



CIVILNA ZAŠTITA

GODINA I

JANUAR/SIJEČANJ 2003.G.

BROJ 1



KLIZIŠTA



CIVILNA ZAŠTITA

GODINA I

JANUAR/SIJEČANJ 2003.G.

BROJ 1

SADRŽAJ

Zdenko Tadić, dipl.ing strojarstva

Uvod 5

Mesud Tanović, dipl. ing. teh.

Praktički aspekt problematike klizišta na području Tuzlanskog kantona 6

Prof.Dr. Sejfudina Vrabac

Osnovni uzroci pojave klizišta na području Tuzlanskog kantona 7

Doc.Dr. Ibrahim Čačković

Klizišta Tuzlanskog kantona 9

Mr.sci. Rajhana Redžepović,

Mr.sci. Zijad Ferhatbegović

Poznavanje i sanacija klizišta 15

Amer Džindo, dipl.ing.geol.

Hitne - interventne mjere na klizištima, karakteristika, primjena i opravdanost 23

Prof.Dr. Milan Stević

Sanacija klizišta "Pasji grob" na putu Kalesija - Sapna 29

Civilna zaštita - Glasilo Kantonalnog štaba Civilne zaštite Tuzla

Izdavač - Kantonalni štab Civilne zaštite Tuzla

Godina 1 januar/siječanj 2003. g. Broj 1

Glavni i odgovorni urednik : Zdenko Tadić

Uredništvo : Zdenko Tadić, Nurija Porobić, Esad Zubanović, Mesud Tanović, Benedin Pejić
i Minka Salkić

Adresa : Bosne srebrene 31, telefon/fax : 00 387 35 28 23 01

Kompjuterska obrada : Ozren Božanović

Štampa : Data Print Živinice

Glasilo izlazi kvartalno i po potrebi. Tiraž 500 primjeraka

Zdenko Tadić, dipl. ing. strojarstva

UVOD

Poštovani čitatelji,

Stručno – edukativno savjetovanje, na temu klizišta, po mnogo čemu jeste značajan događaj na području Tuzlanskog kantona kada je u pitanju ne samo civilna zaštita.

Savjetovanje je okupilo najmeritornije eksperte sa područja TK koji se profesionalno i po drugim osnovama bave prirodnim fenomenom klizanja tla koje je tako prisutno na području TK. To je prilika da od onih koji to sigurno najbolje znaju saznamo sve o tom fenomenu koji u kategoriji prirodnih nesreća na svim općinama TK svake godine napravi milijunske štete.



Ovo je važan trenutak i za strukture civilne zaštite i njihove članove kojima se prvo obraćaju građani i koji prvi pokreću mehanizme zaštite. Zbog toga pripadnici civilne zaštite u primjeni mjera zaštite i spašavanja ljudi i materijalnih dobara trebaju biti osposobljeni da na vrijeme uoče znakove koji najavljuju pojavu klizišta kako bi blagovremeno djelovali u zaštiti ljudi i imovine ali i u iniciranju preventivnog djelovanja odgovornih u općinskim organima vlasti. Isto tako odgovorni u općinskim organima vlasti osiguranjem neophodnih sredstava i preventivnim djelovanjem u nastanku klizišta mogu spriječiti ili ublažiti razornu moć klizišta i tako napraviti ogromne uštede u štetama na privatnoj i društvenoj imovini. Svi oni trebaju biti educirani i osposobljeni za kvalitetno suprotstavljanje fenomenu klizanja tla.

Savjetovanje će sigurno poslati poruku najodgovornijim u svim razinama vlasti od općinske do kantonalne da je potrebno promijeniti odnos prema toj pojavi.

To se može učiniti opremanjem stručnih institucija i organa odgovarajućom opremom za detaljno snimanje terena i praćenje istog, poštrenjem kontrole i zabranom gradnje na tlu sklonom klizanju i bez odgovarajuće građevinske dokumentacije ali i planiranjem odgovarajućih finansijskih sredstava za pomoć građanima i saniranju šteta na zajedničkim infrastrukturnim objektima koje je nemoguće izbjeći.

Ova publikacija, zbornik radova koji će biti izloženi na savjetovanju, popularno nazvana Civilna zaštita i koju Kantonalni štab civilne zaštite Tuzla, koji je organizator ovog savjetovanja, pokreće treba prerasti u dokumentarno edukativno glasilo struktura civilne zaštite TK. Prvi broj je u cijelosti posvećen klizištima ali sljedeći brojevi će biti posvećeni drugim prirodnim i drugim nesrećama koji ugrožavaju ljude i njihovu imovinu ali i materijalna dobra naše zajednice.

Svakako da će to biti prilika da se afirmiraju sve pozitivne vrijednosti i ostvarenja u strukturama civilne zaštite na prostoru TK i šire.

Sve navedeno treba pomoći u podizanju odgovornosti na svim razinama vlasti i u strukturama civilne zaštite na stvaranju boljih uvjeta u primjeni mjera zaštite i spašavanja ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća.

Prirodne katastrofe na području TK čiji smo svjedoci zadnjih godina od požara, poplava, snježnih padavina i klizišta ali i nevjerojatno velike količine neeksplodiranih ubojnih sredstava i površine zemljišta kontaminiranog minama su dio naše svakodnevnice i naša dodatna obaveza.

Ovo i naredna savjetovanja će sigurno pomoći da budemo odgovorniji i uspješniji u našem poslu a novo glasilo Civilna zaštita omogućiti i obavezati na kontinuitet u tom nastojanju.

Sretno !

PRAKTIČNI ASPEKTI PROBLEMATIKE KLIZIŠTA NA PODRUČJU TUZLANSKOG KANTONA

Problematika klizanja tla kompleksan je fenomen, što zahtijeva vrlo stručan pristup kod zahvata na sanaciji klizišta, kao i efikasno i pravovremeno djelovanje kod preduzimanja preventivnih i operativnih mjera u zaštiti i spasavanju ljudi i materijalnih dobara od rušilačkog djelovanja ovog prirodnog fenomena.

Cilj ovog seminara je da se na pristupačan način prezentira vrlo složena sručna problematika klizanja tla, za članove štabova civilne zaštite koji se u svakodnevnom radu vrlo često susreću sa ovim prirodnim fenomenom, pri čemu su u situaciji da preduzimaju odgovarajuće preventivne i operativne mjere u zaštiti i spasavanju ljudi i materijalnih dobara.

Prema podacima sa kojima raspolaže Kantonalni štab civilne zaštite Tuzla, koji su dobijeni snimanjem stanja na terenu na području Tuzlanskog kantona, trenutno je registrovano ukupno 1.479 klizišta i odrona, od čega je 478 aktivnih, a 1.001 klizište je u fazi mirovanja. Klizištima je zahvaćena površina od 896 ha.

Najviše klizišta registrovano je na području općina Tuzla – 324, Lukavac – 209, Gračanica – 161 i Srebrenik – 151 klizište.

Klizišta ugrožavaju: 8.441 stanovnika, 1.549 stambenih i 1.002 pomoćna objekta, te 9 privrednih i 162 infrastrukturna objekta (vodovodi, kanalizacija, PTT i elektroinstalacije). Nisu rađene procjene direktnih i indirektnih šteta usljed djelovanja klizišta, ali je sigurno da su one vrlo velike.

Do sada je sanirano svega 68 klizišta, od čega najviše na području općine Tuzla – 39. Planirano je da se u 2002. godini sanira 65 klizišta, za šta je, prema projektnoj dokumentaciji, potrebno 1.825.760 KM. Zbog nedostatka finansijskih sredstava ovaj plan je do sada ostvaren u vrlo malom procentu.

Područje TK najvećim dijelom ima brdovito-planinsku konfiguraciju te stoga obiluje velikim brojem nestabilnih padina, koje klizanjem tla ugrožavaju mnoge građevinske i infrastrukturne objekte, pa i čitava naselja, što direktno utiče na ugrožavanje normalnog života ljudi. U općinama sa većim brojem klizišta ugrožena je urbana i privredna struktura, a posljedice djelovanja klizišta u nekim područjima poprimaju karakter elementarne nepogode.

Uzroci pojave klizišta su mnogobrojni, a prema stručnim saznanjima koja su potvrđena u praksi, uzrok pojave klizišta, u preko 90% slučajeva, je ljudski faktor, što se ogleda u slijedećem: nepostojanje sistema za regulaciju i odvodnjavanje površinskih i podzemnih voda, neadekvatne vodovodne i kanalizacione instalacije, nepropisno izvedeni zemljišno-građevinski radovi, nekontrolisana sječa šuma, izgradnja građevinskih objekata na potencijalno nestabilnim terenima, površinska i jamska eksploatacija uglja, šljačišta, «divlje» deponije otpadnog materijala i drugo.

Sanaciji klizišta treba posvetiti posebnu pažnju. Imajući u vidu da su ukupni faktori klizanja tla i njihovi međusobni odnosi specifični za svako klizište, neophodno je, za najveći broj klizišta, uraditi inženjersko-geološke, hidrogeološke i geomehaničke istražne radove i na osnovu toga uraditi projektnu dokumentaciju, sa tehničkim riješenjem za sanaciju klizišta.

U praksi se pokazalo da nestručna sanacija klizišta ne predstavlja sigurnu i trajnu zaštitu za ljude, ugrožene objekte i druga materijalna dobra.

Na osnovu prezentiranih činjenica može se konstatovati da Tuzlanskom kantonu prijete velika opasnost od nastanka ogromnih materijalnih šteta, ako se ne preduzmu odgovarajuće preventivne i operativne mjere u cilju sprečavanja novih, kao i radi sanacije postojećih klizišta.

U vezi sa tim neophodno je:

Preduzeti preventivne mjere radi eliminisanja negativnog uticaja ljudskog faktora na pojavu novih i aktiviranje postojećih klizišta, pri čemu je neophodno aktivno djelovanje nadležnih kantonalnih i općinskih službi i organa u kontroli poštivanja propisanih građevinsko-tehničkih normi kod izgradnje građevinskih i infrastrukturnih objekata, sprečavanja bespravne izgradnje stambenih, poslovnih i drugih objekata, kao i u zakonskom sankcionisanju svih protupravnih radnji koje doprinose aktiviranju klizišta.

Pristupiti sanaciji i izgradnji instalacija za regulaciju i odvođenje površinskih, podzemnih i otpadnih voda.

Pristupiti sanaciji najprioritetnijih klizišta koja ugrožavaju stambene i druge objekte, uz prethodnu izradu projektna dokumentacije.

Prof. Dr. Sejfudin Vrabac, dipl. inž. geologije

OSNOVNI UZROCI POJAVE KLIZIŠTA NA PODRUČJU TUZLANSKOG KANTONA

Definicija klizanja i klizišta

Klizanje terena je padinski gravitacioni proces koji se manifestuje u vidu otkidanja i pomjeranja otkinutih masa preko stabilne podloge. Pod klizištem podrazumijevamo dio terena koji se pomjera ili se pomjerao niz padinu. Proces klizanja je egzodinamički i on je u direktnoj ovisnosti od geoloških karakteristika terena. Stoga je poznavanje geološke građe terena osnovni podatak za ocjenu stabilnosti padina.

Geološke karakteristike Tuzlanskog terena

Područje Tuzlanskog kantona obuhvata terene sjeveroistočne Bosne. U geotektonskom pogledu ovo područje pripada Unutrašnjim Dinaridima. Južni dio kantona nalazi se u okviru Ofiolitske zone, središnji prostor pripada Tuzlanskom bazenu, a sjeverni dio Kantona obuhvata horstantiklinorije Majevice, Trebovca kao i južni obod Posavske potoline.

U okviru Ofiolitske zone locirane su opštine Kladanj i Banovići, te južni dijelovi opština Živinice i Lukavac. U ovoj zoni preovlađuju ultrabazične stijene (lerzoliti, duniti) i serpentiniti, dok se podređeno javljaju gabri, dijabazi, spiliti i bazalti. Navedene magmatske stijene i serpentiniti asociraju sa klastičnim sedimentnim stijenama (grauvakni pješčari, glinci, breče itd.) te rožnjacima i krečnjacima. U području Banovića diskordantno preko ultrabazičnih stijena leže



slatkovodni sedimenti miocenske starosti. Predstavljeni su debelom serijom laporaca ispod koje se nalazi sloj mrkog uglja. Sve stijene u okviru Ofiolitske zone su tektonski oštećene a rasjedna tektonika u vidu parketne strukture posebno je izražena u Banovićkom ugljonosnom bazenu.

Tuzlanski bazen je u strukturnom pogledu



rovsinklinorij koji se proteže između horstantiklinorija Majevice i Trebovca na sjeveru i sprečkog dubinskog rasjeda odnosno Ofiolitske zone na jugu. Ovaj bazen obuhvata sjeverne dijelove opština Živinice i Lukavac, te područje opština Kalesija, Tuzla i Gračanica. Neogeni sedimenti Tuzlanskog bazena predstavljeni su laporcima, pješčarima, glinama, konglomeratima i krečnjacima. Glina i slabovezani pješčari dominiraju u ugljonosnim sedimentima južnog i sjevernog krekanskog sinklinorijuma, dok u drugim dijelovima Tuzlanskog bazena najveće učešće imaju laporci. U području Gračanice, pored neogenih klastita znatno učešće imaju krečnjaci paleogena i gornje krede. U okviru Sprečkog polja plioleistocenski sedimenti uglavnom su predstavljeni šljunkovima i prašinastim glinama.

Horstantiklinoriji Majevice i Trebovca obuhvataju istočni i sjeverni dio Tuzlanskog kantona. U okviru horstantiklinorija Majevice nalaze se opštine Sapna, Teočak i Čelić. Na zapadnim obroncima Majevice i u okviru tinjskog rova locirana je opština Srebrenik. Opština Brčko je na

sjevernom obodu horstantiklinorija Majevice, a opština Gradačac na sjeveristočnom obodu horstantiklinorija Trebovca. Tereni Brčkog i Gradačca ujedno predstavljaju i južni obod Posavske potoline. U geološkoj građi terena Sapne, Teočaka i Čelića prevladavaju paleogeni flišni sedimenti (glinci, pješčari, itd.). Diskordantno preko navedenih sedimenata leže neogeni litotamnijiški krečnjaci, laporci, gline itd.. Na rejonu Srebrenika zastupljen je jurski ofiolitski melanž (dijabazi, serpentiniti, pješčari, laporci, itd) i paleogeni krečnjaci. Preko ovih stratigrafskih članova diskordantno leže neogeni sedimenti (laporci, gline, pješčari i krečnjaci). U okviru rejonu Gradačca i Brčkog uglavnom su zastupljeni neogeni sedimenti (laporci, gline, krečnjaci) koji izdanjuju na južnom obodu Posavske potoline.

Uzroci koji dovode do klizanja terena

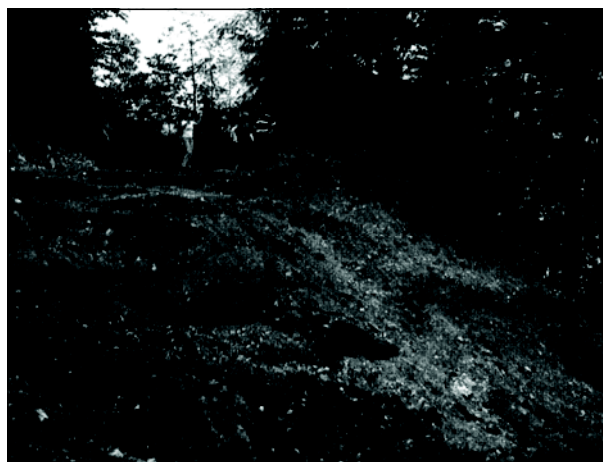
Analiza uzroka koji dovode do klizanja terena predstavlja veoma složen i odgovoran inženjerskogeološki zadatak. Naime, od tačnosti ocjene ovih uzroka ovisi i uspješnost mjera koje će se poduzeti na saniranju klizišta. Svako klizište zahtjeva odgovarajuća inženjerskogeološka, hidrogeološka i geomehanička istraživanja na bazi kojih se donose zaključci o uzrocima koji su doveli do procesa klizanja. Čest je slučaj da jedno klizište bude pokrenuto usljed više uzroka.

Za područje Tuzlanskog kantona koje se



karacteriše stotinama registrovanih klizišta svojstven je veoma heterogen geološki sastav terena sa dominacijom stijena podložnih fizičko-hemijskom raspadanju. Proces raspadanja stijen na naročito je izražen u sedimentima (laporci, gline, slabo vezani pješčari) na kojima se relativno brzo stvaraju kore raspadanja debljine 1-5

m. Ove kore trošenja tokom intenzivnih i dugotrajnih kiša, kao i naglim otapanjem snijega, bivaju natopljene velikom količinom vode što uz djelovanje gravitacije dovodi do njihovog klizanja niz padinu. Navedeni proces klizanja u znatnom broju slučajeva biva podstaknut djelatnošću čovjeka (podsjećanje i opterećenje padina, uništavanje vegetacije, pogrešno ili nedovoljno dreniranje površinskih i podzemnih voda itd). Može se reći da je preko 90% klizišta na području Tuzlanskog kantona konsekventnog tipa sa klizanjem kore raspadanja čija debljina uglavnom iznosi 1-5 m.



Aktivnosti na preventivnom djelovanju u cilju sprečavanja pojave klizišta

U cilju zaštite ljudskih života i materijalnih dobara neophodno je pristupiti planskoj izgradnji objekata baziranoj na geološkoj dokumentaciji. To podrazumijeva prije svega izradu geoloških, hidrogeoloških i inženjerskogeoloških karata razmjere 1:25000 na osnovu kojih bi se mogle definisati povoljne i nepovoljne sredine za izgradnju građevinskih objekata. Današnje spoznaje o geološkoj građi Tuzlanskog kantona baziraju uglavnom na podacima dobijenim izradom osnovne geološke karte 1:100 000 što ni u kom slučaju nije nivo za pouzdane inženjerskogeološke procjene o stabilnosti terena.

