

2.2. Прилазне конструкције од преднапрегнутог бетона

Лева и десна прилазна конструкција су система континуалног носача састављеног од два подужна носача и коловозне плоче прилазне конструкције су бетонирани на монтажnoj скели Извођача (ГП "Мостоградња") која је била ослоњена на дрвене шипове. Преднапрезање је извршено кабловима 16 $\varnothing$ 7 мм у систему ИМС (Институт за испитивање материјала Србије).

2.3. Челична конструкција

Између стуба С1 и С13 смештене су 3 независне челичне конструкције тј. три континуалне греде дужине 448 м + 388,60 + 390,40 м. Све су сандучастог пресека ширине 5,8 м и висине од 3,2 до 6,4 м у главном отвору изнад стубова С7 и С8. Разделни стубови ове три греде су С6 и С9. Комплетна челична конструкција имала је 75 монтажних поља. Конструкцију је израдио мађарски партнер GANZ MAVAG и испорука је почела у мају 1975. године. Завршни комад главног отвора стигао је септембра 1976. године. Конструкција је транспортована железницом до станице Ковин а одатле камионима до градилишта.

Дужина појединих поља износила је од 9 до 18 м а највећа тежина 160 КН.

Подужним међусобним спајањем елемената комплетиран је попречни пресек моста у монтажна поља. Ово комплетирање рађено је на припремљеној навозној рампи. Монтажна поља су довлечена на дохват пловне дизалице "Миљацке" (слика 3).

Висина дизања при монтажи и габарит монтажног поља изискивала су израду уређаја који спаја доњу и горњу куку дизалице. Због различите виси-



Слика 3 – Монтажа поља челичне конструкције пловном дизалицом "Миљацка"

не дизања и промене положаја тежишта монтажног поља у подужном правцу, уређај за монтажу је имао клизне хватаче између куке дизалице и уређаја с једне стране и уређаја и монтажног поља с друге стране (слика 4).

Пошто су купловане горња и доња кука, уследила је редукција носивости пловне дизалице у зависности од удаљености тежишта терета од доње и горње куке, односно од потребне висине дизања монтажног поља.

За висину дизања монтажног поља у пројектовани положај од $H = 19,5$ м максимална тежина је 750 кН.

Конструкција моста, део између стубова С13 и С12 и преко острва – Смедеревска ада – монтирана је ауто дизалицом. Транспортни елементи су подизани на помоћне ослоњце – јармове и на лицу места је комплетиран попречни пресек моста.

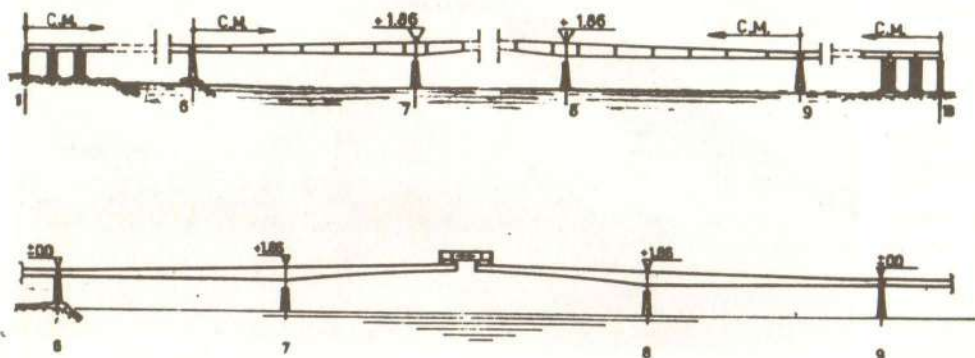
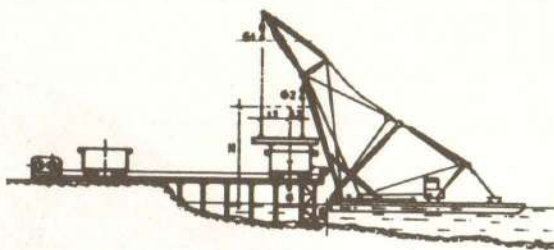
Челична конструкција моста преко матице Дунава монтирана је од стубова С6 и С9 према средини. Намонтирани део од стуба С6 до С7 и С9 до С8 издигнут је над стубовима С7 и С8 за ≈ 1.900 мм изнад пројектоване коте и привремено ослоњен, а спуштање је обављено после монтаже упасованог поља тј. после спајања моста (слика 4).

За привремено ослањање конструкције израђени су посебни челични ослоњци.

2.4. Затварање конструкције главног отвора – монтажа упасованог елемента

Упасовани елемент је урађен у радионици дужи 600 мм од пројектоване дужине и тако је на пловилу комплетиран.

Пре подизања упасованог елемента обављено је мерење отвора и промене његових карактеристи-



Слика 4 – Смер монта-
же поља челичне кон-
струкције

чних величина у зависности од температурне промене конструкције и температурне разлике елемената попречног пресека моста. Сва ова мерења обављена су на свака 2 сата током 48 сати. На основу ових мерења одређена је дужина упасованог елемента и време његовог уграђивања. Са одређеним величинама урађен је зглобни уређај који блокира отвор за време обраде упасованог елемента на плочу. Припремљен упасовани елемент је монтиран ноћу у време уједначене температуре (слика 4.2).

Челична конструкција моста је квалитета St 37 и St 52 према DIN-у 17100. Изведене су у завареној техници. Монтажни наставци су изведени високовредним завртњевима (класе 10 K према DIN-у 6914-18), осим коловозног лима који је на монтажи спојен заваривањем аутоматом.

2.5. Лежишта и дилатације

Мостовска конструкција ослоњена је на стубове преко "Neotopf" лежишта типа N и NGe система GHN, осим стуба C7 на коме је класично непокретно лежиште и стуба C8 на коме су согтовелд лежишта типа CRV-17.

Дилатационе справе на стубовима C1, C6, C9 и C13 су такође систем GHN. Сва лежишта и дилатационе справе израдила је "Мостоградња" по лиценци фирме GHN.

2.6. Завршни радови

Изолатерски радови на мосту обављани су паралелно са довршењем појединих делова моста. Асфалтирање је обављено непосредно пре пуштања моста у саобраћаја. Пробно оптерећење, обављено уочи самог отварања, потврдило је да се измерене и рачунске вредности подударају.

У току извођења није дошло ни до каквог одступања у односу на пројект.

3. ЗАКЉУЧАК

Као што је обичај код челичних мостова, рокове диктира испорука челичне конструкције. Овде су они испоштовани у потпуности.

Ради илустрације, дајемо неколико података о количинама радова:

- изведено је 1.700 м шипова $\varnothing$ 150 цм,
- ископано је 8.000 м³ материјала I, II и III категорије за темеље стубова,
- забијено је 23.000 м² "Ларсен" талпи, а 16.000 м² је извађено по завршеном послу,
- у зидове загата насута је 13.000 м³ песка,
- избетонирано је 2.000 м³ подводног бетона,
- у темеље и стубове уграђено је 11.000 м³ бетона,
- уграђено је 1.100 тона арматуре и 30 тона високовредне жице за преднапрезање,
- у прилазне конструкције уграђено је 200 м³ бетона,
- монтирано је 5.200 тона челичне конструкције,
- уграђено је 350.000 ком. високовредних завртњева,
- уграђено је 28 лежишта и 50 м дилатација.

Поред овога, израђено је, монтирано и демонтирано око 1.500 тона разних помоћних челичних конструкција.

Мост је отворен за саобраћај 25. новембра 1976. године, а на њему је радило просечно око 200 радника.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Трипало, Б.: Челични мостови преко Дунава: Бездан – Батина и Смедерево – Ковин, V Конгрес Југословенског друштва грађевинских конструктора, Област Д-мостови, септембар 1974.

Друмски мост преко Дунава код Бешке

Проф. Станко Шрам, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет у Загребу
Урош Перин, дипл. инж. грађ.
Вељко Недић, дипл. инж. грађ.
ГП "Мостоградња", ДД, Београд

УДК 624.27.036.6:624.012.46
Стручни рад

РЕЗИМЕ

Главна конструкција моста изведена је на оригиналан начин, према пројекту академика проф. Бранка Жежеља, конзолним поступком са лаком покретном скелом само за доњу плочу конструкције. Сви елементи попречног пресека: доња плоча, вертикални зидови и коловозна плоча извођени су уз стално дотезање косих носећих каблова по фазама рада. Континуирање речне конструкције моста у средини распона и изнад крајњих стубова изведено је бетонирањем на специјалној обешеној скели. Фундирање стубова изведено је на франки шиповима, на бушеним шиповима а средњи стубови на кесонима. Стубови су изведени уз примену клизних оплата и система монтажно-демонтажних оплата. Горњи строј бетонских прилазних конструкција делимично је рађен на стабилним скелама на лицу места, а већим делом монтажно са носачима распона 45 м.

1. ИЗГРАДЊА ДРУМСКОГ МОСТА ПРЕКО ДУНАВА КОД БЕШКЕ

Главна конструкција бетонског, преднапрегнутог моста преко Дунава састоји се из речног дела моста система континуалне греде распона 105 + 210 + 105 са додатним конзолама 2 x 15 м преко крајњих стубова, једне континуалне греде распона 5 x 45 м на десној обали, и седам конструкција континуалне греде распона 5 x 45 м на левој обали, тако да је укупна дужина моста 2.250 м. У првој фази рада изграђен је мост за једну половину аутопута Београд – Суботица (пут Е-75), приказан на слици 1.

1.1. Фундирање конструкције преко реке

Ширина речног корита при средњим водостајима на месту изградње

моста преко реке Дунав је око 450 м.

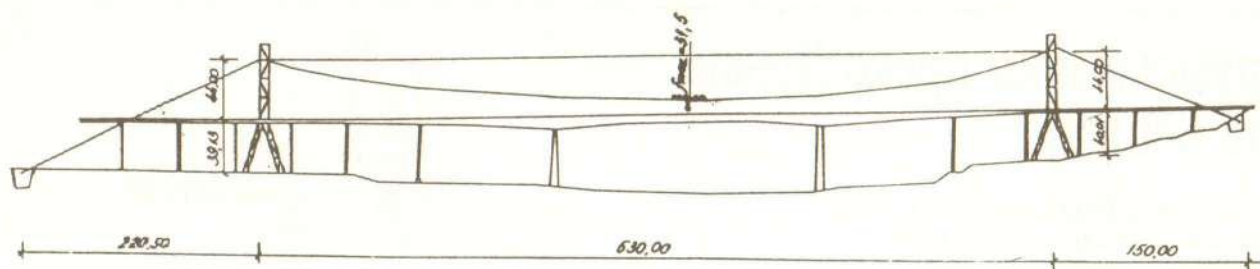
Крајњи стуб према десној обали налази се на сувом и фундиран је на НВ шиповима $\varnothing 150$ цм (стуб бр. 43), два речна стуба су урађена уз примену кесона, док је крајњи стуб према левој обали (стуб бр. 41) фундиран на франки шиповима $\varnothing 50$ цм и налази се у речном кориту.

За извођење радова на фундирању главне конструкције моста било је неопходно да се изврше обимни припремни радови. На обалама реке било је потребно урадити косе рампе на продужетку прилазних путева. Транспорт возила, машина и материјала са десне на леву обалу реке био је једино могућ пловном скелом.

На самом почетку радова урађена су два паралелна кабл-крана преко реке. Кабл-кранови су имали челичне стубове висине по 84 м, распон кабл-кранова је износио 630 м, а носивост 2 x 12 т. Ови кабл-кранови су коришћени при допреми материјала, опреме и свега потребног за извођење радова на фундирању, при изради стубова као и касније при изради носеће конструкције (слика 2).



Слика 1 – Друмски мост преко Дунава код Бешке



Слика 2 – Диспозиција кабл-крана

Челични кесони, који су коришћени за фундаирање средњих стубова речног дела моста, претходно су припремљени на пловилима. Зидови кесона су по пројекту предвиђени готово вертикални ради што бољег укљештења у глинене слојеве који су били на коти фундаирања стубова. Да би кесони приликом спуштања кроз терен имали што мање трење, спољни зидови су били премазани епоксидном смолом. У зидове кесона уграђене су дизне и читав систем цеви, које су касније вођене и кроз бетонске зидове изнад кесона, са циљем да се у случају потребе може убризгати вода са сапунцом поред зидова кесона и тиме смањити трење, све да би се омогућило несметано спуштање кесона и кроз тврде и суве слојеве глине.

На месту где су спуштени кесони, дубина воде у реци је била око осам метара. Узводно од места, где је требало да се спушта кесон, прво је урађена заштитна грађевина троугластог облика од ларсен талпи. Иза те грађевине побијени су челични шипови $\varnothing 520$ мм, у четири групе по 4 комада, као ослоњци носеће челичне конструкције. Челични кесон је доведен пловилом до пројектом предвиђеног места за спуштање и окачен о носећу конструкцију преко 4 челичне пантљике.

На носећој конструкцији су биле постављене хидрауличне пресе и помоћне конструкције тако да је било могуће кесон дизати или спуштати са ходом од по 20 цм. Челичне пантљике су биле састављене из три ламеле тако да се у једном пресеку могао извршити прекид само једне ламеле. Због релативно дебелих лимова ламеле (30 мм) секундарни напони од савијања на месту наставака нису били безначајни па је накнадно морало да се изврши заваривање свих наставака спољних ламела.

Спуштање кесона кроз воду рађено је фазно уз неопходна бетонирања "ножа" кесона као и пројектом предвиђених зидова испуне. Максимална дозвољена тежина која је могла да се окачи о носећу конструкцију износила је 9.000 KN. Изнад челичног кесона бетонирани су, по фазама, пројектом предвиђени армирано-бетонски зидови, а према израђеном "пасошу" спуштања кесона до дна реке. Ослањање кесона на дно, као што се може и претпоставити није могло да се оствари по целом обиму, већ само на појединим местима према конфигурацији дна. Тада је убачен ваздух под притиском у кесонско звоно, да би сишли радници у кесонску комору и изравнали терен испод ивице како би се омогућило спуштање на дно потпуно вертикално и са ослањањем "ножа кесона" по целом обиму. Тек после тога је извршено откачињање кесона да би се наставио рад на спуштању кесона кроз терен.

Због потребе извођења радова убрзаним темпом, спуштање кесона средњих стубова бр. 42 и 43 рађено је упоредо са фазама помереним за око месец дана. За време спуштања кесона кроз терен (песак, шљунак и тврда глина) било је ангажовано око 120 радника, са радом у три смене, на два радна места. Поткопавање материјала испод ножа рађено је ручно, док је транспорт материјала из кесонске коморе углавном рађен хидробагером. Сви радови на фундаирању средња два речна стуба моста трајали су око 10 месеци.

На крајњем стубу бр. 41, који се налази у речном кориту према левој обали, израда "Франки" шипова је изведена у прибоју од челичних ларсен талпи кроз рефулирани песак у прибоју. За време израде франки шипова $\varnothing 50$ цм грађевина прибоја је добијала стално повећано оптерећење на талпе у хоризонталном правцу, тако да су морале да се уграде и додатне затеге за придржавање зидова прибоја. После извршеног побијања шипова, из прибоја је избачен песак и извршен подводни ископ до пројектоване коте. После подводног бетонирања довољног слоја бетона у прибоју и одлежавања бетона, црпљена је вода из прибоја. Темљи стубова као и зидови стубова рађени су у "сувом" под заштитом талпи и без већих тешкоћа. Стуб бр. 44, који се налази на десној обали Дунава, накнадно је морао да буде ослоњен на дубље бушене шипове, $\varnothing 150$ цм због опасности од померања терена десне обале. Иста интервенција је извршена и за остале стубове на десној обали. Оба крајња стуба главне конструкције су сандучастог пресека и изведени су помоћу клизне оплате. Средњи речни стубови су такође сандучастог пресека али променљивог пресека и дебелина зидова. Висине су око 48 м. Урађени су са померајућим монтажним таблама оплате класичним поступком.

1.2. Израда речне конструкције моста конзолним поступком

Конзолно извођење је почело бетонирањем тзв. базних делова сандучасте конструкције, дужине 18,0 м, ослоњених симетрично на речне стубове (слика 4.1). Њихово бетонирање је изведено у дрвеној оплати с челичном подградом, положеном на конзолну монтажну скелу од преднапрегнутих бетонских елемената.

Испод сваког вертикалног ребра сандучасте конструкције, с обе стране речних стубова, положена су на њихове испусте по три хоризонтална бетонска монтажна елемента подупрта на свом другом крају бетонским косницима. Ови косници, који се састоје од три бетонска монтажна елемента, на свом доњем

крају ослоњени су о испусте на стубовима, а на горњем прихваћени, симетрично с обе стране, хоризонталним кабловима, којим је читава конзолна конструкција скеле преднапрегнута.

У горњој плочи коловоза изнад речних стубова, положени су у два реда каблови који су у току конзолног извођења леспозастовијани хоризонтално ка вутама а на крају појединих ламела у њима преднапрезани.

После завршеног извођења базног дела конструкције изнад речних стубова, монтиране су на оба њена краја, симетрично удаљена од осовине стуба, челичне решетке платформе, димензиониране на тежину доње плоче сандучастог пресека.

На задњем крају свака платформа је обешена о доњу бетонску плочу претходне ламеле. Два завртња су постављена на оба краја бетонске плоче уз вертикална ребра сандучасте конструкције, а трећи у њеној средини. Уз два бочна завртња, кроз доњу бетонску плочу и попречни носач платформе постављена су два вертикална болшна – "трна" $\varnothing 100$ мм ради преузимања смичућих сила између њих.

Испод горњег појаса решеткастих носача платформе постављени су челични попречни носачи, уз које су са њихове горње стране уграђена конкавна зглобна лежишта за косе затеге којима се прихвата предњи део платформе.

Косе затеге састојале су се од каблова (24 комада жице $\varnothing 7$ мм), који су били провучени кроз отворе остављене у вертикалним бочним ребрима и у плочи коловоза претходне ламеле, изнад које су постепено и преднапрезани. Мртва котва је на свом доњем крају имала матицу за завртње $\varnothing 60$ мм, помоћу којег је платформа вешана о затегу.

Бетонирање појединих ламела сандучасте конструкције обављано је у три фазе. Најпре је бетонирана доња плоча са вутама на доњем крају вертикалних ребара, затим вертикална ребра и на крају горња плоча коловоза.

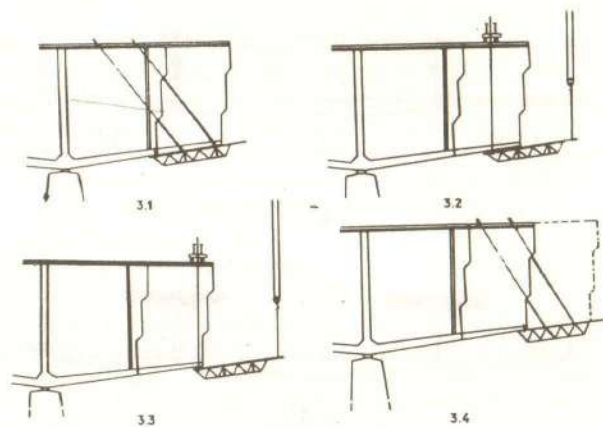
На предњем крају доње плоче остављена су три отвора за вертикалне завртње о које је у току бетонирања следеће ламеле вешан задњи крај платформе.

Вертикална оплата спољних страна бочних ребара ослањана је на монтажну скелу која је током конзолне градње, помоћу кабл-кранова, преношена са једне ламеле на другу.

На унутрашњој страни бочних ребара, повезана са спољном скелом и оплатом, монтирана је вертикална подграда, уз коју је у току уграђивања бетона, у хоризонталним сегментима подизана њена унутрашња оплата. У току бетонирања бочних ребара, бетон је помоћу кабл-кранова преношен непосредно до места уграђивања.

Оплата унутрашњег дела плоче коловоза појединих ламела, ослањана је на монтажну скелу и превожена подужном стазом заједно са њеним горњим делом из једне ламеле у другу, док је доњи део скеле, због променљиве висине, монтиран и демонтиран у свакој појединој ламели. Оплата конзолног дела плоче коловоза, положена је на монтажну скелу уз оплату спољних ребара и такође је преношена са једне ламеле на другу помоћу кабл-кранова.

Истовремено са полагањем цеви и каблова у плочу коловоза уграђена је и класична арматура. Након



Слика 3 – Покретна платформа за израду конструкције конзолним поступком

завршеног бетонирања плоче коловоза, на крају ламеле преднапрегнута су по три кабла силом од 900 KN, која је износила 50% од укупно предвиђене силе преднапрезања.

Дотезање ових каблова на пуну силу преднапрезања обављено је после завршеног бетонирања вертикалних ребара следеће ламеле, пре полагања арматуре и каблова у њеној плочи коловоза.

Премештање платформе с једне завршене ламене на следећу (слика 3.1) обављено је прихватањем њеног предњег краја помоћу два кабл-крана, а задњег, помоћу два витла положена на попречни носач са колицима (слика 3.2, 3.3 и 3.4).

Постепено премештање челичне платформе са појединих ламела на следеће, примењено је истовремено на оба речна стуба. Најпре је, симетрично, са обе њихове стране изведено по пет ламела, са попречним укрућењима (слика 4.2).

