

*Stručni rad*  
*UDC: 625.8:624.138*

## SANACIJA KLIZIŠTA „VIDOVAČA 1“ NA PUTU R-223, AB PLATNOM I AB ZATEGAMA

Srdan Spasojević<sup>1</sup>, Boško Ubiparip<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za puteve Beograd, E. mail: [spasojevic\\_srdjan@yahoo.com](mailto:spasojevic_srdjan@yahoo.com)

### REZIME

U radu je prikazan glavni građevinski projekat sanacije klizišta „Vidovača 1“ na putu R-223, deonica: Prokuplje – Žitni potok, na km:56+928. Izabrano rešenje se sastoji od AB Platna i AB Zatega i pokazalo se pogodno za nepovoljnu, strmu i ne pristupačnu konfiguraciju klizajućeg terena, a radovi predviđeni za sanaciju, ne toliko teški i obimni. Poslednje napisano bitno je sa stanovišta izbora izvođača, tačnije nepotrebnost veoma teške, specijalizovane i kompikovane opreme pri izradi, što nameće blaže kriterijumima pri njihovom izboru za sprovođenje sanacionih radova.

Ključne reči: *glavni građevinski projekat, AB platno, AB zatega, izvođač, sanacioni radovi*

## „VIDOVAČA 1“ LANDFALL REHABILITATION ON ROAD R-223 MADE OF RC PANELS AND RC TIE-BEAMS

### SUMMARY

The paper is describing main construction project of „Vidovača 1” landfall rehabilitation on road R-223, section: Prokuplje - Žitni potok, km:56+928. Selected solution consists of the RC panels and RC tie-beams, and proved to be suitable for the unfavorable, steep and inaccessible terrain, prone to moving. Predicted rehabilitation works are not too difficult and extensive. The last written is important because, for execution of works there is no need for very heavy, complicated and specialized equipment and contractor selection criteria would be less demanding.

Key words: *main construction project, RC panels, RC tied-beams, contractor, rehabilitation works*

### UVOD

Na deonici regionalnog puta R-223, Prokuplje – Žitni Potok, na km: 56+928, formirano je klizište-odron na levoj nizbrdnoj strani puta. Pokrenuta koluvijalna masa je zapremine oko 6.000 m<sup>3</sup>. Klizište je dužine 30-35 m, širine 45-50 m. Formirano je 2008. godine, a aktivnost je proširena tokom 2009. godine. Kliženjem je zahvaćena prirodna padina i nasip trupa puta sa leve strane i cela leva kolovozna traka, sa tendencijom daljeg širenja na desnu traku. Put je u zoni klizišta u zaseku sa desne strane i nasipu sa leve strane.

Nasip je izgrađen od prašinasto-peskovito-drobinskog materijala iz iskopa zaseka. Površinske delove terena, do dubine oko 1,5 - 2,5 m, izgrađuje eluvijalno-deluvijalna raspadina stenske mase u osnovi

terena Gnajseva (G). Po materijalnom sastavu predstavlja prašinu peskovitu sa sitnoznom drobinom (el-d<sup>p,pr</sup>). Ispod ovog prekrivača, zaležu škriljave metamorfne stene gnajsevi, koje su u gornjem delu, u sloju debljine oko 3 - 5 m, zahvaćeni procesima fizičko-hemijskih izmena (G<sup>\*\*</sup>). Klizna površina je formirana duž oslabljene zone prašine peskovite sa sitnoznom drobinom (el-d<sup>p,pr</sup>), ili na kontaktu ove sredine sa fizičko-hemijski izmenjenim i oslabljenim gnajsevima (G<sup>\*\*</sup>).

