

KLIZIŠTA KAO SAVREMENI EGZOGENI PROCESI VEZANI ZA STIHIJSKE I ANTROPOGENE PROCESSE

Sažetak: Intenzivne padavine tokom maja 2014. godine ostavile su značajne posljedice na terenu, prvenstveno u dijelu pokretanja stijenskih masa i formiranja velikog broja klizišta različitih veličina i značaja. Posljedice su vezane za uništenje infrastrukturnih, stambeno-poslovnih i privrednih objekata, obala rijeke tokova, kao i obradivih poljoprivrednih površina. Veliki broj klizišta pojavio se na terenima koji nisu predmet interesovanja uvijek, tako da nisu ni analizirana. Takođe, narušena je uslovna stabilnost nekih padina, koje su pokrenute godinu dana kasnije pojavom značajnijih padavina.

Najveći broj klizišta vezan je za linijske objekte, prvenstveno puteve od lokalnih do magistralnih. Skoro svi lokalni putevi su oštećeni u nekom dijelu, dok su oni već značajno manje ugroženi. Otvara se pitanje u kojoj mjeri su pojave klizišta u zoni puteva rezultat stihijskih prirodnih procesa, a šta je rezultat ljudske aktivnosti tokom gradnje ovih objekata. Današnji stepen istraženosti terena i održavanja puteva nije na zadovoljavajućem nivou, što je ostavilo prostora za nastanak određenih posljedica poslije intenzivnih padavina. Ipak, neophodno je ista i da su u ovom periodu oštećeni regionalni i magistralni putevi građeni sedamdesetih godina XX vijeka, kada je pristup njihovoj gradnji bio znatno kvalitetniji.

Ključne riječi: klizišta, padavine, linijski objekti, istraživanje, sanacije

LANDSLIDES AS MODERN EXOGENOUS PROCESS RELATED TO CALAMITOUS AND ANTROPOGENIC PROCESSES

Summary: Intense rainfall during May 2014 have left significant consequences on the ground, primarily in the area of moving rock masses and formed a large number of slides of different size and importance. The consequences are related to the destruction of infrastructure, residential - business and industrial buildings, river flows coasts, as well as arable agricultural lands. A large number of landslides occurred in areas that are not subject of interest to men, so they are not analyzed. It is also violated the conditional stability of some slopes, which were launched a year after the appearance of significant rainfall.

The largest number of landslides is related to the line objects, primarily from local roads to highways. Almost all local roads were damaged in some part, while those of greater importance are less threatened. The question arises to what extent the occurrence of landslides in the area of roads is a result of calamitous natural processes and what is the result of human activity during the construction of these facilities. Today's level of exploration of the terrain and road maintenance is not satisfactory, which left room for the formation of certain consequences after intense rainfall. Still, it should be noted that in this period, damaged regional and main roads are built in the seventies of the twentieth century, when access to their construction had much better quality.

Key words: landslides, rainfall, line objects, research, remediation

¹ Redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica, Naučni savjetnik Tehničkog instituta u Bijeljini, Dopisnik Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske

1. UVODNI DIO

Klizišta su savremene egzogene pojave koji utiču na geomorfološko oblikovanje površine terena, ne u tolikoj mjeri posmatrano na površinu koju zahvataju, ali u značajnoj mjeri po posljedicama koje nastaju. Prisutna su na brežuljasto brdovitim terenima, koji su često predmet interesovanja ovjeka. Uglavnom su ti tereni složene geološke građe sa padinama različitog nagiba gdje se vrši premještanje materijala usljed sile gravitacije. Procesi se kao stihijski odvijaju kontinuirano različitom intenzitetom, oblikuju i tako površinski dio terena. Interesovanjem ovjeka za korištenjem prostora, narušava se prirodna ravnoteža na terenu i aktiviraju novi antropogeni procesi koji često znaju biti intenzivniji od stihijskih procesa.

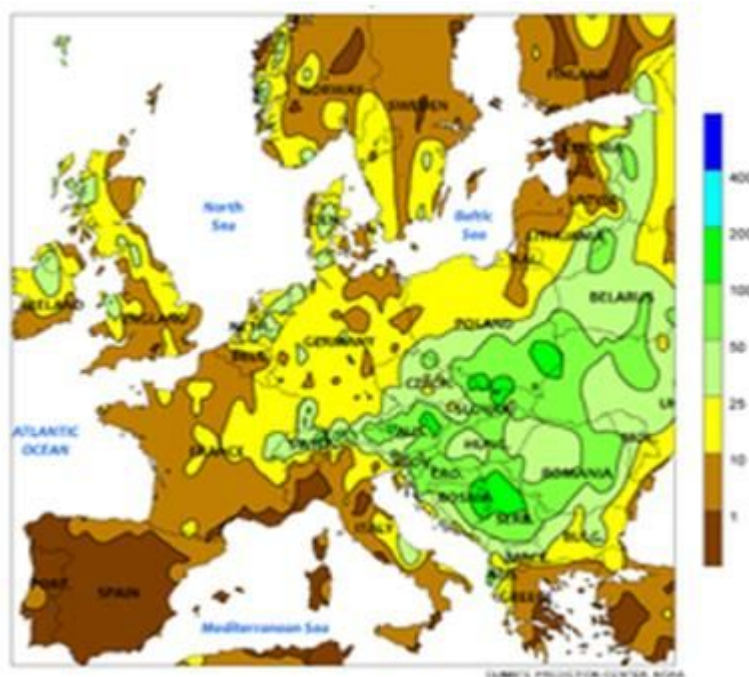
Klizišta nastala kao rezultat stihijskih procesa znatno su rasprostranjenija od onih koja nastaju usljed antropogenih procesa, ali su antropogeni procesi značajniji jer često ostavljaju veće posljedice na terenu od stihijskih procesa. Veliki broj klizišta nastao kao rezultat stihijskih procesa nije ni registrovan, posebno u dijelovima terena koji nisu predmet interesovanja ovjeka. Vremenom nakon njihovog nastanka, ona se djelimično umire i kao takva se najčešće registruju kada nastane interesovanje ovjeka za tim prostorom.

