



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I  
HOTELIJERSTVO



Msc Duško Vujačić

**PRORAČUN INTENZITETA EROZIJE  
ZEMLJIŠTA U POLIMLJU (CRNA GORA I  
SRBIJA) I ŠIRINDAREH SLIVU (IRAN)  
KORIŠĆENJEM WINTERO MODELA**

- Doktorska disertacija -

Novi Sad, 2018.



## Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. PREGLED LITERATURE.....</b>                                       | <b>8</b>  |
| <b>3. NAUČNI CILJ ISTRAŽIVANJA .....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>4. RADNE HIPOTEZE I KONCEPCIJA .....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>5. MATERIJAL I METODE .....</b>                                      | <b>19</b> |
| 5.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA .....  | 19        |
| 5.2. LABORATORIJSKE METODE .....  | 19        |
| 5.3. EMPIRIJSKE METODE .....  | 20        |
| 5.4. RAČUNARSKO-GRAFIČKI MODEL – WIntErO.....                           | 21        |
| <b>DIO PRVI: POLIMLJE .....</b>   | <b>23</b> |
| <b>6. GEOGRAFSKI POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA POLIMLJA .....</b>         | <b>24</b> |
| <b>7. FIZIČKO GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE POLIMLJA .....</b>              | <b>25</b> |
| 7.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....                                      | 25        |
| 7.2. GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....                                 | 37        |
| 7.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE .....                                     | 43        |
| 7.3.1. Temperatura vazduha .....  | 44        |
| 7.3.2. Padavine.....  | 47        |
| 7.3.3. Klimatska klasifikacija Polimlja.....                            | 50        |
| 7.4. HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE .....                                  | 53        |
| 7.4.1. Podzemne vode.....   | 53        |
| 7.4.2. Površinske vode.....   | 55        |
| 7.4.3. Vodni režim i režim oticanja padavina.....                       | 59        |
| 7.5. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....                                     | 66        |
| 7.6. NAČIN KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA I BILJNI SVIJET .....                   | 75        |
| <b>DIO DRUGI: ŠIRINDAREH, IRAN .....</b>                                | <b>78</b> |
| <b>8. GEOGRAFSKI POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA ŠIRINDAREH SLIVA .....</b> | <b>79</b> |
| <b>9. FIZIČKO GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ŠIRINDAREH SLIVA .....</b>      | <b>82</b> |
| 9.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....                                      | 82        |
| 9.2. GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....                                 | 87        |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 9.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE .....   | 89                                  |
| 9.3.1. Temperatura vazduha .....  | 90                                  |
| 9.3.2. Padavine.....  | 91                                  |
| 9.4. HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE .....  | 92                                  |
| 9.4.1. Podzemne vode.....   | 92                                  |
| 9.4.2. Površinske vode.....   | 93                                  |
| 9.5. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE ŠIRINDAREH SLIVA .....                                | 95                                  |
| 9.6. BIOGEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE .....   | 97                                  |
| <b>10. REZULTATI.....</b>   | <b>98</b>                           |
| 10.1. WIntErO MODEL.....  | 98                                  |
| 10.2. TERENSKA MJERENJA .....   | 106                                 |
| 10.2.1. Batimetrisko snimanje i analiza zasipanja akumulacionog bazena Potpeć ..... | 106                                 |
| 10.2.2. Pregled prethodnih mjerenja.....  | 107                                 |
| 10.3. OBRAČUN INTENZITETA EROZIJE ZA SLIV LIMA .....                                | 116                                 |
| 10.4. OBRAČUN INTENZITETA EROZIJE ZA ŠIRINDAREH SLIV, IRAN .....                    | 120                                 |
| <b>11. DISKUSIJA .....</b>  | <b>208</b>                          |
| <b>12. ZAKLJUČAK .....</b>  | <b>233</b>                          |
| <b>13. LITERATURA.....</b>  | <b>236</b>                          |
| <b>BIOGRAFIJA .....</b>   | <b>251</b>                          |
| <b>KLJUČNA DOKUMENTACIJA .....</b>  | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| <b>PRILOZI.....</b>   | <b>257</b>                          |

## 1. UVOD

Naziv "Polimlje", se prema dostupnim podacima, prvi put spominje 1444. godine, u povelji kralja Alfonsa V, prilikom popisa gradova herceg Stevana Kosače (Creseuaz Opolimi). Naredni pisani izvor je dubrovački, iz 1449, u kojem se spominje grad Severin u Polimlju (Seuerino in Polimie). U srenjevjekovnim pisanim izvorima, Polimlje se izgleda odnosilo samo na kraj oko Donjeg Polimlja, ispod Dabra (Dinić, 1978). U popisu sandžaka Bosna iz 1468/69, za pojedina sela navodi se da pripadaju nahiji Polimlju. Smatra se da je tada središte nahije bilo na prostoru današnjeg Rudog (Aličić, 2008). U popisu Hercegovine iz 1475/77. uočava se da se ime Polimlje proširilo na čitavo (današnje) Donje i Srednje Polimlje – pribojski, prijepoljski i bjelopoljski kraj (Aličić, 1985, prema Premović, 2017).

Predmet ovog rada predstavlja geografski prostor sliva Lima od Plavskog jezera do brane HE "Potpeć", kao jedne prostorno-funkcionalne cjeline, koji se prostire na sevjeroistoku Crne Gore (2334 km<sup>2</sup>) i jugozapadu Srbije (2407,7 km<sup>2</sup>), a mali deo gornjeg sliva nalazi se na sjeveru Albanije (115,5 km<sup>2</sup>). U matematičko-geografskom pogledu, istraživani prostor se nalazi između 42°37' i 43°30' sjeverne geografske širine i 17°10' i 17°23' istočne geografske dužine.

Područje na kojem se vršilo istraživanje obuhvata nešto manji prostor od samog područja Polimlja. Dolina Lima u proučavanom prostoru nalazi se između 908,8 m nadmorske visine (Plavsko jezero) i 435 m (akumulacija Potpeć), dok se nadmorske visine slivnog područja kreću između 2534 m (Zla Kolata, Prokletije) i 435 m (najniža kota – HE Potpeć). Prosječna visina slivnog područja je oko 800 m, a prosječna širina 11,4.km.

Oblast Polimlje geografski se dijeli na: Gornje, Srednje i Donje. Najčešće, ustaljeno mišljenje je da se geografska oblast Gornjeg Polimlja prostire od Gusinja do Berana, Srednjeg Polimlja od Bijelog Polja do Prijepolja, a Donjeg Polimlje od Prijepolja do ušća Lima u Drinu.

Za definisanje geografskog položaja kao i granica proučavanog prostora korišćeni su različiti kartografski i drugi izvori (georeferencirane i digitalizovane topografske karte, satelitski snimci, programski alat Q-gis itd.). Iscrtavanjem granica sliva nastojalo se da se na precizan način definiše istraživani prostor, a potom na sveobuhvatni način prikaže geografski prostor kao i međusobni odnos prostornih cjelina unutar predmetnog prostora.

Za potrebe proučavanja proračuna intenziteta erozije zemljišta u Polimlju (Crna Gora i Srbija) i Širindaheru (Iran), izrađen je program "WIntErO", koji predstavlja integrisani, moderniji programski paket treće generacije programa "IntErO" (Spalević, 2011), "Surface

and distance measuring” (Spalević *et al.*, 1999) i programa “Slivovi” (Spalević *et al.*, 2000). Proračun količine nanosa, u osnovi, obradio bi ulazne podatke (po metodi prof. Gavrilovića, 1972) za intenzitet erozije zemljišta.

Korišćenjem računarsko-grafičkog metoda programa “WIntErO” u proučavanju intenziteta erozije, vrednosti površina (površina slivova, površina između izohipsi i sl.) i dužina, tj. rastojanja sa karte (dužina glavnog vodotoka, dužina linije vododelnice i sl.) veoma precizno će biti obrađeni, što nije ranije bio slučaj kod primene mehaničkih instrumenata - planimetara i kurvimetra. Obradom dobijenih fizičko-geografskih inputa, nakon unosa podataka, dobijeni su krajnji rezultati.

Degradacija zemljišta uzrokovana erozijom se smatra za problem većeg područja Evrope. Međuvladin tehnički panel za zemljišta (ITPS) Organizacije Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu (FAO) je prihvatio da su najvažnije prijetnje funkcionisanju zemljišta na globalnom nivou erozija zemljišta i disbalansa hraniva.

Za dobijanje klimatskih karakteristika sliva Lima, koji je predmet proučavanja ovog rada, korišćeni su podaci Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju (ZHMS) sa klimatoloških stanica Plav, Berane i Bijelo Polje i podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZS) sa meteorološke stanice Sjenica.

Raspored i broj stanica kao i klimatski elementi koji su korišćeni prilikom obrade, uslovljeni su bili dužinom tj. nizom podataka kao i rangom samih stanica. U razmatranom prostoru jedino stanica Sjenica ima rang sinoptičke (mjerenja i osmatranja se vrše na svakih sat vremena) dok ostale stanice imaju rang klimatoloških (tri termina: 7, 14 i 21 h). Imajući u vidu ovo, da bi smo mogli objediniti i prikazati cijeli ovaj prostor, odlučili smo da u analizu prikažemo samo temperaturu vazduha i padavine, kao glavne klimatske elemente za proračun intenziteta erozije. Ostali klimatski elementi nisu uvršteni i zbog nepotpunog ili nedovoljno dugog niza podataka.

Hidrografske karakteristike rječnog sistema Lima su posledica klimatskih, geoloških i reljefnih karakteristika terena. Ovaj komplekstan prostor, uglavnom mrežasto drenira rijeka Lim sa svojim svojim pritokama. Izvori i vrela se javljaju u podnožjima kosa i planina, dok su jezera najčešće glacijalnog porijekla.

Za analiziranje vodnog režima sliva Lima korišćeni su podaci sa hidroloških stanica (HS) Plav (kao ulazni profil) i HS Bijelo Polje (kao izlazni profil na teritorije Republike Crne Gore) i podaci sa HS Brodarevo (kao ulazni profil na teritoriji Republike Srbije) i HS Prijepolje kao zadnji (izlazni) profil prije akumulacije Potpeć, kao krajnjeg odredišta za analiziranje.

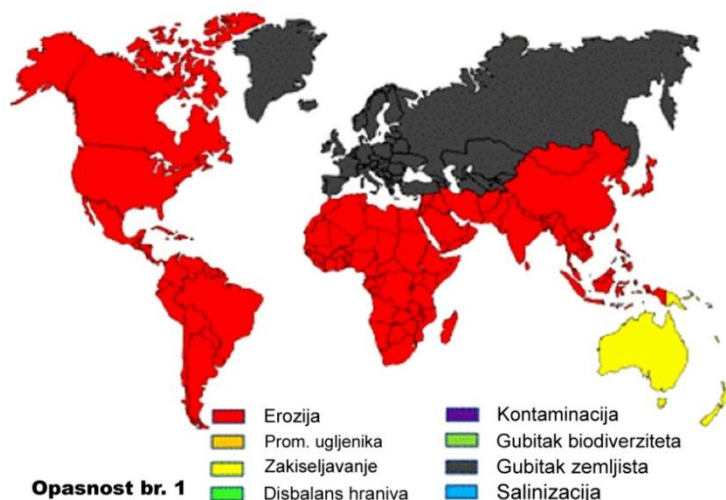
Dio istraživanja ovog doktorskog rada obavljen je na području sjeveroistoka Irana, u slivu Širindareh. Oko 100 miliona hektara iranske teritorije je izloženo eroziji ili drugim vrstama hemijskih i fizičkih degradacija (Kheirodin, 2016). Erozijski vodom ugoržava velike površine u Iranu, uništavajući pri tom plodna poljoprivredna zemljišta (Sadeghi, 2017). Skoro 35 miliona hektara Irana je pod uticajem različitih vrsta erozije vodom (Zakerinejad and Maerker, 2015). Ova činjenica je bila povod i izazov da se i ova istraživanja dijelom osvrnu na ovu problematiku u Iranu, testirajući pri tom novopripremljeni model WIntErO na jednom od slivova u Iranu.

## 2. PREGLED LITERATURE

Proučavanjem literature, koja je obrađivala problematiku erozije zemljišta u svijetu, kao i kod nas u Crnoj Gori, Srbiji i Iranu, gdje su postavljena specifična istraživanja, sistematizovana su naučna saznanja neophodna za rad na ovim istraživanjima.

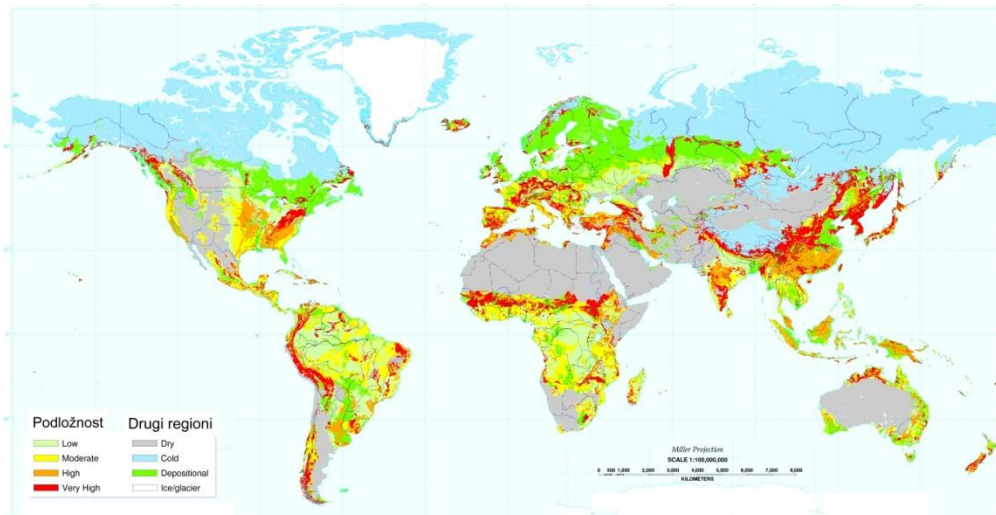
Proces erozije zemljišta u prirodi je pojava koja se stalno odigrava i to je postepen proces. Javlja se pod uticajem vode i vjetrova, kada dolazi do odvajanja čestica zemljišta, njegovog transporta i dalje taloženja u akumulacijama. Taj proces je neznatan dok postoji izvjesna ravnoteža između napadne snage vode i raznih faktora na površini zemljišta koji pružaju otpor vodenoj snazi (Spalević, 2011). Priroda uglavnom stvara zemljišta u onoj mjeri u kojoj ga voda spira, odnosno priroda obnavlja zemljište. Ovu ravnotežu u prirodi najčešće remeti čovjek. On svojim radom oštećuje biljni pokrivač i površinski dio zemljišta sječom i krčenjem šuma, oranjem iskrčenog zemljišta i preoravanjem ledina, čime pojačava rad napadne snage vode i ubrzava proces erozije (Vančetović, 1971). Ovi procesi u pojedinim slučajevima daju posebne oblike pejzaža (Alewell *et al.*, 2015).

Erozija zemljišta je najrasprostranjeniji oblik degradacije zemljišta širom svijeta. Jedan je od najštetnijih vidova degradacije zemljišta. Predstavlja veliki globalni ekološki problem ugrožavajući poljoprivrednu produktivnost, kvalitet vode, infrastrukturu itd (Efthimiou, 2018). Veliki politički odgovori bi trebalo da preokrenu uticaj erozije zemljišta u degradiranim oblastima uzimajući u obzir povećanje populacije, trendove klimatskih promjena i krizu potreba za vodom (Panagos and Borrelli, 2017). Konvencija Ujedinjenih nacija za borbu protiv dezertifikacije (UNCCD) prepoznala je eroziju zemljišta vodom i vjetrom kao glavni uzrok degradacije zemljišta na globalnom nivou.



Karta 1: Globalna procjena četiri glavne prijetnje zemljištima od strane FAO  
Izvor: Montanarella *et al.* (2016)

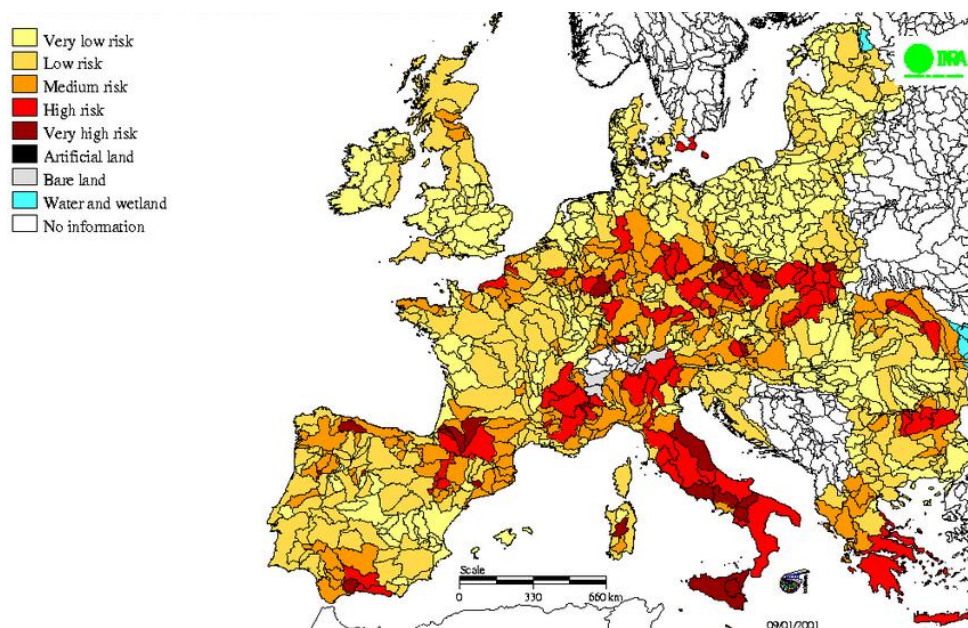




Karta 2: Podložnost procesima erozije u svijetu  
(Izvor: US Disaster Resource Center –USDA)

\* \* \*

Praćenje stanja erozije zemljišta je potrebno da bi se procijenio uticaj načina korišćenja zemljišta. U Evropi su Gobin *et al.* (2002) su uspostavili pokretač – pritisak – država – uticaj – odgovor (the driving force – pressure – state – impact – response) prilaz, koji je primijenjen na problematiku praćenja stanja erozije zemljišta. Agro-ekološki indikatori erozije zemljišta se razmatraju u odnosu na dostupnost podataka. Uspostavljen je set indikatora za praćenje procesa erozije zemljišta na regionalnom nivou, koji se mogu objektivno izračunati i provjeriti, a potom procijeniti od strane stručnjaka.



Karta 3: Rizici od erozije u Evropi (Izvor: Evropska komisija, 2008)

Degradacija zemljišta uzrokovana erozijom se smatra i za problem kontinenta Evrope. Međuvladin tehnički panel za zemljišta (ITPS) FAO je prihvatio da su globalno najvažnije prijetnje funkcionisanju zemljišta na globalnom nivou erozija zemljišta i disbalansa hraniva. Tokom protekle decenije problem erozije zemljišta postao je dio programa zaštite životne sredine u Evropskoj uniji (EU) zbog uticaja na proizvodnju hrane, kvalitet vode za piće, usluge ekosistema, poplave, eutrofikaciju, biodiverzitet i smanjivanje emisije ugljenika.

Tematska strategija EU zemljišta, usvojena od strane Evropske komisije u septembru 2006. godine, ukazala je na ubranu eroziju zemljišta kao glavnu prijetnju evropskim zemljištima. Zajednička poljoprivredna politika Evropske unije priznaje važnost zaštite naših zemljišta i rješava pitanje smanjenja erozije i održavanja organskog ugljenika na evropskim poljoprivrednim zemljištima. Utvrđeno je da je prosječna stopa gubitka zemljišta u zemljama Evropske unije iznosila  $2,46 \text{ t ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ , što rezultira ukupnim gubicima zemljišta od 970 miliona tona godišnje; jednaka zoni veličine Berlina na dubini od jednog metra (Panagos i Borrelli, 2017). Intervencije politike u EU, kao što su Zajednička poljoprivredna politika i tematska strategija zemljišta, su poslužile za uvođenje mjera za smanjenje erozije tokom posljednje dekade za oko 9%. Međutim, puno toga mora da se uradi jer su stope erozije zemljišta veće za faktor od 1,6 u poređenju sa stopama formiranja zemljišta. Posebna pažnja posvećena je površini od četiri miliona hektara zemljišta koje trenutno imaju neodržive stope gubitka zemljišta od više od  $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ , i na koje mjere politike idu ciljano. Zajednički istraživački centar Evropske komisije razvio je okvir za modeliranje koji bi uključio scenarije promjene klime, buduće projekcije korišćenja zemljišta i intervencije politike.

Evropski parlament je tokom marta 2009. godine usvojio rezoluciju o pogoršanju stanja poljoprivrednog zemljišta u Evropskoj Uniji. U tekstu dokumenta navodi se da je zemljište ugroženo degradacijom, naročito na jugu Evrope, ali i u ostalim regionima zemalja članica, usred procesa degradacije koju je donijela negativna interakcija između ljudskih aktivnosti i klimatskih promjena. Posebnu ulogu ovdje, prema navodima iz dokumenta, imaju evropski farmeri u borbi protiv dezertifikacije, kao i u očuvanju vegetacije u područjima pogođenim čestom sušom. Analize prate i pozitivne efekte koje pružaju biljni usjevi, livade i šume u očuvanju vode na slivovima. Skreće se pažnja da pretjerano intenzivna poljoprivredna proizvodnja (overintensive farming) može da doprinese pojačavanju procesa erozije zemljišta, koje bi vremenom bilo pretvoreno u neproduktivno. U tekstu rezolucije dalje stoji da dezertifikacija predstavlja najozbiljniju prijetnju u mediteranskim zemljama i da se zemljište sada, više nego ikada, suočava sa rizikom nepovratnog oštećenja koje prouzrokuje

vjetar i laminarna erozija, zagađanja, salinizacija, iscrpljivanje organske materije i smanjenje biološkog diverziteta.

\* \* \*

Procesom erozije zemljišta u SAD-u su potpuno uništena ili teško oštećena 120 miliona hektara plodnog zemljišta, a na oko 300 miliona hektara erozija zemljišta je srednjeg intenziteta (Spalević, 2011). Površine ugrožene erozijom ovdje se proširuju za 200.000 ha godišnje. Zbog svega toga istraživači USDA upozoravaju da je erozija zemljišta važan socio-ekonomski problem i jedan od esencijalnih faktora kod procjene stanja i funkcionisanja ekosistema. Monitoring zemljišta i erozionih procesa je ovdje od najvećeg značaja kod determinacije degradacije zemljišta. Gubitak zemljišta u SAD, uslovljen procesima erozije, je iznad stope održivog na oko 90% poljoprivrednog zemljišta. Stoga je Nacionalna agenciju za aeronautiku (NASA) razvila specijalistički program (LCLUC) u vezi sa praćenjem promjena načina korišćenja zemljišta, uključujući tu i analizu konverzije zemljišnog pokrivača, praćenje procesa intenziviranja korišćenja zemljišta, kao i degradaciju zemljišta u aridnim i semi-aridnim sredinama. Proces mjerenja se ovdje sprovodi daljinskom detekcijom. Primarni interes NASA je da se identifikuju trenutne raspodjele tipova zemljišnog pokrivača, odnosno načina korišćenja zemljišta dalje prateći njihovu konverziju u druge tipove.

Stope održivosti zemljišta vezano za gubitke od erozionih procesa u Aziji, Africi i Južnoj Americi još su nepovoljnije nego u SAD. FAO procjenjuje da će 140 miliona hektara veoma kvalitetnih zemljišta, koja se nalaze u Africi i Aziji, biti degradirano ukoliko se ubrzo ne usvoje naprednije metode načina korišćenja zemljišta. Ova upozorenja objavljivana su od brojnih istraživača još s kraja dvadesetog vijeka (Foster *et al.*, 1987; Osterkamp *et al.*, 1991, 1996; Renard *et al.*, 1995; Schumm *et al.*, 1984; Wolman *et al.*, 1990).

Liding Chen (2007) ukazuje na probleme konzervacija zemljišta u Kini. Napominje da je, prema pisanim tragovima, uzgajanje žitarica prije oko 2000 godina u Kini bilo zasnovano na mnogo većim površinama nego danas. Vremenom, negativni procesi erozije zemljišta intenzivirani su uticajem antropogenog faktora. Postepeno dolazi do smanjenja površina na jednoj, a do povećanja potreba za žitaricama i hranom na drugoj strani. Dalje navodi da su u prethodnoj deceniji učinjeni veliki napor na obnovi vegetacije, a u cilju smanjenja uticaja erozije zemljišta na poljoprivrednu proizvodnju i zemljišta, ali da rezultati ne ispunjavaju očekivanja.

Smatra da povećanje javne svijesti o zaštiti životne sredine i uključivanje javnosti kod rehabilitacije vegetacije igra važnu ulogu u procesu smanjivanja negativnih uticaja procesa erozije.

Mnoge studije u ovoj zemlji konstantno ukazuju na važnost mjera konzervacije zemljišta, skrećući tu pažnju posebno na zaštitu zemljišta od erozije i bujica, kao i mjera za privođenje zemljišta na nagibu kulturi u „zeleno“, popravkom stanja vegetacije, poštujući pri tom lokalne uslove, a sve sa ciljem sprečavanja erozije zemljišta na Lesnom platou (Xu *et al.*, 2013; Dong *et al.*, 2002; Wenying *et al.*, 2002; Yong and Sidle, 2001; Xiong, 1996). Kao jedna od mjera u zapadnom regionu, istraživanje "Grain for Green", radilo je na tome da dođe do vraćanja poljoprivrednog zemljišta u šumsko i zemljište pod travama (Tongjun *et al.*, 2005; Bojie, 2002). Drugi su proučavali efekte drveća i travnate površine na poljoprivredna zemljišta i na depoziciju (Xiong, 1996; Juying and Wanzhong, 2001). Međutim, istraživači još nisu uspostavili matematičku zavisnost na relaciji uticaja prevođenja poljoprivrednih površina u šume i trave na smanjenje prinosa sedimenata jer je teško identifikovati njegov prinos u ukupnom prinosu sedimenta.

Privredne aktivnosti koje uzrokuju promjene načina korištenja zemljišta su primarni uzrok ubrzane erozije zemljišta, koja ima značajne implikacije na proizvodnju hrane koja se dobija iz biljne proizvodnje, ugljenik, produktivnost zemljišta, mijenjajući pri tom socio-ekonomske uslove širom svijeta (Borrelli *et al.*, 2017). Mnoge zemlje su problem erozije zemljišta vjetrom i vodom uvele u svoju zakonsku regulativu. Posebni zakoni, podzakonska akta i pravilnici su u upotrebi u Albaniji, Azerbejdžanu, Gambiji, Grenadi, Indiji, Italiji, Kirgistanu, Maleziji, Nepal, Pakistanu, Portugalu, Rusiji, Tanzaniji radi uspostavljanja pravila kod kontrole i prevencije procesa erozije zemljišta (Spalević, 2011; Hannam i Boer, 2002). Osnovni legalni elementi ovdje uključuju specifične mjere konzervacija za kontrolu i prevenciju, identifikaciju ugroženih područja, razvoj planova kontrole, mjere popravke, limita kod korišćenja zemljišta (nagib kod kultivacije i sl.).

Istraživači ukazuju na porast globalne erozije zemljišta usled širenja obradivih površina. Najveća povećanja se očekuju u podsaharskoj Africi, Južnoj Americi i jugoistočnoj Aziji. Utvrđeno je da najniže razvijene ekonomije doživljavaju najveće procjene stopa erozije zemljišta (Borrelli *et al.*, 2017).

\* \* \*

Problem erozije zemljišta nije zaobišao ni naše najbliže okruženje: Crnu Goru, Srbiju, Makedoniju, Bosnu i Hercegovinu. Prema dostupnoj literaturi Stevan Petrović, Đureković, Čmelik, Jovanović, potom Milan Mužinić, Ljubivoje Maletić, Sreten Rosić su pioniri u borbi sa erozijom i bujicama kod nas (Kostadinov, S., 1996).

Zabilježeno je da protiverozione radove i uređenju bujica među prvima izvodi Vančetović (1951, 1954, 1966, 1971), a prema našem sudu najznačajniji doprinos nauci iz ove oblasti dao je Gavrilović (1960, 1961, 1964, 1965a, b,c, 1972).

Prema Kadoviću (1999), u bivšoj SFRJ procesima erozije zemljišta bila je ugrožena površina od preko 75% ukupne površine pri čemu je sa površine zemljišta odnošeno oko 90 miliona metara kubnih zemljišta godišnje, od čega je oko 15% završilo u vodnim akumulacijama nanoseći pri tom štete vodoprivredi i elektroprivredi zapunjavajući akumulacije, pri tom im smanjujući ukupnu korisnu zapreminu, odnosno dostupnost količine voda. Isti autor navodi da je u Jugoslaviji procesima erozije različitog tipa i intenziteta, zahvaćeno 90% ukupne površine (Kadović, 1999). Spalević (2011), Lazarević (1996) i Kadović (1999) iznose podatke da je od ukupne površine Crne Gore, preko 95% ugroženo procesima erozije, gdje vodna erozija predstavlja dominantan oblik, posebno u brdsko-planinskom području zbog složenih fizičko-geografskih uslova i nekontrolisane sječe, počev još od doba Mletačke republike (Đorović, 1975).

Prema Đorđeviću i saradnicima (1987) količina transportovanog nanosa u Crnoj Gori iznosi  $160 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ . Po Lazareviću (1996), u slivu Lima produkcija nanosa iznosi  $312 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ , a najdetaljnija istraživanja u Polimlju u prethodne dvije decenije (1997-2018) izvršio je Spalević V. sa saradnicima. Pregled ovih istraživanja je predstavljen Tabelarno.

