



*Originalni naučni članak*

## UZROCI NASTANKA I MERE UBLAŽAVANJA POPLAVA U OPŠTINI KRUPANJ

**Irena Blagajac<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Univerzitet u Beograd – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, 11000  
Beograd; irena.b98@gmail.com

**Apstrakt:** Cilj rada je prikazati potencijal pojava poplava u opštini Krupanj kao posledica prirodnih i antropogenih faktora. U Krupnju prirodni faktori koji doprinose pojavi poplava su uslovi podloge, reljef, planinski potoci bujičnog karaktera i klimatske karakteristike, dok su antropogeni faktori nelegalna, nekontrolisana i prekomerna seča šuma, neadekvatno korišćenje poljoprivrednih površina, stočarstvo i eksploatacija nalazišta rudnih bogatstava. Navedeni antropogeni uticaji pospešuju eroziju i čine da se stvaraju bujični tokovi koji u mesecima sa većom količinom padavina ili kada se topi sneg dovode do poplava i pojave klizišta. U radu je izvršena analiza režima proticaja na hidrološkoj mernoj stanici Zavlaka na reci Jadar, a rezultati analize prikazani su grafikonima: prosečni sezonski proticaji, srednji godišnji proticaji, srednji mesečni proticaji, srednji maksimalni mesečni proticaji, standardizovano odstupanje srednjih godišnjih proticaja, odstupanje minimalnih i maksimalnih proticaja od srednjih. Na kartama su predstavljene količine sadržaja peska i silta u zemljištu, kao i način korišćenja zemljišta sa akcentom na deforestaciji kao najvećeg uzročnika erozivnih procesa u Opštini. U

radu je naveden i primer ekstremnih majskih poplava 2014. godine koje su odnele ljudske živote, ugrozile životnu sredinu Opštine, izmenile predeo, nanele velike materijalne štete i uzrokovale uginuće životinja. Kako bi se sprečile posledice poplava rad obuhvata i definisanje postupanja u vanrednim situacijama, preventivne mere, pripravnost i adekvatan odgovor na poplave i sanaciju.

**Ključne reči:** Krupanj, poplave, proticaj, mere sprečavanja, deforestacija, erozija.

## 1. Uvod

U radu su predstavljeni grafikoni koji prikazuju najvažnije parametre proticaja reka koje se nalaze u opštini Krupanj kako bi se na osnovu prethodnih vrednosti proticaja predvidele buduće potencijalne promene proticaja na mesečnom i godišnjem nivou. Takođe, važno je posmatrati i način korišćenja zemljišta jer od udela vegetacije i poljoprivrednih površina zavisi i količina erozije i potencijala da bujice izazovu veće posledice. U Opštini je zastupljen visok stepen deforestacije koji povećava erozivne procese, kao i rasprostranjenost poljoprivrednih površina sa neadekvatnom obradom zemljišta koja doprinosi eroziji. Sadržaj silta na teritoriji opštine Krupanj prikazuje opasnost od zasipanja zemljišta muljevitim materijalom kao posledica poplava. Na osnovu toga predložene su mere borbe protiv bujičnih poplava koje je neophodno preduzeti da se ne bi ponovile majske poplave iz 2014. godine.

## 2. Metode rada

Za izračunavanje vrednosti proticaja reka u Krupnju korišćeni su podaci iz Hidroloških godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda. ([http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske_godisnjaci.php)). Obradeni su podaci sa merne stanice Zavlaka koja se nalazi na reci Jadar, a podaci su za desetogodišnji period 2009-2019, ali je 2016. godina izostavljena iz istraživanja zbog nepotpunih podataka iz Hidrometeorološkog godišnjaka. Kako bi se dobila procentualna vrednost peska i silta na teritoriji opštine Krupanj korišćeni su podaci sa Open soil grids (odnose se na dubinu zemljišta do 5 cm i rezolucija im iznosi 250 m).

Izvor podataka za kartu načina korišćena zemljišta u Krupnju su Corine Land Cover 2018. Program korišćen za obradu podataka je QGIS 3.8.