Posljedice koje se javljaju usljed nastanka klizišta su različite. Kod stihijskih procesa najčešće se dešava pokretanja stijenske mase na padinama u brdsko planinskim dijelovima terena ili neposredno pored površinskih tokova. Vremenom se ova klizišta umire, obrastu biljnim pokrivenim i kao takva ne primijete. Ovi procesi su rjeđi u urbanim dijelovima terena, te kao takvi ostaju samo u domenu registracije, ako su uopšte primijeteni. Antropogeni procesi su mnogo značajniji za razvoj klizišta, ukoliko se svaki uticaj ovjeka podvede pod ove procese. Često su pojave da klizišta nastanu na terenima gdje nije bilo uticaja ovjeka po pitanju izgradnje objekata, ali se zaboravlja na njegov indirektni uticaj, koji se ogleda kroz eksploataciju podzemne vode, sječe u šuma, obrađivanje poljoprivrednih površina ili jednostavno njegovim prisustvom na terenu u bilo kojoj sferi interesovanja. Ako se tome dodaju i klimatske oscilacije tokom godine, koje su posljednjih godina sve više prisutne, onda smo blizu nastanka teorije uspostave ravnotežnog stanja u novim prirodnim uslovima diktranim savremenim tehnološkim razvojem. U oblasti praćenja savremenih egzogenih procesa, gdje klizišta imaju najznačajniju ulogu, klimatske promjene, odnosno meteorološki faktor se pokazuje kao najznačajniji koji ostavlja posljedice lokalnog značaja, posmatrano u širem prostoru.

Intenzivne padavine tokom maja 2014., kao i februara 2015. godine ostavile su značajne posljedice na terenu, prvenstveno u dijelu pokretanja stijenskih masa i formiranja velikog broja klizišta različitih veličina i značaja. Prema podacima njemačke meteorološke službe Deutscher Wetterdienst, dato je sljedeće saopštenje: "13. maja 2014. formirano je polje niskog vazdušnog pritiska iznad Jadranskog mora kad je polarni vazduh iz srednje Evrope stigao u Mediteranski bazen. Hladne polarne vazdušne mase pomiješale su se s vlažnim, toplim subtropskim vazduhom iznad Jadrana, što je postepeno dovelo do razvoja snažnog polja niskog pritiska (ciklona). Dan kasnije ciklon se lagano premještala iznad Balkana, ali se dugo zadržala nad tim područjem. Njena energija je održavana i stalno povećavana uticajem, ali i doticajem toplijeg, vlažnog vazduha sa Sredozemlja, koji se postepeno kretao iznad hladnijeg, polarnog vazduha. Rezultat je bio u vidu ekstremnih kišnih padavina, kojima su bili pogođeni Srbija, naročito područje oko Beograda, sjeverna i srednja Bosna i Hercegovina" [17].

Nešto detaljniji pregled dao je Republički hidrometeorološki zavod Republike Srpske u Banja Luci u vidu sljedećeg saopštenja: "Tokom 11. maja 2014. godine naš region je bio pod uticajem grebena i toplog vazduha. Bilo je sunčano i toplo, ali uveče i u noć i Balkan je zahvatila dolina sa sjeverozapada i donijela kiša koja je u noć padala na sjeveru i zapadu, a 12. ujutru kiša se premještala ka centranim predjelima istoku. Bilo je i svježije. 13. je jačao novi ciklon oko Jadranskog zaliva i tokom dana je zahvatio i naš region. Uveče je na jugu, zatim i u centralnim i istočnim predjelima bilo vrlo obilnih padavina. Ovaj ciklon je nastavio da jača i održavao se iznad našeg regiona i Srbije i narednih dana. Na severoistoku Evrope nalazio se vrlo jak i proširan anticiklon koji je pravio „blokiraju u situaciju“ tj. nije dozvoljavao da se ciklon premješta ka jugoistoku, već da se tri dana održava u našem regionu. Ciklon se regenerisao i tokom tri dana je bilo vrlo obilnih padavina, ponegdje je palo i preko 200 litara kiše (Han Pijesak, Zvornik, Istočni Drvar). Manje padavina je bilo samo na jugu i na krajnjem sjeverozapadu. Ova količina padavina je dovela do katastrofalnih poplava koje su zahvatile veliki dio Republike Srpske. 17. je ciklon postepeno slabio, a kiša je polako prestajala da pada. Od 18. maja do kraja dekade vrijeme se postepeno stabilizovalo pod uticajem grebena koji se širio sa zapada i zahvatio naš region 19. maja..."[18].

Kiša koja je padala od 14.-17. maja uzrokovala je katastrofalne poplave u većem dijelu sjeverne i istočne Bosne i Hercegovine, zapadne Srbije i dijela Hrvatske u granicama područja sa navedenim državama. Količina padavina u tim predjelima su negdje bile i do tri puta veće od proseka, a u pojedinim mjestima ovaj maj mjesec je bio sa najvećom količinom padavina od kada se vrše organizovana mjerenja u Bosni i Hercegovini, slika 1.



Slika 1. Pregled intenziteta padavina u Evropi

Velike količine majskih padavina pored stvaranje klizišta, narušile su i ravnotežu terena na kojima u ovom periodu nije bilo posljedica. Veće padavine krajem februara 2015. godine, ali koje su znatno manje od majskih iz 2014. godine, samo su ubrzale procese narušavanja stabilnosti terena i stvorile nova klizišta, koja na pojedinim mjestima prevazilaze razmjere iz majskog perioda 2014. godine.

Antropogeni procesi za razliku od stihijskih često ostavljaju posljedice sa zakašnjenjem. Ukoliko narušavanje prirodne sredine nije pratilo njeno prilagođavanje novim uslovima na terenu, onda se nakon određenog vremena aktiviraju novi procesi, traže i prostora uspostavi nove ranoteže. Zbog toga je održavanje terena tokom eksploatacije objekata važan faktor ovisan o uklanjanju njegove stabilnosti uspostavljene u nekim novim uslovima.

2. KRATAK PREGLED NEKIH SANIRANIH KLIZIŠTA PRIJE MAJA 2014. GODINE

Klizišta su česta pojava na našim terenima, posebno kod gradnje određenih objekata, prvenstveno linijski kao što su putevi i pruge. Nedovoljna istraženost terena u fazi izrade projektne dokumentacije, kao i nadzor tokom izvođenja objekata, ostavljaju prostora za nastanak klizišta tokom njihove eksploatacije. Često se na pojedinim putevima pojave klizišta tokom izgradnje ili neposredno nakon izgradnje, a da putevi zvanično nisu pušteni u saobraćaj. Složeni društveni procesi koji su se odvijali na ovim prostorima, ostavili su traga i u oblasti izgradnje objekata, posebno na terenima složene geološke građe, odnosno uslovno stabilnim i nestabilnim.