*Tabela 1: Intenzitet erozije zemljišta u Polimlju, pritoke Lima na teritoriji Crne Gore*

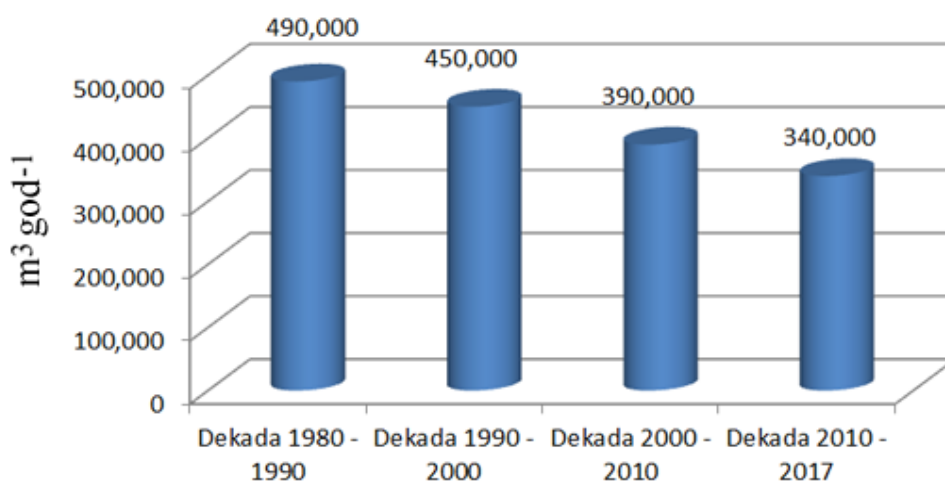
|     | Istraživanje                         | Pritoka Lima     | Vrijednost | Jednica mjere                                 |
|-----|--------------------------------------|------------------|------------|---|
| 1.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013a)   | Đurička rijeka   | 645,40     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 2.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2011)    | Komaračka rijeka | 521,84     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 3.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013b)   | Bijeli potok     | 104,31     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 4.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2016a)   | Novšićki potok   | 288,97     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 5.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2017)    | Velička rijeka   | 562,60     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 6.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015)    | Dragovo vrelo    | 399,52     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 7.  | Spalević, V. (2011)                  | Pepićka rijeka   | 328,96     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 8.  | Vujačić, D. and Spalević, V. (2015a) | Krivački potok   | 180,22     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 9.  | Spalević, V. <i>et al.</i> (2011)    | Murinska rijeka  | 327,69     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 10. | Vujačić, D. and Spalević, V. (2017)  | Šeremetski potok | 298,19     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 11. | Spalević, V. (2011)                  | Zorin potok      | 417,68     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 12. | Spalević, V. (2011)                  | Duboki potok     | 278,33     | $\text{m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |

|     |                                      |                   |        |   |
|-----|--------------------------------------|-------------------|--------|---|
| 13. | Vujačić, D. and Spalević, V. (2015b) | Piševska rijeka   | 427,63 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 14. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2014a)   | Zim potok         | 330,12 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 15. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015c)   | Provala           | 429,10 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 16. | Spalević, V. (2011)                  | Zlorečica         | 403,46 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 17. | Spalević, V. (2011)                  | Kraštica          | 370,61 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 18. | Spalević, V. (2011)                  | Malski potok      | 244,32 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 19. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2014b)   | Trepčanska rijeka | 219,39 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 20. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2000)    | Šekularska rijeka | 286,90 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 21. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013c)   | Navotinski potok  | 88,66  | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 22. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2001)    | Vinicka rijeka    | 470,42 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 23. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2012)    | Rovački potok     | 324,45 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 24. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013d)   | Krivaja           | 212,67 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 25. | Spalević, V. (2011)                  | Bistrica          | 385,41 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 26. | Spalević, V. <i>et al.</i> (1999)    | Kaludarska rijeka | 492,68 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 27. | Spalević, V. (2011)                  | Makva             | 232,47 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 28. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015d)   | Sušica            | 305,76 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 29. | Fustic, B. and Spalević, V. (2000)   | Dapsićka rijeka   | 268,09 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 30. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2003)    | Lučka rijeka      | 266,21 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 31. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2014c)   | Bošnjak           | 197,99 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 32. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013e)   | Tifran            | 296,45 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 33. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2016b)   | Seočki potok      | 255,60 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 34. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2013f)   | Lješnica          | 325,19 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 35. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015e)   | Karličića potok   | 195,47 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 36. | Spalević, V. (2011)                  | Bioricki potok    | 264,43 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 37. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015f)   | Tronoša           | 286,07 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 38. | Vujačić, D. and Spalević, V. (2016c) | Radulićka rijeka  | 327,04 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 39. | Spalević, V. and Vujačić, D. (2015g) | Brzava            | 452,92 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 40. | Barović, G. and Spalević, V. (2015)  | Rakljanska rijeka | 210,32 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 41. | Spalević, V. (2011)                  | Duboki potok      | 131,23 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 42. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2015h)   | Ramčina           | 122,48 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 43. | Spalević, V. (2011)                  | Đuren potok       | 194,76 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 44. | Spalević, V. <i>et al.</i> (2016d)   | Uvezački potok    | 198,08 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |

|     |                                      |                   |        |   |
|-----|--------------------------------------|-------------------|--------|---|
| 45. | Spalević, V. (2011)                  | Ljuboviđa         | 212,39 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 46. | Spalević, V. (2011)                  | Pepića rijeka     | 254,63 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 47. | Spalević, V. (2011)                  | Nikolin potok     | 200,43 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 48. | Spalević, V. and Vujačić, (2015i)    | Rastočki potok    | 514,60 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 49. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2013g) | Lješnica          | 200,56 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 50. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2014d) | Lipnica           | 247,93 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 51. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2015j) | Nedakusi          | 140,64 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 52. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2013e) | Boljanska rijeka  | 315,28 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 53. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2015k) | Kisjele vode      | 216,30 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 54. | Spalević, V. <i>et al.</i> , (2015l) | Sutivanska rijeka | 250,39 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 55. | Spalević, V. (2011)                  | Orahovačka rij.   | 256,39 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 56. | Spalević, V. (2011)                  | Bistrica          | 269,25 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |
| 57. | Spalević, V. (2011)                  | Miočki potok      | 413,66 | $\text{m}^3 \text{km}^{-2} \text{god}^{-1}$ |

Kao rezultat ove analize zaključujemo da prosječna vrijednost intenziteta erozije po kvadratnom kilometru iznosi  $331.78 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ . Sličan zaključak donosi i Babić sa saradnicima (2003), iznoseći vrijednost od  $350 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ .

Proučavanjem literature, prema Đorđeviću (1987), Lazareviću (1996), Kadoviću (1999), Kostadinovu (1996), Babić sa saradnicima (2003), Spaleviću (2011), na području Polimlja zabilježen je trend pada vrijednosti intenziteta erozije. Kao sažetak, na grafikonu 1. predstavljene su vrijednosti predstavljene po dekadama.



Grafikon 1: Pregled intenziteta erozije zemljišta u Polimlju po dekadama

Spalević (2011) u svojoj doktorskoj tezi ističe da se fizičko-geografskim istraživanjima Polimlja bavio među prvima Cvijić (1921), koji je ukazivao na geografsku individualnost ovoga kraja, sa posebnim osvrtom na Prokletije. Opisi ovih istraživanja predstavljaju inače južne granice ovog proučavanog područja. Lutovac (1957) se u svojim istraživanjima bavio morfogenetском strukturom reljefa, klimom i biogeografskim osobinama Ivangradske (Beranske) kotline, koja je inače sačinjena od 10 slivova pritoka Lima u Polimlju: Navotinski potok, Vinicka rijeka, Rovački potok, Krivaja, Bistrica, Kaludarska rijeka, Makva, Sušica, Dapsićka rijeka i Crepulja (Spalević *et al.*, 1999; Fustic, B. and Spalević, V. 2000; Spalević *et al.*, 2001; Spalević *et al.*, 2003; Spalević *et al.*, 2012; Spalević, V. *et al.*, 2013c; Spalević *et al.*, 2013d; Spalević *et al.*, 2015d).

Proučavanjem zemljišta doline Lima bavilo se više autora. Pavićević, N. (1956, 1957), Pavićević, N. i Tančić, N. (1970) opisali su planinska pašnjačka zemljišta na visokim planinama oko Gornjeg Lima, uključujući tu i zemljišta ledničkih cirkova na Prokletijama (litosole, kalkomelanosole na krečnjaku, rankere na fluvio-glacijalnoj moreni, rankere na dijabazu), kao i smeđa zemljišta u Lirskoj dolini. Pedološka istraživanja i analize fizičkih i hemijskih osobina zemljišta u proučavanom području izveli su Đuretić i Fuštić sa saradnicima u periodu od 1964 do 1988 godine. Rezultati ovih istraživanja predstavljani su na listovima: Peć 3, Kolašin 4, Peć 1, Kolašin 2, Sjenica 3, Pljevlja 4 i Pljevlja 3, Pedološke karte Republike Crne Gore (Fuštić i Đuretić, 2000).

Prema Fuštiću i Đuretiću (2000), Polimlje na teritoriji Crne Gore karakteriše brdsko-planinski reljef, koji je značajan činilac odvijanja erozionog procesa, a manifestuje se raznim vidovima, počev od površinske ili slojevite erozije, kao najrasprostranjenijeg vida, do brazdaste, jaružne i bujične. Erozijska se začinje na strmijem terenu padina Visitora, Bogićevice, Komova, Mokre, Bjelasice i Cmiljevice, upravo na mjestima gdje zemljišta nijesu zaštićena vegetacijom, pa voda otičući po površini pokreće, otkida i odnosi čestice zemljišta niz nagibe, transportujući tako pokrenuti materijal do tzv. erozionih baza. Lazarević (1996) ističe da su jačom erozijom zahvaćene i dolinske strane Lima, zbog velikih padova, manje otpornih stijena i poljoprivrednog iskorišćavanja.

Svim ovim istraživanjima je nedostajao detaljan obračun intenziteta erozije i oticaja iz sliva za čitav sliv Polimlja integralno, po svim elementima, što je bio povod autoru ovog rada da objedini ova istraživanja i predstavi obračun intenziteta erozije zemljišta za sliv Lima na teritoriji Crne Gore i Srbije, na potezu: izvor Lima (Crna Gora) – brana Potpeć (Srbija). Takođe, biće predstavljen i obračun intenziteta erozije za podslivove Širindareh sliva u Iranu.



### **3. NAUČNI CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj rada je da se na osnovu rezultata dobijenih terenskim i laboratorijskim metodama, obrađenih matematičkim i računarsko-grafičkim modelima, za područja slivova Lima na teritoriji Crne Gore i Srbije, te malih slivova Širindareh podsliva Irana, utvrdi trenutno stanje produkcije nanosa i predlože mjere načina korišćenja zemljišta koje će u budućnosti uticati na smanjenje intenziteta erozije zemljišta u proučavanim slivovima. Pronalaženje optimalne strukture načina korišćenja zemljišta za predmetne slivove uvažavaće biološko-ekološke zakonitosti i principe očuvanja životne sredine.

Istraživanje predstavlja dopunu i razradu prethodnih rezultata istraživanja dobijeni primjenom gore pomenutih metoda, pri tom uvdodeći nove metodološke pristupe, dajući nove priloge proučavanju erozionih procesa na teritoriji ova dva slivna područja.

#### **4. RADNE HIPOTEZE I KONCEPCIJA**

Osnovna hipoteza od koje se polazi u ovom doktorskom radu je da će se kod proučavanih slivova Polimlja utvrditi i kvantitativno izraziti uticaj načina korišćenja na oticanje i intenzitet erozije zemljišta u Polimlju.

Na reprezentativnim slivovima kroz vremenski profil statističkom i numeričko-grafičkom analizom utvrđen je uticaj načina korišćenja zemljišta na oticanje i intenzitet erozije.

Objektivno je ocijenjen značaj načina korišćenja zemljišta, a što je važno za dalje upravljanje u pojedinim slivovima Polimlja.

Nedomaćinsko gazdovanje šumama, intenzivirana eksploatacija za potrebe drvne industrije, kao i neracionalno korišćenje zemljišta dovodi do promjene stanja vegetacije, što utiče na oticanje i promjenu produkcije erozionog materijala.

Primjena savremene računarske tehnike, novog računarsko-grafičkog modela povećala je preciznost, brzinu i jednostavnost u obradi podataka, što je uzrokovalo bržu obradu rezultata sa terena, čime je obezbijeđena jednostavnija i efikasnija implementacija sistema upozorenja promjene ekosistema.

## **5. MATERIJAL I METODE**

Metodološki pristup istraživanju sliva Lima na teritoriji Crne Gore i Srbije, te podslivova Širindareh slivnog područja na teritoriji Khorasan provincije sa severoistoka Irana sastojće se od prikupljanja i obrade podataka opštih karakteristika područja: klimatske, geološke i pedološke osobine, zatim proučavanja načina korišćenja zemljišta i stanja vegetacije, kao i fizičkogeografskih parametra vodotokova i slivova. Pristup istraživanjima morfoloških zakonitosti razvoja malih i srednjih slivova uslovljen je ciljem i koncepcijom istraživanja. Uperedna teorijska, eksperimentalna i terenska istraživanja zahtijevaju specifične metodološke pristupe: terenske istraživanja, matematičke modele i razvijanje nove računarsko-grafičkog modela sa verifikacijom.

### **5.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA**

Terenskim istraživanjima obuhvaćeno je rekognosciranje terena sa detaljnim prikupljanjem odgovarajućih podataka o izraženosti i vidovima erozije zemljišta, stanju biljnog pokrivača sa ocenom korišćenja zemljišta, kao i merama zaštitnog karaktera koje doprinose smanjenju ili ublažavanju erozionog procesa.

Morfometrijskim metodama za sve proučavane slivove obrađeni su: nagib, dužina, ekspozicija i oblik padine, dubina eroziona baze, dubina, gustina i izraženost erozionih brazdi, stepen brazdanja, kao i ostali pokazatelji bitni za ova istraživanja.

Sagledan je uticaj i delovanje procesa erozije na posmatranim slivovima, kao i uticaj i delovanja pojedinih mera konzervacije zemljišta na pojedinim slivovima.

Prilikom terenskih istraživanja urađeno je i fotografisani su najkarakterističniji delovi slivova, sa ciljem da se zabeleži i vizuelno prikaže stanje i posledice izazvane erozionim procesima.

Izvršeno je i anketiranje lokalnog stanovništva na terenu, u cilju dobijanja informacija vezano za način korišćenja zemljišta.

### **5.2. LABORATORIJSKE METODE**

Polazne osnove istraživanjima vezano za fizičke i hemijske osobine zemljišta činila su ranija pedološka istraživanja, izvedena u periodu od 1964 do 1988. godine, od strane

Đuretića, Fuštića i njihovih saradnika sa Poljoprivrednog instituta u Podgorici (današnji Biotehnički fakultet).

Kao rezultat ovih istraživanja nastala je Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000), a proučavano područje pokrivaju listovi Peć 3 (Đuretić i sar., 1967), Kolašin 4 (Đuretić i sar., 1967), Peć 1 (Fuštić i sar., 1973), Kolašin 2 (Đuretić i sar., 1967), Sjenica 3 (Fuštić i sar., 1974), Pljevlja 4 (Fuštić i sar., 1974) i Pljevlja 3 (Fuštić i sar., 1974).

Radi potpunije slike o tipovima i osobinama zemljišta proučavanog područja u proučavanom slivovu Polimlja, od strane tima sa Univerziteta Crne Gore, za potrebe ovih proučavanja, dodatno su otvoreni pedološki profili iz kojih je uzeto 113 uzoraka zemljišta za fizičke, hemijske i mikrobiološke analize: Granulometrijski sastav zemljišta određen je Pipet metodom; Priprema uzoraka korišćenjem Na-pirofosfata; Reakcija zemljišta, pH u H<sub>2</sub>O i nKCl, urađena je potenciometrijski; Ukupni karbonati volumetrijskom metodom po Scheibler-u; Sadržaj ukupnog humusa metodom po Kotzman-u; Lako pristupačni fosfor i kalijum Al-metodom i Adsorptivni kompleks (y<sub>1</sub>, S, T, V) metodom Kappen-a.

Rezultati prethodnih laboratorijskih istraživanja i sopstvenih analiza dobijenih rezultata ovih istraživanja pomogli su kod analize karakteristika zemljišnih tipova sa aspekta oticanja i erozije zemljišta.

### 5.3. EMPIRIJSKE METODE

Matematičkim i statističkim metodama proučavan je intenzitet erozije zemljišta, kao i analiza uticaja načina korišćenja zemljišta na reprezentativne slivove kroz vremenske profile (2018, 2030).

Postoji veliki broj matematičkih modela za proračun količine nanosa. Za područje Polimlja najprihvatljiviji je analitički model profesora Gavrilovića (1972) za određivanje intenziteta erozije: određivanje srednjegodišnjih zapremina erozionih nanosa (ukupni vučeni i suspendovani nanosi) za prirodni sliv, deo sliva ili gravitaciono područje.

Ovom metodom, a uz dodatnu obradu podataka novim računarsko grafičkom modelom WIntErO obrađeni su sledeći parametri: 1) Površina sliva; 2) Dužina linije vododelnice; 3) Prirodna dužina matice glavnog vodotoka; 4) Dužina sliva merena serijom paralelnih linija; 5) Površina većeg dela sliva; 6) Površina manjeg dela sliva; 7) Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama; 8) Nadmorska visina početne izohipse; 9) Ekvidistanca; 10) Dužina izohipsi; 11) Površine između susednih izohipsi; 12) Najniža kota u slivu; 13) Najviša kota sliva; 14) Deo površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena

(krečnjak, pesak, šljunak); 15) Deo površine sliva koji je sastavljen od stena srednje vodopropustljivosti (škriljci, laporci, peščari); 16) Deo površine sliva koji je sastavljen od stena slabe vodopropustljivosti (teška glina, jedri eruptivi); 17) Deo površine sliva pod šumom; 18) Deo površine sliva pod travama, livadama, pašnjacima i voćnjacima; 19) Deo površine sliva koji je pod goletima, oranicama i zemljištima bez travne vegetacije; 20) Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća; 21) Visina bujične kiše; 22) Srednja godišnja temperatura vazduha; 23) Srednja godišnja količina padavina; 24) Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste; 25) Koeficijent uređenja sliva; 26) Brojni ekvivalent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije zemljišta.

Iz navedenih 26 inputa sračunata su sledeća 22 finalna rezultata: 1) Koeficijent oblika sliva; 2) Koeficijent razvijenosti vododelnice; 3) Srednja širina sliva; 4) (A)simetričnost sliva; 5) Gustina rečne mreže sliva; 6) Koeficijent vijugavosti toka; 7) Srednja nadmorska visina sliva; 8) Srednja visinska razlika sliva; 9) Srednji pad sliva; 10) Visina lokalne erozije baze sliva; 11) Koeficijent erozije energije reljefa sliva; 12) Koeficijent vodopropusnosti područja; 13) Koeficijent vegetacionog pokrivača; 14) Analitički izraz retencije vode u doticaju; 15) Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša; 16) Maksimalno oticanje iz sliva; 17) Temperaturni koeficijent područja; 18) Koeficijent erozije sliva; 19) Produkcija erozionog materijala u slivu; 20) Koeficijent retencije nanosa; 21) Stvarni gubici zemljišta; 22) Stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>.

#### **5.4. RAČUNARSKO-GRAFIČKI MODEL – WINTERO**

Računarsko-grafičke metode su našle primjenu i kod proučavanja intenziteta erozije zemljišta. Za potrebe ovih proučavanja izrađen je program “WIntErO”, koji predstavlja integrisani, moderniji programski paket treće generacije programa “IntErO” (Spalević, 2011), “Surface and distance measuring” (Spalević i sar., 1999) i programa “Slivovi” (Spalević i sar., 2000). Proračun količine nanosa, u osnovi, obradio bi ulazne podatke (po metodi prof. Gavrilovića) za intenzitet erozije zemljišta.

Korišćenjem računarsko-grafičkog metoda programa “WIntErO”, u proučavanju intenziteta erozije, vrijednosti površina (površina slivova, površina između izohipsi i sl.) i dužina, tj. rastojanja sa karte (dužina glavnog vodotoka, dužina linije vododelnice i sl.) veoma precizno je obrađena, što nije ranije bio slučaj kod primjene mehaničkih instrumenata, planimetara i kurvimetra.

Obradom dobijenih fizičko-geografskih inputa, nakon unosa podataka, dobijeni su krajnji rezultati. Detaljan prikaz ove nove računarsko grafičke metode predstavljen je u rezultatima ove doktorske disertacije.

## **DIO PRVI: POLIMLJE**

## 6. GEOGRAFSKI POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA POLIMLJA

Predmet ovog rada predstavlja geografski prostor sliva Lima od Plavskog jezera do brane HE "Potpeć", kao jedne prostorno-funkcionalne cjeline, koji se prostire na teritorijama istoka i sjeveroistoka Crne Gore, i jugozapada Srbije na površini od 2900 km<sup>2</sup>. U matematičko-geografskom pogledu, istraživani prostor se nalazi između 42°37' i 43°30' sjeverne geografske širine i 17°10' i 17°23' istočne geografske dužine.

Kota dna korita Lima koja prosijeca proučavano područje nalazi se između nadmorskih visina 907 m (Plavsko jezero) i 436 m (akumulacija Potpeć), dok se nadmorske visine slivnog područja kreću između 2461 m (Tromeđa, Prokletije) i 436 (najniža kota – vrh. HE Potpeć). Srednja nadmorska visina proučavanog sliva 1103 m, srednja visinska razlika sliva 667, a prosječna širina 18,3 km. Srednji pad sliva, Isr, iznosi 30.05%, što ovaj sliv kategoriše u grupu slivova sa vrlo strmim padinama.

Na jugu je proučavano područje ograničeno vrhovima Prokletija (Troglav) u Crnoj Gori, koji je susjedni vrh sledećim vrhovima : Popadija 2057 m, Volušnica 2210 m, Karanfili 2430 m, Zla Kolata 2534 m, Maja Kolata 2528 m, Maja Rosit 2524 m i Maja Horolac 2199 m), što ujedno predstavlja i državnu granicu sa Albanijom.

Sa istoka razvođe (počev od juga prema sjeveru) polazi od vrhova Bogičevica (Ujko krš 2269 m, Tromeđa 2366 m, Bogičevica 2374 m, Pasji vrh 2405 m, Veliki Starac 2352 m), Čakora (1849 m), Planinice (2077 m), Mokre planine (Kota Usovište 1988 m, Smiljevice 1963 m). Ovaj dio razvođa odvaja sliv Lima od slivova Pečke Bistrice i Ibra (Dragović, 2004). Vododjelnica dalje ide vrhovima Vlahova (1510 m) i Krstače (1756 m),

Na zapadu razvođe polazi od vrhova Visitora (2142 m), Komova (2487 m), Bjelasice (Crna glava 2139 m). Ovaj dio vododjelnice odvaja sliv Lima od sliva Veruše, odnosno Tare. Razvođe se dalje pruža preko prevoja Krstac (985 m) i brda Gradac (1462 m), gdje je dolinska strana Tare kod Mojkovca udaljena oko 2 km. Ono se dalje nastavlja prema sjeveru na Javorovu goru (1714 m), prevoj Kovren (1062 m), Mataruge sa kotom Klik (1432 m), Milovče brdo (1352 m), Ravnu goru (1496 m), preko prevoja Jabuka, zatim na Mijovor (1218 m), Gornje Babine (1208 m), Borak (1423 m).

Proučavani sliv predstavlja tektonsko-eroziono proširenje koje se sa padina planina koje su ga oivičile strmo spušta u kotlinska dna Lima i njegovih pritoka i pokriva jednim svojim dijelom plavsku dolinu, zatim andrijevičku, beransku, bjelopoljsku kotlinu, kompozitnu dolinu i proširenja oko Brodareva i Prijepolja.

Proučavano područje pokriva teritoriju Gornjeg (od Plava do Berana), Srednjeg (od Bijelog Polja do Prijepolja), dok istraživanja nisu obuhvatila teritoriju Donjeg Polimlje od brane Potpeć do ušća Lima u Drinu.

U administrativnom pogledu pripada opštinama Plav, Andrijevića, Berane, Mojkovac, Bijelo Polje (Crna Gora), Prijepolje, i Nova Varoš (Srbija).



## 7. FIZIČKO GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE POLIMLJA

### 7.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Tektonika i geološka građa su obrađeni na osnovu listova i tumača za listove Osnovne geološke karte 1:100 000: "Gusinje" (Mirković i sar, 1968), "Ivangrad", "Bijelo Polje" (Živaljević i sar., 1981, 1983), "Prijepolje" (Ćirić i sar., 1978), "Pljevlja" i „Višegrad“, kao i obradom literature koja se tiče ove problematike.

Istraživani prostor pripada Durmitorskoj jedinici Dinarida (Karamata *et al.*, 1997), a samo najsjeverniji deo, najniže kote proučavanog područja oko akumulacije Potpeć, pripadaju Ofiolitskoj zoni (Karamata *et al.*, 1997).

Durmitorska jedinica zahvata sjever Crne Gore i krajnji jugozapad Srbije, a generalno se proteže sredinom Dinarida. Niz brahiformi za jezgrima od paleozojskih stijena proteže se od paleozojskih formacija Lima, do srednjobosanskih škriljastih planina (Marović, 2001).

Jugozapadna granica durmitorske zone poznata je kao "durmitorska navlaka". Ova struktura sa svojim brojnim tektonskim prozorima, poluprozorima i tektonskim klipama pokazuje da je najmanje deka kilometarski transportovana ka jugozapadu preko gornjokrednog fliša zone Visokog Krša, koji se nalazi u okviru Dalmatinsko-hercegovačke jedinice (Karamata *et al.*, 1997). Na sjeveroistočnoj strani ona je podvučena pod Ofiolitski pojas (Karamata *et al.*, 1997) što je cijelom dužinom ovog kontakta obelježeno odnosima između dijabaz-rožnačke formacije i sjajnih škriljaca (Ofiolitski pojas) i trijaskih, lijaskih i dogerskih krečnjaka Durmitorske jedinice (Marović, 2001).

Najstarije stijene u Durmitorskoj zoni su paleozojske starosti („limski paleozoik“). To su najčešće semimetamorfiti, ali u oblasti Prokletija su konstatovane i stijene metamorfisane do facije zelenih škriljaca. Pored metamorfita zastupljeni su devonski i karbonski krečnjaci, dolomiti, mermerisani krečnjaci, permski fuzulinidski krečnjaci, klastiti i belerofonski krečnjaci. U trijasu durmitorske zone nalaze se verfenski slojevi, anizijski krečnjaci, ladinska porfirit-rožnačka formacija i krečnjaci, gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti. Na frontalnim djelovima durmitorske navlake rasprostranjeni su jurski krečnjaci. U sjeveroistočnom dijelu zone ima mlađih sedimenata od lijasa i starijeg dogera. Neogeni sedimenti ispunjavaju manje jezerske basene, kakav je Beranski (Marović, 2001).

U tektonskom pogledu u durmitorskoj zoni ističe se nekoliko velikih i nepravilnih brahiformi, koje su međusobno razdvojene transverzalno orijentisanim sinformama. Od ovog alpskog strukturnog plana izraženog u orijentaciji plikativnih oblika i deformacijama mezozojskih tvorevina, znatno je komplikovaniji sklop paleozojskih stijena. U njima postoje

generacijski dvije različite vrste nabora: stariji (hercinski) sa osama pravca pružanja NE-SW do N-S, i mlađi sa osama pravca pružanja NW-SE. Sve ove stene su u tolikoj mjeri ubrane i prenabrane da se u njima zapažaju izoklini nabori metarskih do hektometarskih dimenzija i njihovi djelovi u vidu normalnih i prevrnutih krila šarnira nabora (Marović, 2001).

U samoj durmitorskoj zoni prisutna su alpska navlačenja i kraljuštanja nepoznatog intenziteta, kao što je bjelasički prozor ispod navlake limskog paleozoika.

U alpskom strukturnom planu Durmitorska zona je formirana od bloka sa hercinskim ubranim i metamorfisanim fundamentom i sa trijasko-jurskim karbonatnim pokrovom. Tokom gornje krede deo ove zone transformisan je u flišni trog.

Ofiolitska zona je jedna od najmarkantnijih jedinica u Dinaridima. Prostire se od Karlovca u Hrvatskoj pa preko severne i severoistočne Bosne, zapadne Srbije, Stare Raške do Metohije, odakle prelazi u Albaniju, oblast Mirdita (Marović, 2001).

Njena jugozapadna granica jasno je obilježena već opisanim odnosima između dijabaz-rožnačke formacije i ofiolita s jedne, i krečnjačko-škriljastih terena durmitorske zone, s druge strane.

U geološkom stubu ofiolitske zone glavni članovi su stijene dijabaz-rožne formacije, amfiboliti, sjajni škriljci i ultramafitska tela (starost: trijas-jura). Transgresivno preko njih leže klastiti i krečnjaci cenomana, turona i senona u kome ima i flišnih tvorevina. Najmlađe stijene su terciarni andeziti i neogeni sedimenti jezerskog porijekla.

Unutrašnja struktura ofiolitske zone je veoma složena. Velika ultramafitska tijela (Zlatibor, Ozren) leže preko stijena dijabaz-rožne formacije i amfibolitskih zona. Ova tijela ustvari predstavljaju interne navlake u ofiolitskoj zoni i takav položaj zauzela su tokom obdukcijskih "najahivanja".

Ofiolitska zona navučena je na jugozapadu preko Durmitorske jedinice o čemu svjedoče složene navlake, tektonski prozori i zaostale tektonske klipice na potezu Ljubišnja - Berane. Sa sjeveroistoka i istoka ofiolitske navučena je golijska zona sa posebno upadljivim navlačenjima karbonatnog kompleksa.

U alpskom strukturnom planu ofiolitska zona je nastala od dubokovodnih sedimenata, zatim stijena okeanske kore i gornjeg omotača nekadašnjeg (trijasko-jurskog) okeanskog prostora. Međutim ima i drugačijih mišljenja, da je ona u potpunosti alohtona odnosno da predstavlja djelove vardarske zone (obdukciona navlaka) prebačene preko dinarske kontinentalne margine (Marović, 2001; Banjac, 2004).

Važno je istaći da je dolina Lima tektonski predisponirana. Ove tektonske linije imaju donekle različite nazive, koji više oslikavaju različite poglede autora pojedinih listova na

njihov karakter. Na listu „Ivangrad“, označen je limski rasjed, na listu „Bijelo Polje“ se naziva limskom dislokacijom.

Prostor današnje Crne Gore predisponiran je intenzivnom geološkom i geotektonskom aktivnošću tokom geološke evolucije. Na tom prostoru je u geološkoj prošlosti dolazilo često do promjena odnosa kopna i mora i do moćnih nabiranja i rasijedanja. Rezultat toga je raznovrsnost i složenost facijalne građe, zatupljenost svih geoloških formacija, od paleozoika do kvartara, i velikog bogatstva fosilima (Radojičić, 2008).

Prostor Polimlja, obuhvaćen našim istraživanjima, složene je geološke građe U geološkoj građi ovih terena učestvuju klastični sedimenti paleozoika, klastični, karbonatni i silicijski sedimenti i vulkanske stijene trijasa, jurska dijabaz-rožnačka formacija, jurske ultrabazične tvorevine, kredno-paleogeni i neogeni sedimenti, kao i kvartarne tvorevine.

Sedimenti paleozojske starosti sjeverne Crne Gore na proučavanom prostoru imaju značajno rasprostranjenje. Javljaju se u okolini Plava, Murina, Andrijevice, Berana, Bijelog Polja i Prijepolja. Na osnovu proučavanja kroz izradu Osnovne geološke karte 1:100 000, listova "Ivangrad", "Bijelo Polje" i "Prijepolje" (Živaljević i sar., 1981, 1983; Ćirić i sar., 1978) i na Geološkoj karti Crne Gore 1:200 000 (Mirković i sar., 1985) izdvojeni su sedimenti devona, devon-karbona karbona, karbon-perma i perma.

U gornjem toku Ljuboviđe i Grnčarevske rijeke, sjeverozapadno od Bijelog Polja, u vidu malih uzanih partija, otkriveni su tamni kristalasti krečnjaci, glinoviti pješčari i filitični škriljci devonske starosti (D). Pored opisanih sedimenata na istim prostorima, u vidu manjih intruzivnih tijela ili žica javljaju se i magmatske stijene kvarcdioriti, potom korniti koji su nastali u zoni kontakta kvarcdiorita i okolnih stijena, kao i metakvarceratofiri koji se na površini terena javljaju u vidu nekoliko manjih pojava.

Sedimenti devon-karbonske starosti (D,C) izdvojene su na području sela Velike, Gornje Rženice i Gračanice. Izgrađuju ih kvarcni metapješčari, metaalevoliti, kvarcno-sideritski, kvarcno-kalcitski i trakasti kvarcno-sericitski škriljci, krečnjaci i konglomerati. Najzastupljeniji su kvarcni metapješčari, dok su krečnjaci veoma rijetki i javljaju se u vidu manjih sočiva u seriji metapješčara i pomenutih škriljaca. Isti je slučaj i sa konglomeratima.

Sedimenti karbona (C) izdvojeni su na prostoru u dolini Lima u okolini Andrijevice, nizvodno od Berana, između Crnče i Zatona, kao i nizvodno od Bijelog Polja u selu Kanje, gdje su predstavljeni uglavnom krečnjacima, pješčarima, škriljcima i konglomeratima. Krečnjaci su uglavnom masivni, crne ili tamnosive boje i redovno imaju kalcitske žice. Javljaju se u vidu većih ili manjih sočiva raspoređenih bez reda, vertikalno i horizontalno u pješčarsko-škriljavoj seriji. Na ovom prostoru zastupljeni su kvarc-liskunski i sericit-hloritski

škriljci. Pješčari se pojavljuju u vidu slojeva, banaka ili kao masivni, i uglavnom su liskunoviti i kvarcni. Konglomerati su najmanje zastupljeni i javljaju se u obliku slojeva ili gnijezda u škriljavo-pješčarskoj seriji. U području Seljašnice i južno od Prijepolja izdvojeni su argilofiliti, filiti i metapješčari, metakonglomerati, sa sočivima kvarcnih metapješčara i krečnjaka srednje do gornjokarbonske starosti (C2,3). Isti sedimenti, dominantno metapješčari i škriljci, ali i metamorfisani konglomerati, kvarciti i podređeno krečnjaci su na prostorima Brvine, Slatine i Brodareva, te Kašice, Svojsčeva i Vinicke determinisani kao karbon-permski (C,P).

