

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ И НАЧИН САНИРАЊА АКТИВНИХ КЛИЗИШТА И ДРУГИХ НЕСТАБИЛНИХ ПОЈАВА У ОКВИРУ ИЗРАДЕ ПРОЈЕКТА ПОБОЉШАЊА МАГИСТРАЛНИХ И РЕГИОНАЛНИХ ПУТЕВА СРБИЈЕ

Милован Јотић, Светлана Јотић, Јадранка Милић, Миле Јевтић, Бошко Убипарип
Институт за путеве А.Д., Београд, Србија

Резиме: У раду се даје краћи приказ 5 типичних клизишта на путевима Србије са применом различитих типова санације, зависно од геотехничког модела терена и узрока настанка као што је активирање старих умирених клизишта, засићење насипа шрупа шута на стрмој падини или њихово проширење шута усецањем у лабилне делове терена.

Кључне речи: Клизиште, дренажа, армирано шло, шоборни зид, конирафор, шш.

TECHNICAL REQUIREMENTS FOR REHABILITATION OF ACTIVE LAND SLIDES AND OTHER UNSTABLE PHENOMENA IN PREPARATION OF DESIGN FOR IMPROVEMENT OF ARTERIAL AND REGIONAL ROADS IN SERBIA

Abstract: This paper presents a brief review of 5 typical land slides on roads in Serbia with application of different types of rehabilitation, depending on geotechnical model of field and causes of appearance such as activation of old calmed land slides, saturation of road base on steep slope or extension of road by dapping into weak parts of field.

Key words: Model of field, rehabilitation measures, reinforced soil, wall, counterfort, pile

1. УВОД

Током 2005. и 2006. године, на регионалној и магистралној путној мрежи Србије дошло је до формирања преко 150 већих и мањих клизишта, која су угрозила или довела до врло отежаног одвијања саобраћаја, а на неким деоницама и до привременог потпуног прекида.

Институт за путеве је у циљу решавања проблема санације и успостављања нормалног одивања саобраћаја, за потребе Инвеститора ЈП „Путеви Србије“ и локалних самоуправа, извршио одговарајућа истраживања и испитивања, дефинисао геотехничке моделе терена и урадио пројекте санације за око 90 локалитета активних клизишта. Од наведеног броја, око 50% локалитета је санирано у оквиру програма рехабилитације и реконструкције путева као и изградње нових путева у Србији.

Анализом узрока клизања код свих регистрованих појава, може се закључити да су то неповољна физичко - механичка својства стенских маса у површинском делу терена и техногена активност у вршним деловима падине, нарочито у току извођења радова при изградњи или реконструкцији путева. Међутим, желимо да посебно истакнемо као главне и непосредне узроке активирања ових појава, површинске и подземне воде, нарочито у време изузетно великих падавина које спадају у стогодишње воде а које су се десиле у пролеће 2005. и 2006. године, када је дошло до поплава великих размера широм Србије, као и лоше одржавања система одовдњавања путева.

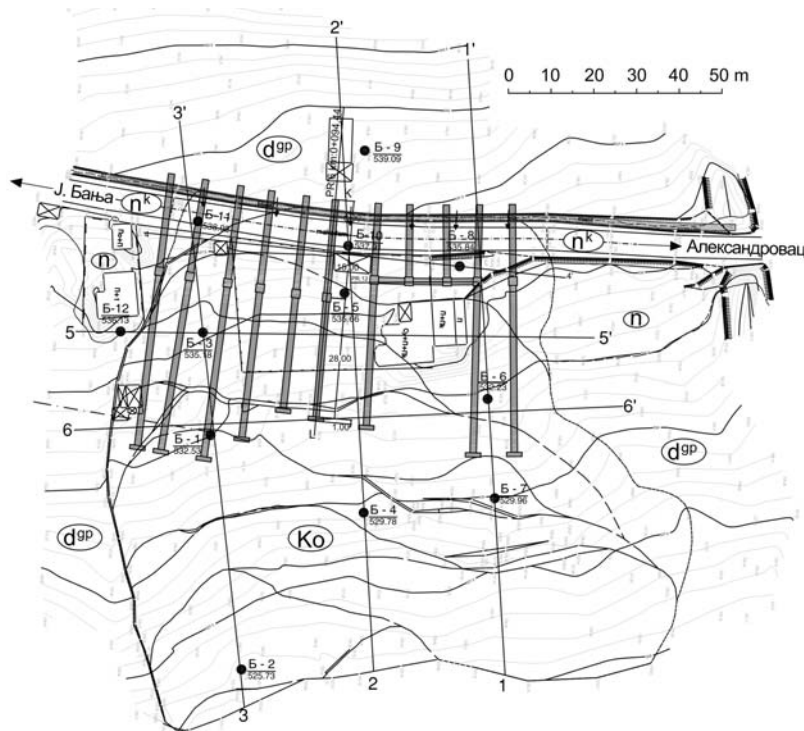
У овом раду дајемо кратак приказ геотехничких модела терена са применом различитих типова санације за 5 типичних клизишта на путној мрежи Србије, уз напомену да ћемо, у оквиру презентације рада на научно - стручном скупу, у најкраћем приказати 48 клизишта која је Институт за путеве регистровао и за које је урадио пројекте санације.

1. КЛИЗИПТЕ „РАКЉА“

На деоници пута Р-119, од Александровца до Јошаничке Бање, код села „Ракља“ на km: 34+350, дошло је, токим зиме и пролећа 2006 год., до клижења терена. Клижење је обухватило труп пута и околни терен изнад и испод пута на површини око 1 ha. Запремина покренутог колувијалног материјала је реда величине око 30.000 m³. Деформације на клизишту биле су у хоризонталном смислу до 2,0 m, а у вертикалном око 1,0 m. Деформације, у виду улегнућа, истрбушења и пукотина зева и до 30 cm, најизраженије су на природној падини испод пута и довеле су до покретања и пуцања помоћних објеката, гараже и стамбеног објекта Пр+1+ПТК.

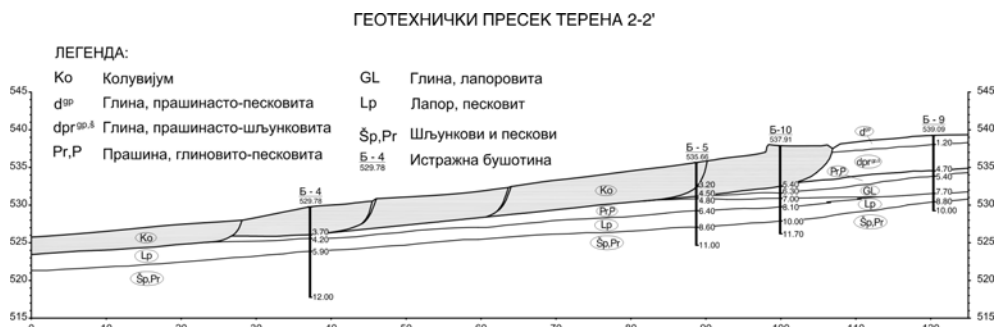
а.) Геотехнички модел терена

Геотехнички модел терена је дефинисан на основу одговарајућих теренских истраживања и лабораторијских испитивања. Утврђено је да је терен, у коме је формирано клизиште, изграђен у површинским деловима од прашинасто - песковите (d^{gp}) и песковито-шљунковите глине ($d-pr^{gp,5}$), делувијалног и делувијално - пролувијалног генетског порекла, дебљине 3 - 5m - приказ на слици 1.



Слика 1: Инжењерскогеолошка карта са просторним распоредом дренажних ровова

Основу терена, до дубине око 15 m, изграђује врло хетероген комплекс језерских седимената представљен у повлати лапоровитим глинама и песковитим прашинама (GL Pr), а дубље лапорима прашинастим до песковитим, са прослојцима песка и песковитог шљунка (Lp, P, Šp). Клижење се одвија дуж контакта прашинасто - песковитих до шљунковитих глина и лапоровитих седимената, захватајући делимично, у чеоном делу клизишта, и ове слојеве. Клизна површина је формирана на дубини 3,5 - 5,0 m од површине терена, приказ на слици 2.



Слика 2: Карактеристични геотехнички пресеке терена

Ниво подземне воде за време теренских истраживања (август - септембар 2006.год.) је износио око 2,0 m, од површине терена.

До активирања овог клизишта дошло је услед водозасићења терена, које је изазвано обилним падавинама, наглим топљењем снега и великим приливом подземних вода из залеђа. Томе је допринело и неодржавање система површинског одводњавања пута.

б.) Санационе мере

Геотехнички модела терена (геолошка грађа, положај и облик клизне површине, физичко - механичка својства стенских маса у телу и подлози клизишта као и стање вода у терену како у зони клизишта тако и у ширем подручју), определио је и одговарајуће мере санације са циљем да се што економичније пут доведе у стање дуготрајне стабилности.

Пошто у терену егзистира, у дужем периоду, подземна вода која је и истраживањима утврђена, изабрана је основна санациона мера израда дренажног система од 11 (једанаест) дренажних самодејствујућих сабирно - одводних ровова, постављених на међусобном растојању 7- 9 m, приказ на слици 3.



Слика 3: Карактеристични додужни пресек до дренажном рову

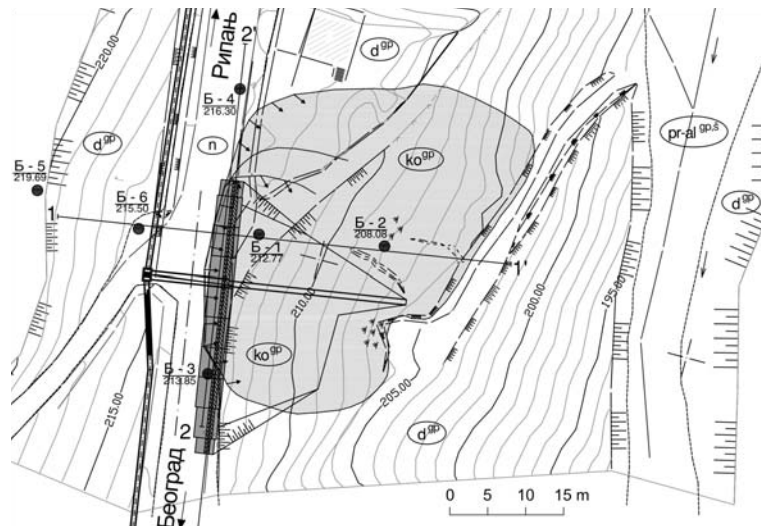
Дренажни систем, у горњем делу постављен је у стабилну подлогу и подупрт ревизионим окнима квадратног пресека. Трећем између камене испуне дренажног система и некретаног терена постиже се сила која се супроставља дејству силе притиска тла а пројектована ревизиона окна, поред функције дренарања терена имају и носећу функцију, чиме се повећања стабилности терена и трупа пута.

У доњим деловима клизишта, дренажни ровови се фундаирају изнад клизне површине, како би се прикупљена подземна вода контролисано одвела, гравитацијом преко отворених канала ван тела клизишта. Дренарањем воде терен постаје стабилнији, елиминишу се статички и динамички притисци воде и осујећује дејство порних притисака подземне воде. Усмеравањем подземних вода да се крећу дренажним рововима, спречава се деградација кохезије на ширем простору, а тиме се постиже већа отпорност терена.

3. КЛИЗИШТЕ „РИПАЊ 1“

Клизиште „РИПАЊ 1“ је формирано на регионалном путу Р-204 у насељу Рипањ и то на km: 6+700,00 од регионалног пута Р-200.

У пролеће 2006. године, услед наглог топљења снега и јаких киша дошло је до водозасићења насипа труп пута и седимената у конструкцији терена и активирања клизишта. Деформације у виду клижења, слегања и бочног одламања захватиле су леву коловозну траку, насип труп пута и падину испод пута у дужини од око 25 - 40 m. Чеони ожиљак са скоком од око 0,5 - 1,0 m је формиран на самом путу. Дужина клизишта је око 35 - 40 m, а ширина 35 m, приказ на слици 7.



Слика 7: Инжењерскогеолошка карта са положајем санационих мера

Клижењем је захваћен простор од око 1.300 m². Запремина покренутог колувијалног материјала је реда величине око 5.000 m³.

а.) Геотехнички модел терена

Детаљним истраживањима (инжењерскогеолошким картирањем терена, истражним бушењем и лабораториским геомеханичким испитивањима) дефинисан је геотехнички модел терена у непосредној и широј зони активираниог клизишта.

Према резултатима истраживања и испитивања, терен на коме је настало клизиште прекривају прашинасто - песковите глине (d^{gp}), делувијалног порекла, утврђене дебљине 2,5 - 4,0 m. Основу терена, изграђује дијабаз - рожначка серија, врло хетрогеног састава. Повлатни део ове серије, дебљине до 2,0 m је ослабљена зона захваћена процесима физичко-хемијских измена, изграђена од заглињених пескова са полузаобљеним и незаобљеним одломцима рожнаца и пешчара, cm величине, (J₃^{2,3*} DR^{gp,P,Ps}). Дубљи делови ове серије изграђени су од прашинасто - песковите дробине пешчара, лапораца и кречњака (J₃^{2,3} DR^{Ps,Lc,K}), која представља добро носиву и стабилну подлогу.

Клижење се одвија дуж контакта прашинасто п сковитих глина (d^{gp}) и заглињених пескова са дробином (J₃^{2,3*} DR^{gp,P,Ps}). Клизна зона је формирана на дубини 3 – 5 m од површине терена, приказ на слици 8.



Слика 8: Карактеристични геотехнички пресеке терена

До активирања овог клизишта дошло је услед водозасићења терена, које је изазвано обилним падавинама, наглим топљењем снега и неконтролисаним приливом површинских и подземних вода, као последица нефункционалности пропуста и система површинског одводњавања пута.

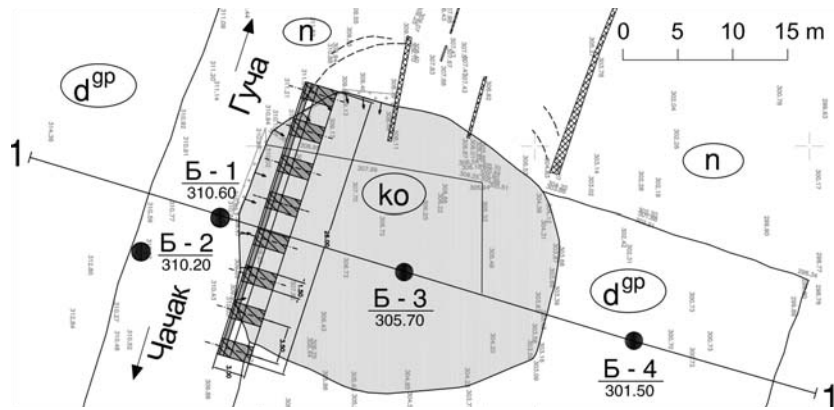
б.) Санационе мере

За дефинисани модел терена, као рационално решење санације пројектован је АБ потпорни зид дужине 36m од 10 кампада, плитко фундиран у некретаном слоју тла. АБ потпорни зид је угаоног облика са задњим и предњим препустом на константном одстојању од 4 m од осе пута, то јест уз десну ивицу пута - приказ на слици 8. Зид ће примити притиске трупа пута и обезбедити примарну стабилност природног терена и пута. Дужина задње стабилизирајуће конзоле се зависно од висине зида креће од 1.2 - 1.8 m, а њена функција је двојака. Она сопственом тежином и тежином камене насlage на њој смањује активни моменат ротације од притиска тла чиме се постиже већа стабилност на ротацију и мањи напони на темељном тлу. Друга функција је да се на њој оформи паралелна дренажа за прикупљање подземне воде и контролисано изведе из тела клизишта. Дренажа ће тиме смањити хидростатичке и хидродинамичке притиске у терену. Вода из дренаже преко отвора у АБ зиду, „барбакана“, пречника 10 cm контролисано одлази низ падину. С обзиром да је неопходно одржати улицу у функцији и спречити даље ширење процеса клизања, потребно је извршити растеређење дела падине уклањањем покренуте масе у зони активног клизишта. Растеређење падине се врши ископом. Недостајући део трупа пута надокнађује се израдом насипа од песковитог или песковито - шљунковитог материјала. Ради контролисаног одвођења површинске воде са падине изнад пута, као и воде која се слива дуж пута, због трасе пута у левој кривини, пројектован је отворени бетонски канал дужине $L = 127$ m, са леве стране пута.

4. КЛИЗИШТЕ „СПОМЕН ПАРК“

На регионалном путу Р-117 Чачак - Гуча код места „Спомен парк“ током пролећа 2005. године активирало се клизиште.

На овој локацији труп пута проведен је делом у засеку, а делом у насипу преко стрме падине и јаруге која је регулисана кроз труп пута пропустом. Услед клижења терена дошло је до оштећења и рушења насипа трупа пута, прилаз на слици 9.



Слика 9: Инжењерскогеолошка карта са положајем пошторне конструкције

Дужина клизишта је око 30 - 35 m, а ширина 20 - 25 m. Клижењем је захваћен простор од око 750 m². Запремина покренутог колувијалног материјала је око 2.300 m³.

а.) Геотехнички модел терена

Геотехнички модел терена је дефинисан на основу одговарајућих теренских истраживања и лабораторијских испитивања. Утврђено је да су површински делови терена на овој локацији изграђени од прашинасто - песковитих до песковито - шљунковитих глина (d^{pg} и d-pr^{gp,s}).

Основу терена изграђују глинци, лапорци и пешчари у наизменичном смењивању (M₂, gc, lc, pš), седименти језерског порекла миоценске старости, који представљају добро носиву и стабилну подлогу.

Клижење терена је настало по контакту прашинасто-песковитих до песковито-шљунковитих глина (d^{pg} и d-pr^{gp,s}) и водонепропусне подлоге од глинаца, лапораца и пешчара (M₂, gc, lc, pš) - приказ на слици 10.



Слика 10: Геотехнички пресек терена са положајем пошторне конструкције

Појава подземне воде је у зони клизне површине где су утврђене и јаче провлажене и стишљиве зоне.

До активирања овог клизишта дошло је услед водозасићења терена, које је изазвано обилним падавинама, наглим топљењем снега и неконтролисаним приливом површинских и подземних вода, као последица нефункционалности пропуста и система површинске одводње пута.

Површинске делове терена, до дубине од око 4 - 5 m, изграђују прашинасто-песковита глина (dI^{SP}), и јаче заглињена дробина (dI^{dr}). Основу терена изграђују изливне магматске стене хормбленда андезити (αh), које су јаче тектонски оштећене, прслинско - пукотински изделене и захваћене процесом грусификације. Степен алтерисаности стенске масе је врло висок, тако да су андезити највећим делом распаднути до дробинско - песковите масе са ређим блоковима стене.

Клизиште је активирано услед водозасићења приповршинске зоне терена као последица наглог и великог топљења снежног наноса.

Клижењем су захваћени прашинасто - песковити седименти и насип косине пута тј. клижење се одвија на контакту са делувијалном дробином и алтерисаним андезитима. Клизна површина је формирана на дубини 3,2 - 3,5 m од површине терена.

б.) Санационе мере

Геотехнички модел терена опредељује примену санационих мера. То је израда потпорне конструкције у ножици косине, која има функцију да стабилизује покренути терен и омогући израду новог насипа пута, који ће бити стабилан.

Као рационална потпорна конструкција изабрана је потпорна конструкција од армираног тла без облоге - приказ на слици 12.

Потпорна конструкција од армираног тла је ширине 5 m, висине 7 m и дужине 40 m. Пројектована је под нагибом 1,75:1,00. Армирана је пластичном геомрежом од полиетилена (PE) или полипропилена (PP) или полистирена (PET). Гео мрежа може бити једно-аксијална или двоаксијална, мора да испуни следеће услове:

- чврстоћа на затезање $\beta_z \geq 80 kN / m^1$;
- дилатација при лому $\varepsilon \leq 15\%$.

Пластична мрежа, као арматура, поставља се у масу песковито - шљунковитог тла на сваких 0,5 m. Тло које се армира пластичном мрежом мора бити од песковито-шљунковитог материјала.

Да ситнија зрна песковито - шљунковитог насипа не би пролазила кроз отворе геомреже, при збијању или касније при трајању потпорне конструкције, предвиђено је да се насип штити са спољне стране нетканим геотекстилом

Изнад потпорне конструкције предвиђена је израда насипа од песковито-шљунковитог материјала. Нагиб нове косине пута је 1:2,5. Претходно су, у аутохтоном тлу, усечене „степенице“, како би ново израђен насип стабилније био постављен на косини терена – приказ на слици 12.

Заштита косине насипа од ерозије, предвиђена је израдом вегетативног слоја дебљине 20 cm по целој површини косине насипа.

Због скучености простора између природног терена и реке Косанице, на делу у дужини 13,5 m, уместо потпорне конструкције од армираног тла предвиђено је да се уради потпорна конструкција од габиона. Потпорна конструкција од габиона има исту функцију као и потпорна конструкција од армираног тла, тј. да придржи ново изграђену косину пута. Габиони се изводе од камена у жичаним кошевима.

РЕФЕРЕНЦЕ:

[1] Архивска документација Института за путеве а.д, Београд

[2] Архивска документација ЈП „Путеви Србије“