

NAUČENE LEKCIJE PROJEKTA PROŠIRENJA NAPLATNE STANICE PRELJINA NA DRŽAVNOM PUTU IA1 E763**LESSONS LEARNED FROM THE PRELJINA TOLL STATION EXPANSION PROJECT ON STATE ROAD IA1 E763**

Luka Lazović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj projekta koji je postavljen pred izvođače jeste da se proširenjem naplatne stanice rastere-ti isti objekat saobraćajnih gužvi uz povećanje protoka vozila u jedinici vremena kao i bezbednost, kako učesnika u saobraćaju, tako i ljudi zaposlenih na naplatnoj stanici.

Ključne reči: Tehnologija građenja, dinamički planovi, troškovi realizacije projekta

Abstract – The goal of the project, which was set before the contractors, is that by expanding the toll station, the same object will be relieved of traffic jams while increasing the flow of vehicles per unit of time, as well as the safety of both road users and people employed at the toll station.

Keywords: Technology of constructnig, dynamic plan of constructoin, project realization costs

1. UVOD

Republika Srbija zbog svog geografskog položaja je zemlja u tranzitu za mnoge putnike duž evropskih drumskih koridora koji prvenstveno sa severne granice naše zemlje vode prema jadranskoj, egejskoj ili jonskoj obali, kao i prema Bosforu u letnjem periodu, dok tokom zime vode ka ski centrima. Izgradnjom autoputa E763 od Beograda prema Čačku, čiji je krajnji cilj pun profil auto puta do Crne Gore i južnog Jadrana, Čačak se suočio sa velikim saobraćajnim gužvama na naplatnoj stanici u Preljini kao i na obilaznici oko samog grada.

U cilju rešavanja tog problema pristupilo se projektu proširenja naplatne stanice u Preljini koji je imao za cilj povećanje protoka vozila u jedinici vremena kao i povećanje bezbednosti učesnika u saobraćaju kao i osoblja koje rade na naplatnoj stanici. Projekat je podrazumevao da se sa 4 prolazne trake kapacitet poveća na 6 traka za naplatu ili ulazak vozila na autoput „Miloš Veliki“. Realizacija jednog takvog projekta podrazumeva izgradnju proširenja preko kojeg je moguće da se odvija saobraćaj nesmetano sa minimalnim zadržavanjima. Izvođaču je izazov bio da se radovi izvode pod konstantnim saobraćajem u zoni radova, kao i da sve radove izvede kvalitetno u roku uz što manje troškove realizacije projekta.

NAPOMENA:

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

Realizaciji jednog projekta vodi više faktora kao što su definisanje tehnologije izvođenja radova, izbor materijala koji ispunjavaju uslove date od strane projektanta ili investitora, pravilnom planiranju radova kao i bezbednosti i zdravlju na radu. Troškove koji nastaju tokom izvođenja radova treba takođe prevideti i voditi računa o prilivu i odlivu novca tokom gradnje.

2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA

Svi radovi moraju biti potpuno gotovi, izvedeni pravilno po tehničkim propisima i standardima, sa kvalitetnim materijalom i kvalitetnom stručnim snagom. Za sve materijale, prefabrikate i gotove delove koji će se upotrebiti na ovim radovima, izvođač je dužan da podnese nadzornom organu uzorke na odobrenje, odnosno da izvrši sistematsko ispitivanje i da o tome ispitivanju podnese nadzornom organu ili naručiocu merodavne dokaze. Materijali koji ne odgovaraju tehničkim uslovima, propisima i standardima, ne smeju se ugraditi, a izvođač je dužan da ih ukloni sa gradilišta bez ikakve naknade. Izvođač je dužan da sve mere iz projekta kontroliše na licu mesta. Na gradilištu se moraju zatrpati i nabiti sve rupe koje su u toku građenja otvorene na gradilišnoj parceli. Zemljište oko objekta se mora raščistiti i poravnati, a objekat mora biti predat očišćen od otpadaka građevinskog materijala. U toku rada i sve do predaje, mora se održavati red i čistoća na gradilištu.

Izvođač je dužan da sačuva sve izvršene radove do primopredaje objekta i u tu svrhu mora da izvrši potrebno obezbeđenje. Takođe je dužan i da obezbedi higijensko tehničke zaštitne mere na gradilištu po postojećim propisima.