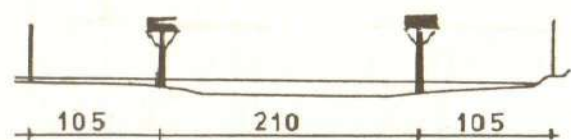
После завршеног конзолног извођења по пет ламела, симетрично с обе стране речних стубова, изведено је несиметрично бетонирање шесте ламеле – само са стране главног отвора.

Пошто је у главном отвору обављено бетонирање шесте, несиметричне ламеле, за следећих пет ламела настављено је истовремено извођење са обе стране речних стубова (слика 4.3).

Када је конзолним поступком у главном отвору остварена конзола дужине 75,0 м, а у бочним отворима конзоле дужине 69,0 м, настављено је на дужини 36,0 м у бочним отворима извођење преосталог дела сандучасте конструкције на помоћној скели од челичних решеткастих носача (слика 4.4).

Испод конзолног дела конструкције, дужине 15,0 м, са супротне стране стуба, постављена је такође решеткаста челична скела. Скела је са своје доње стране ослоњена на конзоле постављене у стубу и подухваћена косницама ослоњеним на стуб, а на горњем крају усидрена затегама (слика 4.4).

После постављања носеће скеле у дужини од 36 м извршено је постављање оплате, арматуре, каблова и бетонирање исте. После одлежавања бетона извршена су и одговарајућа утезања каблова. Истовремено је настављено конзолно извођење по три ламеле на оба краја 75,0 м дугих конзола у главном отвору моста.



4.1



4.2



4.3

Слика 4 – Бетонирање конструкције на реци

Затим је челична решеткаста скела од типских монтажних елемената, на којој је обављено бетонирање 36,0 м дугог дела сандучасте конструкције у бочном отвору спуштена на пловило и превезена у средину главног отвора, па помоћу витлова обешена за оба своја краја о 93,0 м дуге конзоле (слика 4.5).

Да би се избегле негативне последице еластичних деформација бетона у средњем делу главног отвора, проузроковане утезањем каблова у њеној доњој плочи и бочним ребрима после спајања конструкције у средини распона (слика 4.6), у току утезања ових каблова примењиван је посебан поступак.

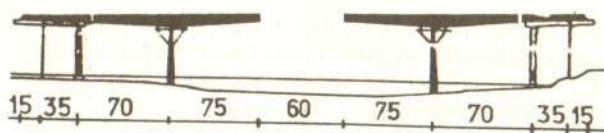
Поступком примењеним на извођењу главне сандучасте конструкције од преднапрегнутог бетона на мосту преко Дунава код Бешке, остварено је неколико значајних предности у односу на до тада примењивани поступак конзолног извођења бетонских конструкција у нас и у свету.

– Осим оствареног континуитета конструкције за корисно – покретно оптерећење, остварен је делимичан континуитет и за стално оптерећење.

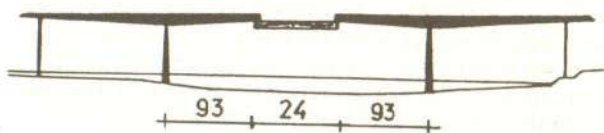
– Применом знатно лакше обешене скеле за бетонирање доње плоче сандучасте конструкције смањен је мртви терет на крајевима конзола током извођења радова.

– Применом обешене скеле прихваћене косим заградама за претходно изведену ламелу, простор изнад поједине ламеле је у току процеса рада слободан и омогућује лакшу допрему потребног материјала, а нарочито олакшава уградњу бетона.

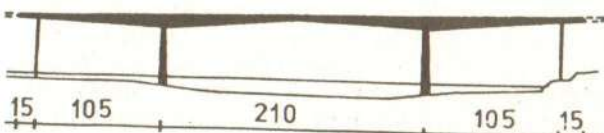
– Применом косих каблова који су најпре коришћени за ношење обешене скеле и тежине бетона читаве ламеле, а накнадним дотезањем и за преузимање косих главних напона, омогућено је знатно лакше утезање каблова у вутама плоче коловоза, без њиховог повијања у релативно уска бочна ребра сандучасте конструкције.



4.4



4.5



4.6

1.3. Израда прилазних конструкција моста

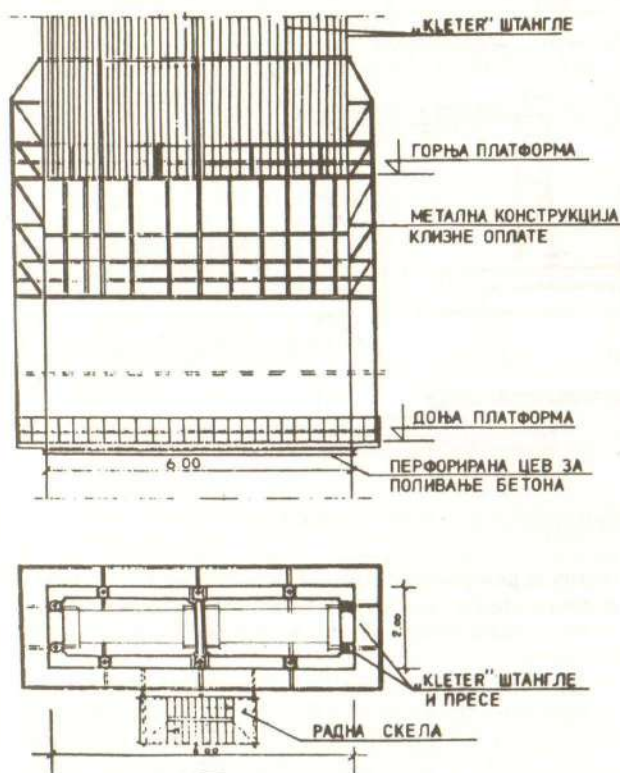
Да би се приступило извођењу главних радова претходно је требало извести припремне радове. Са аспекта извођења радова, терен је био изузетно тежак за организацију градилишта. Урађен је производни комплекс на левој обали уз претходно насипање платоа од рефулираног песка до изнад нивоа велике воде. На платоу је урађена фабрика бетона капацитета 25 м³/час са сепарацијом. На платоу су урађени објекти за радионицу, лабораторију и централни магацин. Поред садржаја потребних за рад и производњу на платоу је изграђен и део стамбеног насеља за раднике ангажоване на извођењу радова на прилазним конструкцијама. Дуж инундације на левој обали (конструкције VIII, VII, VI и V) на насипу од рефулираног песка урађен је градилишни пут са асфалтним коловозом и колосек за торањске кранове.

Делом инундације (конструкције IV, III и II) пут и колосек за торањске кранове урађени су по терену. На делу између конструкције IV и V урађена је рампа за прелазак торањских кранова са вишег на нижи ниво стазе и обратно. За обезбеђење електричном енергијом урађен је далековод до обале и положен високонапонски кабл, попречно по дну Дунава, у дужини од приближно 500 м. Вода за пиће је обезбеђена такође полагањем цевовода у корито реке.

Високи нивои подземне и површинске воде захтевали су доста напора и рад у одређеним временским периодима на изради темеља и фундација – изради франки шипова. Ови радови су извођени у периоду малих вода, због немогућности ефикасног црпљења воде, с обзиром на неповољан геолошки састав тла.

1.3.1. Израда стубова

Посебно је, са становишта извођења радова, била интересантна израда стубова. У попречном пресеку правоугаоног су облика 6 x 2 м са дебелином обим-



Слика 5 – Основа и вертикални пресек оплате стубова

них зидова од 20 цм и преградом у средини дебљине 15 цм (слика 5). Обзиром на велики број стубова као и велике висине истих (и до 45 м) наметала се потреба а и услов да се стубови раде у клизној оплати, посебно због доста оштрог – кратког рока грађења. При изради пројекта и технологије грађења са доста опрезности се приступило примени ове технологије с обзиром на различита искуства, а посебно због мале дебљине зидова. Но и поред почетних тешкоћа успело се овладати целим процесом и успешно извести око 1.400 м укупне висине стубова. Овладавање параметром брзине клизања због (како је наглашено) танких зидова, велике површине по обиму, а самим тим и знатне силе трења, обављено је успешно већ на првом стубу (бр. 26) на вези конструкција V и VI.

Посебна пажња је посвећена изради базног дела стуба, висине 30 цм, са уграђеним цевима у које су монтиране војнице – носачи преса клизача (клетер штангле).

Остварена је брижљива заштита бетона поливањем водом испод клизне оплате на коју је обешена платформа са које је обављана контрола вертикалности стубова за све време клизања. Ниво од оплате до доње платформе облаган је јутаним платном у нивоу платформе рађен је прстен по обиму стуба од перфорираних поцинкованих цеви тако да је обезбеђено сгласно поливање бетона водом. С обзиром на примењен чист портланд цемент (Анхово) као и повољне климатске услове – високе температуре, врло брзо се напредовало са клизањем тако да је при најмањој температури од 24°C (17. јули 1972. год.) за 24 часа исклизано 17,50 м; но при нижим температурама спорије се напредовало до ми-

нимума од 5,0 м за 24 часа. Екипа за рад на клизању оптимално је компонована (зидар, тесара 2, бетонирача 2, армирача 4, руковалац на пумпи и вођа смење). Опслуживање у току рада – допрема бетона, арматуре, материјала за радну скелу и др. обављано је торањским крановима а за стубове бр. 40, 41, 44, 45, 46 са кабл-крановима носивости 2 x 120 KN.

1.3.2. Израда главних носача

Да би се ефикасније реализовала израда монтажних носача и да би се оптимално рационализовало време монтаже главних носача, урађена је конструкција V на скели тако да је служила као производни плац за израду монтажних носача.

Скела за ову конструкцију, релативно висока 20 до 25 м рађена је од типских елемената.

Носећа скела је фундирана на дрвеним шиповима побијеним "Делмаг" чекићима при чему се строго водило рачуна о провери носивости шипова због слабе носивости земљишта. Код бетонирања конструкције обављена је контрола слегања и иста су остварена испод рачуном предвиђених.

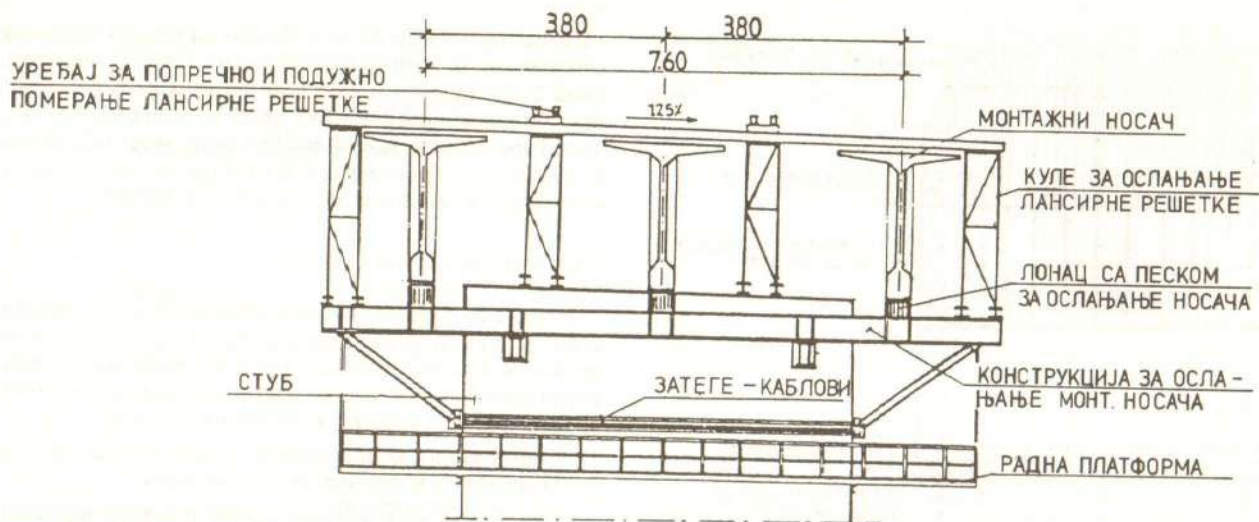
1.3.3. Израда конструкција са монтажним носачима

На коловозној плочи једне већ готове конструкције урађен је производни плато за израду монтажних носача, на коме је постављена челична оплата која се отвара ла помоћу хидраулика, хоризонтално и ротирањем. Са обе стране оплате урађени су радни платоси са костурима – војницама на којима је монтирана арматура и каблови са котвама за прву фазу утезања.

Тако монтирани арматурни кош прихватан је помоћу два портална крана и убациван у челичну оплату. Након затварања и фиксирања оплате приступало се уграђивању бетона. На оплати су на срачунатим размацима постављени оплатни вибратори. Посебно се водило рачуна о избору радника за бетонирање носача тако да је постигнут врло висок квалитет производње.

Применом чистог портланд цемента и на основу пројектованих услова организована је производња носача тако да су од првог до последњег носача сви бетонирани са почетком у 14 часова сваког трећег дана. Након прираста чврстоће 50% вршено је утезање каблова до 50% рачуном предвиђене силе, након чега је носач вађен из оплате (после 48 часова) затим је одлежавао још 24 часа, утезан на пуну силу, ињектиран и после тога лансирном решетком ношен до места монтаже. Лансирна решетка носивости до 1.200 KN рађена је у нашим производним погонима по лиценци италијанске фирме "Aspet".

Монтажни носачи су тежине 1.000 KN изузев носача на вези са конструкцијом преко реке који су променљиве висине и тешко 1.200 KN. Пројектом је предвиђено да се од три монтажна носача, у попречном пресеку, само средњи ослања на стуб а бочна два су ван стуба тако да је требало решити проблем привременог ослањања истих (слика 6). На левој обали монтажни носачи су урађени за конструкције III, IV, VI, VII и VIII, што износи укупно 75 носача.



Слика 6 – Конструкција за ослањање монтажних носача и лансирне решетке на стубовима

1.3.4. Довршетак конструкција са монтажним носачима

С обзиром на знатно велике конзоле-препуге коловозне плоче ван ивичних носача оплата је решена уз помоћ носача са затегама. Лансирна решетка се кретала по високим кулама тако да није било ометања код израде осталих елемената конструкције горњег строја: попречних носача, доње плоче – у зони средњих стубова и коловозне плоче.

Према пројектном решењу пешачке стазе су рађене на плацу, као монтажни елементи и као конзоле обешене на коловозну плочу и арматуром завариваном за анкерну арматуру из коловозне плоче прихватане и фиксиране уз подливање контактне површине и бетонирање чепова на месту анкеровања.

2. ЗАКЉУЧАК

Пројектовање и извођење бетонских конструкција великих распона представља велики изазов. Проблем одржавања нивелете главног речног отвора од 210 м је остао актуелан нарочито за дужи временски период. Искуство показује да код пројектовања нивелете тих изванредних распона боље је дати знатно већа надвишења нивелете од очекиваних (за овај случај и реда величине око 100 цм више од очекиваног у средини распона), него да се касније због накнадних утицаја течња и скупљања бетона јави "пропадање нивелете" испод пројектоване за 10 цм.

Приликом пројектовања овако великих објеката веома је битно добра сарадња пројектаната моста са пројектантима прилазу моста, ради адекватног заје-

дничког решавања свих проблема на вези споја пута и моста. На овом мосту је посебан проблем био што је на десној обали Дунава падина била условно стабилна.

Сви радови на овом мосту били су под сталном контролом стручњака из Института за испитивање материјала СР Србије. Квалитет бетона виталних делова моста остварен је на завидном нивоу, а употребљени су и квалитетни материјали за армирање као и за преднапрезање бетонских конструкција.

Рок завршетка моста је био 32 месеца и он је одржан за главне радове. На завршетку извођења моста, дошло је до релативног померања падине десне обале Дунава и угрожавања стабилности моста, тако да су морали да се ураде додатни санациони радови ради повећања стабилности падине на десној обали пре пуштања моста у саобраћај.

На мосту је у просеку радило око 500 радника и стручњака.

Када се стекну саобраћајни услови, а то ће надам се бити ускоро, биће потребно да се паралелно са изведеним објектом уради нови независни мост за другу половину аутопута, при пројектовању новог моста треба узети у обзир све проблеме и уочене недостатке у експлоатацији ради отклањања и изналажења бољих решења.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жежељ, Б.: Пројекат и грађење моста преко Дунава код Бешке, V конгрес Југословенских друштава грађевинских конструктора (област Д-мостови), Будва, октобар 1974.
- [2] Шрам, С.: Нове методе грађења на мосту преко Дунава код Бешке, V конгрес, Будва, 1974. (као под 1).
- [3] Јовичић, Ж.: Примена клизне оплате код извођења високих стубова, V конгрес, Будва, 1974. (као под 1).

Изградња друмског моста преко Дунава између Бачке Паланке и Илока

Ђорђе Јевричић, дипл. инж. грађ.
Милан Матијевић, инж. грађ.
ГП "Мостоградња", ДД, Београд

УДК 624.27:624.166:624.154.54
Стручни рад

РЕЗИМЕ

У чланку се говори о изградњи друмског моста преко Дунава, између Илока и Бачке Паланке (1971–1974). Дужина моста је 725 м, а ширина 1,50 + 7,50 + 1,50 м. Свих десет стубова моста фундирани су на бушеним шиповима система НВ, пречника 150 цм, дужине 12 до 15,5 м. Већини шипова врх је проширен на 250 цм. Наглавнице су рађене под заштитом прибоја од Ларсен талпи. У току изградње дошло је до оштећења стуба бр. 7. услед удара групе пловила. Већина оштећења довела је не само до санирања оштећеног стуба већ и до ојачања свих стубова уз пловни пут. Горњи строј моста састоји се из два дела: 6 отвора спрегнутих конструкција система просте греде са распонима по 60 м, и три главна отвора са распонима 100 + 160 + 100 м, премоштена континуалном гредом. Све конструкције су сандучастог пресека. У току грађења прикупљено је доста података у вези утицаја скупљања услед заваривања попречних шавова на нивелету конструкције.

1. УВОД

На 1298 км Дунава, између Бачке Паланке и Илока изграђен је, од јуна 1971. до маја 1974. године, друмски мост који повезује ова два места и путне мреже Бачке, Срема и Славоније, услед чега има велики значај за друмски саобраћај овог дела СР Југославије и везу северних крајева са Босном односно Јадраном.

Инвеститор је пројектовање и извођење свих радова поверио ГП "Мостоградња", док је челичну конструкцију увезао из Мађарске.

2. ИЗВРШЕЊЕ РАДОВА

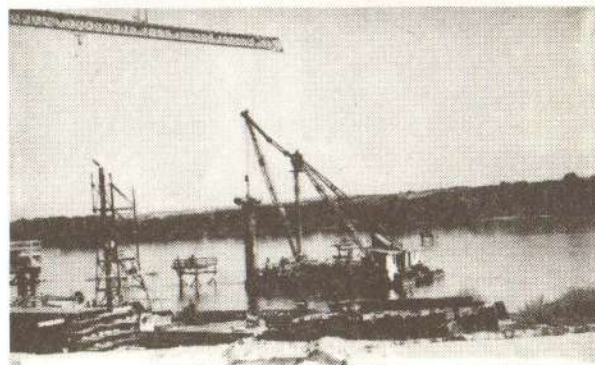
На месту одређеном за изградњу моста корито Дунава широко је, при средњем водостају, око 600 м, са знатно дубљим делом уз сремску обалу, уз коју иде и пловни пут. Требало је обезбедити габарите за пловни пут и инспекциони пут на левој обали, и ширину моста 1,50 + 7,50 + 1,50 = 10,50 м.

Мост је у правцу и управан је на речни ток. Подељен је на два дела: према левој обали шест спрегнутих простих греда распона по 60 м, и три главна речна отвора премоштена сандучастом челичном континуалном гредом распона 100 + 160 + 100 м. Шест конструкција уз леву обалу су у успону 0,80% ка средини; исти успон је и у бочним отворима главне конструкција, док се заобљене нивелете ($R = 10.000$ м) протеже само на средњем отвору. Овако вођена нивелета има један естетски и један практични

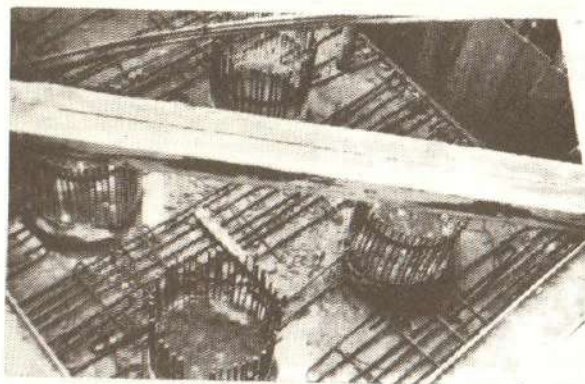
недостатак. На прикључним рампама не може се задржати пад од 0,8% јер је сувише мали, те се нивелета на рампама поново ломи – што има за крајњи утисак да се мост и навози у погледу нивелете лоше уклапају. Осим тога, у извођењу је веома тешко постићи непрекоран једнолико пад на дужини од готово пола километра. Била би много захвалнија за извођење и оку пријатнија нивелета моста која се потпуно уклапа у навозне рампе и читавом дужином је у вертикалном заобљењу.