Pored navedenih geoloških karata neophodno je da svaka opština Tuzlanskog kantona ima geologa koji treba da učestvuje u inženjerskogeološkim istraživanjima terena i da daje stručnu ocjenu o uvjetima građenja na pojedinim lokacijama u okviru date opštine.

Doc. Dr. Ibrahim Čačković, dipl.ing.građ.

KLIZIŠTA TUZLANSKOG KANTONA

Uvod

Područje Tuzlanskog kantona obuhvata terene Sjeveroistočne Bosne, od Kladnja na jugu do Gradačca i Brčkog na sjeveru.

Ovo područje ima veoma složenu geološku građu i u regionalnom smislu obuhvata više litostratigrafskih zona. Svaka od ovih zona je karakterizirana dominirajućim sastavom i strukturom stijena koje ih tvore. Ovaj sastav, vrsta i struktura stijena, uslovljava i inženjersko-geološke karakteristike područja, a posebno klizišta i nestabilnost padina kao manifestacije tih karakteristika.

Na ovim terenima prevladaju relativno tanki slojevi deluvijalnog mlađeg kvartalnog pokrova, neogenski sedimenti prekonsolidirane ispucale ili relativno intaktne gline, gotovo relativno visoke plastičnosti CH. U dubljem dijelu one prelaze u jako glinaste lapore, laporovite vapnence, a katkada sa slojevima pjeskovitih naslaga ili ugljena i ugljevitih glina miocenske starosti. Debljina deluvijalnog pokrivača je različita i varira od nekoliko do desetak metara. U ovim pokrivačima se uglavnom pojavljuju plitka klizišta dubine 1,00m do 5,00m.

Na ovim terenima strukturno-tektonski odnosi uglavnom nisu složeni. Teško se otkrivaju slojne plohe, koje su najvećim dijelom s međuslojnim ravnima s niskim vrijednostima posmične čvrstoće. Te međuslojne ravni su općenito subparalelne s površinom terena i potencijalno su klizne plohe. Deluvijalni pokrov kvartala sadrži visokoplastične gline, lako do srednje gnječivog konzistentnog stanja. Parametri otpornosti pri smicanju-rezidualne vrijednosti iznose: $\varphi_r = 9^\circ - 13^\circ$, $C_r \sim 0$.

Nivoi podzemnih voda na terenima gdje nastaju klizišta su uglavnom u blizini površine terena.

Gline i glinoviti materijali u deluvijalnom pokrivaču su vodonepropusni i imaju bitnog učešća u građi padine u kojima se pojavljuju klizišta. Mogućnost akumulacije podzemnih

voda u ovim materijalima je jako mala. Laboratorijski utvrđen koeficijent vodopropustivosti ovih glina iznosi $7 \times 10^{-9} < k < 1 \times 10^{-8}$ [cm s^{-1}].

Uzroci nastanka klizišta

Padine se formiraju dugotrajnim procesima degradacije, to jest, raspadanjem osnovnih elemenata zemljane kore (čvrsti stijenskih masa) i procesima transportovanja i deponovanja produkta te degradacije, koji formiraju površinski pokrivač (tlo). Prilikom ovog formiranja, padina zauzima ravnotežni položaj, koji predstavlja rezultat djelovanja prirodnih sila, koje teže da se materijal na padini i dalje pokreće. Svako novo djelovanje na tlo, bilo prirodno ili vještački, vodi poremećaju u uspostavljenoj ravnoteži.

Prirodno djelovanje nastaje u periodu godine kada su prirodne sile koje teže pokretanju tla u svom maksimalnom intezitetu (npr. za vrijeme intezivnih kiša, pri topljenju snijega, pri dužim periodima niskih temperatura itd.) i tada dovode do pojave pokretanja većih ili manjih masa na padinama. Tako je na području Tuzlanskog kantona, u vrijeme intezivnih padavina u periodu jesen-zima 1996/1997. i u proljeće-ljeto 2001.godine proglašena elementarna nepogoda zbog aktiviranja novih klizišta.

Pored prirodni faktora, veoma je izražen i faktor nepovoljnih djelatnosti čovjeka, posebno u segmentu uređenja i kontrole oticanja oborinskih i otpadnih voda. Uočeno je da na većini aktivnih klizišta, u ovom periodu, nije došlo do promjene opterećenja ili nagiba padine (novim objektima ili radovima) nego isključivo do inteziviranja napajanja oborinskim ili podzemnim vodama, prirodnim ili vještačkim putem. Ovo dovodi do slabljenja fizičko-mehaničkih karakteristika materijala u građi padine, povećanja površnih pritisaka, što često dovodi do progresivnog loma, odnosno klizanja.

Osnovni faktor nastanka klizišta na području Tuzlanskog kantona je prisustvo površinskih i podzemnih voda, a od toga najveći broj se odnosi na nepovoljnu čovjekovu djelatnost (neuređen oticaj putnih i oborinskih voda, neuređen oticaj otpadnih voda, nekontrolisani cjevovodi sistema za vodosnabdjevanje i sl.). Uočene su česte pojave klizišta na saobraćajnicama, a glavni je uzročnik nepripremljena podloga za izgradnju nasipa, nekvalitetan materijal za nasip, nerješena odvodnja podzemnih i površinskih voda, nepravilan izbor kosina usjeka i nasipa, nepovoljno dimenzioniran tip potpornog zida, te neodgovarajuće održavanje rigola i propusta za odvodnju površinskih voda.

Tereni na kojima su nastala klizišta su u najvećem broju udoline između dvije blage kosine sa kojih kreću ne samo atmosferske padavine već i materijal nastao raspadanjem stijena iz kojih su izgrađeni.

Uočeno je da je bavljenjem ovim problemom različito rješeno u općinama TK. U većini općina je problem rješavanja lociran kod općinskih štabova CZ, dakle kada je već nas-

tao problem koji ugrožava stanovništvo i materijalna dobra. Mali broj općina, kadrovski i materijalno jačih, bavi se i preventivnim djelovanjem kroz djelatnost općinskih organa za prostorno uređenje ili upravnih organizacija. U tom manjem broju općina je i stepen istraženosti i gotovosti projektne dokumentacije za sanaciju znatno viši, iako realizacija sanacija najčešće čeka nedostajuća sredstva.

Za racionalnu i uspješnu sanaciju svakog klizišta neophodno je provesti odgovarajuća geomehanička ispitivanja. Ova ispitivanja su direktno u funkciji smanjenje troškova i povećanja uspješnosti sanacije, pa ih tako treba i tretirati. Uočeno je da se u praksi prethodna ispitivanja izbjegavaju, a posljedice su višestruko skuplje uz neodgovarajuće mjere sanacije. Ovakva istraživanja treba da izrade specijalizovane institucije, uz kontinuirano obezbjeđenje potrebnih sredstava.

Opasnost i štete od klizišta

Na području Tuzlanskog kantona je svake godine evidentna pojava nastanka novih klizi-

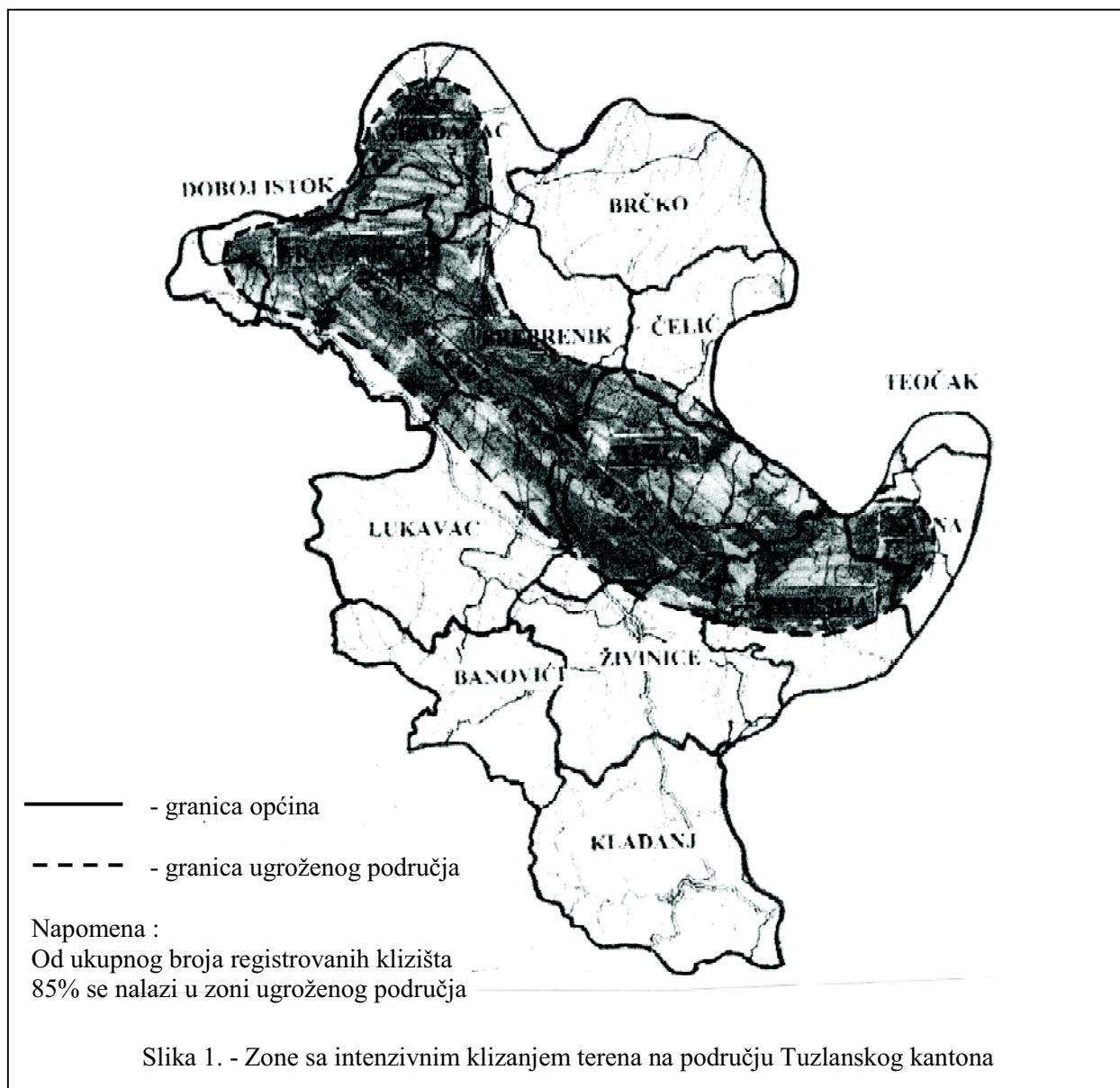
Red. br.	OPĆINA	Broj klizišta juni 1997. kom	Broj klizišta juli 2001. kom	Više klizišta 1997.-2001. kom
1	BANOVIĆI	0	34	34
2	ČELIĆ	5	24	19
3	DOBOJ ISTOK	0	16	16
4	GRADAČAC	29	39	10
5	GRAČANICA	8	105	97
6	KLADANJ	4	9	5
7	KALESIJA	8	26	18
8	SREBRENİK	11	43	32
9	SAPNA	3	15	12
10	ŽIVINICE	2	5	3
11	LUKAVAC	8	34	26
12	TUZLA	29	135	106
13	TEOČAK	1	19	18
	UKUPNO:	119	504	385

Tabela 1. - Pregled broja klizišta po općinama na Tuzlanskom kantonu

šta, koji nakon svakog nevremena, jednostavno niču kao pečurke poslije kiše. Klizišta ugrožavaju sigurnost saobraćaja na cestama i željeznicama, degradiraju ili uništavaju poljoprivredno i šumsko zemljište, oštećuju ili ugrožavaju pojedine zgrade, naselja, privredne ob-

jekte, živote ljudi i sl.

Područje općine Tuzla je po inženjersko geološkim osobinama izrazito sklono pojavi klizišta. Mnogobrojna aktivna klizišta zadiru neposredno u urbarnu strukturu grada, njegovu okolicu, saobraćajnice i privredne objekte



(primjer klizište u naselju Grabovica, Moluhe, Badre, Medenice i sl.) Ove pojave se intenziviraju uticajem ljudskog faktora (rudna polja, šljačišta, razni iskopi za gradnju objekata, neriješenja odvodnja, sječa šuma tokom i poslije rata itd.).

Na području Tuzlanskog kantona, prema izvještaju komisije od juna 1997.godine, registrovano je 119 klizišta uzrokovanih različitim

faktorima.

Prema ovom izvještaju za sanaciju evidentiranih klizišta potrebna su sredstva u iznosu od 15.082.750,00 KM, a prema izvještaju komisije iz jula 2001.godine registrovano je 504 klizišta, a za sanaciju su potrebna sredstva u iznosu od 51.851.410,00 KM.

Pregled broja klizišta po općinama na Tuzlanskom kantonu dat je u tabeli 1.

Na slici 1. su date zone sa intezivnim klizanjem terena na području Tuzlanskog kantona.

Inženjersko - geološki i hidro - geološki modeli klizišta

Krajnji cilj inženjersko-geološkog kartiranja terena, hidro-geoloških i geotehničkih istražnih radova je definiranje inženjersko-geoloških modela (IGM), koji u osnovi predstavljaju geotehnički model (GM) klizišta, spreman za definisanje proračunskog modela (CM) klizišta.

Inženjersko-geološke i hidrološke karakteristike klizišta na području Tuzlanskog kantona su date u tabeli 2.

Aktiviranje većine klizišta je prouzročeno padom posmične čvrstoće materijala, duž neke predisponirane plohe sloma, s vršne na rezidualnu vrijednost. Incijalnu ulogu za nastanak klizišta u glinama (CH) imaju nestručne čovjekove aktivnosti pri izgradnji raznih vrsta

objekata, gdje se zasjecanjem, opterećenjem padine građevinskim objektima, promjenom režima podzemnih voda i tome slično, inicira nestabilnost prirodne padine. Na području Tuzlanskog kantona 60% klizišta je nastalo na saobraćajnicama, tačnije 35% ispod, a 25% iznad saobraćajnica.

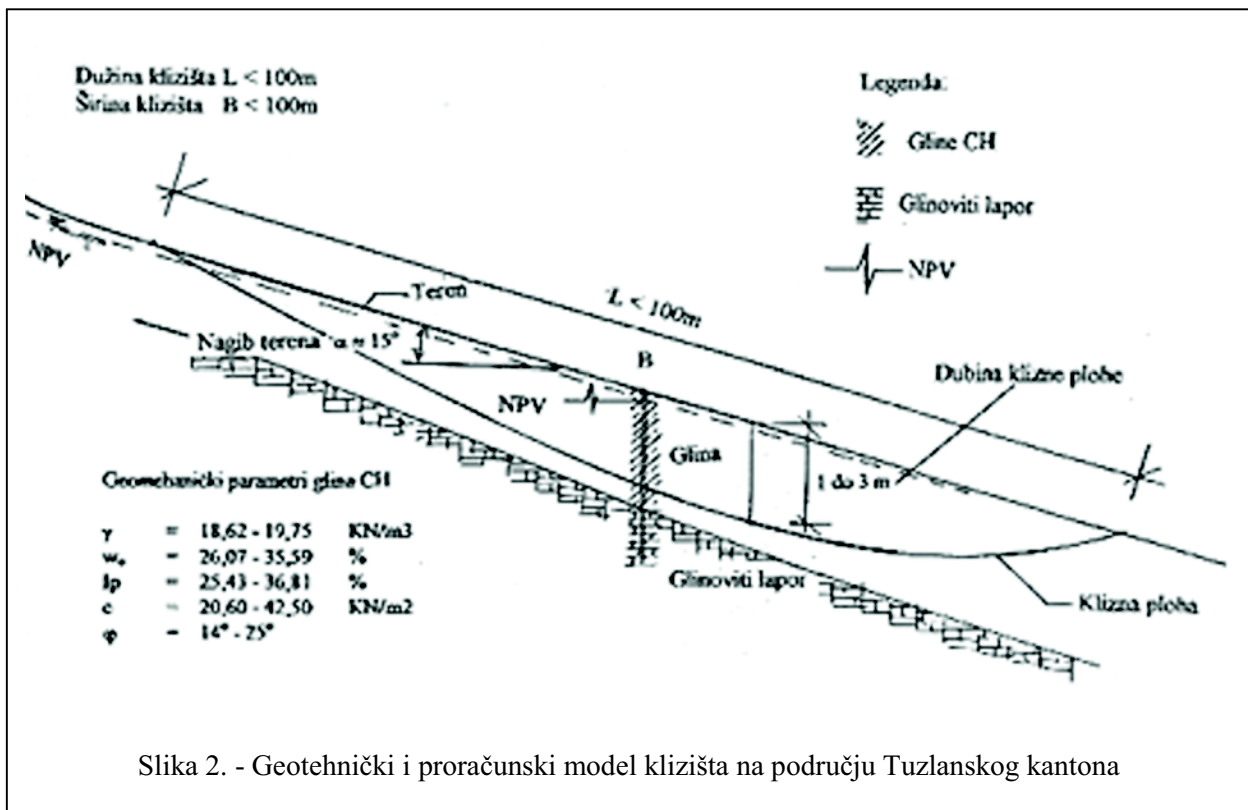
Opterećenje padine terena objektima, povećanje nagiba i rasterećenje u stopi padine uzročnik je 455 nastalih klizišta.

Oblici kliznih ploha, koji su istražnim radovima rekonstruisani i u skladu sa deformacijama uočenim na terenu i objektima, upućuju na to da su se uglavnom pojavljivala rotacijska klizanja koja dovode do razrahljivanja materijala i saturacije kliznule mase s posljedicama porasta pornih pritisaka. Na taj se način stvaraju uslovi zahvatanja klizanjem većih dijelova padine usljed trajnog provlaživanja, što kasnije dovodi i do translacijskih klizanja na padini.

