



INTEGRISANO SMANJENJE RIZIKA OD KATASTROFA IZAZVANIH KLIZIŠTIMA U SRBIJI

Goran Božić

Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Birčaninova 5,
goranbozic998@gmail.com

Apstrakt: Prirodne katastrofe manifestovane u vidu klizišta destruktivno utiču po državu u kojoj su nastale, životnu sredinu, život i zdravlje njenih građana, materijalne resurse i nanose ekonomsko-finansijske gubitke većih ili manjih razmera. Opšte je poznato da je uzročnik pomenutih katastrofa klizišta, pored same prirode, atmosferskih i litoserskih uticaja i sam čovek, njegov egoizam i težnja za finansijskom moći, narušavajući sva pravila prirode i crpeći maksimum iz njenih resursa, bez osvrtnja na posledice koje mogu proizaći iz tog nesklada sa prirodom. Glavni cilj ovog rada jeste ukazivanje na potencijalne opasnosti i njihovo ublažavanje, sa osvrtnom na Srbiju, mere prevencije i preduzimanje proceduralnih aktivnosti, te identifikovanju ključnih determinanti u upravljanju rizikom kada su u pitanju klizišta, kao i povezanost prirodnih i društvenih faktora. U zaključku rada, dat je primat na rešavanju problema neizvesnosti pojavom klizišta i donošenju racionalnih odluka o raspodeli sredstava i pratećih resursa za upravljanje rizikom od klizišta i ublažavanjem neželjenih posledica.

Ključne reči: klizišta, uzročnici klizišta, ublažavanje klizišta, preventivne mere od klizišta.

1. Uvod

Klizišta predstavljaju ozbiljnu geološku opasnost uobičajenu za većinu država. Kako se ljudi sve više naseljavaju u nova područja brdovitog ili planinskog terena, važno je razumeti prirodu njihove potencijalne izloženosti opasnostima od klizišta, kao i načine na koji gradovi, mesta i okruzi mogu planirati korišćenje zemljišta, inženjering nove izgradnje i infrastrukturu koja će smanjiti troškove života sa klizištima.

Klizišta su rasprostranjenija od bilo kog drugog geološkog događaja i mogu se pojaviti bilo gde u svetu. Nastaju kada se velike mase zemlje, kamenja ili krhotina pomeraju niz padinu usled prirodnog fenomena ili ljudske aktivnosti. Iako se fizički uzroci mnogih klizišta ne mogu

ukloniti, geološka istraživanja, dobra inženjerska praksa i efikasna primena propisa o upravljanju korišćenjem zemljišta mogu smanjiti opasnosti od klizišta. U celokupnom procesu, važno je razumeti nauku o klizištima – njihove uzroke, karakteristike kretanja, svojstva tla, geologiju koja je povezana sa njima i gde je verovatno da će se pojaviti.

Prirodne katastrofe, kao što su zemljotresi, vulkanske erupcije, intenzivne padavine i antropogeni faktori, kao što je krčenje šuma, doprinose propadanju nagiba, bilo smanjenjem sila otpora ili povećanjem pokretačkih sila mase tla (Cvetković, 2019; Cvetković, Adem, & Aleksandar, 2019; Cvetkovic & Martinović, 2020; Ocal, Cvetković, Baytiyeh, Tedim, & Zečević, 2020). Klizišta su snažno povezana sa strminom padine, vlažnošću zemljišta, sadržajem vode u sloju tla, klimatskim faktorima koji povećavaju sadržaj vode u zemljištu i drugim antropogenim faktorima i mogu biti izazvani zemljotresima, vulkanima i poplavama. Međutim, većina padova na padinama je uzrokovana intenzivnim padavinama i prethodnim vlažnim uslovima vlažnosti tla. Često pogoršana brzim i nekontrolisanim razvojem, klizišta, velika ili mala, dešavaju se svake godine u planinskim predelima širom sveta.

Klizišta su u porastu zbog uticaja prirodnih i antropogenih činilaca, kao što su klima i upotreba zemljišta, odnosno promene zemljišnog pokrivača, kao i rastuće populacije. Imajući u vidu da klizišta predstavljaju ozbiljnu pretnju po živote i imovinu, neophodno je razumeti fizičke procese, uzroke klizišta, karakteristike kretanja i potencijalne faktore rizika. Takođe je od vitalnog značaja proučavanje klizišta, što pomaže u razumevanju mapiranja klizišta, predviđanja, praćenja i procene rizika kako bi se smanjio uticaj klizišta.

Otkrivanje klizišta i mapiranje podložnosti ključni su u upravljanju rizikom i urbanističkom planiranju. Stalni napredak u preciznosti i dostupnosti digitalnih modela nadmorske visine, kao i izgledi za automatsku detekciju klizišta, zajedno sa varijabilnim tehnikama obrade, naglašavaju potrebu da se proceni efekat razlika u ulaznim podacima na tačnost mapa podložnosti klizištima. Iz tog razloga, cilj rada je da predstavi dodatne korake ka razumevanju rizika od klizišta, što je posebno važno za lokalne zajednice, a svakako treba da postane fokusna tačka u narednim godinama.