Sedimenti permske starosti (P) su izdvojeni na području Komova, Trešnjevika, Bjelasice, širem području Bijelog Polja i Rožaja (Živaljević, 1989). U okviru perma izdvojene su pješčarsko-škriljava serija i serija krečnjaka i dolomitičnih krečnjaka.

Pješčarsko-škriljava serija predstavljena je pješčarima, škriljcima, konglomeratima, kvarcitima, alevrolitima i laporcima, uz najznačajnije učešće liskunovitih, kvarcnih i konglomeratičnih pješčara. Javljaju se u vidu slojeva ili kao proslojci u laporovito-glinovitim sedimentima. Kvarc-sericitski i grafitični škriljci imaju značajan udio u permskoj seriji, dok se konglomerati javljaju mjestimično, unutar pješčarsko-škriljave serije u vidu manjih proslojaka, ili samostalno izgrađuju veće mase i tada se sa njima često javljaju kvarciti. Laporci i alevroliti su prilično rijetki članovi serije.

Krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti su relativno česti u permskoj seriji. Javljaju se, uglavnom, u pješčarsko-škriljavoj seriji u obliku tankih proslojaka i sočiva, a na prostoru Bjelasice i samostalno u vidu većih masa. Dolomitični krečnjaci i dolomiti su masivni, a rjeđe stratifikovani. Ponekad su i bituminozni. Krečnjaci su različiti: jedri, trošni, brečasti, glinoviti i pjeskoviti. Uglavnom su veoma prekrystalisali i sa čestim kalcitskim žicama. Javljaju se u vidu slojeva i banaka, a mjestimično su i masivni.

Sedimenti i magmatske stijene trijaske starosti imaju veoma veliko rasprostranjenje na proučavanom prostoru. Otkriveni su na prostoru Visitora, Zeletina, Komova, Bjelasice u okolini Berana i Andrijevice, Bijelog Polja, na prostoru Stožera, Kovrena, Kamene Gore, Jadovnika, Čadinja, Nove Varoši i dr.

U okolini Bijelog Polja, u dolini Grančarevske rijeke, odnosno Lješnice su, u permskoj seriji, konstatovane i magmatske stijene. To su kvarcdioriti, korniti i metakvarckeratofiri. Kvarcdioriti se javljaju u vidu pojava, koje imaju izgled manjih intruzivnih tijela i u obliku žica u karbonatnim stijenama. Korniti su nastali u zoni kontakta kvarcdiorita sa okolnim sedimentnim stijenama (krečnjacima i pješčarima). Metakvarckeratofiri predstavljaju jako izmijenjene i metamorfisane vulkanite i javljaju se u nekoliko manjih pojava u oblasti između

Ljuboviđe i Grančarevske rijeke, kao i u Lipnici. To su, najčešće, konkordantna tijela ili diskordantne žice (debljine do 2.5 m) u pješčarima i škriljcima.

Izdvojene su tvorevine donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa. U okviru srednjeg trijasa izdvojeni su anizijski i ladinski kat.

Sedimenti donjeg trijasa (T1) su otkriveni u dubljim erozionim prodorima ili, u vidu uzanog pojasa, okružuju srednjetrijaskie krečnjake čineći im podinu. Ispod obično strmih srednjetrijaskih krečnjačkih ostjenjaka, donjotrijaski sedimenti su često pokriveni odronima i siparima. Otkriveni su na Bjelasici, u području Stožera i Kozice, u gornjem toku Lima i to na području Visitora, Zeletina i Komova, u dolini Šekularske rijeke, u okolini Berana, u dolini Vrbničke rijeke, odnosno Lješnice.

Na ovim prostorima sedimenti donjeg trijasa su iznad pješčarsko-škriljave serije mlađeg paleozoika, a u podini anizijskih krečnjaka. Izgrađuju ga sivi, zelenkasti i crveni liskunski pješčari, sivi, žučkasti i crvenkasti kvarcni pješčari i kvarciti, slojeviti, pjeskoviti i laporoviti oolitični krečnjaci sa proslojcima sivih i sivozelenih laporaca. U završnim djelovima se javljaju škriljavi, rjeđe pločasti glinoviti krečnjaci, sive boje, na čijim se površinama uočavaju krečnjačka sočiva i kvrge, zbog čega se nazivaju kvrgavi krečnjaci. Sa ovim krečnjacima se mjestično javljaju i crni krečnjaci sa kalcitski žicama, zatim tamnosivi oolitični, pjeskoviti, škriljavi i laporoviti krečnjaci koji se međusobno smjenjuju. Na području Stožera i Kozice donji trijas izgrađuju sivi, krupnozrni kvarcni pješčari i mikrokonglomerati, ljubičasti i crveni liskunoviti pješčari, kvarcni pješčari, slojeviti, pjeskoviti i laporoviti krečnjaci, oolitični krečnjaci i dolomiti i dolomitični krečnjaci.

Tvorevine srednjeg trijasa leže konkordantno preko sedimenata donjeg trijasa i javljaju se na Bjelasici, Zeletinu, Sjekirici, Visitor, Komovima. Srednji trijas je predstavljen krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima, dolomitima, rožnacima, vulkanskim i intruzivnim stijenama. Izdvojeni su anizijski i ladinski kat.

Sedimenti anizijskog kata (T21) su konkordanti preko kampilskih krečnjaka. Otkriveni su u području Stožera, Kovrena, Bjelasice, Komova i Visitora, kao i na desnoj strani Lima na potezu između Bistrice, Rožaja i planine Sjekirice, zatim u okolini Andrijevice, sa obje strane Šekularske rijeke, na Planinici, Vaganici, u okolini Berana, na području Korita, jugoistočnim padinama Jadovnika.

Na čitavom ovom prostoru anizijski kat je karakterističnog litološkog sastava. Preko kampilskih sedimenata redovno se javljaju jedri, uglavnom stratifikovani krečnjaci. Školjkastog su preloma sa čestim kalcitskim žicama. Sa krečnjacima se javljaju stratifikovani i masivni dolomitični krečnjaci i dolomiti. Ovi članovi bočno i vertikalno prelaze jedan u

drugi. Iznad njih su stratifikovani i masivni krečnjaci. Završni dio anizijskog kata čine pločasti, tamni, crvenkasti, djelimično glinoviti, brečasti krečnjaci hanbuloškog tipa.

U toku srednjeg trijasa, krajem anizijskog i početkom ladinskog kata na ovom prostoru dolazi do magmatske aktivnosti koja je dala efuzivne i intruzivne stijene.

Srednjotrijaske efuzivne stijene otkrivene su na relativno velikom prostoru. Javljaju se na planini Bjelasici, kod Brodareva, potom na Zeletinu, Visitoru, Piševu i Sjekirici. Ove stijene pripadaju trijaskom vulkanizmu i predstavljaju tipične submarinske izlive. Glavna masa ovih stijena izlivena je u srednjem trijasu. Pri kraju vulkanske aktivnosti stvorene su manje količine tufova i vulkanskih breča, koje se, zajedno sa manjim izlivima, smjenjuju sa rožnacima i sericitskim škriljcima. Preko ovih stijena nalaze se pločasti krečnjaci sa proslojcima i kvrgama rožnaca ladinskog kata. Petrološkim ispitivanjima konstatovane su dvije grupe vulkanita i to: normalni subalkalni vulkaniti - andeziti i daciti sa međuprelazima i alkalni vulkaniti - spiliti i keratofiri sa međuprelazima. Efuzivne stijene su redovno praćene i odgovarajućim tufovima.

Intruzivne stijene su otkrivene na sjevernim i istočnim padinama Visitora, u Konjusima, na sjevernim padinama Sjekirice, u dolini Šekularske rijeke i u okolini Bijelog Polja (na podrčju Grančarevske rijeke). To su dioritske stijene (dioriti, kvarcdioriti, dioritporfiriti i kvarcdioritporfiriti) koje ponekad imaju oblik manjih intruzija, a najčešće se javljaju u vidu paralelnih žica u sedimentima mlađeg paleozoika, donjeg i srednjeg trijasa. Na kontaktu sa ovim stijenama, a naročito sa karbonatima, nastali su skarnovi. Sive i sivozelene su boje, masivne teksture i jako sitnog zrna, tako da ih je vrlo teško razlikovati od kvarcnih pješčara, kvarcita i skarnova. Mineralni sastav im je dosta jednostavan. Obično su izgrađeni od plagioklasa, kvarca, piroksena i amfibola, kao bitnih sastojaka i apatita, cirkona, magnetita i ilmenita, kao sporednih sastojaka. Naknadnim hidrotermalnim procesima ove stijene su, najčešće, duž pukotina silifikovane, epidotisane, piritisane, kalcitisane i albitisane, a rjeđe se zapaža da su ovi procesi zahvatili i čitavu masu stijena.

Sedimenti ladinskog kata (T22) su otkriveni na prostoru Lipovice, u okolini Andrijevice, na Jerininoj glavi i Sjekirici, u okolini Berana, na Bjelasici i Koritima, na prostoru Kumaničke klisure i Kruševa kao i u dolini Lima između ušća Drenovske rijeke i Bistrice.

Na području Lipovice u donjem dijelu ladinskog kata, dijelu koji se nalazi iznad vulkanita, razvijeni su laporci, pjeskoviti laporci, i rožnjaci sa proslojcima tufova i tufita. U gornjem dijelu su razvijeni slojeviti, sivi i rumenkasti, laporoviti i detritični krečnjaci sa proslojcima i muglama rožnaca. Ladinski krečnjaci okoline Andrijevice se nalaze iznad

anizijskih krečnjaka ili su navučeni preko devon-karbonskih pješčara i škriljaca iznad sela Gračanice. Obodom Beranske kotline i u području Kaludarske rijeke ladinski krečnjaci se razvijaju iz anizijskih krečnjaka. Na području Korita sedimenti ladinskog kata otkriveni su na relativno velikom prostoru. Mjestimično leže preko crvenih, hanbuloških anizijskih krečnjaka, a u bazi su gornjotrijaskih krečnjaka. Zastupljeni su crveni, pločasti rožnaci, pločasti, slojeviti, mikrokristalasti krečnjaci sa muglama i proslojcima rožnaca i proslojcima tufova, kao i slojeviti detritični i mikrokristalasti krečnjaci sa rijetkim muglama rožnaca. Na području Bjelasice ovaj kat je predstavljen vulkanogeno-sedimentnom formacijom i krečnjačkom facijom. Tvorevine pomenute formacije javljaju se, redovno, u zonama pored velikih eruptivnih izliva. U njen sastav, pored vulkanita ulaze: tufovi, tufiti, laporci, rožnaci i krečnjaci. Starost ovih tvorevina nije paleontološki dokazana. Međutim, u nekoliko lokalnosti konstatovano je da se tvorevine ove formacije redovno javljaju iznad krečnjaka hanbuloškog tipa, a ispod krečnjaka sa rožnacima. Na osnovu takvog položaja mišljenje je da ove tvorevine odgovaraju starijim djelovima ladinskog kata (buhenštajn-vengen). Na ovim prostorima ladinski kat predstavljen je i ubranim stratifikovanim krečnjacima sa proslojcima i kvrgama rožnaca.

Sedimenti ladinskog kata na prostoru Brisovnika i Vrsnika predstavljeni su slojevitim i pločastim krečnjacima sa proslojcima rožnaca i zoogenosprudnim masivnim krečnjacima.

Sedimenti gornjeg trijasa (T3) se javljaju u području Korita, na prostoru Lakovine do Vranjače i od Babina do Vijenca, na sjevernim padinama Jadovnika na Četanici. Predstavljeni krečnjačkom facijom koju karakteriše smjena slojevitih i bankovitih krečnjaka, dolomitičnih krečnjaka i dolomita ili masivnih, rjeđe bankovitih i slojevitih sprudnih krečnjaka, koji su redovno intenzivno karstifikovani (Ćirić i sar., 1980).

U proučavanom prostoru jura je predstavljena tvorevinama dijabaz-rožnačke formacije (J2+3). Otkrivena je u vidu nepravilnih pojaseva u okolini Berana, na području Korita, kao i na velikom prostoru u sjevernom dijelu istrađivanog područja na Jadovniku, Pobjeniku, široj okolini Prijepolja i Nove Varoši.

Tvorevine ove formacije leže diskordantno preko sedimenata paleozoika ili trijasa. U građi dijabaz-rožnačke formacije učestvuju sedimentne i magmatske stijene. Od sedimentnih stijena su zastupljeni pješčari, alevroliti, siliciozni laporci, rožnaci, glinci, laporoviti krečnjaci i rjeđe krečnjačke breče i konglomerati. Glinci i laporci zajedno sa alevrolitima su najzastupljeniji članovi dijabaz-rožnačke formacije. Oni predstavljaju osnovnu masu u kojoj su smješteni svi drugi njeni članovi, a to su slojevi i blokovi pješčara i rožnaca, sočiva krečnjaka, zatim blokovi dijabaza i spilita. Pješčari imaju znatnog udjela u građi ove

formacije. Javljaju se u vidu blokova, a rjeđe i slojeva u smjeni sa alevrolitima, glincima i rožnacima. Boje su zelenkaste i mrke. Mjestimično, kao i rožnaci, sadrže impregnacije i prevlake mangana. Alevroliti se javljaju uz pješčare i glince i manje su zastupljeni od pješčara. Mjestimično se javljaju i konglomerati, koji su izgrađeni od valutaka rožnaca, pjeskovitih i silicioznih glinaca, krečnjaka, alevrolita i kalcita. Javljaju se, takođe, sočiva, proslojci i veće partije slojevitih, pločastih, često laporovitih, pjeskovitih i detritičnih, krečnjaka sive sivozelene i crvenkaste boje. Rožnaci predstavljaju čest član ove formacije. Javljaju se u vidu paketa oštro odvojenih od drugih stijena. Ponekad se smjenjuju sa glincima i alevrolitima, a javljaju se i kao sočiva u dijabazima.

U dijabaz-rožnačkoj formaciji od magmatskih stijena javljaju se dijabazi, spiliti, zatim gabrovi i serpentiniti. Dijabazi i spiliti grade slivove mase ali i olistolite, a gabrovi intruzivna tijela u samoj dijabaz-rožnačkoj formaciji, kao i blokove. Pritom najveće pojave ovih magmatskih stijena su u blizini i po obodu ultramafitske mase Zlatibora. Olivinski gabrovi se javljaju i kao tijela u samim ultramafitima.

Serpentiniti (Se) se u dijabaz-rožnačkoj formaciji javljaju kao mala tijela ispod Pobjenika, potom od Bistrice duž Mileševske rijeke ka Bjelobabama i dalje ka Ozrenu. Obično su škriljavi do sitnosočivasti, tamnozeleni. Izgrađeni su od serpentinisanih minerala i veoma rijetkih relikata bastita. Njihovo pojavljivanje u ovoj formaciji vezano je za dijapirsko utiskivanje duž tektonskih zona.

Gabrovi (v) se javljaju u području između Lima, Biča i Pobjenika, kako među sedimentima dijabaz-rožnačke formacije, tako i kao male pojave u dijabazima (na putu Prijepolje-Bistrica). Svijetlozelene su boje, zrnaste strukture sa često jakim kataklastičnim fenomenima. Obično su masivni, mada su dosta česte i uškriljene partije, naročito kod kataklaziranih varijeteta.

Dijabazi ( $\beta\beta$ ) i spiliti ( $\beta\beta ab$ ) grade velike i manje mase na prostoru Jelače, Rutoša u dolini Lima, duž puta Bistrica-Priboj i u oblasti Jadovnika, Trešnjevica, Jezera potom ploče, ali i blokove u sedimentima dijabaz-rožnačke formacije. Spiliti i dijabazi su tamnozeleno do ljubičasto-mrke stene, primarno pretežno predstavljaju podmorske izlive. Izlivi su ponekad praćeni tufovima i vulkanskim bombama izrazito šljakavog (mandolastog) karaktera. Često su brečasti ili grade dobro vezane dijabazne breče. Struktura im je ofitska, do intersertalna.

Serpentinisani harburgiti ( $\sigma$ ) su najrasprostranjenije stijene ozrenskog peridotiskog masiva, koje pokazuju slabo izražen litaž i sadrže sisteme pukotina koji su paralelni sa litažom i upravni na litaž. Boje im je zelena do tamnozeleno. Strukture su hipidiomorfno zrnaste, sa izraženom deformacijom sastojaka uz lokalno kataklaziranje i rekristalizaciju



(Živaljević, 1984). Na prostoru Ozrena determinisani su i harzburgiti istog sastava i osobina, koji gotovo ne sadrže sekundarne minerale.

Na sjevernom obodu istražnog područja lociran je kontakt sa ultramafitskim masivom Zlatibora. Od ultramafita su najzastupljeniji serpentinisani harzburgiti, rjeđi su svježi harzburgiti i harzburgitski serpentiniti, zatim prelazni varijeteti prema lerozlitima, a veoma su rijetki dunitski serpentiniti.

Dejstvom erozije i drugih faktora u okolini Andrijevice, na prostoru Oblog brda i na potezu Kralji – Trešnjevo, otkriven je kredno-paleogeni durmitorski fliš (K-Pg) u vidu tektonskih prozora. Sedimenti ovog fliša su predstavljeni krupnozrnim heterogenim krečnjačkim brečama i konglomeratima preko kojih se javlja pjeskovito-laporovita serija, a preko nje leže bankovite krečnjačke breče, bankoviti i slojeviti krečnjaci i slojeviti, sivi, laporoviti krečnjaci sa muglama i proslojcima rožnaca i pločasti, sivi i rumeni laporci.

Paleogen i neogen su razvijeni u faciji jezerskih sedimenata, pri čemu dominiraju miocenski sedimenti. U okolini Berana postoje dva basena sa slatkovodnim neogenim sedimentima: beranski i polički basen. U oba ova, danas međusobno odvojena basena, nalaze se jezerski sedimenti iz oligomicena, donjeg (Živaljević i sar., 1979), srednjeg i gornjeg miocena (Đorđević-Milutinović, 2010), a među njima i slojevi uglja koji se eksploatiše.

Sedimenti su zastupljeni sa tri tipa: aluvijalno-proluvijalnim, močvarnim i jezerskim. Aluvijalno-proluvijalni leže transgresivno preko pelozojsko-mezozojskog paleoreljefa i predstavljeni su peskovima, ginama, šljunkovima i konglomeratima. Močvarni sedimenti su ugljevi, gline, peščari i laporci. Oni prelaze u jezerske forme, sa laporcima u kojima se nalaze proslojci peščara, peskovitim laporcima i glinovitim laporcima (Đorđević-Milutinović i Čulafić, 2008).

Tri sloja uglja u Beranskom basenu su različite starosti i debljine. Podinski (1,2-3,8 m) je nastao tokom kasnog oligocena. Središnji, glavni, kompozitni sloj debljine 1-10 m je formiran tokom tranzicije oligocen-donji miocen. Gornji, povlatni kompozitni sloj je gornje miocenske starosti (Đorđević-Milutinović i Čulafić, 2008). Za razliku od Beranskog basena, u Poličkom je konstatovano šest slojeva uglja. U oba slučaja je u pitanju lignitno-mrki ugalj (Živaljević i sar., 1979).

Na osnovu proučavanja vegetacije u ovim basenima, konstatovano je da je tokom donjeg miocena klima bila topla i vlažna, sa sezonskim smenama toplijih i hladnijih uslova. Srednji miocen je karakterističan po značajnom porastu temperature, odlikama vlažne suptropske klime, sa veoma slabo izraženim sezonskim promenama temperature i vlažnosti. Tokom gornjeg miocena temperature su opet bile niže, za izraženim sezonskim smenama

hladnije i toplije klime. Suptropska drvenasta vegetacija je tokom gornjeg miocena potpuno odsutna (Đorđević-Milutinović, 2010).

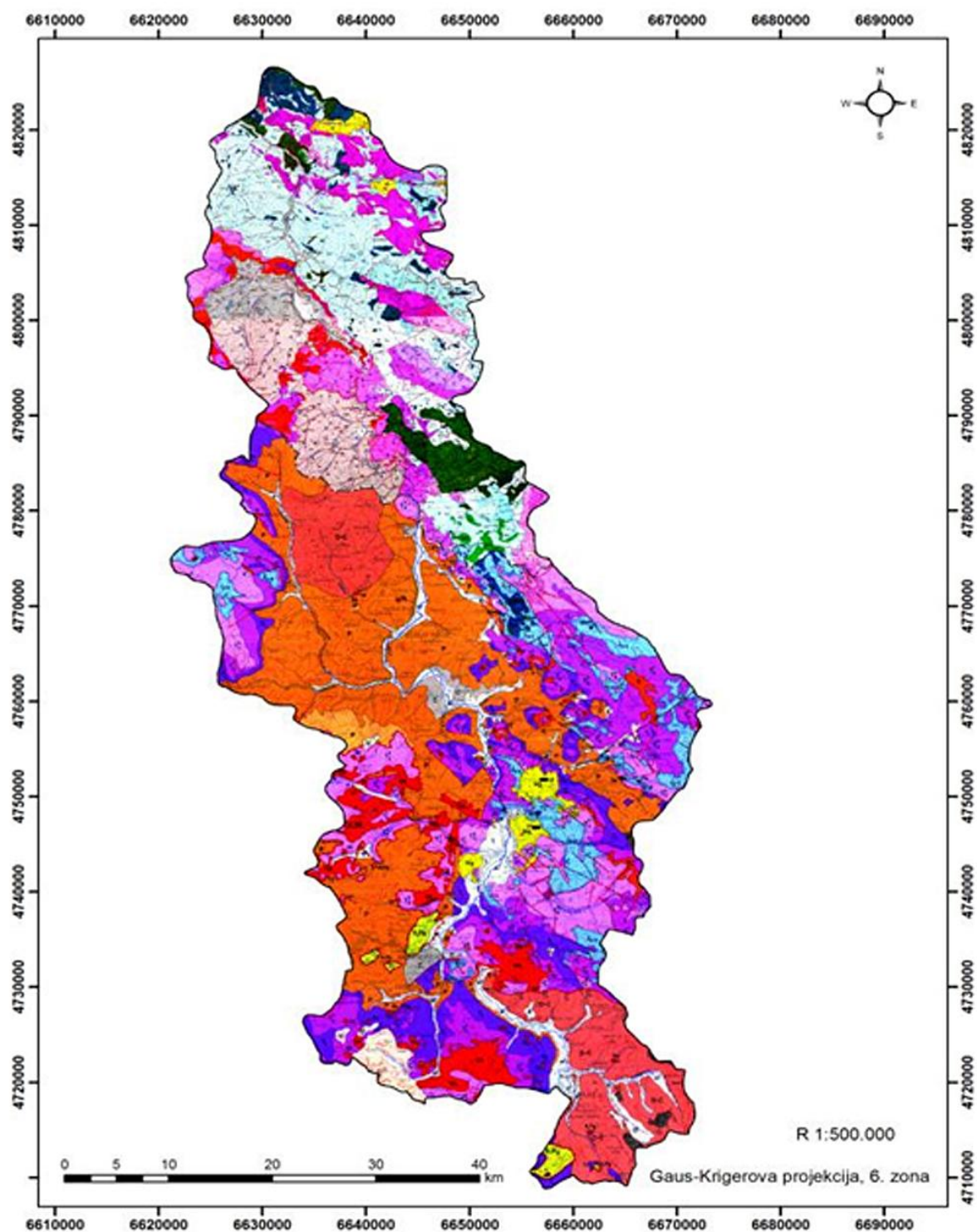
Na proučavanom terenu javljaju se i baseni miocenskih, uglavnom tortonskih sedimenata, i to između Radojine, Rutoša i dalje ka Pribojskoj Banji, kao i kod Draževića i Nove Varoši. Neogeni basen Rutoša ima u podlozi trijasko krečnjake. Bazalni slojevi neogena su konglomerati izgrađeni od krečnjačkih valutaka. Preko njih leže sive laporovite i pjeskovite gline, potom pjeskoviti laporci u smjeni sa krečnjacima i pješčarima. U Draževićima su otkriveni izdanci bazalnih konglomerata neogena, izgrađeni pretežno od valutaka trijaskih krečnjaka. Preko njih leže žuti i zeleni šljunkovi, slabo vezani pjeskovitim vezivom, potom pješčari, siliciozni krečnjaci, tamno sivi do sivi laporci sa proslojcima svetlo smeđih pjeskovitih krečnjaka.

Kvartarne tvorevine su u Polimlju predstavljene različitim genetskim tipovima sedimenata: glacijalnim, glaciofluvijalnim, deluvijalno-koluvijalnim i aluvijalnim. Glacijacija koja je na prostoru Polimlja najjače zahvatila Prokletije, Komove i Bjelasicu, ostavila je ove karakteristične sedimente (Cvijić, 1899, 1900, 1913, 1917; Hughes et al., 2009, 2010; Milivojević, 2004; Milivojević *et al.*, 2008).

Glacijalni sedimenti, u vidu morena, prije svega čeonih, a u slabijoj mjeri očuvanih bočnih, izdvojeni su na Prokletijama, Bjelasici, Komovima, a na najmanjoj visini se nalaze u okolini Plavskog jezera (Milivojević, 2004). Morenski materijal je sastavljen od krečnjačkih blokova, oblutaka, komada i šljunkovito-pjekovitog, pa i glinovitog materijala. U njemu se nalaze još i fragmenti dolomita, materijal od vulkanskih stijena, pješčara, roznaca, konglomerata i breča, što je u svakom slučaju u zavisnosti od geološkog sastava terena preko koga su se kretali glečeri

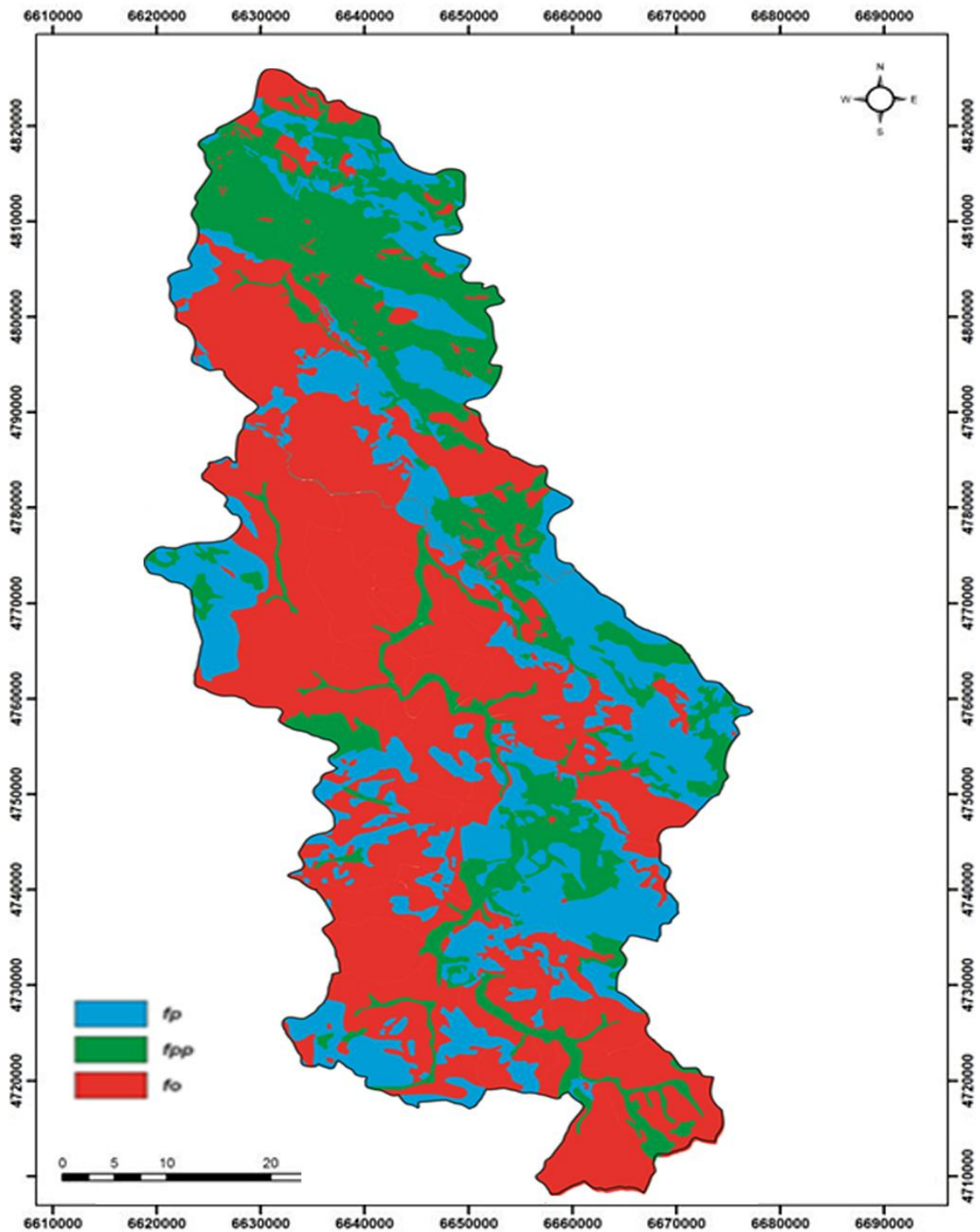
Glacifluvijalni sedimenti su izdvojeni na Bjelasici na potezu Šiško jezero-Kurikuće. Stvoreni su od glacijalnog materijala koji je transportovan rječnim tokovima, formiranim otapanjem lednika. Izgrađeni su od šljunkova, pjeskova i glinovitih pjeskova. Za vrijeme glacijalne epohe široki planinski prostor sjeverne Crne Gore bio je zaglečeren. Lednici su se kretali planinskim padinama u niže prostore, razarali i sa sobom nosili velike količine materijala.

Terasni sedimenti, fluvio-glacijalni i fluvijalni, su zastupljeni u svim kotlinama i erozionim proširenjima koji se ređaju do Kumaničke klisure. Najviše terasnih nivoa – tri, uočena su u Beranskoj kotlini. Izgrađuju ih slabovezani konglomerati, zatim šljunkovi i pjeskovi. Aluvijalni sedimenti su najbolje razvijeni kod Prijepolja i Bijelog Polja, i u dolinama većih pritoka Lima.



*Karta 4: Geološka karta Polimlja do brane HE „Potpeć“*

Ove nanose izgrađuju šljunkovi, pjeskovi, mulj i pjeskovite gline, odnosno materijal koji vodi porijeklo od stijena koje izgrađuju okolni teren. Deluvijalno-koluvijalni sedimenti se javljaju skoro na svim planinskim padinama, obično ispod strmih odjeka.. Materijal se sastoji od komada koji nijesu zaobljeni i dosta variraju po veličini.



*Karta 5: Karta vodopropustnosti stijena u Polimlju*

Geološka karta proučavanog područja Polimlja do brane HE „Potpeć“ predstavljena je na karti 1. Iz ove karte izvedena je Karta vodopropustnosti stijena u Polimlju i predstavljena na karti 2.

## 7.2. GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Reljef je bitan i dominantan element izgleda i geografskog sadržaja proučavanog prostora Polimlja. Složena tektonska i geološka-litološka osnova, uz specifične erozione procese modeliranja, usloveli su da je reljef vrlo dinamičan i po mnogo čemu jedinstven. Nagle visinske promjene zemljišta na relativno malom rastojanju, karakteristika su i specifičnost reljefa Polimlja na prostoru Crne Gore i Srbije.

Teritorija kojoj pripada sliv Lima, poznata je po pejzažnoj raznovrsnosti planinskih lanaca, ispresijacanih dolinama rijeka. Najznačajnije planine koje okružuju ovo područje su: Prokletije, Visitor, Komovi i Bjelasica u Crnoj Gori i Giljeva, Jadovnik, Pobjenik i Zlatar u Srbiji.

Dinaridi su tokom neoalpske tektogeneze nastavili snažno izdizanje, pa je tokom ovog perioda iznos izdizanja Prokletija premašivao 2200 m. Iznos ovog izdizanja za planine u Polimlju Srbije iznosi između 1000 i 1250 m (Marović et al., 2007).