Generalno se mogu razdvojiti dva perioda i to period do devedesete i poslije devedesete godine. Prethodni period je karakterisao restriktivni pristup istraživanja terena na kome se grade objekti, poštovanje i strogo zakonske propise iz ove oblasti. Rezultat toga je kvalitetna gradnja objekata i veoma mali procenat njihovog ugrožavanja od strane klizišta ili drugih savremenih geoloških procesa. Period poslije devedesetih godina karakteriše „komotniji pristup“, gdje su istraživanja stavljena u drugi plan, daju i prednost brzom izgradnji objekata. Rezultat takvog pristupa je pojava narušavanja prirodne sredine u toj mjeri da je veliki broj objekata, posebno putne infrastrukture, oštećen još u fazi gradnje ili na početku njegove eksploatacije. Majske poplave samo su ubrzale neke procese koji su bili već započeti ili se otkrivali u nekom krajem budućem vremenu.

Ipak, neophodno je istaći i da i današnji period ponekad karakteriše uspješne sanacije klizišta. Preduslov za to je da su provedena geološka istraživanja terena u zadovoljavajućem obimu, laboratorijska ispitivanja na karakterističnim uzorcima, te izvršen kvalitetan izbor parametara za laboratorijske analize. Terenski podaci daju odgovor u kojoj sredini je potrebno temeljiti sanacione objekte, a parametri laboratorijskih analiza osnov za proračune sanacionih konstrukcija. Uz kvalitetno urađenu projektatnu dokumentaciju i izvedene sanacione radove, sanirana klizišta ostala su umirena u proteklom periodu, uključujući i majske poplave 2014. i februarske 2015. godine.

2.1. Klizište na regionalnom putu Banja Luka – Aleksi i

Na regionalnom putu Banja Luka – Aleksi i, tokom izvođenja odrednih građevinskih radova na privatnom posjedu, došlo je do narušavanja ravnoteže prirodnog stanja terena i formiranja klizišta. Pokrenuta zemljana masa ugrozila je regionalni put, što je zahtijevalo brzo saniranje nastalog klizišta.

Prethodno je vlasnik parcele na blago nagnutoj padini žele i da joj promijeni nagib i privede svojoj namjeni nasuto velike količine zemljanog materijala. Time je gornji dio padine izravnao tako da je izgrađen teniski teren. Ispod terena u cilju njegove stabilnosti urađen je potporni zid, a ispod zida teren je imao blagi nagib prema regionalnom putu koji je udaljen cca 50,0 m.

Nakon prvih jesenjih kiša, a posebno u proljetnom periodu, došlo je do pokretanja padine u dijelu gdje je nasut materijal. Sa kretanjem zemljanog materijala došlo i do oštećenja izgrađenih sportskih objekata. Pokrenuta masa je oštetila i pomjerila potporni zid i sve to potisnula do regionalnog puta, pri čemu je jedan dio zemljane mase navučen na put, slika 2.

Provedena detaljna geološka istraživanja pokazala su da je na padini potpuno izmijenjena konfiguracija terena, a u dubini se promijenila njegova konstrukcija. Površinske vode su kroz pukotine ili otvorene kanale odlazile u podzemlje, a višak se zadržavao na površini terena. Podzemne vode su zbog nestog pomjeranja klizne mase mijenjale svoj pravac kretanja i narušavale cjelokupnu strukturu stijenske mase, povećavaju i tako površinu klizanja. Dubina klizanja je dosta duboko i kreće se 3,0 do 6,0 m od površine terena, gdje zahvaćen nasuti dio i dio sloja glinovito pjeskovite drobine. Zajedno se kreću preko laporovitih glina i lapora, kao i dijabaz-rožne formacije, koje čine stabilnu podlogu [2].



Slika 2. Karakteristični segmenti klizišta

Izgrađeni potporni zid nije izdržao i došlo je do njegovog oštećenja. Zid je temeljen na dubini 0,5 m u samoniklom tlu na obodnim dijelovima, dok je u centralnom dijelu temeljen u nasipu. Dimenzije zida i vrsta armature nisu zadovoljavajuće, tako da je veoma lako došlo do njegovog kidanja i odnošenja zajedno sa pokrenutom masom tla.

Sanacija klizišta izvršena je rasterećenjem padine i regulisanjem pravca kretanja podzemnih voda izradom drenaznog sistema i koji se sastoji od sabirnog drenaznog rova i dva odvodna drenazna sabirna rova, slika 3. Sabirni rov se spaja sa odvodnim rovovima, a skupljena podzemna voda u sabirnim rovovima prepušta se odvodnim rovovima koji je odvođe na površinu terena. Spoj sabirnih i odvodnih rovova je preko betonskih revizionih okana, koja su temeljena ispod kliznog sloja u nekretanim dijelovima terena u laporovitoj glini i laporu ili dijabaz-rožnoj formaciji, dok su odvodni drenazni rovovi temeljeni djelimično ispod, a djelimično iznad kliznog sloja.

Drenazni sistem je projektovan tako da ima dvojaku funkciju. Prvo, da vrši dreniranje terena, čime se smanjuje nivo podzemne vode u terenu, a time odstranjuje uticaj hidrostatičkog i hidrodinamičkog pritiska. Druga uloga drenaznog sistema je potporna funkcija, gdje sabirni rov temeljen u nekretanim dijelovima terena, a ispunjen je sa lomljenim kamenom veličine komada od 10 – 25 cm.



Slika 3. Prostorni položaj klizišta prije i poslije sanacionih mjera

Rovovi drenažnog sistema obloženi su netkanim geotekstilom tip 300, koji ima funkciju da filtrira podzemnu vodu i spriječi i zamuljivanje drenažnih rovova. Iznad drenažnih rovova postavljen je humusni sloj debljine 80 – 100 cm [11].

Navedena sanacija traje više od 10 godina i uspješno je odolijevala majskim poplavama.

2.2. Klizište na pruzi Tuzla – Zvornik

Na pruzi Tuzla – Zvornik, prije ulaska u posljednji tunel kod Karakaja prisutno je klizište na lijevoj strani. Godinama je vršena djelimična sanacija, ali bez prethodnih detaljnih istraživanja, tako da se nisu ni mogla naći odgovarajuća rješenja. Ove sanacije poput izgradnje plitkih potpornih zidova, slika 4, nisu dale adekvatne rezultate, te se stvorio mit o ogromnom klizištu. Položaj klizišta je takav da je veoma nepristupačan zbog izvođenja određenih istražnih radova, a za sanacione radove neophodno je promijeniti režim željezničkog saobraćaja.