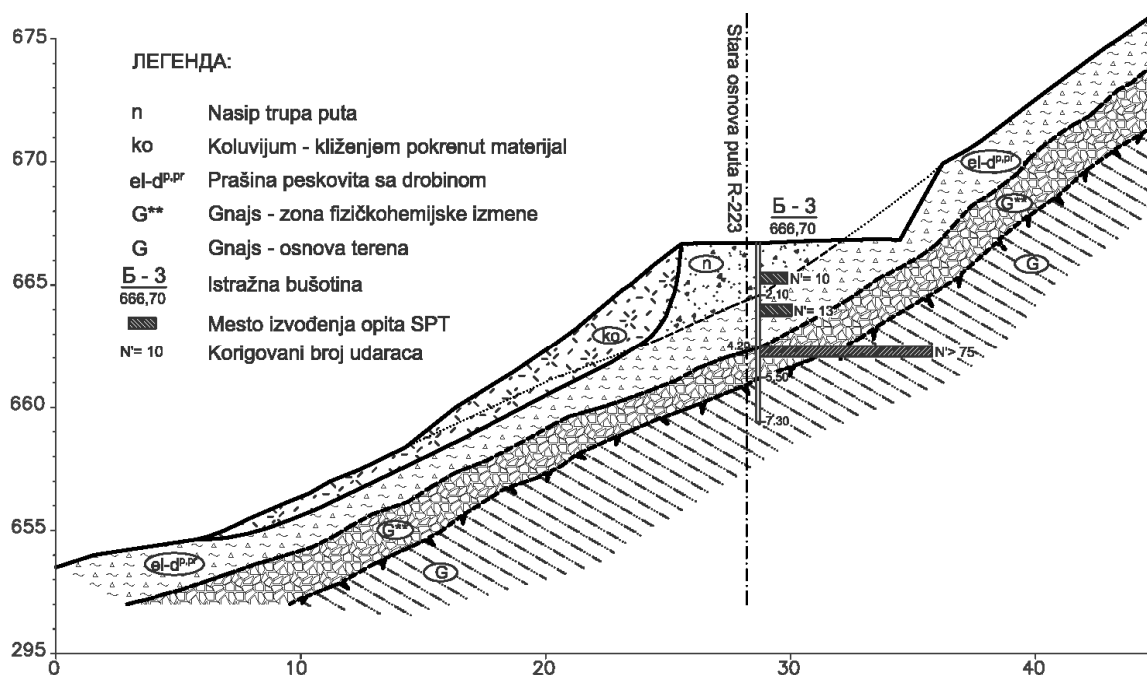
Osnovni uzrok nastanka ovog klizišta, pored strmog nagiba prirodnog terena, je dugogodišnje provlažavanje nasipa trupa puta i podtla usled nefunkcionalnosti sistema površinskog odvodnjavanja kolovozne konstrukcije.

## IZBOR I OPIS SANACIONOG REŠENJA

Upoznavajući se sa nestabilnim terenom kroz njegovu konfiguraciju i geološku građu, opterećenje koje bi ono eventualno izazvalo na konstrukciju i tehničkim okolnostima pri kojima bi radovi bili izvedeni, razmatrana su dva prihvatljiva i opravdana rešenja potporne konstrukcije, slika 1.

Konstrukcija sa AB šipovima.

Konstrukcija sačinjena od AB platna i AB zatega.