**Prokletije** predstavljaju više planinskih lanaca u graničnom prostoru između Crne Gore, Srbije i Albanije, odnosno između podgoričko-skadarske kotline na jugozapadu i Kosova na sjeveroistoku. Formirane su na dodiru Dinarida i Šarskih planina. Osnovni im je pravac pružanja jugozapad-sjeveroistok u dužini od 70 km. U geološkoj građi dominiraju krečnjaci i dolomiti, dijabaz-rožnačka formacija, glinoviti škriljci, ultrabazične i serpetinske stene, peščari i konglomerati (Marović, 2001). U reljefu dominiraju dugačka planinska bila, često međusobno dosta izdvojena dubokim dolinama. Osnovni reljef Prokletija je formiran u oligo-miocenu, ali su na njega bitno uticali i neoalpski pokreti u pliocenu i plesitocenu, kao i denudacija, fluvijalna i ledička erozija. U djelovima planine izgrađenim od krečnjaka ima i krških oblika reljefa, osobito dubokih rupa, dolova, jama i pećina. Vrhovi planinskih lanaca su oštri, često zupčasti i kameniti. Padine su u višim djelovima vrlo strme, a na njima je veliki broj klisura i žljebina. U dugom planinskom lancu Prokletija, izdvajaju se 3 planinske grupe: južna, srednja i sjeverna. Prokletije imaju preko 40 vrhova sa visinom od 2000 m, a ovdje se nalaze najviši vrh Crne Gore (Zla Kolata, 2534 m) i Srbije (Đeravica, 2656 m). Najviši vrh Prokletija je Maja Jezerce 2694 m, je u isto vreme i najviši vrh u dinarskom planinskom sistemu. Ostali vrhovi preko 2000 su: Trojan (2190 m), Popadija (2057 m), Volušnica (2210 m), Karanfili (2430 m), Maja Kolata (2528 m), Maja Rosit (2524 m), Maja Horolac (2199 m), Ujkov krš (2269 m), Bogićevica (2374 m), Hridski krš (2358 m), Veliki Starac (2352 m), Đevojački krš (2040 m), Čakor (1911 m), Sjekirica (1990 m), Hajla (2403 m), Rusolija (2382 m).

Pored tektonskih oblika, dominantni su glacijalni – recentni, a naročito fosilni. Prema Cvijiću (1900, 1913, 1917), pleistocena glacijacija Prokletija je bila snažnija od savremene glacijacije Alpa. Najduži lednik je bio Plavski (35 km), Rugovski, kod Peći (25 km), Dečanski (20 km), Rožajski (16 km). U fosilnim cirkovima, rjeđe valovima, nalaze se glacijalna jezera. U podnožju Prokletija, na kraju doline Plavskog lednika, formirano je najveće jezero – Plavsko, u terminalnom basenu, iza zagata čeone morene.

Morenski materijal se može naći uglavnom na visinama između 1700 i 2100 m, u pručavanom području na primjer Hridska Gora, Bogićevica.

U visokoplaninskim djelovima planine, nalaze se izvorišta rijeka, kao što je na primjer izvorište rijeke Lima u pručavanom području, ali i u širem području izvorišta Šalje, Cijevne, Pečke Bistrice i drugih. Kao rezultat snažnog izdizanja Prokletija, neke od navedenih rijeka su usjekle kanjone duboke i do 1000 m; u pručavanom području kanjone Sućeske i Tifrana.

**Visitor** je takođe dobro ograničena planina, ili planinska grupa, između Komova i Prokletija. Omeđena je s juga Gusinjskom dolinom i rijekom Ljuča; sa istoka i sjeveroistoka Plavskom dolinom i rijekom Lim; te sa zapada Zlorječicom i Kutskom rijekom prema Komovima. Pored najvišeg vrha Visitora (2211 m), po kojem je planina i dobila ime, planinsku skupinu još čine i povezane planine: Lipovica (1882 m), Greben (2196 m) i Zeletin (2112 m). Prema mjerenjima koja su uradjena tokom ovih istraživanja, korišćenjem računarsko-grafičkih metoda, sračunato je da je ova planina duga 17 km, a široka 12 km.

Ova grupa je izgrađena od krečnjaka ranog trijasa, koji leže preko metamorfisanih škriljaca i peščara, uz prisustvo vulkanskih izliva (Marović, 2001).

**Komovi**, koje u ovom kraju narod naziva car planina, čine nastavak lanca visokih planina Sjeverne Crne Gore. Ovo je grupa planinskih vrhova i prevoja, koje od Bjelasice odvaja rijeke Dreka i Kraštica kao i prevoj Trešnjevik. Južna granica im je državna granica prema Albaniji i dolina Kutske rijeke, istočna dolina Zlorečice, sjeverna dolina Lima i Kraštice, a zapadna prevoj Trešnjevik (1573 m). Komovi su dobro izdvojen planinski prostor, izvorište mnogih rijeka i riječica. Cvijić (1921) navodi da su Komovi "jedan od najvećih hidroloških čvorišta na Balkanu".

Najveći dio Komova, posebno istočne i jugoistočne strane izgrađuju paleozojski škriljci, pješčari i konglomerati u kojima su se usjekle duboke doline koje pripadaju slivu Lima. Paleozoik je predstavljen laporovitim i filitičnim škriljcima. Šarolikost geološkog sastava terena Komova upotpunjavaju debele naslage dolomita i eruptivnih stijena (Kićović i Dragović, 2000).

Komovi pripadaju visokim dinarskim planinama, kao zaseban i izdvojen planinski prostor. Obim planine je u užem smislu približno polukružan, a njen krečnjački prostor nije mnogo razbijen, već ima izgled i oblik masiva (Kićović i Dragović, 2000).

U pogledu visokoplaninskog sklopa Komova dominantnu poziciju imaju dva tipična alpska vrha – Kom Kučki (2487 m), koji ne pripada proučavanom području i Kom Vasojevički (2461 m), koji je na vododjelnici proučavanog područja. Nasuprot imponantnim vrhovima nalaze se brojne valovske i mlađe rečne doline koje su disecirale reljef, učinile ga raznolikim.

Milivojević (2004) smatra da je sniježna granica na sjevernom dijelu Komova bila na 1700 m, dok se na južnom dizala do 1900 m.

**Bjelasica** je planina čiju istočnu granicu predstavlja rijeka Lim, dok je prema sjeveru ograničavaju Ljuboviđa i Lepešnica. Od Mojkovca granica ide Tarom do ušća Drcke, a dalje ka istoku Drckom, preko prevoja Trešnjevik do ušća Kraštice i Lim. Površina Bjelasice iznosi oko 620 km<sup>2</sup>. Planina je duga oko 29 km, dok je isto toliko i široka. Bjelasicu, ograničenu dubokim dolinama rijeka, čine tri niza planinskih vrhova dinarskog pravca pružanja. Prvi niz, na sjeveroistoku čine: Mučnica (1809 m), Turjak (1912 m), Crna glava (2122 m), Strmni pad (2050 m). Središnji i najviši planinski niz čine: Razvršje (2033 m), Crna glava (2139 m), Pogana glava (1928 m), dok treći, nešto razbijeni niz, čine vrhovi: Ključ (1930 m), Lumer (1863 m), Lisa (1978 m) i Rudo brdo (1657 m). Geološki sastav Bjelasice je dosta složen. Po tome se ova planina znatno razlikuje od ostalih crnogorskih planina. Veliki dio planine izgrađen je od klastičnih stijena (Radojičić, 2008).

Prostor donjeg dijela sliva Lima, poznatiji kao Donje Polimlje je u morfološkom smislu različitiji u odnosu na Gornje Polimlje, i karakterišu ga planinski nizovi nešto nižih nadmorskih visina i sa slabije izraženim kraškim i fluviudenudacionim oblicima.

Ovaj prostor uokviruju prema sjeverozapadu planine Lisa (1509 m), Giljeva (1607 m), Ozren (1641 m) i Jadovnik (1734 m). Prostor prema sjeveru zatvara Kamena Gora (1496 m) i Zlatar (1627 m). Iznad samog jezera Potpeć, u sjeverozapadnom dijelu se izdižu Pobijenik (1423 m) i Bič (1386 m).

**Zlatar** je smješten između Uvca i Bistrice na istoku i sjeveru, Mileševske rijeke i Lima na jugu i jugozapadu. Prostor planine Zlatar ima oblik izduženog pravougaonika površine 108 km<sup>2</sup> i znatno je viši prema dolini Bistrice i Novoj Varoši gdje mu se padine strmo spuštaju. Prostor najviših vrhova Golog brda (1626 m), Runjeve Glave (1412 m), Merice (1517 m) ima izgled visoravni sa koje se uzdižu ovi vrhovi. Sa strmijih padina Zlatara koji su izloženi

fluviudenudacionim procesima, matični supstrat se gravitaciono prenosi u niže etaže i tako zatrpava kotlinske prostore Zlatarskog i Sjeničkog jezera (Dragović, 2004).

Prostrana **Pešterska visoravan** zauzima prostor između dolina Ljudske rijeke na istoku, Bistrice na zapadu, Kladnice na sjeveru i Tutinske kotline na jugu. Prosječna nadmorska visina joj je oko 1150 m i ima oblik blago zatalasane površi. Ovdje se jasno izdvajaju tri morfološke cjeline i to Pešterska kotlina, Sjenička kotlina i Koštam polje. U morfologiji riječnih dolina izdvajaju se dolinski sistemi Pešterske i Sjeničke kotline. Sistem dolina Pešterske kotline čine skraćene napuštene doline po zapadnim rubovima i recentne doline po jugoistočnim i istočnim obodima kotline. U jugoistočnom obodu Sjeničke kotline ističu se doline Kamešničke, Rasanske, Žitničke i Dragojlovačke rijeke. Središnji dio jezerske zaravni Sjeničke kotline izbrazdan je dolinama Vape, gornjeg toka Uvca, Jablanice i Toupaca.

Cijeli prostor Peštera nalazi se u odmaklom stadijumu kraške erozije. Dragović (2004) navodi da se izdvajaju dvije kraške zone: zapadna, od Žilindara na jugu do Sjeničke kotline na sjeveru i istočna, koja obuhvata veći dio Peštera pravca sjeverozapad-jugoistok. U istočnoj zoni kraški procesi su slabije izraženi, a najveći kraški oblik je Koštam polje. Nasuprot istočnoj zoni zapadna se odlikuje skraćenim reljefom sa elementima boginjavog krasa. Vrtače predstavljaju dominantan oblik, a nerijetko se sreću i suve doline, uvale, jame i ponori.

Dominantno tektonski oblik, kasnije preinačavan spoljašnjim silama, su kotline. Njihova dna su ispunjena fluvio-glacijalnim materijalom i fluvijalnim materijalom, u kojima su usečene rečne terase. Terasa u fluvio-glacijalnom materijalu su naročito karakteristične za Beransku kotlinu.

Smjena kotlina i klusurastih sektora Lima, predstavlja jednu od predionih karakteristika u dolini ove rijeke. Gornjem Polimlju pripadaju: Plavsko-gusinjska kotlina, klisura Sućeska, Andrijevička, Trebačko-Marsenička i Beranska kotlina, te Tifranska klisura.

Od doline Lješnice nastavlja se Srednje Polimlje, koje obuhvata: Bjelopoljsku kotlinu, Kumaničku klusuru, Brodarevsku kotlinu, Župsko-ivanjsku kotlinu, a zatim se dolina sužava, a rijeka protiče kroz Prijepoljsku kotlinu i klisuru, dok je van istraživanog područja Pribojska kotlina (Lutovac, 1957, 1961; Knežević, 1979; Rudić, 1987; Dragović, 2004; Spalević, 2011; Premović, 2017).

**Plavsko-gusinjska kotlina** se pruža između južne i središnje grupe Prokletijskih planina na jugoistoku i Visitora na zapadu. Njenim dnom protiču Lim i Ljuča, a u najnižem dijelu kotline je Plavsko jezero.



**Anrijevička kotlina** se pruža između planina Balj na istoku, Jerinje glave na jugu, Malog krša i Rudog brda na zapadu i Lukinog vira na sjeveru. Dva veća proširenja su izgradile lijeve pritoke Lima – Zlorečica i Kraštnica.

**Beranska kotlina** je oivičena dosta strmim stranama i zahvata površinu oko 400 km<sup>2</sup>. Na ovom prostoru se mogu izdvojiti nekoliko većih morfoloških cjelina: Beranska kotlina u užem smislu, Polica, površi na stranama i vrhovi Bjelasice i Cmiljevice. Kotlina se pruža pravcem sjeveroistok-jugozapad u dužini od devet, dok joj je širina između tri i pet kilometara. Sa dna ove kotline, pokrivene fluvioglacijalnim i glacijalnim materijalom, dižu se tri krečnjačke glavice: Bukovac, Glavica i Gradina. Na sjevernoj periferiji kotline izdižu se manja uzvišenja: Beran krš, Jerinjin grad i Gradac. Polica je predio na sjeveroistoku kotline, a njen valoviti reljef je rašlanjen rječnom erozijom na nekoliko manjih cjelina (Lutovac, 1957; Spalević, 1999).



*Slika 1. Beranska kotlina (Foto: D. Vujačić)*

**Bjelopoljska kotlina** je oivičena ograncima Pešterske visoravni sa istočne strane, Obrovom (1.006 m) sa jugoistoka, sa juga Bjelasicom (2.317 m) i sa sjevera i zapada vrhovima Lise (1.609 m), a na zapadu i sjeverozapadu dolinom Ljuboviđe. Kotlina je predisponirana tektonskim rasjedom pravcem sjever – jug. Na ovom prostoru izražene su dvije terase: prva na 575 m, druga na 620 m, a najniža nadmorska visina kotline iznosi 531

m. Bjelopoljska kotlina se pruža od sjeverozapada prema jugoistoku u dužini od 10 do 12 km a u širini oko tri kilometra.

**Brodarevska kotlina** se nalazi nizvodno od Kumaničke. Dno klisure je spuštено u stjenama karbona i perma i pokriveno je fluvijalnim sedimentima. Oivičena je vrhovima visine između 700 i 1300 m: Borova glava, Žuta stijena, Vrlobaš i Ravni jasen. Lim je pribijen uz njen istočni obod, a dva manja proširenja sa zapadne strane se nalaze na krajevima dolina Komaranske i Slatinske rijeke.

**Župsko-ivanjska kotlina** je proširenje dugo osam kilometara. Nakon izlaska iz Tifranske klisure, dolina Lima se proširuje i nizvodno od sela Divci se desna strana naziva Ivanjskim, a leva strana Župskim poljem. Od nizvodnijeg Prijepoljske kotline odvojena je dva kilometra dugom klisurom Lima, suečenom u Sokoličko-čadinskom masivu izgrađenom od trijaskih krečnjaka i porfirita.

**Prijepoljska kotlina** je spuštена duž dva rasjeda kojima je tok Lima predisponiran nizvodno i uzvodno od Prijepolja. Ovo proširenje u jurskim krečnjacima je dugo 3,5 km, a pokriveno je terasiranim fluvijalnim sedimentima. Na početku kotline, na desnoj strani se nalazi proširenje – na mjestu gdje sa desne strane pritiče Mileševska rijeka, čije je ušće na 440 m. Sa zapadne i istočne strane, kotlina je oivičena vrhovima Suvodo, Sekulića brdo, Mala Drenova, Dučevo visina između 700 i 970 m (Ćirić i sar., 1980; Ćirić, 1980).

**Sučeska klisura** se nalazi uzvodno od Andrijevičke kotline. Duga je četiri kilometra, i usječena je između Jerinje glave (1548 m) i Rasojevičke glave (1501 m), odnosno u srednjetrijaske krečnjake, diorite i andezite.

**Tifranska klisura** je usječena u trijaskе i jurske krečnjake u dužini od četiri kilometra. Ovdje je dolina asimetrična, pri čemu su strmi, ponegdje gotovo vertikalni odsjeci na njenoj desnoj strani. Dno se nalazi na oko 640 m, a već na ulazu u klisuru, sa desne strane se odsjeci dižu do visine od 1161 m.

**Kumanička klisura** proteže se od od ušća desne pritoke Bistrice u Lim do Brodareva u dužini od 11 km. Najprije je usječena u karbonske metapješčare, u srednjem dijelu u srednjetrijaske laporovite krečnjake, a u donjem dijelu između ovih krečnjaka i ultrabazičnih magmatskih stijena. Na ovom prostoru dolinske strane su uglavnom potpuno vertikalne, a korito Lima je nepristupačno. Dno klisure se nalazi na oko 500 m, dok se strane izdižu i do preko 1000 m nadmorske visine.

### 7.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Klima ima veliki uticaj na formiranje i sastav zemljišta, bogatstvo vode, formiranje pojedinih oblika reljefa, rasprostranjenost i bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta. Vrijeme i klima značajno utiču na cjelokupan život ljudi na određenom prostoru. Među faktorima koji bitno utiču na lokalnu klimu nekog mjesta su: geografska širina, udaljenost od mora, reljef, nadmorska visina, vodene akumulacije, biljni pokrivač i antropogeni uticaj.

Specifičnost položaja Polimlja je u tome što se nalazi u zoni veoma izražene termičke asimetrije između hladne sjeverne Evrope i veoma tople sjeverne Afrike, gdje se vrši intenzivna razmjena toplih vazdušnih masa koje idu ka sjeveru i hladnih vazdušnih masa koje sa sjevera idu ka jugu. Iznad ovog graničnog područja veoma često dolazi do sudaranja i miješanja tih vazdušnih masa sa ekstremno različitim fizičko-meteorološkim osobinama. Prilikom transporta tih vazdušnih masa dolazi do izražaja orografija, njihova orijentacija, blizina mora (Jadranskog), blizina velike vodene površine kao što je Sredozemno more, blizina velike kontinentalne površine u pravcu sjevera itd (Ćulafić, 2017).

Položaj Polimlja je takav da ovi sistemi snažno utiču na vremenske prilike i definišu najraznovrsnije tipove klimata od izuzetno surovih do veoma povoljnih i to u svim godišnjim dobima.

Klimu prostora Polimlja determiniše više akcionih centara. Najznačajniji meteo centri koji utiču na vrijeme i klimu su: Đenovski ciklon, Jadranski ciklon, Islandska depresija, Crnomorska depresija, Azorski anticiklon, Sibirski anticiklon, Centralnoevropski anticiklon, hladni frontalni sistem sa sjevera - Arkički hladan front i topli-tropski front sa juga.

Za svaki od ovih centara ili sistema vezuju se određene vremenske prilike po kojima se prepoznaje dejstvo ovih centara ili sistema. Veoma često, u praksi, prepliću se dejstva ili dolazi do nagle promjene dejstva centara, pa su vremenske prilike izuzetno promjenljive, praćene naglim vremenskim promjenama i burnim meteorološkim zbivanjima.

Izučavanje vremena i klime treba da pomogne u rješavanju mnogih problema privrede i društva, a sve u cilju poboljšanja uslova života ljudi.

Kao ulazni podaci za model WIntErO koriste se parametri: temperatura vazduha i padavine, kao apsolutno najvažniji, a radi detaljnije predstave područja u vezi sa klimatskim osobinama, poželjno je amailzirati i podatke za vlažnost vazduha.

Za dobijanje klimatskih karakteristika Polimlja, koji je predmet proučavanja ovog rada, korišćeni su podaci Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju (ZHMS) sa klimatoloških

stanica Plav, Berane i Bijelo Polje i podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZS) sa meteorološke stanice Sjenica.

*Tabela 2: Rang i položaj izabranih meteoroloških stanica*

| Stanica           | Rang         | Geografska<br>širina | Geografska<br>dužina | Nadmorska visina<br>(m) |
|-------------------|--------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Plav (P)          | Klimatološka | 42°36'               | 19°57'               | 933                     |
| Berane (B)        | Klimatološka | 42°51'               | 19°53'               | 691                     |
| Bijelo Polje (BP) | Klimatološka | 43°02'               | 19°44'               | 606                     |
| Sjenica (S)       | Sinoptička   | 43°17'               | 20°00'               | 1038                    |

*(Izvor: ZHMSCG i RHMZS)*

Raspored i broj stanica kao i klimatski elementi koji su korišćeni prilikom obrade, bili su usloveljeni dužinom tj. nizom podataka kao i rangom samih stanica. U razmatranom prostoru jedino stanica Sjenica ima rang sinoptičke (mjerenja i osmatranja se vrše na svakih sat vremena), dok ostale stanice imaju rang klimatoloških (tri termina osmatranja: 7, 14 i 21 h). Analize ovih istraživanja ciljano su obrađivale obradu podataka za temperaturu vazduha i padavine, kao glavne klimatske elemente potrebne za dobijanje inputa potrebnih za proračun WIntErO modela (visina bujične kiše, hb; srednja godišnja temperatura vazduha, t0; srednja godišnja količina padavina, Hgod).

### **7.3.1. Temperatura vazduha**

Temperatura vazduha spada u najvažnije meteorološke elemente, jer promjene toplotnog stanja vazduha uslovljavaju promjene ostalih meteoroloških elemenata i pojava. Ova činjenica ukazuje da podaci o temperaturi služe kao osnova za analizu i tumačenje gotovo svih vremenskih i klimatskih karakteristika. Uglavnom se na osnovu tzv. hidrotermičke analize (padavine i temperatura) vrše proučavanja makroklimе i klimatske rejonizacije velikih prostora.

Upoređujući dobijene podatke, možemo zaključiti da su temperature vazduha, gledano po mjesecima kao i na godišnjem nivou dosta ujednačene u slivu Lima, što se najbolje može uočiti na grafiku (Grafikon 2).

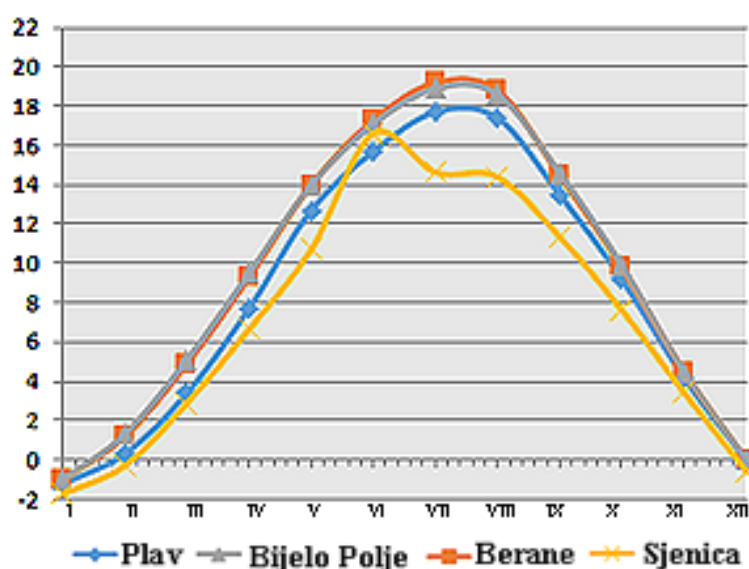
Najmanje izmjerene vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura vazduha u proučavanom prostoru su u januaru (od -1,7°C do -1,0°C), februaru (od -0,3°C do 1,2°C) u

decembru (od  $-0,6^{\circ}\text{C}$  do  $0,0^{\circ}\text{C}$ ), dok najviše vrijednosti temperature vazduha variraju u zavisnosti od lokacije, pa je tako u Sjenici najtopliji jun ( $16,6^{\circ}\text{C}$ ) dok je u ostale tri stanice (Plav, Berane i Bijelo Polje) najveća vrijednost zabilježena u julu (od  $17,7^{\circ}\text{C}$  do  $19,2^{\circ}\text{C}$ ). Na osnovu tabele (Tabela 2) može se uočiti da se minimalne srednje mjesečne temperature vazduha, najčešće javljaju u zimskom periodu godine (decembar, januar i februar), dok se maksimalne srednje mjesečne temperature vazduha javljaju u ljetnjem dijelu godine (ju, jul i avgust). Prolječne (mart, april i maj) i jesenje (septembar, oktobar i novembar) mjeseci karakterišu približno iste vrijednosti temperatura (srednjih) i one se dosta poklapaju sa godišnjim prosjekom.

*Tabela 3: Srednja mjesečna i srednja godišnja temperatura vazduha na izabranim stanicama u periodu 1966 – 2015.*

| Mjesto       | I    | II   | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII  | Sr. god. |
|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|----------|
| Plav         | -1,2 | 0,2  | 3,4 | 7,6 | 12,7 | 15,7 | 17,7 | 17,4 | 13,4 | 9,1 | 4,2 | 0,0  | 8,4      |
| Berane       | -1,1 | 1,1  | 4,9 | 9,2 | 14,0 | 17,2 | 19,2 | 18,8 | 14,5 | 9,8 | 4,5 | 0,0  | 9,4      |
| Bijelo Polje | -1,0 | 1,2  | 5,1 | 9,4 | 14,0 | 17,0 | 18,9 | 18,5 | 14,6 | 9,9 | 4,5 | 0,0  | 9,3      |
| Sjenica      | -1,7 | -0,3 | 2,9 | 6,7 | 10,7 | 16,6 | 14,6 | 14,4 | 11,3 | 7,6 | 3,4 | -0,6 | 7,1      |

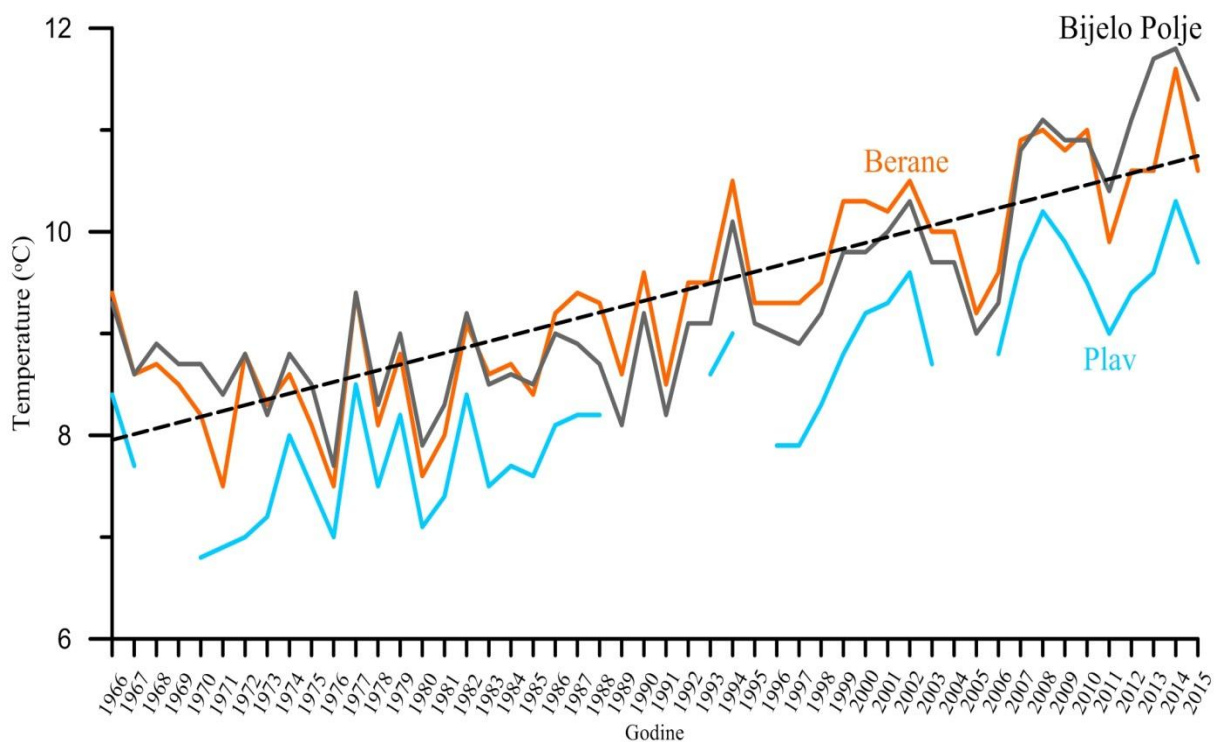
(Izvor: ZHMS i RHMZS)



*Grafikon 2: Srednja mjesečna i srednja godišnja temperatura vazduha na izabranim stanicama u periodu 1966-2015.*

Da bi smo na što bolji način izvršili klasifikaciju i analizu temperaturnih vrijednosti i utvrdili njihovo mjesečno kretanje, korišćena je meteorološka podjela godišnjih doba (proljeće: mart, april, maj (01. mart – 31. maj); ljeto: jun, jul, avgust (01. jun – 31. avgust); jesen: septembar, oktobar, novembar (01. septembar – 30. novembar) i zima: decembar, januar, februar (01. decembar – 28/29 februar), jer se astronomski kriterijum ne poklapa sa meteorološkim.

Pokazalo se da je u periodu od 1966. do 2015. godine, amplituda kolebanja srednjih godišnjih temperatura vazduha 2,3°C i da je Pešterska visoravan najhladniji dio istraživanog prostora. Ovo ne iznenađuje imajući u vidu da kotline, a naročito u visokoplaninskim područjima, pogoduju svojom morfologijom gomilanju hladnog vazduha i obrazovanju izuzetno niskih temperatura, čemu doprinosi radijaciono hlađenje vazduha, posebno u situacijama kada postoji velika prozračnost atmosfere. Zbog takvog stanja se javljaju inverzioni slojevi, debljine 300 - 500 m, baš na ovakvim visoravnima i visokim kotlinama kakav je prostor Peštera.



*Grafikon 3: Kretanje srednjih godišnjih temperatura za stanice Plav, Berane i Bijelo Polje u periodu 1966-2015.*

Grafikon 3. pokazuje da je trend srednjih godišnjih temepratura isti za posmatrane stanice, uz uočljivo niže vrijednosti za stanicu Plav u odnosu na druge dvije. Na osnovu

grafikona može se izdvojiti dva karakteristična perioda – od 1966. do 1985. kada je trend bio stagnirajući, a u ostalom dijelu posmatranog perioda je naglašen trend rasta srednjih godišnjih temperatura.

### 7.3.2. Padavine

Godišnja količina padavina i njihova raspodjela po godišnjim dobima i mjesecima (pluviometrijski režim) je jedna od glavnih klimatskih karakteristika neke oblasti. Količina izlučenih padavina tokom godine zavisi i u vezi je sa godišnjim kretanjima temperature, relativne vlažnosti vazduha i oblačnosti. Navedeni parametri uslovljavaju konvektivne procese u atmosferi, kondenzaciju vodene pare i njeno izlučivanje na tlo u tečnom ili čvrstom stanju. Pored navedenih parametara, na istraživanom prostoru, orografija ima znatan uticaj na izlučivanje padavina. U toku ljetnjih mjeseci se, takođe, javljaju i konvektivne padavine.

*Tabela 4: Srednje mjesečne i godišnje količine padavina (u mm) u periodu 1966-2015.*

| <b>Stanica</b>  | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> | <b>Suma</b> |
|-----------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|
| <i>Plav</i>     | 103      | 88        | 78         | 96        | 79       | 65        | 51         | 50          | 91        | 104      | 128       | 124        | 1057        |
| <i>Berane</i>   | 77       | 63        | 67         | 79        | 73       | 66        | 60         | 55          | 84        | 85       | 108       | 91         | 908         |
| <i>B. Polje</i> | 76       | 70        | 64         | 78        | 74       | 74        | 66         | 59          | 87        | 84       | 106       | 87         | 925         |
| <i>Sjenica</i>  | 49       | 44        | 46         | 54        | 76       | 80        | 71         | 67          | 74        | 68       | 71        | 59         | 760         |

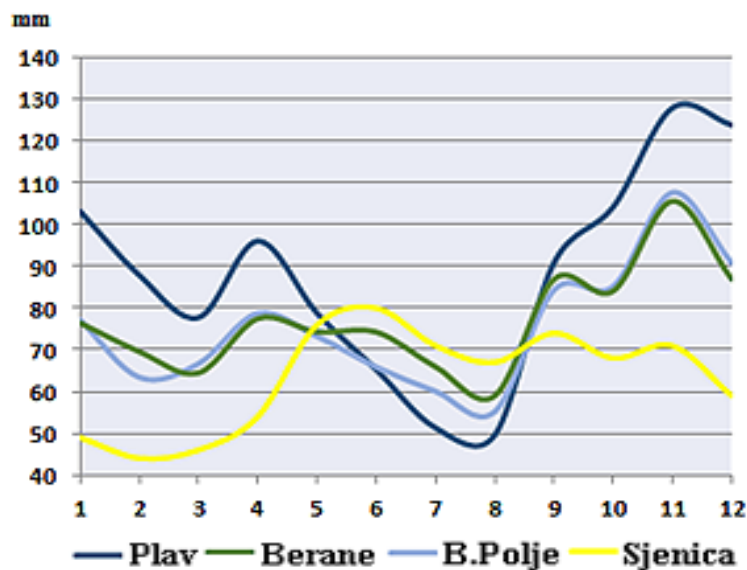
*(Izvor: ZHMSCG i RHMZS)*

Prosječna godišnja količina padavina analiziranog perioda, izmjerena na navedenim stanicama, kreće se u rasponu od 1067 mm u Plavu, 911 mm u Beranama, 925 mm u Bijelom Polju i 760 mm u Sjenici.

