

PROJEKAT ZA IZVOĐENJE RADOVA NA NEREGULISANOM KORITU REKE JUŽNE MORAVE NA DEONICI SRPSKA KUĆA-LEVOSOJE, TZV. KORIDOR 10**PROJECT FOR THE CONSTRUCTION OF WORKS ON THE UNREGULATED RIVERBED OF THE SOUTH MORAVA RIVER ON THE SECTION SERBIAN HOUSE-LEVOSOJE, SO-CALLED CORRIDOR 10**

Vuk Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano projektno rešenje za izvođenje radova na neregulisanoj koriti reke Južne Morave na deonici Srpska Kuća-Levosoj, sa posebnim osvrtom na prikaz svih faza izgradnje, od početka izvođenja pa do samog završetka. Za dinamički plan izvođenja radova korišćen je softverski paket Microsoft Office Project 2010.

Ključne reči: regulacija reke, neregulisano korito, dinamički plan izvođenja radova, koridor 10.

Abstract – In the following paper project solution for work construction on unregulated riverbed of South Morava on section Serbian House - Levosoje with special review on representation all phases of construction, from the beginning till the end is shown. For dynamic plan of work construction software Microsoft Office Project 2010 is used.

Keywords: regulation of the river, unregulated riverbed, dynamic plan of work construction, corridor 10.

1. UVOD

U Srbiji se u poslednjoj deceniji intenzivno projektuju i grade autoputevi: nastanak puteva Beograd-Niš i to do granica sa Makedonijom, Bugarskom, put ka Mađarskoj, kao i autoput Beograd-Južni Jadran, ka Crnoj Gori.

Uslovi koji bitno utiču na ovakve sisteme su: razvoj ekonomije u državi, veći broj vozila, povećane količine robe i broj putnika na deonici.

Pri projektovanju su bitni morfološki, hidrološki i hidrogeološki uslovi terena, kao i položaj i veličina naselja pored kojih se prolazi.

Projekti traju dugo, od ideje pa do same izgradnje prođe i po 10 godina, pa se moraju pratiti promene procesa celog okruženja. Što se tiče vodotokova, treba posmatrati šire, slivove koji gravitiraju trasi, tokove koji idu paralelno sa trasom, kao i geološko stanje terena na padinama i široj okolini, a ne samo u neposrednoj blizini trase.

Izgradnja autoputa preseca podzemne i nadzemne tokove vode, menja način ocedivanja terena, vode se iz kanalizacionih sistema sa autoputa izlivaju u recipijente. Radovi na vodotokovima, uređenje rečnih korita-regulacije utiču na promenu režima toka reka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Mučenski.

2. LOKACIJA

Koridor 10 jedan je od najvažnijih evropskih saobraćajnih koridora koji prolazi kroz Srbiju i povezuje Austriju, Mađarsku, Sloveniju, Hrvatsku, Srbiju, Bugarsku, Makedoniju i Grčku. Ovim projektom transportni sistem Republike Srbije postaje kompatibilan sa transportnim sistemom Evropske Unije, sa tendencijom dalje modernizacije kako bi Republika Srbija bila spremna da se pridržava standarda Evropske Unije u oblasti transporta.

Realizacijom ovog važnog projekta doći će do opšteg ubrzanja tranzitnog saobraćaja, unaprediće se nivo usluga, olakšaće se međunarodni trgovinski tokovi i transport putnika. Glavni krak Koridora 10 je Salzburg (A)-Ljubljana (SLO)-Zagreb (HR)-Beograd (SRB)-Niš (SRB)-Skoplje (MK) -Veles (MK)-Solun (GR).



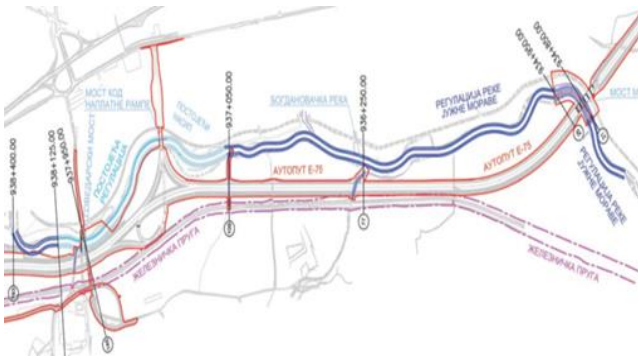
Slika 1. Pregledna karta AUTOPUT E-75, Koridor 10

Deonice rečnog toka koje su obuhvaćene ovim projektom gledano po stacionaži autoputa su sledeće:

- km 938+125 – km 938+400 (Deonica I): Na ovoj deonici je ušće Binačke Morave i Moravice koje takođe nije regulisano osnovnim projektom, a degradacija desne obale značajno ugrožava pojas izgrađenog autoputa.

