



**17. КОНГРЕС
ГЕОЛОГА
СРБИЈЕ**

.....
Врњачка Бања
17-20. мај 2018.

17th Serbian
Geological Congress

.....
Vrnjačka Banja
May 17-20, 2018

КЊИГА
АПСТРАКАТА
BOOK of
ABSTRACTS



17-20. MAJ 2018.



17. КОНГРЕС ГЕОЛОГА СРБИЈЕ - ВРЊАЧКА БАЊА

КЊИГА АПСТРАКАТА – волумен 2

ХИДРОГЕОЛОШКЕ ПОДЛОГЕ, ОБЈЕКТИ И РЕШЕЊА
ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКА И ГЕОТЕХНИЧКА ИСТРАЖИВАЊА И РЕШЕЊА
ГЕОФИЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА И АПЛИКАЦИЈЕ
ГЕОЕДУКАЦИЈА, ЗАШТИТА ГЕОНАСЛЕЂА И ГЕОЕКОЛОГИЈА

BOOK OF ABSTRACTS – volume 2

HYDROGEOLOGICAL DOCUMENTATION, STRUCTURES AND SOLUTIONS
ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICAL RESEARCH AND SOLUTIONS
GEOPHYSICAL RESEARCH AND APPLICATIONS
GEOEDUCATION, GEOHERITAGE AND GEOECOLOGY



**17. КОНГРЕС
ГЕОЛОГА СРБИЈЕ**

17-20. мај 2018. године
Врњачка Бања



17. Конгрес геолога Србије: Зборник апстраката
(Национални конгрес с међународним учешћем)

17th Serbian Geological Congress: Abstract Proceedings
(National Congress with International Participation)

Врњачка Бања, 17-20. мај 2018. године / Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018 year

За издавача / For the Publisher

Мери Ганић / Meri Ganić
Председник Српског геолошког друштва / President of the Serbian Geological Society

Уређивачки одбор / Editorial Board

Мери Ганић, Весна Цветков, Предраг Вулић, Драгана Ђурић, Урош Ђурић
Meri Ganić, Vesna Cvetkov, Predrag Vulić, Dragana Đurić, Uroš Đurić

Техничка припрема / Technical Preparation

Ненад Малешевић / Nenad Malešević

Дизајн корица и визуелног идентитета конгреса / Design and congress visual identity

Кабинет за визуелне комуникације - Универзитет у Београду, Архитектонски факултет
Office of Visual Communication – University of Belgrade, Faculty of Architecture

Издавач / Publisher

Српско геолошко друштво / Serbian Geological Society
Каменичка 6, п.фах 227, 11000 Београд, Србија / Kamenička 6, P. Box 227, 11000 Belgrade, Serbia
www.sgd.rs; e-mail: office@sgd.rs
Тираж: 250 примерака / Circulation: 250 copies

Штампа / Printing

SaTCIP d.o.o. Врњачка Бања / SaTCIP d.o.o. Vrnjačka Banja

ISBN 978-86-86053-20-6

Напомена: Аутори су одговорни за садржај и квалитет својих саопштења као и за сва мишљења, тврдње и резултате објављене у њима. Превод на енглески језик су извршили сами аутори. Сви радови су рецензирани.

Disclaimer: The authors are responsible for the content and quality of their contributions as for all opinions, statements and results that are published within the abstracts. Translation to the English language was performed by authors. All papers were reviewed.



Организациони одбор / Organizing Committee

Мери Ганић, Урош Ђурић, Дејан Радивојевић, Предраг Вулић, Весна Цветков, Драгана Савић,
Љубинко Савић, Владислав Гајић, Владимир Симић, Ивана Васиљевић, Драгослав Ракић,
Драгана Ђурић, Владимир Живановић, Драгољуб Бајић, Ирис Вуковић, Милош Велојић,
Милош Радоњић, Бојана Џинић, Ненад Чокулов

Научни одбор / Scientific Committee

Раде Јеленковић, Мирослав Старчевић, Драган Миловановић, Небојша Васић, Веселин
Драгишић, Зоран Стевановић, Даница Срећковић-Батоћанин, Љупко Рундић, Александар
Костић, Маринко Тољић, Душан Поломчић, Петар Докмановић, Драженко Ненадић,
Александар Кременовић, Дејан Миленић, Биљана Аболмасов, Сузана Ерић, Иван Дулић, Дејан
Прелевић, Драгана Животић, Весна Ристић-Вакањац, Невенка Ђерић, Катарина Богићевић,
Гордана Хаџи-Никовић, Александра Маран Стевановић, Зоран Радић, Споменко Михајловић

Почасни одбор / Honorary Committee

Видојко Јовић, Милан Судар, Владица Цветковић, Александар Грубић, Ненад Бањац,
Александар Ђорђевић

Почасни одбор (институције) / Representatives of the Institutions

Душан Поломчић (Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет)
Драгоман Рабреновић, (Геолошки завод Србије), Адам Дангић (Друштво геолошких инжењера
и техничара Србије), Михаил А. Кузнецов, (НИС а.д.), Ненад Грубин (Rio Sava Exploration d.o.o.),
Дејан Драшковић (GeoGeoAqua), Стојан Савковић (Хидрозаваод ДТД Нови Сад),
Дејан Бучановић (Rakita Exploration d.o.o), Зоран Радисављевић (Geoing Group),
Миле Бугарин (Институт за рударство и меалургију Бор)

Волонтери – сарадници / Volunteers associates

Филип Анђелковић, Драгана Илић, Јелена Стефановић, Никола Станковић, Јелка Крушић,
Тина Ђурић, Јована Јанковић

17. Конгрес геолога Србије 17 th Serbian Geological Congress	Књига апстраката Book of Abstracts	635-640	Врњачка Бања, 17-20. мај 2018. Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018.
--	---------------------------------------	---------	--

FINANSIJSKI ASPEKTI SANACIJE KLIZIŠTA

Zoran Radić¹, Uroš Đurić¹

¹ Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/I, 11000 Beograd, e-mail: zoradic@grf.bg.ac.rs)

Ključne reči: klizišta, objekti, sanacija, troškovi.

UVOD

U poslednje 3 godine u Srbiji ulaže se dosta napora, ali i novčanih sredstava, da se brojne nestabilnosti, koje su se aktivirale posle obilnih padavina i velikih poplava od maja 2014. i dalje, stabilizuju, po mogućstvu trajno. U slučaju velikih klizišta u urbanim sedinama ili na saobraćajnicama, sanacione mere se planiraju po fazama, pri čemu prioritet imaju radovi na obezbeđenju stabilnosti objekata i uspostavljanju normalnog saobraćaja na putevima. Građevinski zahvati koji se izvode u cilju poboljšanja stabilnosti padina su veoma različiti, što uz različite uzroke pojave klizišta i njihove dimenzije, ima za posledicu veoma široke raspone utrošenih sredstava po sanaciji.

TROŠKOVI SANACIJA KLIZIŠTA

Pri sanaciji klizišta, u proceni troškova radova predviđenih za njegovu stabilizaciju, nisu uvek merodavne pojedinačne promenljive koje prezentuju svojstva terena ili pojedini elementi kliznog tela. Veliki je broj promenljivih, odnosno veoma su važni uticajni činioci velikog broja promenljivih na cenu konstrukcije pri saniranju klizišta. Tu spadaju i geološka građa terena, morfologija padine, količina padavina u funkciji dužine vremenskog perioda njihovog trajanja, stanje površinskih i podzemnih voda u terenu, stepen raspadnutosti i ispucalosti stene, debljina kliznog tela, procene budućih promena na saniranoj padini, primenjenog tipa hidrotehničke ili geotehničke konstrukcije ili obima zemljanih radova, spremnosti prihvatanja rizika od eventualnih manjih šteta ukoliko klizište ne može trajno da se umiri i dr. Činioci koji utiču na pojavu i razvoj procesa klizanja podeljeni su (Popescu, 2002) u 4 glavne grupe: uslovi u terenu, geomorfološki procesi, fizički procesi i promene i procesi koje uzrokuje čovek svojim delovanjem, a sve ukupno ima ih 39.

Koliko su nekada troškovi potpune stabilizacije neke padine veliki problem i u nženjerskom i u finansijskom smislu može da ilustruje sledeći primer. Troškovi izgradnje privremene obilaznice, da ne bi došlo do potpunog prekida saobraćaja, na autoputu ka San francisku u blizini mesta Pinole u Kaliforniji 1969.g., zbog aktiviranja klizišta u dužini od 120 m, iznosili su oko 350.000 US \$. Da su građevinski radovi na sanaciji bili složeni i skupi i u ono vreme, pokazala je kompletna sanacija padine koja je završena u nekoliko narednih meseci u cilju trajne stabilizacije terena. Koštala je preko 1.250.000 US \$ (Smith i dr., 1970, Schweizer and Wright, 1974).

Pri izgradnji stambenih objekata na uslovno stabilnim terenima, na 4 lokacije u Velikoj Britaniji je pokazano (Barclay and Heath, 2015) da su troškovi fundiranja objekata na takvim padinama bili respektivno veći za 220%, 180%, 75% do čak 385% u odnosu na temeljenje istih objekata da su građeni na stabilnom terenu.

U južnoj Indiji je na jednoj značajnoj saobraćajnici dugačkoj samo 20 km aktiviralo se više klizišta čije su sanacije iznosile između 90.840 US \$ i 779.500 US \$ (Jaiswal et al., 2010) sa velikim indirektnim gubicima prouzrokovanim otežanim saobraćajem ili zbog prekida saobraćaja.

Zahvaljujući razvoju baza podataka o pojavama klizišta i njihovim sanacijama, kao i širenjem društvenih mreža, omogućeno je generalno sagledavanje i računanje šteta zbog pojava nestabilnosti širom sveta (Salbego et al., 2015). Tako je za Švajcarsku utvrđeno da su, od 1972. do 2007. godine, klizišta i odroni koštali 520 miliona € (Hilker et al., 2009). Najviše direktne štete i najviše sredstava za

saniranje ugroženih terena troši Japan za koji postoji podatak da su ti troškovi na godišnjem nivou oko 4 milijarde US \$ (Schuster, 1996).

U današnje vreme budžeti za izvođenje radova na saniranju aktivnih klizišta i poboljšanju svojstava uslovno stabilnih terena su u mnogim zemljama u konstantnom smanjenju (Popescu M., Sasahara K., 2009). Ovakav trend se opravdava ekonomskim ograničenjima (razlozima). Međutim, apsolutno je neizbežno stabilizovati najugroženije saobraćajnice ili druge objekte na nestabilnim terenima i zato je važno, svakako i za našu državu, veoma racionalno korišćenje sredstava koja se opravdano izdvajaju u tu svrhu

Kod nas ne postoje zbirni podaci o štetama prouzrokovanim pojavama nestabilnosti terena u Srbiji, koje su bile naročito izražene posle obilnih padavina i poplava od 2006.g., s proleća i jeseni 2014.g. i s proleća 2016.g. Takođe nema sumarnih podataka o troškovima izvođenja radova na sanacijama klizišta, izuzev podataka (Radić i dr.2016. i 2017.) od 2016.g. i nadalje, koji su prezentovani široj javnosti zahvaljujući Kancelariji za upravljanje javnim ulaganjima.

Tokom 2016. i 2017.g. preko pomenute Kancelarije, sredstvima iz Fonda solidarnosti EU i budžeta Republike Srbije, izvedeni su radovi na stabilizaciji terena na ukupno 38 klizišta širom centralne i posebno u njenim zapadnim delovima. Naručioi projektne dokumentacije su bile jedinice lokalne samouprave - opštine (za 22 klizišta u 2016. i 5 klizišta u 2017.) i JP "Putevi Srbije" (za 11 klizišta).

Tabela 1. Pregled troškova sanacije klizišta koje se realizuju preko Vladine Kancelarije 2016.-2018.godine.
Table 1. Landslides stabilization costs that were performed and handled by Government Office for 2016-2018.

	Podaci o troškovima sanacije klizišta Landslide stabilization costs	Jedinična vrednost Unit price	Godina - Year		
			2016	2017	2018
1	Ukupna projektantska cena radova na svim klizištima Total projected price of works on all landslides	(x1000 €)	3.388,54	409,40	1.883,36
2	Ukupna ugovorena cena radova na svim klizištima Total contracted price of works on all landslides	(x1000 €)	2.958,67 (32 klizišta) (32 landslide)	297,66 (5 klizišta) (5 landslide)	faza ugovaranja 11 klizišta 11 landslide to be stabil
3	Razlika u ceni (1-2) Cost difference (1-2)	(x1000 €)	429,87	111,74	-
4	Razlika u ceni Cost difference	(%)	12.7	27.2	-
5	Prosečno po klizištu Average by landslide	(x1000 €)	92,46	49,61	-

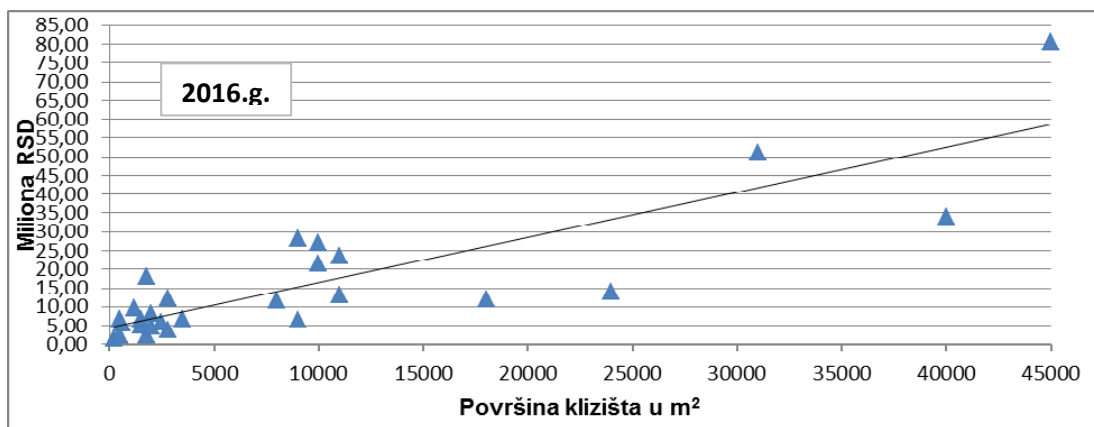
Kako se nastojalo da se što više izvođača radova obavesti i da učestvuje na tenderima koji su sprovedeni za svaku sanaciju, ugovarane cene tokom 2016.g. (32 klizišta) su bile niže od projektantskih u rasponu od 5% pa čak i do 40%. Tokom 2017.g. sanirano je samo 5 klizišta sa prosečno ugovorenom cenom za 27.2% nižom od projektantskih cena uz napomenu da su u pitanju sanacije manjih i plićih klizišta. Najviše su primenjivane hidrotehničke mere - sistemi podzemne i površinske drenaže: rovovi, drenažna rebra, kanali, rešetke i šahtovi, sa ispunom od lomljenog kamena ili šljunka i sa upotrebom geotekstila, propusti, kao i različiti oblici površinskih drenaža: kanalete, sabirno-odvodni kanali, rigole, drenažni nasipi. Kao potporne konstrukcije najčešće su primenjivane gabionske konstrukcije i armirano-betonski potporni zidovi različitih visina koji su uglavnom temeljeni plitko, ali je bilo i onih temeljenih na AB šipovima.

Za 2018.godinu, do početka januara, urađena je projektna dokumentacija za 11 klizišta sa ukupnim projektantskim predračnom radova od 224.12 miliona dinara, Tabela 1. Na tabeli su ujedno prikazana i sredstva utrošena preko Kancelarije za stabilizaciju terena tokom 2016. i 2017.g. Više podataka o klizištima koje će se sanirati u tekućoj godini, biće prezentovano nakon okončanja procesa odabira najpovoljnijeg izvođača radova i završetka ugovaranja svih poslova.

Na Slici 1. prikazan je dijagram zavisnosti cene sanacionih radova na pojedinom klizištu u odnosu na jednu njegovu dimenziju - površinu kliznog tela. Uočava se slaba linerana zavisnost i može se dati gruba procena da sanacija klizišta veličine 3.000 do 4.000 m² košta u proseku oko 7-8 miliona dinara, dok je za sanaciju klizišta površine veće od 1 ha potrebno skoro uvek više od 10-12 miliona dinara.

DISKUSIJA

Izuzev orijentacione procene, ne mogu se na osnovu samo jednog parametra preciznije odrediti troškovi koje treba izdvojiti za sanaciju pojedinačnog klizišta. Neophodno je u daljoj analizi cene sanacija uzeti u obzir i uticaj još nekih parametara koji su nabrojani u prvom stavu ovog poglavlja. Detalji o tim parametrima i razmatranim zavisnostima su takođe prikazani u okviru ovog rada. Svakako da je rehabilitacija i stabilizacija velikih (preko 10.000 m²) i dubokih klizišta najteži zadatak i predstavlja veliki izazov za projektante, a ozbiljan problem za investitora (Slika 1), pogotovo u državama koje teže dolaze do sredstava za takve intervencije, među koje spada i Srbija.



Slika 1. Zavisnost cene radova po saniranom klizištu (sanacije iz 2016.g.) u odnosu na površinu kliznog tela.
Figure 1. Stabilization cost dependance compared to the landslide surface (stabilization during 2016).

ZAHVALNOST

Zahvaljujem se inženjerima i upravi Kancelarije za upravljanje javnim ulaganjima Vlade Republike Srbije, kao i projektantima sanacionih mera, bez čijeg razumevanja i saradnje ne bi bilo moguće završiti istraživanje, pošto su podaci korišćeni u ovom radu dobijeni pregledom i analizom velikog broja različitih projekata sanacija klizišta širom Srbije u višegodišnjem razdoblju.

FINANCIAL ASPECTS OF LANDSLIDE STABILIZATION

Zoran Radić¹, Uroš Đurić¹

¹ University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Bulevar kralja Aleksandra 73/I, 11000 Belgrade, e-mail: zoradic@grf.bg.ac.rs

Key words: landslides, objects, stabilization, costs.

INTRODUCTION

Last three years in Serbia there is a lot of efforts for raising funds for permanent stabilization of numerous terrain instabilities that were occurring after heavy rainfalls and floods during and after May

2014 heavy precipitation event. In case of big landslides that have occurred in urbanized areas or on infrastructure object such as roads, stabilization measures are planned by phases, where priority have measures and works that will ensure objects stability and establishing functional traffic flow on roads. Construction works that are applied for the purpose of slope melioration and stabilization are different from case to case since there are landslides with different triggering conditions and factors and their dimension as well which causes a very high range of funds that are spent for stabilization.

LANDSLIDE STABILIZATION COSTS

For estimating of construction and work costs during landslide stabilization, individual variables such as terrain properties or individual elements of sliding body are not always relevant. Huge amount of variables and conditioning factors are very important for landslide stabilization estimation cost such as: geological setting of terrain, slope morphology, precipitation in the function of time span, condition of surface and underground waters, decomposition and fracturness of the rock masses, slope, thickness of landslide, estimation of future changes of stabilized slope, applied type of hydrotechnical or geotechnical construction or extent of earthworks, readiness for risk acceptance of eventual minor damages if landslide cannot be stabilized permanently etc. Factors influencing the occurrence and development of landslide processes are divided (Popescu, 2002) in four main groups: terrain conditions, physical process, and changes that are caused by man actions, and there is a total of 39 such factors.

To illustrate how the cost of permanent stabilization can cause big problems in engineering and financial manner following example can show. The total cost of temporary road bypass for ensuring the stable traffic flow on the highway to San Francisco (USA) near the place Pinole in California after the activated landslide that affected the road in 120m length (1969) were estimated to 350 000 \$. That stabilization measures were complex and expensive in that time shows the price of final stabilization works that was finished in a couple of months for the purpose of permanent stabilization. Final price of geotechnical works were more than 1 250 000 \$ (Smith i dr., 1970, Schweizer and Wright, 1974).

During the construction of residential objects on conditionally stable terrain on four location in Great Britain (Barclay and Heath, 2015) foundation costs of objects on such slopes were higher for 220%, 180%, 75% even up to 385% respectively compared to foundation costs if they were positioned on the stable ground.

Expansion of landslide databases and their stabilization measures across the World, followed by social networks has allowed engineers to investigate, compare and calculate damages that were caused by landslides (Salbego at al.,2015). With such approach, in case of Switzerland, total damage from landslide and rockfalls for the 1972-2017 period were estimated to more than 520 000 000 € (Hilker et al., 2009). The country with most direct damage and funds for stabilization of affected terrains is Japan for which yearly cost of such measures are estimated to 4 000 000 000 \$ (Schuster, 1996).

Nowadays, budgets for construction works on stabilization of active landslides and melioration of conditionally stable slopes are decreasing constantly in many countries (Popescu M., Sasahara K., 2009). Such trend is usually justified by economic restriction (reasons). However, it is absolutely necessary to stabilize the most affected roads or other infrastructure objects on unstable slopes, and that is the reason why it is very important, for Serbia also, to rationally use funds that are reasonably allocated from the State Budget for such purpose.

For Serbia, there are no cumulative data about damages that were caused by terrain instability, especially after heavy precipitation events that have occurred during 2006 and spring-autumn of 2014 and during 2016 spring events as well. Also, there are no cumulative data about construction works of landslide stabilization except data that were publically presented for the 2016 year (Radić et. al 2016. and 2017.) thanks to the Public Investment Management Office of Serbia. During the 2016 and 2017 mentioned Office using the EU solidarity funds and funds from the State budget, stabilization measures were conducted on 38 landslides across western parts of central Serbia. Ordering bodies of design documentation were mostly the local municipality governments (for 22 landslides during 2016 and 5 landslides during 2017) and Public Enterprise PE "Roads of Serbia" (for 11 landslides).

The Office intention was to inform much as possible potential contractors who had to apply for the tender procedure that was organized for each stabilization. Contracted prices during the 2016 (32 landslides) were lower than projected in the span from 5% up to 40%. During the 2017 only five landslides were stabilized with a contracted price that was lower than projected for 27.2% on average, with a remark that those were mostly stabilization measures for smaller and shallower landslides. Most of the geotechnical works that were applied are related to hydro technical measures such as underground and surface drainage systems – rows, drainage ribs, channels, bars and shafts with gravel or broken stone fill and with the usage of geotextile. Other surface drainage measures were also conducted such as drainage channels, collectors and drainage trenches, flumes and drainage banks. As supporting constructions mostly gabions and reinforced concrete retaining walls were constructed with a different height that was mostly with shallow foundation but there were also that were founded on reinforced concrete piles.

Up to January 2018, documentation for 11 landslides stabilization was prepared with projected costs of 224 000 000 RSD (Table 1). On Table 1, there are also displayed funds that were spent by the Office for landslide stabilization during 2016 and 2017. More information about landslides that will be stabilized during following year will be presented after the tender procedure and selection of the most optimal contractor and signing contracts.

Figure 1 shows the chart of landslide stabilization cost dependence across to its dimensions (landslide surface). It can be concluded that there are low linear dependence and that rough estimation of stabilization measure cost for landslide with surface from 3000 – 4000 m² cost approximately 7 000 000 – 8 000 000 RSD, while for landslides that are with more than 1 ha of surface always cost more than 10 000 000 – 12 000 000 RSD.

DISCUSSION

Except for the rough estimation, final stabilization cost for an individual case cannot be estimated precisely with only one parameter. For further estimation costs, other parameters should be also considered that is already mentioned in the introduction. Details about those parameters are also shown in this paper. For sure, rehabilitation and stabilization of big and deep landslide (more than 10 000 m²) is a major task and it is the challenge for designers and important issue for the investor (Figure 1), especially in the states that are sufficing the funds for such interventions and construction works, as Serbia is.

AKCNOWLEDGMENT

Authors would like to express gratitude to the Public Investment Management Office of Serbia and to the designers of stabilization measures for their understanding and help to finish this research, since most of the data that are presented in this paper are obtained by reviewing and analyzing great amount of different design projects of landslide stabilization across Serbia for couple of last years.

LITERATURA / REFERENCES

- Barclay K., Heath A., 2015. The costs of housing developments on sites with elevated landslide risk in the UK, International Symposium on Geohazards and Geomechanics (ISGG2015), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 26, doi: 10.1088/1755-1315/26/1/012037.
- Jaiswal P., Van Westen C., Jetten V., 2010. Quantitative assessment of direct and indirect landslide risk along transportation lines in southern India, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, pp. 1253–1267, doi: 10.5194/nhess-10-1253-2010
- Popescu M., 2002. Landslide Causal Factors and Landslide Remedial Options, Keynote Lecture, Proceedings 3rd International Conference on Landslides, Slope Stability and Safety of Infra-Structures, Singapore, pp. 61–81

- Popescu M., Sasahara K., 2009. Engineering Measures for Landslide Disaster Mitigation, *Landslides - Disaster Risk Reduction* pp 609–631, Springer-Verlag
- Radić Z., Radić Z-a., Đurić U., 2017. Sanacija klizišta na putevima Srbije sredstvima iz Fonda solidarnosti EU i budžeta Republike Srbije, *Zbornik radova 5-og naučno-stručnog skupa Put i životna sredina, Vršac*, 28.-29. sept. 2017., str. 483–490.
- Salbego G., Floris M., Busnardo E., Toaldo M., Genevois R., 2015. Detailed and large-scale cost/benefit analyses of landslide prevention vs. post-event actions, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 2461–2472.
- Schuster, R.L., 1996. Socioeconomic Significance of Landslides, Chapter 2 in *Landslides - Investigation and Mitigation*, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Turner, A.K. and Schuster, R.L., Editors, National Academy Press, Washington, D.C.
- Schweizer R., and Wright S., 1974, A Survey and Evalaution of Remedial Measures for Earth Slope Stabilization, Research Report Number 161-2F, *Stability of Earth Slopes*, Research Project 3-8-71-161, The Texas Highway Department, str. 3–26.