Problemsko pitanje odnosi se na ublažavanje i prevencije klizišta, odnosno detektovanje potencijalnih prirodnih ili veštačkih pretućih klizanja i/ili klizišta i drugih uzroka koji dovode do izmena strukture i teksture stena ili tla, pod uticajem različitih mehaničkih i

hidromehaničkih faktora. Ujedno, rad treba da pokaže kako svesti rizike od prirodnih katastrofa klizišta na najmanji mogući nivo i ukaže u kom delu je sistem najranjiviji, te i na njegovu otpornost prema nastupajućoj katastrofi primenjujući metodološke principe. Kako nalaže priroda navedenog problema, za potrebe rada primeniće se metoda analize i sinteze iz dostupnih izvora podataka, naučnih radova, zakona, uredba i drugih propisa R. Srbije.

1. Pojmovno definisanje i istorija klizišta

U biti svakog pojedinca je, da, pored stabilnih odnosa u porodici i društvu, oseća komoditet stabilnosti i na samom zemljišnom tlu, kako bi život i rad učinio neturbulentnim pojavom klizanja ili klizišta, te je iz tog razloga u potrazi za što stabilnijim terenom na kome bi izgradio objekat za stanovanje, ne opterećujući se o mogućim potencijalnim klizištima i izbegavši time ekonomske i socijalne gubitke i zdravstvene posledice.

1.1. Pojmovno definisanje klizišta

Prema definiciji Britanika enciklopedije, klizište, takođe nazvano odron, kretanje niz padinu mase stena, krhotina, zemlje ili tla (tlo je mešavina zemlje i krhotina) jeste pojava do koje dolazi kada gravitacioni i drugi tipovi napona na smicanje unutar nagiba premašuju smičnu čvrstoću (otpornost na smicanje) materijala koji formiraju nagib.

Termin klizište, kako ga je definisao Kruden 1991. godine za Radnu grupu za svetski inventar klizišta, označava „kretanje mase stena, krhotina ili zemlje niz padinu“ (Cruden, 1991). Varns je 1978. godine ukazao da bi pomeranje nagiba bilo bolji sveobuhvatan termin i definisao klizište kao „pomeranje materijala koji formiraju nagib nadole i napolje pod uticajem gravitacije“ (Varnes, 1978).

Prema Laziću, „klizište je deo terena koji se translatorno ili rotaciono pomera preko stabilne podloge ili je to deo terena u kome su sačuvana strukturalna i morfološka svojstva stvorena procesom klizanja“ (Lazić, 1991).

Takođe, klizišta se definišu kao nekoliko oblika masovnog rasipanja koji mogu uključivati širok spektar pomeranja tla, kao što su odroni kamenja, plitki ili duboki padovi na padinama, tokovi blata i tokovi otpada (Hungar et al., 2014). Klizišta se javljaju u različitim sredinama,

koje karakterišu ili strmi ili blagi nagibi padina, od planinskih venaca do obalnih litica ili čak pod vodom, u kom slučaju se nazivaju podmorskim klizištem (Haflidason et al., 2004).

Miladinović, Cvetković i Milašinović klizište definišu kao „stenovitu ili rastresitu stensku masu odvojenu od podloge koja pod uticajem gravitacije klizi niz padinu“ (Miladinović et al., 2018). Oni daju i definiciju pojma klizne zone, koja predstavlja sredinu po kojoj je kretanje tela klizišta. Ovi autori, takođe, napominju da proces klizenja treba razlikovati od klizišta, jer proces klizenja „može da se definiše kao kretljanje pripovršinskog geosistema u fizičkom vremenu, koje je određeno njegovim međusobnim delovanjem sa spoljašnjom sredinom ili elementima geosistema“ (Miladinović et al., 2018).

Najkraće rečeno, definicija klizišta glasila bi: Klizište predstavlja tretiranje zemljišne/zemljine površine od strane različitih prirodnih ili antropogenih faktora tj. njenog otkinutog dela od homogene mase, pomerajući ga niz kliznu površinu pod dejstvom gravitacione sile, u zavisnosti od težinske mase dela i ugla strmine po kojoj klizi.

1.2. Istorija klizišta

Istorijsko pamćenje klizišta igra osnovnu ulogu u donošenju odluka koje se mogu koristiti kroz integrisane metodološke pristupe. Prikupljanje istorijskih podataka u cilju upoznavanja i mapiranja nestabilnosti, omogućava da se upotpune i unaprede informacije dobijene normalnom geološko-geomorfološkom analizom, bolje definišući fundamentalne aspekte za procenu opasnosti i ranjivosti regiona po pitanju klizišta.

Poznavanje slučajeva ranijih klizišta u regionu, u smislu nastanka događaja, kontrolnih faktora i okidačkih uslova, glavni su potrebni faktori za procenu prostorne i vremenske verovatnoće opasnosti. Stoga, korišćenje objavljenih i neobjavljenih istorijskih izvora (republičke, opštinske, pokrajinske i državne arhive, publikacije, novine, pregledi štampe, tehnički izveštaji, fotografije i video snimci) može pružiti suštinske okvire za razumevanje uticaja opasnih događaja tokom vremena u oblasti koje su praćene i evaluirane tokom novih istraživanja.