Slika 4. Pozicija klizišta

Prevedenim geotehničkim istraživanjima konstatovano je da se klizište formira na glinenim škriljcima koji predstavljaju supstrat terena, slika 5. Veoma su podložni uticaju atmosferičke vlage. Dosta su trošni, lako se drobe, odlamaju, raspadaju, jednostavno nepovoljni u inženjersko-geološkom smislu. U krovinskom dijelu nalaze se šljunkovito-pjeskovito-glinoviti sedimenti, preko koji se nalazi humusni pokrivač, slika 5. U prirodnim uslovima su uslovno stabilni, ali pri podsijecanju padine, posebno u prisustvu atmosferskih padavina, dolazi do narušavanja prirodne ravnoteže i aktiviranja procesa klizanja [3,5,6].

Klizište je više puta sanirano pomoću plitkih potpornih zidova, ali bez detaljnih istraživanja, a rezultat takve sanacije se vidi na slici 1. Detaljnim inženjersko-geološkim kartiranjem klizišta konstatovano je sljedeće:

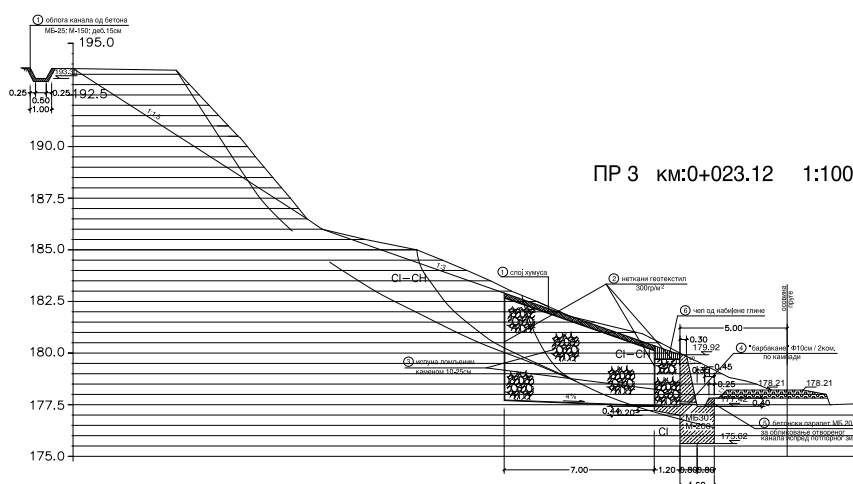
- Proces klizanja terena nastao je nakon izgradnje usjeka,
- Klizište je formirano na kontaktu glinovitih škriljaca i šljunkovito-pjeskovito-glinovitih sedimenata,
- Zonirani ožiljak klizanja formiran je najvećim dijelom u šljunkovito-pjeskovitim sedimentima, visine oko 5,0 m,
- Kosina je najvećim dijelom subvertikalna i uglavnom stabilna,
- Zonirani ožiljak formiran u glinovitim škriljcima pod nagibom 1:3 i manjim, karakteriše nestabilnu kosinu, a proces klizanja je još aktivan.



Slika 5. Degradirani dio glinenih škriljaca i kompleks grubo klasti nih sedimenata

Procesi trošenja i degradacije stijena jakog intenziteta prisutni su na zasjenoj padini koja je u kontaktu sa klizištem, kao i na otvorenim profilima okolnih padina. Uticaj atmosferilija na stijene glinovitih škriljaca koje se karakterišu anizotropijom u pogledu fizi ko-mehani kih svojstava, veoma je zna ajan, obzirom da su stijene podložne raspadanju i degradaciji posebno u pravcu škriljavosti i pukotina. Degradirane stijene lako se hemijski troše i kao takve imaju znatno niže vrijednosti vrsto e, što je uticalo na njihovu stabilnost.

Za sanaciju klizišta predložen je potporni AB zid sa zadnjom stabiliziraju om konzolom, odgovaraju ih dimenzija, slika 6. Njegova funkcija je da sprije i dalje deformisanje kosine usjeka, prima pritiske tla i prenese ih u dubinu u nekretane dijelove terena. Zid je cijelom svojom dužinom fundiran u nekretanom sloju tvdih, nisko stišljivih prašinasto-peskovitih glina. Sastavljen je od 9 kampada dužine 4,00 – 5,00 m. Spojevi izme u kampada su slobodni, kao i dilatacije kampada, što e biti omogu eno postavljanjem terpapira na bo nim kontaktima izme u kampada.



Slika 6. Potporni AB zid

Na stabiliziraju oj konzoli potpornog zida postavljen je sloj lomljenog kamena, ija je uloga da drenira teren iza potpornog zida. U cilju spre avanja ulaska mulja u kameni sloj, isti je zašti en netkanim geotekstilom tipa 300, koji ujedno ima i funkciju filtracije. Dreniranje terena vrši se i sa dva upravna rebra, koja imaju i stabiliziraju e dejstvo na kosini. Drenažna rebra, se štite od penetracije okolnog sitnozrnog tla, primjenom netkanog geotekstila tipa 300 [11]. Sakupljena podzemna voda pomo u upravnih rebra i paralelne drenaže iza potpornog zida, preko barbakana, odnosno otvora u zidu izbacuje se na površinu terena u otvoreni kanal ispred potpornog zida.

Navedena sanacija traje više od 15 godina i uspješno je odolijevala majskim poplavama.

2.3. Klizište „Polom – II“ na regionalnom putu Drinja a – Bratunac

Na putu Bratunac - Drinja a, pored rijeke Drine u naselju Polom II, aktivirano je klizište tokom izvo enja radova na asfaltiranju postoje eg puta. Put je izgra en po etkom dvadesetog vijeka duž lijeve obale rijeke Drine. U to vrijeme nisu vršena istraživanja terena današnjeg obima, ali je teren prou avan tokom gradnje puta, te put prilago avan njegovim karakteristikama. Kao takav je služio oko sto godina, kojim se odvijao saobra aj razli ite frekventnosti i optere enja, a da nije dolazilo do narušavanja stabilnosti terena.

Po etkom XX vijeka vršena je rekonstrukcija puta i njegovo asfaltiranje. Pri tome je došlo do proširenje trase i izrade kanala za odvod površinske vode, što je zahtijevalo zasijecanje padine, obzirom da put najve im dijelom prolazi

njenim podnožjem. Tako e, sa desne strane puta je ve im dijelom obala rijeke Drine koja je strma, tako da je na pojedinim dijelovima duž trase puta dolazilo do usijecanja terena, što je slu aj i kod lokacije klizišta Polom II.

Izvo enjem radove bez prethodnih istraživanja i izrade projektne dokumentacije, došlo je do narušavanja stabilnosti padine, pri emu se javio ve i broj klizišta od kojih je klizište Polom II najzna ajnije. Nakon toga pristupilo se potrebnim geološkim istraživanjima terena. Klizište je zahvatilo padinu sa lijeve strane puta i obalni dio rijeke Drine sa desne strane puta. Predstavlja jedinstveno klizište koje je ugrozilo trasu puta, kao i teren sa lijeve i desne strane.

Provedenim geološkim istraživanjima terena konstatovano je da se klizište razvilo u proluvijalnim sedimentima koji su veoma heterogenog sastava, gdje klizna ravan formirana u sloju jako zaglinjene drobine. Pripada tipu delapsionih klizišta koje karakteriše razvoj aktivnosti u noži nom dijelu, a zatim se sukcesivno širi prema hipsometrijski višim dijelovima padine. Visinsku razliku izme u ela klizišta i njegove nožice je oko 20,0 m, gdje nožica klizišta u nivou Zvorni kog jezera. Stabilnost padine je narušena usljed visokog zasjeka, što je stvaralo preduslove da se aktivni procesi prošire i ugroze stabilnost objekata u zale u [4,6].

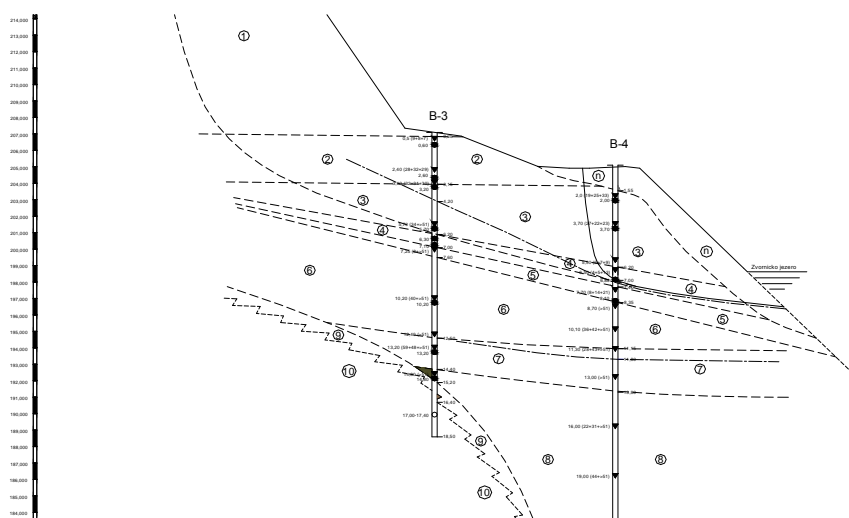
Snimanjem otvorenog profila terena i jezgra dobivenog istražnim bušenjem, izdvojeni su inženjerskogeološki lanovi po dubini:

- Zaglinjena drobina predstavljena sa odlomcima glinovitih škriljaca, pješ ara, konglomerata i podre enih metamorfisanih kre njaka, maksimalno decimetarske veli ine. Prisutna je od visokog zasjeka puta do noži nog dijela, gdje usljed zasijecanja dolazi do ispiranja procjednim vodama i stvaranja nestabilnosti koje se manifestuje klizanjem.
- Sloj jako zaglinjene drobine sa niskoplasti nom glinovitom ispunom, koje se nalazi u podtlu puta od dubine prostiranja nasipa 1,2 m do maksimalne dubine 6,5 m. Veli ina odlomaka je od 0,5 cm do decimetarskih dimenzija, što se sa dubinom pove ava. U sloju su prisutne procjedne podzemne vode koje predstavljaju me usobno nepovezane izdani i imaju negativno dejstvo na sredinu, odnosno stabilnost terena. U podinskom dijelu sloja formira se klizna ravan, gdje nožica klizišta u kontaktu sa vodom Zvorni kog jezera, slika 7. Pri tome voda kvasi glinovitu ispunu, te usljed stalnih oscilacija vrši podsijecanje i odnošenje materijala iz noži nog dijela padine, stvaraju i tako nestabilnost u zale u.

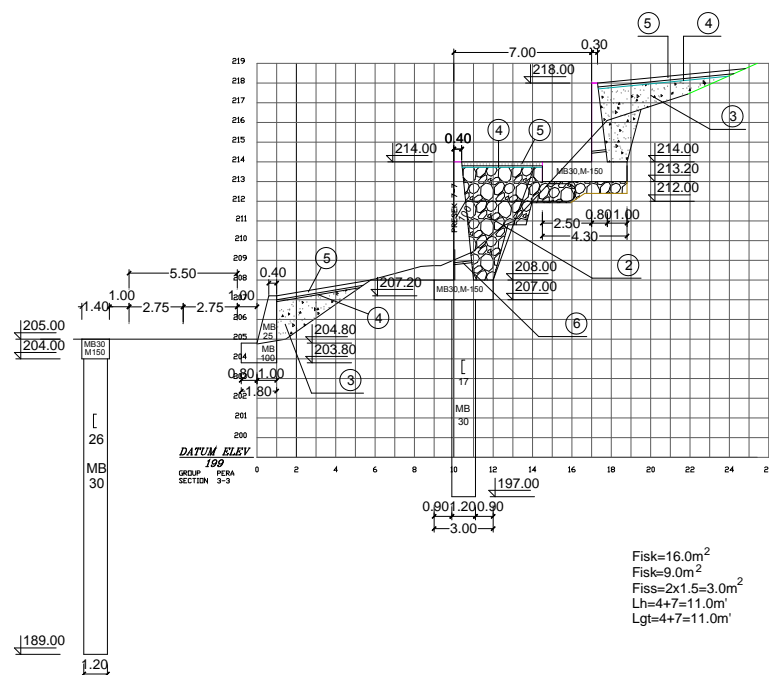
Zbog zna aja puta i stalnog širenje klizišta, primijenjene su hitne mjere za njegovu sanaciju, koja je imala dva zadatka. Prvi da sanira teren koji je pokrenut desno od puta ka rijeci Drini, kao i sam put koji je jako deformisan. Drugi zadatak sanacije je da se zaštiti vrlo visoka i strma kosina sa lijeve strane puta, koja u fazi istraživanja nije bila pokrenuta.

Rješenje sanacije klizišta za oba zadatka, vezana je za AB potpurnu konstrukciju od bušenih šipova, slika 8. Prva potporna konstrukcija sa desne strane puta prema koritu rijeke Drine, postavljena je tako da sanira pokrenute stijenske mase i predstavlja donju potpurnu konstrukciju. Druga potporna konstrukcija nalazi se sa lijeve strane puta i štiti strmu kosinu, koja još nije pokrenuta. Obezbjede njem njene stabilnosti, zaštiti ena je stabilnost puta, kao i objekati iznad kosine.