Slika 1. Karakterističan geološki profil  
Figure 1. Typical geological profile

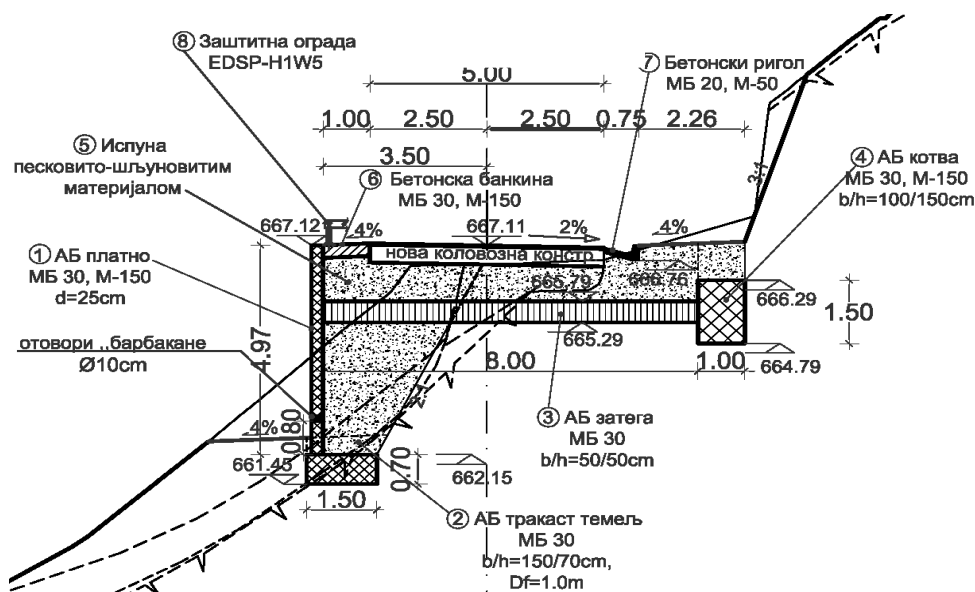
Prvo razmatrano rešenje sa AB šipovima zasigurno bi sprečilo dalja kretanja masa, i predstavlja rutinski izbor svakodnevne prakse. Potreba za specijalizovanom opremom i radnicima za izvođenje ne predstavlja problem, jer velikim tehnološkim napretkom opreme u poslednjih nekoliko decenija, spada u rutinsku inženjersku operaciju. Nedostatak je svakako cena jedne takve napredne i brze tehnologije izrade. Osim cene, dalji nedostaci su, da u konkretnom slučaju lokacija kritičnog dela puta nije povoljna za dovlačenje potrebne mehanizacije, a i sam teren je nepovoljne konfiguracije. Padina je strma, pa je za smeštanje mehanizacije potrebno prekuniti saobraćaj, ili zaseći brdo, kako bi saobraćaj nekako funkcionisao. Dalje mehanizacija bi morala biti pozicionirana u zoni kliznog tela koja je van granica neutralne zone, odnosno na delu koje bi potencijalno ugrozilo stabilnost padine pri radu.

Pomenuti razlozi uslovlili su izbor potporne konstrukcija sa AB platnom i zategama kao prihvatljive sanacione mere datog problema, slika 2. AB platno se postavlja sa padinske strane puta uz bankinu.

Fundirano je plitko u neekretane delove prašinsto-peskovite raspadine stene gnajsa (G<sup>\*\*</sup>) trakastim temeljom. Izrađuje se od betona MB30, otpornosti na mraz M - 150. Sačinjeno je od tri kompleta ploča, debljina  $d = 25$  cm, širina  $b = 300$ cm, a visina varira prema konfiguraciji terena od  $h = 400 - 595$ cm. Njihova uloga je da prime brdske pritiske tla, a vezom sa AB zategama, dalje ih proslede u stensku masu gnajsa (G), dobrih geotehničkih karakterisitika.

U platnima postoje otvori „barbakane“ prečnika  $\varnothing 10$ cm radi otklanjanja statičkog dejstva vode i njenog skupljanja iza platna. Uloga temelja platna je da spreči eventualna horizontalna pomeranja koja bi mogla da se jave ako se platno osloni samo na stenu. Sekudarna uloga je da bude vertikalni oslonac platna, prenoseći vertikalno opterećenje u tlo. Trakasti temelj, je sačinjen od MB30, dimenzija  $b/h = 150/70$ cm, fundiran na dubini  $D_{f,min} = 100$ cm. Iza zida ugrađuje se ispuna od peskovito-šljunkovitog tla.

AB zatege, primaju direktne pritiske tla i dalje ih prosleđuju u alterisnu stena gnajsa preko kotvi. Postavljene su u gornjoj trećini visine platna, na 1.5 m ispod vrha platna, radi najpovoljnijeg statičkog dejstva na platno. Dužine su  $L = 8.0$ m, dimenzija poprečnog preseka  $b/h = 50 \times 50$  cm. Izrađuju se od istog materijala kao i platno, tj. betonom MB30, M-150.



Slika 2. Potporna konstrukcija od AB platna, zatega i kotvi  
Figure 2. Supporting structures of the AB sheet, aztega and anchor

Prenos sila zatezanja betonskih zatega u stabilne zemljane mase u praksi, najčešće se postiže ankerskim gredama, usvajajući dužinu grede dovoljnu za aktiviranje pasivnog otpora tla po dužini grede uz određen faktor sigurnosti. Kako se u konkretnom slučaju, sile prenose u alterisanu stenu gnajsa zadovoljavajućih karakteristika, usvojeno je rešenje sa AB kotvama i time izbeglo betoniranje grede veće dužine. Kotve su dimenzija  $100 \times 100 \times 150$  cm. Izrađuju se od istog materijali kao i ostali betonskih elementi. Ankeruju se običnom rebrastom armaturom u prethodno izrađene bušotine u steni, prema određenom rasporedu, a zatim zalivaju (injektiraju) cementnim mlekom kako bi se sprečio prodor vode i korozija šipki.