### 2.1. Fizičko-geografske karakteristike

Krupanj se nalazi u Zapadnoj Srbiji u Mačvanskom okrugu. Srednja godišnja suma padavina je 926 mm. Najviše padavina je u junu 124 mm, a najmanje u martu i februaru oko 57 mm. Vazdušne mase su najčešće sa zapada kada donose letnje pljuskovite padavine i grad, a sneg pada svake godine. Vodotoci su bujičnog karaktera skloni plavljenju, a zastupljena su i klizišta (LEAP Krupanj, 2015).

## 3. Rezultati

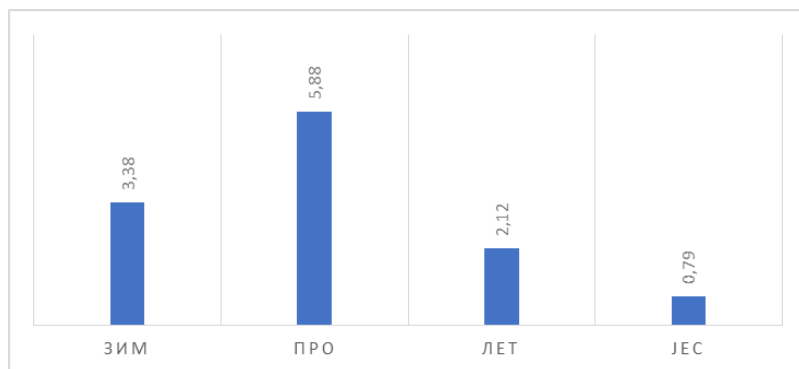
### 3.1. Uzroci povećanja potencijala poplava u opštini Krupnj

Uzročnici poplava u Krupnju su prirodnog i antropogenog porekla. Uslovi podloge, reljef, planinski potoci bujičnog karaktera i klimatske karakteristike predstavljaju prirodne uslove, dok su antropogeni nelegalna i prekomerna seča šuma, neadekvatno korišćenje poljoprivrednih površina, stočarstvo i eksploatacija nalazišta rudnih bogatstava. Navedeni uslovi pospešuju erozivne procese i čine da se stvaraju bujični tokovi koji u mesecima sa većom količinom padavina ili kada se topi sneg doprinose razvoju poplava i pojavi klizišta u opštini Krupnj. Posledice poplava mogu biti dodatno povećane usled izlivanja zagađene vode. Zagađena voda u rekama potiče od komunalnih i tehnoloških otpadnih voda, dok se pesticidi spiraju sa poljoprivrednih površina. U zavisnosti od porekla, voda može sadržati suspendovane materije, teške metale, nitrata, organske rastvarače i ostale zagađujuće supstance štetne po čoveka i životnu sredinu (LEAP Krupanj, 2015).

### 3.2. Analiza proticaja na hidrografskoj stanici Zavlaka (reka Jadar)

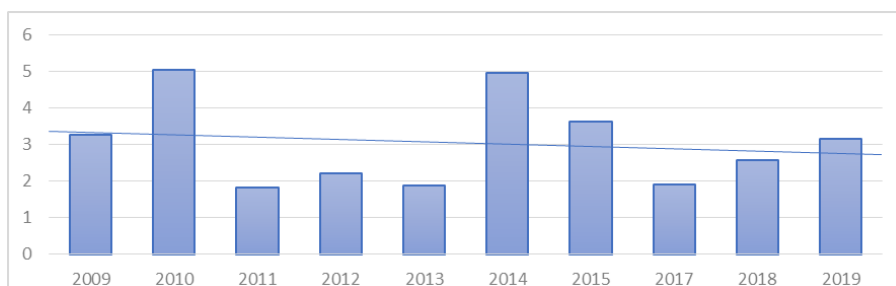
Posmatranjem srednjih mesečnih i srednjih godišnjih proticaja dobija se uvid u promenu proticaja, a podaci su potpuniji ukoliko se posmatra duži vremenski period. Za analizu proticaja koja predstavlja faktor potencijala pojave poplava važno je posmatrati i ekstremne proticaje

(apsolutne maksimalne i minimalne proticaje) (Dukić, Gavrilović, 2008). Za hidrološki profil Zavlaka na reci Jadar izvršena je analiza režima proticaja za desetogodišnji period od 2009- 2019. godine (izuzev 2016). U posmatranom periodu, maksimalni godišnji proticaj bio je u maju 2014. godine kada je iznosio 97,2 m<sup>3</sup>/s (datum merenja 16.05.2014), dok je prosečna vrednost proticaja za isti mesec i godinu iznosila 18,5 m<sup>3</sup>/s, a minimalna 6,08 m<sup>3</sup>/s. Poređenja radi, 2013. godine u maju je maksimalni godišnji proticaj iznosio 4,79 m<sup>3</sup>/s. Prema navedenim podacima može se zaključiti da postoji nepredvidljivost proticaja reka koje se nalaze u Krupnju i ulivaju se u Jadar. Takođe, maksimalna vrednost iz maja 2014. godine bila je jedan od najvećih uzročnika poplava i velikih posledica u Opštini ([http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske_godisnjaci.php)).



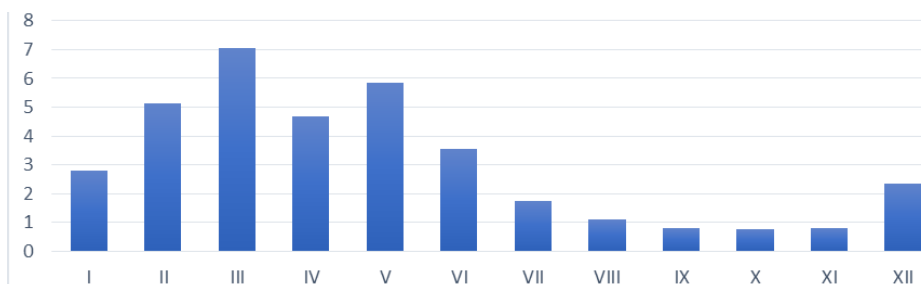
**Grafikon 1.** *Prosečni sezonski proticaj*

Najveći proticaji su u proleće kao posledica topljenja snega i leda i velike količine padavina. U ovom periodu su česte pljuskovite kiše koje povećavaju opasnost od pojave bujičnih poplava. Najmanji proticaj je u jesen zbog manje količine padavina. Primetni su veliki varijeteti između maksimalnih i minimalnih proticaja i vodostaja u različitim mesecima u godini. Dok je u prolećnom periodu zastupljena velika količina vode, što je prikazano kroz proticaj, leti se dešava da tokovi presuše kao posledica visokih temperatura i male količine padavina.



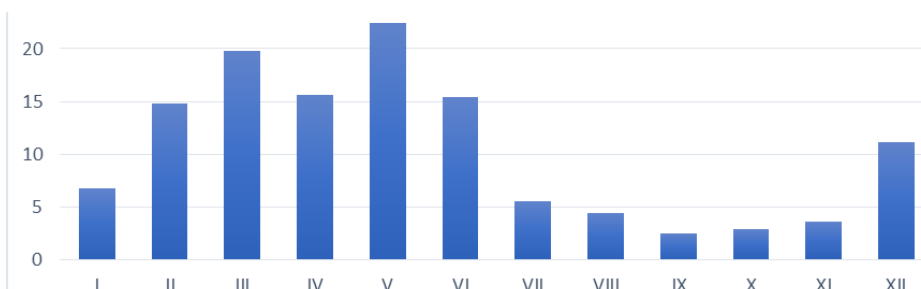
**Grafikon 2. Srednji godišnji proticaji**

Na grafikonu 2 prikazani su srednji godišnji proticaji za analizirani desetogodišnji period. Primetno je variranje proticaja u različitim godinama, a sa najvećim proticajem ističu se 2010. i 2014. godina.



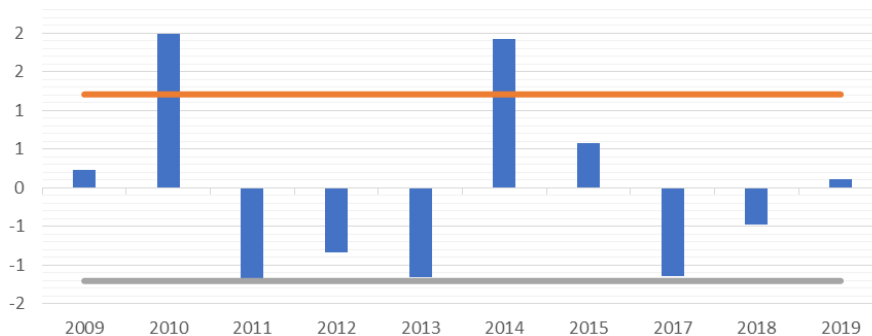
**Grafikon 3. Srednji mesečni proticaji**

Na grafikonu 3 prikazane su srednje mesečne vrednosti proticaja. Mart je mesec sa najvećim vrednostima i to je posledica topljenja snega, takođe, maj zbog velike količine padavina. Neophodno je posebnu pažnju u odbrani protiv poplava obratiti u martu i maju. Manji proticaji zastupljeni su u septembru i oktobru, kao i u letnjim mesecima.



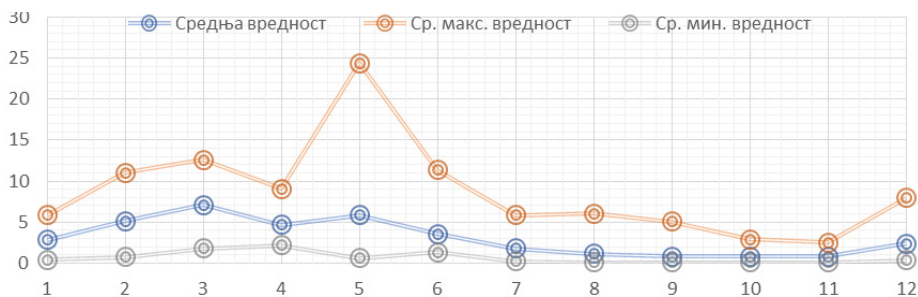
**Grafikon 4. Srednji maksimalni mesečni proticaji**

Na grafikonu 4 prikazani su srednji maksimalni mesečni proticaji za posmatrani period i zaključak je da je maj mesec sa najvećom pojavom ekstremnih vrednosti, to se dešava zbog obilnih padavina koje povećavaju vodostaj i proticaj i uzrokuju bujice.



**Grafikon 5.** *Standardizovano odstupanje srednjih godišnjih proticaja*

Grafikon 5 predstavlja standardizovano odstupanje srednjih godišnjih proticaja reka u Krupnju. Isprekidana linija prikazuje standardizovanu devijaciju (koliko je odstupanje veliko), dok pravougli blokovi pokazuju koliko je date godine srednji proticaj odstupao od srednje vrednosti za proticaje tokom celog ispitivanog perioda. Godine 2010. i 2014. imale su najveća odstupanja i imale su najveće ekstremne vrednosti proticaja.



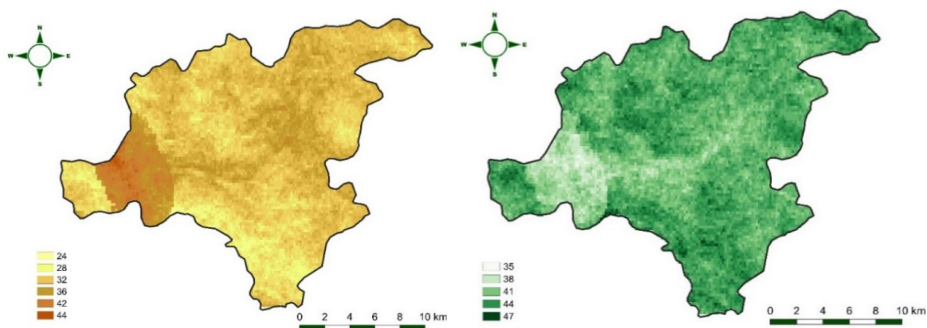
**Grafikon 6.** *Odstupanje minimalnih i maksimalnih proticaja od srednjih*

Grafikon 6 pokazuje koliko su srednji minimalni i maksimalni mesečni proticaji odstupali od srednjih vrednosti proticaja. Maj je mesec sa najvećim odstupanjima i ekstremnim vrednostima zbog pljuskovitih padavina, a kao posledica toga nastaju bujični tokovi.

Navedeni podaci o proticaju su važni jer prikazuju u kojim mesecima se mogu očekivati poplave, a posebno zbog ekstremnih vrednosti koje su se najčešće pojavljivale u maju i donosile poplave bujičnog karaktera koje ugrožavaju stanovništvo, materijalna dobra i životnu sredinu.

### 3.3. Sadržaj peska i silta u zemljištu

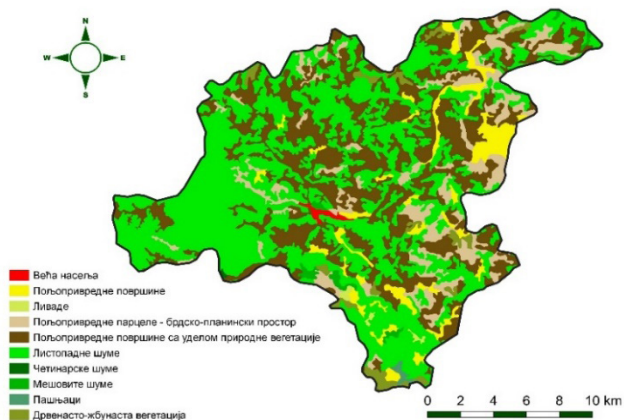
Prema karti broj 1 koja prikazuje koncentracije peska u Opštini može se zaključiti da je pesak zastupljen u opsegu od 24% do 44%. U krajnjem zapadnom i južnom delu Opštine je najmanji procenat peska koncentracije 24% i 30%. Najveći udeo peska je u severozapadnom delu gde se nalaze koncentracije od 36% do 44%, takođe, veća koncentracija peska zastupljena je i na istočnom i severoistočnom obodu Opštine. Veći sadržaj peska u zemljištu predstavlja veći potencijal razvoja erozije.



**Karta 1.** Sadržaj peska u zemljištu    **Karta 2.** Sadržaj silta u zemljištu

Najmanji sadržaj silta je u zapadnom delu Opštine (35%) i poklapa se sa predelom gde je najveća količina peska. Silt je najzastupljeniji u severoistočnom delu Krupnja gde iznosi 47%. Silt se transportuje rečnim tokovima i utiče na замуćivanje vode, na živi svet reka i menja uslove života u kojima žive. Pod uticajem poplava silt dospeva u priobalno područje i menja svojstva okolnog zemljišta. Zato je neophodno pratiti količinu silta koja se transportuje vodenim tokovima i preduzimati protiverozivne mere kako bi se smanjila količina silta u reci.

### 3.4. Način upotrebe zemljišta u Opštini



**Karta 3. Karta načina korišćenja zemljišta**

Poljoprivredne površine sa udelom prirodne vegetacije iznose 13,21%. Voćnjaci se rasprostiru na 6,95% teritorije. Šume su zastupljene sa 40,49%, a najviše ima bukve (83%), dok ostatak čine bagrem i bor. Nalazišta krečnjačkog kamena su u Zavlaci i Likordi, rudnik fluorita u Ravnaji, nalazišta lignita u Beloj Crkvi, nalazišta antimona i gvozdene rude u masivu Boranje, olova u dolini reke Čađevice i na Jagodnji, imaju uticaj na životnu sredinu i gubljenje šumskog fonda (LEAP Krupanj, 2015). U Krupnju zbog negativnog prirodnog priraštaja i stalnih emigracija opada broj stanovnika, poljoprivredna i stočarska proizvodnja, a rastu površine pod šumama i livadama što deluje na smanjenje erozije i bujičnih tokova.

### 3.5. Poplave 2014. godine

Primer poplava u ovom delu Srbije su majske poplave iz 2014. godine. Velika količina padavina u kratkom vremenskom periodu intenzivirala je bujične tokove u Krupnju i sve reke su se izlile iz korita i poplavile dolinsko područje. Pokrenuta su klizišta i odroni. Kao posledica ovih prirodnih procesa izgubljeni su ljudski životi, uginule su životinje, oštećene su brojne kuće, infrastruktura i poljoprivredne površine. Takođe, poplave su osim materijalne štete ostavile velike psihičke posledice po stanovništvo.

Prema intenzitetu ove poplave su katastrofalnih razmera. Saobraćaj je bio onemogućen na tri mosta koja obezbeđuju prilaz Krupnju. Saobraćaj državnim putevima iz pravca Šapca, Loznice i Ljubovije nije bio u funkciji



zbog plavljenja, klizišta i odrona. Postojao je problem snabdevanja stanovništva vodom za piće jer je bio oštećen gradski vodovod. Ubrzo se pristupilo rekonstrukciji, vlasnicima stambenih objekata obezbeđena su nova mesta stanovanja ili im je isplaćena novčana naknada, izgrađeno je 9 mostova i obnovljeni su putevi. Lokalna samouprava započela je sa preventivnim merama, čisti rečna korita i gradi obaloutvrde. Rekonstruisani objekti su nakon majskih poplava iz 2014. godine ponovo plavljeni novim poplavama (<http://www.krupanj.org.rs/index.php?id=58&items=465>).

### 3.6. Postupanje u vanrednim situacijama odbranom od poplava

Prema poreklu i obimu posledica poplave spadaju u grupu fundamentalnih rizika izazvanih uslovima koji su izvan kontrole pojedinca. U svom većem obimu poplave su vanredne situacije prirodnog karaktera, a prema brzini razvoja su umereno brze vanredne situacije (Grozdanović, Stojiljković, 2013). Prema Zakonu o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“, br. 87/2018) smanjenje rizika od katastrofa je nacionalni i lokalni prioritet. Svako lice ima pravo na zaštitu od katastrofa i spasavanje ljudskih života ima prioritet u odnosu na sve druge zaštitne aktivnosti. Neophodno je integrisano delovanje i međusektorska saradnja u delovanju svih institucija i subjekata prilikom vanredne situacije. Jedinice lokalne samouprave imaju primarnu ulogu u upravljanju rizikom. Nadležni organi su u obavezi da blagovremeno i potpuno informišu javnost o rizicima i merama zaštite. Nacionalna strategija zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“, br. 87/2011, 18.11.2011) definiše da je neophodno obezbediti smanjenje rizika od katastrofa i da taj cilj treba da postane nacionalni i lokalni prioritet sa institucionalnom osnovom. Prikazuje kako smanjiti rizik od katastrofa i integrisati ga u razvojne programe i planove, da je potrebno planirati i obezbediti ljudske, finansijske i tehnološke resurse kako bi funkcionisao sistem prevencije, pripravnosti, odgovora i sanacije. Takođe, potrebno je identifikovati i pratiti rizike i poboljšati sistem za rano upozoravanje od katastrofa. U Strategiji je naznačena važnost razvoja znanja, obrazovanja i obučavanja stanovništva kako bi se povećala bezbednost u vanrednim situacijama. Važno je umanjiti faktore rizika, pratiti fizičko-geografske karakteristike terena i prethodna dešavanja, kako bi se predvidela buduća stanja. Važna faza u odbrani od poplava je i pripravnost kako bi se efikasno reagovalo na nacionalnom i lokalnom nivou, ali i pojedinačnom reagovanju

stanovništva. Da bi se izradila Metodologija izrade i sadržaj procene rizika od katastrofa i plana zaštite i spasavanja prvo se definišu položaj i opšte karakteristike teritorije, zatim se tumači izgrađena infrastruktura i izrađuje se scenario za najverovatniji neželjeni događaj i za neželjeni događaj sa najtežim mogućim posledicama. Neophodno je izvršiti procenu verovatnoće događaja, učestalost i posledice po život i zdravlje ljudi (Metodologija izrade i sadržaj procene rizika od katastrofa i plana zaštite i spasavanja, 2019).