Obračun izvršenih radova izvršice se na osnovu ugovora i mera unetih u građevinsku knjigu i potvrđenih od strane nadzornog organa. Ukoliko izvođač bez saglasnosti prilikom izvođenja radova odstupa od dimenzija predviđenih projektom, sve posledice u vezi sa ovim padaju na teret izvođača [1].

2.1. Zemljani radovi

Zemljani radovi moraju biti izvedeni u skladu sa svim visinskim kotama datim u projektu.

Prva faza u izvođenju zemljanih radova pripada skidanju humusa u sloju od 20cm, mašinskim putem pomoću bagera, na površini koja obeležena projektom i od strane geometara. Prilikom skidanja humusa, isti taj humus se deponije na gradilištu u blizini dela objekta koji se

proširuje, dok se sav skinut materijal u zoni budućeg gabionskog zida odvozi sa gradilišta na deponiju. Humus deponovan na gradilištu će se iskoristiti za humuziranje površine novoizgrađenog nasipa od drobljenog kamenog agregata nakon svih asfaltnih radova na toj površini u sloju od 20cm i nagibom datim po karakterističnim profilima [2].

Osim skidanja humusa neophodno je iskopati stepenasti zasek duž trase sa minimalno jednom stepenicom i najviše 4, kao i temelj za nožicu nasipa. Iskopani temelj odnosno posteljicu je potrebno ispadirati profilnom kašikom i povaljati valjkom i vibro pločom. Nakon pripremljene posteljice potrebno je ugraditi drobljeni kameni agregat (tampon) 0/63mm u sloju 30cm sa minimalnim modulom stišljivosti od 40MPa.

Bagerom sa dubinskom kašikom, iskopnom kašikom sa zubima, zemljani material iskopava a potom i utovara u kamione kiperi sa tri osovine i odlaže na gradsku deponiju udaljenu 2km.

2.2. Armirano tlo sa oblogom od gabiona

Nasip je zbog nemogućnosti razvijanja kosina u projektovanom nagibu skraćen armiranim tлом sa licem od gabiona u nagibu od 72 do 90 stepeni. Armirana tla su visine do 4m.

Ankerovani gabionu predstavljaju sistem gabiona dimenzija 1mx1mx1m sa nastavkom dužine 4m, koji omogućuje ankerovanje gabiona u masu novo izgrađenog tla iza gabionske obloge. Ankeri su spojeni sa gabionima i oni održavaju gabionsku oblogu u ravnoteži. Dužina ankera je konstantna zbog visine armiranog tla i tla iza njega. Ona se deli na slobodni deo, koji trpi zatezanje i deo koji se sidri. Sidreni deo od slobodnog dela deli se kliznom linijom dobijenom metodom "Le Slope" datom u proračunima. Sidrenje se postiže trenjem između mreža i novo izgrađenog nasipa. Nasip se gradi od kontinualnog granulometrijskog sastava drobljenim mineralnim agregatom 0/63mm [3].

Koševi gabiona prave se od kvadratne čelične mreže, sa dvostrukim zavojem, od čeličnih žica zatezne čvrstoće 550N/mm², dilatacije pri istezanju 10%. Žice su prečnika Ø4mm, a otvori okaca su 75x75mm, galvanizirane legurom Galfan (95% cink, 5% aluminijum i mišmetal). Oboji gabionskih koševa se ojačavaju pocinkovanom čeličnom žicom većeg prečnika od žice mreže. Strane gabionskih koševa, kao i koševi između sebe, bilo horizontalno ili vertikalno, povezuju se prstenovima od nerđajućeg ili pocinkovanog čelika. Prečnik prstena je 3,05mm, a pocinkovan je sa 280g/m² cinka. Ankeri se rade od iste čelične mreže od koje se grade i koševi sa istim dimenzijama otvora okaca i načinom povezivanja [4].