Istorijske informacije o klizištima mogu se grupisati u četiri kategorije (Ray, 2020):

- 1) Direktne zabeležene promene ili prirodni događaji, kao što su suše, poplave, klizišta i stope erozije;

- 2) Indirektni podaci koji se koriste za određivanje uzroka ili objašnjenje obrazaca, kao što su istorijski nizovi padavina;
- 3) Drugi podaci koji pružaju dodatne informacije, kao što su geološke karte;
- 4) Fenomenološki podaci koji se mogu menjati tokom vremena (npr. odgovor vodonosnih slojeva na vlažne sezone).

Klizišta, statistički, predstavljaju, nakon zemljotresa i drugih spoljnih pokretačkih sila, prirodne katastrofe koje izazivaju najveći broj žrtava i štete izgrađenim područjima, infrastrukturama, ekološkim, istorijskim i kulturnim dobrima (Ray, 2020). Između 1998-2017, klizišta su pogodila oko 4,8 miliona ljudi i izazvala više od 18.000 smrtnih slučajeva, kako navodi Svetska zdravstvena organizacija (SZO). Očekuje se da će klimatske promene i porast temperature izazvati više klizišta, posebno u planinskim predelima sa snegom i ledom.

2. Uzroci nastanka klizišta i vrste

Kada klizni naponi na padini ili kosini, koje su prirodne ili antropogene, a koju čine strana ili ravan i nagib, postanu veći od klizne čvrstoće materijala, na njoj dolazi do cepanja površine i javljanja klizišta. Uzroci mogu biti različiti faktori koji se sagledavaju na osnovu geološkog sastava, reljefa, površinskih i podzemnih voda.

2.1. Uzroci nastanka klizišta

Klizišta nastaju zbog poremećaja prirodne stabilnosti padine. Ona mogu da se jave kao posledica jake kiše, ali i kao posledica suše, zemljotresa ili vulkanske erupcije. Klizišta se razvijaju kada se voda brzo akumulira u tlu i rezultira naletom kamenja, zemlje i krhotina zasićenih vodom. Klizišta obično počinju na strmim padinama i mogu se aktivirati prirodnim katastrofama. Područja u kojima su šumski požari ili ljudske modifikacije zemljišta uništili vegetaciju na padinama posebno su podložna klizištima tokom i nakon obilnih kiša.

Oblasti koje su najugroženije od klizišta uključuju:

- 1) Strm teren, uključujući područja na dnu kanjona;
- 2) Zemljište prethodno izgorelo u požarima;
- 3) Zemljište koje je izmenjeno usled ljudske aktivnosti, kao što je krčenje šuma ili izgradnja;

4) Kanali duž potoka ili reke;

5) Bilo koje područje gde je površinski oticanje usmereno ili je zemljište jako zasićeno (SZO).

Takođe, postoje oblasti u kojima je veća verovatnoća da će doživeti klizišta, uključujući:

- 1) Područja na kojima je ranije bilo klizišta;
- 2) Padine koje su izmenjene za izgradnju objekata i puteva;
- 3) Područja gde je površinsko oticanje usmereno.

Klizanje se najčešće javlja u onim delovima nagiba i padina koji imaju najveći broj ispunjenih uslova za stvaranje klizišta, što se može stvoriti unutar brojnim procesima. To uključuje prekomerno strmoglavljenje osnove padine, kao što je prirodna erozija ili iskopavanje, i opterećenje padine, kao što je dotok vode, porast nivoa podzemnih voda ili nakupljanje otpada na površini padine. Kratkotrajni stresovi, kao što su oni izazvani zemljotresima i kišnim olujama, takođe mogu doprineti aktiviranju klizišta.

Klizišta se takođe mogu aktivirati procesima koji slabe smičnu čvrstoću materijala kosine. Čvrstoća na smicanje zavisi uglavnom od dva faktora: čvrstoće trenja, koja je otpor pomeranju između čestica materijala nagiba koji međusobno deluju, i kohezivne čvrstoće, koja je veza između čestica. Samo smicanje predstavlja deformaciju tela pod delovanjem sile na njega, u kojem sila deluje paralelno sa unutrašnjim ili spoljašnjim površinama tela.

Grube čestice poput zrna peska imaju veliku čvrstoću trenja, ali nisku kohezionu čvrstoću, dok je suprotno slučaj kod gline, koja se sastoji od finih čestica. Drugi faktor koji utiče na čvrstoću na smicanje materijala je prostorna dispozicija njegovih sastavnih čestica, koja se naziva sedimentna tkanina. Neki materijali sa labavim, otvorenim sedimentom će oslabiti ako su mehanički poremećeni ili poplavljeni vodom. Povećanje sadržaja vode, koje je rezultat bilo prirodnih uzroka, bilo ljudske aktivnosti, obično slabi peskovite materijale kroz smanjenje trenja među česticama i slabi glinu rastvaranjem interčestičnog cementa, hidratacijom minerala gline i eliminacijom napetosti među česticama (kapilara).

2.2. Vrste klizišta

Klizanje se može protezati nadole i napolje duž široko ravne površine (translacioni klizač), ili može biti rotaciono, duž konkavno-nagore

skupa smičućih površina (nagib). Translacioni klizač se obično odvija duž strukturnih karakteristika, kao što je ravan ležišta ili interfejs između otporne temeljne stene i slabijeg materijala iznad. Ako se materijal koji leži iznad kreće kao jedna, malo deformisana masa, ona se naziva blok klizača. Translaciono klizanje se ponekad naziva i klizanje blata, kada se javlja duž blagih nagnutih, diskretnih smičućih ravni u sitnozrnastim stenama (kao što su pukotine), a izmeštena masa se fluidizuje povećanjem pritiska vode u porama. Kod rotacionog klizača, osa rotacije je otprilike paralelna sa konturama nagiba. Kretanje u blizini glave tobogana je uglavnom nadole, otkrivajući strmu glavu, a kretanje unutar izmeštene mase se odvija duž unutrašnjih ravni klizanja, od kojih svaka teži da se nagnje unazad. Tokom vremena, posipanje vode uzbrdo od takvih blokova nagnutih unazad može povećati oblast nestabilnosti, tako da se stabilno stanje postiže samo kada se nagib smanji na veoma nizak gradijent. Na osnovu navedenih faktora izvršena je i podela klizišta po vrstama. Klizišta se mogu klasifikovati na sledeći način:

1) prema vrsti kretanja (klizanja, tokovi, širenje, prevrtanje ili padovi) i

2) vrsti materijala (stene, krhotine ili zemlja).

Ukoliko se za klasifikaciju kao parametar uzmu uzroci poremećaja stabilnosti kosine, oni mogu biti prirodni (geološki i morfološki) i antropogeni (Miladinović, Cvetković, Milašinović, 2018). Dalje, u klasifikaciju klizišta ulaze razni kriterijumi, kako naglašavaju Miladinović, Cvetković i Milašinović, pa se tako ona mogu klasifikovati prema sledećem:

- 1) Prema sredini pojavljivanja – nadvodne, podvodne;
- 2) Prema aktivnosti – aktivno, potencijalno ili smireno, „spavajuće“ klizište, stabilizovano (sanirano) klizište;
- 3) Prema vremenu nastanka – primarna klizišta (na terenima koji ranije nisu bili zahvaćeni klizištima), sekundarna klizišta (na prostoru koji je već bio zahvaćen klizanjem)
- 4) Prema mestu iniciranja kliznog procesa – delaksiona i detruzivna
- 5) Prema stanju procesa klizanja – aktivna, nagla, brza, spora, neaktivna, umirena, fosilna klizišta
- 6) Pre aktivnosti procesa klizanja – izvanredno spora, vrlo spora, spora, umereno brza, brza, vrlo brza i izvanredno brza;
- 7) Prema količini pokrenute mase;
- 8) Prema učestalosti pojavljivanja
- 9) Prema maksimalnoj dubini klizne površine
- 10) Prema nagibu klizne ravni

- 11) Prema tipu gubitka mase na padinama
- 12) Prema položaju klizne ravni u odnosu na gravitacionu bazu
- 13) Prema građi padine i položaju klizne ravni
- 14) Prema vrsti stena u kojima se odvija klizni proces
- 15) Prema mehanizmu klizanja
- 16) Genetska klasifikacija - detruzivna, konsekventna, delaksaciona, lepezna, sufoziona, klizišta u kori magmatskih i metamorfnih stena i dr.
- 17) Prema obliku (Miladinović, Cvetković, Milašinović, 2018).

Ponekad se u okviru jednog klizišta javlja više od jedne vrste kretanja, a pošto su vremenski i prostorni odnosi ovih pomeranja često složeni, njihova analiza često zahteva detaljno tumačenje i oblika reljefa i geoloških preseka, ili jezgara.

3. Ublažavanje i prevencije klizišta i istorijat klizišta u Srbiji

Klizišta predstavljaju ponavljajuću opasnost za ljudske živote i egzistenciju u većini delova sveta, posebno u nekim regionima koji su doživeli brz rast stanovništva i ekonomski rast. Opasnosti se uglavnom ublažavaju putem predostrožnosti – primera radi, ograničavanjem ili čak uklanjanjem stanovništva iz oblasti sa istorijom klizišta, ograničavanjem određenih vrsta korišćenja zemljišta gde je stabilnost nagiba u pitanju, kao i instaliranjem sistema ranog upozorenja zasnovanog na praćenju uslova tla, kao što su naprezanje stena i tla, pomeranje kosina i nivoi podzemnih voda.

Postoje razne direktne metode sprečavanja klizišta, kao što su:

- 1) Modifikovanje geometrije nagiba,
- 2) Korišćenje hemijskih agenasa za ojačavanje materijala nagiba,
- 3) Postavljanje konstrukcija kao što su šipovi i potporni zidovi,
- 4) Injektiranje stenskih spojeva i pukotina,
- 5) Preusmeravanje puteva krhotina i
- 6) Preusmeravanje površinske i podvodne drenaže (Miladinović, Cvetković, Milašinović, 2018).

Ove direktne metode su ograničene troškovima, veličinom i učestalošću klizišta, kao i veličinom ugroženih ljudskih naselja. Jedna

od primarnih mera ublažavalja klizišta je i sprovođenje zakona i propisa, odnosno Zakonska regulativa o klizištima u Republici Srbiji. Zakonski akti koji regulišu problematiku klizišta, odrona i erozije u Srbiji su sledeći: Zakon o ministarstvima, („Službeni glasnik RS- br. 44/14), Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima („Službeni glasnik RS- br. 101/2015), Zakon o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS- br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US i 24/11, 121/12, 42/13,-US, 50/13-US, 98/13-US, 132/14, 145/14.) i Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine. (MUP RS, 2020.).

Osim toga, problematika klizišta se reguliše i putem nacionalnih strategija za održivi razvoj i nacionalnih programa za zaštitu životne sredine. Kako je, između otalog, pitanje klizišta i ekološko pitanje, mnogi akutni ekološki problemi u Srbiji uzimaju problematiku klizišta u obzir.

Mere prevencije se preduzimaju u smislu sprečavanja iniciranja procesa klizanja. Počev od odustajanja gradnje na padinama podložnih klizanju te sumnjivih lokacija, određivanjem bezbedne udanjenosti u slučaju svkog budućeg klizanja i njegovog širenja. Pomenutu bezbednosnu zonu određuju stručnjaci sa tehničkog i ekonomskog aspekta. Kada je reč o urbanim sredinama, svaka loša procena ili neodgovorna odluka determiniše veća finansijska sredstva na njihovoj sanaciji. Sa druge strane, veoma je značajno rešenje odvoda površinskih voda različitim drenažama za prijem voda, rigolama ili kanalima, u novije vreme betonskim cevima, tako da pravac kanala prati pravac klizanja i najbržim, pa i prirodnim usmeri i izvuče vodu sa potencijalnog mesta klizišta. Međutim, ako uslovi zemljišta to dozvoljavaju, neophodno je sprovesti biološku zaštitu, tj. pošumljavanje terena, dok neplansko sečenje šuma treba izbegavati.

3.1. Klizišta u Srbiji

Srbija je teritorija podložna klizištima i odronima, i čak 20-50% njene teritorije je podložno klizištima (MUP RS, 2020.) Osetljivost na klizišta u Srbiji je klasifikovana kao srednja, što znači da područje Srbije ima obrasce padavina, nagib terena, geologiju, tlo, pokrivač zemljišta i potencijalne zemljotrese koji lokalizovana klizišta čine retkim opasnim fenomenom. Takođe, klimatske promene će verovatno promeniti stabilnost nagiba i stene kroz promene u padavinama i/ili temperaturi. Teško je odrediti buduće lokacije i vremenske prilike velikih lavina stena, jer one zavise od lokalnih geoloških uslova i drugih neklimatskih faktora.

Prema proceni rizika od katastrofa u Republici Srbiji, koju je objavio MUP Republike Srbije, najdublja klizišta formirala su se u neposrednom priobalju Dunava i Save, a to su severne padine Fruške gore, Duboko i Umka, Karaburma, potez Vinča-Ritopek-Grocka, Smederevo, dok su do sada najveća dogođena klizišta u selu Berkovac na padinama Maljena, klizište „Zavoj” na Staroj planini i klizište „Jovac” kod Vladičinog Hana (MUP RS, 2020.)

Najčešći pokreti klizišta su poplave i velike količine padavina, što je bio slučaj i kada je nastupio katastrofalni ciklon Tamara, koji je u maju 2014. pogodio Srbiju i okolne zemlje. U to vreme, posledice katastrofa su pomno pratili mediji i javnost i njime se bavile odgovorne državne službe, kao što su kancelarije Civilne zaštite i volonteri, ali malo je urađeno nakon povlačenja vode i smirivanja klizišta, posebno u pogledu analize i ublažavanja klizišta. Izveštaji o klizištima su u velikoj meri potcenjivali realan broj klizišta, koncentrišući se više na hitne i akutne slučajeve, dok je standard kvaliteta i doslednost izveštaja bio neujednačen, jer su ih prikupljale različite institucije, u zavisnosti od akutnih potreba (Abolmasov et al., 2017). Iako se u Srbiji nalaze mnoga klizišta, pa čak i jedno od najvećih klizišta u Evropi (Umka), njihovo tradicionalno tačkasto praćenje od strane Geološkog instituta ne obavlja se redovno čak ni na korisnim površinama, jer su za to potrebni resursi, često nedostupni (Abolmasov et al., 2017).

Projekat za usklađivanje podataka o klizištima u Srbiji je pokrenut 2015. godine, a počeli su da ga sprovode Geološki zavod Srbije, kao nosilac projekta i Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, kao realizator. Projekat je finansiran od strane Vlade Japana preko Kancelarije Programa Ujedinjenih nacija (UNDP) u Srbiji. (Ministarstvo za javna ulaganja, 2015.)

3.2. Upravljanje rizicima u slučaju klizišta u Srbiji

Problem upravljanja rizikom od klizišta posmatra se kao niz događaja koji dovode do smanjenja rizika od klizišta. Prirodni rizik je relativno nov i nedovoljno istražen koncept i postoji mnogo njegovih definicija. Ako je jedan od glavnih sistematskih pristupa istraživanju opasnosti njihova klasifikacija, sada se i koncept upravljanja rizikom može smatrati novim korakom u razvoju nauke i novom podlogom za sistematska istraživanja opasnosti.

Razvoj samog koncepta rizika zahteva unapređenje metoda za procenu i proračun rizika. To čini teoriju rizika naučnom disciplinom sa

dobrom matematičkom pozadinom. Neophodno je razraditi zajedničke pristupe proračunu rizika za različite vrste prirodnih opasnosti. Metode procene seizmičkog rizika, kao najpopularnije, moraju se proširiti na klizišta, poplave, zagađenje i druge vrste prirodnih hazarda i rizika, kao i na kompleksne i višerizične pojave.

Proizilazeći iz svakodnevnog života, razne vrste rizika u finansijama, biznisu, građevini i slično, postale su predmet naučnih istraživanja i podloga za sistematska istraživanja prirodnih i čovekovih opasnosti i katastrofa.

U opštem smislu, rizik predstavlja potencijalnu mogućnost da se nešto dobije ili izgubi (život, zdravlje, imovina, novac, životna sredina, itd.). Rizična situacija može porasti u kombinaciji sa neizvesnošću koja je rezultat akcije ili neaktivnosti. Rizik je posledica nepredvidivog ishoda. U nauci o analizi rizika, rizik se smatra merom verovatnoće štete po život, zdravlje, imovinu, novac ili životnu sredinu. Rizik se definiše kao verovatnoća prirodnog hazardnog događaja pomnožena sa štetom od mogućih posledica (Svalova, 2016).

3.3. Procena rizika od klizišta u R. Srbiji

Prethodno pomenuta Procena rizika koju je radio MUP Srbije obuhvata detaljne scenarije za događaje koji bi mogli nastupiti u slučaju pojave klizišta u Srbiji, na Umci – Duboko, obuhvata detaljnu analizu činilaca kao što su: geografski položaj; istorijat klizišta i njihovih uzroka; ugroženost objekata i puteva koje pripadaju ovom području (infrastruktura i saobraćaj); inženjersko-geološke, geotehničke, hidrogeološke, hidrometeorološke, hidrološke, urbanističke faktore.

Scenario izrađen za potencijalni rizik od pokretanja ovog klizišta detaljno obuhvata opis ovog aktivnog klizišta, opis opasnosti, prostornu dimenziju, intenzitet klizišta (izmerene dubine, širine, zpremine i brzine kretanja), vremenski pregled „rada” klizišta, tok, trajanje, rane najave, pripremljenost stanovništva i državnih organa, uticaj koji ova katastrofa može imati na život i zdravlje ljudi, ekonomiju, ekologiju i društvenu stabilnost i dr.

Na osnovu scenarija određen je srednji stepen verovatnoće pojave ovog rizika, sa kategorijom ozbiljnih posledica po život i zdravlje ljudi, kategorijom katastrofalnih posledica po ekonomiju i ekologiju,

katastrofalnim posledicama po društvenu stabilnost i ogromna materijalna šteta.

Procena detaljno obuhvata i moguće načine prevencije, reagovanja, kao i kartu rizika. Detaljno se prikazuju i matrice za procenu rizika, koje mogu biti korisne za primenu procenjenog rizika od bilo kojeg drugog klizišta u Srbiji.

4. Analiza i procena rizika

4.1. Analiza rizika

Prema Korominasu i dr. (Corominas et al., 2014). *analiza rizika* predstavlja korišćenje dostupnih informacija za identifikaciju opasnosti i procenu ranjivosti. Ranjivost je stepen gubitka datog elementa ili skupa elemenata koji su izloženi nastanku prirodne opasnosti ili opasnosti koju je stvorio čovek. Izražava se na skali od 0 (bez gubitka) do 1 (ukupni gubitak).

Procena rizika se smatra procesom donošenja odluke o tome da li je postojeći rizik prihvatljiv ili neprihvatljiv i podrazumeva analizu rizika. Ponekad se procena rizika smatra proračunom rizika na osnovu odabranih parametara i uspostavljanja kriterijuma rangiranja rizika.

Prihvatljivi rizik je definisan nivoom gubitka ljudi i imovine koji pojedinac ili zajednica mogu tolerisati. Verovatnoća prihvatljivog rizika je veoma mala. Koncept prihvatljivog rizika proizilazi iz shvatanja da je apsolutna bezbednost nedostižna svrha.

Društveni i ekonomski gubici usled klizišta mogu se smanjiti efektivnim planiranjem i upravljanjem. Međutim, uprkos poboljšanjima u prepoznavanju opasnosti, predviđanju, merama za ublažavanje i sistemima upozorenja, aktivnost klizišta širom sveta raste. Očekuje se da će se ovaj trend nastaviti i u 21. veku iz sledećih razloga: povećanom urbanizacijom i razvojem u područjima sklonim klizištima; nastavkom krčenja šuma na područjima sklonim klizištima i povećanjem regionalnih padavina izazvanih promenom klimatskih obrazaca, kako smatra Šuster (Schuster, 1996).

4.2. Procena verovatnoće pojave klizišta

Prilikom procene verovatnoće pojave klizišta u određenom vremenskom periodu i na datom području, od primarnog značaja je

prepoznavanje uslova koji su usloveli nestabilnost kosine i procesa koji su pokrenuli kretanje. Vu i Sajdl grupišu faktore koji određuju verovatnoću klizišta za određenu padinu ili područje u dve kategorije:

1) Pripreme varijable koje čine padinu podložnom slomu, a da ga zapravo ne iniciraju i na taj način imaju tendenciju da postave nagib u marginalno stabilno stanje, kao što su geologija, nagib i izgled nagiba, nadmorska visina, geotehnička svojstva tla, vegetacijski pokrivač i dugotrajni obrasci drenaže i vremenski uslovi; i

2) Pokretačke varijable koje pomeraju nagib iz marginalno stabilnog u nestabilno stanje i time iniciraju kvar u oblasti date osetljivosti, kao što su jake padavine i zemljotresi (Wu et al., 1995).

Očigledno, verovatnoća klizišta zavisi i od pripremnih i od pokretačkih varijabli. Međutim, pokretačke varijable se mogu promeniti u veoma kratkom vremenskom periodu i stoga ih je veoma teško proceniti. Ako se varijable koje izazivaju ne uzmu u obzir, termin „podložnost” može se koristiti za definisanje verovatnoće pojave klizišta.

Izloženost stanovništva i/ili izgrađenog okruženja riziku od klizišta može se proceniti superponiranjem mape opasnosti od klizišta na mape gustine naseljenosti, izgrađenog okruženja i infrastrukture. Međutim, ova vrsta procene daje samo kvalitativnu sliku izloženosti. Procena ugroženosti od klizišta je složen proces koji treba da uzme u obzir više dimenzija i aspekata, uključujući fizičke i socioekonomske faktore. Fizička ranjivost zgrada i infrastrukture je funkcija intenziteta klizišta i nivoa otpornosti izloženih elemenata. S druge strane, društvena ranjivost i otpornost zajednice, u vezi su sa faktorima kao što su demografija, nivoi pripremljenosti, pamćenje prošlih događaja i institucionalni i vaninstitucionalni kapaciteti za rukovanje prirodnim opasnostima (Nadim, 2017).

Zaključak

Kako bi rešile problem klizišta, za države uključujući i R. Srbiju je neophodno da razviju bolje razumevanje opasnosti od klizišta i donesu racionalne odluke o raspodeli sredstava za upravljanje rizikom od klizišta. Međutim, široko je prihvaćeno da problemom klizišta dominira neizvesnost. Ova neizvesnost se javlja u svim fazama rešavanja problema, od karakterizacije lokacije do procene materijalnih svojstava do analize i projektovanja i procene posledica. Nedavni napredak u analizi rizika i proceni rizika počinje da pruža

sistematske i rigorozne procese za formalizaciju prakse inženjeringa nagiba i poboljšanje upravljanja nagibom. Poslednjih godina, analiza i procena rizika postali su važan alat za rešavanje neizvesnosti svojstvene opasnostima od klizišta.

Procena i upravljanje rizikom od klizišta doveli su do razvoja nove paradigme koja zahteva višestruki pristup proceni rizika i upravljanju rizikom. Ovaj pristup obuhvata upotrebu nauke u proceni rizika i upravljanju rizikom, kao i studije klizišta u društveno-političkom okviru, a u procesu donošenja odluka obuhvata prirodu klizišta i prirodu ljudskih aktivnosti.

Iako se u poslednje vreme koriste nove metode, kao što je primena satelita za proučavanje klizišta raste, satelitski podaci visoke prostorne i vremenske rezolucije i dalje su ograničeni na globalnom nivou. Bez obzira na nedavna dostignuća u studijama klizišta, potrebno je više istraživačkih napora, naprednih tehnologija i alata, prostornih i vremenskih podataka visoke rezolucije i efikasnog upravljanja, svesti i politike u istraživanju klizišta. To će pomoći u rešavanju uticaja budućih ljudskih aktivnosti, klimatskih promena, korišćenja zemljišta/promena zemljišnog pokrivača na opasnosti od klizišta od lokalnog do globalnog.

Uprkos velikim opasnostima koje nose sa sobom, nije bilo prethodnog sistematskog pregleda uticaja klizišta na zdravlje. Urađen je značajan inženjerski i geološki rad na razumevanju prostorne i vremenske distribucije klizišta i fizičkih mehanizama kroz koje se ona javljaju, ali gotovo da nije preduzet ekvivalentan posao na sintezi informacija iz perspektive zdravstvenih potreba ljudi. Bolje razumevanje zdravstvenih implikacija klizišta treba da pruži informacije koje bi, ako se pravilno koriste, mogle smanjiti rizike uzrokovane katastrofama i poboljšati spašavanje i lečenje žrtava od klizišta. Stoga, kao preporuku, treba razviti bolje istraživanje ove oblasti, a sve u cilju što kvalitetnije kontrolisane prevencije klizišta.

Reference

1. Abolmasov, B., Marjanović, M., Đurić, U. et al. (2017). *Massive Landsliding in Serbia Following Cyclone Tamara in May 2014 (IPL-210)*, Advancing Culture of Living with Landslides, ISBN : 978-3-319-53500-5.
2. Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Mallet, J-P., et al. Recommendations for the quantitative analysis of landslide

risk. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*. 2014;73(2):209-263.

3. Cruden, D.M. (1991). *A simple definition of a landslide*. *Bulletin International Association for Engineering Geology*, 43: 27-29.

4. Cvetkovic, V. M., & Martinović, J. (2020). Innovative solutions for flood risk management. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 71-100.

5. Cvetković, V. (2019). Risk Perception of Building Fires in Belgrade. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 81-91.

6. Cvetković, V., Adem, O., & Aleksandar, I. (2019). Young adults' fear of disasters: A case study of residents from Turkey, Serbia and Macedonia. *International journal of disaster risk reduction*, 35, 101095.

7. Haflidason, H., Sejrup, H. P., Nygård, A., Mienert, J., Bryn, P., Lien, R., Forsberg, C. F. Berg, K., Masson, D. (2004). The Storegga Slide: architecture, geometry and slid development. *Marine Geology. COSTA - Continental Slope Stability*. 213 (1): 201–234.

8. Hungr, O., Leroueil, S. & Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides* 11, 167–194.

9. Lazić, M. (1991). *Geološke zakonitosti nastanka i razvoja procesa klizanja na teritoriji Srbije (bez pokrajina)*. Magistarski rad, Beograd: Rudarsko-geološki fakultet.

10. Miladinović, S., Cvetković, V. M., Milašinović, S. (2018). *Upravljanje rizicima u kriznim situacijama izazvanim klizistima*, Kriminalističko-policijska akademija, Beograd.

11. Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije (2020.), *Procena rizika od katastrofa u Republici Srbiji*, dostupno na: <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/html/licence/Procena%20rizika%20od%20katastrofa%20u%20RS.pdf>, (11.09.2023.)

12. Ministarstvo za javna ulaganja (2015.), dostupno na: <https://www.obnova.gov.rs/vesti/clanak/pokrenut-projekat-za-uskladjivanje-podataka-o-klizistima>, (11.09.2023.)

13. Nadim, F. (2017). *Landslide Hazard and Risk Assessment*, UNISDR.

14. Ocal, A., Cvetković, V., Baytiyeh, H., Tedim, F., & Zečević, M. (2020). Public reactions to the disaster COVID-19: A comparative study in Italy, Lebanon, Portugal, and Serbia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 1864-1885.

15. Olawuni, P., Olowoporoku, O., & Daramola, O. (2020). Determinants of Residents' Participation in Disaster Risk

Management in Lagos Metropolis Nigeria. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 1-18.

16. Perić, J., & Vladimir, C. M. (2019). Demographic, socio-economic and psychological perspective of risk perception from disasters caused by floods: case study Belgrade. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(2), 31-43.

17. Podder, M., Hasan, M. K., & Islam, M. J. (2022). Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings by Rapid Visual Screening Method: A Study on Ward 27 in Dhaka South City Corporation. *International Journal of Disaster Risk Management*, 4(2), 77-91.

18. Rajani, A., Tuhin, R., & Rina, A. (2023). The Challenges of Women in Post-disaster Health Management: A Study in Khulna District. *International Journal of Disaster Risk Management*, 5(1), 51-66.

19. Ray, R.L. & Lazzari, M. (2020). *Importance of Investigating Landslide Hazards*, IntechOpen.

20. Schuster, R.L. (1996). *Socioeconomic significance of landslides*. Spec Rep Natl Res Counc Transp Res Board 247:12–35.

21. Sergey, K. (2021). Methodology for Building Automated Systems for Monitoring Engineering (Load-Bearing) Structures, and Natural Hazards to Ensure Comprehensive Safety of Buildings and Constructions. *International Journal of Disaster Risk Management*, 3(2), 1-

22. Svalova, V. (2016), *Landslide Risk Management for Urbanized Territories*, Intechopen.

23. Varenica J. M., Vučetić, D. Multi-temporal data integration for detection of changes regarding landslides in Serbia, RGZ

24. Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In: *Special Report 176: Landslides: Analysis and Control* (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.

25. Wu, W., Sidle, R.C., (1995). A distributed slope stability model for steep forested basins. *Water Resources Research* 31 (8), 2097 – 2110.

26. Zakon o ministarstvima, Službeni glasnik RS- br. 44/14.

27. Zakon o planiranju i izgradnji, Službeni glasnik RS- br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US i 24/11, 121/12, 42/13,-US, 50/13-US, 98/13-US, 132/14, 145/14.

28. Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine, Službeni glasnik RS- br. 88/2010.

29. Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima, Službeni glasnik RS- br. 101/2015.

INTEGRATED DISASTER RISK REDUCTION FROM LANDSLIDES IN SERBIA

Goran Božić

Ministry of Defense of the Republic of Serbia, Birčaninova 5, goranbozic998@gmail.com

Abstract: Natural disasters, in the form of landslides, have a destructive impact on the country of their origin, the environment, the lives and health of its citizens, material resources, and result in economic and financial losses of varying magnitudes. It is widely known that landslides, caused by nature, atmospheric and lithospheric influences, and human actions driven by egoism and the desire for financial power, disrupt the natural order and exploit its resources to the maximum, disregarding the potential consequences of this imbalance with nature. The main goal of this paper is to highlight potential dangers and mitigate their effects, focusing on Serbia. It explores preventive measures, procedural activities, and identifies key determinants in risk management related to landslides, considering the interconnectedness of natural and social factors. In the conclusion, emphasis is placed on addressing the uncertainty associated with landslides and making rational decisions regarding the allocation of resources for landslide risk management and the mitigation of undesirable consequences.

Keywords: landslides, causes of landslides, landslide mitigation, preventive measures against landslides.