За фундирање свих стубова, осим два главна отвора, одабрани су бушени шипови $\varnothing 150$ цм рађени по систему Hochstrasser–Weise, за које Извођач има лиценцу (слика 1). Обални стуб фундиран је на два вертикална и четири коса шипа (10 : 1) истог пречника, дужине по 15 м, који читавом дужином пролазе кроз песковите слојеве. Остали стубови фундирани су на по шест вертикалних шипова $\varnothing 150$ цм чији је врх проширен на $\varnothing 250$ цм чиме им је носивост знатно увећана. Шипови ових стубова пролазе кроз песковите слојеве речног дна на чију носивост – ради могућности одношења – уопште није ни рачунато и улазе, по 8 м, у моћни слој веома тврде глине. С обзиром на ову околност извођење шипова на делу кроз глину одвијало се редовно у сувом, што је омогућило једноставну и поуздану израду проширења врха шипа и једноставније бетонирање.

Наглавнице су извођене под заштитом прибоја од Ларсен талпи 2п које су побијене тако да им врхови улазе бар 0,5 м у глину, чиме је избегнута израда подводног бетонског слоја за савладавање надирања воде одоздо. Прибој је имао један хоризонтални рам од ваљаних носача, у висини од 0,5 м изнад радне воде, који је служио као вођица за побијање талпи и



Слика 1 – Израда једног бушеног НВ шипа код стуба бр. 3.

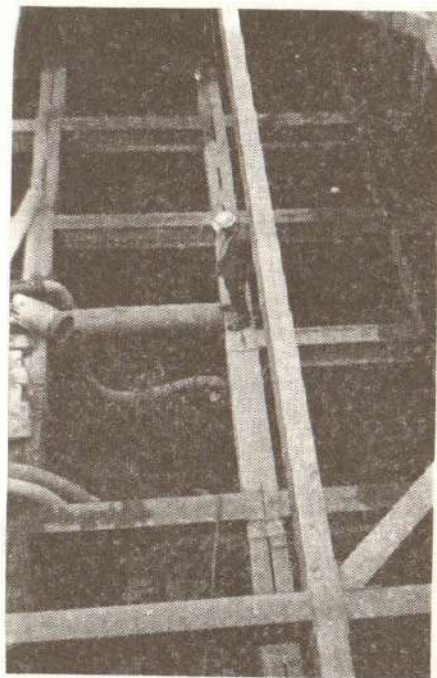


Слика 2 – Полагање арматуре за наглавницу стуба бр. 2.

као ослонац за пријем хоризонталних сила у фази кад је вода испуњена (слика 2). Сви радови су у великој мери механизовани, тако да су се одвијали веома брзо и успешно, темпом који је омогућавао да, уз примену две комплетне опреме за прибој, сваког месеца буде завршен по један стуб у реци.

Добра искуства са израдом ових стубова, као и чињеница да у читавом поступку око њихове израде није било ни једне фазе која би доводила у сумњу квалитет и поузданост извођења навела нас је да прихватимо предлог надзорне службе да се и фундаирање стубова бр. 8 и 9 уз главни речни отвор изведе на сличан начин.

Основним пројектом се предвиђала њихова израда уз помоћ армиранобетонских кесона основе 7,50 x 13,0 м који би се спустили кроз вештачка острва до



Слика 3 – Израда наглавнице стуба бр. 9. Виде се конструкције за разупирање зидова прибоја од Ларсен талпи

предвиђене коте фундаирања – сса 9 м у глину, око 22 м испод нивоа радне воде.

Новим пројектом предвиђено је фундаирање ова стуба на по 10 бушених шипова $\varnothing 150$ cm, дужине 15,5 м чији се врхови проширују на $\varnothing 250$ m. Наглавнице су спуштене знатно ниже, а да би се спречило одношење материјала испод њих, заштићене су трајно прибојем од Ларсен талпи (слика 3).

Извршење ископа и израда наглавнице обављени су под заштитом прибоја од Ларсен талпи које су врхом улазиле у слој глине за око 1 м. Разлика нивоа радне воде и дна темељне јаме износила је нешто преко 10 м, па су зидови прибоја морали да се прихвате у три хоризонта: у дну – слојем подводног бетона (бетонираног под водом) дебљине 1,2 м и у још два хоризонта веома jakim конструкцијама од ваљаних челичних профила.

Израда темеља и стуба бр. 8 одвијала се необично брзо за ту врсту посла, благодарећи могућности да се радови оптимално механизују. И поред свих тешкоћа са израдом веома дугачких бушених шипова наред реке, у непосредној близини пловног пута, релативно компликоване израде прибоја и зимског периода ови радови изведени су за свега 69 дана.

Повољан геолошки профил тла потпуно је искоришћен при изради стуба бр. 9. Овде се, одмах испод песковитог речног наноса дебљине око 4 м, налази веома тврд слој заглињеног шљунка. Овај слој, дебљине преко 5 м, могли смо у потпуности да искористимо уместо слоја подводног бетона. На овај начин радови на изради наглавнице стуба 9 знатно су поједностављени и убрзани.

У оквиру радова на стубу 9 изведен је у центру темеља још један – једанаести шип $\varnothing 90$ cm који је служио само као тест – шип. Целом својом дужином одвојен је од темеља и стуба који су послужили, преко хидрауличних преса као оптерећење за тест.

У току извођења радова на мосту дошло је до још једне измене – ојачања тада већ завршених стубова бр. 8 и 9, као и санације и ојачања стуба бр. 7 (слика 4).

До ове измене дошло је након сазнања о величини оштећења насталог на стубу бр. 7, када је, једне ноћи, непознати конвој који је пловио низ воду, скренуо са пловног пута и ударио постранце у стуб. Од силе удара у спојници између стуба и темеља дошло је до ротације стуба око притиснуте ивице и отварања спојнице на затегнутој страни за око 5 мм. Помоћу зидова од Ларсен талпи омогућен је приступ до оштећене спојнице. Прегледом те спојнице, испитивањем арматуре и контролом положаја стуба и темеља утврђено је да се све оштећење одиграло само у овој спојници, да је услед ротације стуба леви распон смањен, а десни повећан за 10,2 cm, да је арматура у зони спојнице затегнутој у тренутку удара била напрегнута изнад границе великих издужења и да бетон на супротној – притиснутој страни није претрпео видљива оштећења.

Из елемената који су стајали на располагању могло се израчунати да је удар групе пловила био адекватан сили од најмање 1200 kN у правцу осовине моста, а у висни 4 м изнад водостаја који је био на дан када се оштећење догодило. Јасно је да оволико велики утицај сам стуб, поготово што још није био оптерећен конструкцијом, није могао да издржи, а с



Слика 4 – Оштећени стуб бр. 7 у току санације

обзиром на податак да је бар једна баржа – она која је ударила о стуб била очигледно празна и да данас Дунавом плове тесно спојене скупине пловила укупне масе и преко 30.000 Мр, требало је ићи на то да се сви стубови у близини пловног пута ојачају за овакве утицаје што је могуће више – а то је у овом случају значило до исцрпљења носивости читавог темеља. На овом принципу је и извршено пројектовање ојачања стубова бр. 7, 8 и 9.

Проблем могућих удара скупина пловила велике масе у речне стубове мостова на нашим великим рекама не сме се узети олако јер се показало да је, само на градилишту у Бачкој Паланци – и поред тога што је режим пловидбе био специјално регулисан, а пловни пут прописно обележен, у периоду од годину и по дана дошло до четири удара пловила о речне стубове. С обзиром да се ови удари дешавају најчешће ноћу, или за време непогода, када је видљивост смањена, а услови пловидбе отежани, може се претпоставити да се они релативно често дешавају и код осталих мостова, само што су сведоци у таквим приликама ретки, па се о учесталости ове појаве мало зна. Случај оштећења стубова бр. 7. моста у Бачкој Паланци указује на ред величине могућих утицаја и њихових последица, па сматрамо да стручна јавност треба овим проблемом да се позабави тим пре што је сигурност моста као целине против ових појава веома комплексан и технички и економски проблем чије решавање не би смело да се препусти само пројектанту моста.

Горњи строј моста изнад инундација образован је од шест једнаких спрегнутих конструкција сандучастог пресека, система просте греде са распонима по 60 м. Челична конструкција сваког отвора састоји се од 8 монтажних елемената, који се попречним наставцима у четвртинама распона и подужним наставком у средини доње плоче сандука спајају у целину високовредним преднапрегнутим завртњима класе CV5 , односно заваривањем горњег појасног лима. Сви радионички наставци изведени су заваривањем. По четири монтажна елемента који формирају половину отвора спојени су у целину на монтажној платформи на обали и тако добијени монтажни комади, дужине 30 м и тежине 50 т монтирани помоћу пловне дизалице "Миљанка" на стубове и јармове, претходно израђене у половинама отвора.

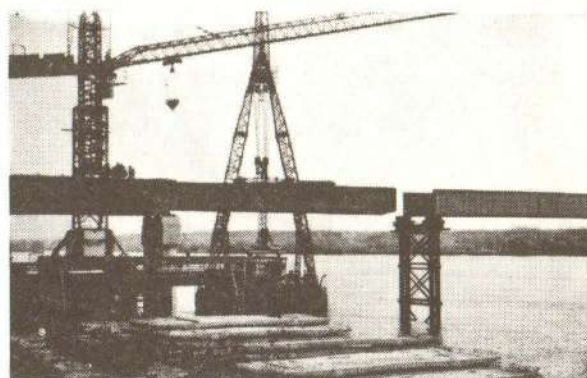
Остваривању монтажних веза посвећена је посебна пажња, с обзиром да је рађено са високовредним завртњима домаће производње са којима нисмо имали искуства.

Належуће површине лимова и подвезица чишћење су у попречним везама пескарењем, а у подужним пламеном, док је остваривање веза текло тако да између чишћења и потпуног довршетка очишћеног дела везе прође што мање времена – најчешће се то обављало у једној смени. Завртњевци су притезани до 70% момента притезања машински, а затим ручно – баждарени моментним кључем до прописаног момента притезања. У више наврата на градилишту је извршена контрола прописаних сила преднапрезања тензиметром.

И поред почетних тешкоћа, за монтажу је трошење мање времена него код сличних конструкција са класичним везама.

Коловозна плоча сваког поља спрегнуте конструкције састоји се од 30 монтажних армирано-бетонских плоча дужине 1,80, ширине 10,80 м, које се након монтаже и заваривања можданика за горњи појасни лим челичне конструкције међусобно спајају бетонирањем 20 цм широке спојнице, у којој се међусобно преклапа подеона арматура плоча. Можданици су у плоче уграђени заједно са арматуром да би се омогућила њихова беспрекорна веза са плочом, а обликом су прилагођени захтеву да се омогући што квалитетније извођење продужних шавова којим се заварују за горњи појас конструкције. После достизања тражене чврстоће бетона у спојницама обавља се попречно преднапрезање коловозне плоче 20-тонским кабловима, а затим отпуштање конструкције са јарма, чиме се постиже спрезање конструкције за део сталног оптерећења. Монтажне коловозне плоче израђене су знатно пре монтаже, тако да су у тренутку спрезања биле старије од три месеца – како је пројектом захтевано (слика 5). На тај начин негативни утицај скупљања бетона сведен је на најмању меру.

Како је за цео мост требало произвести 180 плоча, њихова израда организована је серијски. Помоћу две металне оплате доње површине плоче и четири гарнитуре за оплате страница организована је задовољавајуће прецизна израда не само комплетног скелете арматуре већ и самих плоча. Уз помоћ запазивања бетона постигнут је темпо производње од 2



Слика 5 – Монтажа поља 1-2. У предњем делу се виде депоноване монтажне армирано-бетонске коловозне плоче

плоче дневно, што се потпуно уклопило у захтевану динамику извођења радова.

Приликом монтаже, која је рађена пловном дизалицом "Миљацка", коловозне плоче спуштене су на танки слој цементног малтера претходно разасрт по горњем појасу челичне конструкције ради што бољег налегања. Након потпуног завршетка радова на коловозној плочи, спојнице између горњег појаса и бетонске плоче, са обе стране, су заштитоване пластичним китом, да би се осигурала трајна заштита горње површине фланше од корозије на местима где би, у току времена, евентуално дошло до пуцања цементне подливке. Капацитет пловне дизалице није приликом монтаже искоришћен што је штета, јер би се спајањем по три монтажне плоче у једну знатно уштедело и на бетону и на арматури коловозних плоча, а и на тежини челичног дела носача.

Конструкција главних отвора, такође снадучастог пресека, али са ортотропном коловозном плочом, састоји се од укупно 150 монтажних елемената – по шест у пресеку, а 25 по дужини. Притом је сандук формиран од четири елемента који се састављају по средини горње, односно доње плоче и на 2,15 м од горње ивице вертикалних лимова. У равни коловозне плоче са обе стране се прикључују конзоле чиме се завршава формирање пресека. Све радионичке везе изведене су заваривањем, све монтажне везе коловозног лима и део ребара ортотропне плоче заваривањем на градилишту, док су све монтажне везе вертикалних лимова, доње плоче и њихових укрућења, као и попречних носача ортотропне плоче изведене помоћу високовредних преднапегнутих завртњева.

Бочни отвори монтирани су на скели: отвор бр. 7 и 8 уз помоћ два јарма и то у другом и четвртм наставку, а отвор 9–10 у првих пет наставка, док су преостали делови бочних отвора као и цео средњи отвор монтирани конзолно (слика 6). И овог пута су монтажни комади, допремљени из радионице, спајани у веће монтажне целине на монтажној платформи на обали. Редовно је на обали спајан комплетан сандук без конзола, а за поједине фазе монтаже спајана су по два узастопна елемента у један и такав монтажни чланак пловном дизалицом "Миљацка" постављен на место (слика 7). Најдужи монтажни чланак био је сандук од ослоња до другог наставка у отвору бр. 7–8, дугачак 36 м и тежак 97 т а најтежи



Слика 7 – Монтажа петог елемента отвора бр. 7–8. На стубу бр. 7 види се изведено ојачање стуба.

чланак елемента до средњег ослоња и над њим био је тежак 110 т.

При спајању транспортраних елемената у веће на монтажној платформи, елементи су најпре постављени у "пројектовани положај", а затим је једна по једна веза дефинитивно остваривана, водећи при томе рачуна да се најпре изведу заварене везе и на тај начин избегну утицаји који би се јавили услед спреченог скупљања шавова. Уколико су два суседна елемента спајана на обали, исти третман имале су везе попречног наставка: након постављања елемената у "пројектовани положај" најпре је дефинитивно изведен наставак заваривањем коловозног лима, а затим остали. Овакво укрупњавање елемената – "предмонтажа" имало је вишеструке предности: значајне уштеде ради избегавања израде висећих скела за подужне наставке елемената, отварање већег броја радних места једновременом "предмонтажом" више монтажних чланака, значајне уштеде на ангажовању пловне дизалице – јер је на овај начин ангажована у циклусима, а не перманентно, и знатно лакшу монтажу недовољно крутих основних монтажних елемената (слика 8). Уз све набројане још једна веома важна – концентрација већег броја радних места на релативно малом и одасвуд приступачном простору што је знатно олакшало и рад и ефикасност контролних органа градилишта и надзора.

Приликом монтаже укрупњених елемената (сандук без конзола) све су везе потпуно попуњене



Слика 6 – Монтажа конструкције отвора 8–9



Слика 8 – Предмонтирани елементи на монтажној платформи

завртњима и извршена прва фаза притезања (70 – 80% момента притезања) у везама вертикалних лимова а потпуно притезање у вези доње плоче. Након тога извршено је заваривање коловозног лима и – ради релаксације заваривањем проузрокованих напрезања која су се могла јавити у вези – отпуштање свих завртњева наставка вертикалног лима (осим неколико доњих редова – потребних за пријем трансверзалних сила). Оваквим поступком осигурано је да се у шаву не могу јавити друга напрезања осим оних изазваних конзолном монтажом самог елемента. На крају су сви завртњи наставака вертикалних лимова, односно ребара ортотропне плоче у два ступња притегнути на прописану меру.

Конзоле су монтиране након потпуног довршетка попречних веза елемента, опет строго поштујући такав редослед остваривања веза, који је обезбеђивао да се избегну напрезања од заваривања.

За време монтаже организовано је стално праћење остваривања пројектоване нивелете у свим фазама монтаже, као и мерење скупљања шавова у условима слободне и делимично спречене деформације – све у циљу да се конструкција изведе по пројекту и избегну сва непланирана напрезања у конструкцији. Крајњи циљ у једном – кад се тиче пројектоване нивелете – ипак није постигнут: у условима уједначене температуре по висини пресека остварена нивелета у трећинама бочних отвора нижа је од пројектоване за 135 мм, односно 105 мм, док је у половини средњег отвора виша за 380 мм.

Ово неслагање проистиче из два разлога:

Први разлог потиче од скупљања попречних шавова коловозног лима. Овај утицај је могуће елиминисати "отварањем" везе пре заваривања за меру очекиваног скупљања, као и сталном контролом ос-

тварених скупљања ради евентуалне корекције на наредним везама. Грешке које се код овог начина рада ипак "накупе" могу се доста добро држати под контролом.

Други разлог је последица тога, што је конструкција пројектована за случај када је температура по висини пресека уједначена. Ово би одговарало да је мост израђен и монтиран под кровом. Међутим, конструкција је у фабрици састављена на отвореном простору – у условима када је по правилу горњи део конструкције загрејанији од доњег. На тако загрејаним елементима избушене су и све рупе, које касније одређују међусобни положај елемената у простору. У истим таквим условима елементи су састављани на градилишту. Контролна мерења редовно су показивала да конструкција долази у "пројектовани положај" у условима сличним оним какви су владали при изради и монтажи. Уз све наведено, друга контрола стварног стања нивелете могућа је тек након ослобађања бочних отвора од скеде, а тада је већ касно за поправку.

Код ове конструкције остварено је коректно растерећење од утицаја које би изазвало спречено скупљање попречних шавова што је "плаћено" грешком у нивелети. Међутим, сазнања и искуства стечена приликом ове монтаже, омогућила су код каснијих монтажа и веома успешно уклапање нивелете у пројектовани положај у простору.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јевеичић, Ђ.: Друмски мост преко Дунава између Бачке Паланке и Илока, V Конгрес Југословенских друштава грађевинских конструктера, област Д – мостови, Будва, октобар 1974.



ЈАВНО КОМУНАЛНО ПРЕДУЗЕЋЕ

БЕОГРАД ПУТ

ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ, ИЗГРАДЊУ И ОДРЖА-
ВАЊЕ УЛИЦА И ПУТЕВА

СЕКТОРИ ЗА

- ГРАЂЕВИНСКУ ДЕЛАТНОСТ
- САОБРАЋАЈНУ ДЕЛАТНОСТ
- ПРОЈЕКТОВАЊЕ
- ЗАЈЕДНИЧКЕ ПОСЛОВЕ

Факс

- 763-277
- 762-439
- 762-848
- 633-970

Телефон

- 763-966
- 763-022
- 763-856
- 621-422

Изградња три друмска челична моста преко Дунава

Бранимир Трипало, дипл. инж. грађ.
ГП "Мостоградња", Београд

УДК 624.27.036.6:624.014.2

Стручни рад

РЕЗИМЕ

Приказани су основни елементи за три друмска моста преко Дунава изграђена у периоду од 1970. до 1976. године. Ова три челична моста која се са становишта реализације одликују изузетном једноставношћу имају много заједничког – почев од пројектних услова, преко пројектантског тима и избора конструктивног система, до произвођача челичне конструкције, начина монтаже, начина фундаирања и извођача грађевинских и монтажних радова.

1. УВОД

До 1974. године, на Дунаву, у Југославији, постојали су само железничко–друмски мостови у Новом Саду и Београду, градски мост у Новом Саду, железнички мост код Богојева, који је уз прекид железничког саобраћаја коришћен и за друмски саобраћај и друмски прелаз по круни бране хидроелектране Ђердап. Непостојање више друмских прелаза на овом сектору Дунава надоканђивано је бројним скелским прелазима. Све до периода интензивне градње од 1974. до 1981. године, када је пуштено у саобраћај 6 нових друмских мостова преко Дунава.

Овде су укратко приказана 3 челична гредна моста који, по многим карактеристикама, припадају једној фамилији. Као резултат тесне сарадње пројектанта и извођача радова постигнута је максимална техничка једноставност, што је одлучујуће

утицало на ниску цену коштања и брзину изградње. То су мостови:

- Бачка Паланка – Илок,
- Бездан – Батина,
- Смедерево – Ковин.

2. ЗАЈЕДНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

● Пројектни услови:

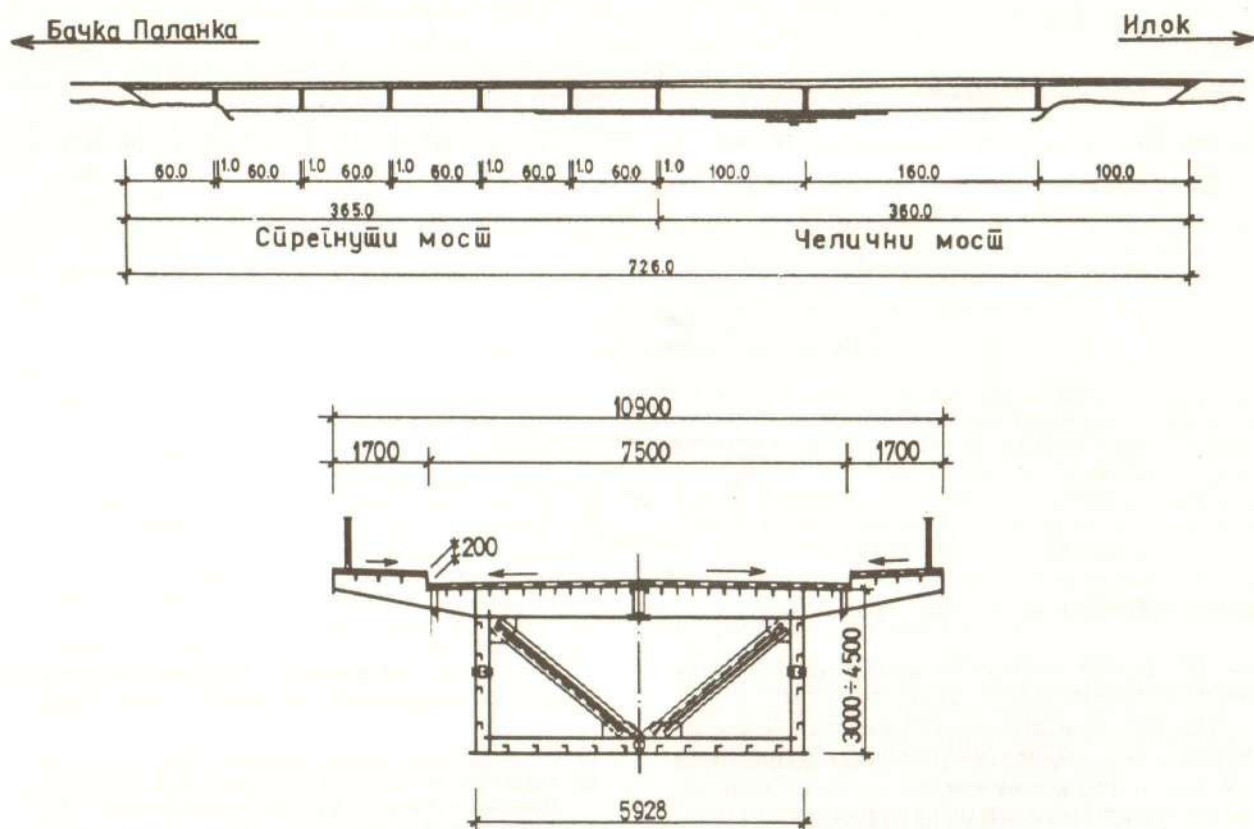
- Две саобраћајне траке,
- Обезбеђење пловног габарита, према "Дунавској конвенцији", висине 9,50 м изнад високог пловног водостаја у ширини од 150 м,
- Саобраћајно оптерећење према DIN 1072 са тешким возилом SLW-60.

● Техничке карактеристике:

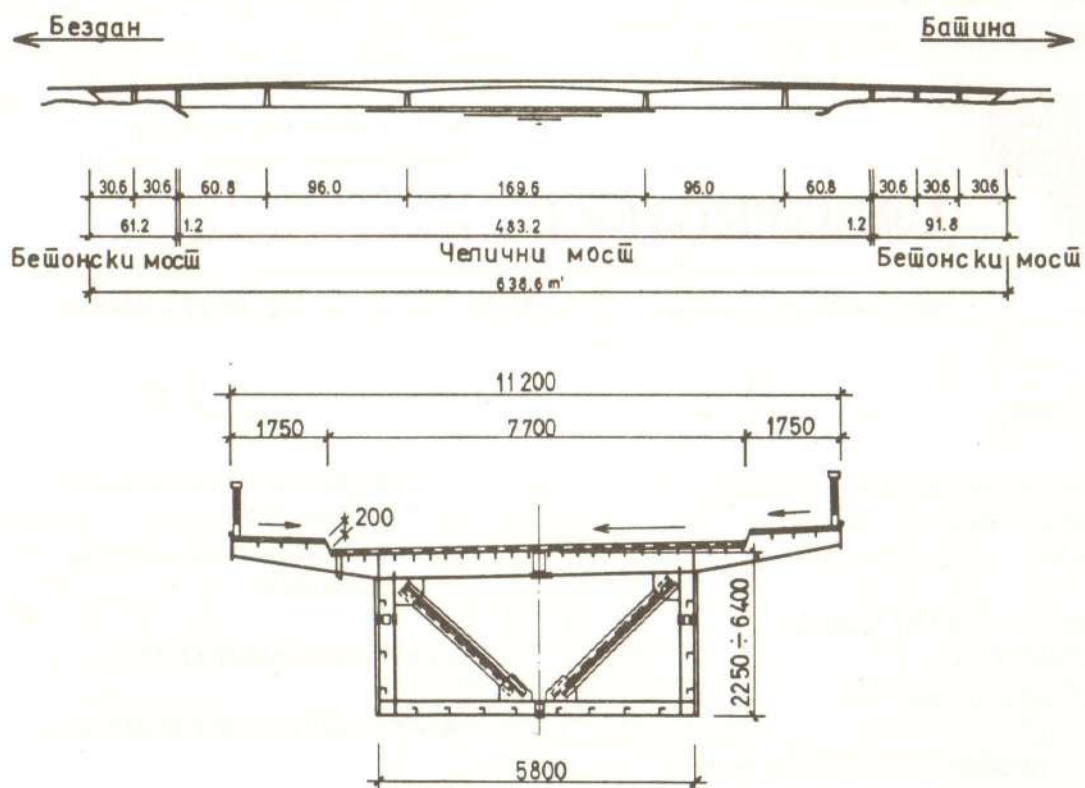
- Континуирани челични сандучасте главни носач,
- Ортотропна челична коловозна плоча са отвореним продужним ребрима. Код моста Бачка Паланка – Илок бочни распони су са монтажном армирано–бетонском спрегнутом коловозном плочом која је преднапрегнута у попречном правцу,
- Монтажа целог сандучастог пресека пловном дизалицом носивости 1000 kN,
- Монтажне везе свих елемената осим коловозног лима са високовредним вијцима. Са овим мостовима су у Југославији високовредни вијци ушли у масовну примену у мостоградњи,
- Монтажне везе коловозног лима заварене су аутоматом под заштитом кварцног песка,

Табела 1 – Карактеристични подаци за мостовске конструкције

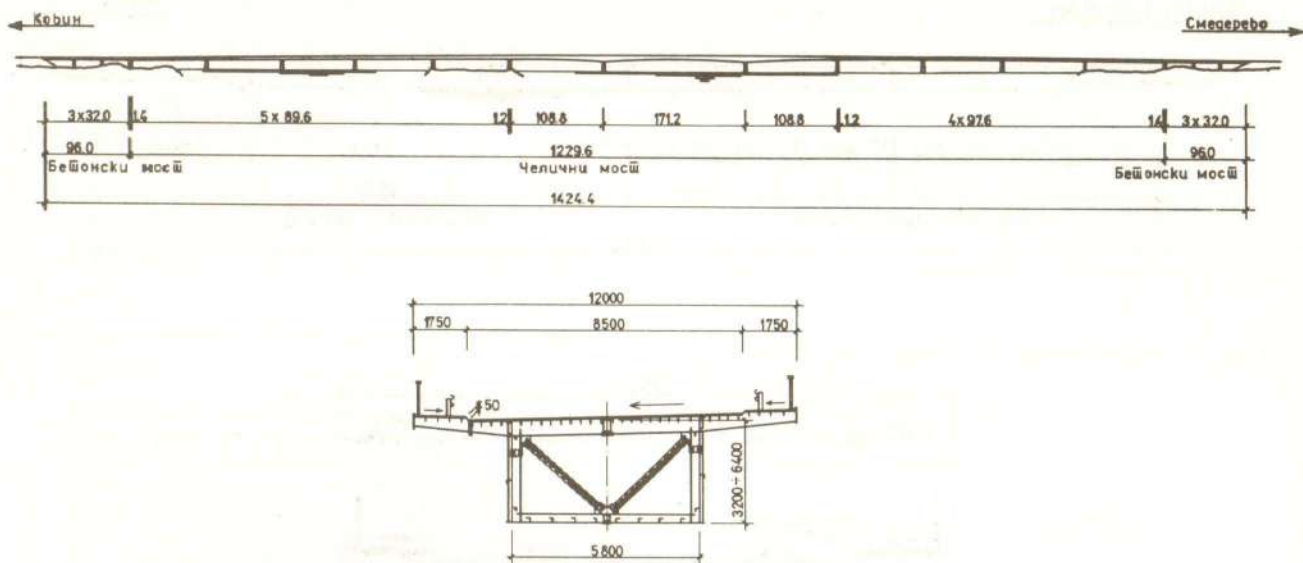
Р. бр.	Мост	Период грађења година	Врста конструкције	Челична конструкција			Високовредни вијци класе 10К	
				Тежина, t	Fe 360/Fe 510 %	kg/m ²	ком.	ком/тони
1.	БАЧКА ПАЛАНКА – ИЛОК	1970 – 1972.	Челична 100 + 160 + 100 м	1.600	40/60	406	69.790	43.6
			Спрегнута 6 x 60 м	706	53/47	178	21.060	29.8
				2.306	44/56	292	90.850	39.4
2.	БЕЗДАН – БАТИНА	1972 – 1974.	Челична 60.8 + 96.0 + 169.6 + 96.0 + 60.8 м	1.973	37/63	365	113.450	57.5
3.	СМЕДЕРЕВО – КОВИН	1973 – 1976.	Челична 5 x 89.6 м	1.732	54/46	322	96.130	55.5
			Челична 108.8 + 171.2 + 108.8 м	1.836	32/68	393	103.680	56.5
			Челична 4 x 97.6 м	1.537	37/63	328	82.390	53.6
				5.105	41/59	347	282.200	55.3



Слика 1 – Друмски мост преко Дунава: Бачка Паланка – Илок



Слика 2 – Друмски мост преко Дунава: Бездан – Батина



Слика 3 – Друмски мост преко Дунава: Смедерево – Ковин

– Фундирање стубова на армирано бетонским бушеним шиповима $D = 1,20$ и $D = 1,50$ м,

– Прилазне конструкције код мостова Смедерево – Ковин и Бездан – Батина су од преднапрегнутог бетона.

● Учесници у реализацији:

– ГП "МОСТОГРАДЊА", БЕОГРАД

– пројектовање,

– грађевински радови,

– монтажни радови.

– "ГАНЦ – МАВАГ", БУДИМПЕШТА

– израда челичне конструкције.

Детаљније информације о челичној конструкцији дате су табеларно и на цртежима (слике 1 до 3).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Јеврић, Ђ.: Друмски мост преко Дунава између Бачке Паланке и Илока, V конгрес Југословенских друштава грађевинских конструктора, Област Д-мостови, Будва, 1974.

[2] Ђертић, Д.: Бушени шипови система HW, по лиценци Hochstrasser-Weise, Изградња 2, 1977.

[3] Трипало, Б.: Челични мостови преко Дунава: Бездан – Батина и Смедерево – Ковин, V конгрес, област Д-мостови, Будва, 1974. (као 1).



URBISPROJEKT

D.D. u mešovitoj svojini za projektovanje i nadzor u oblasti gradjevinarstva i saobraćaja sa potpunom odgovornošću

Novi Sad, Bul. cara Lazara 3, tel/fax. 021/54-263, tel. 59-122, 59-123, 614-830

DELATNOST:

– ISTRAŽIVANJA, ANALIZE I STUDIJE

iz oblasti saobraćajnica, hidrotehnike, inženjerskih konstrukcija i saobraćaja

– IZRADA PROJEKTO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

za gradjevinske objekte i to:

- * DRUMSKOG SAOBRAĆAJA (gradske saobraćajnice, putevi i autoputevi)
- * HIDROTEHNIKE (sistemi vodosnabdevanja, kanalizacije, regulacije vodotoka)

- * INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA
- * SAOBRAĆAJA (regulisanje saobraćaja i sistemi automatskog upravljanja saobraćajem),

– POSLOVI INŽENJERSKE GEODEZIJE

– IZRADA INVESTICIONIH PROGRAMA

– NADZOR

uz korišćenje savremenih sredstava i metoda rada (AOP)

Фундирање речних стубова три друмска моста преко Дунава

Вукан Њагуљ, дипл. инж. грађ.
Бојан Можина, дипл. инж. грађ.
ГП "Мостоградња" ДД, Београд

УДК 624.166:624.154.54
Стручни рад

РЕЗИМЕ

Сви стубови ова три моста фундирани су на великим армирано-бетонским бушеним шиповима изведеним по лиценциој технологији "Hochstrasser Weise". У овом чланку приказани су само стубови у кориту реке код којих је применом овог начина фундирања постигнута значајна рационализација у односу на скуп и нехуман поступак дубоког фундирања помоћу кесона (после изградње ова три моста изведен је још само један мост преко реке Дунав чији су стубови главног отвора фундирани на кесонима).

1. ДИСПОЗИЦИОНО РЕШЕЊЕ РЕЧНИХ СТУБОВА

У основи диспозиционо решење свих речних стубова је исто: масивни армирано-бетонски стубови су ослоњени на масивне правоугаоне армирано-бетонске темељне стопе – наглавнице великих армирано-бетонских бушених шипова (видети слике 1, 2, 3 и табелу 1).

Извођење наглавнице шипова и доњих делова стубова у дубокој води извршено је помоћу прибоја од "Ларсен" талпи. Због различитих локалних усло-

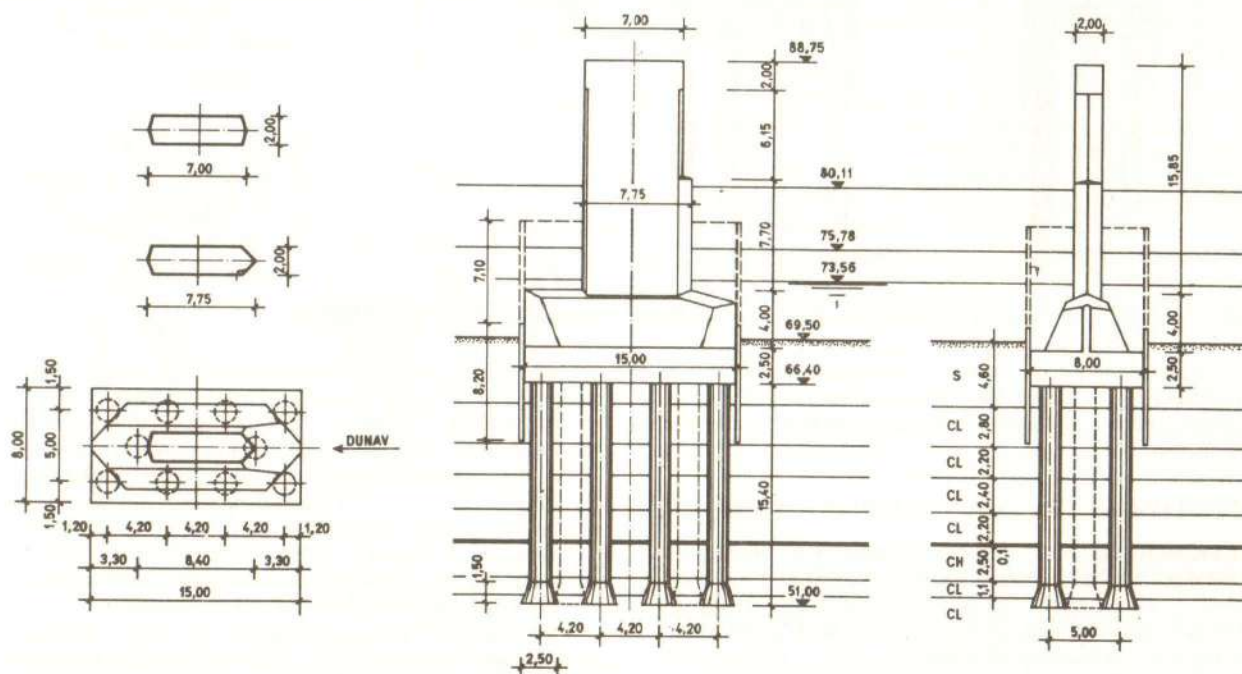
ва, као што су дубина и брзина воде и угроженост речног дна од ерозије, ови прибоји су различито конципирани, тако да су за мостове "Бачка Паланка" (слика 1) и "Бездан" (слика 2), примењени једнострукни прибоји, а за мост "Смедерево" двоструки прибој, а простор између два зида од "Ларсен" талпи је испуњен некохерентним материјалом.

Због поменутих локалних услова, спољни зидови прибоја за мост "Смедерево" морали су бити и хидраулички обликовани (слика 3).

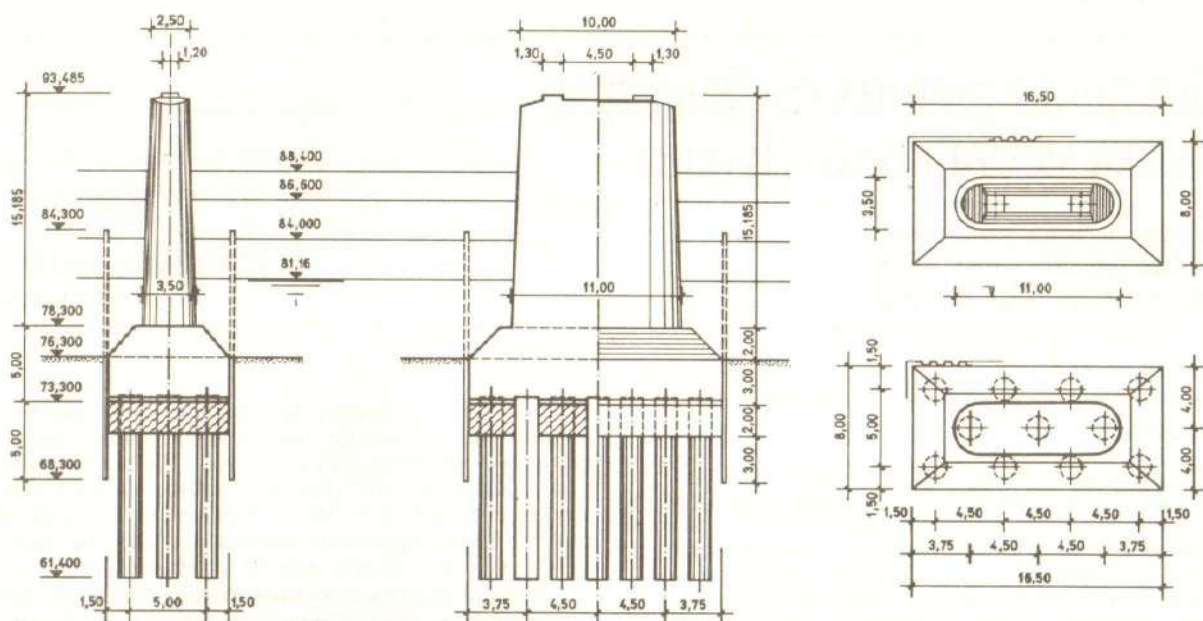
Црпљење воде из прибоја је омогућено извођењем тампон-слоја од подводно уграђеног бетона, чија је дељина одређена према потиску воде (за мост "Смедерево" чак око 17,0 м) и носивости шипова и прибоја на чупање. Код прибоја моста "Бачка Паланка" тампон-слој од бетона није изведен, јер су "Ларсен-талпе" побијене у моћан слој глине па је тиме постигнута водонепропусност.

Диспозиционим решењем вођено је рачуна о трајној заштити од ерозије дна око шипова, која је код мостова "Бездан" и "Смедерево" постигнута тако, што су талпе накнадно завареним анкерима повезане са наглавницама шипова, а после завршетка радова на стубу, исечене у равни горње ивице наглавнице.