2.3. Asfaltni radovi

Asfaltni kolovozi se u Republici Srbiji na putevima prvog A reda (tj. autoputevima) izvode u tri asfaltna sloja ukupne debljine 20cm. Prva dva sloja su od nosećeg bituminiziranog sloja asfalta od krečnjačkog kamenog agregata, *BNS22a*, debljina 8cm i 7cm sa slojem bitumenske emulzije između slojeva. Završni habajući sloj je debljine 5cm, a izrađuje se od polimer modifikovanim bitumenom *PMB11s* od silikatnih agregata (erupitivaca) ili od skelet matriks asfalta *SMA11*.

U konkretnom primeru je korišćen *PMB11s*. Svi radovi na asfaltiranju se izvode mašinski pomoću finišera i 3 različita tipa valjaka za asfalt.

Konačni proizvod, a to je kvalitetno ugrađen asfaltni zastor je produkt celog procesa od više operacija:

Osim navedenih kontrola postoji još par veoma bitnih kriterijuma za kvalitet konačnog proizvoda kao što su:

- širina zastora
- ravnost asfalta (jednostavna kontrola pomoću ravnjače)
- zapreminska masa uzorka
- granulometrijski sastav mešavine
- šupljine uzorka (2%-7%)
- debljina asfalta (tolerancija odstupanja od zahtevane debljine je 10%)
- uvaljanost asfalta (>97%) [3]



Slika 1. – Kontrola debljine uzorka

2.4. Sastav betona

Sastav betonske mešavine za cementno – betonske kolovozne ploče određuje se na osnovu prethodnih ispitivanja svežeg betona i očvrslog betona s predviđenim materijalima, za predviđenje uslove građenja i namenu kako je to zahtevano prema propisima za beton i armirani beton za kategoriju betona B.II.

Količine sastojaka betonske mešavine izračunavaju se u masama i apsolutnim zapreminama, a receptura betona iskazuje se u kilogramima. Minimalna količina cementa je 308 kg/m³ ugrađenog betona. Ukupna količina cementa i zrna agregata manjih od 0,25 mm ne sme biti manja od 400 kg/m³ ugrađenog betona. Količina vode i konzistencija svežeg betona mora se odrediti prema propisima za beton i armirani beton tako da je raspoloživim sredstvima omogućeno lako ugrađivanje i dobro zbijanje betona i postizanje propisanih svojstava kako svežeg tako i očvrslog betona.

Najveća vrednost vodocementnog faktora (odnosa vode i cementa) za cementbetonske kolovozne ploče je 0.50.

Betoni za cementno – betonske kolovoze moraju biti aerirani zbog izloženosti delovanju mraza. Količina uvučenog vazduha u svežoj betonskoj masi, prema standardu SRPS U.M1.206 treba da iznosi 4,5%. Faktor razmaka mikropora veličine prečnika od 300 µm.

2.5. Zbijanje betona i završna obrada površine

Beton se mora na celoj površini i celoj debljini betonskog sloja zbijati potpuno i ravnomerno mašinama koje deluju celom širinom ugrađivane trake i čiji hod mora biti ujednačen i neprekidan. Beton se može zbijati u celokupnoj debljini cementno – betonske kolovozne ploče. Potreban broj prelaza vibracionom daskom i pervibratorima određuje se na probnom polju. Ukoliko se ne postiže ravnost i ujednačenost betona na površini sloja, na tim mestima se ponovo nanosi dodatna količina betona i zbija dodatnim prelazom vibracione daske. Dodavanje cementa, vode ili maltera nije dozvoljeno.

Za završnu obradu kolovozne površine moraju se upotrebiti vibracione gladilice koje su vođene koso ili upravno s osom puta i deluju na celu širinu trake cementno – betonskog kolovoza.



Slika 2. – Kompaktiranje vibro valjkom

3. DINAMIKA IZVOĐENJA RADOVA

Projektovanje dinamike izvršeno je metodama mrežnog planiranja i metodom gantograma.