## STATIČKA ANALIZA POTPORNE KONSTRUKCIJE

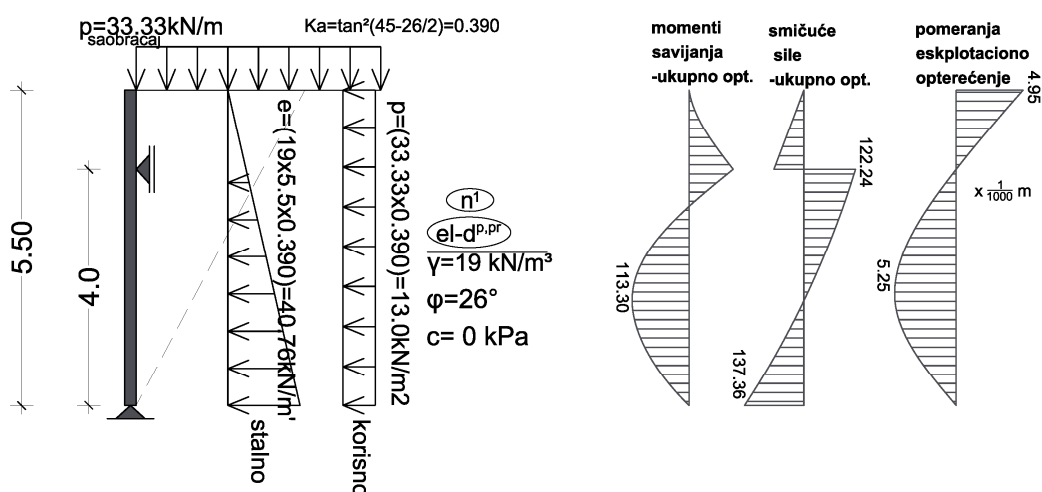
Statički su analizirani i dimenzionisani sledeći konstruktivni elementi:

- Armirano-betonsko platno
- Trakasti temelj platna

- Armirano-betonska zatega
- Stabilnost kotve

Teorijske postavke analize su sasvim uobičajne, pa se samo opisuju u sažetim crtama da bi se stekao uvid u neophodnu inženjersku proceduru.

AB platno je statičkog sistem grede sa prepustom, na gornjem delu. Oslonci su pozicionirani na mestu zatege-pokretni oslonac i na mestu temelja-nepokretni oslonac, slika 3. Na konstrukciju (platno) deluju aktivni pritisak tla iza platna, stalnog karaktera i deo horizontalnog pritiska usled rasprostiranja saobraćajnog opterećenja po dubini, povremenog karaktera. Saobraćajno opterećenje merodavno za statičku analizu potporne konstrukcije odgovara vozilu tipa V600. Vrednosti je  $p = 33,33 \text{ kN/m}^2$  i raspoređeno je površinski, u svemu kako dopuštaju propisi SRPS. Put je regionalan, a pravilnik ne daje dovoljno jasne kriterijume da li propisane vrednosti za određeni tip vozila, važe samo za mostovske konstrukcije ili i u ostalim slučajevima, npr. potporne konstrukcije. Kompromis je napravljen poštujući vrednosti iz pravilnika, uz usvajanje blažih faktora sigurnosti pri analizi. Američki propisi, kao i pojedini nekad važeći standardi zemalja EU propisuju diskutovane vrednosti na dosta manje vrednosti. Težina platna je zanemarljiva veličina u konkretnom slučaju. Platno se dimenzioniše na savijanje uzimanjem u obzir ukupna dejstva od stalnog i korisnog opterećenja. Usvojena je 2xR785 mrežasta armatura MA500/560 celom dužinom prvenstveno iz praktičnih razloga, a dodatno doprinosi sprečavanju čupanju armature zatege iz platna. Čupanje je ispitano u odnosu na uticaje u konstrukciji pri eksploatacionoj fazi. Pomeranja platna ostaju u granicama ispod dopuštenih  $\delta_{\max} = 0.52 \text{ cm} < \delta_{\text{dop}} = 1.33 \text{ cm}$ .