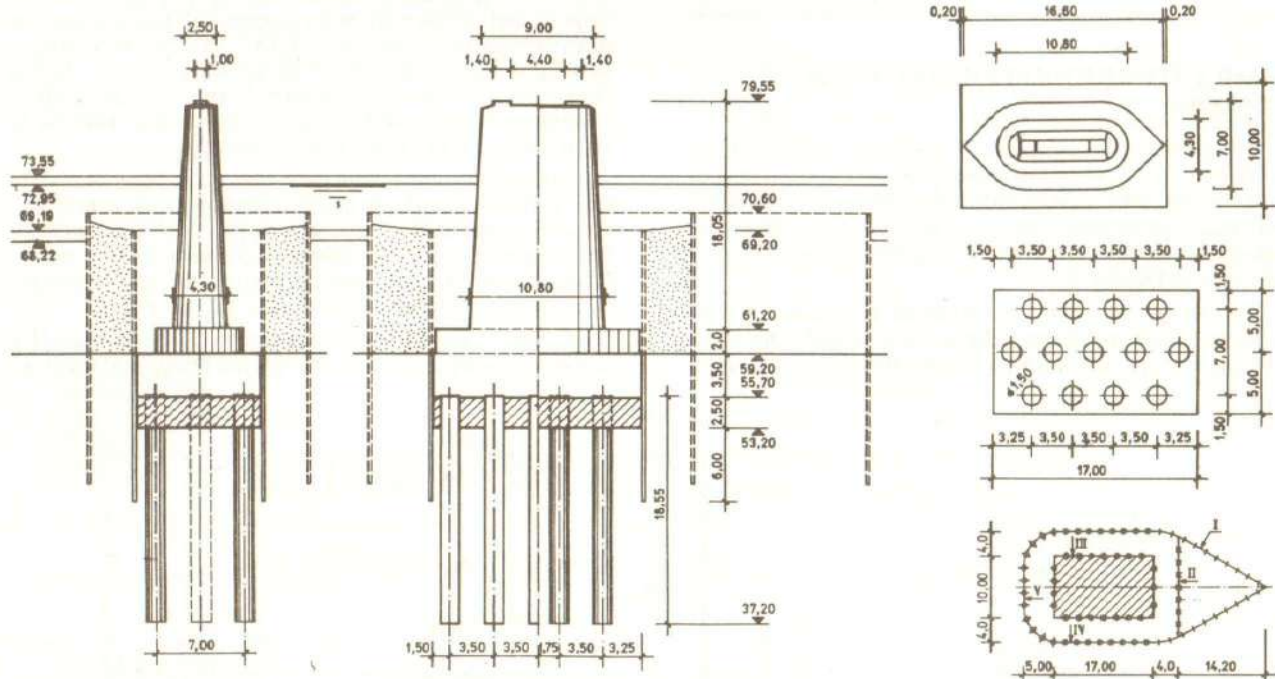
Спољни зид прибоја код моста "Смедерево" је у целости извађен. Код моста "Бачка Паланка" сматра-



Слика 1 – Стуб бр. 8 моста Бачка Паланка-Илок, изграђен у периоду 1970 – 1972. године



Слика 2 – Стуб бр. 7 моста Бездан–Батина, изграђен у периоду 1972 – 1974. године



Слика 3 – Стуб бр. 7 моста Смедерско–Ковин, изграђен у периоду 1973 – 1976. године

ло се да је слој глине, који се налазио непосредно испод наглавница шипова, довољна заштита од ерозије, па су талпе извађене после завршетка радова на стубовима.

2. СТАТИЧКИ ТРЕТМАН РЕЧНИХ СТУБОВА

Сви речни стубови конструисани су према меродавним утицајима утврђеним статичком анализом модела – "конзолни стуб ослоњен на батерије хоризонтално еластично укљештених и вертикално еластично ослоњених шипова".

Речни стубови, значи сви његови статички елементи, поред значајних вертикалних сила преноса

на темељно тло и разноврсна хоризонтална оптерећења. Поред уобичајених хоризонталних сила (од ветра, кочења, трена у лежиштима), због локације стубова у великој и пловној реци, од битног значаја била су и оптерећења од притиска леда и удара брода.

Притисак леда је био посебно битан код моста "Бездан", који је ложиран на месту на којем се у зимском периоду јављају ледени чепови, па је, ради потпунијег сагледавања овог феномена, ангажован и Институт "Јарослав Черни" из Београда.

Код моста "Бачка Паланка" се, због локалних услова, већ у току градње објекта посебно наметнуо проблем "удара брода". Наиме, на један стуб бочног отвора, пре монтаже челичне конструкције горњег

Табела 1 – Рачунски преглед оптерећења шипова

МОСТ	Број речног стуба	Комбинације оптерећења, у MN							
		D	D + L	D+L+W	D+L+LF	D+L+ +LF+W	D+L+ +W+ICE	D+L+LF+ +W+ICE	D+EQ
БАЧКА ПАЛАНКА – ИЛОК	8 и 9	2,34	2,85		3,15	4,23		4,39	
БЕЗДАН – БАТИНА	5	2,81	3,48		3,61			4,46	
	6	2,81	3,42		4,02			5,27	4,94
СМЕДЕРЕВО – КОВИН	2	2,98	3,73	5,88			6,63		
	7 и 8	3,00	3,53	4,88			6,89		3,83
	9	3,04	3,44	4,22			6,63		3,20
	10	3,18	3,67	4,93			7,16		
	11	2,92	3,68	5,06			5,79		

ЛЕГЕНДА: D – Стално оптерећење; L – Покретно оптерећење; LF – Подужне силе од покретног оптерећења; W – Оптерећење од ветра; ICE–ICE – Притисак леда

строја налетео је брод. Накнадним геодетским снимањем и прегледом спојнице наглавнице и тела стуба установљено је да је стуб практично поломљен. Егзактан прорачун, који је, пошто конструкција није била монтирана, био могућ, показао је да је величина силе удара била око 150 тона. После овог инцидента ојачани су сви стубови бочних отвора моста.

При пројектовању речних стубова бочних отвора мостова "Смедерево" и "Бездан", који су грађени после моста "Бачка Паланка" коришћено је ово искуство.

3. ИСПИТИВАЊЕ НОСИВОСТИ БУШЕНИХ ШИПОВА

Носивост примењених НВ бушених шипова срачуната је на основу података добијених претходним теренским и лабораторијским истраживањима тла. Провера тако добијених резултата извршена је пробним оптерећивањем средишњег шипа из групе, на којој је фундиран неки од речних стубова мостова Бачка Паланка – Илок и Бездан – Батина. У току

изградње моста Смедерево – Ковин тестирање пробног шипа није вршено.

Као баласт, којим је преко хидрауличких преса наносена вертикална сила до граничне носиве силе пробног шипа, коришћена је сопствена тежина речног стуба и његове наглавнице чија је међусобна веза ојачана додатним вертикалним преднапрузањем (слика 4).

4. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Задњи од три поменута објекта завршен је 1974. године, што значи да се протекли период може сматрати меродавним у погледу закључивања о трајности оваквих стубова.

Међутим, поред редовних утицаја који су на ове стубове деловали, дешавали су се инцидентни случајеви оштећивања стубова, који су са пројектантског становишта интересантни. Ту спадају пре свега доста чести удари пловних објеката и поред прописно постављене и одржаване сигнализације за обележавање пловног пута, а затим снажна ерозија речног дна у близини темеља који се налазе у матици реке.

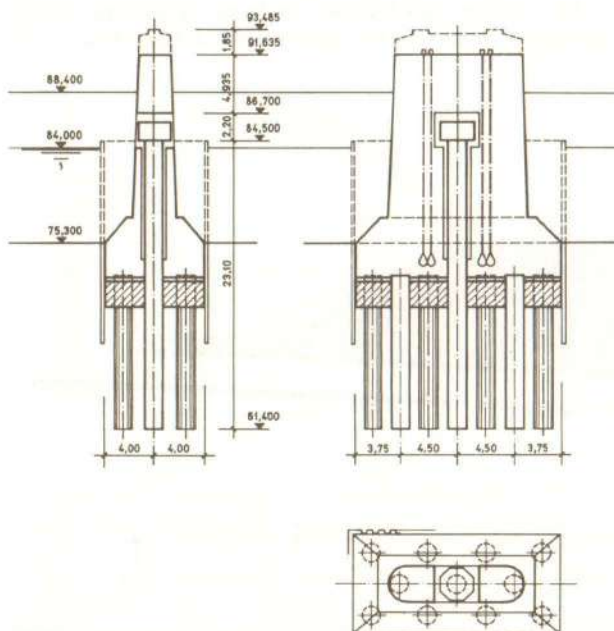
Сваки од поменутих екстремних случајева говори да се приликом пројектовања оваквих стубова мора имати у виду да:

- речни стубови треба да буду довољно масивни да би могли да се супротставе великим силама, које реално могу да се јаве приликом удара брода у стуб;
- Ларсен талпе, које се као заштита темељне јаме користе за израду наглавница шипова, треба, обавезно, да својим доњим делом остану у тлу;
- уколико је корито речног дна од хидраулички неповољних величина зрна песковитог тла, треба извршити заштиту од ерозије шире зоне речног дна око темеља речних стубова, набачајем шљунковитог материјала преко претходно постављеног "мадраца" од филтер пластике.

Главни пројекти сва три моста изграђени су у Пројектном бироу грађевинског предузећа "Мостоградња" из Београда, чија је грађевинска оператива изградила сва три објекта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јевричић, Ђ.: Друшки мост преко Дунава између Бачке Паланке и Илока, V конгрес Југословенских друштава грађевинских конструктора – област Д–мостови, Будва, 1974.
- [2] Ђертић, Д.: Бушени шипови система НВ по лиценци Hochstrasser – Wiese, Изградња 2, 1977.
- [3] Трипало, Б.: Челични мостови преко Дунава: Бездан – Батина и Смедерево, V конгрес ЈДГК, област Д–мостови, Будва, 1974. (као 1).



Слика 4 – Тест шип на речном стубу бр. 7 моста Бездан

Изградња тунела "Палисад"

Мишо Максовић, дипл. инж. грађ.
Никола Вуковић, грађ. техн.
Colosseum Engineering, Београд

УДК 624.191.2
Стручни рад

РЕЗИМЕ

Тунел Палисад рађен је у сложеним геолошким условима па је током грађења улазног дела тунелске конструкције дошло до тешкоћа у реализацији грађења.

Према документацији извођач није могао наставити даље радове јер је стабилност била угрожена, па је предложено да се изврши рационализација конструкције и промена технологије грађења. Према нашем предлогу извршено је допројектовање са којим су се сагласили инвеститор, извођач и надзорни орган. Радове је извело Предузеће за путеве из Ужица.

1. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТУНЕЛА

Тунел "Палисад" налази се на деоници магистралног пута М-21, између Чајетине и Златибора. Изградњом овог тунела значајно су побољшани саобраћајни безбедносни услови.

У реализацији пројекта учествовали су: Министарство за саобраћај и везе, као инвеститор; Институт за путеве – као пројектант трасе; "Центро-пројект" ИСК дд као пројектант и надзорни орган и Предузеће за путеве "Ужице" као извођач радова.

Улаз у тунел налази се на северозападној, а излаз на југоисточној страни. Тунел се налази на коти од око 970 м' и има укупну дужину 214,00 м' (слика 1).

Нагиб нивелете тунела је 6,7%.

Тунел има 3 саобраћајне траке ширине по 3,30 м' и пешачке стазе ширине 0,85 м', а висина стреле лука је 7,85 м'.

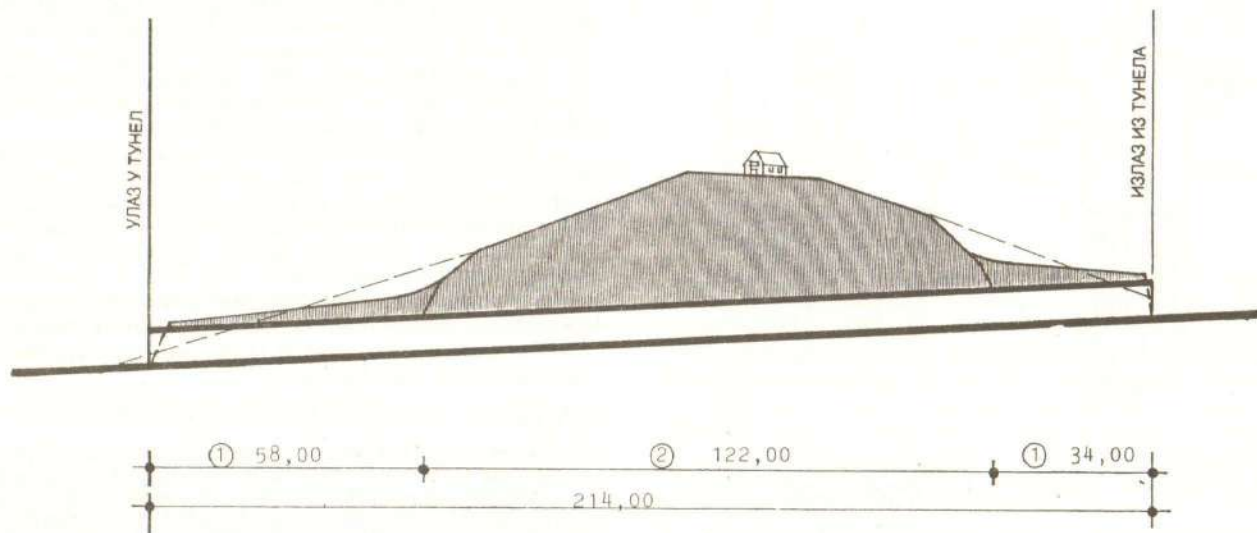
По величини светлог профила овај путни тунел спада у ред највећих који су код нас изграђени (слике 3 и 4).

Према геолошком саставу терена тунел је изграђен кроз врло неповољне средине за грађење, не само због великог дисконтинуитета, већ и због врло неповољне усложнености и испуцалости стенске масе. Основну грађу стенске масе чине шкриљци, графитни и хидритско серицитни и уз наведене особине чине изузетно тешку средину за грађење тунела.

Према претходној пројектној документацији пројектована је масивна лучна конструкција која би се изводила у отвореном ископу са каснијим насипањем. Средњи део тунела пројектован је тако да се изведе на класичан начин са огромном количином арматуре.

Због наведених услова, изградња тунела класичном методом грађења била би врло скупа, јер подразумева израду телескопске оплате која је и сама скупа и не може се економски оправдати с обзиром на релативно малу дужину тунела.

На основу претходно урађене пројектне документације и започетих радова, предложено је да се



Легенда: 1. Новопројектовани и изведени тунелски профил – тип "Д" 2. Новопројектовани и изведени тунелски профил – тип "Б"

Слика 1 – Уздужни пресек тунела "Палисад"

изврши рационализација пројектне документације уз употребу нове методе, која би била примењена први пут на просторима бивше СФР и садашње СР Југославије.

Уздужни профил тунела дат је на слици 1.

На основу датог уздужног профила тунела дефинисан је део тунела који је грађен у отвореном ископу (улазни и излазни део) и средњи део који је грађен новом аустријском методом.

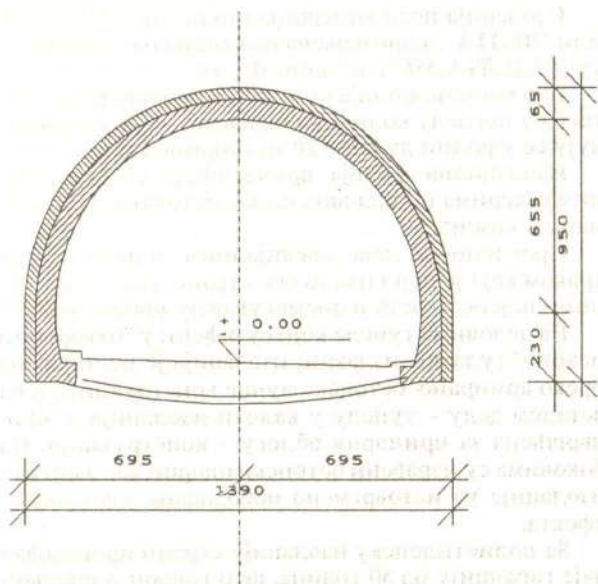
Улазно – излазни делови тунела, дужине око 40% од укупне, рађени су у отвореном ископу, а бетонска конструкција је решена на оригиналан начин (решење ће касније бити детаљно описано).

Чисто тунелски део, око 60% укупне дужине, израђен је "новом аустријском методом" као начином разраде тунелског профила познатим нашој стручној јавности, уз примену савремених метода прорачуна које се користе у развијеним земљама Европе. Напомињемо да смо овај део обрадили и презентирали на научном скупу "Тунелинг" [1] симпозијуму који се одржава сваке друге године у Великој Британији, где је овај рад високо оцењен.

За прорачун су коришћени подаци о особинама стенске масе, а основни подаци су: запреминска тежина, угао унутрашњег трења, коефицијент трења, модул еластичности и модул деформација.

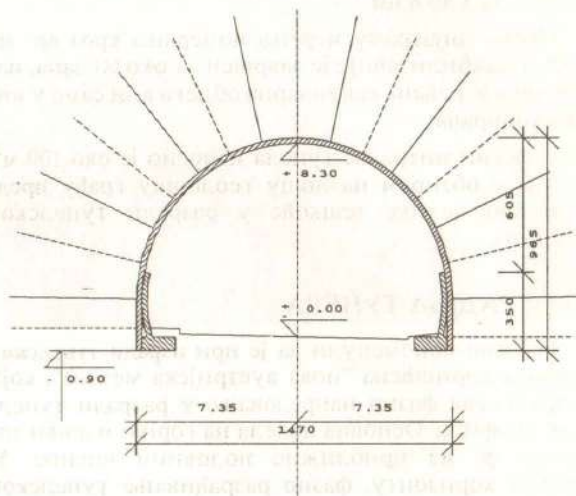
На основу добијених статичких утицаја извршено је димензионисање тунелске облоге и избор профила тунелске конструкције. На слици 2 приказан је претходно пројектовани – тип А, (неизграђен), а на слици 3 новопроектовани и примењени тунелски пресек за средњи део тунела – тип Б.

Претходним пројектним решењем била је предвиђена масивна тунелска облога – конструкција дата у прилогу као тип А. Оваква конструкција није била рационална за извођење, па је извођач захтевао експертизу која је доказала нерационалност и потешкоће које би извођач имао њеном изградњом.



Слика 2 – Претходно пројектовани тунелски пресек – тип А

Због тога је инвеститор прихватио предлог за рационализацију конструкције.



Слика 3 – Новопроектовани и изграђени тунелски пресек у средњем делу тунела – тип Б

Модеран приступ рационалном прорачуну тунелске облоге укључује садејство средине – стенске масе са бетонском облогом. Ово садејство постиже се систематском уградњом челичних анкера који се напрежу одређеном силом и тако формирају растерети носећи свод, што у коначном знатно смањује димензије бетонске облоге као и количину потребне арматуре (ако би се радила на класичан начин те количине су знатно веће).

Распоред, избор, положај и дужина анкера зависи од стенске масе, дебљине наделоја, положаја и слојевитости стенске масе, испуцалости и њеног положаја и осталих физичких особина стенске масе.

За правилну процену и избор неопходно је вишегодишње искуство и добро разумевање проблема.

У конкретном случају усвојена су 3 типа тунелске облоге са ознаком типа "Б".

Предложени тип "Б" новопроектоване тунелске облоге пројектован је на савремен начин, а састојао се од примарне облоге – конструкције и секундарне тунелске облоге.

Примарна конструкција се састоји од:

- челичних анкера дужине 6,0 до 9,0 м' (пречника 22 до 25 мм)
- челичне мреже Q 131 до Q 257,
- прсканог бетона у слоју дебљине 15 до 25 см,
- челичних ремената на размаку 0,80 до 1,20 м'.

Тип "Б" је изграђен на средњем делу тунела (слика 1, ознака 2).

Примена одређених типова примарне тунелске конструкције извршена на основу карактеристика стенске средине и извршеног прорачуна.

Упоређењем померања добијених мерењем која су извршена на лицу места и оних добијених прорачуном, констатовано је да нема одступања – што значи да су усвојени параметри правилно одабрани.

Такође, треба напоменути да су за све време грађења вршена мерења конвергенције као и мерења

екстензиометрима која су служила за правилан избор оптималне конструкције.

Мерењем конвергенције "in situ" добијена померања стенске масе у максималним величинама износе од 3 до 8 cm.

Према дијаграму мерења померања кроз време, процес стабилизације је завршен за око 60 дана, након чега је рађена секундарна облога али само у висини опорача.

Спољни интрадос тунела износио је око 100 м², што је с обзиром на лошу геолошку грађу представљало велике тешкоће у разради тунелског профила.

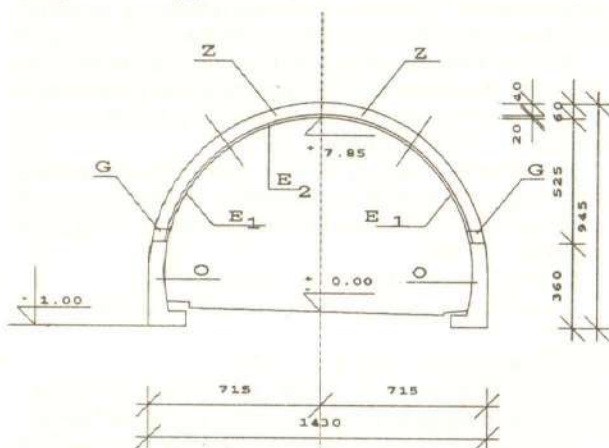
2. ИЗГРАДЊА ТУНЕЛА

Већ смо напоменули да је при изradi тунелског профила коришћена "нова аустријска метода", која подразумева фазно напредовање у разради тунелског профила. Основна подела на горњи и доњи хоризонт је на приближно половини висине. У горњем хоризонту, фазно разрађивање тунелског профила почиње са калотом, да би се затим фронт рада пренео на леви и десни бок. Истовремено се приступа изradi осигурања уз примену шприц бетона, мреже и анкера.

Доњи хоризонт се разрађује из средине ка крајевима – опорцима са изradом осигурања.

Када је цео профил избијен – ископан, приступило се дефинитивном формирању носеће облоге с апостављањем потребне, прорачуном одређене арматуре и наношењем шприц бетона пројектоване дебљине у слојевима (према прорачуну и утврђеној дебљини).

• Улазни и излазни део тунелске конструкције, првобитно пројектован другачије, изграђен је према слици 4 – тип Д.



Легенда:

O – опорац – бетонира се на лицу места

E1 – монтажни елемент

E2 – монтажни елемент

G – подружна греда – бетонира се на лицу места

Z – завршни слој преко монтажних елемената – бетонира се на лицу места

Слика 4 – Новопроектовани и примењени тунелски пресек улазне и излазне конструкције – тип "Д".

Излазно–улазне тунелске конструкције, већ смо рекли, рађене су у "отвореном ископу" уз привремено осигурање бокова.

Начин изrade конструкције тунелског профила је оригиналан. Да би избегао скупу оплату за бетонирање армирано–бетонске тунелске конструкције, пројектант се одлучио на спрегнуту конструкцију која је остварена изradом свода од три монтажна армирано–бетонска лука (израђени као нефабрикати) релативно танке конструкције, која у првој фази служи као оплата, а након монолитизације и бетонирања до пројектом предвиђене дебљине чини јединствену (спрегнуту) конструкцију. За обе фазе извршен је статички прорачун.

Новопроектовани тип улазно–излазне конструкције (тип "Д") рађен је из више фаза.

Фаза "О" обухвата изradу опорача на лицу места са обе стране тунелског профила. Након завршетка ове фазе ("О"), вршена је монтажа лучних монтажних елемената са ознаком "Е".

Монтажа ових елемената обављена је помоћу лаке цепасте скеле која је служила само за спајање елемената у пројектовани положај. Овако постављени монтажни лучни елементи су заварени на месту спојева и монолитизовани у делу на спојевима.

Након монтаже ових елемената скела се помера за следећи корак.

Монтажни елементи лучне конструкције (z) постају елементи оплате преко које се монтира додатна (срачуната) арматура и бетонира преостали део лучне конструкције до пројектоване дебљине 60 cm, од чега је монтажни елемент 20 cm, а додатни део 40 cm.

Оваква конструкција изведена је на целом делу улазног и излазног дела тунелског профила.

При изradi хидроизолације извршене су измене тако што је предвиђена ПВЦ фолија замењена полиетиленском. Полиетиленске фолије су производ модерне технологије са далеко бољим својствима од ПВЦ фолија. Тако полиетилен старењем не губи еластичност, а иначе има и боља физичко–механичка својства по свим стандардним мерењима као и велику густину.

Изолација носи комерцијални назив "ПЛАТОН" или "ДЕЛТА", а примењена изолација на овом објекту је "ДЕЛТА МС", дебљине 0,6 mm.

Изолационе фолије су рељефне у зависности потреба у погледу количина одвођења вода, а испоручују се у ролни дужине 20 м, ширине 2,0 м.

Изолациона фолија причвршћује се специјалним ексерима и подлошкама за дихтовање, и то најмање 4 ком/м².

Преклопи се лепе специјалним лепком – или траком која је лепљива са обе стране, тако да су фолије спојене чврсто и онемогућавају продор воде.

На деловима тунела који су рађени у "отвореном ископу" (улазно–излазни) изолација је постављена преко армирано–бетонске лучне конструкције, а на осталом делу – тунелу у калоти изолација је причвршћена за примарну облогу – конструкцију. На боковима су израђени бетонски опорци као заштита изолације уз истовремено побољшање светлосног ефекта.

За полиетиленску изолацију страни произвођач даје гаранцију од 50 година, што говори о високом квалитету. Сама уградња је једноставна и захтева веома кратку обуку радника, коју обезбеђује произвођач.



Слика 5 – Изглед улаза у тунел "Палисад"

ЗАКЉУЧАК

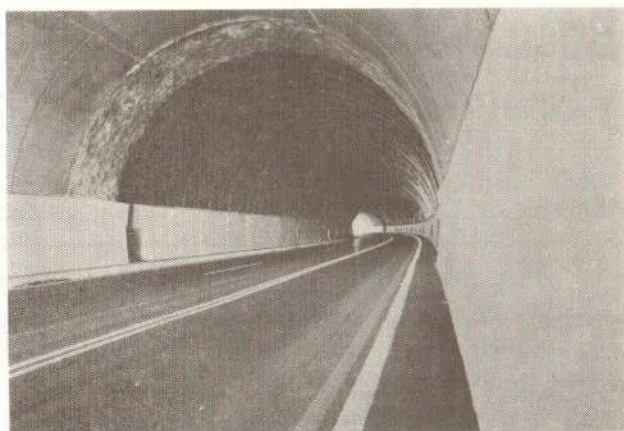
У току извођења радова, улазни део тунелске конструкције извршен је у широком откопу, са знатно већим нагибима косина од оних према претходно пројектованом решењу, и уз одговарајућу заштиту.

Такође је био извршен и делимичан ископ горње калоте и то само средњи део у дужини око 50 м³.

Због кашњења радова и тешкоћа у примени првобитно пројектованог решења извршене су одговарајуће измене, уз примену нових решења изградње тунелског профила.

Тип "Б" који обухвата нову аустријску методу са разрадом, примењен је на средњем делу тунела уз прилагођавање претходно извршених радова и осигурања.

Тип "Д" обухвата израду армирано-бетонске конструкције на улазном и излазном делу тунела и његовом применом је остварена значајна уштеда јер је избегнута израда телескопске оплате која би оптеретила цену коштања бетона са 70% (предвиђене првобитним решењем).



Слика 6 – Унутрашњост тунела "Палисад"

Претходно извршени радови у првих 5 месеци били су на нивоу 30% укупне количине радова. Преосталих 70% радова извршено је за 5 месеци, што најбоље говори о оправданости правилног избора технологије грађења и избора тунелске конструкције.

Овако дуг временски период изградње тунела није оправдан.

На дужину изградње тунела у првом периоду, тј. 30% укупних радова утицали су следећи фактори:

- недостатак одговарајуће пројектне документације,
- динамика финансирања,
- почетна необученост извођача радова.

Овај период (30%) учествовао је у дужини грађења са око 90% од укупног времена за које је израђен тунел.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Maksović, M., Maksimović, S.: Improved finite element analysis in design of tunnels, Prosedings International conference on foundations and tunnels, London, 1987
- [2] Бајовић, С.: Завршни тунел "Палисад" на магистралном путу бр. 21/М Ужице – Златибор, Пут и саобраћај.

Време је за модернизацију зимске службе у Београду

Здравко Продановић, дипл. инж. грађ.
"Београдпут", Београд

УДК 625.7.095:351.811.111"324"
Стручни рад

РЕЗИМЕ

У раду су приказани проблеми организације зимске службе и потребе за усавањивањем технологија чишћења и уклањања снега као и стварање поледице на коловозима хемијским средствима, посебно с обзиром на нове еколошке и друге захтеве обезбеђења саобраћаја и сигурности грађана.

Данашњи концепт, технологија, организација, опрема и материјали зимске службе постављени су још 1965. године. Од тада, до данас, Београд се ширио и само су из године у годину расле обавезе тадашње Дирекције за путеве, сада "Београд-пута". У технологији и опреми ништа се није битно променило, само је нарастао број возила и машина због повећаних обавеза. Само је центрифугални ротациони посипач од тада уведен у технологију борбе против поледице. Организациони концепт је својевремено постављен после дужег студирања разних система рада тадашњих зимских служби на истоку, западу и на северу Европе.

Студијска група коју је још 1963. године формирала Скупштина града Београда посетила је све веће градове Европе и пронашла да је скандинавски модел најрентабилнији и најприлагођенији климатским и економским условима Београда. Тако се дошло до поставке организације зимске службе са измештањем капацитета на пунктове, а у оквиру пунктова до поделе послова на појединачне задатке – трасе. Тако се дошло и до прихватања дневног димензионисања дежурних капацитета на основу дневне прогнозе метеоролога, до набавке специфичне опреме за зимску службу и до примене кухињске соли (NaCl), као основног материјала за посипање у борби против поледице и уклањања снега. Први посипачи соли – мале вучене приколице биле су управо производ данске фирме "Ероке", што је касније ушло у жаргон зимске службе. Међутим, зачуђује да наша фирма "Крушић" из Ваљева осваја тек сада тај од пре 30 година посипач који се све мање користи у свету.

Од тада, до данас, у свету је дошло до значајних промена и иновација у технологији, организацији и у примени нове опреме и других материјала. Посебно су све оштрији еколошки захтеви заштите човекове средине и у вези с тим смањење количина примењених материјала за посипање на улицама и путевима.

Из тих разлога се и развијала опрема за механичко уклањање снега помоћу које се снег уклања не трошећи никакву со или средства за отапање (по-

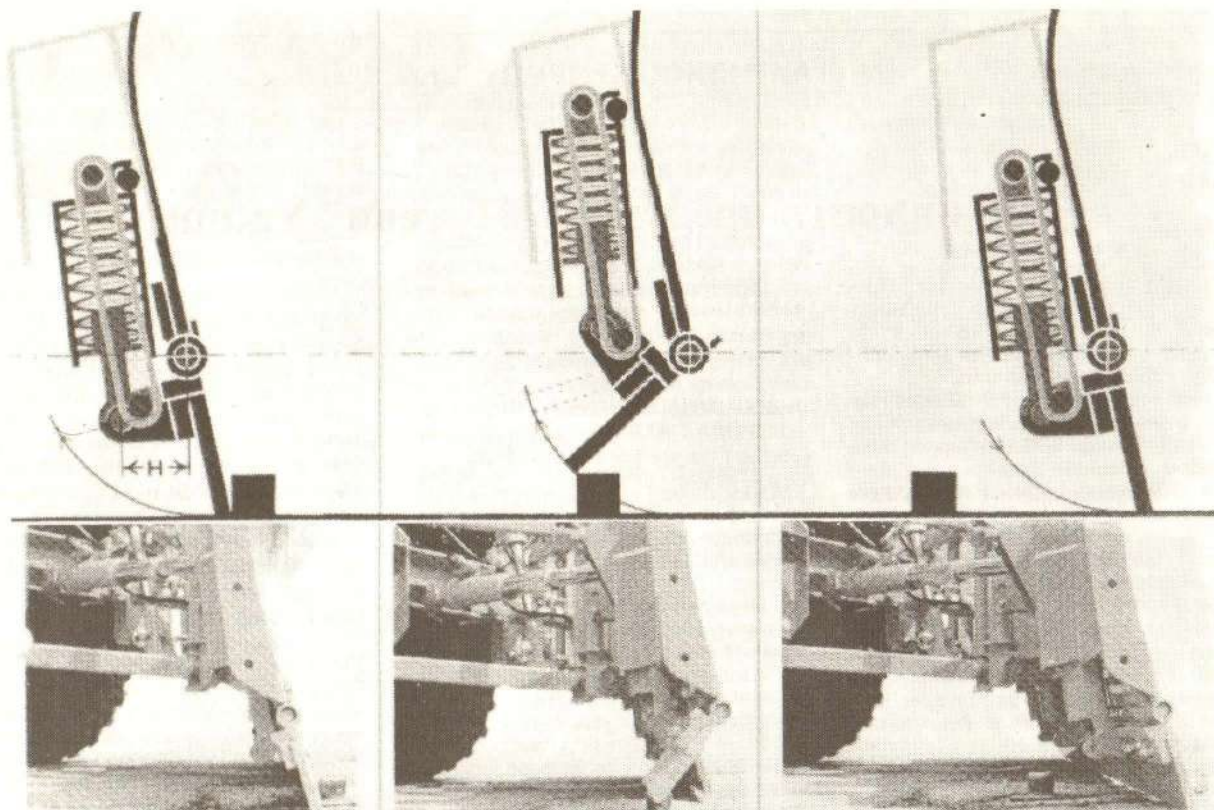
знати европски зимски центри у перспективама за своје хотеле посебно наглашавају: "путеви се не посипају сољу"). Побољшани су и услови електронског комуницирања, што омогућава брзу интервенцију на критичним местима. Још пре 15 година, контролни диспечерски центар зимске службе у Стокхолму је поред вишеструких радио веза имао уграђену аутоматску електронску контролу у свакој од 1150 машина које раде на терену, тако да се престанак рада било које од машина на терену одмах јавља паљењем лампице на великој прегледној карти у центру где та машина треба да ради (слика 1).



Слика 1 – Савремени одбацивач снега

Данашње стање бројне опреме за зимску службу, не само у "Београдпуту", је врло критично. Посипачи за со су старији од двадесет година и не могу се више "крпити". Раоници су такође изложени великој корозији, а возни парк је све мање прилагођен тесним улицама јер је у употреби већи број већих камиона. И док је снажна машина потребна на отвореном брдском путу, у граду су прилагођенија за рад мале возила. У уским, једносмерним, улицама на западу већ одавно раде и трактори са одговарајућом опремом.

Да би се обављала делатност у зимској служби потребна је значајнија замена опреме и под условима да се ништа не мења у концепту зимске службе. Због тога је исправније да се при новим набавкама опреме иде на савременије машине и примену савременијих материјала и технологија за посипање. На тај начин би се постепено за неколико година увела савременија, боља, јефтинија и ефикаснија технологија у зимској служби.



Слика 2 – Шематски приказ и фотографије реоника са помичним ножем из ламела при преласку препрека

Већ је поменуто да се у свету опрема нарочито усавршавала у смислу механичког чишћења и мањег утрошка материјала за посипање. У градовима је данас у употреби лаки раоник са гуменим врхом ножа. То је неопходно због бројних објеката инфраструктуре и разделних острва, ивичњака (који од снега не могу да се виде). У свету су, међутим, то одавно превазишли конструишући раонике са челичним врхом али из ламела које су на опругама. Тако се врх раоника, и то само у делу препреке, изврне и врати у првобитни положај кад препреку прође, а при томе нема штета на возилу ни на објекту у коловозу. При том се коловоз чисти до самог асфалта и посипањем мале количине соли завршава се сав посао. Поред тога, раоници су са већом применом хидраулике и са више слободе у окретању, преламању итд. (слика 2).

У свету су учињени и друга усавршавања, иновације и напредак не само у опреми већ и у примени материјала. На приложеним фотографијама прика-

зани су само поједини детаљи тих машина. Бројне су фирме у Европи које производе опрему за зимску службу, те их не треба набрајати, а наша машинска (да не кажемо браварска) индустрија би могла добити дугороачн посао на производњи те опреме. С обзиром на њену једноставност нису можда потребне ни лиценце већ је могуће да се то конструише и код нас.

Предлажем због тога да се са овим питањима упознају министарства и секретаријати, сви надлежни и заинтересовани за саобраћај, екологију, за финансије итд. и да се формира нов стручни студијски тим који би извршио увид у иновације на плану модернизације зимске службе и створио предлог новог програма модернизације зимске службе у Београду и Србији, а на основу нових искустава Европе.

Сматрам да није допуштено даље заостајање у раду зимске службе те је то био основни разлог за овај напис.

Активности предузећа "Путеви" Ужице

Поред нормалних активности Предузећа "Путеви" Ужице на одржавању путева од 1994. године, на подручју Ужица настављена је градња две деонице магистралних путева и то:

- од Јокине Ђуприје до Борове главе, дужине 5,675 км, на путном правцу бр. 21/М: Ужице – Златибор – Нова Варош и

- Обилазница Ужица од Сурдука (веза на путу 21/М) до Волујца, дужине 4,8 км, на путном правцу бр. 19.1/М: Ужице – Кадињача – Бајина Башта.

Ове деонице су врло важне у мрежи магистралних путева СР Југославије јер спајају, преко Ужица, долину Поморавља са долином Лима и даље са Црном Гором, док друга деоница, такође, долину Поморавља са долином Дрине и даље са Босном и Републиком Српском.

Радови ће се изводити до износа обезбеђених средстава у 1994. години.

Кроз уско ужичку долину увек су пролазиле важне саобраћајнице. Ту су се укрштали стари путеви, односно караванске стазе којима су се кретали каравани и кириџије од Дубровника и Сарајева ка истоку и обратно, односећи у свет ужичке производе (луч, катран, кожу, пршуту и другу робу).

Откривени су остаци коловозне конструкције саобраћајница, из ранијег периода, на месту званом "Калдрма" изнад Ужица и остаци "Будимске паде" код Нове Вароши као и остаци римског моста преко Увца у Жвалама.

Такође се могу видети и трагови остатака каменог моста преко реке Бетиње у Ужицу. Мост је познат по имену Касапчића мост, изграђен је у средњем веку, а порушили су га Немци 1944. године.

Живимо у нади да ће се и наше реконструисане деонице путева брзо уклопити у мрежу међународних путева.

1. ДЕОНИЦА ЈОКИНА ЂУПРИЈА – БОРОВА ГЛАВА

Постојећа, стара, деоница магистралног правца модернизована је изградом асфалтног коловоза 1970/71. године по старом макадамском путу скромних елемената и ширине коловоза 4,5 до 5,0 метара.

Нова деоница пута у изградњи пројектована је са савременим елементима: ширина асфалтног коловозног застора 7,0 м, минимални радијус хоризонталне кривине изнад 400 м и брзином $V = 100$ км/х, са незнатним успонима нивелете.

Нови пут обилази туристичко насеље Водице, које је са њим повезано комплетном петљом којом се усмерава и саобраћај преко Превије за Чиготу и Љубиш. Стари пут ће остати за потребе развоја насеља и као сабирни пут приступних шумских путева за подручје југоистока Торника.

На траси су пројектована и изграђена три моста преко тока Рзава и његових притока дужине 14; 24 и 26 м. Овај од 26 м је искоришћен и као надпутњак на петљи "Водице".

Пут се простире тереном чија је надморска висина између 1000 и 1100 м. Из климатских и саобраћајних разлога пројектована је следећа коловозна конструкција:

– хабајући слој асфалта	5 см
– носећи слој асфалта	10 см
– дробљени тампон II слој	20 см
– дробљени тампон I слој	30 см

Укупна дебелина износи 65 см

Стари и нови пут положени су мирном и уском долином речице Рзава, само са супротних страна. На току Рзава, у месту Рибница, изграђено је језеро за снабдевање Златиборске висоравни водом, првенствено за потребе урбаних насеља. Због заштите слива Рзава и притока као и разлога заштите човекове средине, пројектом пута предвиђена је комплетна еколошка заштита са којом се први пут сусрећемо у правом смислу речи. Ови радови у знатној мери покупљују инвестиционе трошкове реконструкције пута.

На овом путном правцу, од Борове Главе до моста на Увцу код Кокиног Брода, остаје врло тешка нереконструисана деоница дужине око 15 км. Она је модернизована по постојећем путу (период 1962. до 1967. године) за ондашњи врло скромни саобраћај. Ширина асфалтног коловоза је 4,5 до 5,0 м, са знатним успонима и скромним елементима геометрије (оштре и непрегледне кривине, промена успона, недовољни елементи за одводњавање, слаба коловозна конструкција и др.

Посебно тешки услови саобраћаја су у зимском, снежном периоду. Присутно је много застоја у саобраћају, прекида саобраћаја и удеса на путу због уског и клизавог коловоза и непрегледног пута.

За ову деоницу урађени су пројекти у периоду 1971. до 1980. године али предстоји прерада истих, јер их је време већ превазишло.

Надајмо се да ће се смоћи снаге да се у догледно време реконструише најтежа деоница на овом магистралном правцу Београд – Нова Варош од Борове Главе до Кокиног Брода.



Слика 1 – Шема путева и положај деонице обилазног пута око Ужица

2. ДЕОНИЦА ОБИЛАЗНИ ПУТ ОКО УЖИЦА

Садашњи излазак из Ужица за магистрални правац бр. 5/М и бр. 19.1/М ка Волујуцу и Дупцима, у дужини од 5 км, иде кроз град због чега је јако отежан магистрални саобраћај, а уједно градске улице и подручје града на том правцу су угрожени магистралним саобраћајем.

Због сложености проблема, последњих двадесетак година било је више предложених решења, која су због спорости реализације деградирана развојем града.

Садашње пројектно решење обилазнице Ужица почиње одвојком – петљом са пута бр. 21/М Ужице – Златибор – Подгорица код Тамбурића Мајдана, непосредно испред постројења Сурдук, на км 3 + 500 од петље у граду

Ужицу. Одвојак је предвиђен саобраћајном петљом, у тешком терену не само по конфигурацији већ и у геолошком погледу. После пролаза петље и високог насипа траса се ослања на масив Сурдука одакле мостом, распона око 250 м, прелази кањон реке Ђетиње. Даље, траса пута иде преко Сињевца, нестабилним падинама изграђеним од брдских распадина, подложних померањима и при мањим извођачким интервенцијама (слика 1).

На стари пут Ужице – Вишеград (односно Бајина Башта преко Кадињаче) прикључује се по преласку волујачког потока, на пројектној стационажи км 4 + 850.

Ова деоница пута спада, такође, у врло тешке и сложене објекта за извођење, а пројектована је са $R_{min} = 120$ м, за брзине од $V = 60$ км/х.

Ширина асфалтног коловоза је $2 \times 3,50 = 7,0$ м. Максимални успон је 6%, а коловозна конструкција пројектована за тежак саобраћај је:

– хабајући слој асфалта	5 cm
– носећи слој асфалта	8 cm
– дробљени тампон II слој	25 cm
– дробљени тампон I слој	30 cm

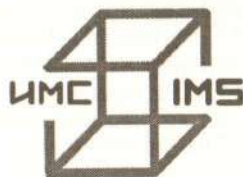
Укупна дебелина износи: 68 cm

За овај путни правац, део преко Кадињаче, рађени су идејни пројекти до села Заглавка, односно до краја нереконструисане деонице.