3.1. Mrežni plan – Critical Path Method (CPM)

Mrežni plan predstavlja prvu fazu planiranja. Grafičkim modelom omogućuje se realno sagledavanje svih aktivnosti koje prosek izgradnje objekta obuhvata. Polazna baza je analiza strukture tj. raščlanjavanje projekta na njegove sastavne delove – aktivnosti. [1]



Slika 3. – Mrežni plan

3.2. Dinamički plan – metoda gantograma

Metoda gantograma za predmetni objekat rađenja je pomoću programa MS Project 2007, a u Prilogu 22 su prikazane predviđena i realizovana dinamika izvođenja radova. Iz tabele sa aktivnostima kopirane su aktivnosti vreme trajanja aktivnosti, kao i resursi za zemljane betonske radove i malterisanje. Na osnovu proračuna metodom napred nazad, za izgradnju objekta je potrebno 65 radnih dana, dok je stvarno vreme potrebno za

realizaciju projekta iznosilo 100 radnih dana. Za početak radova usvojen je 22.07.2019. godine, dok je na osnovu analize unetih podataka datum planiranog završetka radova 14.10.2019. godine, a stvarni datum završetka radova je bio 29.11.2019.

Za izradu po fazama potrebno je:

- Nulta faza – 4 dana
- Faza 1 – 10 dana
- Faza 2 – 24 dana
- Faza 3 – 36 dana
- Faza 4 – 19 dana
- Faza 5 (nepredviđeni radovi) – 16 dana

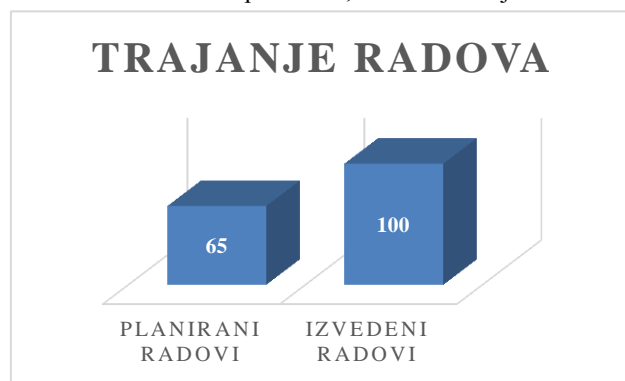
Kao neradni dani usvojeni su oni koji su u skladu sa zakonom:

- Dan primirja u prvom svetskom ratu 11.11.2019.
- Neradne nedelje

3.3. Analiza rokova

Probijanje rokova, neostvarivanje planiranog može se opravdati kroz nekoliko činjenica. Prva su uslov da se koristi samo jedan određeni tip gabionskih koševa od proizvođača koji, kako će se ispostaviti, nije mogao da isporuči materijal bez da se gradnja nastavlja kontinualno bez prekida. Nedostatak gabionskih mreža direktno je uticao na stopiranje izrade kako zida tako i nasipa od armiranog tla iza zida.

Drugi razlog su dodatni nepredviđeni radovi vezani za obezbeđenje betonske galerije. Treći razlog je gubitak vremena na izradi armiranog tla i nasipa za proširenje saobraćajnice izazvano kvarovima na drobilicama u kamenolomu sa kojeg se materijal doprema. Kamenolom nije menjan tokom izgradnje iako su postojale alternative, ali nadzori nisu hteli da menjaju drobljeni materijal zbog svojih fizičko – mehaničkih svojstava, dok izvođač nije menjao zbog povećanja troškova. Radovi su nastavljeni sa manjim učincima, što dovodi do povećanja potrebnog vremena u odnosu na planirano, kao i izvođenje u fazama.



Slika 4. – Planirano i ostvareno trajanje radova

4. ANALIZA REALIZACIJE I TROŠKOVA

Za konkretan primer radovi su u dogovoru sa investitorom naplaćeni preko 6 privremenih i jednom okončanom situacijom.

Kao što je na slici ispod prikazano, deo radova je naplaćen naknadno nakon završetka radova. Najveće realizacije ostvarene su u avgustu, septembru i oktobru kada je i najviše radova izvedeno u punom jeku građevinske sezone. U dogovoru sa investitorom deo

radova je naplaćen u narednoj godini posle 4 meseca pauze. Takav vid priliva novca ostavlja gradilište u finansijskom minusu od 31. decembra 2019. do februara 2020. jer svi troškovi gradilišta ispostavljeni i plaćeni zaključno sa novom godinom [5].