Potporne konstrukcije sastavljena je od AB bušenih šipova, dužine 10,0 m, pre nika 1,2 m, raspore enih na me usobnom rastojanju 2,0 – 2,5 m. Šipovi su armirani rebrastom armaturom (RA 400/500-2), ura eni od betona MB 30 koji je otporan na dejstvo mraza M-150, a povezani su gredom koja im daje monolitnost. Šipovi su uklješteni u neketani dio terena na dubini ispod 7,0 – 8,0 m od površine terena, odnosno kolovoza. Iza stuba potporne konstrukcije ura ena je ispunu od lomljenog kamena, koja ima ulogu da drenira podzemne procijedne vode koje dolaze sa padine i da ih putem otvora na stubu odvede na površinu terena [1,10,12,13].



Slika 7. Popre ni geološki profil terena: n) nasip; 1,2,3,4,5,6) drobina zaglinjena pjeskovita; 7) pijesak šljunkovit, zaglinjen; 8) šljunak pjeskovit; sivi silifikovani pješ ari, konglomerati, škriljci-supstrat



Obzirom da je kosina sa lijeve strane brda veoma visoka od 15,0 – 19,0 m, te da bi ona ostala u ravnoteži, pored izrade AB stuba potporne konstrukcije sa veznom gredom, urađen je i gornji potporni zid, dužine 46,0 m. Sa injen je od deset kampada dužine 4,0 m i dvije kampade dužine 3,0 m. Potporni zid je ugaonog tipa, fundiran plitko u ispunu od kamena, koja je postavljena iza AB stuba. Zid je urađen od materijala istih karakteristika kao prethodne konstrukcije.

3. KRATAK PREGLED NEKIH KLIZIŠTA NASTALA TOKOM MAJA 2014. GODINE

Nedovoljna istraženost terena i brza gradnja objekata ostavljaju padinu u takvom stanju da zavisi od atmosferskih padavina. Kako je intenzitet padavina na ovim prostorima različit tokom godine, to se povremeno i klizišta tako pojavljuju, što ne predstavlja neke poteškoće za brze sanacije, koje najčešće i traju do pojave novih padavina. Majske padavine koje su bile regionalnog karaktera, narušile su ravnotežno stanje na velikom broju padina, što se manifestovalo stvaranjem klizišta i ugrožavanjem objekata. U ovim uslovima brze sanacije su korištene, ali ne da bi se postigao efekat stabilnosti terena, već osposobljavanje objekata za privremeno korištenje.

3.1. Klizište na putu Knežica-Slabnja, mjesto Dizdarlije, opština Dubica

Predstavlja jedno od karakterističnih klizišta duž regionalnih puteva, koji su brzo izgrađeni sa malim stepenom istraženosti terena. Padina je kao uslovno stabilna generalno održavala ravnotežno stanje iako je ranije već podležela tokom izgradnje puta makadamskog tipa. Blaži nagibi pri zasijecanju u gornjem dijelu padine, postavljeni kanali i propusti za odvod površinske vode u niže dijelove do lokalnog potoka, godinama su održavali padinu u ravnotežnom stanju [8,9].

Proširivanjem trase puta i njegovim asfaltiranjem, stvoreni su uslovi za intenzivniji saobraćaj, ali je narušena uslovna stabilnost padine i nije prilagođena na nove uslove. Već prve značajnije padavine narušile su stabilnost padine, kako u dijelu iznad puta, tako i dijelu ispod puta do lokalnog potoka, slika 9. Klizište je povremeno sanirano nasipanjem materijala u donjem otkinutom dijelu puta ili pobijanjem drvenih talpi koje nisu dale traženi efekat, jer se iste nisu mogle pobiti u stijenske mase supstrata, predstavljene pješćarima i laporima.

Klizištem je zahvaćena lokalna cesta u dužini 30 m, kliznim deformacijama zahvaćen je trup puta, odnosno jedna cijela i dio druge saobraćajne trake u širini od 0,7 m. Klizište je konsekventnog tipa, nastalo u materijalima nasipa i eluvijalno-deluvijalnog pokrivača na kontaktu sa osnovnim stijenskim masama koje čine pješćari i lapori. Položaj klizišta sa seonim ožiljkom visine 0,8 m zahvatilo je putnu komunikaciju, a nožica klizišta nalazi se u dnu padine koju podlokava tok potoka. Klizište je dužine 120 m, širine u seonom dijelu 30 m, a u nožnom 20 m. Dubina do klizne ravni je nepoznata dok se ne istraži, ali se može pretpostaviti da je na dubini oko 6-7 m.

Značaj klizišta zahtijeva njegovu sanaciju u mjeri kontinuiranog odvijanja saobraćaja i održavanja stabilnosti u uslovima novih padavina. Sanacija obuhvata kompletno posmatranje padine iznad i ispod puta sve do lokalnog potoka. Za to su neophodna detaljna geološka istraživanja u pogledu prisustva pojedinih litoloških članova, njihovih geomehaničkih karakteristika i sklonosti razvoju geoloških procesa u različitim klimatskim uslovima.



Slika 9. Klizište na putu Knežica – Slabnja

3.2. Klizišta u naselju Suljendi i, opština Srebrenik

Generalno naselje se prostire na uzvišenom odnosno vododelničkom dijelu terena, koji površinske vode odvodi u dva različita lokalna sliva. Obje padine su uslovno stabilne, a njihova stabilnost se djelimično narušava prisustvom objekata u njihovom gornjem dijelu, uticajem atmosferskih padavina i visokih temperatura, te povremenim inženjerskim aktivnostima. Velike količine padavina tokom maja, objedinile su sve navedene faktore, koji su zajednički proizveli narušavanje stabilnosti padina i aktiviranje klizišta šire razmjere, ugrožavajući tako vitalne objekte lokalnog karaktera [8].

Klizište u naselju Suljendi i nalazi se neposredno ispod individualnih stambenih objekata i prostire se niz padinu koritastog oblika, slika 10. Širina klizišta je 150 m, ravnomjerno podijeljena na lijevu i desnu stranu od ulegnuća padine. Dužina klizišta je 200 m. Seoni ožiljak je 40 m ispod objekata, a naobojoj strani 10 m. Iznad ožiljaka do objekata padina je veoma strma, sa mogućnošću u razvoju klizišta u zaleđu, što može dovesti do ugrožavanja za sada stabilnih objekata.