Privremeno umirenje klizišta nastaje sma-

Opis pojave na klizištu	Pojava	Zastupljenost klizišta
Tip pokrenutog materijala	Koherentan materijal	84% najviše zastupljena glina CH
Veličina klizišta s obzirom na površinu	Mala i srednja klizišta	80% klizišta od 100m ² do 10.000m ²
Tip pokreta	Klizanje	79%
	Odroni	17%
Dužina klizišta	Do 200m	85%
Širina klizišta	Do 100m	80%
Dubina klizne ravni	Od 1m do 3m	60%
Oblik klizišta	Dužina veća od širine	70%
Izraženost klizišta	Jasna granica klizanja	70%
Nagib padine	5° do 32°	80%
Vegetacija padine	Livada	60%
Prirodni faktor pojave	Povećanje vlažnosti	81%
Oblici pokrenute mase	Rotacijsko-translacijsko	80%
Brzina pokreta	Polagana	65%
Prognoza klizišta	Tendencija ka širenju	60%
Potreba za sanacijom	Neophodna i neodložna	80%

Tabela 2. - Inženjersko - geološki i hidrološke karakteristike klizišta na području Tuzlanskog kantona



njenjem piezometarskih pritisaka u dužem sušnom periodu i preraspodjelom masa. Na osnovu baze podataka od 500 klizišta može se reći da uglavnom ne postoji prirodna sklonost za trajno umirenje klizišta, pa se vještačkim zahvatima treba postići stabilizacija procesa klizanja.

Karakterističan geotehnički model (GT) i proračunski model (CM) klizišta koji su dobijeni na osnovu baze podataka (tabela 2. i 3.) na području Tuzlanskog kantona je prikazana na slici 2.

Prosječni rezultati geotehničkih laboratorijskih ispitivanja uzoraka na 30 klizišta Tuz-

lanskog kantona su u tabeli 3.

Glinoviti lapori koji se nalaze ispod naslaga gline u kojima se odvija proces klizanja po AC-klasifikaciji spadaju u srednjeplastične gline. Polučvrstog su do čvrstog konzistentnog stanja. Zapaža se tendencija povećanja čvrstoće s dubinom zalijeganja naslaga. U ovim laporima mogu se fundirati potencijalne potporne konstrukcije. Klizišta su uglavnom translacijskog tipa, sa ravnim kliznim ploham, zaobljenjem klizne plohe u nožičnom dijelu i formiranjem zatežućih pukotina u čeonom dijelu.

Red. br.	Vrsta ispitivanja	Rezultati ispitivanja	
1	Indeks plastičnosti $I_{p_{sr}}$	32,12	%
2	Vlažnost W_{sr}	30,88	%
3	Zapreminska težina g_{sr}	19,20	KN/m ³
4	Kohezija C_{sr}	31,55	KN/m ²
5	Ugao unutrašnjeg trenja j_{sr}	19° 30	

Tabela 3. - Prosječni rezultati geotehničkih laboratorijskih ispitivanja uzoraka

Zaključak

Na području Tuzlanskog kantona registrovano je 504 klizišta sa velikim materijalnim štetama. Površina zahvaćena klizištima je cca 1.069 ha, ugroženo je 704 objekata, djelimično oštećeno 161 objekat i 68 objekat srušen. Najugroženiji dijelovi općina su Tuzla, Gračanica, Gradačac, Srebrenik i Lukavac.

Površina zahvaćena klizištima	10.698.835	m ²
Ugroženo stambenih objekata	704	kom
Oštećeno stambenih objekata	161	kom
Srušeno stambenih objekata	68	kom
Ugroženo pomoćnih objekata	213	kom
Oštećeno pomoćnih objekata	57	kom
Srušeno pomoćnih objekata	33	kom
Oštećeno saobraćajnica	31.577	m ²
Vodovodnih instalacija	2.175	m
Elektroinstalacija	6.440	m

Ukupna procjenjena visina šteta nastala klizanjem terena na području Tuzlanskog kantona iznosi 6.332.380,00 KM.

	Općina	Broj klizišta
1.	Tuzla	135
2.	Gračanica	105
3.	Srebrenik	43
4.	Gradačac	39
5.	Lukavac	34
6.	Banovići	34
7.	Kalesija	26
8.	Čelić	24
9.	Teočak	19
10.	Doboj Istok	16
11.	Sapna	15
12.	Kladanj	9
13.	Živinice	5
	Ukupno	504

Broj aktiviranih klizišta na području Tuzlanskog kantona

Za cjelovitu sanaciju terena potrebna su sredstva u iznosu od 51.851.410,00 KM, a za parcijalnu sanaciju (preventivne mjere sanacije) potrebno je 10.344.570,00 KM.

Ukupni faktori klizanja i njihovi međusobni odnosi su za svako klizište specifični i to je predmet geotehničkih ispitivanja svakog lokaliteta, s ciljem definisanja odgovarajućih tehničkih mjera sanacije klizišta.

Uočeno je da je u najvećem broju, osnovni faktor klizanja prisustvo površinskih i podzemnih voda, a od toga najveći broj se odnosi na subjektivni faktor čovjekove djelatnosti (neuređen oticaj putnih i oborinskih voda, neuređen oticaj otpadnih voda, nekontrolisani cjevodi sistema za vodosnabdijevanje i sl.), a manji na objektivni faktor prirodnog hidrološkog režima.

Ovo nameće potrebu bavljenja ovim problemima i kroz preventivno djelovanje, a ne samo interventno kada su posljedice katastrofalne i često nerješive.

Za racionalnu i uspješnu sanaciju svakog klizišta potrebno je provesti odgovarajuća geotehnička ispitivanja. Ova ispitivanja su direktno u funkciji smanjenja troškova i povećanja uspješnosti sanacije, pa ih tako treba i tretirati. Svaki, pa i najmanji., propust u slijedu aktivnosti: istražni radovi - projektant - izvođenje predloženih zahvata utiče na tehničku i ekonomsku racionalnost zahvata na sanaciji klizišta s obzirom na to da klizišta predstavljaju objekte s najvećim specifičnim rizikom u cjelokupnoj djelatnosti građevinarstva.

Literatura

[1]. Čačković I., Oruč E., Smajlović S., (1997): Program o sanaciji klizišta na području TPK. Dokumentacija TK.

[2]. Komisija TK., (2001): Procjena štete nastale od klizišta na području TK. Dokumentacija TK.

[3]. Čačković I., (2000): Inženjersko-geološki i geotehnički modeli klizišta na području TK. Istraživanje i sanacija klizišta. Naučno-stručni časopis «Rudarstvo 17 i 18» Tuzla

POZNAVANJE I SANACIJA KLIZIŠTA

Uvod

Kliranje tla je već odavno naš svakidašnji problem. Obilne padavine, koje su obilježile prvu godinu novog milenija, ukazale su široj javnosti na katastrofalne i svestrane posljedice ove nepogode. Klizišta pričinjavaju poteškoće pri izgradnji raznovrsnih objekata. Štete koje klizišta izazivaju nisu zanemarljive ni u ekonomskom pogledu. Nažalost, nisu rijetki ni slučajevi sa ljudskim žrtvama.

Naša obaveza je prema tome, spriječiti i sanirati kliranje provođenjem planske gradnje, pošumljavanjem, planskom sječom stabala, zauzdanjem i kanalisanjem oborinskih voda. Nemaran i pogrešan odnos prema zakonima prirode je jedan od najčešćih i glavnih uzroka koji dovode do pojave klizišta. Ratni uslovi i velike migracije stanovništva dovele su i do bespravne gradnje tako da su klizišta dovedena u posebnu socio – ekonomsku i ekološku kategoriju ugroženim klizištem.

Pojam kliranja i klizišta

Termin "klizište" (sjelina, plazina, puzina, ruč) u geologiji u opštem smislu, obuhvata mnoštvo različitih pokreta zemljane mase niz prirodne padine i vještačke kosine. Klizišta i pokretanja masa mogu uzrokovati ljudske žrtve, uništenje materijalnih dobara ili poremećaj ljudskih aktiv-

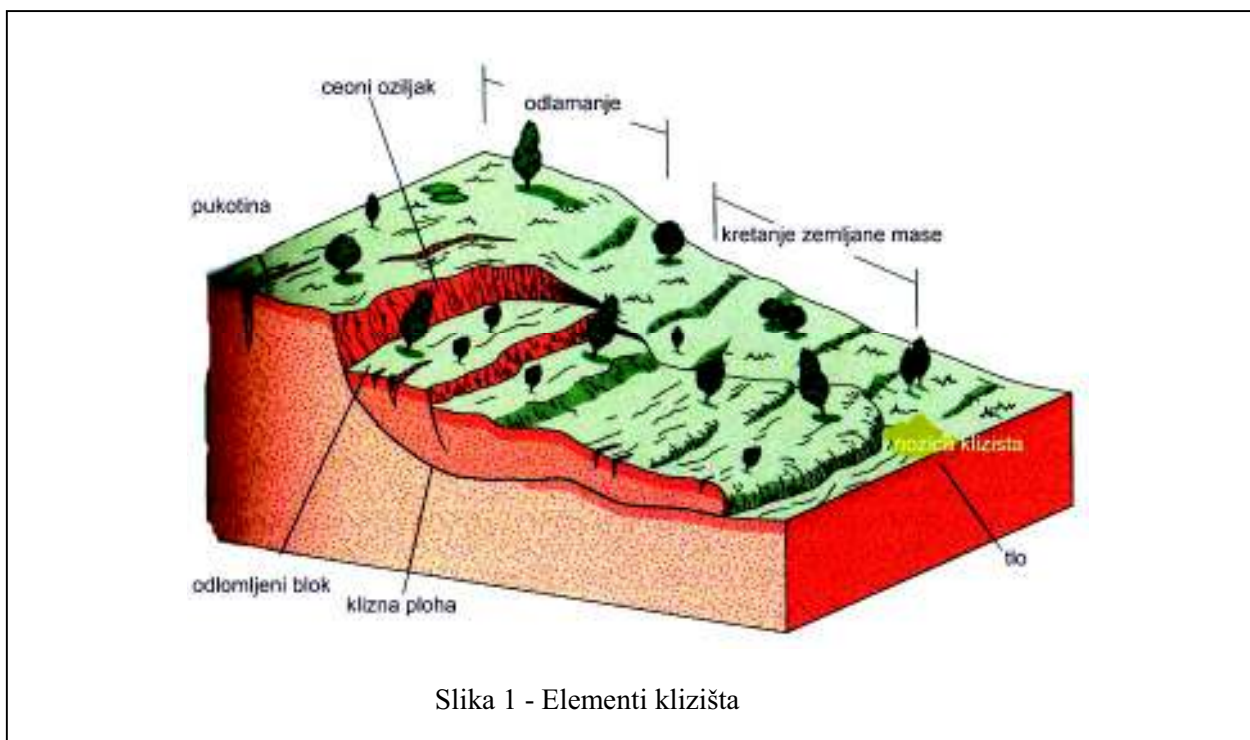
nosti.

Klizišta su tvorevine procesa kliranja i definišu se kao kretanje zemljane mase prirodne padine i vještačke kosine pod direktnim uticajem gravitacije.

Osnovni elementi klizišta (sl.1) su:

- klizno tijelo ili klizna masa (cjelokupno tlo ili stijenska masa otkinuta od svoje podloge i pokrenuta niz padinu ili kosinu),
- klizna ploha (površina koja odvaja klizno tijelo od zdrave podloge i duž koje se kreću klizne mase),
- trbuh klizišta (ispupčeni dio kliznog tijela),
- nožica klizišta (najniža točka klizne mase) i
- čeonni ožiljak klizišta (odsjek vidljivog dijela klizne površine).

Skoro sva klizišta nastaju kao posljedica narušavanja vjekovne prirodne ravnoteže na nagnutim površinama terena. Mnoga klizišta izazvana su ljudskom djelatnošću, izvođenjem zemljanih radova kojima se mijenja oblik i opterećenje, ili opterećenje površine terena, ali i drugim aktivnostima koje naizgled nemaju direktnog uticaja na ravnotežu masa. Takva klizišta mogu se spriječiti ili minimizirati šteta koju će ona izazvati kada se sistematski prouče posljedice namjeravane aktivnosti i projektuju odgovarajuće mjere za uspostavljanje



Slika 1 - Elementi klizišta

poremećene prirodne ravnoteže.

Kliženje padina može:

- ugroziti sigurnost saobraćaja na duži ili kraći vremenski period ili ga potpuno prekinuti
- zatrpati ili suziti riječna korita, izazvati poplave, ugroziti stanovništvo, imovinu i privredne djelatnosti
- degradirati ili uništiti poljoprivredno zemljište i šume na padinama
- oštetiti i ugroziti pojedine objekte i naselja, djelimično ili potpuno.

Uslovi nastanka klizišta

Kliženje tla se može desiti u bilo koje vrijeme i skoro na svakom mjestu.

Mnogi faktori dovode do pojave klizišta, a među njima su najčešći:

- povećanje nagiba padine
- promjena nivoa podzemne vode
- smanjenje čvrstoće materijala u kosini
- dodatno opterećenje padine.

Do povećanja nagiba kosine dolazi zbog:

- potkopavanja nožice kosine erozijskim djelovanjem rijeke ili bujice
- nasipavanja materijala na gornjim dijelovima kosine
- kopanja dužih zasjeka ili usjeka na donjem dijelu kosine.

Do promjene nivoa podzemne vode u kosini može doći zbog:

- porasta nivoa vode uz nožicu kosine, npr. usporavanjem vode rijeke uz njezinu nožicu
- promjene vegetacije na površini terena (krčenje šume i ogoljavanje, pretvaranje pašnjaka u oranice, voćnjake i sl.)
- većih klimatskih promjena (obilne padavine nakon dugotrajnog sušnog perioda)
- loše dreniranih površinskih voda, nekontrolisanog razvođenja vode po padini za potrebe npr. navodnjavanja i sl.

Do promjene čvrstoće materijala u kosini dolazi zbog oslabljenosti materijala koje je posljedica promijenjenih fizičko-mehaničkih karakteristika izazvanih prirodnim procesima.

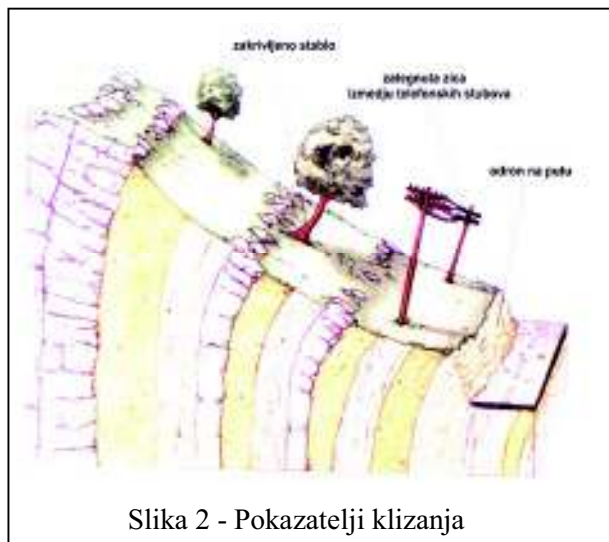
Dodatno opterećenje padine nastaje usljed izrade platoa, nasipa ili formiranjem deponija i jalovišta, stambenih i dr. objekata i sl.

Pored navedenih faktora kao čest uzrok pojave klizišta je i nepostojanje regulacionog plana komunalne infrastrukture, te dotrajala i oštećena vodovodna i kanalizaciona mreža

Kako prepoznati klizište

Prije nego se klizište razvije, pojavljuju se pukotine u obliku kružnog luka na gornjem dijelu padine ili kosine. To su tzv pukotine istežanja i obično su otvorene. Sljedeća faza procesa klizanja je faza stvaranja i postanka pukotina otkidanja. U ovoj fazi postanka klizišta nekad se čuje pucketanje kao znak dolazeće opasnosti.

Nakon formiranja ovih pukotina dolazi do brzog pomicanja i smicanja kliznog tijela niz padinu. Udubljenja nastala na kliznom tijelu koje je skliznulo niz padinu redovno su ispunjena vodom.

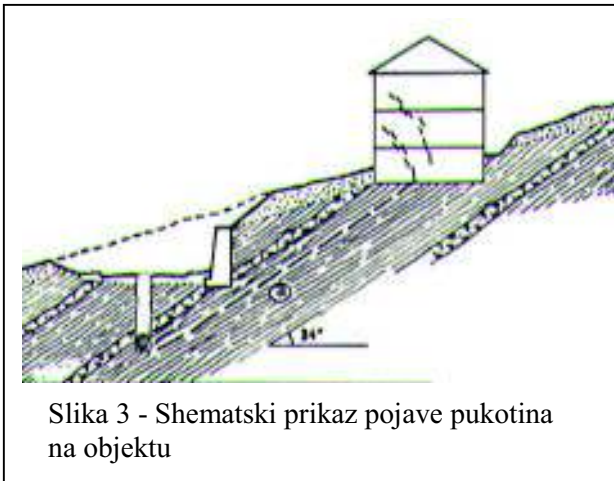


Slika 2 - Pokazatelji klizanja

Uslovno stabilni i nestabilni tereni mogu se prepoznati po određenim karakterističnim indikatorima kao što su:

- strm nagib padina izgrađenih od slabo vezanih ili nevezanih sedimenata, osobito onih koje imaju udubljen oblik
- velika razruđenost reljefa, sa raznovrsnim mikro reljefnim oblicima koji se često i nepravilno smjenjuju
- duboke i strmo usječene doline i jaruge, naročito u slabo vezanim, nevezanim i mehanički jače oštećenim kamenitim stijenskim masama
- podsječene nožice padina i strme obale rijeke i jezera
- zatalasan izgled padina, koji nije posljedica denudacije i normalne erozije padina
- "stepenast" reljef sa užim ili širim pukotinama ili samo prslinama, tzv. rdave zemlje
- stijenske mase čija se fizička svojstva brzo i lako mijenjaju pod uticajem atmosferilija i ostalih spoljašnjih činilaca
- znatna mehanička oštećenost stijenskih masa, sa dvije ili više familija prslina ili pukotina, od kojih je bar jedna sa blažim

- nagibom od nagiba padine
- postojanje rasjeda ili rasjednih zona koji će biti zasječeni pri izvođenju zemljanih radova
- debele naslage površinskog raspadnutog materijala preko iskošene podloge
- znatna zavodnjenost poplavnih terena sa strmijim nagibom reljefa
- velike i nagle oscilacije (izdizanje i spuštanje) nivoa vještačkih akumulacija (jezera), pri njihovom punjenju i naročito brzom pražnjenju
- pojava grupe ili niza izvora po padini koji se razlijevaju
- pojava pištovina ili uopšte raskvašenih stijenskih masa u padini ili kosini zasjeka, usjeka ili nasipa
- pojave prslina, pukotina dr. deformacija na zgradama, potpornim zidovima, mostovima i dr. objektima (sl.3)
- pojave smičućih pomjeranja, krivljenja i uopšte promjene napona u objektu,



Slika 3 - Shematski prikaz pojave pukotina na objektu

- krivljenje ograda njiva, remećenje reda uredno posađenih voćaka
- krivljenje bunara
- zatezanje žica između telefonskih ili električnih stubova (sl.2)
- biološka ogoljenost strmih padina, tj. dijelova terena bez trave i šumskog bilja uništenog ranijim klizanjem
- pojava krivih stabala, tzv. pijana šuma
- pojava ševara (rogoz), zuke, podbjela i dr. barske i podbarske vegetacije po padini
- pojava vrbe, johe i dr. vrsta listopadnog drveća po strmim padinama, a koje inače raste na terenima sa vodom plitko ispod površine terena.