- km 934+850 (Deonica II): nizvodno od mosta M1

- km 934+975 – km 937+000 (Deonica III): Projektovana je nova deonica regulacije koja je nizvodno i uzvodno usaglašena sa postojećim izvedenim regulacijama. Na ovoj deonici tok Južne Morave je značajno ugrozio koridor autoputa na stacionaži km 935+925 – km 936+250. U ovoj zoni se nalazi i regulisano ušće Bogdanovačke reke koje je usklađeno sa novom regulacijom Južne Morave. Na projektovanim deonicama razmatrani su različiti stepeni pasivne zaštite od velikih voda sa izmeštanjem ušća pritoka i smanjenjem ugla ulivanja.



Slika 2. Regulacija reke Južne Morave na neregulisanom delu, skladno uklapanje geometrijskih karakteristika sa postojećim regulacijama u glavnom koritu i njenim pritokama

Pre početka građevinske proizvodnje, koja je vrlo složen proces, potrebno je proučiti metode rada i tehnologije, obezbediti sve potrebne resurse za rad, organizovati i isplanirati mesto izgradnje objekta.

Uslovi građenja moraju biti poznati pre same građevinske realizacije projekta a oni obuhvataju:

- lokaciju na kojoj se objekat (regulacija reke) nalazi,
- karakteristike zemljišta na kome se objekat reguliše,-
- seizmičke uslove,
- klimatske uslove,
- prisustvo podzemnih voda,
- snabdevanje materijalom,
- pristupne puteve do objekta (regulacije reke).

Osnovi dobre organizacije procesa izgradnje objekta zavise od analize stanja na potencijalnoj lokaciji i projektovanja do izvođenja radova. Takođe, vezani su za usklađivanje projektnih rešenja sa mogućnostima izvođenja, kao i samog izvođenja sa ciljem ostvarivanja optimalnih rezultata (optimalni rok, optimalni troškovi, zahtevani kvalitet).

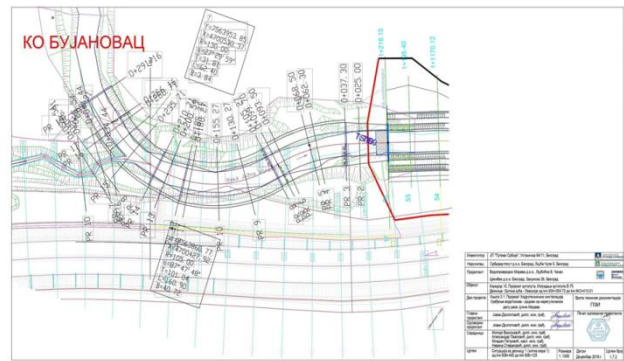
3. TEHNIČKO REŠENJE

Primenjeno je jednostavno tehničko rešenje koje zadovoljava sledeće kriterijume:

- Jednostavno za izvođenje;
- Primenjeni materijali dostupni su Izvođaču u potrebnim količinama;
- Dugoročno osigurava proticajni profil na deonici;
- Prilagođeno očuvanju prirodnih staništa živog sveta;
- Lako uklapanje u izvedene regulacije;
- Finansijski racionalno.

1. Uređenje ušća reka Binačke Morave i Moravice – **Deonica I**, nalazi se uzvodno od postojeće regulacije od km 938+125 do km 938+400 (stacionaža autoputa) i ima trapezni oblik sledećih geometrijskih karakteristika i promenljive širine dna korita i to:

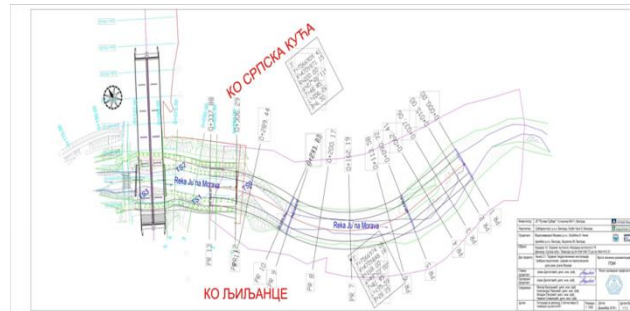
- širina u dnu glavnog korita u reci Južnoj Moravi, $b=20\text{m}$;
- širina u dnu glavnog korita u reci Binačkoj Moravi, $b=15\text{m}$;
- širina u dnu glavnog korita u reci Moravici, $b=5\text{m}$;
- nagib kosina glavnog korita je $1:m$, $m=1.5$;
- usvojena visina glavnog korita iznosi $h=5\text{m}$;
- dužina ukupne regulacije korita iznosi oko $L=350\text{m}$.



Slika 3. Situacioni prikaz za deonicu I od km 938+125 do km 938+400

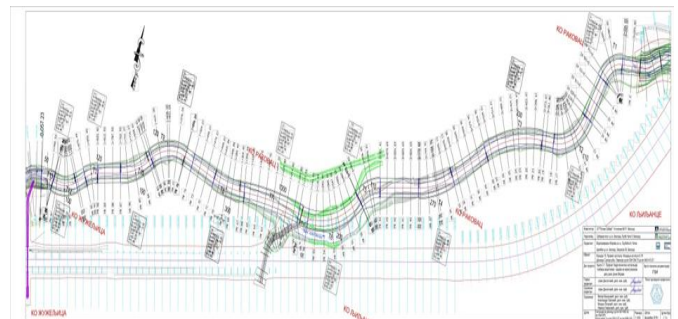
2. Regulacije reke Južne Morave nizvodno od mosta M1 na km 934+850 – **Deonica II**, nalazi se neposredno nizvodno od mosta M1 i u produžetku je nizvodne postojeće regulacije. Predviđena regulacija ima sledeće geometrijske karakteristike:

- širina u dnu glavnog korita, $b=20\text{m}$;
- nagib kosina glavnog korita je $1:m$, $m=1.5$;
- usvojena visina glavnog korita iznosi $h=5\text{m}$;
- dužina ukupne regulacije korita iznosi $L=338\text{m}$;
- nagib dna regulisanog korita $I_d=0,19\%$



Slika 4. Situacioni prikaz za deonicu II nizvodno od mosta M1

3. Uređenje ušća Bogdanovačke reke sa novoprojektovanom regulacijom reke Južne Morave kao zaštita trupa autoputa E-75 na deonici od km 935+975 do km 936+225 obrađena je u Ugovorenoj deonici III.



Slika 5. Situacioni prikaz za deonicu III od km 934+975 do km 937+000

Ugovorena deonica III - Regulacija reke Južne Morave od km 934+975 do km 937+000 – **Deonica III**, nalazi se između dve postojeće regulacije rečnog korita i predviđeno je da poprečni presek ima trapezasti oblik sledećih geometrijskih karakteristika:

- širina u dnu glavnog korita, $b=20\text{m}$;
- nagib kosina glavnog korita je $1:m$, $m=1.5$;
- usvojena visina glavnog korita iznosi $h=5\text{m}$;
- dužina ukupne regulacije korita iznosi $L=2019\text{m}$;
- nagib dna regulisanog korita $I_d=0,06\%$ i uslovljen je kotama dna korita postojećih regulacija.

FAZE IZVOĐENJA I TEHNOLOGIJA GRAĐENJA

Rad bagera iz rečnog korita

Faza 1 obuhvata sledeće radove:

- geodetsko obeležavanje i iskolčavanje
- izrada silaznih rampi niz kosinu korita regulacije
- iskop korita regulacije do kote $+ 2,00\text{m}$ iznad

projektovanog dna korita

- formiranje lokalnih deponija lomljenog kamena granulacije $300/700\text{mm}$ za izradu nožice (kamenog nabačaja)
- formiranje lokalnih deponija lomljenog kamena granulacije $0/300\text{mm}$ za izradu sloja ispod reno madraca
- formiranje lokalnih deponija drobljenog kamena granulacije $100/170\text{mm}$ za ispunu reno madraca

Faza 2 obuhvata sledeće radove:

- iskop kanala po osovini korita za spuštanje nivoa vode
- izrada zagata ($\sim 50\text{m}$ po fazama)
- preusmeravanje toka vode na suprotnu polovinu korita

Faza 3 obuhvata sledeće radove:

- dodatni iskop rečnog korita za izradu nožice (kamenog nabačaja) od lomljenog kamena $300/700\text{mm}$
- provera dubine iskopa

Faza 4 obuhvata sledeće radove:

- dovoz lomljenog kamena damperom i istovar sa čela u zonu iskopa
- mašinsko planiranje lomljenog kamena i utiskivanje bagerom
- geodetsko praćenje gornje kote podloge od lomljenog kamena
- odvoz viška materijala iz iskopa na deponiju
- nasipanje i nabijanje bagerom kamena granulacije $0/300\text{mm}$ kao podloge za reno madrace

Faza 5 obuhvata iskop rečnog korita do projektovanog dna između izvedene nožice/kamenog nabačaja i zagata, sa utovarom i odvozom.

Faza 6 obuhvata sledeće radove:

- formiranje reno madraca na mestu ugradnje, na nožici (kamenom nabačaju) i njihovo povezivanje prema detaljima preporučenim od strane proizvođača
- punjenje reno madraca drobljenim kamenom prema upustvima proizvođača (kamen se sa obale dotura mašinski, a punjenje se vrši ručno)

Faza 7 obuhvata sledeće radove:

- priprema podloge ispod reno madraca na kosini
- polaganje geotekstila ispod reno madraca
- formiranje reno madraca na mestu ugradnje i njihovo povezivanje prema detaljima preporučenim od strane proizvođača
- punjenje reno madraca drobljenim kamenom prema upustvima proizvođača (kamen se sa obale dotura mašinski, a punjenje se vrši ručno)

Nakon završetka obloge na jednoj polovini korita, izvođiće se radovi na drugoj polovini korita po istom redosledu aktivnosti (faze 1-7).

Rad bagera sa obale rečnog korita

Faza 1 obuhvata sledeće radove:

- geodetsko obeležavanje i iskolčavanje
- izrada silaznih rampi niz kosinu korita regulacije
- iskop korita regulacije do kote $+ 2,00\text{m}$ iznad projektovanog dna korita

- formiranje lokalnih deponija lomljenog kamena granulacije $300/700\text{mm}$ za izradu nožice (kamenog nabačaja)

- formiranje lokalnih deponija lomljenog kamena granulacije $0/300\text{mm}$ za izradu sloja ispod reno madraca
- formiranje lokalnih deponija drobljenog kamena granulacije $100/170\text{mm}$ za ispunu reno madraca

Faza 2 obuhvata sledeće radove:

- dodatni iskop rečnog korita za izradu nožice (kamenog nabačaja) od lomljenog kamena $300/700\text{mm}$
- osiguranje iskopa vrši se pobijanjem talpi, u određenoj dužini u zaleđu nožice sa sukcesivnim pomeranjem u pravcu napredovanja iskopa

- provera dubine iskopa

Faza 3 obuhvata sledeće radove:

- dovoz lomljenog kamena damperom i istovar u zonu iskopa

- mašinsko planiranje lomljenog kamena i utiskivanje bagerom

- geodetsko praćenje gornje kote podloge od lomljenog kamena

- odvoz viška materijala iz iskopa na deponiju
- nasipanje i nabijanje bagerom kamena granulacije $0/300\text{mm}$ kao podloge za reno madrace

Faza 4 obuhvata iskop rečnog korita do projektovanog dna između izvedene nožice/kamenog nabačaja i osovine korita, sa utovarom i odvozom.

Faza 5 obuhvata sledeće radove:

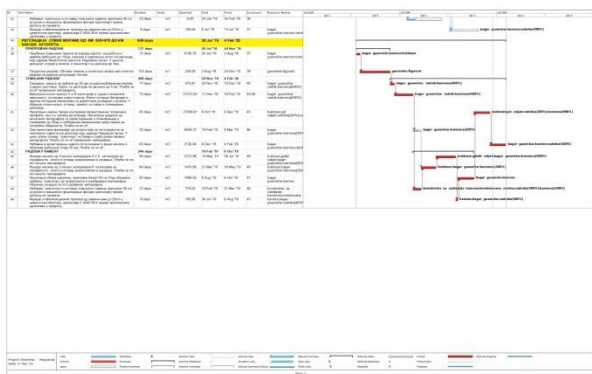
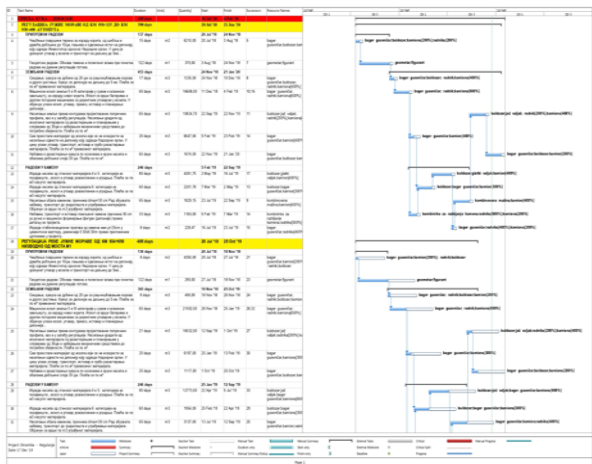
- formiranje reno madraca na mestu ugradnje, na nožici (kamenom nabačaju) i njihovo povezivanje prema detaljima preporučenim od strane proizvođača
- punjenje reno madraca drobljenim kamenom prema upustvima proizvođača (kamen se sa obale dotura mašinski, a punjenje se vrši ručno)

Faza 6 obuhvata sledeće radove:

- priprema podloge ispod reno madraca na kosini
- polaganje geotekstila ispod reno madraca
- formiranje reno madraca na mestu ugradnje i njihovo povezivanje prema detaljima preporučenim od strane proizvođača
- punjenje reno madraca drobljenim kamenom prema upustvima proizvođača (kamen se sa obale dotura mašinski, a punjenje se vrši ručno)

Nakon završetka obloge na jednoj polovini korita, izvodiće se radovi na drugoj polovini korita po istom redosledu aktivnosti (faze 1-6).

3.1. Dinamički plan izvođenja radova



4. ZAKLJUČAK

U fazi izgradnje autoputa, izvođenjem radova dolazi do erozivnog delovanja reke i potrebe za izradom dodatne regulacije u zoni celog autoputa, i to u zonama gde nije bila planirana regulacija rečnog toka. Ovo je primer iskustva sa realizacije projekta regulacije reke u karakterističnim geološkim i geomehaničkim uslovima koji se često sreću u Srbiji, i najčešće se pristupa izradi projekta bez sveobuhvatnih istražnih radova, kao i bez sagledavanja šire slike problema.

Imajući iskustvo u projektovanju radova i objekata koji su direktno povezani sa rečnim tokovima kao što je Južna Morava, uvek treba imati u vidu primere kada je za realizaciju objekata potrebna zaštita puta od štetnog dejstva vode, a pre svega upoznati širi teren, kao i geološke, geomehaničke, geomorfološke, hidrološke i hidrauličke podatke ili promene.

Ovaj projekat je karakterističan i po tome što je na rečni tok, veliki uticaj imala eksploatacija peska u zoni obala reke, i na taj način obale su postale nestabilne.

5. LITERATURA

- [1] Glavni projekat Autoputa E-75, Beograd-Niš-granica sa severnom Makedonijom, deonica: Srpska Kuća-Levosojke km 934+354,725 – km 942+413,308 (Saobraćajni Institut CIP, 2009. god.)
- [2] Projekat regulacije reke Južne Morave od km 934+850 do km 935+000 (Saobraćajni Institut CIP d. o . o. Beograd, septembar 2016.)
- [3] Regulacija reke Južne Morave na neregulisanoj delu, skladno uklapanje geometrijskih karakteristika (novoprojektovanih deonica) sa postojećim regulacijama u glavnom koritu i njenim pritokama, Izmena i dopuna projekta za izvođenje 2019. – Projektanti: Vodoprivreda Morava i Cekibeo.
- [4] M. Jovanović, Regulacija reka - “*Rečna hidraulika i morfologija*”, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2008.
- [5] D. Muškatirović, “*Regulacija reka*”, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1976.

Kratka biografija:



Vuk Stojanović, rođen je u Kraljevu 1993.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Hidrotehnika odbranio je 2019.god. kontakt: vuk.stojanovic1993@gmail.com