

## **SARADNJA JEDINIČA LOKALNE SAMOUPRAVE SLIVA REKE SKRAPEŽ RADI KONTROLE EROZIJE ZEMLJIŠTA I AKTIVNE ODBRANE OD POPLAVA**

**Emilija Krantić<sup>1</sup>, Ivana Jovanović<sup>2</sup>,  
Selena Pavličević<sup>3</sup>, Milica Pećanac<sup>4</sup>**

**Apstrakt:** Saradnja jedinica lokalnih samouprava u slivu reke Skrapež (opštine Čačak, Sevojno, Valjevo, Užice, Bajina Bašta, Požega, Gornji Milanovac i Kosjerić) predstavlja ključni faktor u kontroli erozije zemljišta i aktivnoj odbrani od poplava na datom području. Sliv reke Skrapež, lepezasog je oblika i simetričan, smešten je unutar mikroregiona Srpska Crna Gora u okviru Zapadnog Pomoravlja. Karakteriše se specifičnom topografijom koja varira od minimalne nadmorske visine od 305 m do maksimalne nadmorske visine od 1347 m. Brdsko-planinski teren zauzima 46,63% ispitivanog prostora, a prosečan pad rečnog sliva iznosi 18,36 m/km. Najveći deo sliva prekriven je metamorfnim stenama (206,52 km<sup>2</sup>). Klimatski parametri sliva, sa srednjom godišnjom temperaturom od 9,55°C i količinom padavina od 644,16 mm, utiču na procese erozije i hidrološke karakteristike sliva. Metodom po Gavriloviću izračunata je srednja godišnja produkcija nanosa od 249.650,24 m<sup>3</sup>/god, uz identifikaciju 127 erozivnih tokova. Maksimalni proticaji beleže se u maju i junu, a najveće varijacije u slivu primećuju se u septembru, maju i avgustu. Radi sprečavanja razornog dejstva velikih voda potrebno je uspostaviti saradnju i koordinaciju radnji pomenutih jedinica lokalne samouprave kako bi se sprečilo zasipanje vodotoka, preduzele preventivne mere antierozionog uređenja zemljišta i izvršili biotehnički zaštitni radovi.

**Ključne reči:** sliv, metod Gavrilovića, intenzitet erozije, poplave, Skrapež

### **COLLABORATION OF LOCAL GOVERNMENT UNITS IN THE SKRAPEŽ RIVER WATERSHED FOR SOIL EROSION CONTROL AND ACTIVE FLOOD DEFENSE**

**Abstract:** Collaboration among local self-government units within the Skrapež River basin (municipalities of Čačak, Sevojno, Valjevo, Užice, Bajina Bašta, Požega, Gornji Milanovac, and Kosjerić) represents a crucial factor in controlling soil erosion and actively defending against floods in the area. The Skrapež River basin, characterized by a fan-shaped and symmetrical form, is situated within the microregion of Srpska Crna Gora within the Western

---

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, emilijakrantic3@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4337-579X

<sup>2</sup> Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, ivanaaa.jovanoviccc123@gmail.com, ORCID: 0009-0003-4703-0290

<sup>3</sup> Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, milica.pecanac48@gmail.com, ORCID: 0009-0002-6574-4986

<sup>4</sup> Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, selenapavlicevic.10@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7356-037X

## ***Saradnja jedinica lokalne samouprave sliva reke Skrapež radi kontrole erozije zemljišta i aktivne odbrane od poplava***

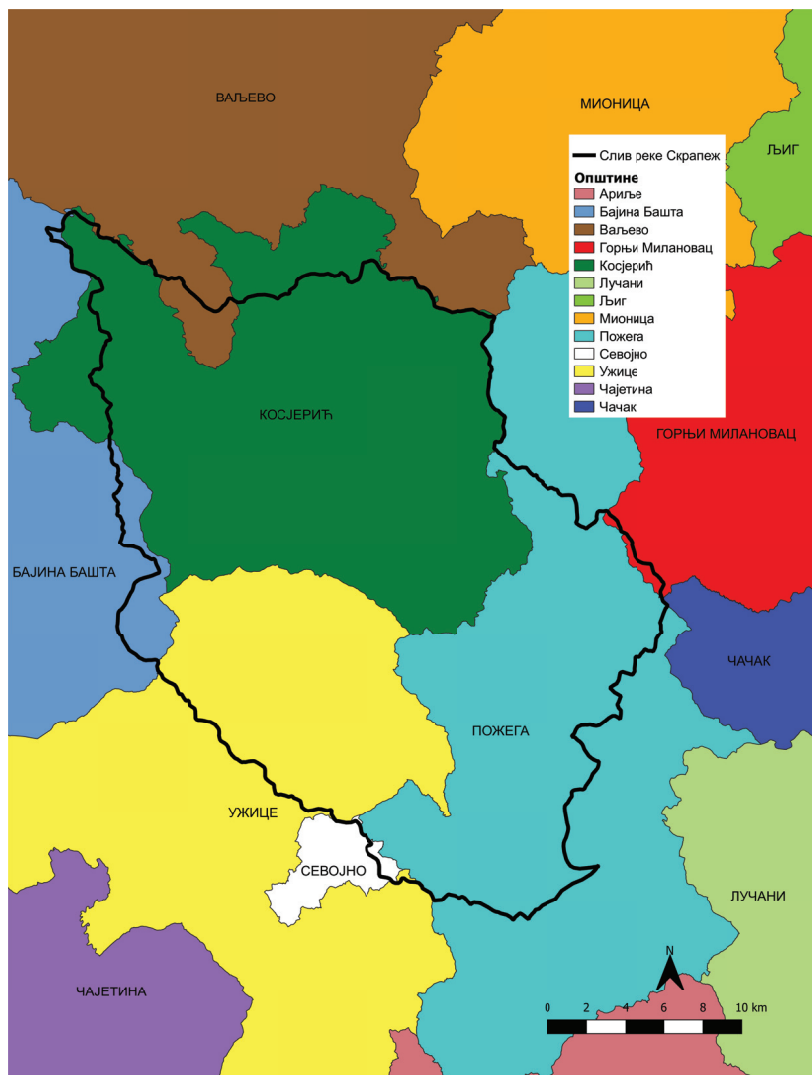
---

Morava region. It features a specific topography ranging from a minimum elevation of 305 m to a maximum elevation of 1347 m. Hilly-mountainous terrain occupies 46.63% of the surveyed area, with an average river basin slope of 18.36 m/km. Most of the basin is covered by metamorphic rocks (206.52 km<sup>2</sup>). The climatic parameters of the basin, with an average annual temperature of 9.55 °C and precipitation of 644.16 mm, influence erosion processes and hydrological characteristics of the basin. Using the Gavrilović method, the average yearly sediment yield was calculated at 249,650.24 m<sup>3</sup>/year, with the identification of 127 erosive channels. Maximum flows occur in May and June, with the most significant variations in the basin observed in September, May, and August. To prevent the destructive effects of major floods, it is necessary to establish collaboration and coordination among the mentioned local self-government units to prevent stream siltation, implement preventive anti-erosion measures, and carry out biotechnical protective works.

**Keywords:** watershed, Gavrilović method, erosion intensity, floods, Skrapež

### **UVOD**

Sa severa reku Skrapež od sliva Kolubare odvajaju Maljen i Povlen, ispod čijeg se vrha na nadmorskoj visini nalazi nekoliko izvorišnih kraka Skrapeža. Predstavlja levu pritoku Đetinje. Tok joj je usmeren u pravcu severozapad-jugoistok. U Đetinju se uliva u Požeškoj kotlini, nakon čega se formira zajednički vodeni tok pod nazivom Zapadna Morava (Ковачевић-Мајкић, 2009). Sliv pripada mikroregiji Srpska Crna Gora u okviru Zapadnog Pomoravlja (Павловић, 2020). Podaci o vodnosti Skrapeža mogu se dobiti na osnovu hidroloških merenja koja se vrše na dve vodomerne stanice. Jedna se nalazi u Kosjeriću, a druga u Požegi. Tretirani su problemi vezani za neujednačenost proticaja, kako od niskih, tako i od visokih voda, što ukazuje na bujičarski karakter toka (Мисаиловић, 1981). Sliv Skrapeža prostire se od 43°49'12" na jugu, do 44°8'24" na severu, i od 19°42'36" na zapadu, do 20°6'36" na istoku. Površina sliva iznosi 644,16 km<sup>2</sup>. Sliv reke Skrapež obuhvata prostor osam opština (Čačak, Sevojno, Valjevo, Užice, Bajina Bašta, Požega, Gornji Milanovac i Kosjerić) i tri okruga (Zlatiborski, Kolubarski i Moravički). Sliv se većinski prostire na teritoriji Zlatiborskog okruga, tj. opština Kosjerić i Užice. Najmanji procenat teritorije sliva zahvata Moravički okrug (0,34%).



Kartografski prikaz 1: Sliv reke Skrapež u odnosu na opštine Republike Srbije (<https://a3.geosrbija.rs/>) - prilagođeno

## **METODE I MATERIJALI**

Za proračun osnovnih hidroloških i morfometrijskih karakteristika sliva, kao i njihov kartografski prikaz, korišćene su kartografsko-grafičke metode, odnosno analitički i sintezni kompjuterski programi (softver QGIS). Topografske karte 1:50000 koje obuhvataju sliv Skrapeža bile su u funkciji podloge, a to su list Valjevo 478-3, Valjevo 478-4, Lazarevac 479-3, Užice 528-2 i Čačak 529-2, osnovne geološke karte 1:100000 (listovi Valjevo, Gornji Milanovac, Užice i Čačak). Za obradu podataka neizostavni su bili analitički (matematičko-statistički) i sintezni metodi, kao i metod komparacije (Belić i Cincović, 2020). Za rad su od važnosti bile monografije, udžbenici, planovi regulacije, ali i doktorske disertacije.

U radu su analizirani pojedinačno faktori, koji su kasnije objedinjeni uz pomoć sinteze u celinu, čime je nastala sintezna karta. Statistički metod omogućio je da se saznaju na osnovu numeričkih podataka, kvantitativne odlike sliva (Lješević, 2010). Kartografski metod jedan je od najznačajnijih metoda modelovanja elemenata prostora jer na očigledan i univerzalan način prikazuje međusobnu povezanost i uzajamnu uslovljenost elemenata i komponenata geoprostora. Uz pomoć iste izrađene su karte u programu QGIS uz pomoć geoprostornih baza podataka.

Metod Gavrilovića (metoda potencijala erozije) jeste semikvantitativna metoda koja omogućava procenu intenziteta erozije, ukupne godišnje produkcije erozivnog nanosa i godišnje količine transportovanog vučenog i suspendovanog erozivnog nanosa. Metoda je razvijena za prakse upravljanja u zaštiti od erozije, uglavnom u šumama upravljanje i kontroli bujica. Korišti empirijske koeficijente (koeficijent erodibilnosti, koeficijent zaštite, koeficijent erozije) i matricu fizičkih karakteristika slivnih podjedinica. Koeficijent erozije za sliv izračunat je metodom po Gavriloviću (Gavrilović, 1972):

$$Z = Y \times X (\varphi + \sqrt{I})$$

Y – koeficijent otpornosti zemljišta na eroziju; X – koeficijent načina korišćenja zemljišta;  $\varphi$  – koeficijent vida erozije; I – srednji pad površine za koju se izračunava koeficijent erozije. Produkcija nanosa po kvadratnom kilometru računa se po Gavrilovićevoj formuli koja glasi:

$$W_{god} = T \times H_{god} \times n \times \sqrt{Z^3} \times F \text{ [m}^3/\text{god]},$$

gde je: W – srednja godišnja produkcija nanosa, T – temperaturni koeficijent, H<sub>god</sub> – srednja godišnja količina padavina, Z – koeficijent erozije, F – površina sliva.

## **DISKUSIJA**

Geološka podloga sliva reke Skrapež je raznovrsna i sačinjena je od različitih tipova stena, počev od aluvijalnih sedimenata, preko metamornih stena do ultramafta. Najveću površinu zauzimaju metamorfne stene sa ukupnom površinom od 206,52 km<sup>2</sup>, koje dominiraju u jugozapadnog delu sliva. Najmanju površinu zauzima bigar, lociran u severnom delu sliva sa površinom od 0,42 km<sup>2</sup> (Dokmanović, 2021). Aluvijalni sedimenti, praćeni pojavom sedimenata rečne terase, nalaze se uz reku Skrapež i Lužnicu, a najprisutniji su na ušću leve pritoke Lužnice u Skrapež. Aluvijalni nanosi prate konture rečnih tokova, u vidu relativno uzanih zona, čija širina može da varira od nekoliko metara do nekoliko kilometara. Najveći udeo pripada brdsko-planinskom terenu koji se prostire u rasponu 500-700 m, a potom 300-500 m. Oko 19% sliva Skrapeža se nalazi između 700 i 900 m n.v. Najmanji udeo u ukupnoj površini zauzimaju nadmorske visine iznad 1300 m. Srednja nadmorska visina sliva iznosi 600,76 m. Srednja nadmorska visina terena je nezaobilazan podatak u izračunavanju intenziteta erozivnih nanosa, retenzije nanosa i ulazi u strukturu formule za izračunavanje intenziteta erozije (Dragičević, Filipović, 2016). Na najvećoj površini sliva

su zastupljeni nagibi do dvadeset i četvrtog stepena, mada su zastupljeni i izraziti nagibi koji dostižu pedeset i sedmi stepen. Nagib terena je jedan od osnovnih elemenata koji definiše intenzitet erozivnih procesa, kao i namenu samog terena. Intenzitet erozije raste sa povećanjem nagiba terena jer sa njegovim povećanjem raste i kinetička energija vode koja se sliva niz padinu. Od nagiba topografske površine zavisi i intenzitet pluvijalne erozije, oscilacije temperature podloge i vazduha, mehaničko raspadanje stena, klizanje terena i dr. (Dragičević i Filipović, 2016).

Sliv Skrapeža ima umereno-kontinentalnu klimu sa kontinentalnim pluviometrijskim režimom. Ipak, u slivu se mogu izdvojiti dve celine sa mezoklimatskim razlikama, a to su planinski obod i kotlinsko-dolinski delovi sliva. Najmanje su razlike zimi zbog temperaturnih inverzija, koje se javljaju u Požeškoj kotlini usled „ujezeravanja“ hladnih vazdušnih masa, a najveće su u proleće, kada se na većim nadmorskim visinama veći deo toplote troši na otapanje snega, a u kotlini se sneg već otopio i toplota se uglavnom troši na zagrevanje vazduha. Padavine i pluviometrijski režim su uz geološki sastav i vegetaciju najznačajniji faktori koji određuju režim reke (Ковачевић-Мајкић, 2009).

Vektorski tip prostornih podataka upotrebljen je za digitalizaciju svih željenih geoloških, geomorfoloških, pedoloških i hidroloških elemenata, a sliva, kao i za dobijanje njegovih morfometrijskih pokazatelja, zatim morfohidrografskih pokazatelja vodotoka, kao i za izradu karata. Rasterski GIS je poslužio za dobijanje digitalnog modela visina u obliku grida rezolucije 100 m, a zatim su, uz prethodno utvrđenu visoku korelaciju između nadmorske visine i padavina, dobijene vrednosti padavina za svaki taj piksel, što je poslužilo za dobijanje prostorne distribucije padavina, izradu karte izohijeta, kao i za proračun srednjih količina padavina za ceo sliv i svaku željenu površinu na proučavanoj teritoriji. Fina rezolucija, kad su u pitanju prostorni podaci kao što su padavine, ima mnoge potencijalne primene kad je u pitanju upravljanje prirodnim resursima, jer takva baza podataka može da bude osnova u istraživanjima koja se oslanjaju na prirodne potencijale. Vrednosti srednjih godišnjih količina padavina za određene površine se mogu upotrebiti za izračunavanje proticaja na slivovima gde nema hidroloških osmatranja.

Sve do Godljeva reka ima neusaglašen rečni profil, veliki pad, pregibe u koritu, usku dolinu, a od Godljeva je usečena u neogene sedimente, pa je rečni pad blaži, kao i dolinske strane. Korito je regulisano kroz naselje Kosjerić, u cilju zaštite od velikih voda. Širina korita iznosi 3-15 m, a nizvodno od Kosjerića pa do ušća 15-50 m. U Požeškoj kotlini ima sve odlike ravničarske reke koja ima široko korito, meandre i nosi velike količine nanosa (Ковачевић-Мајкић, 2009). Za sliv Skrapeža se može reći da je lepezast i prilično simetričan. Koeficijent asimetričnosti 1,16. On je značajan za pojave velikih voda. Dužina reke iznosi 56,74 km, prosečna izmerena dužina sliva je 43,15, a prosečna širina 14,93 km. Kota izvora se nalazi na 1347 m n.v, a kota ušća na 305. Ukupan pad rečnog toka je 1042 m, a prosečan pad 18,36 m/km. Koeficijent punoće sliva iznosi 0,35, koeficijent izvijuganosti 1,36, ukupna dužina svih tokova je 1265,69 km, a gustina rečne mreže 1,96 km/km<sup>2</sup>.

Šumske zajednice su većim delom listopadne, a postojanje četinarara je vezano za čovekovu delatnost. Na mestima gde se odseci strmo spuštaju do rečnih dolina, izražajnije su granice između fitocenoza (granica između kulturnih biljaka i šumskih zajednica). Uz rečne tokove javljaju se vrbe, bagremi i služe kao zaštita od poplava. Na mestima gde se odseci strmo spuštaju do rečnih dolina, izražajnije su granice između fitocenoza (granica između kulturnih biljaka i šumskih zajednica). Bagrem je sađen planski u cilju zaštite od erozije. Stanje šuma je nepovoljno, jer su šumski tereni krčeni i pretvarani u oranice. Pojačana erozija je dalje omogućila pojavu bujičnih poplava i zasipanje rečnih korita nanosom. Radanovački Ridovi su primer ogolelog prostora. Potrebno je popraviti sadašnje stanje očuvanjem postojećih i podizanjem novih šuma. Tendencija promene stanja je ipak pozitivna, što je osim pošumljavanja i nege šuma posledica i smanjenog broja seoskog stanovništva. Tako je na pojedinim lokacijama proces erozije zaustavljen.

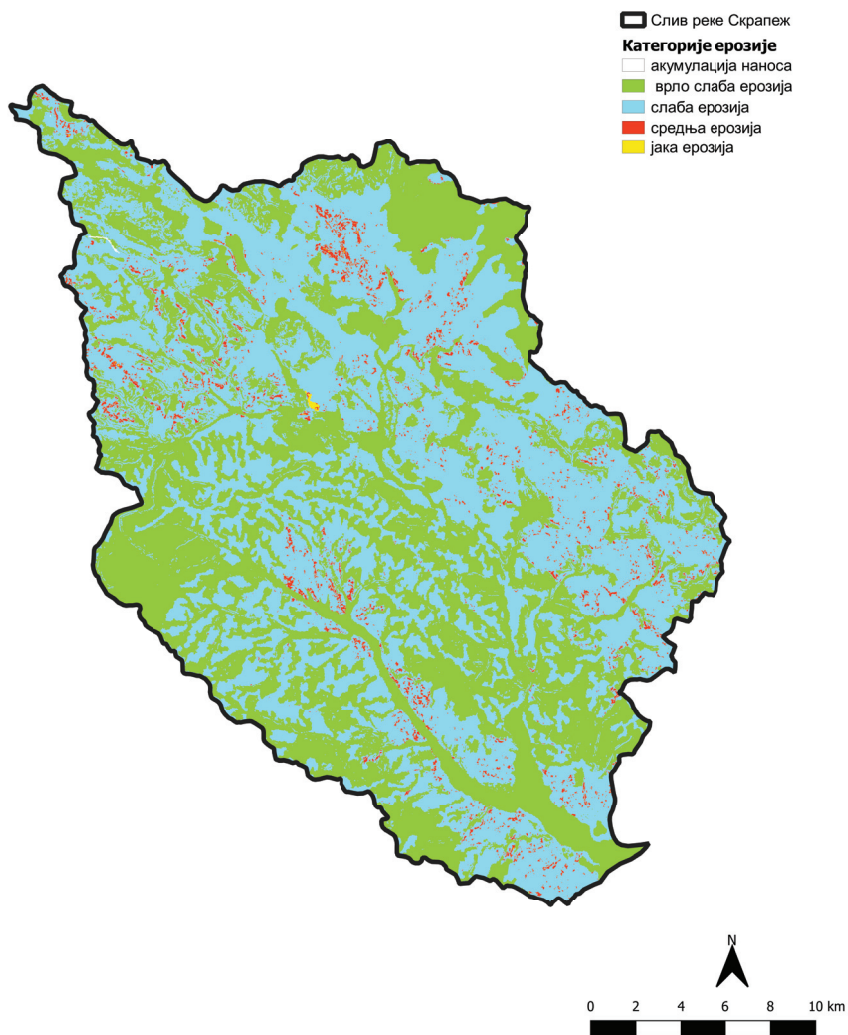
## **Saradnja jedinica lokalne samouprave sliva reke Skrapež radi kontrole erozije zemljišta i aktivne odbrane od poplava**

---

Za potrebe analize proticaja reke korišćeni su podaci sa hidrološke stanice Požega, iako u slivu postoji i stanica Kosjerić koja se nalazi uzvodnije. Najveći proticaji se zapažaju u proleće, a najmanji tokom zime što je u korelaciji sa visinom padavina i raspoređenošću tokom meseci. Najveći proticaj se javlja u maju, a zatim u martu, dok se najmanji proticaj javlja u septembru. Najveće varijacije u slivu se javljaju u septembru, maju i avgustu. Maksimalni proticaji se beleže u petom i šestom mesecu, i to sa vidljivom razlikom u odnosu na ostale mesece. Odnos između srednjih maksimalnih i srednjih minimalnih mesečnih proticaja je najdominantniji u junu, a najmanja razlika se zapaža u martu.

Ukupna produkcija nanosa u metru kubnom godišnje iznosi 249 650,24 na osnovu formule Gavrilovića. Dobar deo sliva Skrapeža je izgrađen od škrljaca, serpentinita i peščara, tj. od stenskog materijala koji je podložan raspadanju. Nagibi terena i plitak zemljišni sloj takođe omogućavaju usecanje potoka, stvaranje vododerina i jaruga. Posledica toga je pojačana erozija u tim delovima sliva sa koeficijentom erozije od 0,10 – 0,40. U proseku, koeficijent erozije Z za sliv Skrapeža iznosi 0,322 i pripada IV kategoriji po razornosti. Antropogeni uticaj, tačnije, neadekvatno postupanje sa zemljištem (pravac pružanja njiva duž nagiba i njihova veličina) i krčenje prirodne vegetacije bitno utiču na pojačanu eroziju. U „Popisu bujica i erozivnih površina sliva reke Skrapež“ izdvojeno je 127 erozivnih tokova u slivu Skrapeža (Драгићевић и Филиповић, 2016). Oni su prema klasifikaciji S. Gavrilovića razvrstani u šest hidrografskih klasa prema vrsti bujičnih tokova i pet kategorija prema razornosti bujičnih tokova.

U nešto više od pola veka, Skrapež je imao značajna meandriranja i premeštanja svog toka u levu i desnu stranu. Do toga je došlo jer su u donjem toku zastupljeni aluvijalni sedimenti koji su rastresiti i porozni, pa samim tim omogućavaju lako vijuganje reke (Јовановић и Срећковић-Батоћанин, 2005). Posledice su uglavnom šteta poljoprivrednim parcelama, zato što dolazi do potkopavanja obala, pa samim tim se uništava i plodno zemljište i smanjuje površina same parcele (Миљковић, 1996).



Kartografski prikaz 2: Metod potencijala erozije na teritoriji sliva reke Skrapež

## ZAKLJUČAK

U radu je od velikog značaja bila primena vektorskog i rasterskog geografskog informacionog sistema i odgovarajućih softvera, koji su poslužili za kreiranje karata. Na osnovu dobijenih podataka o količini padavina u subslivovima Skrapeža i metodom regionalnih analiza zavisnosti oticanja od padavina, dobijeni su podaci o količinama vode kojima raspolažu pritoke Skrapeža i time je omogućeno lakše pristupanje rešavanju vodoprivrednih problema, kao i lakše upravljanje vodama. Primenom savremenih tehnologija na mnogo brži način se može doći do preciznijih podataka. Proširivanje baze podataka i kreiranje kompleksnijeg geografskog informacionog sistema se može postaviti kao sledeći zadatak, koji bi omogućio i olakšao buduća hidrološka istraživanja. Takođe je za potrebe ovih istraživanja bilo potrebno imati podatke preciznije od onih koje se objavljuju u publikacijama određenih institucija (Hidrometeorološki zavod), pa se i tu otvara prostor za novo prikupljanje podataka ili traženje novih istraživačkih metoda u slučaju kada podaci nedostaju ili nisu dovoljno precizni.

Opštine treba međusobno da sarađuju radi poboljšanja infiltraciono-retencionih karakteristika zemljišta na nagibima, podizanja poprečnih objekata u manjim pritokama (u cilju zaustavljanja nanosa, stabilizacije korita i obala), čišćenja i održavanja postojećih objekata (regulacije, putni propusti), primena administrativnih mera (zabrane i preporuke), na osnovu odgovarajuće planske dokumentacije (Planovi za proglašenje erozionih područja i odbranu od bujičnih poplava). Građevinsko-tehnički radovi (poprečni i uzdužni) uspešno rešavaju akutne probleme odbrane i zaštite naselja, saobraćajnica, industrijskih i drugih objekata, poljoprivrednih površina od bujičnih poplava. Poprečni objekti rešavaju problem fiksiranja i stabilizacije korita, sprečavaju eroziju dna i obala i zadržavaju vučeni nanos dok im se ne popuni akumulacioni prostor. Biološkim i biotehničkim radovima problem erozije se trajno rešava. Primeri iz prakse su pokazali da tretiranje površina ugroženih erozijom biološkim i biotehničkim protiverozionim merama, značajno utiče na smanjenje transporta nanosa, a samim tim i intenziteta erozije.

## LITERATURA

- Belić, B., Cincović, M. (2020). *Metode naučnog rada*. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
- Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N. (2016). *Pregled primjene Gavrilovićeve metode (metoda potencijala erozije)*. Rijeka: Univerzitet u Rijeci.
- Gavrilović, S. (1972). *Engineering on torrential streams and erosion*. Izgradnja, Special Issue: 1–292.
- Lješević, M. (2010). *Životna sredina – teorija i metodologija istraživanja*. Beograd: Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Докмановић, П. (2021). *Основи хидрогеологије*. Београд: Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
- Драгићевић С., Филиповић Д., (2016). *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора* (2. допуњено издање). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду;
- Јовановић, В., Срећковић-Батоћанин, Д. (2005). *Основи геологије*. Београд: Завод за уџбенике.
- Ковачевић-Мајкић, Ј. (2009). *Хидрогеографска студија реке Скрапеж*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ Српске академије наука и уметности.
- Миљковић, Н. (1996). *Основи педологије*. Нови Сад: Институт за географију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду.
- Мисаиловић, И. (1981). *Долина Скрапежа – регионално географска студија*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду.
- Павловић, М. (2020). *Географија Србије 1*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.