Sklonost površina ka procesima klizanja može se ocijeniti i po pojavama korovske vegetacije ti-

pične za ove fenomene. Kako je većina klizišta zasiećena vodom razumljivo je da na takvom terenu rastu biljne zajednice kojima pogoduje voda. Barska i podbarska vegetacija javljaju se na relativno blagim padinama. Kada se prilikom obilaska terena utvrde gore pomenute biljne zajednice možemo ih sa sigurnošću smatrati pokazateljima klizišta.

Podjela klizišta

Da li se radi o aktivnim ili umirenim klizištima zaključuje se po prisustvu i svježini pukotina i kliznih ožiljaka, a o dubini klizišta, po gustini i dimenzijama ovih pukotina. Svježije zjapeće pukotine ukazuju da je klizanje u toku, a jako uzburkana površina klizišta sa preturanjem dijelova klizne mase pokazuje da se radi o plitkom klizanju. Duboke i rjeđe pukotine naprotiv, ukazuju na veću dubinu klizne površine.

Klizišta se prema dubini klizanja (mjeri se upravo na površinu klizanja) razvrstavaju na:

površinska klizišta, plića od 1 m

plitka klizišta, 1-5 m

duboka klizišta 5-20 m i

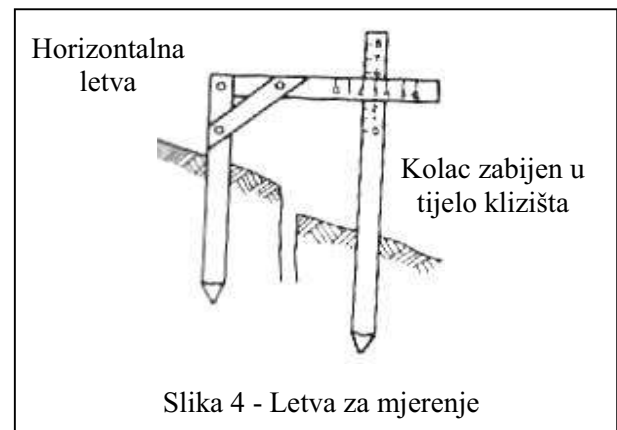
vrlo duboka, preko 20 m.

Na padinama sa visokim drvećem mogu se otkriti aktivna klizišta po nagnutim i preturenim stablima. Kod plitkih klizišta je najveći broj stabala na površini zahvaćen klizanjem preturen ili jako nagnut. Kod dubljih klizišta preturanje stabala zapaža se samo u njihovim perifernim dijelovima, dok u centralnim dijelovima oni zadržavaju svoj vertikalni položaj ili se mjestimično zapažaju neznačajna krivljenja.

Jedan od vrlo praktičnih načina za praćenje promjena na terenu zahvaćenim klizanjem je obična drvena letva (sl.4). Letva se koristi za mjerenje vertikalnih i horizontalnih pomjeranja na mjestima gdje dolazi do obrazovanja pukotina, te njihovog uvećavanja i proširivanja.

Sanacija klizišta

Saniranje uslovno stabilnih padina i kosina,



Slika 4 - Letva za mjerenje

odnosno potencijalnih i aktivnih klizišta nije ni lak ni jednostavan posao. Razlog je velika raznovrsnost klizišta sa dosta specifičnosti, te svako klizište traži njemu prilagođeno rješenje. Za pravilan izbor sanacionih mjera nužno je poznavati čitav niz podataka o terenu na kome se dešava klizenje. Samo ako se pouzdano zna

1. uzrok klizenja,
2. dubina klizenja i
3. svojstva klizišta

moguće je primijeniti adekvatne, odnosno najbolje sanacione mjere. U protivnom, može se desiti da se primjene i najskuplje sanacione mjere, a da proces i dalje ostane aktivan.

Sanacione mjere se preduzimaju u cilju sanacije kliznih procesa u domenu ili već postojećih ili projektovanih objekata. Kod sanacije postoje sljedeće mjere:

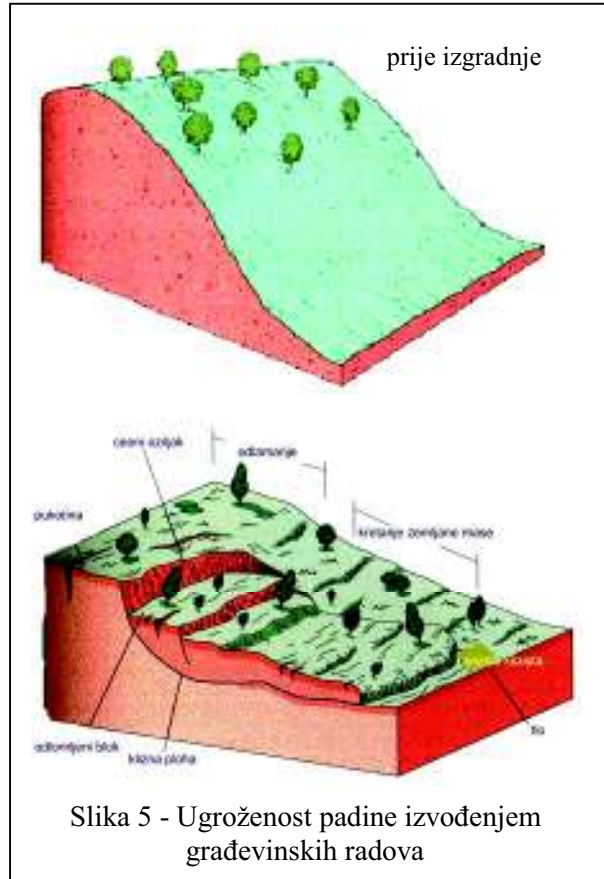
- mjere kojima se otklanjaju uzroci klizanja
- mjere kojima se poboljšavaju kvalitativna svojstva u kliznom tijelu, kliznoj podlozi i zaleđu klizišta
- mjere kojima se silama klizanja suprotstavljaju kontra sile.

Po svojoj prirodi mjere mogu biti preventivne i korekcione.

Preventivne mjere

Osnovni zadatak preventivnih mjera je da se labilnim padinama spriječi pojava klizišta. Kod već formiranih klizišta zadatak je onemogućiti dalji razvoj klizišta, te svesti na minimum ili neutralisati materijalne štete koje mogu nastati kao posljedica klizanja. Najčešće preventivne mjere su:

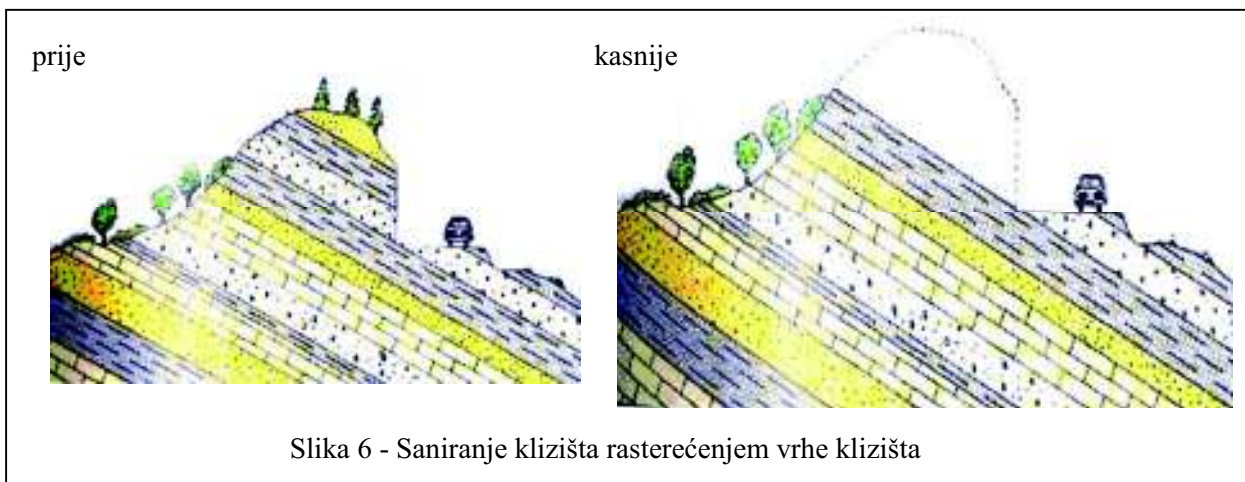
- ublažavanje nagiba padine
- rasterećenje gornjih dijelova padine
- opterećenje donjih dijelova padine stvaranjem potpora



Slika 5 - Ugroženost padine izvođenjem građevinskih radova

- regulisanje površinskih voda na padini
- sprječavanje podlokavanja obalskog područja
- obnavljanje vegetativnog pokrivača.

Klizišta se u velikom broju slučajeva obično mogu spriječiti. Ispitivanje terena uz odgovarajući stručni nadzor su neophodni kada se planira izvođenje zemljanih radova na brdovitim terenima. Kao što je prikazano na slici 5, građevinski radovi generalno, čine padine podložnim klizanju na nekoliko načina: osnova padine je zasječena, uklonjen je dio prirodnog oslonca gornjeg dijela padine, uklonjena je vegetacija tokom građenja, objekti izgrađeni na gornjem dijelu padine dodatno je

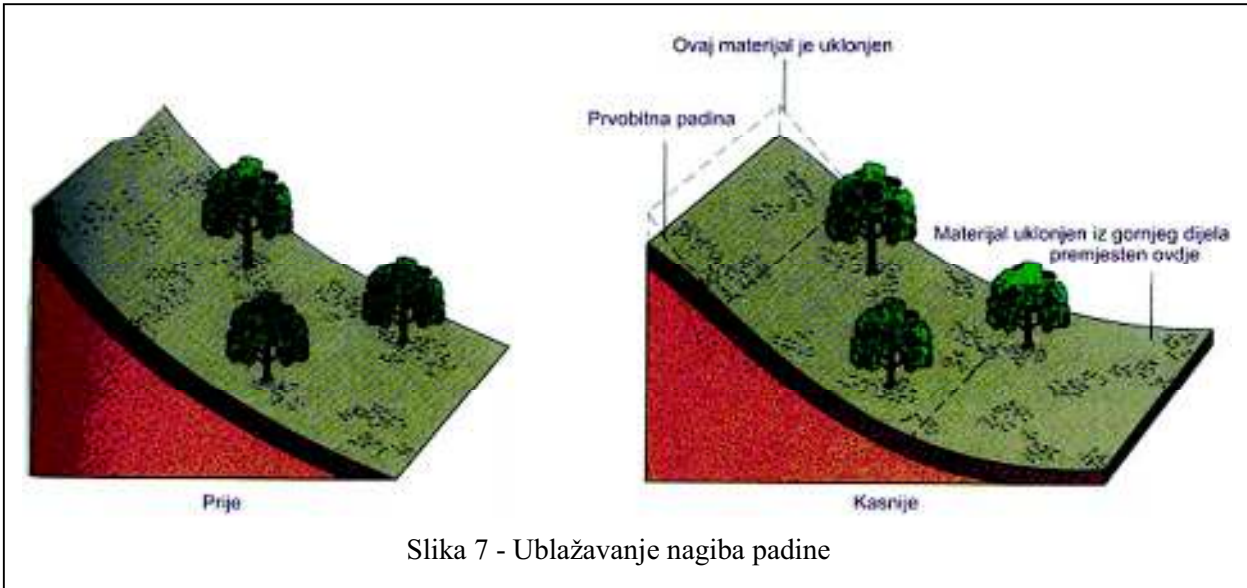


Slika 6 - Saniranje klizišta rasterećenjem vrhe klizišta

opterećuju i omogućeno je ocjeđivanje dodatne količine vode u površinski pokrivač.

Kao preventivna mjera sanacije može poslužiti i ublažavanje nagiba padine ili kosine (sl.7), raste-

jala (rasterćenjem) se takođe sprečava gubitak materijala (odroni, obrušavanja i sl. sa vrha zasjeka). Zasjeći za puteve koji se rade na ovakav način obično se ponovo zasijavaju brzo rastućim biljem i



Slika 7 - Ublažavanje nagiba padine

rećenje vrha klizišta i neposrednog zaleđa, opterećenje nožičnog dijela klizišta, zamjena nožičnih masa tijela klizišta mehanički povoljnim stijenskim masama.

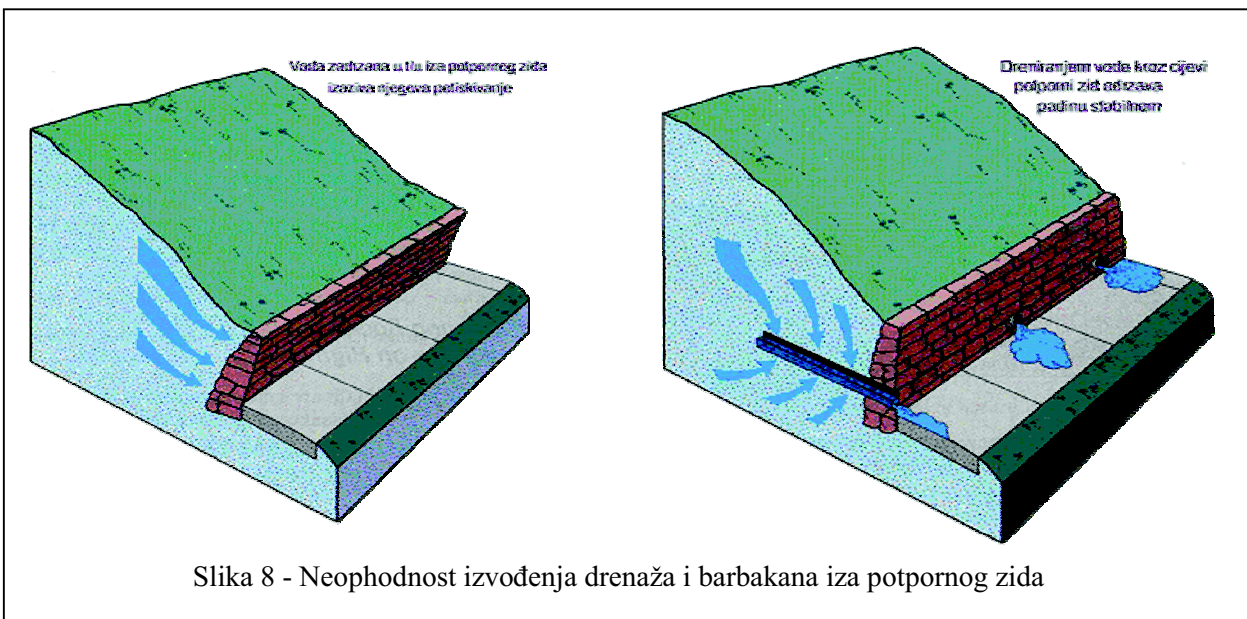
Rasterćenje vrha klizišta (sl.6) predstavlja uklanjanje manjih ili većih količina stijenskih masa naročito kod klizišta sa lučnom površinom klizanja. Na osnovu dosadašnjeg iskustva najčešće je potrebno ukloniti 10-15%, nekad i ¼ pokrenute mase. Saniranje takvih klizišta najbolje je izvesti kombinovano, tj. pored rasterćenja vrha klizišta primijeniti i druge mjere.