Na osnovu analiziranih podataka iz Tabele 5 i Grafikona 4, vidimo da se maksimalna količina padavina javlja u novembru mjesecu na stanicama Plav (122 mm), Berane (89 mm) i Bijelo Polje (86 mm), koje se nalaze u samom slivu Lima (u kotlini) od stanice u Sjenici, gde se maksimum padavina javlja u julu (80 mm), koja je smještena u sjevero-istočnom dijelu istraživanog prostora i nalazi se na najvećoj nadmorskoj visini.

Na osnovu navedenog, može se zaključiti, da se najveća količina padavina na proučavanom prostoru izlučuje u jesen a najmanja u ljeto, pri čemu se suma količine padavina povećava sa porastom nadmorske visine ( $\gamma P = 43,4 \text{ mm} / 100 \text{ m}$  na profilu Bijelo Polje – Plav) dok na profilu Bijelo Polje – Sjenica opada. Na prostoru Peštera se javljaju pretežno descendentna cirkulaciona kretanja, što se ogleda u nepovoljnim uslovima za

obrazovanje padavina. Zimi se u ovoj oblasti najčešće javlja povećani vazdušni pritisak (Sibirski anticiklon) sa hladnim i stabilnim vremenom, a ljeti su nad ovim prosotorm dominantna silazna vazdušna strujanja u kombinaciji sa malom relativnom vlažnošću vazduha. Na ovim visoravnima se mogu često i javiti tzv. inverzije padavina. Drugim riječima, susjedne kišomjerne (padavinske) stanice na manjim nadmorskim visinama, dobijaju veću količinu padavina. Tako na primer Sjenica koja leži na nadmorskoj visini od 1038 m, dobija znatno manju količinu padavina (760 mm) od okolnih kišomernih stanica u istraživanom prostoru Plav (933 m - 1057 mm), Berane (961 m - 608 mm) i Bijelo Polje (606 m - 925 mm).



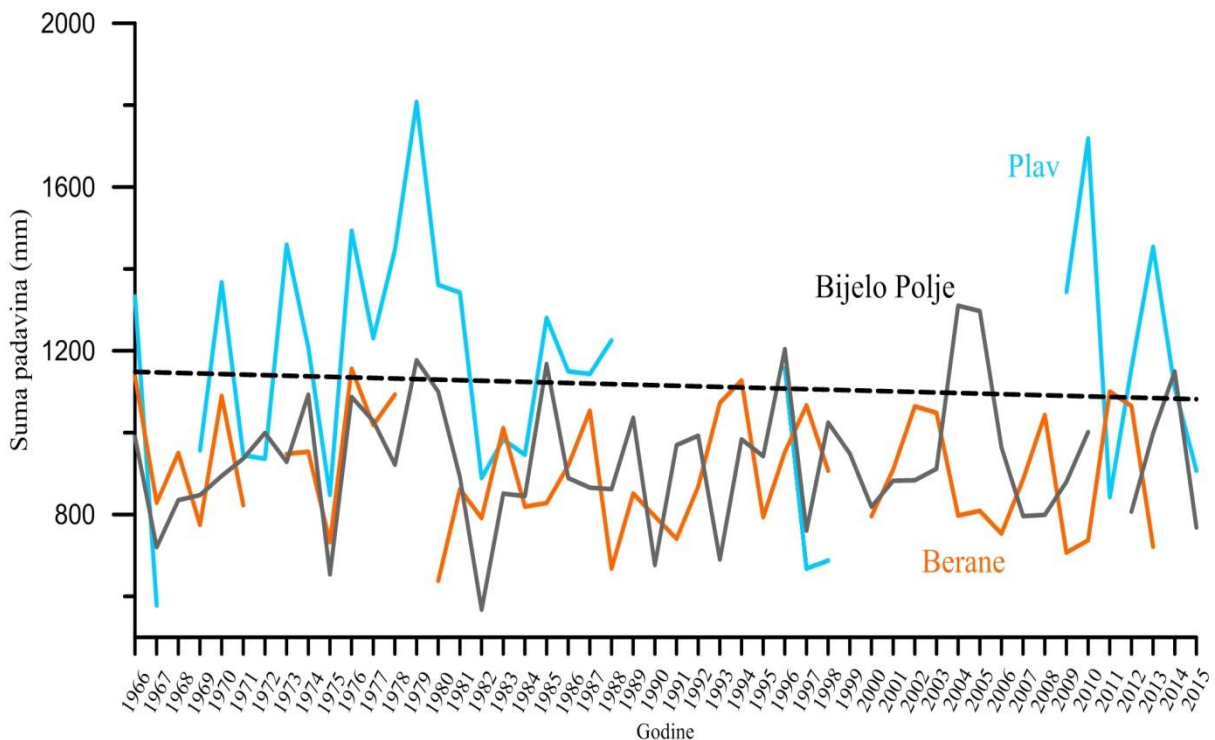
Grafikon 4: Srednja mjesečna količina padavina

Kretanje godišnjih suma padavina za posmatrane stanice govori o nepoklapanju godina sa višim i nižim količinama padavina za stanice Bijelo Polje i Berane, koje imaju sličnu prosječnu godišnju sumu padavina. Kretanje godišnjih suma padavina za stanicu Plav, u prvom dijelu posmatranog perioda odgovara trendu stanice Bijelo Polje. Generalno, u čitavom posmatranom periodu, linearni trend godišnjih suma padavina za stanicu Bijelo Polje ima silazni karakter (Grafikon 5).

Jedan od načina da se što bolje i kvalitetnije prikaže režim padavina, jeste analiziranje relativnog godišnjeg kolebanje padavina (R).

Analizirajući padavine po navedenom obrascu, dobijene su vrijednosti koje se kreću od 7,4% u Plavu, 5,8% u Beranama, 5,1% u Bijelom Polju i 4,7% u Sjenici. Što je manje relativno godišnje kolebanje padavina, utoliko su padavine u toku godine ravnomjernije raspoređene, i obrnuto.





Grafikon 5. Kretanje srednjih godišnjih suma padavina za stanice Plav, Berane i Bijelo Polje u periodu 1966-2015.

Prostorna raspodjela padavina u slivu se ogleda kroz više faktora koji utiču na nju. Najveći uticaj na režim padavina u ovom prostoru ima položaj sliva u odnosu na glavni izvor vlage (Jadransko more) i pravac i pružanje planinskih lanaca (Prokletije, Komovi, Bjelasica). Opšte je poznato da se količina vlage u vazдушnim masama smanjuje njihovim udaljavanjem od mora tj. od izvora vlage. Pri takvom kretanju, vazdušne mase se ne prihranjuju dovoljnom količinom vlage iz suvog vazduha, koji je iznad kopna (kontinenta). Ovakve vazdušne mase udaljavanjem od mora, postaju sve suvlje a samim tim i količina padavina se smanjuje, što nam potvrđuje i količina padavina u Sjenici.

Kao posledica oblika terena i uzlaznih strujanja vazduha tj. prebacivanja vazduha preko planinskih masiva, često dolazi do kondezacije vodene pare i izlučivanja padavina na nevjetrenim stranama planina, kao što je slučaj sa prostorom Plava i njegove okoline u čijem zaleđu je masiv Prokletija, i one predstavljaju ujedno i najvisočiju tačku sliva (Zla Kolata 2534 m) i koje svojim smjerom i pravcem pružanja utiču na količinu i raspodjelu padavina. Krećući se dalje prema sjeveru i sjeveroistoku (Berane, Bijelo Polje, Sjenica) količina padavina se smanjuje, usled dinamičkog zagrijavanja vazduha koji se spušta niz zavjetrene strane brda i planina, što uslovljava postepeno razvedravanje i smanjivanje visine padavina.

U ovom slučaju dolazi do neke vrste inverzije padavina, uzrokovane opadanjem specifične vlage sa visinom (kod konvekcijskih strujanja).

Režim padavina ovog prostora bi mogao predstavljati adekvatan pokazatelj regionalne distribucije vazdušnih masa. Jedan od načina za određivanje tipa pluviometrijskog režima nekog prostora jeste analiza količine (sume) padavina po godišnjim dobima. Smatra se da maritimnom režimu pripadaju one teritorije u kojima je pala veća količina padavina tokom jeseni i (ili) zime, dok kontinentalnom pluviometrijskom režimu pripadaju ona mjesta ili prostori u kojima se maksimum padavina javlja u proleće ili ljeto.

Prema ovakvom rasporedu padavina sliv Lima (do HE Potpeć) pripada mediteranskom pluviometrijskom režimu, koji je nešto modifikovan planinskim i kontinentalnim režimom padavina. Doline Morače i Lima omogućavaju nešto jače prisustvo maritimnih masa, koje se odražavaju i u ovom jugozapadnom dijelu Srbije, koji obuhvata ovaja rad.

### 7.3.3. Klimatska klasifikacija Polimlja

Detaljnim analiziranjem dostupnih klimatskih parametara kao i njenih pokazatelja, koristeći se naučnim metodama, pokušao se odrediti karakter klime istraživanog prostora.

Pluviometrijska agresivnost nekog prostora je veoma važna za sagledavanje mogućih posledica izazvanim padavinama.

Ona se izražava koeficijentom Furnijea:  $C = \frac{p^2}{P}$  (p – prosječna količina padavina najkišovitijeg mjeseca i P – prosječna godišnja količina padavina).

M. Radovanović (1996) navodi da se pluviometrijska agresivnost određuje pomoću sledeće klasifikacije:

*Tabela 5: Klasifikacija pluviometrijske agresivnosti*

| Vrijednost | Opis                                   |
|------------|--|
| < 8        | nema pluviometrijske agresivnosti      |
| 8 – 12     | blaga pluviometrijska agresivnost      |
| 12 – 16    | osrednja pluviometrijska agresivnost   |
| 16 – 20    | jaka pluviometrijska agresivnost       |
| > 20       | veoma jaka pluviometrijska agresivnost |

*(Izvor: Radovanović, 1996)*

Upoređujući dobijene podatke sa klasifikacijom iz gore navedene tabele (Tabela 5), vidimo da je u Plavu, Beranama i Bijelom Polju zastupljena osrednja pluviometrijska agresivnost (15,5%, 12,8%, 12,1%), dok je u Sjenici zastupljena blaga pluviometrijska agresivnost (8,4%).

Metoda koja se najčešće koristi prilikom određivanja tipa oticanja vode sa neke površine sliva, jeste veličina indeksa suše (IS) po De Mortonu. Koristeći navedenu formulu dobili smo da indeks suše za istraživano područje se kreće od 57,2 u Plavu, 46,8 u Beranama, 47,9 u Bijelom Polju i 44,4 u Sjenici. Na osnovu Tabele 9) i dobijenih podataka, vidimo da ovaj prostor ima vrijednosti  $> 40$  i predstavlja prostor na kojem je oticanje vode obilno i koji je izrazito šumsko područje.

*Tabela 6: De Mortonova klasifikacija*

| <b>Vrijednost</b> | <b>Opis</b>  |
|-------------------|--|
| 0-5               | areizam - nema pravilnog oticanja, pustinje  |
| 5-10              | endoreizam - voda ne odlazi u okeane, nego u zatvorene kontinentalne bazene, aridne polupustinjske oblasti; navodnjavanje neophodno u toku cijele godine |
| 10 – 20           | prelazni tip – endoreizam zavisi od reljefa, navodnjavanje potrebno  |
| $> 20$            | egzoreizam - voda odlazi u okeane  |
| 20 - 30           | Navodnjavanje je potrebno u toplim (ljetnjim) mjesecima, oticanje je smanjeno ili prekinuto samo ljeti u sušnim mjesecima, počinju šume                  |
| 30 - 40           | oticanje vode je stalno – navodnjavanje nepotrebno, šume zauzimaju sve veći prostor u prirodi  |
| $> 40$            | oticanje vode obilno - izrazito šumsko područje  |

*(Izvor: Radovanović, 2010)*

Langov kišni faktor ( $K_f$ ) predstavlja odnos prosječne godišnje sume padavina i srednje godišnje temperature vazduha za neki prostor.

Vrijednost kišnog faktora za Plav iznosi 125,8, za Berane 96,6, Bijelo Polje 99,5 i za Sjenicu 107, pa se na osnovu ovoga može zaključiti da kišni faktor Langa, za prostor sliva Lima koji je premet ovog rada, ima vrijednosti više od 80, iz čega proizilazi da klima u ovoj oblasti ima izražene karakteristike humidne klime, što potvrđuje i Tabela (Tabela 7).

Na osnovu dobijenih podataka tj. izvedenih klimatskih parametara, mogu se donijeti osnovni zaključci o bitnim karakteristikama klime, sa aspekta analize i proučavanja erozionih pojava i procesa u istraživanom prostoru, i onu su dati u tabeli (Tabela 8).

*Tabela 7: Odnos vrijednosti kišnog faktora po (Kf) i tipa klime*

| <b>Vrijednost</b> | <b>Opis</b>       |
|-------------------|-------------------|
| < 40              | aridna klima      |
| 40 – 60           | semiaridna klima  |
| 60 – 80           | semihumidna klima |
| 80 – 160          | humidna klima     |
| > 160             | perihumidna klima |

*Tabela 8: Izvedeni klimatski parametri za sliv Lima*

| <b>Naziv</b>                   |           |    | <b>Plav</b> | <b>Berane</b> | <b>B. Polje</b> | <b>Sjenica</b> |
|--------------------------------|-----------|----|-------------|---------------|-----------------|----------------|
| Pluviometrijska<br>agresivnost | Furnije   | S  | 15,5        | 12,8          | 12,1            | 8,4            |
| Indeks<br>suše                 | De Morton | IS | 57,2        | 46,8          | 47,9            | 44,4           |
| Kišni<br>factor                | Lang      | Kf | 125,8       | 96,6          | 99,5            | 107,0          |
| Stepen<br>kontinentalnosti     | Kerner    | K  | 7,9         | 2,5           | 2,0             | 4,9            |

Na osnovu izvršene analize dostupnih podataka i izvedenih veličina, došlo se do zaključaka o karakteru klime za proučavani prostor. Na osnovu navedenog, klima ovog prostora ima obilježja umjereno kontinentalne, tj. umjereno tople klima bez naglašenog sušnog perioda tokom godine, u većini mjesta sa suvim ljetima (u najnižim djelovima doline Lima i njegovih pritoka). Sa porastom nadmorske visine javlja se umjereno topla klima bez sušnog perioda tokom godine. U južnom, jugozapadnom i zapadnom dijelu sliva, koji ujedno predstavlja i najviši dio istraživanog prostora (Prokletije, Komovi, Bjelasica, Pešterska visoravan) izražena je sniježno-šumska (borelana) klima.

## 7.4. HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE

Hidrografske karakteristike rječnog sistema Lima su posljedica klime, geološkog sastava terena i reljefa. Ovaj kompleksan prostor, uglavnom, mrežasto drenira rijeka Lim sa svojim pritokama. Izvori i vrela se javljaju u podnožjima kosa i planina, dok su jezera najčešće smještena na planinama i predstavljaju glacijalne ostatke.

Sliv Lima hidrološki je dosta različit od ostalih djelova Crne Gore i Srbije, prvenstveno zahvaljujući svom geološkom sastavu. U njegovim, osobito nižim djelovima, prisutne su klastične stijene, koje zadržavaju vodu, a na njima se stvaraju, rječnom erozijom i denudacijom, blaži oblici reljefa, površi i kotline. Za dobijanje osnovnih morfometrijskih parametara sliva Lima, pored podataka iz VO "Zeta" (Hrvavčević, 2004) korišćene su i GIS tehnologije (Quantum GIS Lisboa 1.8.0), kao jedan od osnovnih alata. Za osnovni izvor podataka o slivu izabrana je topografska karta razmjere 1:50 000 (TK 50), izdanje Vojnogeografskog instituta, dopunjeno 1970, a štampano 1980. godine, koja je georeferencirani u državnom koordinatnom sistemu Gaus-Krigerove projekcije (GK 6).

### 7.4.1. Podzemne vode

Složene hidrogeološke odlike terena sliva rijeke Lima, uslovile su prisustvo povremenih i stalnih izvora i vrela. To su izvori koji dobijaju vodu iz razbijenih i kombinovanih izdani, a nalaze se na brdskim padinama i duž erozionih bazisa sa slivovima koji su izgrađeni od brojnih litoloških članova koji čine prave litološke komplekse, u kojima se litološki članovi smjenjuju bočno i vertikalno (Hrvavčević, 2004).

Izvor *Manastirko vrelo* se nalazi u zapadnom dijelu Berana u samoj blizini manastira Đurđevi stupovi. Prihranjuje se sa krečnjačkih terena Županske glavice, Strana i Straže. Procijenjena izdašnost se kreće od 50 – 250 l/s. Sa ovog izvora se jednim dijelom vrši i vodosnabdijevanje Berana. Poslije Drugog svjetskog rata na ovom vrelu je izgrađena minihidrocentrala za potrebe manastira, parohije i još nekoliko kuća.

Na oko 12 km južno od Bijelog Polja, u mjestu Ravna Rijeka preko *Bistričkog vrela* dreniraju se podzemne vode Bistrice (Bjelopoljske Bistrice ili Bistrice Male). To je dio podzemnih voda koje se formiraju u masivu Bjelasice. Sa ovog vrela se vrši vodosnabdijevanje Bijelog Polja. Minimalna izdašnost izvorišta je oko 200 l/s, mada je, prema nekim podacima kapacitet izvorišta znatno veći (Ćulafić, G., 2017).

Od ostalih izvora važno je pomenuti *Navotinsko vrelo*, *Zagorsko vrelo*, *Dapsićko vrelo*, *Vukanovo vrelo*, kao i mnogi drugi izvori koji su uslovljeni litološkim sastavom i hidrogeološkim karakteristikama stijena od kojih su izgrađeni tereni sliva Lima.

Pojave mineralnih voda u okviru unutrašnjih Dinarida, odnosno sjeveroistočne zone, Crne Gore, zastupljene su u slivu Lima i Ibra. Ovaj dio terena izgrađen je od škriljaca (argilošista, filita), pješčara i krečnjaka paleozojske starosti.

Najpoznatije pojave mineralnih voda se nalaze u okolini Bijelog Polja, i to između rijeka Ljuboviđe i Sljepašnice. Mineralne vode se javljaju u selu Nedakusi (dolina Sljepašnice), u dolini rijeke Lipnice, u selima Lješnica i Čeoče (dolina rijeke Lješnice), kao i u selima Modri do, Pape, Dubrave, Jabučno i Bučje. Javljaju se u vidu izvora male izdašnosti na kotama od oko 570–1100 m i to najčešće duž rasjeda generalnog pravca pružanja sjeverozapad – jugoistok, koji se poklapaju s dolinama Ljuboviđe, Lješnice i Sljepašnice.

Najveće izdašnosti su izvor Čeoče ( $Q_{min} = 0,5$  l/s), izvor kod Banjeg sela ( $Q_{min} = 0,02$  l/s) i izvor „Kisjela voda“ u dolini Sljepašnice kod Nedakusa ( $Q_{min} = 0,05$  l/s). Prema fizičkim svojstvima su kisjelog ukusa, bez boje i mirisa, s temperaturom 9 do 12 °C.

Izvor Čeoče u dolini Lješnice je najveće izdašnosti od svih izvora mineralne vode u široj okolini Bijelog Polja. Ovaj izvor nalazi se na udaljenosti od oko 6 km od Bijelog Polja na koti od oko 650 m. Prema podacima iz dokumentacije, prirodna izdašnost ovog izvora iznosila je oko 0,5 l/s.

Na ovom prostoru, izgrađenom od paleozojskih škriljaca, tokom 1982. godine izveden je eksploatacioni bunar prečnika 220 mm, dubine 29 m, čija optimalna izdašnost iznosi  $Q = 1,4$  l/s, odnosno maksimalna izdašnost je  $Q = 5,6$  l/s. Ovaj izvor je zahvaćen za potrebe fabrike za flaširanje mineralne vode „Rada“, koja se nalazi u industrijskoj zoni grada.

Izvor Banjeg sela nalazi se u dolini Lješnice, na udaljenosti od oko 2,5 km od Bijelog Polja. Teren je slične geološke građe kao kod izvora Čeoče odnosno izgrađen je od škriljaca i pješčara. Ističe na presjeku rasjeda pravca pružanja sjeverozapad – jugoistok i sjeveroistok – jugozapad. Izdašnost izvora je oko 0,02 l/s, a mineralizacija 1.875 mg/l. Temperature vode je oko 11°C i prijatnog je kisjelog ukusa.

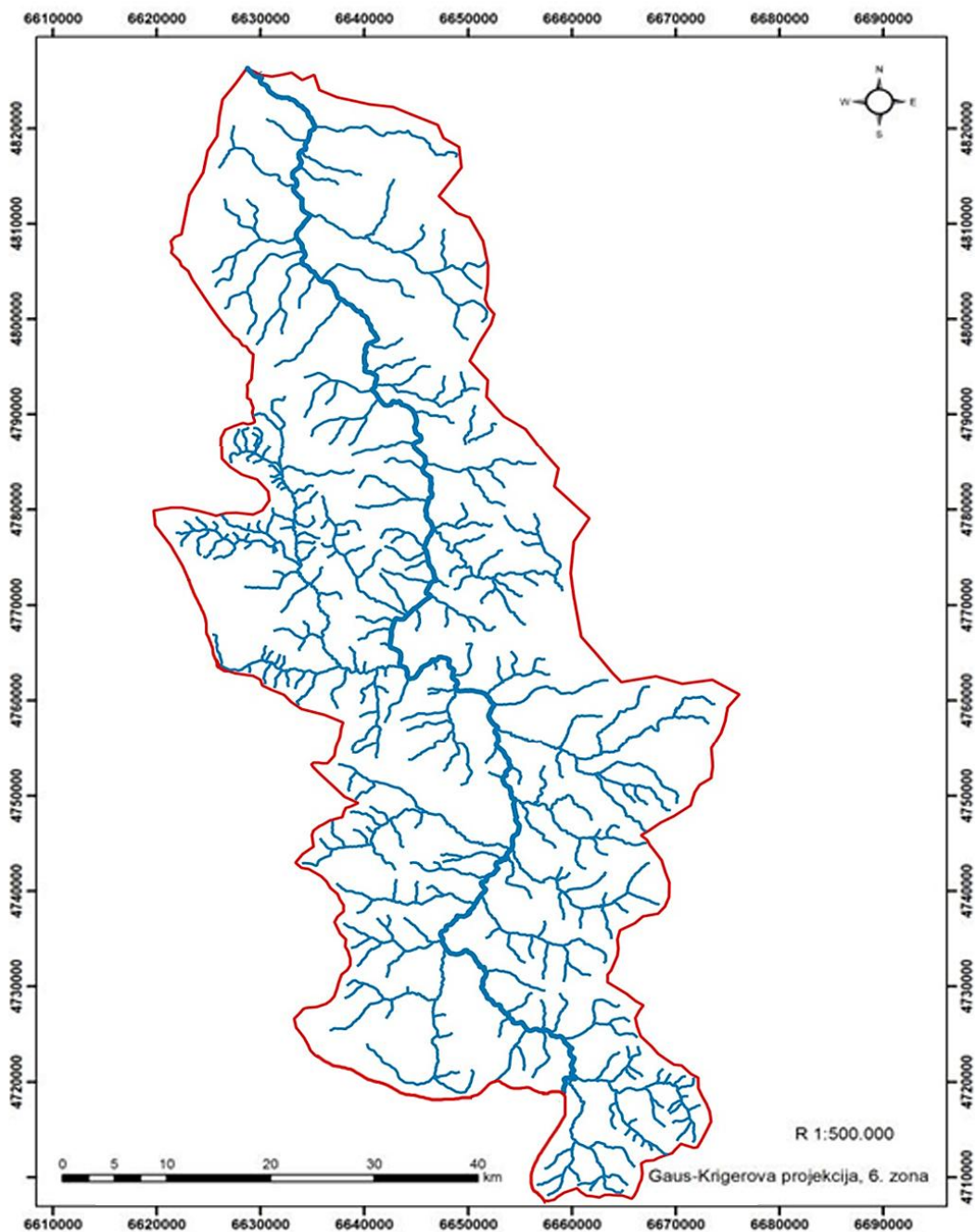
Izvori u Donjim Nedakusima nalaze se u dolini Šljepašnice, oko 4 km od Bijelog Polja. Ističu na koti oko 570 m. Jedan se nalazi neposredno pored motela „Kisjela voda“, a drugi oko 400 m uzvodno od njega. Ovaj teren izgrađen je pretežno od mlađe paleozojskih škriljaca i pješčara. Isticanje mineralne vode predisponirano je rasjedom čije se pružanje poklapa s dolinom Šljepašnice. To su takođe vode hidrokarbonatne klase, natrijske grupe, odnosno

pripadaju redu hladnih alkalnih-saliničnih kiseljaka. Mineralne vode ovog izvora zbog većeg sadržaja gvožđa imaju karakter gvožđevitih voda (Strategija upravljanja vodama, 2017).

#### 7.4.2. Površinske vode

##### *Lima i njegove pritoke*

Ukupna dužina Lima, od izvora do ušća iznosi 219 km. Dužina toka Lima u proučavanom području, lv, od izvorišta iz Plavskog Jezera pa do profila HE Potpeć iznosi, 149 km.



Karta 6: Hidrografska mreža Polimlja na potezu od izvora Lima do HE "Potpeć"

Lim u proučavanom području, od Plavskog Jezera sa istoka Crne Gore teče na sjever i sjeverozapad protičući pored Andrijevice (760 m), Berana (667 m), Bijelog Polja (589 m), Brodareva (489 m), do brane Potpeć, kao krajnje tačke ovog istraživanja (436 m), pa dalje Prijepolja, Priboja i Rudog, do ušća u Drinu, nizvodno od Međeđa.

Desne pritoke Lima su: *Komaračka rijeka* (16,5 km), najveća pritoka u plavsko-gusinjskoj regiji, *Velička* (7 km), *Ržanička* (4,5 km) i *Piševska rijeka* (4,5 km). Sa lijeve strane, odmah poslije izlaska iz Plavskog jezera, u Lim se uliva *Brezojevički potok*, čije je izvorište u višim djelovima Visitora. Nizvodno se uliva *Pepićka rijeka*, pa zatim nizvodno *Murinska rijeka* (6,5 km), kao i *Šeremet*, *Vođenički* i *Luški potok*. Ovi potoci su poznati po velikim nanosima u vrijeme obilnih padavina.

Napuštajući Polimlje, oko 600 m od ušća desne pritoke Piševske rijeke, Lim ulazi u klisuru Sućesku, dugu oko 4 km, usječenu u trijaskim krečnjacima, između Rasojevičke glave (1601 m) i Teferidža (1557 m), sa desne i Jerinje glave (1548 m) sa lijeve strane doline.

Između Sućeske i Tifranske klisure, nizvodno od Berana, dolina Lima je dosta proširena, naročito na ušćima većih pritoka i u Beranskoj kotlini. Na tom dijelu toka najvažnije desne pritoke su: *Šekularska rijeka* (15,5 km), *Kaludarska rijeka* (19 km), *Brnjica* (7 km) i *Dapsićka rijeka* (13,5 km).

Lijeve pritoke Lima na prostoru između pomenutih klisura su: *Zlorečica* (20 km), *Kraštica* (10 km), *Trepačka rijeka* (14,5 km), *Vinicka* (7,5 km) i *Bistrica* (23 km).

Nizvodno od Tifranske klisure (duge 2 km) dolina Lima dosta je široka, osobito oko ušća pritoka, gdje su i nastala veća naselja. Važnije desne pritoke su: *Lješnica* (21 km), *Tronoša* (11,5 km), *Crnča* (10 km), *Poljanska rijeka* (5,5 km) i *Bjelopoljska Bistrica* (28 km), a lijeve: *Brzava* (10 km), *Ljuboviđa* (36 km), *Lješnica* (16 km) i kratke pritoke: *Lipnica*, *Šljepačnica*, *Miočki* i *Dobrinjski potok*.

## ▮ Prirodna i vještačka jezera

### 7.4.2.2.1. Prirodna jezera

Posebnost ovog prostora u hidrografskom pogledu predstavljaju i planinska jezera, poznata u narodu kao "gorske oči". Najzastupljenija su na Prokletijama i Bjelasici.

Na proučavanom području koje se nalazi na padinama Prokletija, dijelu koji pripada Crnoj Gori, nalaze se jezera: *Plavsko*, *Hridsko*, *Visitorsko*, dok slivu Lima na planini Bjelasici pripadaju jezera: *Pešića*, *Ursulovačka (Veliko i Malo)* i *Šiško (Veliko i Malo)*.

*Plavsko jezero* je po površini najveće ledničko jezero u Crnoj Gori. Nalazi se u prostranoj Plavsko-gusinjskoj kotlini, tektonskoj potolini, između Prokletija i Visitora. Jezero



se nalazi na 908 mnv, i najniže je ledničko jezero u Crnoj Gori. Nastalo je u terminalnom basenu najdužeg lednika, u pleistocenu na prostoru Crne Gore, dugog 35 km. Lednik se kretao od kučkog lednika, tj. od cirkova na Žijovu koji se spajao sa više lednika koji su se nalazili u središnjem dijelu Prokletija i tako je narastao u vrlo moćan lednik, koji je cijelu ovu kotlinu pretvorio u prostrani lednički valov (Radojičić, 2005).

Plavsko jezero ima elipsasti oblik. Dugo je, prostirući se na pravcu jug-sjever, 2160 m dok mu je najveća širina 1490 m. Dužina obalske linije iznosi 7520 m (pri srednjem vodostaju). Površina jezera je 2 km<sup>2</sup> a zapremina 7690950 m<sup>3</sup>. Najveća dubina jezera u njegovom središnjem dijelu je 9,10 m. U zavisnosti od proticaja vode Ljuče, padavina, otapanja snijega, oticaja Limom i isparavanja, na Plavskom jezeru se godišnje javljaju dva maksimuma vodostaja, u maju i decembru i dva minimuma, u oktobru i februaru. Prosječni godišnji proticaj Ljuče pri ušću u jezero je 20,0 m<sup>3</sup>/s, a prosječni proticaj Lima na isteku iz jezera iznosi 19,3 m<sup>3</sup>/s vode (Radojičić, 2005).

*Hridsko jezero* se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Prokletija, ispod hridskog krša (Veliki Hrid 2011 m). Jezero je na nadmorskoj visini od 1970 m. U vrijeme ljetnjih mjeseci jezero je dugačko 295 m, maksimalne širine od 175 m, dužina obalske linije mu je 920 m a najveća dubina 5,1 m (u sjeveroistočnom dijelu jezera). Površina jezera je 33,4 m<sup>2</sup> a zapremina 62897 m<sup>3</sup>. Godišnja amplituda vodostaja u jezeru iznosi oko 1,5 m (Radojičić, 2005).

*Visitorsko jezero* se nalazi na Visitoru, u izvorištu Murinske rijeke, na 1735 m. Dugo je 91,5 m a široko 72,5 m, dužina obalske linije iznosi 294 m a najveće dubine je do 4,1 m. (Radojičić, 2005).

*Pešića jezero* je drugo po veličini jezero na Bjelasici. Basen jezera predstavlja izvorišni prostor Pešića potoka, koji sa manjim tokovima pravi Jezeršticu, lijevu pritoku Jelovice, jedne od izvorišnih rijeka Bistrice, lijeve pritoke Lima, sa ušćem prije Berana. Basen je u pleistocenu bio prostrani lednički cirk smješten između planinskih vrhova Crna glava (2132 m), Zekova glava (2116 m) i Bjelila (2059 m). Cirk je otvoren prema sjeveroistoku i u tom pravcu se kretao pleistocenski lednik i odnosio morenski materijal sve do ušća potoka u Jelovicu.

*Ursulovačka jezera (Veliko i Malo)* su sjevernije od Pešića jezera, na udaljenosti od njega oko 2 km vazdušne linije. *Veliko* je dugo 162 m, široko 106 m, obalska linija mu je duga 445 m, površine je 12200 m<sup>2</sup> a zapremine 35,320 m<sup>3</sup>. Maksimalna dubina jezera je 8,1 m. *Malo* jezero se naziva još i *Blatina*. Jezero je nastalo u manjem cirku (prečnika 1,2 km) koji je otvoren prema udolini Suvodo. Dužina jezera je 102 m, širina 66 m, dubina 2,2 m.



*Slika 2: Detalji iz proučavanog sliva Lima: Komovi, Bogičevica – Hridsko jezero; Prokletije; Plavsko jezero – izvor Lima sa Visitora; Mokra planina iznad Šekulara; Plavsko jezero – Visitor; Jezera na Bjelasici – Šiško.*

*Šiška jezera (Veliko i Malo)* se nalaze u prostranom cirku u središnjem dijelu Bjelasice, u dijelu planine koji se naziva Šiška. *Veliko* se nalazi na nadmorskoj visini od 1660 m, dugačko je u pravcu zapad-istok 350 m, široko 140 m, dužina obale iznosi 730 m a najveća dubina od 3,5 do 5 m u zavisnosti od vodostaja. *Malo* jezero se nalazi južnije, na oko 1 km od Velikog. Leži na nadmorskoj visini od 1660 m, dugačko je 105 m, široko 65 m, a duboko oko 1,7 m (Radojičić, 2005).

*Potpečko jezero* je nastalo izgradnjom brane "Potpeć" kod istoimenog sela u blizini Priboja. Godine 1967. završena je izgradnja vještačke brane, koja je dugačka 215 m a visoka 46 m. Nadmorska visina jezera je 436 m. Od brane prema Bistrici jezero je suženo i pri visokom vodostaju ima dužinu od 17 do 20 km. Od Bistrice pa do ušća Mileševske rijeke kod Prijepolja, jezero ima oblik deformisanog lijevka (Dragović, 2004).

U vrijeme visokih vodostaja dubina jezera je i do 40 m, dok je zapremina basena 42,8 miliona m<sup>3</sup> vode. Od te količine za proizvodnju električne energije koristi se oko 25 miliona m<sup>3</sup>. Instalirana snaga pri padu od 38 m je 51 MW i proizvodi 220 miliona kWh električne energije godišnje (Dragović, 2004).

#### 7.4.3. Vodni režim i režim oticanja padavina

Za analiziranje vodnog režima sliva Lima korišćeni su podaci sa HS Plav (kao ulazni profil) i HS Bijelo Polje (kao izlazni profil na teritorije Republike Crne Gore) i podaci sa HS Brodarevo (kao ulazni profil na teritoriji Republike Srbije) i HS Prijepolje kao poslednji (izlazni) profil prije akumulacije Potpeć, kao krajnjeg odredišta za analiziranje.

Tabela 4: Srednji mjesečni i godišnji vodostaji Lima

| Hidrološka stanica  | Period      | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX | X  | XI  | XII | G   |
|---------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|-----|-----|-----|
| <i>Plav</i>         | 1965 - 2014 | 63  | 59  | 66  | 92  | 103 | 83  | 61  | 47   | 47 | 58 | 71  | 74  | 69  |
| <i>Bijelo Polje</i> |             | 56  | 54  | 69  | 104 | 106 | 66  | 31  | 15   | 19 | 33 | 55  | 68  | 56  |
| <i>Brodarevo</i>    | 1991 - 2014 | 116 | 108 | 135 | 169 | 158 | 116 | 80  | 62   | 69 | 85 | 113 | 131 | 112 |
| <i>Prijepolje</i>   |             | 82  | 75  | 98  | 121 | 113 | 78  | 52  | 37   | 41 | 55 | 77  | 93  | 78  |

(Izvor: ZHMS i RHMZS)

Najvažniji elementi prilikom analiziranja vodnog režima određenog sliva su vodostaj i proticaj. Za proučavanje i dobijanje slike o vodostanju u slivu Lima, analiziran je period od 1965. do 2014. godine za profil Plav i Bijelo Polje i period od 1991. do 2014. godine za profil Brodarevo i Prijepolje (periodi u kojima nije bilo prekida u radu).

Analizirajući posmatrani period, uočava se da se vrijednosti srednjeg godišnjeg vodostaja kreću od 56 cm u Bijelom Polju pa do 112 cm u Brodarevu. Maksimumi vodostaja se javljaju u proljećnim mjesecima (mart, april, maj) sa maksimumom u maju, a minimalni vodostaji se javljaju u ljetnjim. Maksimalni i minimalni srednji vodostaji se poklapaju sa maksimumom i minimumom padavina, koje se izluče u slivu. U martu dolazi do postepenog porasta temperature, što direktno utiče na akumulirani snijeg i njegovo otapanje, i kao posljedica toga se javljaju maksimalni vodostaji u aprilu. Vodostaj od aprila opada sve do septembra, i pored toga što se dosta padavina izluči i tokom maja i juna.

Za jasnije sagledavanje vodnog režima nekog sliva, osim srednjemjesečnih i srednjegodišnjih proticaja, veoma je važno i poznavanje karakterističnih (srednjegodišnjih maksimalnih i minimalnih, apsolutnih minimalnih i apsolutnih maksimalnih) proticaja.

*Tabela 9: Vrijednosti srednjemjesečnih i godišnjih proticaja Lima (1965 – 2014)*

| <b>Hidrološka stanica</b>     | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> | <b>G</b> |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|----------|
| <i>Plav</i>                   | 15,3     | 12,8      | 16,1       | 33,5      | 42,3     | 26,1      | 12,6       | 6,5         | 7,6       | 13,8     | 22,1      | 22,9       | 19,3     |
| <i>Bijelo Polje</i>           | 57,2     | 53,4      | 70,9       | 122       | 124      | 65,7      | 29,7       | 18,1        | 22,9      | 37,5     | 63,7      | 76,9       | 61,9     |
| <i>Brodarevo<sup>1</sup></i>  | 67,0     | 54,9      | 85,7       | 137       | 116      | 58,1      | 27,0       | 22,7        | 23,4      | 47,5     | 72,2      | 96,9       | 66,2     |
| <i>Prijepolje<sup>2</sup></i> | 69,8     | 58,5      | 95,0       | 141       | 123      | 63,3      | 29,6       | 18,6        | 25,0      | 39,8     | 71,9      | 96,1       | 70,3     |

(Izvor: ZHMS i RHMZS)

Prosječni višegodišnji proticaj Lima, izmjeren na HS Plav (koja se nalazi nekih 720 m nakon isticanja Lima iz Plavskog jezera) iznosi 19,3 m<sup>3</sup>/s, a na HS Bijelo Polje iznosi 61,9 m<sup>3</sup>/s (za period osmatranja 1965 – 2014). Proticaj na HS Brodarevo (1991 – 2010) iznosi 66,2 m<sup>3</sup>/s a na HS Prijepolje (1991 – 2014) 70,3 m<sup>3</sup>/s.

Sa aspekta proučavanja erozije zemljišta, veoma je važno, da se osim poznavanja karakteristika prosječnih mjesečnih i godišnjih vrednosti proticaja analiziraju i njegove

<sup>1</sup> Period 1991 - 2010

<sup>2</sup> Period 1991 - 2014

ekstremne vrijednosti. Specifičnost ovog elementa vodnog režima podrazumijeva dodatno i analizu maksimalnih i minimalnih proticaja.

*Specifični oticaj* predstavlja broj litara atmosfere vode koja otekne sa površine od 1 km<sup>2</sup> sliva u jednoj sekundi, obilježava se sa  $q$  a izražava se u l/s/km<sup>2</sup> (Dukić i Gavrilović, 2008).

*Tabela 10: Srednje mjesečne vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Plav (1991 – 2010)*

| Plav                          | I    | II   | III  | IV   | V     | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | G    |
|-------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>F = 364 km<sup>2</sup></b> |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)         | 17,1 | 11,4 | 16,1 | 33,1 | 37,4  | 21,1 | 9,8  | 4,5  | 7,3  | 13,5 | 22,6 | 27,8 | 18,5 |
| $\sigma$                      | 12,9 | 7,2  | 9,6  | 11,4 | 13,3  | 8,3  | 3,9  | 1,8  | 6,7  | 11,9 | 12,6 | 20,2 | 3,8  |
| Cv                            | 75   | 63   | 60   | 34   | 35    | 40   | 40   | 41   | 92   | 88   | 56   | 73   | 20   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )      | 47,1 | 31,3 | 44,4 | 91,2 | 103,0 | 58,0 | 27,0 | 12,5 | 20,1 | 37,1 | 62,2 | 76,4 | 50,9 |
| $\sigma$                      | 35,4 | 19,7 | 26,4 | 31,2 | 36,4  | 22,9 | 10,7 | 5,1  | 18,5 | 32,7 | 34,7 | 55,4 | 10,3 |

Srednji višegodišnji proticaj Lima na profilu Plav iznosi 18,5 m<sup>3</sup>/s, što daje specifični oticaj od 50,9 l/s/km<sup>2</sup>. Najveći srednji godišnji proticaj (Q<sub>max</sub>) od 25,0 m<sup>3</sup>/s (68,6 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen je 2010. godine, dok je najmanji (Q<sub>min</sub>) od 13,0 m<sup>3</sup>/s (35,6 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen 1992. godine. Odnos između maksimalnih i minimalnih vrijednosti proticaja iznosi 1:9,2. Apsolutna vrijednost maksimalnog proticaja (Q<sub>apsmax</sub>) iznosi 284 m<sup>3</sup>/s (1999. godina) dok apsolutni minimum (Q<sub>apsmin</sub>) iznosi 1,8 m<sup>3</sup>/s (2010. godine) što predstavlja odnos od 1:157,7 (Ćulafić, 2018)

Na osnovu tabele (Tabela 10) vidimo da se maksimalni srednji mjesečni proticaji na profilu Plav javljaju u maju 37,4 m<sup>3</sup>/s (103,0 l/s/km<sup>2</sup>) i aprilu 33,1 m<sup>3</sup>/s (91,2 l/s/km<sup>2</sup>). Nakon maja najveći proticaji su u decembru 27,8 m<sup>3</sup>/s (76,4 l/s/km<sup>2</sup>). Minimalni srednji mjesečni proticaji su u avgustu 4,5 m<sup>3</sup>/s (12,5 l/s/km<sup>2</sup>) i septembru 7,3 m<sup>3</sup>/s (20,1 l/s/km<sup>2</sup>). Odnos između majskih (max) i avgustovskih (min) proticaja iznosi 1:8,3.

Posmatrajući sezonske odnose (Tabela 11), uviđamo da su najviši srednji proticaji vezani za prolječne a najmanji za ljetnje mjesec (1:2,5). Ipak, najveće kolebanje proticaja se javlja u jesenjim mjesecima, a zatim u zimskim što se vidi i po vrijednostima koeficijenta varijabilnosti. U okviru jesenje sezone ekstremnu varijabilnost proticaja pokazuje i odnos između maksimalnih (1991. godina) i minimalnih (2010. godina) vrijednosti proticaja koji iznosi 1:23,3.

Tabela 11: Srednje sezonske vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Plav (1991 – 2010)

| Plav                          | Proljeće | Ljeto | Jesen | Zima |
|-------------------------------|----------|-------|-------|------|
| <b>F = 364 km<sup>2</sup></b> |          |       |       |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)         | 28,9     | 11,6  | 14,5  | 18,8 |
| σ                             | 11,4     | 4,6   | 10,4  | 74,0 |
| Cv                            | 43       | 40    | 79    | 70   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )      | 79,5     | 32,5  | 39,8  | 51,6 |
| σ                             | 31,3     | 38,7  | 28,6  | 36,8 |

Srednji višegodišnji proticaj Lima na profilu Bijelo Polje iznosi 58,7 m<sup>3</sup>/s, što daje specifični oticaj od 26,9 l/s/km<sup>2</sup>. Najveći srednji godišnji proticaj (Q<sub>max</sub>) od 201,1 m<sup>3</sup>/s (92,1 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen je 1997. godine, dok je najmanji (Q<sub>min</sub>) od 10,3 m<sup>3</sup>/s (4,7 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen 2010. godine. Odnos između maksimalnih i minimalnih vrijednosti proticaja iznosi 1:19,5. Na ovom profilu je zabilježena apsolutna vrijednost maksimalnog proticaja (Q<sub>aps,max</sub>) od 917,5 m<sup>3</sup>/s (2010. godine) dok apsolutni minimum (Q<sub>aps,min</sub>) iznosi 9,4 m<sup>3</sup>/s (2010. godine) što predstavlja odnos od 1:97,6.

Tabela 12: Srednje mjesečne vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Bijelo Polje (1991 – 2010)

| Bijelo Polje                   | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | G    |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>F = 2183 km<sup>2</sup></b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 56,7 | 44,7 | 69,6 | 122  | 110  | 51,0 | 22,4 | 14,9 | 21,7 | 37,0 | 66,7 | 87,1 | 58,7 |
| σ                              | 29,1 | 17,0 | 29,4 | 34,1 | 40,9 | 19,1 | 7,0  | 3,1  | 14,7 | 32,9 | 36,2 | 55,5 | 9,6  |
| Cv                             | 51   | 38   | 42   | 28   | 37   | 38   | 31   | 21   | 68   | 89   | 54   | 64   | 16   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 26,0 | 20,5 | 31,9 | 56,0 | 50,8 | 23,4 | 10,3 | 6,8  | 9,9  | 17,0 | 30,5 | 39,9 | 26,9 |
| σ                              | 13,3 | 7,8  | 13,4 | 15,6 | 18,7 | 8,8  | 3,2  | 1,4  | 6,7  | 15,1 | 16,6 | 25,4 | 4,4  |

Na osnovu tabele 12 vidi se da se maksimalni srednji mjesečni proticaji na profilu Bijelo Polje javljaju u aprilu mjesecu 122,2 m<sup>3</sup>/s (56,0 l/s/km<sup>2</sup>) i maju 110,9 m<sup>3</sup>/s (50,8 l/s/km<sup>2</sup>). Nakon maja najveći proticaji se javljaju u decembru 87,1 m<sup>3</sup>/s (39,9 l/s/km<sup>2</sup>). Minimalni srednji mjesečni proticaji su u avgustu 14,9 m<sup>3</sup>/s (6,8 l/s/km<sup>2</sup>) i septembru 21,7 m<sup>3</sup>/s (9,9 l/s/km<sup>2</sup>). Odnos između aprilskih (max) i avgustovskih (min) proticaja iznosi 1:8,2.

Tabela 13: Srednje sezonske vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Bijelo Polje (1991 – 2010)

| Bijelo Polje                   | Proljeće | Ljeto | Jesen | Zima |
|--------------------------------|----------|-------|-------|------|
| <b>F = 2183 km<sup>2</sup></b> |          |       |       |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 100,9    | 29,4  | 41,8  | 62,8 |
| σ                              | 123,0    | 9,7   | 27,9  | 33,9 |
| Cv                             | 36       | 30    | 70    | 51   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 46,2     | 13,5  | 19,1  | 28,8 |
| σ                              | 15,9     | 4,5   | 12,8  | 15,5 |

Posmatrajući sezonske odnose (Tabela 13), uviđa se da su najviši srednji proticaji vezani za proljećne a najmanji za ljetnje mjeseci (1:3,4). Ipak, najveće kolebanje proticaja se javlja u jesenjim mjesecima, a zatim u zimskim što se vidi i po vrijednostima koeficijenta varijabilnosti. U okviru jesenje sezone ekstremnu varijabilnost proticaja pokazuje i odnos između maksimalnih (2003. godina) i minimalnih (2010. godina) vrijednosti proticaja koji iznosi 1:12,2.

Tabela 14: Srednje mjesečne vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Brodarevo (1991 – 2010)

| Brodarevo                      | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | G    |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>F = 2762 km<sup>2</sup></b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 67,0 | 54,9 | 85,7 | 137  | 116  | 58,1 | 27,0 | 22,7 | 23,4 | 47,5 | 72,2 | 96,9 | 67,4 |
| σ                              | 35,1 | 23,4 | 37,3 | 40,1 | 41,5 | 21,9 | 9,8  | 26,6 | 16,7 | 46,1 | 38,7 | 64,8 | 14,8 |
| Cv                             | 52   | 43   | 44   | 29   | 36   | 38   | 36   | 117  | 71   | 97   | 54   | 67   | 22   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 24,3 | 19,9 | 31,0 | 49,7 | 42,0 | 21,0 | 9,8  | 8,2  | 8,5  | 17,2 | 26,1 | 35,1 | 24,4 |
| σ                              | 12,7 | 8,5  | 13,5 | 14,5 | 15,0 | 7,9  | 3,6  | 9,6  | 6,0  | 16,7 | 14,0 | 23,5 | 5,4  |

Na profilu Brodarevo srednji višegodišnji proticaj Lima iznosi 67,4 m<sup>3</sup>/s, što daje specifični oticaj od 24,4 l/s/km<sup>2</sup>. Najveći srednji godišnji proticaj (Q<sub>max</sub>) od 277,0 m<sup>3</sup>/s (100,3 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen je 2010. godine, dok je najmanji (Q<sub>min</sub>) od 9,8 m<sup>3</sup>/s (3,5 l/s/km<sup>2</sup>) zabilježen 2003. godine. Odnos između maksimalnih i minimalnih vrijednosti proticaja iznosi 1:28,3. Na ovom profilu je zabilježena apsolutna vrijednost maksimalnog proticaja (Q<sub>aps,max</sub>) od 956,0 m<sup>3</sup>/s (2010. godine) dok apsolutni minimum (Q<sub>aps,min</sub>) iznosi 7,6 m<sup>3</sup>/s (2003. godine) što predstavlja odnos od 1:125,8.

Na osnovu tabele (

Tabela) vidimo da se maksimalni srednji mjesečni proticaji na profilu Brodarevo javljaju u aprilu mjesecu  $137,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $49,7 \text{ l/s/km}^2$ ) i maju  $116,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $42,0 \text{ l/s/km}^2$ ). Nakon maja najveći proticaji se javljaju u decembru  $96,9 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $35,1 \text{ l/s/km}^2$ ). Minimalni srednji mjesečni proticaji su u avgustu  $22,7 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $8,2 \text{ l/s/km}^2$ ) i septembru  $23,4 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $8,5 \text{ l/s/km}^2$ ). Odnos između aprilskih (max) i avgustovskih (min) proticaja iznosi 1:6,0.

*Tabela 15: Srednje sezonske vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Brodarevo (1991 – 2010)*

| <b>Brodarevo</b>               | <b>Proljeće</b> | <b>Ljeto</b> | <b>Jesen</b> | <b>Zima</b> |
|--------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>F = 2762 km<sup>2</sup></b> |                 |              |              |             |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 113,0           | 35,9         | 47,7         | 72,9        |
| σ                              | 39,6            | 19,4         | 33,8         | 41,1        |
| Cv                             | 36              | 64           | 74           | 54          |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 40,9            | 13,0         | 17,3         | 26,4        |
| σ                              | 14,3            | 7,0          | 12,2         | 14,9        |

Posmatrajući sezonske odnose, uviđamo da su najviši srednji proticaji vezani za proljećne, a najmanji za ljetnje mjesece (1:3,1). Ipak, najveće kolebanje proticaja se javlja u jesenjim mjesecima (kao i na svim ostalim profilima koje obuhvata ovaj rad), a zatim u ljetnjim što se vidi i po vrijednostima koeficijenta varijabilnosti. U okviru jesenje sezone ekstremnu varijabilnost proticaja pokazuje i odnos između maksimalnih (2001. godina) i minimalnih (2005. godina) vrijednosti proticaja koji iznosi 1:16,4.

Na profilu Prijepolje srednji višegodišnji poticaj Lima iznosi  $70,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , što daje specifični oticaj od  $22,4 \text{ l/s/km}^2$ . Najveći srednji godišnji proticaj ( $Q_{\max}$ ) od  $106,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $33,5 \text{ l/s/km}^2$ ) zabilježen je 2010. godine, dok je najmanji ( $Q_{\min}$ ) od  $49,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $15,5 \text{ l/s/km}^2$ ) zabilježen 1993. godine. Odnos između maksimalnih i minimalnih vrijednosti proticaja iznosi 1:2,2. Na ovom profilu je zabilježena apsolutna vrijednost maksimalnog proticaja ( $Q_{\text{aps,max}}$ ) od  $920,0 \text{ m}^3/\text{s}$  (2010. godine) dok apsolutni minimum ( $Q_{\text{aps,min}}$ ) iznosi  $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$  (2003. godine) što predstavlja odnos od 1:102,2.

Na osnovu Tabele 18 vidi se da se maksimalni srednji mjesečni proticaji na profilu Prijepolje javljaju u aprilu mjesecu  $141,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $44,9 \text{ l/s/km}^2$ ) i maju  $120,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $38,1 \text{ l/s/km}^2$ ). Nakon maja najveći proticaji se javljaju u decembru  $102,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $32,5 \text{ l/s/km}^2$ ). Minimalni srednji mjesečni proticaji su u avgustu  $19,1 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $6,0 \text{ l/s/km}^2$ ) i septembru  $25,3 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $8,0 \text{ l/s/km}^2$ ). Odnos između aprilskih (max) i avgustovskih (min) proticaja iznosi 1:7,4.



Tabela 16: Srednje mjesečne vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Prijepolje (1991 – 2010)

| Prijepolje                     | I    | II   | III  | IV    | V     | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII   | G    |
|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| <b>F = 3160 km<sup>2</sup></b> |      |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 73,7 | 60,9 | 94,5 | 141,8 | 120,5 | 61,7 | 30,3 | 19,1 | 25,3 | 42,2 | 78,2 | 102,8 | 70,9 |
| σ                              | 39,0 | 26,7 | 42,5 | 53,7  | 51,1  | 26,3 | 11,1 | 5,5  | 17,0 | 35,8 | 42,5 | 63,6  | 15,1 |
| Cv                             | 53   | 44   | 45   | 38    | 42    | 43   | 37   | 29   | 67   | 85   | 54   | 62    | 21   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 23,3 | 19,3 | 29,9 | 44,9  | 38,1  | 19,5 | 9,6  | 6,0  | 8,0  | 13,4 | 24,7 | 32,5  | 22,4 |
| σ                              | 12,3 | 8,5  | 13,5 | 17,0  | 16,2  | 8,3  | 3,5  | 1,7  | 5,4  | 11,3 | 13,4 | 20,1  | 4,8  |

Posmatrajući sezonske odnose (Tabela 17), uviđamo da su najviši srednji proticaji vezani za prolječne a najmanji za ljetnje mjesecima (1:3,2). Ipak, najveće kolebanje proticaja se javlja u jesenjim mjesecima, a zatim u zimskim, što se vidi i po vrijednostima koeficijenta varijabilnosti. U okviru jesenje sezone ekstremnu varijabilnost proticaja pokazuje i odnos između maksimalnih (2010. godina) i minimalnih (2007. godina) vrijednosti proticaja koji iznosi 1:13,2.

Tabela 17: Srednje sezonske vrijednosti proticaja i specifičnog oticaja na HS Prijepolje (1991 – 2010)

| Prijepolje                     | Proljeće | Ljeto | Jesen | Zima |
|--------------------------------|----------|-------|-------|------|
| <b>F = 3160 km<sup>2</sup></b> |          |       |       |      |
| Q (m <sup>3</sup> /s)          | 118,9    | 37,0  | 48,6  | 79,1 |
| σ                              | 49,1     | 14,3  | 52,9  | 43,1 |
| Cv                             | 42       | 36    | 69    | 53   |
| q (l/s/km <sup>2</sup> )       | 37,6     | 11,7  | 15,4  | 25,0 |
| σ                              | 15,5     | 4,5   | 10,0  | 13,6 |

Analizirajući karakteristične proticaje tj. unutargodišnje varijacije, evidentno je da se uzajamno prate, visoki, niski i srednji mjesečni proticaji na svim profilima u istraživanom prostoru. Maksimumi visokih proticaja se javljaju u prolječnim mjesecima (april i maj) u zavisnosti od profila do profila. Minimalni proticaji se poklapaju sa minimumom padavina u slivu (avgust, septembar) (Ćulafić, G., 2018). Apsolutni maksimalni proticaj u osmatranom periodu iznosi 956 m<sup>3</sup>/s (Brodarevo, 2010 godine), dok minimalni iznosi 1.8 m<sup>3</sup>/s (Plav, 2010. godine) što je predstavljeno međusobnim odnosom od 1:637,3.

## 7.5. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE

U slivu Lima zastupljeni su sledeći tipovi zemljišta: *sirozem* (regosol), *koluvijalno zemljište* (koluvijum), *krečnjacko dolomitna crnica* (calcomelanosol), *rendzina*, *humusno-silikatno zemljište*, *ranker*, *eutrični kambisol* (eutrično smeđe zemljište), *distirčni kambisol* (smeđe kisjelo zemljište), *smedje na krečnjaku i dolomitu* (kalkokambisol), *aluvijalno zemljište* (fluviosol), *močvarno glejno* ili euglej, (Fuštić i Djuretić, 2000; Spalević, 1999; Spalević, 2011; Sikirić, 2018).

*Sirozem* ili *regosol* (rhegos - pokrivač) pripada klasi nerazvijenih zemljišta, sa (A)-C ili (A)-R građom profila. Sirozem je vezan za rastresite supstrate i one koji se lako fizički troše i usitnjavaju. Rastresti supstrat može biti vrlo različit, s napomenom da se tu ne mogu ubrojiti aluvijalni, deluvijalni i eolski nanosi kao i skeletoidni detritus, jer oni nastaju - stvoreni su na drugačiji način i služe kao supstrat drugim tipovima zemljišta, a ne sirozemu.

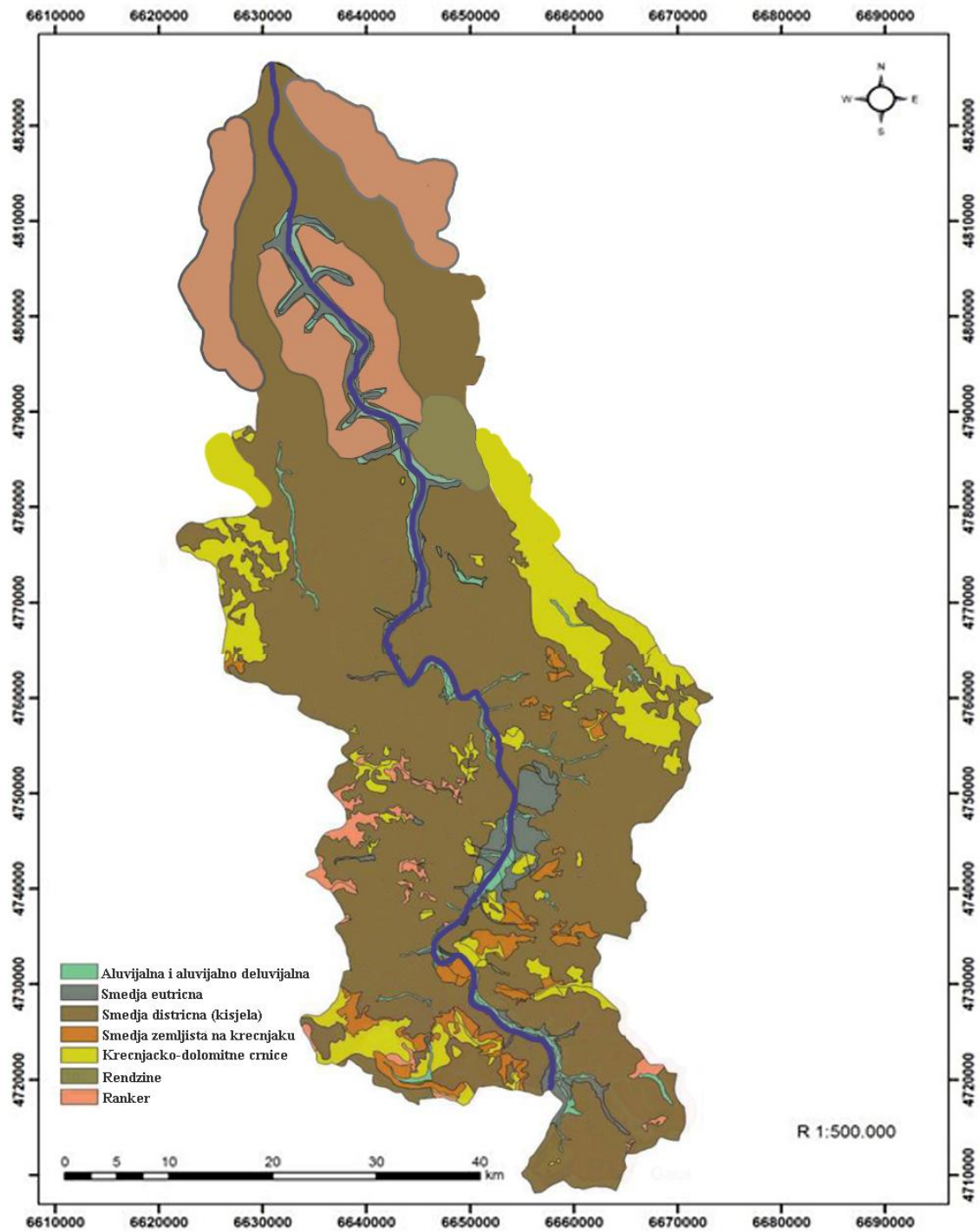
Usled velikog procentualnog sadržaja skeleta, malo humusa, niskog sadržaja praha i sl. zemljište je veoma propustljivo za vodu, pa stoga predstavlja jedno od najsuvljih i najtoplijih zemljišta. Na njemu se mogu održati samo pojedine kserofitne vrste biljaka kao što su izvjesne zeljaste - korovske i neke drvenaste vrste. Praktično sirozem nije pravo zemljište, već rastresiti materijal, različite boje, zavisno od boje materijala, različite dubine, koja se kreće od nekoliko cm, pa do nekoliko desetina cm.

Podjela sirozema vrši se na podtipove, zavisno od podloge na kojoj se nalazi, i to na: silikatni sirozem, silikatno - karobnatni sirozem i pjeskovito-dolomitni sirozem. U Slivu Lima su zastupljeni prva dva podtipa.

*Silikatni sirozem* nastaje na mjestima, gdje u podlozi leže razne silikatne stijene, najčešće škriljci i pješčari sa jako izraženom erozijom. Teren je sa vrlo velikim nagibom koji uslovljava brzo oticanje vode koja izaziva eroziju. Tome pogoduje i devastacija ili uništavanje biljnog pokrivača.

Boja silikatnog sirozema je bliska boji podloge od koje nastaje rastrošeni materijal. Sitne čestice erozijom se stalno spiraju i odnose, a na mjestu zaostaje skelet, mahom krupnije frakcije odlomaka stijene i pojedini krupniji komadi.

*Silikatno-karbonatni sirozem* je vezan za podlogu fliša i laporovitim krečnjacima, prisustvo karbonatne komponente dovodi do obrazovanja eutričnog varijeteta sirozema. (Fuštić i Đuretić, 2000).



Karta 7: Pedološka karta Polimlja (prema Fuštić i Djuretić, 2000; Sikirić i sar, 2018).

Koluvijalna zemljišta su nerazvijena ili slabo razvijena sa mogućim (A) ili (Ap) horizontom. Obrazuju se spiranjem supstrata ili zemljsnog sloja s viših strmih terena i odlaganjem takvog materijala u vidu nanosa, gdje se vrši njegova postepena sedimentacija i

stabilizacija. Proces kojim površinske u tankom sloju pokreću i premještaju čestice niz padinu definisan je kao deluvijalni proces, a produkti deluvijalnim nanosom ili deluvijumom.

Način postanka i stalno nanošenje novih količina svježeg materijala sa viših položaja onemogućava pedogenezu. Boja zemljišta je slična boji zemljišta ili podloge od kojih je nanos nastao (Fuštić i Đuretić, 2000). Granulometrijski sastav koluvijalnih nanosa je neujednačen, jer mogu biti pjeskoviti, ilovasti i glinoviti. Koluvijalni nanosi mogu biti bez skeleta ili, što je češće, sa manjim ili većim sadržajem skeletnih čestica.

U pogledu hemijskih osobina koluvijumi su, takođe, neujednačeni. To je posljedica raznovrsnosti zemljišta i podloga od kojih potiče materijal. Različite hemijske osobine ispoljavaju se ne samo u nanosu različitih mjesta ili područja, nego i kod istog profila.

Koluvijumi mogu biti karbonatni i beskarbonatni. Zavisno od toga i reakcija zemljišta se koleba u širokim rasponima, od kisjele do alkalne. U slivu Lima su pretežno zastupljeni eutrični tj. hranivima bogatiji koluviumi (Fuštić i Đuretić, 2000).

Pod nazivom *krečnjačko-dolomitna crnica* podrazumijeva se zemljište postalo na tvrdim karbonatnim stijenama, odnosno jedrim krečnjacima i dolomitima, A-R građe profila, crne boje i karakteristične praškaste ili mrvičaste strukture. Pavićević je za njih uzeo naziv koji potiče iz narodnog govora, ali u stručnoj literaturi termin buavice prihvaćen je od malog broja autora, ponajviše ga koriste pedolozi Crne Gore i Srbije.

Kad se ima u vidu odlika krečnjaka da se fizički slabo raspadaju, a da je hemijsko rastvaranje, takođe, vrlo sporo, mnogi autori s razlogom smatraju da zemljišta na krečnjacima, strogo uzevši, nijesu proizvod savremenih klimatskih uslova, iako se proces rastvaranja karbonata i akumulacija reziduuma i danas odvija. Očigledan dokaz za ovakve tvrdnje nalazimo u činjenici da se rasprostiranje crnica ne poklapa sa savremenim klimatskim zonama, a u Crnoj Gori i na njenom relativno malom prostranstvu, crnice srećemo u vrlo širokom intervalu nadmorske visine, od 500 do 2.500 m, na svim reljefskim oblicima od kraških polja do vrhova planina, na svim ekspozicijama itd. (Fuštić i Đuretić, 2000).

Morfologija organogene krečnjačke crnice je jednostavna, jer predstavlja inicijalnu fazu u obrazovanju zemljišta na krečnjacima u odgovarajućim klimatskim uslovima. U ovoj najmlađoj razvojnoj fazi zemljište ima malu dubinu koja ne prelazi 10-15 cm. Obrazuje se na mjestima gdje je stvarnje i nagomilavanje organskih materija intenzivnije od rastvaranja krečnjaka i nagomilavanja mineralnog dijela, što se događa na ekstremno propustljivim krečnjacima, siromašnim nerastvornim ostatkom, strmom i jako stjenovitom terenu, vrhovima planina, duž trasa puteva, kamenoloma, rudnika itd.

Prašasti agregati u vlažnom stanju se slepljuju u nepostojane grudvice koje se lako rastroše u prah kada se prstima rastrljaju (Fuštić i Đuretić, 2000).

Fizičke osobine tipičnih *buavica*, prema Pavićeviću (1956) su nepovoljne, jer su suviše laka i porozna zemljišta, jako propustljiva za vodu, dobro aerisana, ali laka za obradu. Ovim osobinama spadaju u naša najlakša zemljišta i ponašaju se kao prave humusne pjeskuše, što nije posledica sadržaja pijeska, već praškaste strukture u kojoj dominiraju sitni postojani strukturni agregati koji se ponašaju kao sitna zrna pijeska.

Buavice su siromašne glinom, ali i ono gline što sadrže obavijeno je humusnim opnama, pa ona ne može ni ispoljiti uticaj na fizičke osobine. Visok sadržaj humusa utiče još na faktičku specifičnu težinu, higroskopsku vlagu, lepljivost, plastičnost i mehanički otpor. U odnosu na druga zemljišta faktička specifična težina je niža. Higroskopska vlaga je u korelaciji sa sadržajem humusa. Lepljivost, plastičnost i mehanički otpor su mali, stoga je njihova obrada moguća neposredno poslije kiše, a pri ukorjenjavanju biljke troše neznatnu energiju (Fuštić i Đuretić, 2000).

Morfološkom građom i izgledom, pa donekle i bojom organomineralna crnica se skoro ne razlikuje od organogene. I pored prednje konstatacije, treba naglasiti da organomineralna krečnjačka crnica predstavlja sledeću, odnosno drugu razvojnu stadiju zemljišta na tvrdim karbonatnim stijenama. Ona nastaje kada dođe do miješanja organskog i mineralnog dijela i stvaranja organomineralnih kompleksa.

Zbog mineralizacije, sadržaj humusa kod organomineralne crnice nije visok kao kod stadijuma organogene crnice, već je niži, kreće se najčešće od 10-25%. S promjenom sadržaja humusa mijenja se donekle i boja zemljišta, tj. od izrazito crne javljaju se prelazi ka mrkoj ili tamnosmeđoj (Fuštić i Đuretić, 2000).

*Krečnjačke crnice* tokom evolucije podliježu procesu rubifikacije koji se na području Crne Gore odvija u dva karakteristična pravca. Prvi je ocrveničavanje ili zarudjivanje, a odvija se do oko 500 ili 600 m uslovima nešto toplije klime. Drugi pravac se odvija pod uticajem hladnije klime koja vlada iznad 600 m i poznat je kao posmeđivanje (Fuštić i Đuretić, 2000).

Na procese ocrveničavanja i posmeđivanja, osim klime i vegetacije kao najvažnijih činilaca u genezi zemljišta na karstu, utiče i niz drugih, kao reljef i njegovi oblici, premještanje zemljišta erozijom i drugi. Zbog toga su posmeđene crnice najčešće, upravo, na nižim položajima i vezane za blaže oblike reljefa sa kojih je i proces spiranja slabiji. Svi ovi uslovi omogućavaju stvaranje dubljeg zemljišta i dovode do vidljivih promjena morfološkog izgleda, fizičkih i svih drugih osobina zemljišta. Posmeđena crnica na krečnjacima predstavlja viši stadijum u odnosu na organogenu i organomineralnu crnicu i može se tretirati

kao prelaz od krečnjačkih crnica ka smeđim zemljištima i crvenicama. Karakteristike ovog stadijuma su veća mineralizacija organskih materija, odnosno oslobađanje gline obavijene humusnim opnama i promjena granulometrijskog sastava, pa i strukture. Povećanje gline Pavićević (1956) je nazvao oglinjavanjem buavica. Ovo povećanje nastaje razaranjem agregata organomineralnog kompleksa, a ne ispiranjem glinenih čestica iz gornjih u dublje slojeve. Kao posledica svih ovih procesa je formiranje smeđeg kambičnog (B) horizonta koji je manje debljine od akumulativnog A-horizonta.

Osobine površinskog A-horizonta ostaju skoro iste kao kod organomineralne crnice, jer je jako humusan, tipične praškaste strukture i tamnomrke do tamnosmeđe boje. Moćnost ovog horizonta je obično 15-30 cm, lakog je mehaničkog sastava, jer su najviše zastupljene frakcije sitnog pijeska i praha, dok gline sadrži manje.

Osobine dubljeg posmeđenog horizonta su već promijenjene. Osim smeđe boje, znatno je niži sadržaj humusa, na čiji se račun procesima mineralizacije i oglinjavanja povećava sadržaj gline. Veći sadržaj praha i gline uz smanjenje humusa utiče na obrazovanje krupnijih strukturnih agregata. Tako praškasta ili sitnomrvičasta struktura prelaze postepeno u zrnastu, a pri podlozi i kockastu.

*Rendzina* kao tip zemljišta se obrazuje na rastrošenim karbonatnim supstratima od kojih su na području Crne Gore najviše zastupljeni morenski i glaciofluvijalni nanosi, zatim trošine ili drobine dolomita i krečnjaka, koje se pojavljuju u vidu osulina i sipara.

Imajući u vidu karakteristike matičnog supstrata na kojem se obrazuju rendzine, u Crnoj Gori se u duhu najnovije klasifikacije mogu izdvojiti tri podtipa i to: Rendzina na morenskom nanosu, Rendzina na karbonatnoj drobinu - trošini i Rendzina na karbonatnom šljunku, u slivu Lima zastupljen je drugi podtip (Fušić i Đuretić, 2000).

Proces pedogeneze upravo počinje raspadanjem stijena, rastvaranjem i ispiranjem Ca i Mg - karbonata i stvaranjem kalcijum i magnezijum humata u prisustvu organske materije. Karbonatne drobine se najčešće pojavljuju u kanjonskim dolinama, ispod litica (odsjeka, rasjeda) krečnjačkih stijena, ispod vrhova i duž strmih strana. Sipari ili točila obično pokrivaju manje površine, javljaju se flekasto u vidu uzanih traka koje se pružaju češće poprečno na padinu (ispod litica) nego duž padina u pravcu nagiba. Granicu između njih je teško povući, a tako male površine nije bilo moguće razgraničiti ni na pedološkoj karti 1:50:000, pa su prikazane u sklopu krečnjačkih crnica ili rendzina na karbonatnoj drobinu.

Osuline se javljaju duž krečnjačkih strana, pokrivaju obično veći dio padine od vrha do podnožja, osobito ako se pružaju jednolično izraženim nagibom ili uvalama. U mnogo manjem broju slučajeva geneza ovih rendzina dostiže stadijum posmeđene rendzine sa

formiranim (B) ili (Bca)-horizontom. Procesi migracije u sva tri do sada opisana podtipa rendzina odvijaju se u pravcu, uglavnom, površinskog spiranja, što je glavni razlog jačoj eroziji kojom se zemljište odnosi sa svih istaknutijih oblika reljefa. Erozijski je glavni razlog podmlađivanja zemljišta, jer stvoreni sloj ona odnosi, a novim trošenjem karbonatnog supstrata proces geneze, takoreći, iznova počinje (Fuštić i Đuretić, 2000).

*Ranker* pripada klasi humusno-akumulativnih zemljišta, kao što su krečnjačke crnice, rendzine, černozemi i smonice. Za razliku od prethodnih tipova kojima je u osnovi karbonatni supstrat, ranker se obrazuje isključivo na silikatnim podlogama sa profilom A-C građe.

U proučavanom području rankeri se obrazuju u višim zonama, odnosno iznad 1300 m, na svim beskarbonatnim stijenama, direktno na tvrdim (kompaktnim) kiselim silikatnim i kvarcnim stijenama, kao i na kiselim, ređe i bazičnim erutivnim stijenama. Često se ranker obrazuje i na trošini (regolitu) koja nastaje od pomenutih stijena. Zavisno od toga da li zemljište nastaje na tvrdoj stijeni ili trošini stijene javljaju se razlike u građi profila, karakteru humusa, a onda i drugim svojstvima.

Silikatne stijene se više troše i usitnjavaju fizički, a daleko je slabije izraženo hemijsko rastvaranje. Stoga se stvara dosta detritusa, različite teksture i krupnoće, koji utiče na mehanički sastav i sadržaj skeleta rankera. Silikatne stijene su obično bogate kvarcom, a siromašne su bazama koje se pri raspadanju stijena i minerala brzo ispiraju. Usled toga, svojstva matičnog supstrata odražavaju se višestruko na fizičke i hemijske osobine, i svojstva.

*Distrični kambisol* se obrazuje na kiselim silikatnim stijenama, pa otuda naziv distrično ili kiselo smeđe zemljište. Osnovne karakteristike distričnog kambisola su kisela reakcija, sa pH u vodi nižim od 5,5, stepen zasićenosti bazama manji od 50% i prisustvo ohričnog (Aoh), odnosno u višim pređelima umbričnog (Aum) horizonta, ispod kojeg se nalazi kambični horizont (B)v. Kambični horizont razlikuje se od susjednih A i C horizonata bojom, strukturom, ali ne uvijek i sadržajem gline.

Distrični kambisoli su najrasprostranjenija zemljišta u slivu Lima, jer su i prirodni uslovi, odnosno pedogenetski faktori i procesi koji na to utiču brojni i pogodni za nastanak distričnih kambisola. Distrični kambisoli dominiraju u kontinentalnom dijelu Crne Gore i njenom najvišem planinskom području. Teren na kojima se obrazuju je raščlanjen i ispresijecan brojnim vodotocima, pa obiluje raznovrsnim reljefskim oblicima, često sa jako izraženim nagibima (Fuštić i Đuretić, 2000). Distrični kambisol na škriljcima i alevrolitima paleozojske i verfenske starosti, iako se na dosta mjesta javljaju sa pješčarima, pa ih je teško zbog toga potpuno jasno odvojiti, prostire se u vidu određenih zona dolinom Lima, a mnogo ređe i na drugim mjestima. U dolini Tare škriljci i alevroliti se najprije pojavljuju u jednoj

široj zoni kod Kolašina, pa onda oko Trebaljeva i Sjerogošta prelazeći u sliv Štitaričke rijeke i sliv Tare, nizvodno od ušća Bjelojevičke rijeke i Brskova, odnosno Mojkovca.

Zona distričnog kambisola na škriljcima pruža se u vidu neprekidnog pojasa u dolini Lima od Dobrakova do Prijeloga i Police. Ovaj pojas se širi na slivove Bistrice, Boljaninske rijeke, Lješnice i Ljuboviđe. Dolinom Bistrice ovo zemljište zahvata atare Voljavca, Bijedića, Pećarske i Mirojevića, na desnoj, a Pobratića, Dolića, Kostenice, Boturića i Ušakovića, na njenoj lijevoj obali. Dalje se ovo zemljište nastavlja u slivu Boljaninske rijeke do Obrova i Zminca, odakle prelazi u sliv Crnča rijeke, Lozne i Lješnice obuhvatajući sela Ivanje, Godijevo, Raduliće, Srđevac, Jagoče, Poda, Bioče, Crniš, Godušu, Azane, Tucanje, Radmance, Godočelje, Petnjicu, Lagatore, Trpeze i Vrbicu (Fuštić i Đuretić, 2000).

Pješčari na kojima se obrazuje ovo zemljište su paleozojske i verfenske starosti, ali značajno je prostranstvo pješčara, tzv. dijabazrožne formacije jurske starosti. Pješčari svih ovih formacija nijesu čisti, već preovlađujuća vrsta stijene koju prate alevroliti, škriljci, konglomerati, breče, pjeskovite i laporovite gline i laporci, a one iz dijabaz rožne formacije dijabazi, rožnaci i sl.

Distrični kambisol na pješčarima u dolini Lima sreće se od Ribarevine i Pripčića u pravcu Lozne, Brzave i Zaostra i pored ovih mjesta zahvata još Zaton, Dubovo, Laholo, Kostiće, Crnču, Štitare i Zagrad. Manja površina se pojavljuje od Ravne Rijeke i pruža u pravcu Bojišta, Slijepač Mosta, Pali i Žari, kao i uz Rakitu u pravcu Mučnice na Bjelasici.

Rožnaci su kisele silikatne stijene koje se najčešće javljaju u vidu proslojaka, kvrga i interkalacija u krečnjacima trijeske i jurske starosti. U slivu Lima distrični kambisol na rožnacima se najčešće pojavljuje u višem brdsko-planinskom području, iznad prostranije zone škriljaca i pješčara, a takav slučaj je i u drugim područjima. Tako ovo zemljište srećemo u izvorištu Bjelopoljske Bistrice, tj. u atarima Mojstira, Bijedića i Pećarske, zatim od Kostenice do Godijeva, Sipanja i Goduše. Manja površina sa ovim zemljištem pojavljuje se u slivu Lješnice, u ataru Radmanaca, od Siljevice (1278 m) u pravcu Turjaka i od Vreoca, pored Poličkog basena, u pravcu Rudine, Oštre Jele i Simovča, odakle prelazi u sliv Dapsićke i Kaludarske rijeke gdje se proširuje na Divljak, Smiljevicu, Murgaš i izvorište Ibra, kao i atar Rovaca i Krčeva. Ovog zemljišta ima u slivu Šekularske rijeke i Tifranske klisure.

U okolini Andrijevice zemljište na rožnacima se prostire u ataru Slatine i Seoca, zatim u Jošanici, ispod Komova, Štavnom Dolu, Cecunima i Đulićima, odakle se provlači uzanom trakom iznad Ulotine, Kruševa i Murina padinama Zeletina i Visitora do Brezojevice i Gusinja, a potom od Vojnog Sela i Kruševa i Đuričke rijeke.



Distrični kambisol na durmitorskom flišu se u većoj površini pojavljuje oko Gusinja. Najviše ga ima na strmom terenu u slivu Dolje i to od njenog korita do vrhova Vezirove Brade, Valušnice, Popadije, Ravnog Ključa i Kadisa. I ovaj teren je sa jako strmim nagibima, pretežno pod šumom i pašnjacima, pa se odvija pojačana erozija. Zeljište se nalazi na nadmorskoj visini od 1000-2100 m, znači u planinskoj klimi sa visokom sumom godišnjih padavina od 1500-2000 mm.

Pedogenezu distričnog kambisola na flišu, manje-više, karakterišu procesi svojstveni ostalim distričnim kambisolima, fizičko trošenje podloge fliša je dosta dobro izraženo, a ono daje znatnu količinu rastresitog supstrata na kojem se obrazuje zemljište. S druge strane, jako raščlanjen reljef, brojni nagibi različitog stepena izraženosti, dejstvo erozije i drugi činioci utiču da se zemljište većinom nalazi u početnim fazama razvoja.

Klima i vegetacija doprinose zakiseljavanju zemljišta, Važna karakteristika ovog zemljišta je akumulacija humusa, osobito izražena na većim nadmorskim visinama pod prirodnim travnjacima i u očuvanim šumama, koje se najčešće nalaze u pojasu između 1200-1600 m.

Kalkokambisol je zemljište koje se kao i krečnjačke crnice i crvenice obrazuje na karstifikovanim čistim krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i dolomitima. U evolucionom ciklusu razvoja zemljišta na karstu, kalkokambisol je posebni stadijum, koji nastaje u određenim uslovima, donekle specifičnim i kada je u pitanju matični supstrat, klima, vegetacija, pa i reljef u odnosu na one u kojima se obrazuju krečnjačke crnice i crvenice. Smeđe zemljište na krečnjaku i dolomitu rasprostranjeno je u zoni krečnjaka svuda gdje postoje uslovi da se ono formira. Ono se javlja u alternaciji sa krečnjačkim crnicama.

U slivu Lima smeđe zemljište na krečnjaku se pojavljuje na istočnim padinama Komova i Vujeve planine, a zatim u slivu Kutske rijeke, gdje je pod njim Kamena Luka, Siljeva Glava i Cecune, kao i najveći dio strana Lipovice. Od Cecuna ovo zemljište se nastavlja sjevernim padinama Zeletina, Pogane Glave, Mramorja i Visitora i to njegovim istočnim padinama prema Plavu i južnim prema Gusinju. Manja površina kalkokambisola pojavljuje se od Planinice ka Mokroj Planini, u Šekularu, na Sjekirici i Visibabi. I u ovim mjestima, kao i u slivu Lješnice i Crnča rijeke, ono se pojavljuje na stranama i nižim prevojima pod krečnjacima i često u smjeni sa smeđim zemljištem na rožnacima i krečnjacima.

Nastanak aluvijalnog nanosa odnosno aluvijalnog ili *fluvijalnog* zemljišta (fluvium - rijeka) vezan je za rad vodotoka i njihovo slivno područje. Zemljište je postalo, a i danas se stvara taloženjem materijala (nanosa) pod uticajem prenosne snage vode. Pri tome, za razliku od koluvijalnih (deluvijalnih) nanosa, nošeni aluvijalni materijal pronosi se na veće

udaljenosti kao suspendovan nanos, koji čine fine sitne čestice, dok se krupnije u vidu vučenog nanosa zadržavaju duž vodotoka.

U Slivu Lima aluvijalna zemljišta srećemo na više mjesta i to u proširenjima doline Lima oko Plava i Plavskog jezera, oko Andrijevice, Berana, Zatona i Bijelog Polja. Sliv okružuju sa obje strane vijenci planina, pa mu je dolina dosta uzana, teren jako raščlanjen i zemljišta podložna eroziji. Sam Lim i brojne njegove pritoke usjekle su svoje vodotoke u razne geološke formacije, a u proširenjima kroz stare koluvijlane nanose ili stare rečne terase. Bogatstvo vodotoka, pogodni klimatski, reljefski, zemljišni i drugi uslovi, pogoduju odvijanju erozionih procesa i velikoj produkciji nanosa. Dio tog nanosnog materijala u vidu aluvijuma se zadržava u pomenutim kotlinama, a znatan dio Lim unosi u Drinu, snabdjevajući je u najvećoj mjeri grubim nanosom. Prema Pavićeviću i Antonoviću (1976) Lim je glavni snabdevač Drine nanosom, pošto Tara i Piva nose malo materijala, jer protiču pretežno krečnjačkim terenom i kanjonskim dolinama. Nakon izgradnje akumulacije na Limu sav materijal koji Lim nosi deponuje se u njoj tako da samo najfiniji suspendovani nanos s prelivnom vodom može dospjeti u Drinu.

U stvaranju *močvarno-glejnih* zemljišta najvažniju ulogu igraju reljef i voda. Najčešće se ova zemljišta javljaju na obalama jezera, bara i nekih vodotoka, gdje skoro cijele godine postoje uslovi prevlaživanja zemljišta. Podzemna i (ili) poplavna voda uslovljava vrlo intenzivne procese hidrogenizacije.

Zemljišta Polimlja na potezu od Bijelog Polja do Potpeći čini veliki broj pedoloških tipova i varijeteta. Dominira humusno - silikatno zemljište (ranker) na različitim supstratima (peščari, škriljci), a u manjoj mjeri su zastupljeni andeziti i serpentiniti. Znatne površine zauzimaju krečnjaci na kojima je obrazovan kalkomelanosol i kalkokambisol, a na manjim površinama rendzina. Aluvijalno zemljište zauzima manje površine u dolini pokraj Lima.

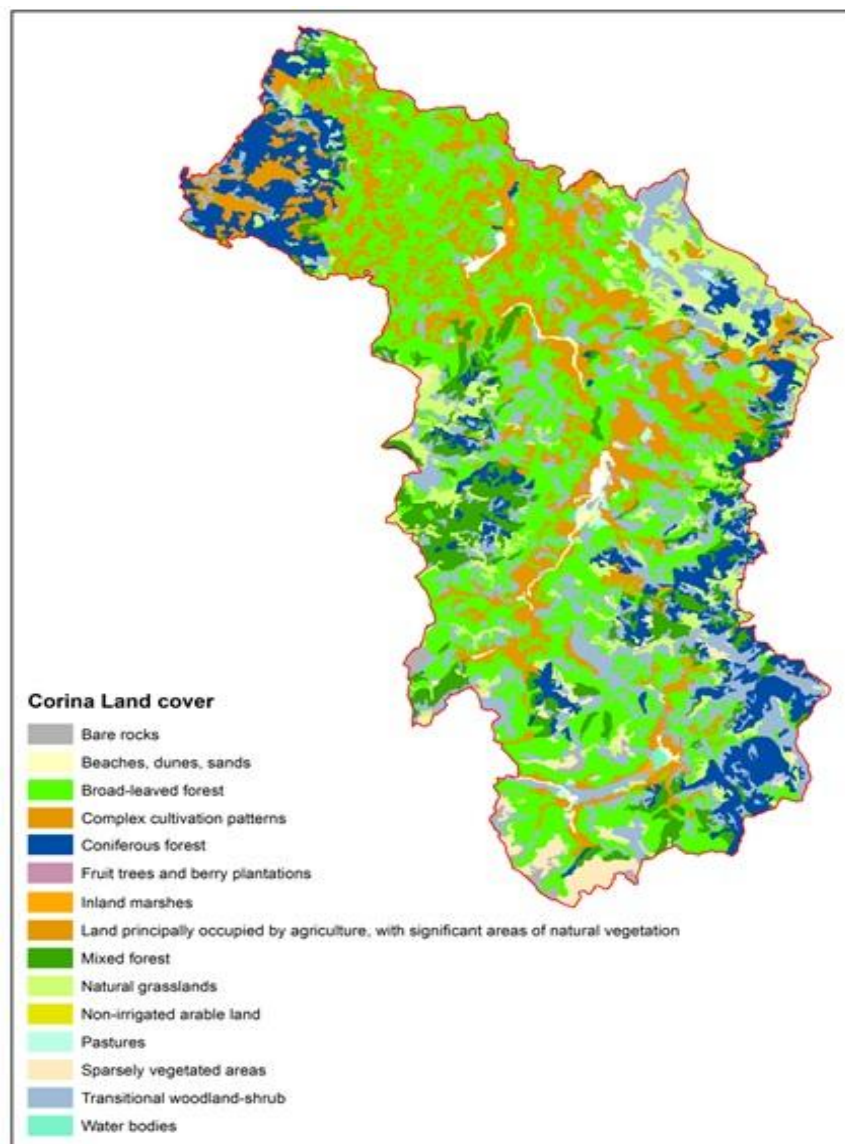
Najviše su zastupljena jako kisela i kisela zemljišta, zatim, slabo kisjela i neutralna zemljišta zemljišta su pretežno beskarbonatna. Analize zemljišnih uzoraka pokazuju vrlo visok i visok sadržaj humusa; sadržaj lakopristupačnog fosfora je vrlo nizak i nizak, a lakopristupačnog kalijuma visok (Sikirić i sar, 2018).

Stanje kiselosti zemljišta ukazuje na njegovu slabu produktivnost, zbog čega treba sprovesti neophodne meliorativne mjere popravke plodnosti (kalcizaciju i fosfatizaciju), a norme odrediti na osnovu kontrole plodnosti za pojedinačne parcele; pored toga, potrebno je uskladiti način korišćenja zemljišta, odnosno, gdje je potrebno izvršiti njegovu prenamjenu odabirom odgovarajućih kultura za određene karakteristike zemljišta i dato podneblje.

Da bi se očuvala ili povećala plodnost brdsko-planinskih zemljišta, posebno treba voditi računa da nagib obradivih površina ne prelazi 10%. Na obradivim površinama predlaže se redovna kontrola plodnosti zemljišta.

## 7.6. NAČIN KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA I BILJNI SVIJET

Vegetacijske odlike sliva Lima su uslovljene djelovanjem brojnih prirodnih faktora i uticaja antropogenih uticaja na određenom prostoru. Način korišćenja zemljišta i vegetacione cjeline predstavljaju odraz klimatskih karakteristika, geološke podloge, zemljišta, reljefa i demografskih kretanja.

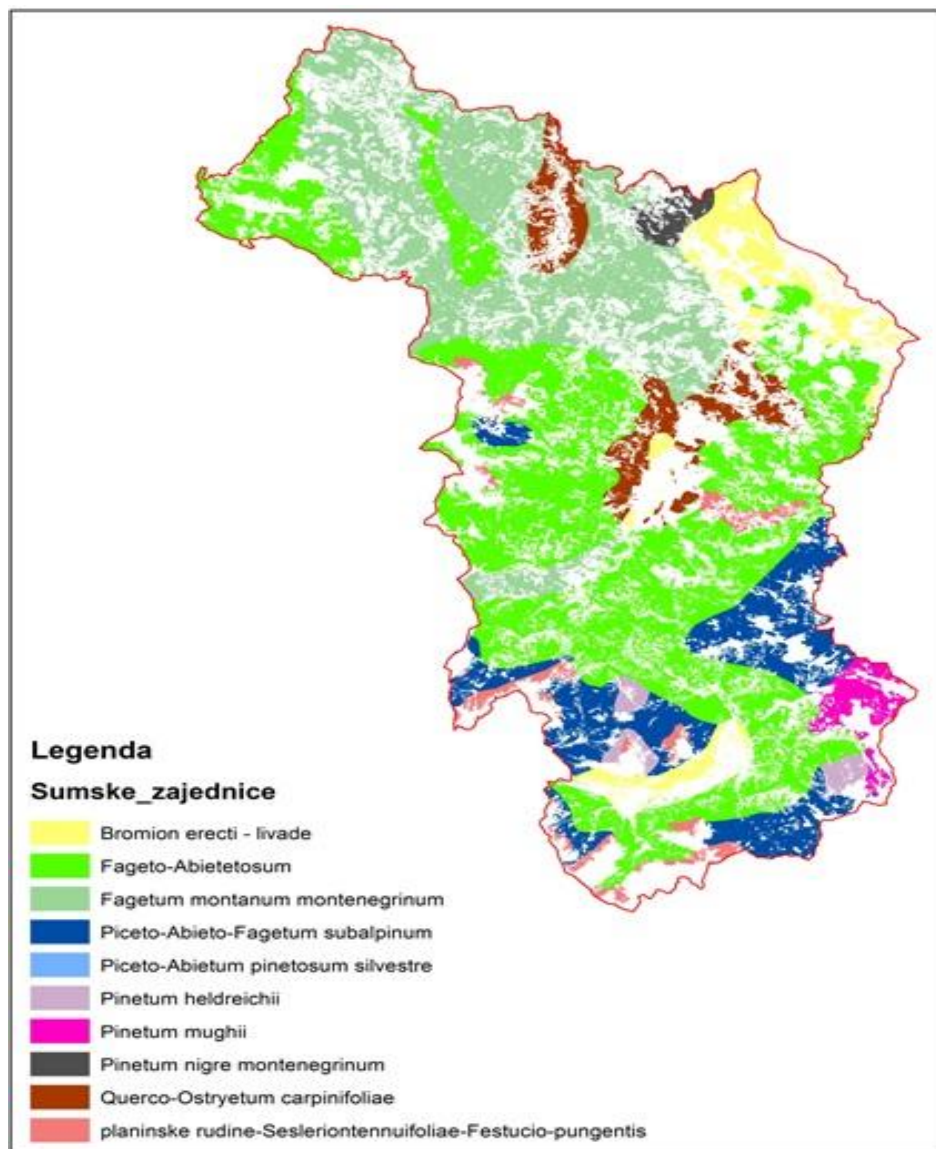


Karta 8: Način korišćenja zemljišta i vegetacione cjeline (prema Milić Čurović)

Na osnovu podataka *Corina Land cover* može se vidjeti da šumske zajednice predstavljaju dominantni vid korišćenja zemljišta u gornjem dijelu sliva, kao i na većim

nadmorskim visinama i strmijim terenima. U ovom dijelu se na manjim površinama javljaju i planinski pašnjaci i livade. Poljoprivredne - ratarske kulture i livade su dominantne u rječnim dolinama i na nižim nadmorskim visinama, dok na pobrđu se nalazi i veliki broj manjih površina sa voćarskim kulturama.

Na mapi šumskih zajednica takođe je primijetna određena zakonitost u rasporedu (Karta 9). Tako u donjem dijelu sliva na nižim nadmorskim visinama imamo dominantne termofilne šume: hrasta i crnog graba (*Quercus-Ostryaetum carpinifoliae*) hrasta kitnjaka sa cerom (*Quercetum petraeae cerridis*), šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum illyricum*). Ipak najveću površinu u donjem dijelu sliva zauzimaju šume bukve (*Fagetum montanum montenegrinum*).



Karta 9: Šumske zajednice u Polimlju (prema Milić Čurović)

U srednjem dijelu sliva na nižim nadmorskim visinama se nalaze sveze bukovih šuma, iznad kojih se prostire pojas mješovitih lišćarsko – četinarskih šuma bukve i jele i bukve-jele-smrče (*Fageto-Abietetosum*).

Na višim nadmorskim visinama u srednjem i gornjem dijelu sliva dominiraju četinarske šume jele i smrče (*Piceto-Abietum pinetosum silvestre*) sa ili bez prisustva bijelog bora, kao i frigidofilne šume smrče (*Picetum excelsae croaticum*). U gornjem dijelu sliva nalazimo i šume endemskih vrsta borova munike i molike (*Pinetum mughii* i *Pinetum heldreichii*).