#### 4. Zaključak

U opštini Krupanj poplave se najviše mogu očekivati u maju na osnovu posmatranog desetogodišnjeg perioda kada je maj mesec bio sa najvećim maksimalnim vrednostima koje su bile ekstremno veće u odnosu na ostale mesece u godini. Takođe, u martu se može očekivati poplavni talas kao posledica topljenja snega. Kako bi se smanjio rizik po zdravlje ljudi i životnu sredinu važno je sprečiti poplavu, a ako to nije moguće, biti u pripravnosti i pravilno odreagovati na poplave.

Mere koje treba preduzeti za potpuno sprečavanje poplava su dugoročan proces jer podrazumevaju reforestaciju, planiranje prostora i izgradnje objekata, zabranu izgradnje na terenima podložnim kliženju, pravilnu obradu poljoprivrednih površina (obrada zemljišta po izohipsama), bavljenje stočarstva na mestima gde se ne ugrožavaju pašnjaci i praćenje prethodnog trenda poplava i velikih voda. Takođe, mere za odbranu su i izgradnja protočnih jezera i brana za vučeni materijal u gornjim tokovima i postavljanje i ojačavanje bedema. Zato je važno raditi na adekvatnom, brzom i efikasnom odgovoru na poplave kada se dogode, a to se postiže kroz edukaciju stanovništva o postupanju u vanrednim situacijama i njihovom evakuacijom u što kraćem vremenskom periodu.

#### Reference

1. Nacionalna strategija zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama („*Sl. glasnik RS*“, br. 87/2011, 18.11.2011)
2. Zakon o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama („*Sl. glasnik RS*“, br. 87/2018)

3. Grozdanović M., Stojiljković E., (2013): Metode procene rizika, Univerzitet u Nišu – Fakultet zaštite na radu, Niš.
4. Dukić D., Gavrilović Lj., (2008): Hidrologija, Zavod za udžbenike, Beograd.
5. Lokalni ekološki akcioni plan opštine Krupanj za period 2014 - 2020. godine. Krupanj. 2015. godine.
6. Metodologija izrade i sadržaj procene rizika od katastrofa i plana zaštite i spasavanja („Sl. glasnik RS, br. 80/19).

Internet stranice:

1. Opština Krupanj: <http://www.krupanj.org.rs/index.php?id=58&items=465> (datum:21.02.2021) Republički hidrometeorološki zavod Srbije: [http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/hidrologija/povrsinske_godisnjaci.php) (datum: 18.02.2021) Opština Krupanj: <http://www.krupanj.org.rs/index.php?id=58&items=465> (datum: 10.03.2021)

Original scientific paper

## CAUSES OF FLOOD OCCURRENCE AND MEASURES OF MITIGATION IN MUNICIPALITY OF KRUPANJ

**Irena Blagajac<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> University of Belgrad, Faculty of Geography,  
Studentski trg 3/III, 11000 Beograd;

**Abstract:** The goal of this paper is to show the flood potential in Municipality of Krupanj as a consequence of natural and anthropogenic factors. Natural factors which contribute to flood occurrence in Krupanj are soil, terrain, torrential mountain streams and climate characteristics, while the anthropogenic factors are illegal, uncontrolled and excessive forest cutting, inadequate use of agricultural areas, livestock farming and exploitation of mineral

resource sites. The above-mentioned anthropogenic factors accelerate erosion and create conditions for appearance of torrential streams which cause floods and landslides in months with high amount of rainfall or snow melt. This paper analyses flow regime on hydrological measurement station Zavlaka on river Jadar. The results of the analysis are shown on the following graphs: average seasonal flow, mid-year flow, mid-month flow, maximum mid-month flow, mid-year flow standard deviation, minimum and maximum deviation of mid flow. The map shows amounts of sand and silt contained in soil of Municipality of Krupanj, as well as the way the soil is used, with emphasis on deforestation as the main source of erosive process. The paper cites the example of extreme flooding which occurred in May 2014, the incident which has taken human lives, endangered Municipality's environment, changed the landscape, caused great material damage and animal death. To prevent further flood ramifications, this paper includes defining of acting in emergency situations, preventive measures, alertness and adequate answer to floods and remediation.

**Keywords:** Krupanj, poplave, proticaj, mere sprečavanja, deforestacija, erozija.