Slika 5. – Priliv novca po situacijama

4.1. Ukupni troškovi

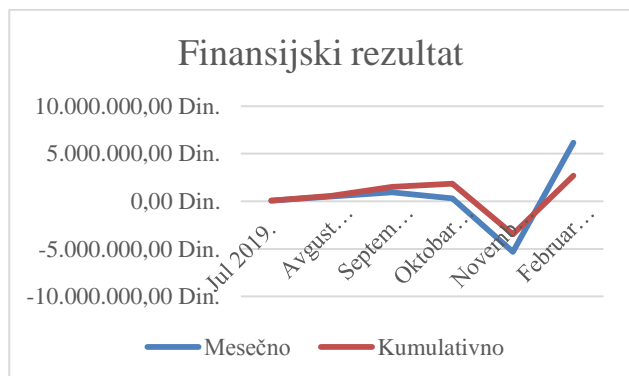
Kada se saberu svi troškovi po mesecima dobije se vrednost od 46.927.661,30 dinara. Po mesecima to izleda na sledeći način. [5]

Tabela 1. – Ukupni troškovi po mesecima

Mesec	Iznos troška
Jul 2019.	1.441.236,52 din
Avgust 2019.	15.172.809,90 din
Septembar 2019.	10.839.535,42 din
Oktobar 2019.	10.107.656,24 din
Novembar 2019.	9.366.423,22 din
UKUPNO:	46.927.661,30 din

4.2. Ostvareni rezultat

Sa ukupnim troškovima gradnje od 46.927.661,30 dinara i realizacijom od 49.636.544,50 dinara, ukupan finansijski rezultat gradnje je pozitivan za dobitkom od 2.708.883,20 dinara. Tokom izgradnje gradilište je bilo je pozitivno do trenutka prestanka pliva novca. Minus koji je nastao u tom trenutku nije imao veze ni sa organizacijom niti sa planiranjem radova. Kao što je već pomenuto u neposrednom dogovoru predstavnika izvođača i investitora napravljen je prekid u isplaćivanju, ali kao garancija da će biti plaćeno nadzorni organ je parafirao listove građevinske knjige za koje su naknadno isplaćena zaostala sredstva.



Slika 6. – Finansijski rezultat

5. ZAKLJUČAK

I pored pozitivnog finansijskog rezultata, nameće se utisak da je ukupan bilans mogao biti bolji. Razlog tome su prvenstveno problemi koji su se javljali tokom gradnje sa kamenolom i nedostatkom drobljenih agregata potrebnih za izradu nasipa. Drobilice su se često kvarile zbog opterećenosti drugim gradilištima, jer je celokupna građevinska sezona 2019. bila zaista dobra i uspešna za čačanske putare. Kvarovi na drobilicama su stavljali pred nas izazov da umesto planiranih 450-500 tona materijala svedemo ugradnju na neki prosek od 250 tona dnevno što je usporilo gradnju, a povećalo troškove gledajući kroz vreme iako je fiksni trošak mehanizacije i materijala manji ili jednak.

Drugi razlog lošijem rezultatu su nepredviđeni radovi koji imaju male učinke, a veće troškove izvođenja tih pozicija. Treći razlog je gubitak na učincima zbog stvaranja prevelikih saobraćajnih gužvi na naplatnoj stanici izazvanih kretanjem mehanizacije preko iste.

Celokupan utisak jeste da je objekat izveden kvalitetno, estetski lep, a cilj da se smanje gužve na naplati ispunjen, mada puno rasterećenje nastalo je otvaranjem naplatne stanice Pakovraće čime je dodatno rasterećena obilaznica oko Čačka.

6. LITERATURA

- [1].M. Trivunić, Z. Matijević, „Tehnologija i organizacija građenja“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [2].I. Peško, „Tehnologija izvođenja grubih građevinskih radova“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [3].Đ. Uzelac, „Putevi i gradske saobraćajnice“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.
- [4].ŠID PROJEKT doo „Projekat za izvođenje Bočna naplatna stanica u okviru petlje „Preljina“ na državnom putu IA2 E-763, KO Preljina, grad Čačak“, 2019.
- [5].Arhiva „STRABAG DOO BEOGRAD – OGRANAK PUTEVI ČAČAK“ 2019.

Kratka biografija:



Luka Lazović rođen je u Čačku 1994. god. Master rad odbranio je 2022. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo.