Intenzivne padavine kao povod za nastanak klizišta tokom septembra 2014. u opštini Kladovo

SONJA M. OKANOVI, Geološki zavod Srbije, Beograd

Stručni rad

UDC: 551.435.62(497.11)"2014"

DOI: doi:10.5937/tehnika1606823D

U periodu od 11-17. septembra 2014. godine intenzivne padavine zahvatile su prostor opštine Kladovo i prouzrokovale poplave i klizišta. Maksimalna dnevna količina padavina zabeležena je 16. septembra i iznosila je 161,3 mm. Inženjerskogeološkim kartiranjem terena prikupljeni su podaci o klizištima koja su aktivirana usled ovih padavina i urađena je karta registrovanih klizišta. Ukupno je registrovano 30 klizišta od kojih je 11 formirano u flišnim sedimentima kredne starosti koji su litološki predstavljeni pešćarima, glincima i laporcima. U magmatskim stenama je registrovano 3, u metamorfnim 6 a u sedimentnim 11 klizišta. U ovom radu dat je pregled klizišta na području opštine Kladovo, sa posebnim osvrtom na događaje u Tekiji.

Ključne reči: padavine, klizišta, bujice, Tekija, Kladovo, kartiranje

1. UVOD

Intenzivne padavine kao povod nastanka klizišta su zabeležene u Švedskoj [1], Grčkoj [2], Japanu [3], Sloveniji [4] odnosno širom sveta. Pored zemljotresa, intenzivne padavine su jedan od najčešćih povoda aktiviranja klizišta. Klizišta koja ovako nastaju su po pravilu brza, nagla i prouzrokuju veliku materijalnu štetu [5].

Tokom 2014. godine intenzivne i dugotrajne padavine su zahvatile prostor Balkanskog poluostrva pa i Srbiju. Ove padavine su prouzrokovale poplave i klizišta i dovele do velike materijalne štete [6, 7].

Intenzivne padavine na prostoru opštine Kladovo desile su se u septembru 2014. godine.

Opština Kladovo nalazi se u krajnjem istom delu Srbije i pripada Borskom okrugu. Površine je 629 km². Ima 23 naselja i 6 zaseoka. Od toga 18 naselja se nalazi u priobalju Dunava. Od gradova (varošica) su Kladovo, Tekija i Brza Palanka. Ostala naselja su sela ušorenog tipa. Prema podacima popisa (2002) opština ima 23.662 stanovnika od čega oko 10.000 živi u Kladovu.

Morfologija terena je u neposrednoj vezi sa geološkom građom. Tereni izgrađeni od kvartarnih i neogenih sedimenata su ravni arski dok su delovi terena

izgrađeni od starijih geoloških formacija brdoviti. Kladovo se nalazi na 67 mnnv na desnoj obali Dunava.

Smešteno je na samoj granici prema Rumuniji u oblasti Dunavski ključ. U hidrografskom pogledu vodeni tokovi pripadaju slivu Dunava. Najznačajniji vodotoci su Reka, Podvrška reka, Valja Mare i Kamenika reka.

Oblast se karakteriše kontinentalnom klimom koja se odlikuje toplim letima sa malo padavina i hladnim zimama sa dosta padavina. U ovoj oblasti vetrovi su česti i jaki sa dosta padavina.

U ovom radu prikazane su posledice intenzivnih padavina koje su se desile septembra 2014. godine na prostoru opštine Kladovo, i njihov uticaj na nastanak klizišta. Takođe, data je veza između aktiviranih klizišta i količine padavina, između klizišta i litoloških sredina u kojima su formirana. U radu je data i statistička analiza klizišta prema nekim parametrima. Želja autora je da ovim radom ukaže na značaj evidentiranja klizišta nakon ekstremnih situacija.

Podaci o klizištima su prikupljeni prilikom realizacije projekta "Harmonizacija podataka o klizištima i obnova i unapređenje lokalnih samouprava za njihovo praćenje" (Beyond landslide awareness - BEWARE).

Nosilac istraživanja je Geološki zavod Srbije. Projekat je realizovan u saradnji sa Rudarsko-geološkim fakultetom, Univerziteta u Beogradu. Program Ujedinjenih nacija za razvoj (United Nations Development Programme - UNDP) sprovodi projekat unapređenja vitalnosti i spremnosti za odgovor na

Adresa autora: Sonja Okanovi, Geološki zavod Srbije, Beograd, Rovinjska 12

Rad primljen: 08.02.2016.

Rad prihvaćen: 30.05.2016.

vanredne situacije koji finansira Vlada Japana. Ovaj projekat ima za cilj harmonizaciju podataka o klizištima, izradu i dopunu baze podataka – katastra klizišta i izradu digitalne karte hazarda.

2. GEOLOŠKA GRA A

Istražni prostor je izgra en od proterozojskih kristalastih škriljaca i serpentinita, zelenih škriljaca i plutonita paleozoika, mezozojskih, neogenih sedimenata i kvartarnih naslaga (slika 1).

Proterozoiku pripadaju kristalaste stene visokog stepena metamorfizma koje u estvuju u izgradnji Getske navlake [8]. Predstavljani su gnajsevima, leptinolitima, mikašistima, amfibolitima, mermerima, kvarcitima i serpentinitima. Dominantno razvi e imaju gnajsevi, mikašisti i serpentiniti. Plagioklasni gnajsevi (Gp) su pretežno sitnozrne stene izgra ene od kvarca, plagioklasa, biotita, muskovita, granata, cirkona i apatita. Plagioklas je sericitisan i prožet žilicama kalijskog feldspata. Lepidoblasti ne do porfiroblasti ne strukture. Mikašisti (Sbm) su razvijeni u tekijskoj kristalastoj zoni. Sastoje se od kvarca, muskovita, biotita, granata i andaluzita. Strukture su lepidoblasti ne.

Slika 1 – Geološka karta; Gp- plagioklasni gnajsevi, Sbm - mikašisti, Scoak- hlorit-sericitski škriljci, J₃ - jurski sedimenti, Pl₁- pliocenski sedimenti, t₁, t₂ - re ne terase, al- aluvijalni sedimenti, pr - proluvijalni sedimenti, l - les, j - re no-jezerski sedimenti [8]

Paleozoiku pripadaju tvorevine kambrijuma i karbona. Kambrijumski zeleni škriljci imaju veliko rasprostranjenje a dominiraju hlorit-sericitski i aktinolitiski škriljci (Scoak). Hlorit-sericitski škriljci sastoje se od kvarca, sericita, hlora, epidota, biotita, muskovita dok su dosta re i granat i turmalin. Strukture su lepidoblasti ne. Aktinolitiski škriljci su sitnozrne stene izgra ene od fibrozni agregata aktinolita, minerala epidotske grupe, sfena i neprovidnih minerala. Strukture su nematoblasti ne i blastoporfiriske. Granitmonconiti (γδC) su otkriveni na malom prostoru na severnim padinama Barjaktara kod Tekije.

Mezozojske tvorevine jure i krede imaju veliko razvi e na istražnom prostoru. Sedimenti gornje jure (J₃) imaju znatno rasprostranjenje a predstavljani su kre njacima u okviru kojih se javljaju rožnaci. Sedimenti krede predstavljani su neokomskim sedimentima. Poseban tip razvi a neokoma predstavljaju sinajski slojevi koji imaju flišni karakter.

Tercijar je predstavljen neogenim sedimentima Dunavskog klju a. Zastupljeni su sedimenti miocena i pliocena. Donji pliocen (Pl₁) je litološki predstavljen peskovima i glinama.

Kvartarni sedimenti imaju veliko rasprostranjenje a predstavljani su aluvijalnim, proluvijalnim, deluvijalnim, eolskim naslagama formiranih tokom pleistocena i holocena. Visoke re ne terase 150-170m (izme u Sipa i Davidovca) izgra ene su od šljunkova i peskova poreklom od kristalastih škriljaca, mezozojskih peš ara i kre njaka. Vezivo šljunkova je od gvož evitih mrkih glina koje im daju karakteristi nu boju. Re no-jezerski sedimenti (j) imaju najve e rasprostranjenje u Velikom dunavskom klju u. Predstavljani su srednjeznim do krupnoznim slabo sortiranim šljunkovima sa pojavama feritizacije. Mestimino sa so ivima peskova i peskovitih glina. Re ne terase Dunava izgra ene su od šljunkova i peskova. Utvr ena je druga re na terasa (t₂) ili terasa Turnu Severina (25-40). Šljunkovi su heterogeni i izgra eni od kristalastih škriljaca, kre njaka i peš ara. Prva re na terasa (t₁) ili Kladovska leži na 10-20m iznad Dunava. Facija korita Kladovske terase karakteriše se dvofaznim taloženjem šljunaka sa proslojkom alevriti nih peskova. Facija povodnja je od peskova i šljunkovitih glina koje imaju lesni habitus.

Proluvijalne naslage (pr) utvr ene su u oblasti Tekije, Vajuga, Milutinovca i na drugim mestima gde buji arski tokovi izbijaju na aluvijalnu ravan Dunava. Litološki su predstavljani šljunkovima i peskovima. Šljunkovi su heterogeni, loše sortirani sa so ivima peskova i glina u perifernim delovima konusa. Deluvijalne (d) gline i peskovi stvarani su u zale u re nih terasa. U okviru deluvijalnih sedimenata prisutan je šljunkovit detritus. U perifernim zonama akumulacije preovla uje sitniji i glinovitiji materijal sa lesoidnim habitusom. Aluvijalni sedimenti (al) predstavljeni su šljunkovima i peskovima.

3. METEOROLOŠKI PODACI

Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda najkišovitija godina u Srbiji od 1951. do danas je bila 2014. godina.

Za prostor opštine Kladovo prikupljeni su podaci sa najbliže klimatološke stanice u Negotinu. Klimatološka stanica Negotin nalazi se na 42 mnv. Predstavlja glavnu stanicu na kojoj se merenja vrše od

1947. Podaci o padavinama uzeti su iz Meteorološkog godišnjaka za 2014 [9].

Godišnja količina padavina na ovoj stanici iznosi 1237.2 mm (slika 2). U odnosu na normalu 1961-1990 ukupna godišnja količina padavina je za 193% veća. U 2014. godini bilo je 149 dana sa padavinama.

Mesečne vrednosti na ovoj stanici pokazuju da je septembar bio najkišovitiji mesec u godini. Najkišovitiji mesec posle septembra je bio maj kada je bilo 153 mm. Intenzivne padavine bile su u periodu od 11. do 17. septembra na području Kladovo-Negotin [10]. Ukupna količina padavina u septembru 2014. je bila 304.1 mm a maksimalna dnevna 161.3 mm (16. septembra) ime je prevazišao septembarski dnevni maksimum. U septembru je bilo ukupno 16 dana sa padavinama.

Slika 2 – Godišnja količina padavina (2014) u široj okolini Kladova; - položaj i naziv klimatološke stanice [11]

4. INŽENJERSKOGEOLOŠKO KARTIRANJE

Podaci o klizištima prikupljeni su terenskim radovima u periodu septembar-oktobar 2015. Inženjersko-geološko kartiranje terena izvedeno je na topografskim osnovama 1:25.000. Kartiranje je izvedeno na 11 topografskih sekcija (Brza Palanka, Hercegovac, Kladovo, Korbovo, Ljubicevac, Mali Kazan, Veliki Kazan, Mirno, Rtkovo, Tekija i Veliki Beljan).

Registrovana klizišta su iscertana na topografskim sekcijama i za svako je popunjen katastarski list (na licu mesta).

Katastarski list sadrži opšte podatke (opština, lokacija, datum registrovanja klizišta, datum aktiviranja klizišta) i opšte podatke o registrovanom procesu (tip pojave, vrsta pokrenutog materijala, sadržaj vode, brzina kretanja, aktivnost, trend i način kretanja).

Opšti podaci o terenu obuhvataju: genetski tip reljefa, morfološki oblik, geološku građu, stepen raspadnutosti stenske mase, hidrologiju i hidrogeološku funkciju. Opis klizišta obuhvata oblik klizišta, dimenzije (dužinu, širinu, dubinu i zapreminu) klizišta, prosečan nagib padine, zatim tip klizanja, faktori i sekundarni ožiljak, geološke uzroke klizanja, antropogene uzroke klizanja, povod klizanja odnosno aktiviranja i stepen istraženosti. Na kraju su podaci o

ugroženosti koji obuhvataju namenu zemljišta, stepen ugroženosti (ljudskih života, objekata, infrastrukture i dr.) i preporuke.

Terenska istraživanja su obavljena uz saradnju sa predstavnicima opštine Kladovo i Direkcije za planiranje i izgradnju Kladova.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu podataka prikupljenih na terenu urađena je karta registrovanih klizišta (slika 3). Na području opštine mogu se grubo izdvojiti tri zone u kojima su aktivirana klizišta i to: priobalna zona Dunava, zatim središnji deo i krajnji južni deo opštine. Najveća i najzastupljenija klizišta registrovana su u oblasti naselja Manastirica, Podvrška, Osojna, Vajuge, Milutinovca, Petrovog Sela i Velikog Beljina.

Slika 3 – Registrovana klizišta nastala kao posledica intenzivnih padavina; kružice imaju obeležene lokacije klizišta

U zoni Dunava je registrovano i nekoliko aktivnih bujnih plavina i to uglavnom oko Tekije (slika 4).

Slika 4 – Bujna plavina nizvodno od Tekije (foto S. Okanovi)

U Osojnoj je registrovano klizište u rečno-jezerskim peskovima i šljunkovima (slika 5). Rečno-jezerska terasa je stabilna ali njeni obodni delovi su nestabilni i sa pojavama brojnih izvora. Zbog toga su pojave klizišta u ovoj sredini česte.

Nagib padine u kojoj je formirano klizište je oko 25°. Relativna visina prirodne konstrukcije iznosi oko

150 m. Klizište je dužine oko 80 m i širine oko 50 m, u noži nom delu. eoni ožiljak je dubine oko 2 m. Dubina klizne površine procenjena je na oko 6 m. U telu klizišta izbija voda, a izvor u blizini je presušio. U blizini klizišta postoji nekoliko kaptiranih izvora.

Slika 5 – Klizište na obodu re no-jezerske terase u Osojnoj kod Kladova (foto S. okanovi)

U oblasti Manastirice interesantna su dva klizišta. Prvo klizište ugrožava put u dužini od oko 200 m (slika 6). Nagib padine u kojoj je formirano klizište je promenljiv. U gornjem delu klizišta je blag i iznosi oko 15° dok je u noži nom delu nešto strmiji. Relativna visina prirodne konstrukcije iznosi oko 220 m. Klizište je dužine oko 300 m. Širina klizišta u noži nom delu je oko 130 m. Dubina klizne površine procenjena je na oko 5 m. Klizište je formirano u re no-jezerskim sedimentima. Na obodu klizišta se nalaze objekti koji su ugroženi.

Slika 6 – Klizište na putu za Manastiricu (foto S. okanovi)

Drugo klizište je formirano u blizini manastira Svete Trojice (slika 7). Nagib padine u kojoj je formirano klizište je blag i iznosi do oko 10°. Relativna visina prirodne konstrukcije iznosi oko 230 m. Klizište je dužine oko 100 m. Širina klizišta u noži nom delu je oko 130 m. eoni ožiljak je visine 0,3-1,0 m. Dubina klizne površine procenjena je na oko 3 m. Klizište je formirano u peš arima, glincima i laporcima (fliš), kredne starosti. Ovi sedimenti se odlikuju zemljastom-drobinskom korom raspadanja nejednake, naj eš e

znatne debljine. Prilikom vodozasi enja ovi sedimenti su vrlo skloni kliženju [12].

Prema morfološkim karakteristikama klizište se nalazi u elenki potoka. Kliženjem je ošte en put ka manastiru.

Slika 7 – Klizište u blizini manastira u Manastirici (foto S. okanovi)

U oblasti Tekije je došlo do formiranja buji no - blatnog toka na dve lokacije neposredno iznad naselja.

Naselje Tekija formirano je na proluvijalnoj lepezi koja je nastala na izlazu manjih buji nih tokova (jaruga) na aluvijalnu ravan Dunava. Starost proluvijalnih sedimenata je odre ena kao kvartarna odnosno holocenska (Q₂). S obzirom da je proluvijalni proces obnovljivog karaktera bilo je pitanje vremena kada e ponovo do i do njegovog aktiviranja. Upravo to se desilo 16. septembra 2014. godine. Naseljenost ovog mesta je doprinela da prirodan proces dobije katastrofalnu dimenziju.

Slika 8 – Ortofoto naselja Tekija (www.geosrbija.rs)

Inženjerskogeološkim kartiranjem utvr eno je da na lokaciji A, u središnjem delu Tekije, postoje dve jaruge koje se spajaju u jednu iznad naselja (slika 8). Na ovoj lokaciji je došlo do formiranja glavnog, udarnog toka koji je ugrozio naselje.

Na lokaciji A (leva jaruga) došlo je do formiranja dva klizišta (obeležena brojevima 1 i 2 na slici 8). Klizišta su formirana u gnajsevima u blizini kontakta sa proluvijalnim sedimentima, u donjem delu padine

nagiba oko 40-50°. Relativna visina prirodne konstrukcije iznosi oko 220 m. Klizište 1 (slika 9) je dužine oko 40 m i širine oko 50 m dok je klizište 2 (slika 10) dužine oko 100 m i širine oko 25 m. Dubina klizne površine procenjena je na oko 1,5 m. U nožici klizišta 2 pre septembarskih dešavanja je postojao izvor.

Geološki uzroci formiranja klizišta su raspadnutost površinskog dela stenske mase, morfometrija padine i erozija nožice padine. Formiranju klizišta je pre svega doprinela zemljasto – drobinska kora raspadanja gnajseva odnosno njeno vodozasi enje. Usled višednevnih intenzivnih padavina došlo je do vodozasi enja zemljasto-drobinske kore raspadanja gnajseva i do njenog pokretanja niz strmu padinu.

Klizanju je doprinelo i podlokavanje nožice padine usled formiranja buji nog toka. Inženjerskogeološkim kartiranjem utvr eno je da je došlo do usecanja jaruge za oko 0,5-1,0 m. U telu klizišta i u jaruzi, u vreme kartiranja, utvr eno je isticanje vode.

Slika 9 – Klizište 1 je formirano u gnajsevima u blizini kontakta sa proluvijalnim sedimentima (foto S. okanovi)

Slika 10 – Klizište 2 je formirano u gnajsevima na kontaktu sa proluvijalnim sedimentima (foto S. okanovi)

Analizom topografske karte razmere 1:25000, utvr eno je da postoji velika visinska razlika izme u krajnjih ta aka jaruga. Leva jaruga je, u popre nom

preseku, oblika U. Njena najviša kota iznosi 720 mnv a najniža oko 160 mnv, dakle visinska razlika je 560 m. Dužina jaruge je oko 655 m. Desna jaruga je nešto strmijih padina a njen popre ni presek je bliži obliku V. Najviša kota jaruge je oko 620 mnv a najniža oko 160 mnv. Visinska razlika je 460 m. Dužina jaruge je oko 451 m. Iz ovog proizilazi da se radi o jarugama sa strmim padom prema naselju.

Površina slivnog podru ja obe jaruge iznosi 0,3 km² (0,2 km² leve i 0,1 km² desne). Velika koli ina vode se slila duž strmih padina jaruga pri emu je dobila na brzini i zajedno sa materijalom iz klizišta formirala blatni tok koji je ugrozio naselje.

Na lokaciji A, na obe jaruge ura ene su buji ne pregrade (slika 11, 12).

Slika 11 – Buji ne pregrade ura ene iznad Tekije (foto S. okanovi)

Slika 12 – Pogled na Tekiju iz leve jaruge na lokaciji A (foto S. okanovi)

Na drugom kraju Tekije, na lokaciji B, tako e je došlo do formiranja buji no-blatnog toka duž jaruge i potoka ali on nije ugrozio naselje u tolikoj meri kao tok na lokaciji A. Tome je doprinelo i blaži nagib padina i jaruge. Na ovom delu su tako e ura ene buji ne pregrade.

Intenzivne padavine u septembru 2014. na podru ju opštine Kladovo dovele su do aktiviranja 30 klizišta. Najviše klizišta registrovano je u flišnim sedimentima

kredne starosti koji su litološki predstavljeni peš arima, glincima i laporcima (PŠ, GC, LC). U ovoj sredini je registrovano 11 klizišta (slika 13), što ini 37% svih registrovanih klizišta (slika 14).

Slika 13 – Broj registrovanih klizišta po litološkim sredinama

Svega po 2 klizišta su registrovana u mikašistima, proterozoika (SbmPr) i peskovima i glinama, pliocena ((P,G)Pl₁). Najmanje klizišta je registrovano u škri-ljcima, kambrijuma (ScoakCm) i peš arima, glincima i kre njacima, kredne starosti (PŠ,GC,K).

Slika 14 – Procentualna zastupljenost klizišta po litološkim sredinama

Kao posledica intezivnih padavina formirano je najviše plitkih klizišta (21), zatim površinskih (8) a samo jedno klizište je klasifikovano kao duboko (slika 15a).

Od ukupnog broja klizišta, 11 je formirano u zoni kontakta dve litološke sredine (slika 15b) a samo 2 klizišta su predisponirana rasedima (slika 15c). U magmatskim stenama je formirano ukupno 3 klizišta, u metamorfnim 6 a u sedimentnim 11 (slika 15d).

a)

b)

c)

d)

Slika 15 – Procentualna zastupljenost klizišta prema a. dubini klizne površine, b. mestu nastanka, c. nastanak klizišta predisponiran rasedom, d. vrsti stenske mase u kojoj je formirano klizište. Prema klasifikaciji Crudena i Vandina [13] klizišta formirana u Tekiji su klasifikovana na osnovu sedam kriterijuma datih u tabeli 1

Prema klasifikaciji Crudena i Vandina [13] klizišta formirana u Tekiji su klasifikovana na osnovu sedam kriterijuma datih u tabeli 1.

Tabela 1. Klasifikacija klizišta u Tekiji

Aktivnost	Trenutno umireno
Trend kretanja	Progresivno uz padinu i bo no
Na in kretanja	Mešovito
Brzina kretanja	Veoma brzo
Sadržaj vode	Vlažno do vlažno na granici te enja
Vrsta materijala	Debritni (drobina i glina)
Tip kretanja	Kliženje, te enje

Na intezitet erozije u velikoj meri uti e postojanje vegetacionog pokriva a. Na prostoru Tekije postoji gust šumski pokriva osim na prostoru klizišta 2 (lokacija A) gde nije bilo vegetacije ni pre 2014, što se i vidi sa topografske karte. To nam ukazuje da je ovo klizište bilo aktivno i ranije (pre septembarskih dešavanja) i da e i ubudu e biti aktivno.

6. ZAKLJUČAK

Ovim radom prikazane su posledice intenzivnih padavina na aktiviranje i reaktiviranje klizišta na prostoru opštine Kladovo u septembru 2014.

Klimatološka stanica na području opštine Kladovo ne postoji, tako da su korišćeni podaci sa stanice u Negotinu koja je udaljena od Kladova oko 60 km. Velika udaljenost najbliže stanice ukazuje na potrebu uspostavljanja meteorološke stanice na prostoru opštine kako bi se dobili što precizniji podaci koji bi bili relevantni za dalja istraživanja.

Na prostoru opštine Kladovo registrovano je 30 klizišta koja su aktivirana usled intenzivnih padavina septembra 2014. godine. Najviše klizišta (11) je formirano u flišnim sedimentima kredne starosti koji su litološki predstavljeni peskom, glincima i laporcima. U zoni kontakta dve litološke sredine je formirano 37% klizišta a samo 7% klizišta je formirano duž raseda. Interesantno je da je u magmatskim stenama formirano 10% klizišta. Ova klizišta su formirana u površinskoj zoni raspadanja i u zoni kontakta sa drugim litološkim sredinama. Kao posledica intenzivnih padavina formirana su uglavnom plitka i površinska klizišta.

Formiranje bujičnih plavina nizvodno i oko Tekije ukazuje da je na ovom prostoru aktivan proluvijalni proces koji je vezan za tokove bujičnog karaktera. To znači da i u budućnosti pri ekstremnim padavinama treba računati na formiranje novih nanosa. Zbog toga je izrada bujičnih pregrada i njihovo održavanje važno za zaštitu Tekije.

Namera autora je bila da podatke dobijene inženjerskogeološkim kartiranjem terena upotpuni analizom satelitskih snimaka, međutim i pored katastrofalnih dešavanja na ovom prostoru, nije bilo mogućnosti i satelitske snimke.

LITERATURA

- [1] Pánek T, Brázdil R, Klimeš J, Smolková V, Hradecký J, Zahradníček P, Rainfall-induced landslide event of May 2010 in the eastern part of the Czech Republic, *Landslides*, Vol 8, pp. 507-516, 2011.
- [2] Lainas S, Sabatakakis N, Koukis G, Rainfall thresholds for possible landslide initiation in wildfire-affected areas of western Greece, *Bulletin of engineering geology and environment*, Vol 75, No. 3, pp. 883-896, 2015.
- [3] Petkovšek A, Fazarinc R, Konevar M, Majek M, Majes B, Mikoš M, The Stogovce landslide in SW Slovenia triggered during the September 2010 extreme rainfall event, *Landslides*, Vol 8, pp. 499-506, 2011.
- [4] Yasuhiko Okada Y, Ochiai H, Okamoto T, Sassa K, Fukuoka H, Igwe O, A complex earth slide–earth flow induction by the heavy rainfall in July 2006, Okaya City, Nagano Prefecture, Japan, *Landslides*, Vol 4, pp. 197-203, 2007.
- [5] Montrasio L, Valentino R, Losi G, Rainfall-induces shallow landslides: a model for the triggering mechanism or some case studies in Northern Italy. *Landslides*, Vol 6, pp. 241-251, 2009.
- [6] Okanovi S, Landslides induced by intensive rainfall in western Serbia (may 2014) in Abstracts proceedings of the 2nd Regional symposium on landslides in the Adriatic-Balkan region (ReSyLAB), Belgrade, Serbia, pp. 148-149, 2015.
- [7] Okanovi S, Klizišta i štete na objektima nastale kao posledica intenzivnih padavina u opštini Krupanj, *Tehnika*, Vol 71, No. 1, pp. 48-53, 2016.
- [8] Grupa autora, *OGK Tumačenje listove D. Milanovac, Turnu Severin, Oršava i Baja de Arama*, Savezni geološki zavod, Beograd, 1973.
- [9] Meteorološki godišnjak za 2014. Godinu [Internet]. Republiki Hidrometeorološki zavod; 2015 [citirano 1.05.2016]. Dostupno na: http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/Meteoroloski%20godisnjak%201%20-%20klimatoloski%20podaci%20-%202014.pdf
- [10] Prohaska S, Ukić D, Bartoš Divac V, Todorović N, Božović N, Karakteristike jakih kiša koje su prouzrokovale jednu pojavu poplava na teritoriji Srbije u periodu april – septembar 2014. godine, *Vodoprivreda*, Vol 46, pp. 15-26, 2014.
- [11] Godišnji bilten za Srbiju 2014. godina [Internet]. Republiki Hidrometeorološki zavod; 2015 [citirano 31.10.2015]. Dostupno na: <http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/lati n/2014.pdf>
- [12] Luković M, Važniji tipovi naših klizišta i mogućnosti njihovog saniranja. *Geološki vesnik*, Vol IX, pp. 275-299, 1951.
- [13] Cruden D, VanDine D. F, Classification, Description, Causes and Indirect Effects. Canadian Technical Guidelines and Best Practices related to Landslides: a national initiative for loss reduction. Open file 7359 [Internet]. Geological Survey of Canada; 2013 [citirano 25.04.2016]. Dostupno na: http://ftp.maps.canada.ca/pub/nrcan_rncan/publications/ess_sst/292/292505/of_7359.pdf

SUMMARY

INTENSE PRECIPITATION AS A LANDSLIDE TRIGGERING FACTOR DURING SEPTEMBER 2014 IN THE MUNICIPALITY KLADOVO

On 11-17. September 2014, intense rainfall affected the municipality Kladovo and caused flooding and landslides. The maximum daily rainfall recorded on September 16 and it was 161.3 mm. By engineering-geological mapping of terrain, data were collected on landslides that triggered by intense rainfall and create landslide inventory map. The total of 30 landslides were registered of which 11 formed in flysch sediments of Cretaceous age lithological represented by sandstones, claystone and marlstone. In the igneous rocks were registered 3, in metamorphic 6 and in sedimentary 11 landslides. This paper provides an overview of the new landslide in the municipality Kladovo, with special emphasis on events in Tekija.

Key words: rainfall, landslides, torrential flow, Tekija, Kladovo, mapping