Klizište se nalazi u pokrivaču i još je aktivno. Tijelo klizišta je sa strmim nagibom i dosta sekundarnih ožiljaka u srednjem i donjem dijelu. Sva pokrenuta stijenska masa u srednjem i donjem dijelu tijela klizišta je "zgužvana" i pritiska donji dio uslovno stabilne padine. Ispod donjeg dijela klizišta, odnosno njegove nožice na udaljenosti oko 50 m nalazi se lokalni put koji prolazi iznad gusto izgrađenih objekata.



Slika 10. Klizište u donjem, srednjem i gornjem dijelu

Klizište je takvih razmjera da je teško pristupiti njegovoj sanaciji, ali je neophodno uraditi privremene mjere zaštite padine od dotoka podzemnih voda iz objekata koji se nalaze na vrhu padine. Tako e, pojedine dijelove padine rasteretiti, poravnati “zgužvane površine” i zatvoriti stvorene pukotine, kako bi površinske vode od strane padavina ili topljenja snijega brže odlazile u hipsometrijski niže diejlove, odakle bi se kanalima dalje odvodile izvan zone klizišta.

Klizište u naselju Suljendi i, druga strana padine se nalazi na strmoj padini u pokriva u koga ine ilova aste gline, šljunkovi i pješ ari sa nepravilniim oblucima do 30 cm. Na gornjem dijelu padine iznad eonog ožiljka nalazi se nekoliko objekata, dok se donji dio sužava ka potoku. Na drugoj strani potoka nalazi se lokalno mezarje. Širina klizišta je 80 m, a dužina 120 m, ljevkastog oblika sa suženim dijelom ka potoku.

eoni ožiljak je veoma strm, visine do 3,0 m, a tijelo trbušastog oblika sa ve im brojem sekundarnih ožiljaka, otvorenih pukotina i manjih depresija koje skupljaju vodu, slika 11. Donji dio klizišta je na granici livade i šume, a dalje se sužava ka potoku sa usjekom širine 5,0 m, duž koga se voda drenira iz klizišta.



Slika 11. Ožiljci u gornjem i srednjem dijelu klizišta

Klizište ugrožava nekoliko objekata koji se nalaze na gornjem dijelu padine, zatim lokalni potok. U slu aju daljeg pokretanja stijenske mase do i e do zatvaranja potoka i stvaranja akumulacije vode, koja zavisno od visine budu eg nivoa može ugroziti lokalno mezarje na drugoj strani padine.

Obzirom da je klizište ve ih razmjera, neophodna su detaljnija istraživanja padine za koja se postavlja objektino pitanje opravdanosti. Ipak, neophodno je zaštititi padinu od neželjenih voda iz individualnih objekata, te zatvoriti sve

pukotine na sekundarnim ožiljcima i postaviti odvodne kanale za skupljanje površinskih voda i njihovo odvođenje izvan klizišta. Pošumljavanje ugroženog dijela padine pruži njenu dugoročnu zaštitu.

Klizište u naselju Suljendi i, put za naselje predstavlja veliko klizište, koje se nalazi u pokrivu, pokrenuto duž blago nagnute padine u pravcu njegove ose i nešto strmijim nagibom na bočnim stranama. Klizište je zahvatilo lokalni put i presjeklo ga u gornjem dijelu, a potpuno uništilo niz padinu. Širina klizišta je 100 m, a dužina 200 m. Bočni ožiljak klizišta nalazi se 80 m iznad presjeka lokalnog puta. Visina ožiljka je 10 m, a tijelo klizišta karakteriše stepenasti pad sa ožiljcima oko 1,0 m, slika 12. Bočni ožiljak ispod puta je dosta strm, visine 2,0 m i udaljen oko 2,0 m od zida kojim je ograničen stambeni objekat.



Slika 12. Bočni i bojni ožiljak

Klizište je iznad puta djelimično sanirano kamenim nabačajem, a put koji se prostire do dna padine je popravljen sa kamenim i šljunanim materijalom. Duž trase puta urađena je drenaža širine 1,5 m, dubine u gornjem dijelu padine odakle put počinje 7,0 m, a u donjem dijelu 1,5 m. Cijelom dužinom drenažni kanal je kopan do laporaca kao osnovne stijene. Po sredini puta, odnosno duž drenažnog kanala postavljeni su šahtovi koji imaju stabilizirajućeg i karakter, ali i ulogu daljeg odvođenja vode. Drenaža je aktivna, prikuplja vodu i odvodi je dalje izvan klizišta.

Tokom brze sanacije klizišta, zaustavljeno je dalje kretanje stijenske mase, ali je ostala neravna površina na srednjem i donjem dijelu tijela klizišta. Neophodno je ukloniti višak zemlje koji opterećuje tijelo klizišta, te izvršiti ravnjanje površine terena, izradu dodatnih kanala za prikupljanje i brzo odvođenje površinske vode izvan klizišta.

3.3. Klizišta u naselju Kutlovac, opština Modriča

Karakterističan primjer nastanka klizišta na uslovno stabilnoj padini je klizište u Kutlovac opština Modriča. Posmatramo teren u prirodnim uslovima predstavlja jednu depresiju koju odvaja lokalni potok. Iznad potoka na obje strane se razvija padina gusto obrasla šumom. Na desnoj strani potoka, odnosno na vrhu padine pruža se lokalni put, pored koga se nalazi jedan stambeni objekat [8].

Padina između objekta i potoka je godinama bila uslovno stabilna, a njenu stabilnost je održavala gusto obrasla šuma. Vremenom je drveće sjeeno, što je postepeno ugrožavalo taj dio padine. Danas kada je padina potpuno ogoljena, njena stabilnost je narušena u toj mjeri da se klizište od lokalnog potoka proširilo do samog stambenog objekta, slika 13.



Slika 13. Položaj u odnosu na bojni ožiljak

Nagib padine je oko 20 – 25⁰, dužina klizišta oko 80 m, a širina oko 200 m, a ožiljak visine i do 2,0 m, puno sekundarnih ožiljaka, lokalnih depresija i pukotina različitog tipa po veličini i dubini. Razvoj klizišta je bio postepen. Kako se šuma sjeckala, ostajala je ogoljena padina koja se nije obrađivala. Tokom ljetnjeg perioda i visokih temperatura stvarane su otvorene pukotine, koje se tokom zime ne zatvore. Majске padavine su te pukotine natopile vodom i razorile strukturu glinovito pjeskovitih slojeva, što je dovelo do narušavanja njihove stabilnosti i pokretanja stijenske mase, odnosno nastanak klizišta.