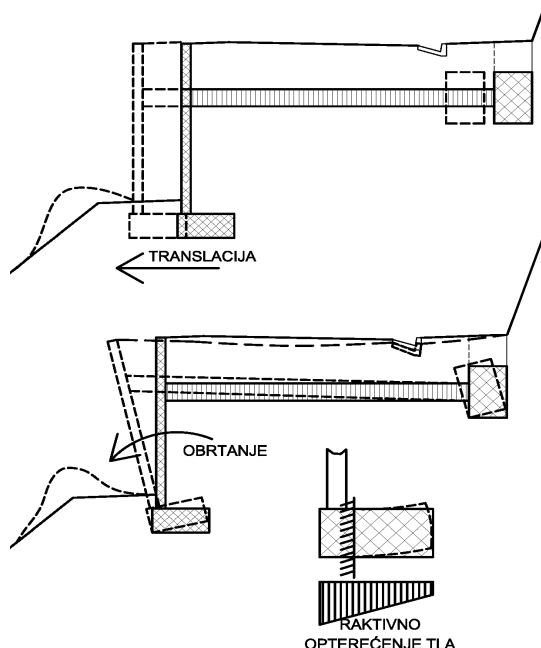


Slika 3. Statički sistem i uticaji u platnu  
Figure. 3 Static system and the effects of the canvas

Američki propisi, kao i pojedini nekad važeći standardi zemalja EU propisuju diskutovane vrednosti na dosta manje vrednosti. Težina platna je zanemarljiva veličina u konkretnom slučaju. Platno se dimenzioniše na savijanje uzimanjem u obzir ukupna dejstva od stalnog i korisnog opterećenja. Usvojena je 2xR785 mrežasta armatura MA500/560 celom dužinom prvenstveno iz praktičnih razloga, a dodatno doprinosi sprečavanju čupanju armature zatege iz platna. Čupanje je ispitano u odnosu na uticaje u konstrukciji pri eksploatacionoj fazi. Pomeranja platna ostaju u granicama ispod dopuštenih  $\delta_{\max} = 0.52 \text{ cm} < \delta_{\text{dop}} = 1.33 \text{ cm}$

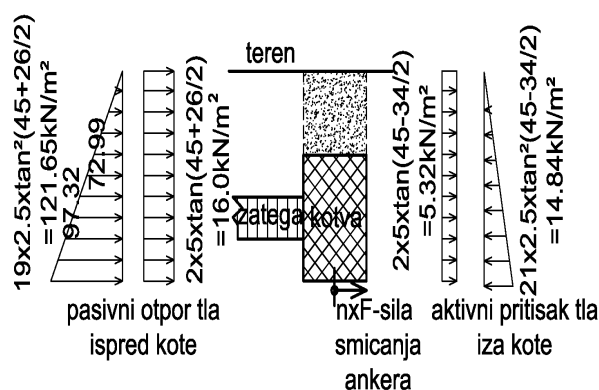
Trakast temelj na koji se platno oslanja, konstruisan je tako da se u tlu javi samo naponi pritiska, što iziskuje širi temelj,  $B = 150 \text{ cm}$ , slika 4. Naponi pritiska su veći,  $\sigma = 292 \text{ kN/m}^2$ , ali je tlo sposobno da ih prihvati. U pitanju je sloj od peskovito-prašinate raspadne stene gnajsa ( $G^{**}$ ), čiji ja dobijena dopuštena nosivost po pravilniku  $\sigma_{\text{dop}} = 395 \text{ kN/m}^2$ . Proverana je otpornost konstrukcije na klizanje ispod i prevrtanje oko temelja, i dobijeni su faktori sigurnosti  $F_{\text{kl}} = 1,27$  i  $F_{\text{pr}} = 1,30$ . Prethodno je u opisu statičke analize platna objašnjeno zašto su uzimane niže vrednosti od uobičajnih. Po profesoru S.

Stevanoviću date vrednosti faktora ne bi trebalo da su niže od  $F = 1,2 - 1,3$ , a po M. Maksimoviću i S. Ćoriću  $F = 1,5 - 2,0$ . Temelj je razmatran po teoriji tankih ploča i armiran rebrastom armaturom RA400/500, glavnim šipkama 16/10 cm, podeonim 16/20 cm.



Slika 4. Shematski prikaz provere potporne konstrukcije na translaciju i obrtanje i savijanje temeljne stope  
Figure 4 Schematic display of checks supporting structures translaciju on and turning and bending the basic rate

Zatega je konstruisana tako da se ne jave prsline u betonu čime se sprečava prodiranje vode ka armaturi i njeno nagrizanje. Statički uticaji povereni su u potpunosti armaturi (9xRØ14mm). Kotva spada u plitke ankerne grede i prima sile zatege prenoseći ih dalje u alterisanu stensku masu, slika 5. Takvih je dimenzija da nema mogućnosti formiranja dovoljne otpornosti tla, odnosno pasivnog otpora za suprotavljanje uticajima od zatege. Iz tog razloga kotva se ankeruje u stenu i na taj način nadoknađuje pomenuti nedostatak. Usvojeno je 15 rebrastih šipki Ø 25 mm, sa faktorom sigurnosti  $F = 2,0$ , preporuka S. Ćorića (3).



Slika 5. Shematski prikaz provere stabilnosti kotve ankerovane u gnajs  
Figure 5. Schematic display of stability checks anchorless ankerovane in gneiss

## IZVOĐENJE SANACIONIH RADOVA

Predviđeno je da se sanacioni radovi izvode sledećim redosledom kako bi se sačuvala stabilnost padine i pravilno uskladili neophodni tehnički resursi.

Za vreme izvođenja radova, neophodno je da se saobraćaj na putu odvija i reguliše u jednoj kolovoznoj traci.

Prvo otpočeti radove sa brtske strane puta, tj. na polovini širine kolovoza ka brdu, izradom AB kotvi i AB zatega na jednoj polovini njihove dužine.

Kad se u potpunosti obavi posao opisan u prethodnoj stavci, potrebno je zatrti iskopane rovove zatege peskovito-šljunkovitim tлом i saobraćaj zatvoriti na strani puta ka padini, a otvoriti na strani ka brdu. Zatim obaviti završetak izrade zatega na polovini širine kolovoza ka padini.

Na kraju raditi AB platna. Ona će se zbog svojih velikih dimenzija i težine raditi monolitno na licu mesta, jer je njihov transport od fabrike betona do mesta ugrađivanja u slučaju montažne izrade neracionalan.

## ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Odabranom potpornom konstrukcijom postiže se stabilnost padine, uz nekoliko vidljivih prednosti u odnosu na šipove. Potrebni radovi su i dalje van neutralne zone kliznog tela, tj. u zoni koja nepovoljno utiče na stabilnost tela. Takva okolnost očito je neizbežna posmatrajući obris padine. Povoljno je, što se ipak par metra radovi spuštaju ka neutralnoj zoni padine. Širokim iskopom sa gornje strane, padina se delom rasterećuje a time izjednačuju ravnotežni i protivravnotežni efekti usled izvođenja radova.

Bitna prednost je izbegavanje obimnije, odnosno teže mehanizacije za izradu šipova, kao i njene potrebe za većm radnim prostorom radi smeštanja. Upotrebom mehanizacije za izradu šipova ozbiljano bi se ugrozila prohodnost saobraćaja. Poslednji dokaz ispravnosti opisanog izbora je cijena koštanje radova koja je manja za 15 – 20% u odnosu na sanaciju pomoću šipova. Indirektna koštanja usled prekida saobraćaja su svakako znatno viša.

Konstrukcija spada u klasične betonske, bez težih i nepoznatih konstruktivnih detalja koji bi iziskivali specijalnu opremu ili obučenost.

## LITERATURA

1. Ćorić, S. (2008): Geostatočki proračuni. Treće izdanje, Beograd. Rudarsko-Geološki fakultet u Beogradu, Časopis „Izgradnja“, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije, Savez arhitekata Srbije.
2. Kostić V., Stevanović S. (1975): Fundiranje IV. Beograd. Izdavačko-Informativni centar studenata (ICS).
3. Maksimović M. (2001): Mehanika tla. Drugo izdanje, Beograd. Čigoja štampa.
4. Stevanović S. (1982): Fundiranje I. Beograd. Naučna knjiga.
5. Tehnička dokumentacija Instituta za puteve a.d. Beograd.