На потезу саме Кадињаче постоје варијантна решења ради сагледавања најповољнијег, али без коначног изјашњавања, те и овде предстоји дорада идејних и главних пројеката трасе пута за наставак реконструкције.

Божидар Јовановић, дипл. инж. грађ.

11000 Београд, Поштански фах 834
Булевар војводе Мишића 43
Тел. (011) 650 322
Факс: (011) 650 568



11000 Beograd, Yugoslavia, POB 834
Bulevar vojvode Mišića 43
Tel. (3811) 650 322
Fax: (3811) 650 568

ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, Д.Д.

АКТИВНОСТИ

- Научно истраживачки рад, пројектовање, надзор, контрола, технологија градње и санационих радова за објекте нискоградње и високоградње.
- Развој нових технологија и опреме, примена рачунара у грађевинарству – пројектовање, базе података, системи специјалне намене.



ИМС ВИДЕО СИСТЕМ

АКВИЗИЦИЈА ПОДАТАКА О ПУТНОЈ МРЕЖИ ЗА
БАЗУ ПОДАТАКА О ПУТЕВИМА – БПП

Одржана XXXVIII годишња скупштина Друштва за путеве Србије

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СКУПШТИНЕ

Деветог јуна 1994. године одржана је Годишња скупштина Друштва за путеве Србије. Скупштина је одржана у Ужицу у згради Народног позоришта а домаћин је била Радна организација "Путеви" из Ужица. Скупштини су присуствовала 82 делегата као и делегације друштава за путеве Црне Горе и Републике Српске, те представници Савезног и Републичког министарства саобраћаја и веза и Скупштине Општине Ужице.

Скупштина је имала радни и стручни део.

У оквиру радног дела Скупштина је прво изабрала радна тела. Затим је заменик директора Дирекције за путеве, Миленко Гвозденчевић, дипл. инж. поднео реферат "Актуелно стање путне привреде Србије", а председник Друштва др Петар Митровић Извештај о раду Друштва за путеве Србије у протеклом једногодишњем периоду. После исцрпне дискусије у оквиру реферата и извештаја, Скупштина је усвојила закључке, а потом је изабран за председника ДПС др Петар Митровић, за потпредседника Дамјан Јаковљевић а за секретара Момчило Крстајић.

У оквиру стручног дела Скупштине одржано је предавање са темом "Студија о развоју информативног система о путевима у Србији", које су одржали Петар Лукић, дипл. инж. саобр. и Душан Илић, дипл. инж. грађ., оба из Института за путеве.

Скупштина је усвојила следеће закључке.

ЗАКЉУЧЦИ СКУПШТИНЕ

1. Путна привреда Србије, од увођења санкција УН, налази се у тешком положају.

Тешкоће су настале услед поремећаја начина финансирања путне привреде Србије.

Процент од продајне цене малолитарских течних горива, који је дуго година био основни извор финансирања путне привреде, усахнуо је дејством међународних санкција и променом начина финансирања одржавања и развоја путева од 1. јануара 1992. г.

Забраном, тј. ограничењем иностраног транспорта кроз Југославију, знатно су смањена финансијска средства која су из такса, при преласку границе, ишла у буџет путне привреде.

Међународни финансијски кредити, који су била основа за изградњу великих путних објеката, због санкција, суспендовани су на одређено време, па је изградња започетих објеката готово прекинута (Обилазница око Београда, деоница аутопута КОЧАНЕ-ПЕЧЕЊА-ВАЦ, итд.). Буџетска средства намењена путевима последњих неколико година су веома мала и износе 4-5% од годишњег плана путне привреде Србије.

Рад путарских организација у иностранству је, услед међународних санкција, забрањен, па је некад знатан девизни прилив, оствариван радом ван земље, сада искључен.

Овако неадекватно финансирање путне привреде проузроковало је:

– Недовољно одржавање путева, тако да се стање путева из године у годину погоршава. Велика финансијска средства, биће потребна, касније, да се путеви врате у нормално стање;

– Предузећа за одржавање путева налазе се у тешком економском положају. Једва егзистирају. Ниво пословања им је испод просте репродукције. Већина квалификованих стручњака је на принудним одморима;

– Готово је престала изградња путева у Србији. Огромни грађитељски капацитети у опреми, знању и искуству се не користе. Грађевинска путна оператива, раније позната по целом свету, готово је распуштена, са квалификованим кадром, који је, у већини, на принудним одморима. Најтежа је ситуација реномираних предузећа: "Партизански пут", "Нови аутопут", "Планум", "Ратко Митровић";

– Напором Дирекције за путеве, овај период санкција искоришћен је, колико су то финансијска средства омогућава-ла, за израду пројеката и студија, да би се после укидања санкција могло брзо да пређе на изградњу путева, односно на реализацију пројеката. Финансијска средства одвојена за анализе, студије и пројектовање, нису била довољна да се запосле сви раније створени пројектни капацитети, па су многа предузећа ли-

квидирана или су на самом рубу економске егзистенције, а то су: "Југопројект", "Србијапројект", "Хидропројект", "Центропројект", "Аероинжењеринг", "Косовопројект", итд.

– Научне установе, које се баве путном проблематиком, налазе се у тешкој ситуацији, у економском смислу послују на нивоу "просте репродукције", без икакве могућности надградње свога рада или едукације стручњака;

– Животни стандард и плате запослених у путној привреди су испод просека у Србији, што уништава мотив за рад.

На основу изложеног може се закључити да је неопходно, што пре, пронаћи стабилна финансијска средства, којим би се финансирала путна привреда, да не би у материјалном и физичком смислу пропала.

Ради стабилизације финансијских извора путне привреде, нормализације рада, као и ради праћења развоја путарске технике, технологије, нових принципа и научних достигнућа, потребно је да се меродавни заложје за укидање санкција.

2. Програм путне привреде у 1994. години је сачињен према реалним могућностима. Финансирање је предвиђено на следећи начин:

– из буџета Републике	5.000.000.– дин.	5,3%
– из наплате путарине	38.700.000.– дин.	41,0%
– од такса на граници	38.989.000.– дин.	41,5%
– партиципације	11.270.000.– дин.	12,0%
УКУПНО:	94.000.000.– дин.	100,0%

Предвиђена средства треба да подмире следеће активности путне привреде:

– одржавање путева	31.000.000.– дин.	33,0%
– изградњу и реконструкцију путева	54.960.000.– дин.	58,5%
– студије и пројектовање	3.000.000.– дин.	3,2%
– организацију путне привреде	5.000.000.– дин.	5,3%
УКУПНО:	94.000.000.– дин.	100,0%

Из наведених података може се закључити, да су планирана средства

недовољна за правилно одржавање путева, као и за запошљавање капацитета грађевинске оперативе. О надградњи и развоју, у овој години, не треба мислити. Сматрамо да се са овако ниским средствима путне привреде у 1994. години могу само сачувати капацитети опреме и кадрова, да би се са тим капацитетима, када се укину санкције, могло да отпочне са обновом путне мреже.

3. Промена начина финансирања, одржавања и развоја путева. Ранијих година, одржавање и развој путева финансиран је превасходно од процента продајне малолитарске цене течних горива, наплата путарина и такса. Тај новац је директно био уплаћиван меродавним институцијама путне привреде. Почев од 1. јануара 1992. године долази до промене начина финансирања одржавања и развоја путева, а наведене структуре путне привреде финансирају се из буџета.

На основу двогодишњег искуства може се закључити да важећи начин финансирања путне привреде није добар. При старом начину, проценат од продајних течних горива био је 30 до 38% од продајне цене, па је ова ставка у буџету путне привреде фигурирала са око 80%. Сада је то само 5% (тачка 2. ових закључака, што је апсолутно недовољно за финансирање одржавања и развоја путне мреже Србије.

Скупштина Друштва за путеве Србије сматра да је неопходно, што пре, вратити се на првобитни начин финансирања, тј. на директно преношење

средстава од малолитарске продаје течних горива Дирекцији за путеве Србије.

Моли се Влада Републике Србије да овај Закључак размотри. Напомињемо, да се начин финансирања и преноса средстава путној привреди, како предлажемо и како се код нас раније обављало, примењује код велике већине земаља. Потребно је путној привреди обезбедити сигурна и стална финансијска средства.

4. Одржавање магистралних и регионалних путева у Србији, треба да буде бар на нивоу просте репродукције, тј. одржавања у истом стању док трају санкције УН и док је саобраћај на ниском нивоу. Касније, кад настану боља времена, прећи на ојачано одржавање, рехабилитације и реконструкције путева.

5. Скупштина ДПС, констатује да је за похвалу труд Дирекције за путеве Србије, да настави градњу путних праваца, у овој тешкој ситуацији, у обиму који овај привредни тренутак омогућује. Тако да се у 1994. години планира рад на следећим важним путним правцима:

- Добановци – Бубањ поток,
- Кочане – Печењевци,
- Фекетић – Суботица,
- Обилазнице око 13 градова,
- итд.

6. Поред тешке материјалне ситуације путне привреде, Скупштина Друштва за путеве Србије закључује да је став и политика Дирекције за путеве Србије на финансирању пројеката и

студија, према финансијским могућностима исправан. Тако да је у овој години, планирано да се изврше следећи главни послови:

– Наставак пројектовања аутопута Ниш – Димитровград,

– Наставак пројектовања аутопута Београд – Јужни Јадран,

– Наставак пројектовања аутопута Грабовница – Табановци,

– Наставак пројектовања магистралног пута Прељина – Крушевац – Појате,

– Наставак пројектовања магистралног пута Ниш – Приштина

– Пројектовање обилазница око градова: Крагујевца, Краљева, Руме, Мајданпека, Прокупља, Зрењанина, Гњилана, Сомбора, Ужица, итд.

– Увођење информативног система путне привреде Србије,

– Обрада научноистраживачких тема и др.

7. Друштво за путеве Србије треба да настави своје активности:

– Праћење, анализирање и заузимање ставова о свим битним проблемима путне привреде Србије,

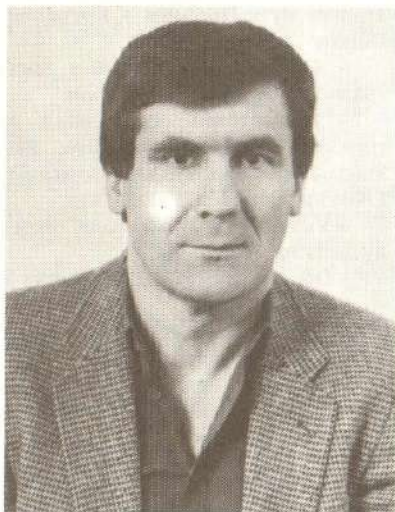
– Пружање стручне помоћи свим институцијама у Србији из области путне привреде, уколико имају за то потребе,

– Едукација стручних кадрова свих профила у путној привреди организовањем симпозијума, саветовања, семинара, предавања итд.

– Издавање часописа "ПУТ И САОБРАЋАЈ", најмање 3 броја годишње.

Др Петар Митровић

Др Аца Милићевић, дипл. грађ. инж. успешно одбранио докторску дисертацију



Др Аца Милићевић, дипл. грађ. инж. рођен је 5. октобра 1947. године у Радичевцу код Књажевца. Прва четири разреда основне школе је завршио у родном селу, а остале у Књажевцу, где је 1966. године, завршио и Грађевинску средњетехничку школу, са одличним успехом.

На Саобраћајно-конструктивни смер Грађевинског одсека Техничког факултета у Нишу уписао се 1966. године и после предвиђеног рока одбранио и дипломски рад из Пuteва 1971. године.

У току студија, за постигнуте успехе добио је више награда од радних организација и Универзитета, а у завршним годинама био је и стипендиста Универзитета.

Запослио се септембра 1971. године у Техничком школском центру "10. октобар" у Књажевцу где је предавао више стручних предмета, до одласка у војску 1972. године. Септембра 1974. го-

дине изабран је у звање асистента приправника за предмете "Путеви" и "Коловозне конструкције" на Грађевинском факултету у Нишу.

Октобра 1974. године, уписао се на последипломске студије на Грађевинском факултету у Београду, смер Пuteви и железнице. Након положених испита са врло високим оценама, одбранио је 1981. године магистарски рад под насловом: "Прилог проучавању дужине зауставног пута на асфалтним коловозним засторима са посебним освртом на отпор клизању".

Поред ангажовања у настави на предметима Пuteви и Коловозне конструкције, објавио је више научних и стручних радова. Сви радови су били засновани на научним чињеницама добијеним на експериментални начин помоћу специјалне мерне опреме, која му је послужила за израду магистарског рада. Неки су јединствени у нашој земљи и већ прихваћени у широј инжењерској пракси.

Откада је 1978. године изабран за шефа Лабораторије за путеве на Грађевинском факултету у Нишу, др Аца Милићевић перманентно сарађује са путном привредном јужноморавског региона, преко Института за грађевинарство и архитектуру на Факултету. Нарочито је радио на пројектовању и технологији грађења коловозних конструкција за многе значајне путеве у региону, а исто тако и на сталној лабораторијској контроли асфалтних радова, те је тако и у овој области, поред високог теоријског знања стекао и велико стручно искуство.

Докторску дисертацију под називом: "Хватљивост и равност коловозне површине као утицајни параметри динамичког оптерећења коловозне конструк-

ције и безбедности саобраћаја" одбранио је 1991. године на Грађевинском факултету у Нишу.

У дисертацији је извршена детаљна систематизација досадашњих резултата истраживања, конструисана електронска мерна опрема за експериментално истраживање, одабране су опитне деонице на путној мрежи, израђен програм на електронском рачунару за одређивање динамичког оптерећења коловозних конструкција при кретању меродавног возила, представљеног једнодимензионалним моделом, преко неравне коловозне површине.

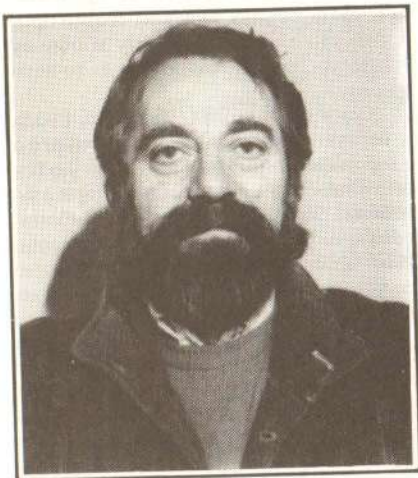
Испитивања хватљивости су обављена усвојеним меродавним возилом са посебно конструисаним мерним уређајем, у реалним условима на сувим и влажним коловозним површинама у условима да се дебљина слоја воде и брзина вожње не нађу у релацијама за стварање хидропланинга. Тако регистровани параметри у процесу кочења и заустављања возила се могу користити за срачунавање конструктивних елемената путева и оцену хватљивости коловозних површина. Утврђене су стохастичке везе, предложени критеријуми и методе за вредновање хватљивости површине коловоза.

У инжењерској пракси, снимљене неравнине пута могу се према предложеној методологији на рачунару проверити да ли одговарају очекиваној брзини вожње на тој деоници и одредити динамичка оптерећења од теретних возила.

Др Аца Милићевић је активан члан Друштва за путеве Србије.

Проф. др Драгорад Дамњановић,
дипл. инж. грађ.

Градими́р – Града Луковић, дипл. инж. грађ. (1936 – 1994)



Града нам је опет негде отпутовао! Мали му је био овај свет, видео га је и описао целог, од Њујорка до Јапана, од Рија до Мадагаскара, отпутовао је овог пута онамо, одакле, на жалост, нема повратка.

О Гради Луковићу и не може да се говори на неки други начин осим, као о великом радозналцу и истраживачу кога је све интересовало, све је волео да види и сазна, да упозна, да проба, док му је право задовољство чинило путовање, упознавање људи и света, посебно књиге – читање и писање, култура, манастири, историја, спорт и наравно његова струка – путеви.

Града је веома озбиљно предлагао и чак направлио скицу – за споменик путевима.

Његов, несумњиво изузетан квалитет састојао се у томе што је умео да види, да осети и да дивно опише оно што је видео и сазнао.

Његово ВИА – ВИТА огледало се у свакој активности, од професионалног пројектанта до историчара и уметника који је увек и свуда налазио неки путарски детаљ. Претеча је идеје о трговима и тротоарима од природног материјала, као што је касније реализовано у Кнез Михајловој улици.

Своју љубав према путарским организацијама доказао је, радећи низ година као Секретар друштва за путеве Србије где је, не жалећи себе, радио на реализацији свих задатака који су доприносили развоју Друштва – почев од технике па до писања. Објавио је више радова у часопису "Пут и саобраћај",

односно у различитим стручним публикацијама, за конгресе и саветовања.

Биографију је написао сам, она се налази на корицама његових многобројних књига и вероватно да је нико боље и краће не би написао:

"Градими́р Ж. Луковић, дипл. грађ. инж., рођен 8. фебруара 1936. године у Београду. Детињство је провео у Ивањици, где је завршио основну школу и 4 разреда гимназије. Матурирао је у 15. Београдској гимназији, а дипломирао на Грађевинском факултету у Београду 1961. године.

До сада је објавио књиге: "Стара Ивањица", (Цртежи и сећања), "Монографију Манастира Клисуре", "Игра беше једино им благо" (прилози за историју Ивањичког клуба "Јавор"), "Црква Св. Кнеза Лазара код Ивањице", (поводом 600 година Косовске битке) и "Старо лице Ивањице" (Ивањица са старих разгледница).

У припреми су му књиге "Вечити дан у Ивањици" (посвећена електрификацији Ивањице), "Небо нема милости" (радни наслов за књигу о Бошку Петровићу), "Ивањица са околином у старим записима" и "Јаворска читанка".

Свој радни век започео је и завршио у једној радној организацији – "Београдпуту", за коју је везан сав његов стручни рад.

Радио је као млад инжењер у грађевинској оперативи, затим у надзорној служби, а највећи део времена провео је у пројектном бироу.

У тадашњем погону грађевинске оперативе "Београдпут", Града је извесно време водио свакако најкомпликованији посао на одржавању градских саобраћајница.

Са већ стеченим искуством, у служби надзора био је ангажован на деоници Аутопута кроз Београд. Реализујући пројект бироа преузима надзор на деоници Аутопута на Новом Београду и заједно са низом других стручно ангажованих учесника допринео је изградњи и пуштању у саобраћај првог и тада јединог дела аутопута у земљи, прве и једине деонице аутопута на делу Бежанијска коса – Прешернова улица у Београду.

Те 1970. године, 4. децембра, Београд је са великим поносом добио деоницу Трансејугословенског аутопута – названу брза градска саобраћајница – дужине око 10 километара и са до тада код нас невиђеним чворовима и петљама. На овом објекту Града је био

један од учесника, а данас констатујемо да ова деоница још увек обавља функцију транзитног и градског саобраћаја, очекујући своју замену – будућу обилазницу Београда, тј. деоницу аутопута: Добановци – Бубањ Поток, чија је изградња у току.

Најдужи период свог радног века провео је у пројектном бироу "Београдпут". На цртежу, на пројекту, трудио се да споји свој широки смисао за лепо, за рационално, за "у белом свету виђена решења" са нашом некад грубом свакидашњицом и низом "рутинских решења".

Детаљи уређења партера, простора око Теразијске чесме, Карађорђева улица у Београду, Лењинов булевар на Новом Београду, Бранкова улица – прилази мосту са обе стране, Булевар ЈНА – трамвајске баштице (станице) – и његово претварање у двонаменско коришћење, низ врло деликатних решења у плановима саобраћајница и амбијента на Дедињу, везано је за пројекте Градимира Луковића и његов пројектантски смисао и допринос.

Оно битно, бде обзира да ли је водио пројекат као одговорни пројектант или је био у тиму који је радио на одређеном задатку, Града је увек тежио да поред коректног техничког решења и рационалне градње – објекат буде још и леп.

На крају своје стручне каријере, водио је рачуна да други не погреше! Радио је на давању сагласности за све оне пројекте који су рађени у другим пројектним бироима а долазили на стручно мишљење и оверу у "Београдпут".

И поред изузетног ангажовања и значајног доприноса у пројектовању и у раду пројектног бироа, био је председник Радничког савета и заменик директора пројектног бироа, ипак његова љубав је била на културно-историјском плану.

Ту је био ненадмашан. Ту је био у свом елементу.

Није случајно што Граду неке његове најближе колеге нису разумеле. На пољу уметности, културе, историје, многи који га нису разумели – једноставно нису му ни дорасли.

Стручне новине радне организације "Улице и путеви", без Градиних чланака биле би осиромашене за дивне чланке о саобраћајницама виђеним у другим деловима света, уз увек присутну жељу да покаже шта се може код нас применити. Серија чланака "по

њима носе имена" обрађује људе и догађаје чија су имена коришћена за називе појединих улица и тргова. Био је редован и плодан сарадник, а "Бане Јаворски" – његов омиљени псеудоним. Опробао се и у филмској уметности. Његови аматерски филмови са многобројних путовања представљају права ремек дела, док је за прославу 25 година радне организације 1978. године заједно са данас познатим режисером Драганом Кресојем урадио уметнички филм о радној организацији њеном ангажовању и њеним људима.

Кроз цео свој живот, ма где био и ма шта радио, увек је једним делом свога бића био у Ивањици. Низом књига које је сам писао и сам прикупљао грађу, а добрим делом и финансирао, Града се богато одужио својој Ивањици.

У центру те пажње су пре свега цркве и манастири. А о својој Ивањичкој цркви одакле је пошао на последњи пут он каже:

"Прошлост Ивањичке цркве – део је прошлости града на Моравици. Уз то, црква је једини сведок, стражар који бди над градом и чува га у немој, непокретном ставу, контролише блиски му мост и реку, дочекује пријатеље, поздравља новорођене, памти историју и бележи истину, чува уметничко благо, испраћа на пут без повратка".

Од Граде Луковића, достојанствено и са пуно пажње и љубави опростили су се његови пријатељи и колеге из "Београдпут", Друштва за путеве, пријатељи са туристичких путовања, уметници – као и пријатељи у Ивањици.

Изречено је пуно речи тоpline и поштовања, док се његов велики пријатељ Михаило Спасовић опростио следећим говором:

"На Ђурђев дан, у петак, 6. маја, доживели смо велику жалост. Изгубили смо мудрог, трезвог, умног, крајње пожртвованог пријатеља, друга, колегу, земљака и сродника Градимира, Града Луковића.

Рођен је у Београду – а у њи ће у ред најзнаменитијих и најзаслужнијих Ивањичана. Знаменити грађевински инженир – али и велики строитељ духовности. Свестран у сваком погледу: цењен пројектант, изврстан списатељ (новијар и публициста), успешан спортиста, стручан за значке и ордене, информисан нумизматичар, верзиран филателиста, илустратор, сликар и издавач – и надасве вечити истраживач. Речју: човек, који је изванредном способношћу и свестраношћу успео да преброди све похаре и муке свог времена и да развије интерес за праве, истинске и трајне вредности.

Где све није бивао, где све није стизао Града – светски путник? Његова ходочашћа и хододари тешко да имају премца. Тај вечити путник – чија је винетка била музеј, а сваки, пренатрпан цип – ризница за себе, пропутовао је и прокрстарио земљину куглу – уздуж и

попреко. Са фото апаратом, а касније са камером бележио је праве вредности. Припреме за пут и "извештаји" по повратку на најбољи начин су показивали његову систематичност и студиозност. Нови познаници са тих путовања брзо су схватили Градову посебност, па су хитали да га обаспу почастима – од Хиландарских монаха, где је посадио кипарис у близини кипариса које су посадили краљ Милутин и цар Душан, па до далеког Ташкента, где су га Грузијци братимили и звали га Лукашвили.

Ивањица је богато и трајно даривана од Градовог великодушја. У свакој прилици јој је помагао да њени симболи буду достојни њене вредности и значаја и није се либио да јој помогне у било каквој акцији. Своје списатељско умеће и искуство дугогодишњег сарадника листа "Београдпут" – "Улице и путеви" и Београдских новина, усмерио је на истраживање времена и простора, раста и развоја Ивањице и њене околине:

Књигом "СТАРА ИВАЊИЦА" оживео је сликом и сећањима успомену на Ивањицу, које више нема. Монографијом "МАНАСТИР КЛИСУРА" упустио се у утврђивање историјских истина о настанку овог вредног споменика културе и духовне оазе. Прилозима за историју Ивањичког друштва Јавор "ИГРА БЕШЕ ЈЕДИНО ИМ БЛАГО", прикупио је и обрадио податке о нашем спортеком поносу – нашем "Јавору", једном од најстаријих спортеких друштава у земљи.

Монографијом "ЦРКВА СВ. КНЕЗА ЛАЗАРА КОД ИВАЊИЦЕ" чува од заборава легенду о Бошку Југовићу и косовским јунацима.

Ивањица од старих разгледница "СТАРО ЛИЦЕ ИВАЊИЦЕ", како каже њен рецензент др Радосав Бошковић, "служи као подсетник, споменар информатор и туристичко-пропагандни водич, и као прва ове врсте од непроцењивог значаја. Младима, књига ће значити и позив на нова истраживања прошлости и садашњости некадашње варошице, сада значајног историјског, културног и привредног седишта Старог Влаха". Монографија "ЦРКВА У ИВАЊИЦИ" последње, до сада објављено Градово дело – књига је о цркви, али и о Ивањици а и о нама. Града ову књигу сматра цивилизацијском потребом. "Без ње, прича о граду не би била потпуна, а вредности града – неправедно осакаћене и безразложно уманењене".

У предговору Града каже: "дуже од једног и по века Ивањичани су се у овој цркви венчавали, крштавали своју децу, из ње одлазили на последњи пут...". Тај одлазак на последњи пут, овог светског путника, огласиће сутра звона Храма Светих равноапостола цара Константина и царице Јелене у Ивањици. А чују се она и на Равани и у Шљиваку и на игралишту и на водопаду. Монографија "ЦРКВА У ИВАЊИЦИ" истовремено је

и Градов тестамент, јер на крају предговора, аутор поручује:

"Сугеришући издавачу да део прихода ове књиге уложи као свој прилог и удружи га са Заводом за заштиту споменика културе Краљева и Србије, уверен сам да би се тако могле заштити, очистити и "открити" драгоцене иконе и фреске. Тиме би се овај споменик културе најзад уврстио у не баш бројне објекте прошлости Ивањице и обавезну тачку културно туристичке презентације Града". Града је, дакле, својим прилогом започео рестаурацију и обнову Ивањичке цркве, а нас позвао да то исто учинимо.

Осим ових, објављених дела, Града је оставио за собом незавршене књиге о електрификацији Ивањице, књигу о Бошку Петровићу, о Ивањици у старим записима, Јаворску читанку и библиографију – дела Ивањичана и о Ивањици. Неке од ових књига, угледаће (надамо се ускоро) светлост дана, јер се рад на њима наставља.

Исидора Секулић је говорила да има неке историјске правде, која стигне сваког човека. Та правда махом, долази по окончању нашег телесног пута кроз невоље живљења. Они, који су тихо и ненаметљиво живели, не обзнањујући у свакој прилици своју егзистенцијалну тежину и радовања стичу, изгледа, дуже трајање у памћењу преживелих, од оних који су оглашавали свој живот у свакој удесној прилици. Града је био горостас, али ненаметљив. Његово одсуство ћемо зато, временом све јаче осећати, а његово ће трајање тиме бити још дубље.

Остало је још оно најтеже. Не знам којим речима да опишем Градову доброту и људске врлине, његов морални лик, оданост, љубав, и несребично пожртвовање. Не знам ни којим венцем захвалности да овенчамо лепоту његове благородне душе и његове велике љубави према свом крају – према Ивањици и њеној околини.

Нека би ових неколико речи биле воштанице на Градовом одру уместо стереотипних генералија списка, овде не поменутих његових труда и успеха.

Нека би га Господ наградио за његово велико животно трудољубље и нека и његову душу украсио венцем правде у свом царству, а нама остаје да на споменику знаменитим људима пореклом из Ивањичког краја, који ће, надам се, нићи једног дана у Ивањици уз имена Симе Јаковића, Хаџи Продана Глигоријевића, Мајора Илића, Светислава Вуловића, академика Кирила Савића и Недељка Кошанина, Владике Јаникија (Јање), војводе Петра Бојовића и других додамо и име нашег савременика Градимира – Граде Луковића.

На свему му много хвала. И нека му је вечна слава."

То је био и тако је "отпутовао" наш Градмир Града Луковић.

Гвозденчевић Миленко, дипл. грађ. инж.
Михаило Спасовић

Summary

HIGHWAY APPLICATIONS OF EXPERT SYSTEMS

Aleksandar Cvetanović, C.E., Ph.D.
Goran Mladenović, C.E.

Basic principles and elements of expert systems are presented in this paper. They relate to expert systems for highways, as well as necessary input data and results. The aim of the authors was to inform interested parties about this revolutionary new technique and in order to start activities for its development and application in our country.

TERRAIN STABILITY IMPROVEMENT BY DRAINAGE AND SLOPE REPAIR MEASUREMENTS

Petar Mitrović, B.Sc. (C.E.) M.Sc. Ph. D.

In this paper have been systematized and presented methods of improvement, reinforcement and repair of the terrain, which are applied in contemporary Civil Engineering. These methods are divided into five groups according to its characteristics. Each of presented routines has been analyzed and its specifications has been explained.

THE VERIFICATION OF THE "MVMA - TRAFFIC NOISE PROGRAMS"

Lidija Pašalić, C.E.

The negative effects of the traffic noise are one of the most space diffused ecological problems in the urban environment. In this respect, the traffic noise conditions must be indicated in all project phases of the coming roads. In order to solve this problem, inter alia, one can find in the system model research, by applying the computer simulation technique. Nowadays, in the world there is a large number of computer models treating a problem of traffic noise. The "MVMA - traffic noise programs" model has been created in the U.S.A. under the auspices of the Motor Vehicle Manufacturers Association, and developed for the American traffic flow conditions. Since the American and European motor fleet noise characteristics are quite different, the critical review to the possible use of this model in the Yugoslav conditions is the scope of this work.

ROAD AREA OCCUPANCY AS ROAD - ENVIRONMENT RELATIONSHIP INDICATOR

Dušan Nikolić, B.C.E., M.Sc.

Road impact at the environment can be analyzed through various aspects. Most often, a traffic noise, air and water pollution are considered the most important parameters.

Being a complex linear object, road permanently occupies certain ground area.

Implementing the criteria "Road Area Occupancy" and determining the procedure for volume estimation in an early design phase, contributes to higher level objectivity in alternatives evaluation.

EFFICIENCY OF SOCIAL MECHANISM IN THE FIELD OF TRAFFIC SAFETY

by Professor Milan Inić

The study works out basic components upon which depend the efficiency of social mechanism in the field of

traffic safety (structure, organization and function) and their influence to the efficiency of the entire social reactions to negative appearances in this field. It has also, inter alia, been elaborated the basic structure of this mechanism as well as its influence to the system efficiency, the significance and the organizational impact to the institutional efficiency in the social mechanism; the conditions and assumptions necessary for rational and efficient functioning of the system.

CONSTRUCTION OF THE LIBERTY BRIDGE ("MOST SLOBODE") OVER THE DANUBE IN NOVI SAD

Ljubiša Gojković, B.Sc., C.E.
Stanoje Petković, B.Sc., C.E.
Uroš Perin, B.Sc., C.E.

During mid September, 1976 the main works on the construction of the Liberty Bridge ("Most Slobode") started and the bridge was completed in the middle of the year 1981.

The bridge consists of 4 structures of 1312 m in total length. It was founded on bored piles according to the Hochstrasser-Weise system except for the abutment No. 22. The piers in the River Danube were constructed under protection of the cofferdam and as for those on the river bank, within sheet-pile walls and in open pits. The coastal prestressed structure 301 m long was concreted at the scaffold. The approach composite structures 240 m long, on the left river bank, and those 180 m long, on the right river bank, are of the simple beam system of the span of 60 m. They were erected over the auxiliary supports in the span thirds which had also been used for composite construction of the structure. The main steel structure, of the system of beams with inclined cables and the middle span of 351 m, was 591 m in total length. It was erected by the cantilever erection method in sections weighing up to 2000 KN. The coastal ties were erected in the usual way, while at the river span the ties had been, for the first time in the world, erected by the system of the direct fitting in. Prior to connecting, the main structure was continued for longitudinal temperature dilatations. Testing of the bridge under the trial loading showed that the measured and the calculated values had been equal.

The bridge was opened to traffic on 23 October, 1981. An average of 250 workers and experts took part in the construction of the bridge.

CONSTRUCTION OF ROAD BRIDGE OVER THE DANUBE AT SMEDEREVO

Ljubiša Gojković, B.Sc., C.E.
Stanoje Petković, B.Sc., C.E.
Nikola Korizma, C.E.

The preliminary works started in September, 1973 and the main works in December of the same year. The bridge was opened to traffic on 1976.

The bridge consists of 3 building structures and is 1424 m in total length. The approach structures are of prestressed concrete while the steel structure above water consists of three continuous beams supported by 13 piers. All piers were founded on bored piles according to the Hochstrasser-Weise system and were 150 cm in diameter. The river piers were constructed under protection of the

cofferdam and the sheetpile wall and, as regards the coastal structure, in open pits.

The approach prestressed structures of $3 \times 32 = 96$ cm of span were concreted at the scaffold. The steel structure is $448 \text{ m} + 388.60 \text{ m} + 390.40 \text{ m} = 1232 \text{ m}$ in length. It had been preassembled on the river bank and then erected by the floating crane. As the steel structure consists of 3 continuous beams, each of them was erected starting from the end parts towards the middle part according to the cantilever erection system and each of them had its final component fitted in.

CONSTRUCTION OF ROAD BRIDGE OVER THE DANUBE AT BEŠKA

Prof. Stanko Šram, Ph., C.E.

Uroš Perin, B.Sc., C.E.

Veljko Nedić, B.Sc., C.E.

The main construction of the bridge was executed in an original way, as per the design of Prof. Branko Žeželj, a member of the Academy, by the cantilever method with the lightweight movable scaffold only for the lower deck slab of the construction. All elements of the cross-section: the lower deck slab, vertical walls and the carriageway slab were constructed with the permanent additional tensioning of the inclined cables by stages of the construction work. The river bridge structure was continuously constructed in the middle of the span and above the end piers by concreting on the special suspended scaffold.

Piers were founded on Franki piles, on bored piles and the middle piers were founded on caissons. The piers were constructed by use of sliding forms and the system of knock-down forms. The super-structure of the approach concrete structures was partly constructed on self supporting scaffolds on site and mostly was erected with girders of 45 m of span.

CONSTRUCTION OF ROAD BRIDGE OVER THE DANUBE BETWEEN BAČKA PALANKA AND ILOK

Dorđe Jeveričić, B.Sc., C.E.

Milan Matijević, C.E.

This paper discusses the construction of the road bridge over the Danube between Ilok and Bačka Palanka (1971-1974). The length of the bridge is 725 m and the width is $1.50 + 7.50 + 1.50 \text{ m}$. All ten piers of the bridge

were founded on bored piles of the HW system and were 150 cm in diameter and 12 to 15.5 m in length. With most piles the pile base was widened to 250 cm. Pile caps were constructed under protection of the "Larsen" sheet-pile wall. During the construction the pier No. 7 was damaged due to the clash of a group of vessels. Upon this damaging, not only that the damaged pier was repaired but also all piers along the navigation route were reinforced. The bridge superstructure consists of two parts: 6 spans of simple beam composite structures with spans of 60 m each and three main spans with opening of $100 + 160 + 100 \text{ m}$ spanned with the continuous beam. All steel structures are of box section. During the construction much data was gathered about the effect of shrinkage, due to transverse seam welding, on the vertical alignment of the structure.

CONSTRUCTION OF THREE STEEL BRIDGES OVER THE DANUBE

Branimir Tripalo, B.Sc., C.E.

Enclosed hereby are the basic details of the three road bridges over the Danube constructed during the period from 1970 till 1976. As for their erection, these three bridges are extremely simple. They have also got a lot in common, starting from the project requirements, through a team of designers and the structural system selection, to the steel structure manufacturer and the way of assembly, to the kind of foundation and the contractor for construction and erection works.

FOUNDATION OF RIVER PIERS OF THREE ROAD BRIDGES OVER THE DANUBE

Vukan Njagulj, B.Sc., C.E.

Bojan Možina, B.Sc., C.E.

All piers of these three bridges over the River Danube were founded on big reinforced concrete (RC) bored piles constructed under the "Hochstrasser Weise" licence technology. This paper shall be only and particularly about the piers in the river bed whose construction by use of this foundation method resulted in significant economy with respect to the expensive and inhumane method of deep foundation by use caisson (Upon construction of these three bridges, only one more bridge over the River Danube was constructed with its main piers founded on caissons.).



Друмски мост $L=1.309,50$ м од преднапрегнутог бетона "Копно – Св. Марко – острво Крк", са два бетонска лука, велики лук распона 390,0 м, и мањи распона 244,0 м.

"МОСТОГРАДЊА" је југословенско грађевинско предузеће специјализовано за изградњу мостова и инжењерских конструкција.

"МОСТОГРАДЊА" пројектује и гради мостове и комплетне инжењерске објекте, или изводи само део радова из своје специјалности у склопу већих објеката по својим пројектима или пројектима инвеститора. Наводимо најважније делатности:

- Фундирање свих врсте у рекама, језерима и морима, укључујући и фундирање на бушеним шиповима великог пречника и фундирање помоћу кесона од бетона или челика.
- Изградња свих типова и врста мостова, разних намена, система и материјала.
- Израда и монтажа челичних конструкција за индустрију, ПТТ саобраћај, радио и телевизију, електропривреду и рударство.
- Израда и монтажа свих врсте лежишта од челика и електромотора.
- Израда и монтажа свих типова дилатација за мостове и друге инжењерске објекте и то од челика и еластомера.
- Израда челичних резервоара за различите намене запремине од 50 m^3 до 60.000 m^3 , посебно за течна горива са цевоводима и прикључним постројењима.
- Изградња хидротехничких објеката: водовода, канализације, пристаништа, топлодалекова, црпних станица – бунара по систему "Рени" и бунара са хоризонталним дренажним улитницама, водоторњава, устава и др.
- Пројектовање свих врста инжењерских конструкција.



Монтажа челичне конструкције моста преко Саве на обилазници ауто пута око Београда, главни отвор распона $L=198,0$ м.

Поседује грађевинску механизацију, велике аутодизалице, моћне пловне дизалице и техничке пловне објекте, што пружа могућност ангажовања на различитим и сложеним инжењерским објектима.

Успешна реализација и дугогодишње искуство у пројектовању и грађењу различитих објеката у земљи и иностранству омогућили су "МОСТОГРАДЊИ" да постане највеће предузеће за изградњу великих мостова и инжењерских конструкција у овом делу Европе.

"МОСТОГРАДЊА" је основана 5. фебруара 1945. године и током свог постојања је извела велики број мостова и инжењерских конструкција у свим деловима бивше Југославије као и у иностранству. Изведено је преко 1500 мостова, укупне дужине преко 120 км.

Међу мостовима треба посебно истаћи друмски мост Копно – острво Крк са луком распона од 390 м, који је светски рекордер, мостове са косим затегама преко Дунава у Новом Саду и Саве у Београду и Срем. Митровици



МОСТОГРАДЊА
ОСНОВАНО
5. феб. 1945.

МОСТОГРАДЊА ДД

ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

11000 БЕОГРАД, Влајковићева 19а

Тел. централа: 011/332-310, 332-319, генерални директор 332-401

Телекс: YU МОСТ 12366, Телефакс: 011/341-320

Телеграми: "Мостоградња" БЕОГРАД, п.ф. 643



institut za puteve d.d.

11000 Beograd · P. fah 452 · Kumodraška 257 · Tel.:
(011) 466-522 · Save Tekelije 10 · Tel.: (011) 458-555
Tlx.: 11036 YUINSPUT · Fax: (011) 466-866

institut za puteve, d.d.

**BAVI SE NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOM DELATNOŠĆU, STRUČNIM
AKTIVNOSTIMA I KONSULTANTSKIM USLUGAMA U OBLASTI PUTEVA.**

**SA SVOJIM NAUČNIM I STRUČNIM KADROM, MODERNOM, OPREMOM I
ISKUSTVOM PREKO 40 GODINA OSPOSoblJEN JE DA REŠAVA
NAJSLOŽENIJE ZADATKE IZ DELATNOSTI SAOBRAĆAJA, TRANSPORTA,
SISTEMA UPRAVLJANJA PUTEVIMA, INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA,
GRADJEVINSKIH MATERIJALA, GEOTEHNIKE, PROJEKTOVANJA I
TEHNOLOGIJE GRADJENJA.**

**Za sve usluge obratite se poslovodstvu ili organizacionim delovima
Instituta za puteve d.d.:**

- **Direktor Instituta za puteve** ☎ **466-133**
- **Direktor naučnih istraživanja** ☎ **466-299**
- **Tehnički direktor Instituta za puteve** ☎ **492-496**
- **Direktor ekonomsko-finansijskih poslova** ☎ **465-138**

U sastavu INSTITUTA ZA PUTEVE D.D. su sledeći organizacioni delovi:

- ☐ **ISTRAŽIVAČKI INSTITUT, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **466-299**
- ☐ **ZAVOD ZA SAOBRAĆAJ I EKONOMIJU, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **472-819**
- ☐ **ZAVOD ZA PROJEKTOVANJE PUTEVA "TRASA", BEOGRAD, Save Tekelije 10**
Direktor ☎ **458-547**
- ☐ **ZAVOD ZA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **463-332**
- ☐ **ZAVOD ZA PROJEKTOVANJE MOSTOVA I KONSTRUKCIJE, BEOGRAD, Save
Tekelije 10**
Direktor ☎ **458-549**
- ☐ **ZAVOD ZA GEOTEHNIKU, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **465-321**
- ☐ **ZAVOD ZA GRADJEVINSKE MATERIJALE, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **464-563**
- ☐ **ZAVOD ZA TEHNOLOGIJU GRADJENJA, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **462-976**
- ☐ **ZAJEDNIČKE SLUŽBE INSTITUTA ZA PUTEVE, BEOGRAD, Kumodraška 257**
Direktor ☎ **466-299**