Druga strana padine sa lijeve strane potoka također pripada uslovno stabilnim padinama. Za razliku od nevedene padine, ona je obrasla drvećem, nema izraženih pukotina, niti tragova narušavanja njene stabilnosti.

Navedena padina je primjer kada se od uslovno stabilne padine, određenim ljudskim zahvatima naruši njena prirodna ravnoteža i stvori klizište takvih razmjera ija sanacija prevazilazi vrijednost ugroženih objekata. Radi sprečavanja daljeg širenja klizišta u zaleđe neophodno je teren izravnati i sve pukotine zatvoriti, kako bi površinska voda brže odlazila do lokalnog potoka, te izvršiti pošumljavanje ove padine.

3.4. Klizišta u naselju Podgora – Donji Trišići, opština Lopare

Majске padavine 2014. godine uzrokovale su nastanak velikog broja klizišta, koja su ugrozila najviše putne saobraćajnice i individualne stambene objekte. Klizišta koja su nastala u neurbanim dijelovima terena nisu analizirana. Šteta načinjena pojavom klizišta još uvijek se ne može u dovoljnoj mjeri procijeniti. Ukupno je registrovano 1514 klizišta na teritoriji opštine. Tokom februara 2014. godine, kada su također bile značajne padavine, evidentirana su nova klizišta, a neka postojeća se proširila. Izdvojeno klizište je samo jedno od velikog broja klizišta i pripada grupi klizišta velike razmjere [8].

Klizište se nalazi na strmoj padini u pokriću u koji je izgrađeno od ilova astih glina sa prisustvom šljunkovito pjeskovitog materijala. Valutice šljunka su veličine i do 20 cm, zaobljenog do oštrog oblika. Širina klizišta je promjenljiva od 60 – 100 m, a dužina 120 m. Prostorno je nepravilnog oblika, obzirom da je ranija morfologija terena bila nepravilno zatalasana. Pokretanjem stijenske mase, zahvaćena je šira padina, formiraju i pri tome potpuno nepravilnu geomorfološku površinu u okviru granica klizišta sa dosta ožiljaka, pukotina, depresija, strmih nagiba, slika 14.

U gornjem dijelu klizišta je lučnog oblika, sa ostrim konusnim i bočnim ožiljcima, visine 1,0 m, a koji se kaskadno spuštaju ka srednjem dijelu tijela klizišta, koje je trbušastog oblika, dosta "izgušvano" sa ostrim konusnim ožiljcima i širokim pukotinama do 30 cm. Na tijelu klizišta se nalazilo nekoliko objekata koji su djelimično do potpuno uništeni. Tako i na jednom dijelu tijela klizišta ostala su dva objekta neoštećena iako su kretana zajedno sa klizanjem terena. Donji dio klizišta karakteriše ponovo strmi nagib na koji je navučena pokrenuta stijenska masa, koja u slučaju većih kiša može nastaviti dalje kretanje niz padinu, šire i granice klizišta.



Slika 14. Konusni i bočni ožiljci, srednji i donji dio klizišta

Klizište je takvih razmjera da je otežano njegovo saniranje, a nema većih značajki sa aspekta prisustva infrastrukturnih i stambeno poslovnih objekata. Ipak, padina na kojoj je razvijeno klizište, mnogo je već i prostire se do regionalnog puta. Zbog toga je neophodno primijeniti ograničene mjere sanacije u cilju sprečavanja daljeg širenja klizišta.

4. DISKUSIJA

Kratki pregled uspješno saniranih klizišta i klizišta nastalih tokom majskih poplava, pokazuje da su nova klizišta rezultat loše izgradnje objekata, odnosno upravljanja objektima nakon njihove izgradnje. U kojoj mjeri su loša gradnja, nadzor nad gradnjom ili održavanje objekata u funkciji vremena njihove eksploatacije uticali na pojavu klizišta uz prisustvo ekstremno velikih padavina teško je odvojiti. Ipak dobro istražena i sanirana klizišta na navedenim primjerima uspjela su odoliti uticaju prirodnih pojava, koje se ne dešavaju često.

Kroz neke primjere može se jasno uočiti da slaba istraženost terena, povlači za sobom loše projektovanje, a time i sanaciju terena koji ugrožava određene objekte. Ako se ima u vidu i loše održavanje objekata tokom njihove eksploatacije, onda se pojave nastale poslije majskih poplava 2014. godine ne mogu smatrati da su isključivo vezane samo za ekstremne padavine.

Intenzitet pojave klizišta prije i poslije maja 2014. godine je različit. Znatno manje su bila prisutna klizišta u ranijem periodu, ali su stvoreni uslovi za nastanak klizišta u nekom budućem vremenu, obzirom da se tokom korištenja prostora kao prirodne sredine, nisu stvorili uslovi za njeno stabilno održavanje u funkciji vremena. Zapušteni kanali, neobrađeno zemljište u zaleđu i donjem dijelu padine, sječa šuma, eksploatacija šljunka i kamena, te jednostavno ostavljanjem zemljišta kao prirodne sredine da se o njemu niko ne brine, uzrokovalo je navedene posljedice. Ako se detaljnije analizira, onda se uočava da poslije skoro svakih kiša ili topljenja snijega u proljeće, dolazi do pojave klizišta, najčešće pored linijskih objekata ili u naseljenim mjestima gdje dolazi do nekontrolisanog ispuštanja vode iz stambenih objekata u tlo kao prirodnu sredinu.

U kojoj mjeri stihijski procesi ili inženjerske aktivnosti utiču na pojavu klizišta teško je dati pravu ocjenu. Veliki broj klizišta nastane kao rezultat stihijskih procesa u dijelovima terena koji nisu interesantni za aktivnost čovjeka, pa kao takva često ostanu nezapažena. Znatno više interesovanje se pokazuje za terene na kojima se nalaze određeni objekti. Na svakom mjestu inženjerskih aktivnosti odnosno djelovanja čovjeka nastaju antropogeni procesi, različitog uticaja. Istraživanja terena neophodna za takve objekte su upravo za tu svrhu da ukazu na karakteristike terena i eventualne mogućnosti razvoja određenih procesa koji će dovesti do narušavanja stabilnosti terena.

5. LITERATURA

1. Bowles, J.E. (1996). *Foundation Analysis and Design*. Fifth edition. McGraw-Hill.
2. „...“ (2008).
3. ... (2008).
4. ... „GNP 2008, ...“.
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...
11. ...
12. ...
13. ...
14. ...
15. ...
16. ...
17. ...
18. ...