Padina treba biti presječena serijom terasa, a ne jednim strmim zasjekom. Uklanjanjem materi-

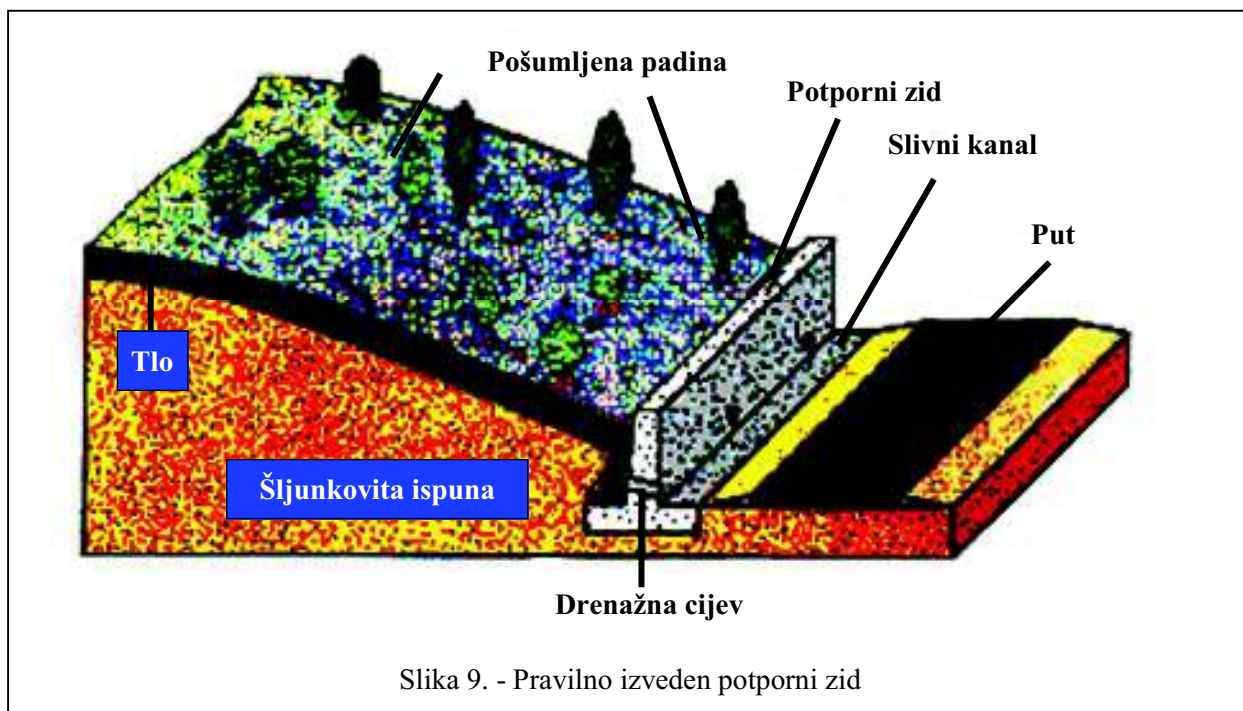
travom čije korijenje ankeriše (učvršćava) kosinu. Vegetacioni pokrivač takođe minimizira eroziju koja nastaje kretanjem vode.

Neke mjere prevencije preduzimaju se i tokom građenja. Potporni zidovi (sl.8) se obično grade nakon zasijecanja kosine. Potporni zidovi sami, bez drugih zahvata, rijetko su efikasni u onolikoj mjeri koliko se očekuje. Oni se često primjenjuju u kombinaciji sa drugim vidovima sanacije (uređenje površine terena, dreniranje).

U suštini betonski i drugi obložni zidovi mogu da spriječe samo pojavu plitkih površinskih klizišta. Iza potpornih zidova obavezno treba izvoditi drenaže za odvod podzemne vode, a u samom pot-



Slika 8 - Neophodnost izvođenja drenaža i barbakana iza potpornog zida



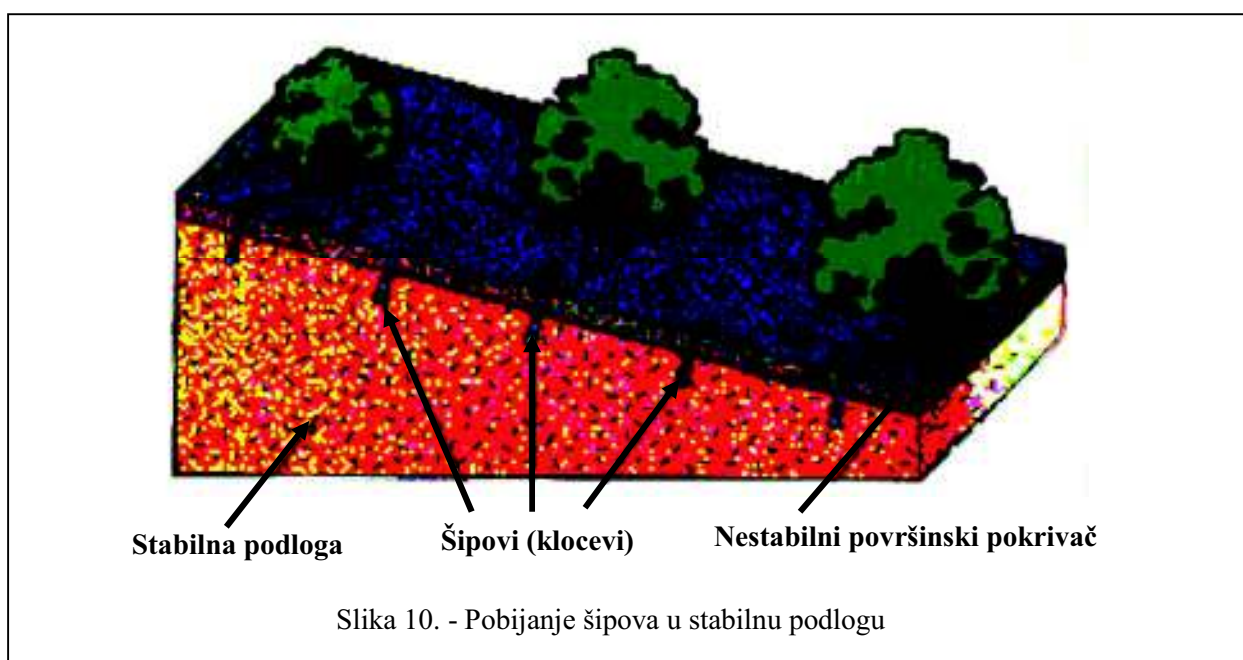
potpornom zidu treba takođe obavezno ostavljati otvore (barbakane) radi što kraćeg i efikasnijeg isticanja vode. U protivnom, potporni zidovi, bez barbakana, postaju brane iza kojih se akumulira podzemna voda i uvećavaju hidrodinamički pritisci koji mogu dovesti do pucanja zida.

Posebnu pažnju treba obratiti i na drenajni materijal iza potpornog zida koji treba da granulacijom odgovara filterskom pravilu, da ne bi bio zaglinjen, tj. da ne izgubi funkciju radi koje se ugrađuje. (sl.9).

Formiranje biljnog pokrivača ima višestruku ulogu u sanaciji klizišta i to treba koristiti.

Zasijavanjem trave smanjuje se vlažnost glinovitih zemljišta, čak i do dubine 2,5 m, a uticaj žbunja dopire preko 3 m. Biljni pokrivač od djeteline, lucerke i žutog zvjezdana (rogata svinđuša, svinduh, bubić) ima veliku evapotranspiracionu moć i troši znatnu količinu vode iz površinskih slojeva zemljišta. Zato takav biljni pokrivač treba prvenstveno i koristiti za zasijavanje zaravnjenih površina koje se nalaze ili su sklone procesima klizanja.

Zbog toga, naprikladnije drveće za sadnju na klizištu je ono koje ima najveću potrebu za vodom i dobro razvijeno korijenje. Ipak, šumsko drveće visokog tipa za pošumljavanje površina

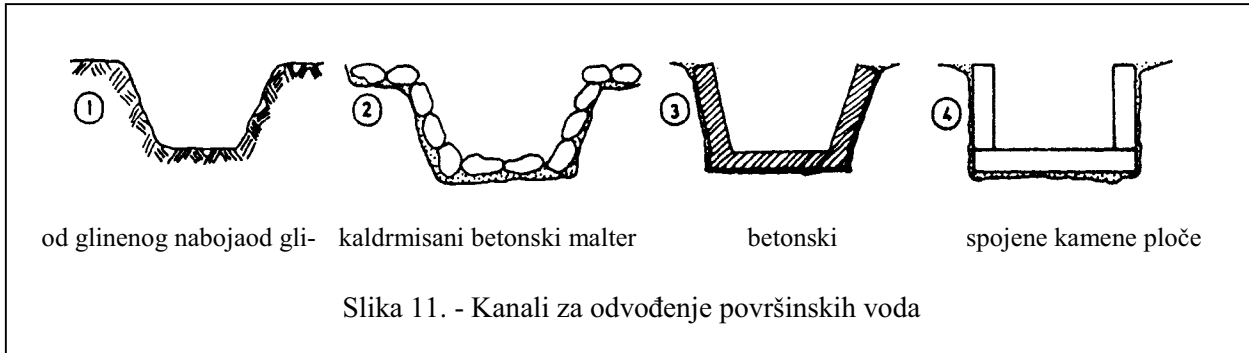


koje su pod procesima klizanja ili su podložna klizanju, nije za preporuku. U vrijeme kad ona dostignu dovoljnu visinu, postaju meta vjetrovima i djeluju kao "razapeto jedro" na koje se onda sruči snaga vjetrova i izaziva nova pomjeranja zemljišta.

Na klizištu ne treba saditi crnogorično drveće jer ono ima najmanje isparavanje. Za stabili-

tastrofalnih klizenja, uništavanja materijalnih dobara kao i u cilju usporavanja kliznih procesa. Izvode se od momenta pojave klizišta. Od hitnih mjera primjenjuju se:

- zatvaranje, odnosno tamponiranje glinovitim nabojima svih vidljivih pukotina u kliznom tijelu u cilju sprječavanja nekontrolisanog poniranja vode u klizno tijelo čime se

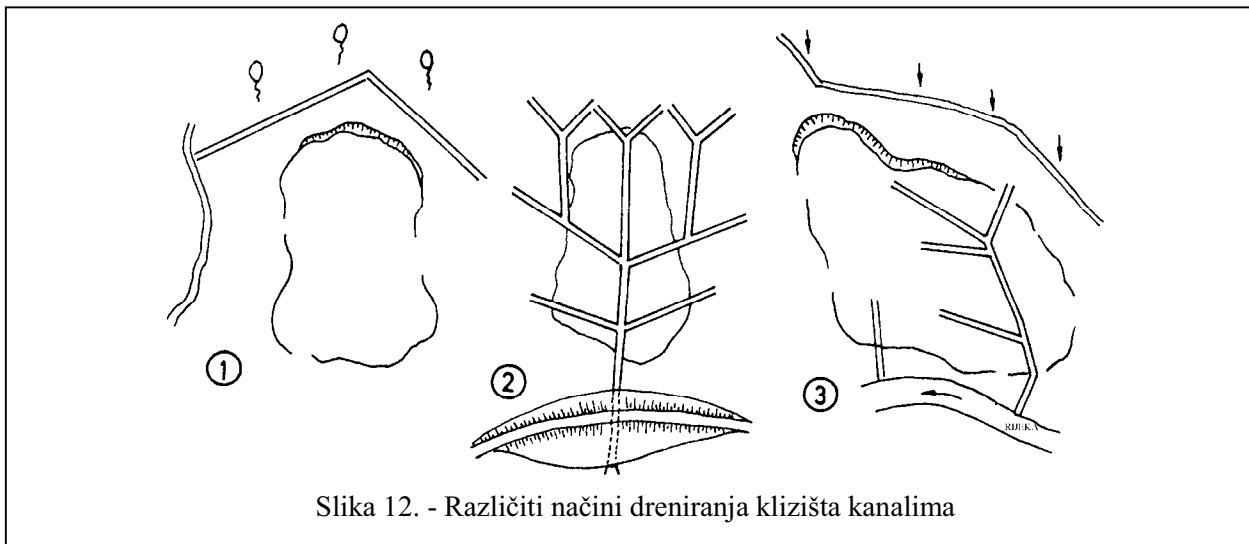


zaciju površinskih i plitkih klizišta preporučuje se da se najprije uz padinu zasije pogodna vrsta trava i biljaka sa plodovima, zatim živice, pa tek onda drveće.

Šire područje klizišta trebalo bi zabraniti za ispašu stoke. Stoka koja pase uništava travnati pokrivač, narušava površinsko odvodnjavanje (grmlja, pa i drveća), kopitima stvara kaljuže, pa time i mogućnost aktiviranja klizanja.

pospješuje klizanje,

- otvaranje pukotina u nožičnom dijelu radi lakšeg i bržeg ocjeđivanja vode iz tijela klizišta,
- regulisanje svih površinskih voda i njihovo brzo evakuisanje iz klizišta do najbližeg prirodnog vodosabirnika,
- prestanak navodnjavanja zemljišta,
- popravka vodovodne i kanalizacione mreže
- uklanjanje vještačkih opterećenja sa pokre-



Korekzione mjere

Korekzione mjere izvode se nakon formiranja klizišta, a po svojoj prirodi mogu biti hitne i završne.

Hitne sanacione mjere

Preduzimaju se u cilju sprječavanja velikih ka-

nutog dijela padine,

- uklanjanje materijalnih dobara, građevinskog materijala i sl.

Pobijanje šipova (sl.10) (kolčeva) je uglavnom hitna sanaciona mjera kojom se pokušava zaustaviti proces klizenja, a može služiti i kao preventiv-

na mjera. Kolčevi se pobijaju u nekretnu podlogu, kod plićih klizišta do $\frac{1}{2}$ njihove dužine, a kod dubokih klizišta 2-5 m dublje od dubine površine klizanja.

U tečnim, sipkim i jako plastičnim stijenskim masama kolčevi nemaju željeni efekat, jer takve mase mogu obilaziti kolčeve i klizati oko njih. Zabičanjem većeg broja kolčeva dolazi do većeg zbijanja labilnih stijenskih masa, pa i to na izvjestan način doprinosi povećanju čvrstoće smicanja, a ponekad može biti dovoljno da se spriječi pojava klizanja.

Kolčevi se obično pobijaju duž poprečnih profila, tj. upravno na pravac klizanja ili u šahovskom rasporedu, ako se primjenjuje veći broj kolčeva. U nekim slučajevima kad se štite pojedini objekti ugroženi klizanjem, raspored kolčeva može biti koncentrisan ispod ili iznad njih, no u oba slučaja dublje od površine klizanja.

Ulogu kolčeva vrlo dobro mogu odigrati i stare željezničke šine, armatura većeg presjeka, stare čelične cijevi i sl.

Prihvatanje i odvođenje površinskih voda

Za prihvatanje padavina i površinskih voda sa samog tijela klizišta i njegovog zaleđa koriste se razne vrste kanala (sl11). Kanali mogu biti od glinenog naboja (1), kaldrmisani betonskim malterom (2), betonski ili armirano-betonski (3) i od spojenih kamenih ploča (4).

Kao privremena rješenja koriste se još i drvene koritnice, limene polucije, plastične cijevi i gumena crijeva.

Prilikom lociranja i izvođenja drenažnih kanala na nagnutom terenu, treba voditi računa o njihovom položaju u odnosu na pravac pada terena. Nestručno postavljanje drenažnih kanala, ne samo što neće postići cilj, već može biti uzrok novih i još težih deformacija padine za čije saniranje su tada potrebna daleko veća sredstva i vrijeme.

Drenaže na nagnutom terenu, koje leže, tj. koje su paralelne sa izohipsama terena, ili su bliske tom pravcu mogu biti opasne po stabilnost objekata i prirodne padine. Stabilnost terena se najmanje remeti onda kada se drenaže pružaju niz padinu. U tom slučaju osnovnim drenažama se ne može zahvatiti veća površina, pa se redovno rade i bočni ogranci sa jedne i sa druge strane glavnog drenažnog kanala. Preporučuje se da drenažni kanali ne zaklapaju sa glavnim kanalom veći ugao od 45° .

Dreniranje terena (sl.12) sa klizištem može se vršiti pomoću obodnih kanala (1), kanalima po tijelu klizišta (2) i kombinacijom obodnih kanala i kanala po tijelu klizišta (3).

Drenažne obodne kanale treba dimenzionisati

za maksimalni prihvatanje vode i postaviti ih van ruba klizišta (po pravilu 20-50m), u blagom luku ili pravolinijski, tj. najkraćim putem usmjeriti vodu do postojećih jaruga, potočnih korita ili drugih vodosabirnika. Izvori koji se nalaze iznad tijela klizišta najbolje je kaptirati i kontrolisano uvesti u sistem drenažnih kanala ili rovova kako se njihove vode ne bi razlile i natapale tijelo klizišta.

Dreniranje kanalima po tijelu klizišta vrši se tako da se uradi jedan glavni kanal kroz tijelo klizišta, sa nizom manjih bočnih kanala preko kojih će se voda prihvatati i usmjeravati kroz glavni kanal.

Završne korekcione mjere

Primjenjuju se kod završnih ispitivanja, kada je urađen projekat sanacije. To su trajne mjere za smirivanje procesa klizanja i ponovno korištenje terena i objekata na tom području. Završni radovi mogu biti raznovrsni i uglavnom se primjenjuju kombinovano. Od završnih mjera primjenjuju se:

- mjere za regulisanje površinskih voda
- mjere za prihvatanje podzemnih voda
- mjere u vezi rasterećenja i opterećenja prirodnih padina
- sanacija potpornim i obložnim konstrukcijama i sl.

Literatura

Gavrilović, S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Časopis "Izgradnja", specijalno izdanje. Beograd.

Janjić, M. (1979): Osnovi geologije i inženjerske geologije. Građevinski fakultet. Univerzitet u Beogradu. Beograd.

Monroe, J.S., Wicander, R. (1995): Physical Geology. WPC. USA.

Montgomery, W.C. (1989): Physical Geology. WCB. USA.

Nonveiller, E. (1987): Kliženje i stabilizacija kosina. Školska knjiga. Zagreb.

Panjukov, P.N. (1965): Inženjerska geologija. Građevinska knjiga. Beograd.

Plummer, C.C., McGary, D. (1993): Physical Geology. WCB. USA.

Redžepović, R., Ferhatbegović, Z. (2001): Kako živjeti na klizištu. Zavod za geologiju. Sarajevo.

Slavčo, H. (1969): Geologija za inženjerske starješine. Beograd.

Vujanić, V. (1995): Biljne zajednice kao indikatori prepoznavanja i saniranja klizišta. Istraživanje i sanacija klizišta. Drugi simpozijum. Donji Milanovac.

Amer Džindo, dipl. ign. geologije

HITNE - INTERVENTNE SANACIONE MJERE NA KLIZIŠTIMA, KARAKTERISTIKE, PRIMJENA I OPRAVDANOST

U želji da »vlada i upravlja« prirodnom i prirodnim zakonitostima, a u cilju vlastitog bitisanja i tehnološkog napretka čovjek je sve manje spreman prihvatiti dešavanja u prirodi na onakav način na kakav su se ona nekad dešavala. Klizišta, sa geotehničkog aspekta, kao jedni od najčešćih i najznačajnijih savremenih geoloških procesa često ugrožavaju materijalna dobra čovjeka a ne rijetko i sam njegov život. Iz tog razloga čovjek već dugo vremena teži da uspostavi kontrolu nad kliznim procesima odnosno klizištima.

U toj težnji da se suprostavi pojavi, nastanku i razvoju klizišta čovjek koristi dostignuća struke tj. nauke ali i stečena iskustva, artikulirana kroz sanacione mjere. Na žalost čovjek ne tako rijetko vrši sanacione mjere i zahvaljujući vlastitim pogreškama izazvanim nehatom, neznanjem, neplanjskim razvojem, neusaglašenosti aktivnosti, nekontrolisanom eksploatacijom prirodnih resursa, zbog «viših interesa» i sl.

Kada dođe u situaciju, ili bude primoran, da vrši sanacije odnosno izvodi sanacione mjere raspolaže sa nekoliko tipova sanacionih mjera koje se prije svega razlikuju po svom karakteru, vrsti, obimu i stepenu stabilizacije tj. sanacije. Po tom osnovu razlikujemo četiri osnovna tipa sanacionih mjera tj. sanacija :

- **preventivne sanacione mjere, preventivna sanacija,**
- **hitne – interventne sanacione mjere, interventna sanacija,**
- **trajne – akutne sanacione mjere, trajna sanacija,**
- **korekzione sanacione mjere, korekciona sanacija.**

Preventivne sanacione mjere ili preventivna sanacija, izvode se u uslovima labilnosti tj. uslovne stabilnosti padina, odnosno prije bilo kakvih pokreta a imaju za cilj da spriječe pojavu tj. nastanak klizišta. Zasnivaju se na principu klasične prevencije uz konstataciju da se nastanak većine klizišta može spriječiti. Preventivne mjere su usmjerene u cilju kvalitativnog poboljšanja prirodne padine ili vještačke kosine, kao potencijalnog medija za stvaranje klizišta.

Ove mjere prije svega obuhvataju, intervencije na nagibu, poželjna opterećenja i rasterećenja, niveliranja, regulisanje i prihvat voda, obnovu ve-

getativnog pokrivača i sl.

Hitne – interventne sanacione mjere ili interventna sanacija predstavljaju grubo rečeno iznuđenu kategoriju sanacionih mjera, na koje će se dati poseban osvrt.

Trajne – akutne sanacione mjere ili trajna sanacija predstavljaju mjere čiji je osnovni cilj postići trajnu stabilizaciju klizišta te padinu tj. njen dio prevesti iz stanja nestabilnosti u stabilno stanje.

Ove mjere se mogu izvoditi u svim fazama aktivnosti klizišta, ali su najkompleksnije kada se izvode na klizištu koje je u fazi potpune aktivnosti. Podrazumjevaju uglavnom složena tehnička rješenja pri čemu se osim zemljanih radova uglavnom izvode i hidrotehnički i građevinski radovi, kao što su izvođenje drenažnih sistema, sistema prihvata i odvodnje površinskih voda, izrada potpornih konstrukcija (gabiona, masivnih i AB zidova, kamenih nabačaja i sl.), izrada šipova, izrada obaloutvrda i drugi tehnički složeni radovi. Svi zahvati i radovi se izvode po urađenoj i revidovanoj projektnoj dokumentaciji.



Planiranje terena uz zatvaranje otvorenih kliznih pukotina

Korekzione sanacione mjere, kako im i ime kaže, koriste se kao dopuna ili manja korekcija prethodno izvedenih sanacionih mjera. Mogu se izvoditi nakon svake od prethodno spomenutih mjera, uz opasku da bi se one koje se kao korektivne rade nakon trajne sanacije trebale raditi na osnovu dopunskog projekta. Uloga im je da dopune prethodna rješenja u cilju sveobuhvatnosti pro-

blema ili eliminisanja problema koji su se kao novi javili u toku izvođenja sanacionih mjera ili neposredno poslije njih.



Izrada (mašinski kopanih) kanala, trenutak upoja značajnije površinske akumulacije vode

Hitne - interventne sanacione mjere, interventna sanacija

Klizišta po svom karakteru predstavljaju izražene dinamske procese te često poprimaju ekscenčni karakter sa aspekta trenutka i brzine njihovog formiranja tj. aktiviranja.

Razvoj klizišta može do te mjere biti nekontrolisan i brz da za studioznija razmatranje njegove stabilizacije često nema dovoljno vremena. Sa druge strane nekontrolisan razvoj i proširenje klizišta iz časa u čas ugrožava nova materijalna dobra, nove do tada stabilne dijelove terena a u svemu tome počinje ugrožavati i sigurnost i bezbjednost ljudi u svom okruženju. Iz tih razloga ponekad se nameće imperativ brze reakcije u cilju ublažavanja posljedica klizanja, kontrole daljeg njegovog razvoja i stvaranje preduoslova za planski i studiozan pristup trajnoj sanaciji. U takvim i sličnim slučajevima se primjenjuju hitne - interventne sanacione mjere kao brzi odgovor na novonastale promjene na terenu.

Zbog svog karaktera i uslova izvođenja rade se po sistemu "ad hock" metode tj. rješavanja problema "u hodu". Za ovakve sanacione mjere ne postoji mogućnost izrade projektne dokumentacije kao i dobijanja argumentovanih podataka o kvalitativnim karakteristikama terena. Uglavnom

predstavljaju iznuđene mjere čija realizacija i efekat mnogo zavise od brzine njihove primjene na terenu. Da bi efekat izvođenja ovih mjera bio što veći potrebno je definisati problem (klizište) i suprostaviti mu adekvatne sanacione mjere. Po svom karakteru ove mjere predstavljaju mjere ograničena sanacije i poslije njih bi trebalo pristupiti trajnoj sanaciji. U mnogim slučajevima ove mjere imaju za cilj postizanje tzv. tehničke kontrole nad klizištem kako bi se stvorili preduoslovi za pristupanje istraživanju klizišta, izradi potrebne sanacione projektne dokumentacije i izvođenje trajne sanacije.

Nepobitna je činjenica da opterećeni nedostatkom finansijskih sredstava, ili zadovoljni (trenutnim) učinkom interventnih mjera ne rijetko se zadržimo samo na njima bez daljih aktivnosti na trajnoj sanaciji. Ovakav stav uglavnom predstavlja "umirenje savjesti" ili rješavanje po sistemu "linijom manjeg otpora". Konsekvence ovakog stručno neutemeljenog stava znaju biti vrlo nepovoljne, jer ponovno aktiviranje već narušenog - kretanog dijela terena može izazvati daleko veće posljedice i može imati klasični ekscenčni karakter sa neizraženom (vizuelno neuočljivom) fazom pripreme.

Za kvalitetno i efikasno izvođenje interventnih - hitnih sanacionih mjera potrebno je prije svega definisati klizni proces prevashodno sa aspekta njegove trenutne ali i moguće geometrije te mehanizma kretanja. Ovom minimumu početnih informacija sukcesivno pridodajemo tj. definišemo uzroke klizanja i privilegovane pravce pokreta. Podaci se prikupljaju paralelno sa aktivnostima na organizovanju i izvođenju interventnih mjera. Samo vođenje aktivnosti na ovakvim sanacijama pripada kategoriji projektovanja "in situ" i "u hodu" pri čemu se prema novim saznanjima na terenu dopunjuju, objedinjuju i po potrebi izmjenjuju ranije koncipirana rješenja. Mjere koje se primjenjuju moraju biti tako tehnološki izvođene da obezbjeđuju faznu realizaciju uz nezaobilaznu sigurnost svih učesnika na izvođenju sanacionih mjera.

U cilju sagledavanja stepena aktivnosti klizišta moraju se postaviti reperi za njegovo osmatranje bilo da se radi o osmatračkim improvizovanim letvama ili geodetskim (stalnim ili privremenim) tačkama. Osmatranje aktivnosti ima dvojaku ulogu, kao prvo da se sagleda dinamika klizišta tj. brzina njegovog razvoja u cilju procjene mogućnosti nastanka katastrofalnih pokreta i drugo da se prati efekat izvođenja sanacionih radova u smislu praćenja njihovog uticaja na smirivanje kliznog procesa.

Procjene ili predviđanja nastanka katastrofal-

nih pokreta omogućavaju preduzimanje sigurnosnih mjera na evakuaciji ljudi iz ugroženog područja ili evakuaciju materijalnih dobara i tehničkih sredstava (koja su uključena u izvođenje interventne sanacije) u cilju smanjenja rizika po ljude i smanjenje materijalnih šteta. Praćenje toka smirivanja kliznog procesa, pogotovo geodetskim metodama, jedini je pouzdan pokazatelj efikasnosti preduzetih interventnih mjera.



Središnji dio klizišta
(jedan od uništenih objekata)

Hitne – interventne mjere na klizištima uglavnom se izvode neposredno nakon aktiviranja kliznog procesa tj. nakon formiranja klizišta. Osnovni radovi koji se izvode pod okriljem interventnih mjera pripadaju kategoriji zemljanih radova i pretežno obuhvataju : mašinske i ručne iskope otvorenih zemljanih kanala, planiranje tj. nivelaciju terena, rasplaniranje terena u cilju rasterećenja ili opterećenja pojedinih dijelova klizišta, mašinsko ili ručno zatvaranje otvorenih kliznih pukotina, ublažavanje nagiba terena zahvaćenog klizanjem, škarpiranje čeonih i bočnih kliznih odsjeka-skokova i sl.

Takođe u interventne mjere se mogu uvrstiti i radovi na sanaciji vodovodne i kanalizacione mreže, čišćenju propusta, regulaciji vodotoka, uklonjanju dodatnih (vještačkih) opterećenja (masa) i druge aktivnosti koje su vezane za eliminaciju uzročnika klizanja a iz domena antropogenih uzročnika stvaranja kliznih procesa. Prilikom izvođenja zemljanih radova osnovni postulat glasi : radovi koji se izvode ni na koji način ne smiju pospješiti dalji tj. dinamičniji razvoj klizišta niti smiju biti izvođeni izvan domena stečenih (pozitivnih) iskustava.

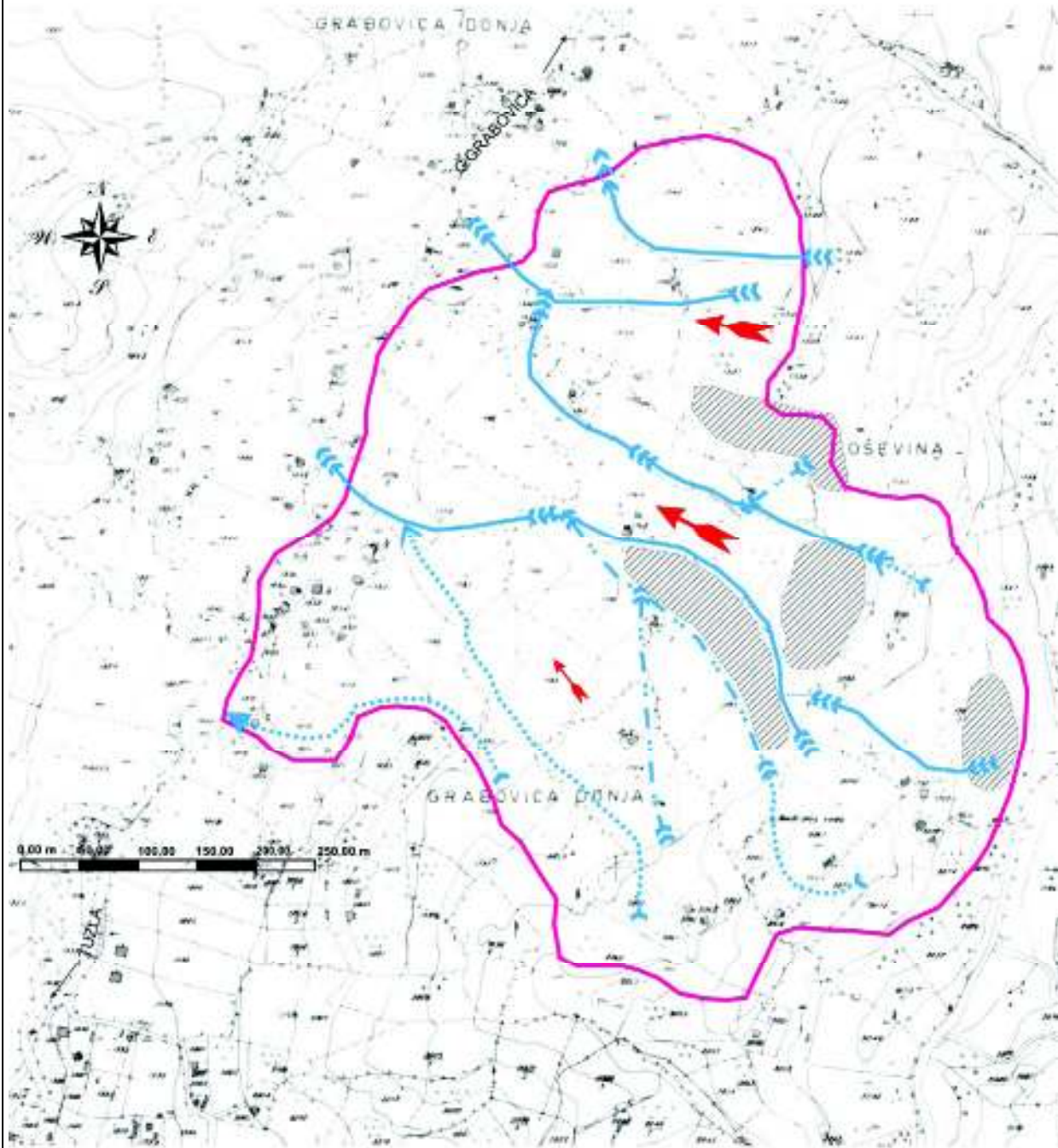
U tom smislu treba se pridržavati određenih pravila, i to:

- predviđeni zemljani otvoreni kanali trebaju imati postojanu geometriju (odnos širine i

dubine) i povoljan proticajni profil (npr. trapezasti). Razlozi su stabilnost kanala i mogućnost lakog održavanja,

- trasa predviđenih kanala treba da je što više pravolinijska, bez naglih lomova ili zakrivljenja i gotovo paralelna sa pravcem maksimalnih pokreta – klizenja. Ovo se naročito odnosi na glavne tj. primarne kanale, dok bočni tj. sekundarni kanali trebaju biti pod što oštrijim uglom na pravac klizanja. Položaj trasa kanala koji koordiniraju sa generalnim pravcem klizanja predstavljaju daleko stabilniju formu od trasa koje presjecaju klizno tijelo po sistemu upravnom na pravac klizanja, na taj način se formiraju privilegovani pravci za nove pokreta jer na taj način zasijecamo klizno tijelo i činimo ga još nestabilnijim.
- kod velikih klizišta kanali se rade odozdo prema gore počevši od definisanog recipijenta (kolektora) koji obavezno mora biti izvan nožice (zone) klizišta i na stabilnoj kategoriji terena,
- uvođenje vode tj. prihvatanje vode u kanale mora biti postupno i , u prvi mah, količinski ograničeno radi izbjegavanja vodnog udara na niže dijelove terena pri čemu može doći do oštećenja jednog dijela mreže kanala ili u gorem slučaju do novih nekontrolisanih kretanja masa,
- niveleta dna kanala mora biti prilagođena karakteristikama terena, bez strmih dionica da bi se izbjegla pojava erozionog razaranja tj. uništenja kanala što može dovesti do prekomjernog produbljivanja kanala (užljebljenja) koje rezultuje obrušavanje bokova kanala, zatvaranje proticajnog profila, stvaranje vodne akumulacije, nekontrolisano prodiranje voda iz uređenog kanala na nestabilne dijelove padine i stvaranje jaružastih trasa po sistemu oticanja duž «privilegovanih pravaca»,
- radove na planiranju terena poželjno je i moguće izvoditi na središnjim i gornjim dijelovima klizišta tj. kliznog tijela. Pri tome treba težiti da ti radovi ujedno obuhvate i zatvaranje uočljivih, otvorenih kliznih pukotina i da se tim radovima ostvari kontinuiran nagib uređenog dijela padine sa usmjerenim – kontrolisanim oticajem površinskih i oborinskih voda prema nekom definisanom ili postojećem recipijentu, u cilju brze i efikasne ocjeditosti terena. Radovi na planiranju izvode se po pravilu težim ili teškim

**UPROŠTENI SITUATIVNI PRIKAZ IZVEDENIH INTERVENTNIH SANACIONIH RADOVA
NA KLIZIŠTU "ŽIGIČI" U GRABOVICI KOD TUZLE**



Izvedene interventne sanacione mjere	
	Otvoreni zemljani kanali dubine do 1,0 m - mašinski kopani
	Otvoreni zemljani kanali dubine 0,6 - 0,5 m - mašinski kopani
	Otvoreni zemljani kanali dubine do 0,5 m - ručno kopani
	Zone rasplaniravanja terena, sa zatvaranjem kliznih pukotina

Ostale oznake	
	Kontura - granica klizišta
	Generalni pravci kliznih pokreta

Prilog br. 1

građevinskim mašinama iz klase gusjeničara, čime se paralelno sa planiranjem vrši i povoljno nabijanje tretiranog dijela terena (padine, klizišta) uz povećanje stabilnosti,

- planiranjem treba obuhvatiti sve izražene neravnine sa akcentom na talasaste forme mikroreljefa koje su izuzetno nestabilne i predstavljaju idealne lokalitete za prihvat i akumulaciju voda unutar kliznog tijela. Takođe treba obuhvatiti sve rupturne lomove u tlu, otvorene klizne pukotine i značajnije skokovite denivelacije prisutne u zonama čeonih i bočnih pukotina smicanja – otkidanja (kliznih skokovitih odsjeka), koji takođe predstavljaju izrazito nepovoljne tj. nestabilne forme i izuzetni su prihvatoci voda, koje se nekontrolisano (bar u prvoj fazi klizišta) kreću kliznim tijelom, i njihov transmiser u dublje dijelove terena i naravno u niveoe kliznih ravni.
- rasplaniravanje terena može se vršiti iz dva razloga od kojih su oba usmjerena u cilju postizanja ravnotežnosti masa kao osnovni preduslov postizanja stanja stabilnosti. Jedan vid rasplaniravanja usmjeren je u cilju uklanjanja viška masa sa određenog mikrolokaliteta u cilju poželjnog rasterećenja koje rezultira smanjenjem sila potiska direktnim smanjenjem klizne mase. Evidentno je to da ove mjere najveći učinak imaju u zoni prihranjivanja kliznog tijela tj. u gornjim vršnim dijelovima klizišta. Kod ovih mjera treba voditi računa da se uklonjena masa ne depoune (odlaže) na dijelove terena koji takođe mogu biti ugroženi kliznim procesima. Drugi vid rasplaniranja terena predstavljaju deponovanja, nagomilavanja materijala tj. masa u cilju formiranja kontra tereta koji se kao balast suprostavlja silama klizanja sa tendencijom neutralisanja njihovog dejstva. Po pravilu ove aktivnosti se izvode u nožičnom dijelu klizišta (najnižem dijelu) gdje mogu postići traženi efekat. Idealan slučaj predstavlja mogućnost korištenja masa iz zone rasterećenja u mase opterećenja (kontra – tereta), kada se na konkretnoj lokaciji postiže balans korištenjem autohtonih masa. Oba zahvata i rasterećenje i opterećenje iziskuju pravilna tehnička rješenja i definisana područja primjene. U protivnom mogu imati kontra efekat i proizvesti dodatne nevolje.

Kvalitetno i efikasno izvođenje interven-tnih sanacionih mjera u mnogome zavisi od brzine

početka primjene tih mjera i same brzine njihovog izvođenja.

Kao jedan od bitnih uticajnih faktora na to jeste i sagledavanje razmjera, karaktera i specifičnosti svakog klizišta. Otežavajući faktor za potrebno sagledavanje često predstavlja razmjera klizišta tj. nemogućnost jednostavnog (vizuelnog) prostornog definisanja i praćenja klizišta. Iz razloga ovladavanja prostorom poželjno je koristiti uočljive i prepoznatljive orjentire (markere) koji mogu predstavljati ili postojeće prepoznatljive tačke na terenu (objekte, drveće, elektro i PTT stubove, mikroreljefne forme i sl.) ili namjenski pravljene (kolci, pritke i sl.) ili gotove orjentire (npr. geodetske trasirke). Korištenjem orjentira lako možemo ovladati prostorom te putem njih locirati, trasirati i pozicijski smjestiti i uvezati predviđena tehnička rješenja.



Za prostorno sagledavanje (kao vrlo bitno) klizišta idealno može poslužiti suprotna (kontra) padina ili prelet ugroženog područja (helikoptrom – bolja ili sportskim avionom-lošija varijanta). Svaki od ovih uvida u treću dimenziju klizišta (prostor) je od neprocjenjive važnosti za pravilno koncipiranje i vođenje interventnih mjera na klizištima koja sa sobom nose veliki rizik ili predstavljaju klizišta velikih razmjera sa teško sagledivim krajnjim negativnim uticajem.

Hitne – interventne mjere u svakom slučaju predstavljaju onu minimalnu obavezu stručnih ljudi da u trenucima nastajanja velikih klizišta, koja često poprimaju stihijski karakter, pokušaju iznaći prava rješenja i metode da se toj stihiji suprostave na što bolji i efikasniji način. Veliki je doprinos takvih intervencija kada se klizni proces uspije kontrolisati, usporiti ili pak u datom trenutku zaustaviti. Takve uspješne intervencije za sobom ostavljaju sačuvana velika materijalna sredstva, spriječene daleko veće posljedice i izbjegavanje rizika po ljudske živote. Svaki pokušaj ostavlja mogućnost uspjeha ali neuspjeh nikada ne opravdava izostanak pokušaja.

Rukovođeni takvim odnosom i prihvaćanjem značaja interventnih mjera grupa stručnjaka se svojevremeno uhvatila u koštac sa klizištem «Žigići» u Grabovici kod Tuzle.



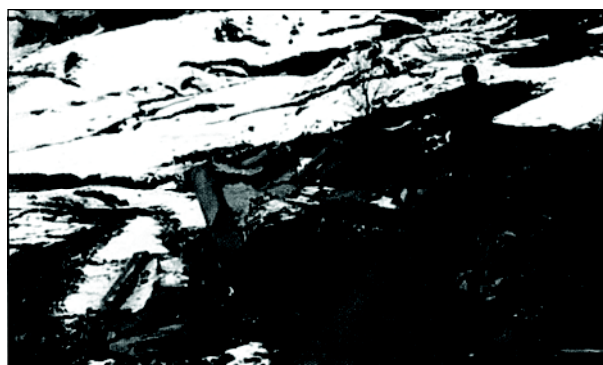
Izražena nestabilnost terena uočena je u kasnim večernjim satima a već u ranim jutarnjim satima je počela bitka sa vremenom i stihijom. Obzirom da se radilo o izuzetno velikom i složenom klizištu (sl.1 i sl.2) veliki i neprocjenjivi moment je bio kada je dio ekipe angažovane na realizaciji interventnih mjera zahvaljujući ratnom vazduhoplovstvu, a posredstvom Guvernera tuzlanskog kantona, izvršio detaljan helikopterski prelet ugroženog područja. Saznanja «iz vazduha» uticala su na pravilno koncipiranje mjera i njihov izbor.

Osnovna osobenost klizištem ugroženog područja bilo je veliko prisustvo voda kako onih koje se nekontrolisano razlijevaju niz padinu tako i onih koje u vidu izraženih pištevina izbijaju ispod pokrenutih masa ali i onih najbitnijih i najnepoželjnijih, objedinjenih u većim površinskim akumulacijama formiranim u novonastalim depresijama. Velika površina obuhvaćena klizanjem zahtjevala je postavljanje uočljivih markera tj. orijentira radi lakšeg snalaženja i stvaranja mreže poznatih tačaka na koju se naslanjaju sva tehnička rješenja. Zahvaljujući ovoj mreži (sačinjenoj od visokih pritki sa privezanim platnenom trakom na vrhu) vrlo jednostavno su se trasirali svi izvedeni mašinski i ručno kopani kanali. U isto vrijeme na karakterističnim mjestima su se postavile «letve» za kontrolu intenziteta pokreta koje su se satno osmatrale.

Podaci dobijeni na osnovu ovih osmatranja nagnali su koordinatora izvođenja sanacionih mjera da u jednom trenutku proglaši direktnu opasnost po bezbjednost ljudi te je cijelo područje evakuisano, izuzev direktnih učesnika na izvođenju interventnih mjera uz povećan stepen osmatranja dešavanja na terenu posebno njegovih viših, najaktivnijih, dijelova. Ovakav stav je doprinio da je cijela intervencija završena bez ijednog povrijeđenog učesnika ili žitelja. Intervencija na klizištu «Žigići» je trajala tri dana. Za to vrijeme je izve-

deno preko 3,0 km mašinski izvedenih kanala (sl.3) i nekoliko km ručno izvedenih kanala. Na najkritičnijim mjestima i gdje je to bilo najpoželjnije, izvršeno je planiranje terena upotrebom buldožera gusjeničara (sl.4) koji su unakrsnim kretanjem kvalitetno zatvorili otvorene klizne pukotine, nivelirali teren uz postizanje kontinuiranih nagiba ka vodnim recipijentima i izvršili zbijanje površinskih slojeva tla i pospješili isušivanje raskvašenih zona (prilog br.1).

Završetkom radova na klizištu postignuto je stanje potpune kontrole svih pojava voda u okviru klizišta i njihovo efikasno odvođenje u hipsometrijski niže stabilne dijelove terena. Osim formiranih akumulacija voda sistemom kanalske mreže prihvaćeni su viškovi voda sa svih posojećih kaptiranih i nekaptiranih izvora i obnovljeni prirodni pravci dreniranja cjelokupnog ugroženog područja. Potvrda efikasnosti sprovedenih mjera interventne sanacije bili su podaci dobijeni geodetskim praćenjem aktivnosti klizišta, koje je organizovano dan nakon aktiviranja klizišta a izvršeno u nekoliko serija. Pri tome zadnji par mjerenja nisu pokazivali na prisutnost novih pokreta.



Značajno je napomenuti da su svi izvedeni radovi koncipirani po sistemu kanalisane kontrole klizišta, sprečavanja bočnog širenja i ciljane orijentacije razvoja kliznog procesa linijom najmanjeg otpora ili duž glavnog udara kojim su već stradali objekti u prvom kliznom udaru. Od drugog dana izvođenja mjera svi postavljene ciljevi su bili postigniti i tada su se stvorili uslovi za trenutno zaustavljanje klizišta tj. ostvarenja njegove tehničke kontrole. Veliki kvalitet kod ove intervencija bio je timski rad i visoki profesionalizam svih učesnika kao i neograničena podrška struktura gradske vlasti po sistemu «davanja odriješenih ruku».

Nažalost i sudbina ovog klizišta, kao i mnogih podvrgnutih interventnim mjerama sanacije, je i dalje neizvjesna zbog odsustva aktivnosti na njegovoj trajnoj stabilizaciji. Tu i tamo se izvrše neki korektivni zahvati sa ciljem zadržavanja postojećeg stanja prividne stabilnosti.

SANACIJA KLIZIŠTA "PASJI GROB" NA PUTU KALESIJA-SAPNA

Uvod

U toku izgradnje puta Kalesija-Sapna na lokalitetu "Pasji Grob" nakon obavljenih zemljanih radova i privođenju završnih radova na saobraćajnici u proljeće 1999.godine pojavilo se klizište koje je u cijelosti oštetilo i odnijelo urađenu trasu puta. U toku 2000.godine izvršena su detaljna geološka i geomehnička ispitivanja tla i urađen Projekt sanacije navedenog klizišta. Iz Projekta sanacije klizišta biće dat kratak izvod radova koji su poduzeti da se klizište uspješno sanira.*

Za izradu Projekta sanacije klizišta izvršeni su slijedeći radovi:

- izvršena izrada bušotina te obavljena terenska i geomehnička ispitivanja tla,
- obavljena geodetska snimanja terena,
- registrovanje nivoa podzemnih voda u bušotinama i bunarima,
- izvršeno inženjersko-geološko kartiranje

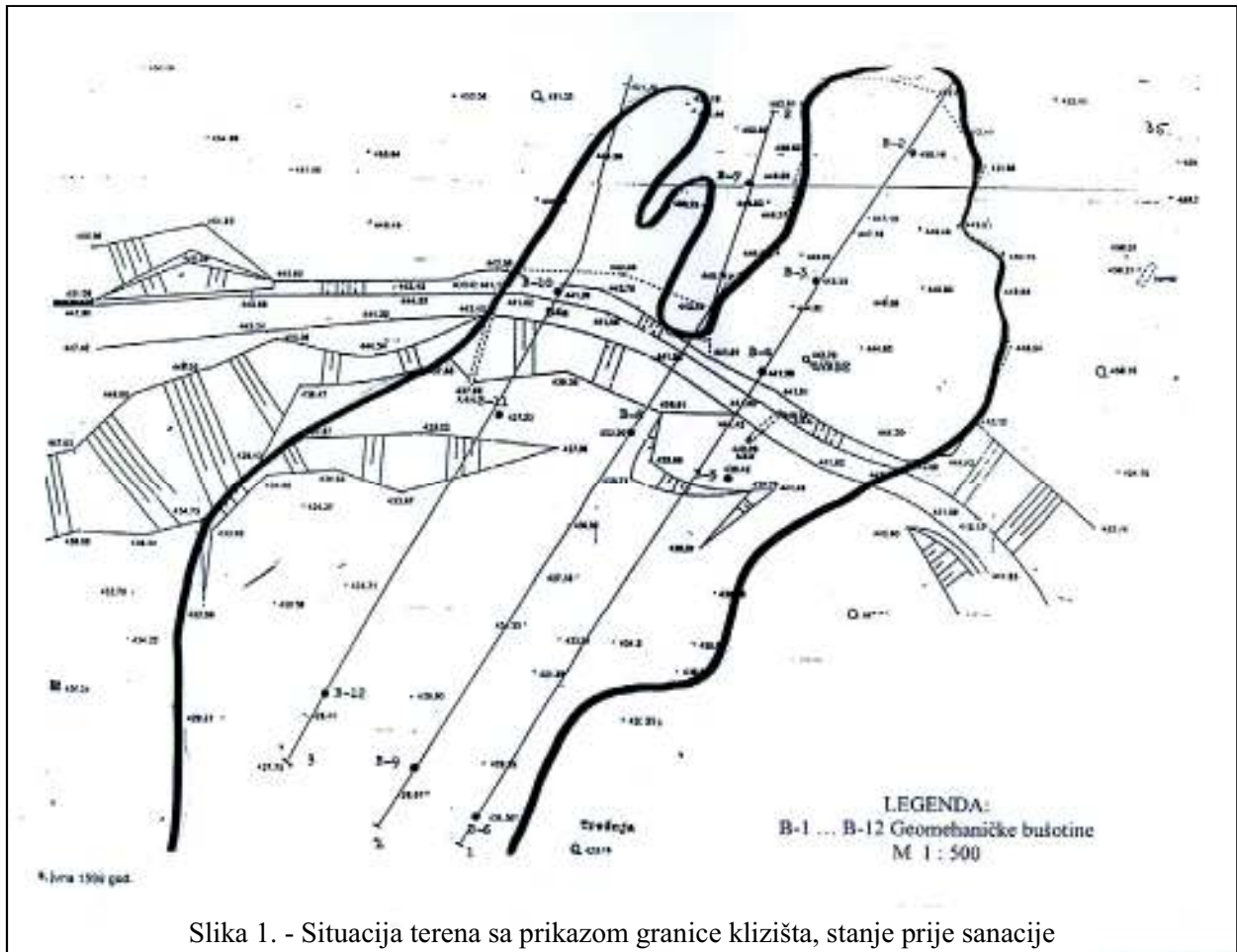
terena sa okonturenjem klizišta, njegovim prostornim definisanjem i evidentiranjem pukotina i značajnijih pojava unutar kliznog tijela,

- utvrđene sanacione mjere za izradu nasipa na putu i ispod puta, izrada drenažnih sistema i otvorenih kanala, te izrada betonskog zida sa kontraforima ispod puta,
- izgradnja zida od gabiona iznad puta,
- dat predmjer i predračun radova sa mjerama zaštite na radu.

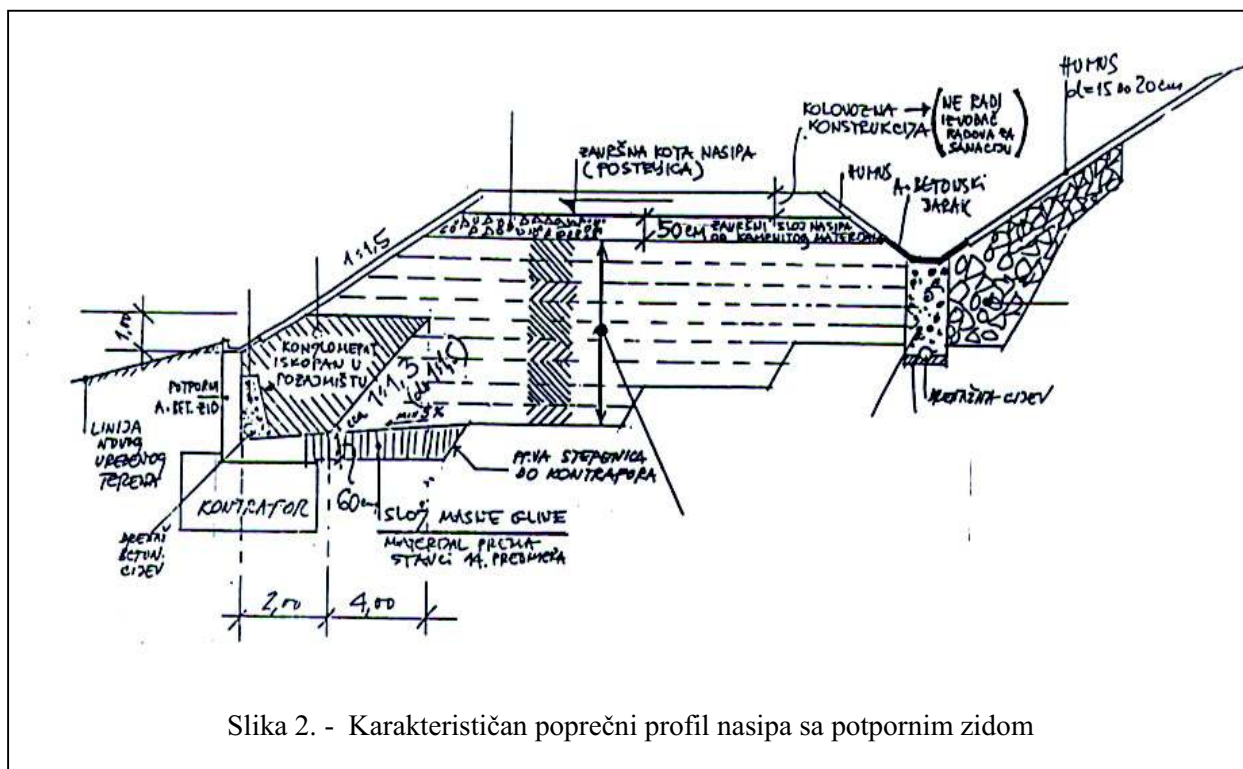
U radu su detaljnije obrađene neke od poduzetih mjera sanacije klizišta.

Inženjersko-geološke karakteristike klizišta

Klizište na lokalitetu "Pasji Grob" formirano je u okviru prirodne padine sa prosječnim nagibom od 10° do 15°. Čelo klizišta nalazi se na koti oko 472 m a nožica na koti 425 m. Širina klizišta



Slika 1. - Situacija terena sa prikazom granice klizišta, stanje prije sanacije



iznosila je od 100 do 110 m. Klizište je složenog mehanizma kretanja i pripada kategoriji konsekventnih klizišta kod kojih se klizna ravan nalazi na kontaktu pokrivač-supstrat. Dubina klizišta iznosi od 3,5 do 6,2 m. Na slici 1. prikazano je stanje klizišta prije sanacije.



Klizište je formirano unutar padine čiju osnovu izgrađuju tortonske (miocenske) tvorevine predstavljene raznobojnim laporcima te podređenije pješčarima i konglomeratima. Tekstura pomenutih tvorevina je slojevita sa čestom međusobnom izmjenom zastupljenih litoloških članova. Slojne površine su često zaglinjene i glatke što predstavlja nepovoljnost sa aspekta stabilnosti.

Cementno vezivo kod ovih tvorevina je glinovitog karaktera pa su one podložne procesima površinskog raspadanja. Kao rezultat toga u površinskim horizontima formira se raslabljena zona

supstrata koja se karakteriše degradiranim i raspadnutim materijalom.

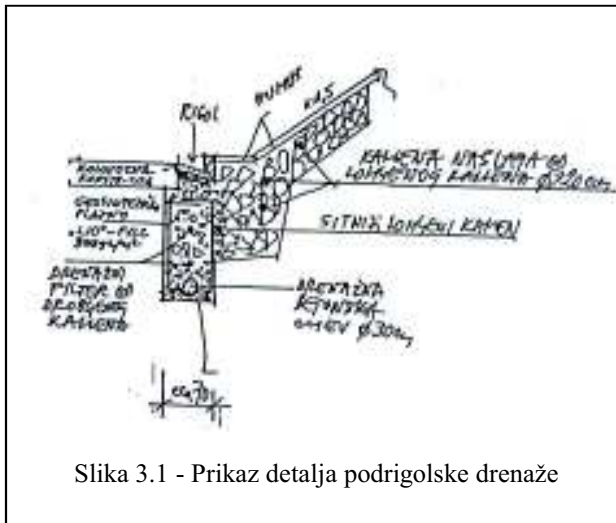
Osnovne fizičko-mehaničke osobine geološkog supstrata omogućile su stvaranje debljeg površinskog pokrivača čija debljina u okviru klizišta varira od 1,3 do 6,2 m a u centralnoj zoni od 3,5 do 6,2 m. Gledajući generalno, horizont površinskog pokrivača odlikuje se promjenjivim ali dosta lošim geomehaničkim karakteristikama. Na ovako loša kvalitativna svojstva pokrivača veliki utjecaj ima njegova zavodnjenost. Konzistencija tvorevina pokrivača varira od plastične do mekane.

Uslovi koji su doveli do formiranja klizišta

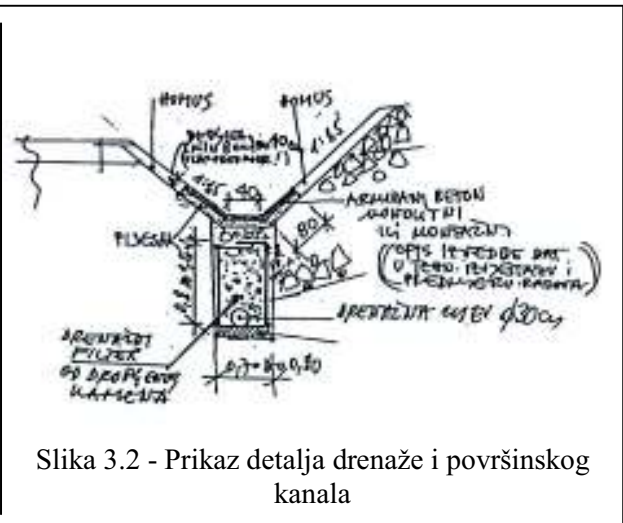
Uslovi koji su doveli do formiranja klizišta mogu se podijeliti u dvije osnovne kategorije i to prirodni i vještački.

U prirodne uslove prije svega spadaju prirodna geološka građa terena koju karakteriše materijalni sastav terena, njegov prirodni sklop, stanje prirodne zavodnjenosti. Sastav terena ukazuje na podložnost ovih terena procesima nestabilnosti. Prisutna zavodnjenost, stalni dotok voda i to izvorišnih voda iz zaleđa daje ovom terenu karakter labilnosti. Sumirajući prirodne uslove može se konstatovati da se u prirodnom stanju i to prije pojave klizanja radilo o padinama koje su prema svim prirodnim uslovima pripadale kategoriji izuzetno labilnih terena na granici ravnotežnog stanja.

Vještački uslovi proizvod su aktivnosti u ok-



Slika 3.1 - Prikaz detalja podrigolske drenaže



Slika 3.2 - Prikaz detalja drenaže i površinskog kanala

viru prirodne padine. Naime, u cilju izvođenja saobraćajnice na navedenom lokalitetu bilo je neophodno izvesti visoki nasip. Prostorni položaj nasipa uslovio je presijecanje prirodnog oticanja površinskih voda iz dijela padine u zaleđu saobraćajnice. Izrazita raskvašenost terena ukazivala je na znatno prisustvo voda koje su prisutne i u dubljim horizontima. Odvodnja voda pokušala se riješiti izradom propusta u tijelu nasipa. Međutim, zbog osipanja i školjkanja zemljanog materijala urađeni kanali su narušeni a voda se počela zadržavati uz gornju škarpu nasipa. Ovakav razvoj omogućio je permanentno raskvašavanje tijela nasipa i ugrožavanje stabilnosti izvedenih radova.



Opis projektovanog tehničkog rješenja

Tehničko rješenje za sanaciju klizišta sastojalo se u slijedećim radovima:

- ravnanje terena sa zatvaranjem pukotina i grubim planiranjem okoline klizišta,
- izradi sistema drenažnih kanala sa šahtovima i sistema otvorenih kanala za odvod podzemnih i površinskih voda,
- izradi dva potporna zida na nižoj strani pu-

ta. Zidovi su oblika "L" a utemeljeni su na kontraforima sa kojima su povezani armaturom.

- pokosi zasjeka na višoj strani puta osigurani su izradom gabiona i kamenih naslaga,
- trup puta urađen je od zemljanog materijala, konglomerata i kamenog nabačaja,
- nakon obavljenih gornjih radova izvršeno je uređenje i rekultivacija postojećeg terena,

Zemljani radovi

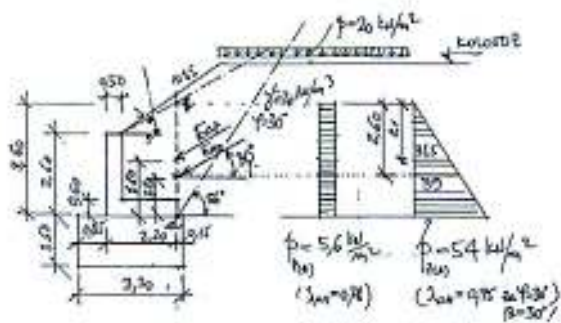
Ravnanje terena, skidanje humusa, široki iskopi i iskopi za drenaže obavljani su mašinskim putem. Kod iskopa kanala za drenaže izvršeno je razupiranje tla i crpljenje podzemnih voda.

Debljina slojeva za nasipanje trupa saobraćajnice iznosila je od 30 do 40 cm uz obavezno utvrđivanje zbijenosti svakog sloja. Zahtijevani modul stišljivosti po standardnom Proctorovom postupku iznosi 95 %. Završni sloj trupa urađen je od kamenog materijala u debljini oko 50 cm, kako je prikazano na slici 2.

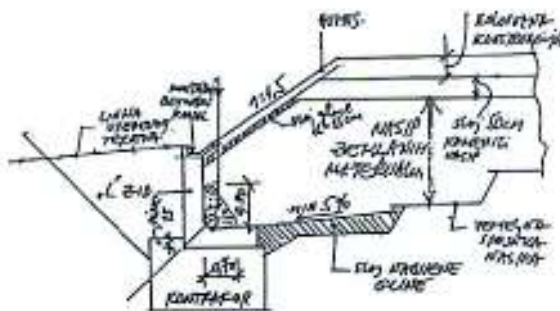
Drenaže

Iskop za drenaže vršen je tako da svaka drenaža bude minimalno 50 cm u vodonepropusnom prirodnom materijalu. Na dno iskopa drenaže urađen je geotekstil, mase 300 g/m², čija je visina iznosila oko 120 cm. Kao materijal za ispunu koristio se separisani šljunak. U dno svake drenaže položene su betonske drenažne cijevi prečnika 30 cm. Kao alternativa za betonske cijevi bile su predložene plastične cijevi PEHD – Vinidurit odgovarajućeg prečnika i debljine stijenke min 6 mm. Iznad geotekstila urađen je glineni nabačaj debljine prema situaciji na terenu, kako je prikazano na slici 3.1. i 3.2.

Za ispravno funkcionisanje drenaža i njihovu



Slika 4. - Elementi za statički proračun potpornog zida sa kontraforima



Slika 5. - Poprečni presjek kroz trup puta sa prikazom potpornih zidova

kontrolu neophodno je bilo uraditi šahtove. Svi šahtovi urađeni su od montažnih betonskih cijevi $\varnothing 100$ cm sa ili bez redukcionih komada na vrhu drenaže.

Potporni zidovi ispod puta

Zbog veoma nestabilnog terena i duboke klizne ravni u Projektu je predviđena izrada 2 zida Z_1 i Z_2 kao AB zidova presjeka "L" koji su temeljeni na pojedinačnim razmaknutim temeljima – kontra-

forima.

U statičkom smislu zid je analiziran za krajnje nepovoljno stanje u tlu neposredno ispod presjeka "L" zida – tako da sva djelujuća opterećenja zid prenese u tlo preko kontrafora. Za tu krajnju nepovoljnost pri dimenzioniranju zida uzeta je predraspodjela momenata od težine tla na potporni zid, slika 4.

Za izvođenje kontrafora bila je predviđena najmanja visina 1,4 m s tim da se kontrafori teme-



Slika 6. - Plan i položaj kontrafora i potpornih zidova

lje u supstratu kao što su laporci i laporovite gline. Tijelo kontrafora je predviđeno kao masivni betonski blok urađen od betona MB 20 sa ugrađenom armaturom u gornjem dijelu temelja.

Potporni zidovi oblika "L" projektovani su da zadrže istu visinsku kotu a sa kontraforima povezani su armaturom, slika 5. Na slici 6. dat je plan i položaj kontrafora i potpornih zidova.

Zatravljanje i rekultivacija terena

Nakon završenih betonskih radova i izrade saobraćajnice na pokosima iznad potpornih zidova predviđena je ugradnja sloja humusa debljine oko 15 cm. Isto tako pokose kanala iznad betonskih obloga humusirati. Kao mjera rekultivacije predloženo je i planirano zasijavanje narušenog tla sa travom.

Zaključci

U radu je prikazana sanacija klizišta koje se pojavilo pri izgradnji puta Kalesija-Sapna na lokalitetu "Pasji Grob". Naime, u toku 1998.godine izvršena je izgradnja puta i saobraćajnice na navedenom lokalitetu ali je u proljeće 1999.godine došlo do potpunog oštećenja i prekida saobraćajnice.

Za potrebe sanacije navedenog klizišta koje je imalo visinsku razliku oko 50 m, širinu oko 110 m i dužinu oko 300 m izvršena su detaljna terenska i laboratorijska ispitivanja u cilju definisanja uzroka

pojave klizišta. Urađena je inženjersko-geološka karta sa detaljnim okonturenjem klizišta, njegovim prostornim definisanjem i evidentiranjem svih značajnijih pojava unutar kliznog tijela. Klizište je definisano kao umireno klizište koje pripada kategoriji konsekventnih klizišta kod kojih se klizna ravan nalazila na kontaktu pokrivač- supstrat na dubini od 3,5 do 6,2 m. Klizište je formirano unutar padine koju izgrađuju tortoske-miocenske tvorvine predstavljene raznobojnim laporcima te podređenije pješčarima i konglomeratima. Cijelo klizno tijelo karakteriše izrazito prisustvo vode koja se uglavnom nekontrolisano razlijevala po narušenoj površini terena stvarajući vrlo često blatnokašastu masu koja se nalazila na granici prirodne ravnoteže.

Za sanaciju klizišta urađeno je tehničko rješenje koje se uglavnom sastojalo u izradi drenažnih kanala sa šahtovima i sistemom otvorenih kanala za odvod podzemnih i površinskih voda. Sanacija saobraćajnice obavljena je izradom 2 AB zida oblika "L" koji su utemeljeni na kontraforima. Pokosi zasjeka na višoj strani puta osigurani su izradom gabiona i kamenih naslaga. Trup puta urađen je od zemljanog materijala, konglomerata i kamenog nabačaja. U Projektu su predložene mjere za uređenje i rekultivaciju postojećeg terena.





SARAJEVO-OSIGURANJE d.d. Filijala Tuzla po veoma povoljnim uslovima nudi osiguranje od opasnosti požara i nekih drugih opasnosti

Predmet osiguranja od opasnosti požara i nekih drugih opasnosti mogu biti:

- građevinski objekti
- oprema
- inventar

zalihe novčanih i obrtnih sredstava

Osiguranjem od opasnosti požara i nekih drugih opasnosti pruža se osiguravajuća zaštita od:

- Osnovnih rizika i
- Dopunskih rizika

Osnovni rizici obuhvataju: požar i udar groma; eksploziju; oluju; grad (tuč); pad vazdušne letjelice; udar soptvenog motornog vozila u osigurani građevinski objekat i manifestacije i domontracije.

Ako se posebno ugovori i plati dodatna premija osiguravajuća zaštita se proširuje na jedan ili više **dopunskih rizika** i to: poplavu i bujicu; **klizanje tla i odronjavanje zemljišta**; snježnu lavinu; iscurenje tečnosti (lekaža); izlivanje vode iz vodovodnih i kanalizacionih cijevi i samozapaljenje zaliha.

S obzirom da su u posljednje vrijeme neka područja na našem Kantonu podložna klizanju tla i odronjavanju zemljišta, gdje dolazi do velikih oštećenja na građevinskim objektima, svim fizičkim i pravnim licima preporučujemo da prilikom ugovaranja osiguranja pored osnovnog rizika od požara i nekih drugih opasnosti uključe i dopunski rizik: klizanja tla i odron zemljišta.

Obim opasnosti klizanja tla

Prema našim Uslovima, klizanjem tla smatraju se iznenadni pokreti zemljine površine na kosim terenima sa jasnim manifestacijama lomova na površini tla i srozavanja koji sa pojavom jakih deformacija i širokim pukotinama na građevinskim objektima nastanu u kratkom periodu.

Osiguranjem od klizanja tla nisu obuhvaćene:

- štete od geološkog klizanja tla, ako je tlo na kome se nalazi osigurani građevinski objekat već počelo da geološki klizi u trenutku zaključenja osiguranja
- štete od klizanja tla prouzrokovanog djelatnošću čovjeka kao na primjer: sljed usijecanja tla i sl.
- štete usljed slijeganja tla (ulegnuća);
- štete od polaganog geološkog klizanja tla koje se ispoljava u manjim pukotinama na građevinskim objektima;
- štete od živog pijeska, gorskog udara i zarušavanja u uskopima, niskopima, podzemnim hodnicima i jamama rudnika

osiguranjem nisu obuhvaćeni troškovi za saniranje tla

Obim opasnosti odronjavanja

Odronjavanjem u smislu naših Uslova, smatra se otkidanje i pad materijala kao geološke pojave. Smatra se da je nastao osigurani slučaj odronjavanja na osiguranoj stvari samo onda ako je materijal koji se odronio udario u osiguranu stvar i uništio je ili ošteti

Osiguranjem nisu obuhvaćeni troškovi za saniranje tla sa koga nastaje odronjavanje

VAŽNE ADRESE I TELEFONI

Organ	Odgovorna lica	Telefon	Fax
Federalna uprava civilne zaštite Sarajevo	Direktor, Alija Tihć Zamjenik direktora, Stanko Slišković	033/214-203 033/214-203	033/664-620
Kantonalni štab civilne zaštite Tuzla	Komandant, Zdenko Tadić Načelnik, Nuriya Porobić	252 076 251 184	282 301
Općinski štab CZ Banovići	Komandant, Kasim Avdić Načelnik, Omer Kasumović	874 201 875 246	876 302 875 985
Općinski štab CZ Čelić	Komandant, Sead Muminović Načelnik, Mirsad Džafić	663 461 663 098	663 461 663 098
Općinski štab CZ Doboj Istok	Komandant, Mustafa Mujkić Načelnik, Sulejman Delić	720 457 720 776	780 028
Općinski štab CZ Gračanica	Komandant, Tajib Kamarić Načelnik, Mustafa Bajić	702 011 787 729	702 011 787 729
Općinski štab CZ Gradačac	Komandant, Šefik Šibonjić Načelnik, Isam Sendić	817 463 817 302	817 156 817 302
Općinski štab CZ Kalesija	Komandant, Ismet Mešić Načelnik, Safet Fazlić	631 098 631 274	631 259 631 274
Općinski štab CZ Kladanj	Komandant, Sead Imamović Načelnik, Ervina Avdibegović	621 645 621 645	641 695 621 591
Općinski štab CZ Lukavac	Komandant, Seudin Hodžić Načelnik, Amir Sejdinović	566 554 572 235	566 553 572 235
Općinski štab CZ Sapna	Komandant, Ismet Omerović Načelnik, Avdo Dedić	597 108 597 007	597 123 597 007
Općinski štab CZ Srebrenik	Komandant, Sejfudin Okić Načelnik, Bajro Imširović	640 204 640 766	640 204 641222
Općinski štab CZ Teočak	Komandant, Senija Bubić Načelnik, Fahrudin Avdičević	755 318 755 903	755 319
Općinski štab CZ Tuzla	Komandant, Zdravko Đuranović Načelnik, Zumra Grabčanović	252 587 250 570	250 151 252 569
Općinski štab CZ Živinice	Komandant, Omer Kupusović Načelnik, Zdenko Mišić	775 511 774 496	772 125