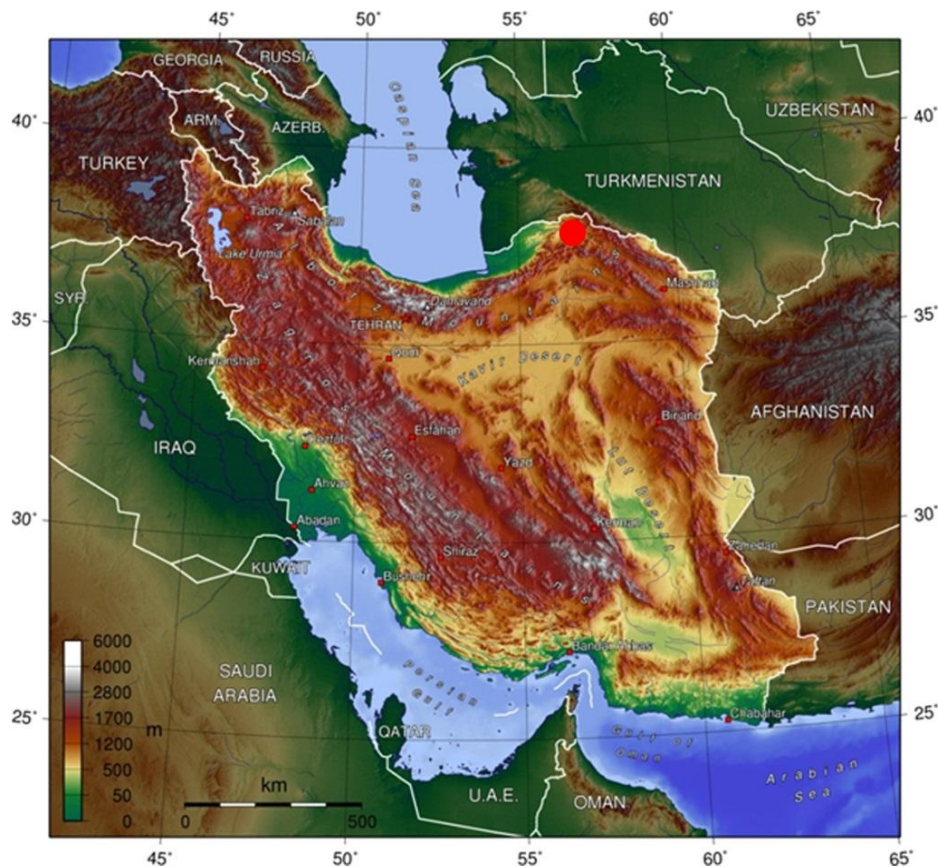
Iznad pojasa šumske vegetacije nalaze se planinski pašnjaci (*Sesleriontenuifoliae-Festucio-pungentis*) i livade (*Bromion erecti-Arrhenatherion-Scorzonerion villosae*).

Šume crnog bora (*Pinetum nigre montenegrinum*) se uglavnom nalaze na izuzetno inkliniranim terenima na siromašnom zemljištu. Ove zajednice predstavljaju pionirske zajednice. Šume Polimlja su uglavnom prirodnog porijekla. Postoje i manje površine borovih kultura koje su nastale vještački – pošumljavanjem. Najveći uticaj aktivnosti čovjeka je u prekomjernom korišćenju, krčenju šuma i izazivanju požara, tako da je najveći stepen degradacije šuma u blizini naselja i puteva. Posljednjih dvadesetak godina je primijetan trend sukcesionog širenja šuma uslijed demografskih kretanja i depopulacije sela (Čurović i Lučić, 2015).

## **DIO DRUGI: ŠIRINDAREH, IRAN**

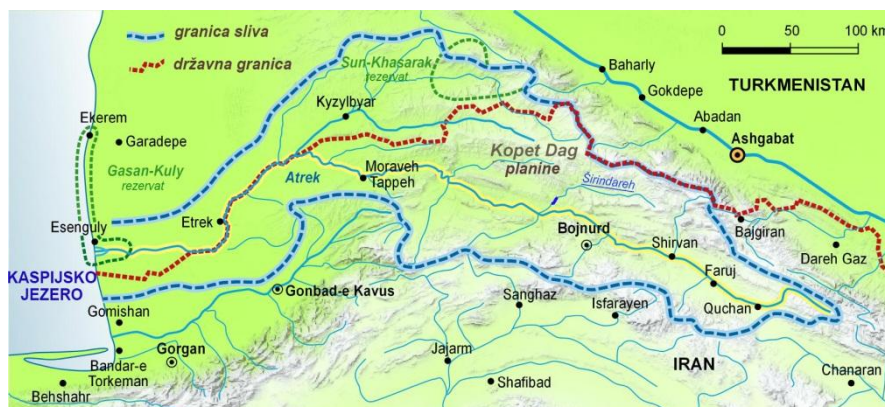
## 8. GEOGRAFSKI POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA ŠIRINDAREH SLIVA

Sliv rijeke Širindareh se nalazi na sjeveroistoku Irana, u provinciji Sjeverni Khorasan (pers. Ostan-e Khorasan-e Shomali). Sliv se nalazi na prostoru Hezar-Masjed planinske grupe, koja predstavlja jugoistočni dio planinskog sistema Kopeh Dag.



Karta 10: Položaj istraživanog područja u Iranu (Izvor: Google.com)

Širindareh rijeka je desna pritoka 530 km duge rijeke Atrak (Atrek), pritoke Kaspijskog mora, čiji se sliv prostire na 33500 km<sup>2</sup>, od kojih se 79% nalazi na teritoriji Irana, a 21% u Turkmenistanu (Karta 11).



Karta 11: Sliv rijeke Atrak (Izvor: www.unece.org, modifikovano)

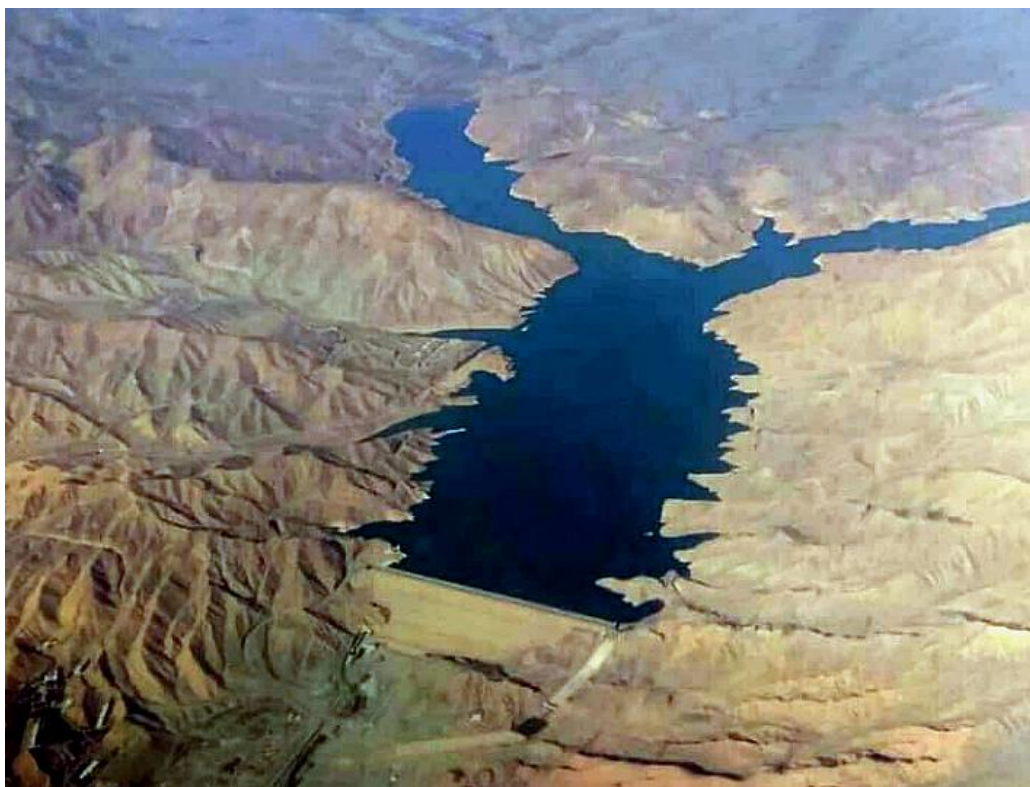
Dio rijeke od izvora do brane Širindareh akumulacije je dug 84,12 km, dok joj je površina sliva 1612 km<sup>2</sup>. Izdužen je i postavljen na pravcu istok-zapad, u dužini od oko 70 km, dok je širok do 20 km. Najviša kota u slivu ima visinu od 2687 m, a akumulacija se nalazi na 696 m.

*Tabela 17: Uporedni prikaz istraživanih područja*

| Sliv        | Površina sliva       | Dužina toka | Najviša/najniža kota |
|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Lim*        | 4857 km <sup>2</sup> | 149,2 km    | 2534/437 m           |
| Širindareh* | 1612 km <sup>2</sup> | 84,12 km    | 2687/697 m           |

*Napomena (\*): do akumulacije "Potpeć"/"Širindareh"*

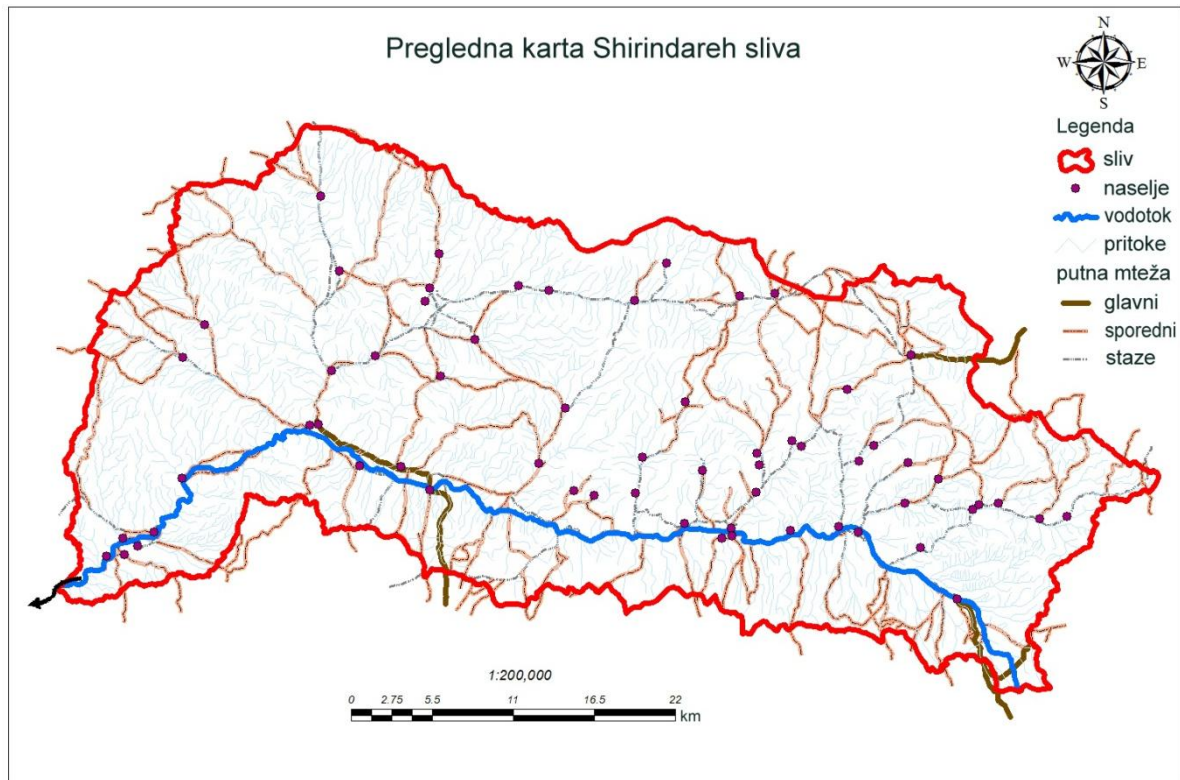
Sliv je sa sjeverne strane ograničen preko 2500 m visokim grebenom Hezar Masjeda, kojim se pruža i granica sa Turkmenistanom. Ovaj greben predstavlja i vododjelnicu između sliva Kaspijskog mora i basena Amu Darje. Sa južne strane, gledajući od istoka prema zapadu, vododelnica prema rijeci Atrak ima visine od oko 1900 do oko 1500 m. Poprijeko probijajući ovaj greben, Širindareh mijenja pravac ka jugozapadu, stvarajući klisuru duboku 330 m – između vrhova čije se nadmorske visine kreću oko 1250 m. Još jednu epigenetsku klisuru Širindareh probija nizvodnije, a ovaj dio doline je, nakon stvaranja akumulacije "Širindareh", potopljen.



*Slika 3: Avio snimak brane na akumulaciji "Širindareh" (foto: Morteza Behzadfar)*



Na prostoru sliva se nalazi 64 seoskih naselja. Glavna saobraćajnica koja povezuje naselja na prostoru sliva sa Bojnordom, glavnim kradom pokrajine Sjeverni Khorasan, ipak ne prati tok Širindareha, nego koristi pogodnije orografske prilike i presijeca južni greben, spuštajući se u dolinu Atraka. Dio putne mreže je usmjeren prema susjednom Turkmenistanu na sjeveru (Karta 12).



Karta 12: Pregledna karta Širindareh sliva

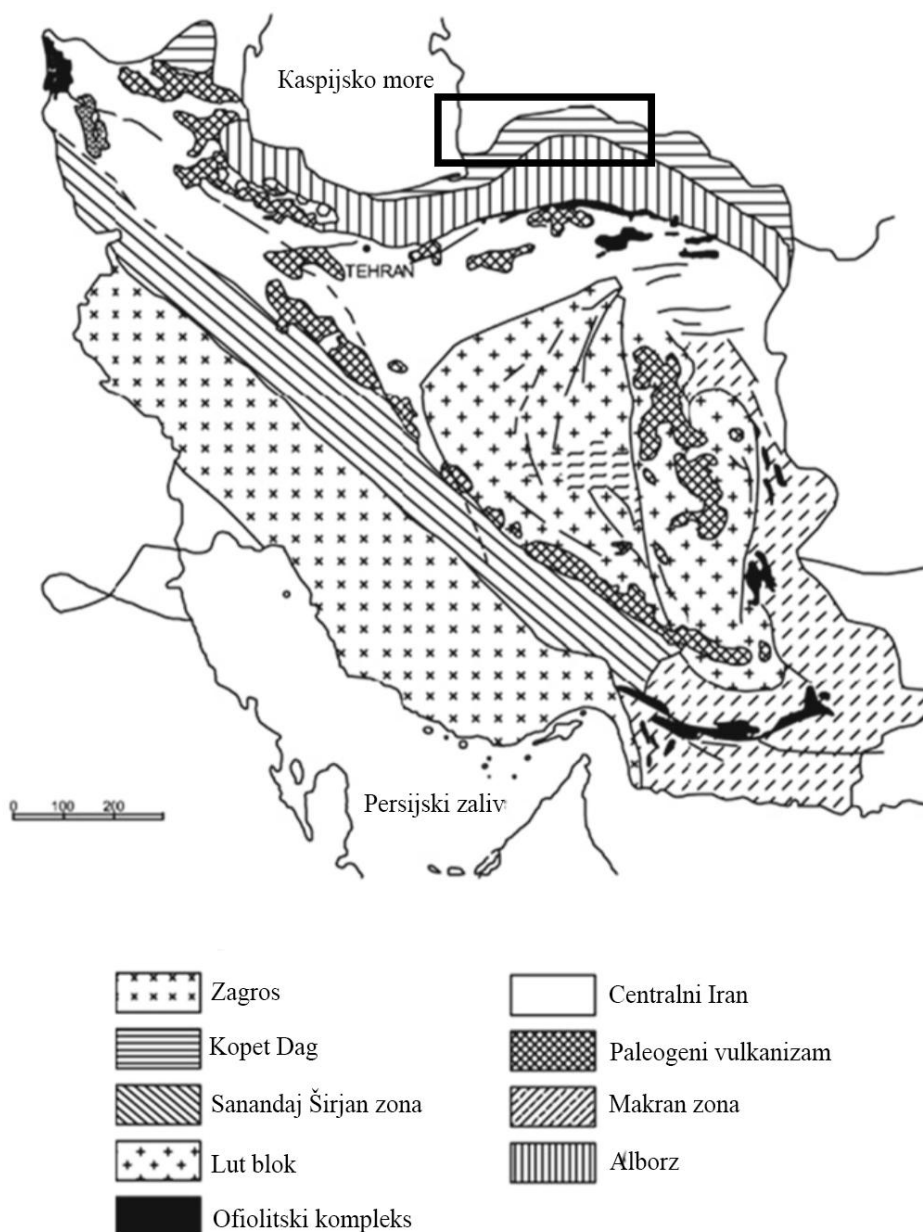
Bojnord, koji je od akumulacije “Širindareh” udaljen oko 40 km ima oko 300 hiljada stanovnika i snažan je univerzitetski centar, sa čak četiri univerziteta. Oslikavajući etničku šarolikost Sjevernog Khorasana, u ovom gradu osim Persijanaca žive Khorasanski Kurdi, Azeri, Khorasanski Turci i Turkmeni, pa je za njega karakteristična i višejezičnost.

Preovladavaju šiiti, dok su suniti uglavnom Turkmeni. Postojala je i znatna populacija Lursa, međutim većina ih se vratila u njihovo rodno područje u zapadnom Iranu, pa i ih u Sjevernom Khorasanu više gotovo i nema. Ranije je postojala i velika zajednica Arapa koja se naselila u toj oblasti tokom arapske invazije na Iran, ali se do 1875. godine toliko pomiješala sa Persijancima i Turcima da se od njih ne razlikuju. Većinom su napustili arapski jezik i kulturu u korist lokalnog.

## 9. FIZIČKO GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ŠIRINDAREH SLIVA

### 9.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Tektonska kretanja na prostoru Irana rezultat su sučeljavanjem Arabijske i Evroazijske ploče. Na sjeveru i sjeveroistoku zemlje, ova kretanja se oslikavaju u skraćivanju, djelimično smicanju i stažnim deformacijama zemljine kore u oblasti planinskih sistema Zagrosa, Alborza i Kopeh Daga (Karta 13).



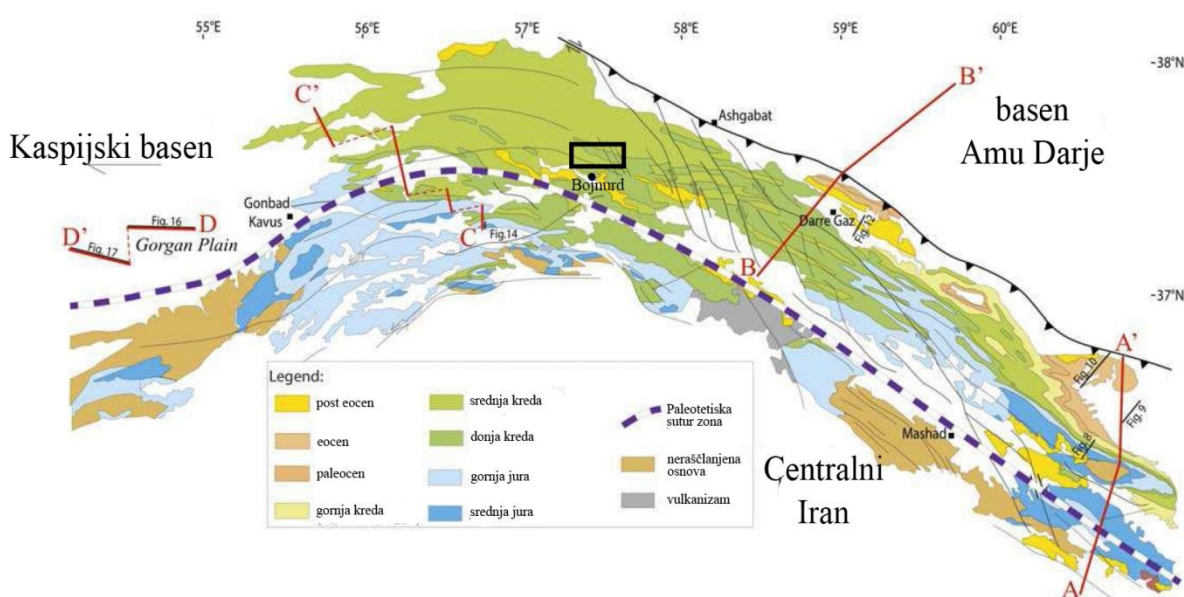
Karta 13: Geotektonska podjela Irana – uokviren je sliv rijeke Atrak  
(Izvor: Shabaniyan, 2009, modifikovano)

Proučavani Širindareh sliv se nalazi na prostoru Hezar-Masjed planinske grupe, koja predstavlja jugoistočni dio planinskog sistema Kopeh Dag. Ovaj planinski sistem se u pravcu WNW-ESE pruža u dužini od 650 km na krajnjem sjeveru Irana i jugu Turkmenistana.

Kopet Dag je nabrano-rasjedni planinski sistem koji odvaja Centralni Iran od Evroazijske ploče (Turanske platforme). Mezozojski i kenozojski sedimenti su ovdje nabrani u nizove paralelnih, asimetričnih bora, tokom oligo-miocenih tektonskih pokreta (Shabaniyan, 2009), izdižući se danas do visine od preko 3000 m.

Nakon Kimerijskog orogenetskog ciklusa, koji je doveo do zatvaranja Paleotetisa tokom kasnog trijasa i rane jure. Srednje jurski rifting je povezan sa taloženjem jedne od najvažnije sedimentne formacije Kopeh Daga i basena Amu Darje – kašafrud formacije. U toku perioda riftinga, preko 7 km sedimenta nataloženo je do početka tercijara. Najsnažniji period tektonske inverzije Kopet Daga započeo je u kasnom eocenu, kao i na širokom području Evroazije, označavajući tako početak kraja neotetiske subdukcije (Robert *et al.*, 2014).

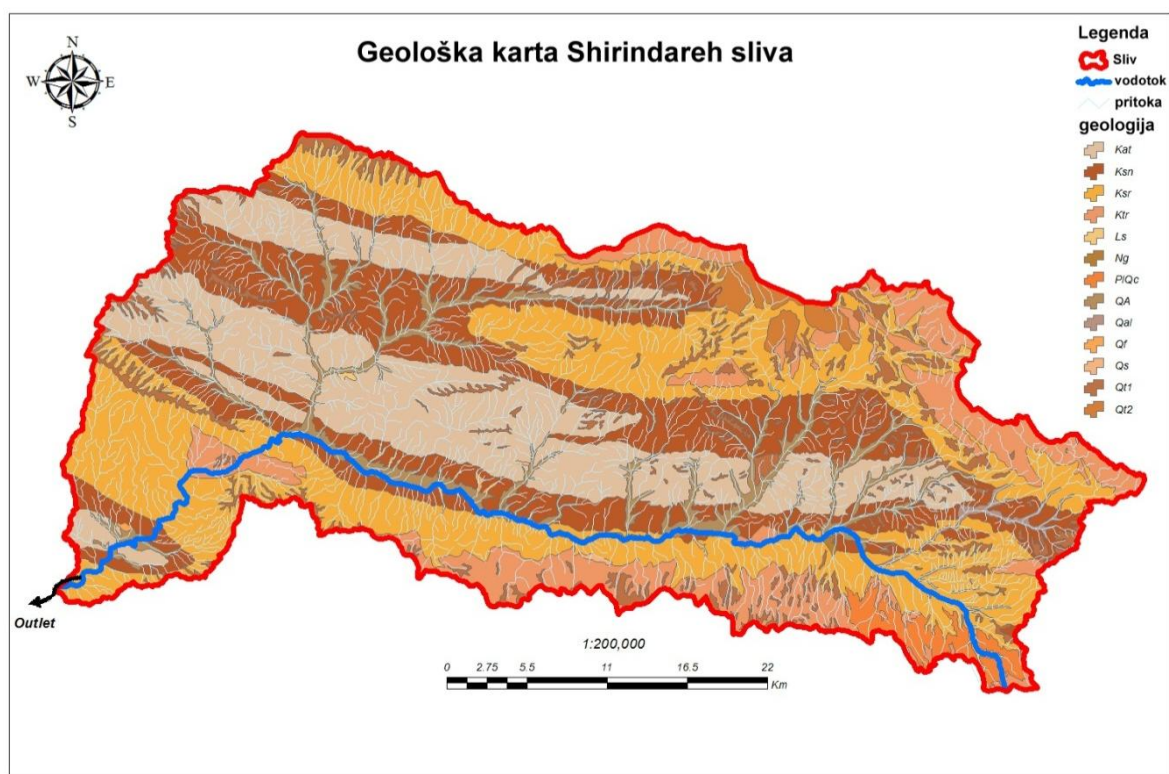
Kopet Dag predstavlja sjevernu granicu Alpsko-himalajsko orogena u NE Iranu, a predstavlja i granicu između Evroazije i Centralnog Irana. Sjeverozapadni ogranak ovog planinskog sistema zalazi dublje u Turkmenistan – prema središnjem dijelu basena Kaspijskog mora, dok na istoku seže do Avganistana. Sa sjeverne strane se nalazi basen Amu Darje, koji se spustio tokom mezozoika – nakon zatvaranja Paleotetisa, u kojem se nalaze velika ležišta ugljovodonika (Robert *et al.*, 2014).



Karta 14: Generalizovana geološka karta Kopet Daga - uokviren je sliv rijeke Širindareh (Izvor: Robert *et al.*, 2014, modifikovano)

Jasno se uočava da je pružanje doline Atraka određeno pružanjem Paleotetičke sutur zone, odnosno da ide granicom između Istočnog Alborza i Kopet Daga (Karta 15).

Na prostoru Širindareh sliva, dominiraju kredni sedimenti – pri čemu smjena različitih krednih formacija oslikava pravac pružanja osa antiklinala i sinklinala (ESE-WNW).



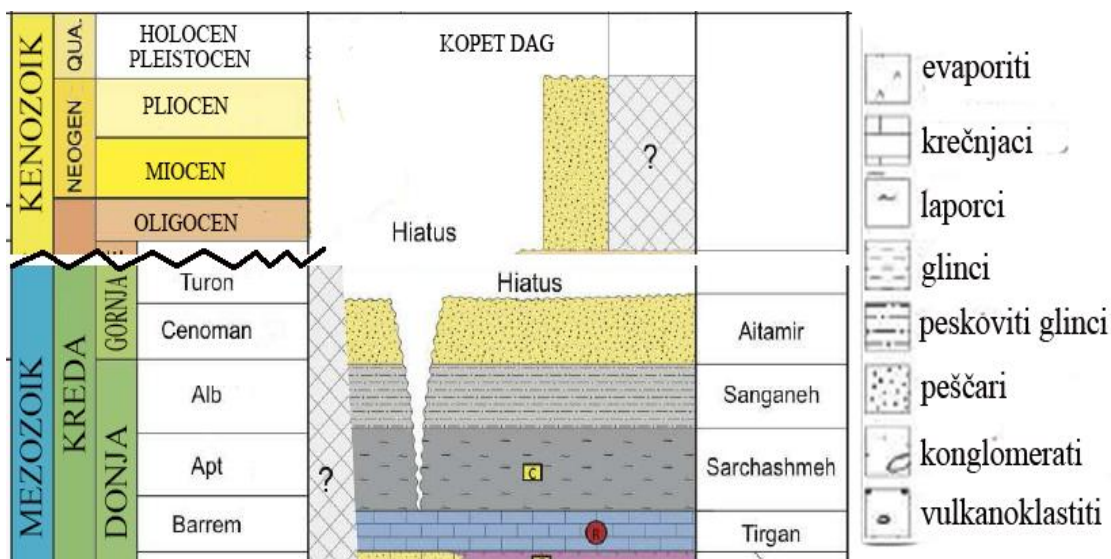
Karta 15: Geološka karta Širindareh sliva

Legenda: kreda: *Ktr* (Tirgan formacija) orbitolinski krečnjaci sa slojevima laporovitih krečnjaka; *Ksr* (Sarčešmeh formacija) sivi laporci i glinci sa proslojcima orbitolinskih krečnjaka; *Ksn* (Sanganeh formacija) glinci sa proslojcima sa peščarima; *Kaf* (Aitamir formacija) peščari i zeleni glaukonitski glinci; *Ng* – neogeni alevroliti i gips-laporci sa slojevima konglomerata; *PlQc* – plio-pleistoceni slabo cementovani konglomerati; *Qt1* – terasni sedimenti (viša terasa); *Qt2* – terasni sedimenti (niža terasa); *Qal* – sedimenti aluvijalne ravni; *Qs* – deluvijalni sedimenti; *LS* – koluvijalni sedimenti; *Qf* – mlade rečne plavine

Mezozojski sedimenti Širindareh sliva nataloženi su u gornjem dijelu donje krede i u donjem dijelu gornje krede – od barema do početka turona (Slika 3: Geološki stub). Najstarije formacije – baremske starosti, su tirganske. One su na čitavom prostoru Kopet Daga predstavljene krečnjacim, laporovitim krečnjacima i glincima nataloženim dominantno u plitkovodnoj morskoj sredini – karbonatnoj platformi. Smjene facija ukazuju na oscilacije morskog nivoa (Yavarmanesh et al., 2017).

Sarčešmeh formacija je preko tirkanske konkordantno nataložena od kraja barema, tokom čitavog apta i na samom početku alba. Sedimenti su nataložene na karbonatnoj platformi, ali sa znatnijim oscilovanjem dubine, što je najverovatnije rezultat različitog odnosa između intenziteta tektonskog spuštanja i stope akumulacije materijala (Raisossadat i Moussavi-Harami, 2000).

Sanganeh formacija predstavljena glincima sa proslojcima pješčara je konkordantno nataložena preko prethodne. Na prostoru sjeverno od Bojnorda ima debljinu od preko 900 m. Uočeni ciklusi sedimentacije govore o cikličnim promjenama dubine u kojoj su sedimenti deponovani (Nouri *et al.*, 2017).



Slika 3: Generalizovani litostratigrafski prikaz Kopet Daga (Robert *et al.*, 2014, modifikovano)

Dominantno plitkovodni sedimenti aitamir formacije taloženi su od kraja alba, tokom cenomana i početkom turona. Predstavljani su pješčarima i zelenim glaukonitskim glincima. Sredina deponovanja je bila priobalna – u zoni talasanja, struja i olujnih vjetrova (Sharafi *et al.*, 2010).

Ova plitkovodna sredina je rezultat lokalnih tektonskih pokreta koji su trajali tokom čitave gornje krede, od cenomana do mastrihta (Robert *et al.*, 2014) pa su stijene danas izložene na površini Širindareh sliva bile van krupnijih sedimentacionih oblasti.

Lokalni sedimentacioni baseni koji su nastali tokom tektonskih pokreta u okviru alpskog orogenetskog ciklusa, bili su sredina za nastanak kenozojskih, prije svega neogenih i kvartarnih sedimenata Širindareh sliva. Oni diskordantno leže preko gornje krednih i

predstavljani su neogenim eoleolitima i evaporitima sa slojevima konglomerata. Kvartarni sedimenti su uglavnom predstavljeni slabo cementovanim konglomeratima.

Pravac oticanja glavnog toka Širindareh sliva i gornji dio njegove najveće desne pritoke, određen je pravcem pružanja osa bora. Njihova asimetričnost je uticala da su desne dolinske strane budu šire, što je naročito slučaj sa glavnim tokom. Spuštajući se ka jugu, niz strane slojeva, desne pritoke Širindareha su znatno duže od lijevih (Slika 4).



*Slika 4: Reljef Širindareh sliva određen geološkom građom. Pad slojeva je orijentisan prema jugu (lijeva strana satelitskog snimka), pa su desne pritoke, kako glavne rijeke, tako i njene desne pritoke, znatno duže (Izvor: GoogleEarthPro, modifikovano)*

Kako se čitav teren odlikuje slabom vegetacijom, pa čak i njenim odsustvom, erozioni procesi su snažni, pa su na mjestima ušća pritoka formirane plavine, a dna svih dolina su zasuta kvartarnim sedimentima. Lokalne rasjedne linije, duž kojih su razbijene bore, označeni su nizovima deluvijalnih zastora.



*Slika 5: Izgled površine Širindareh sliva (foto: V. Spalević)*

## 9.2. GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Reljef Širindareh sliva određen je geološkom građom i tektonikom, a modelovan je radom spoljnih sila. Kako je već istaknuto u prethodnom poglavlju, pružanje sliva je određen pravcem pružanja osa asimetričnih antiklinala i sinklinala. Asimetričnost i geološka građa su odredili da glavna rijeka, ali i njena najveće (desna) pritoka, imaju duže desne pritoke, odnosno da su im slivovi razvijeniji sa desne strane (Slika 6).

Nadmorske visine u slivu se kreću od 2687 m do 697 m kod brane, što ukazuje na veliku energiju reljefa i intenzivne erozivne procese.

Nakon što primi svoju najveću desnu pritoku, Širindareh iz generalnog smjera EW, skreće prema SW, uzimajući pravac upravo te pritoke, probijajući kompozitnu klisuru u dužini od oko 17 km, sa stranama koje se izdižu i preko 300 m iznad doline. S obzirom na izgled rječne mreže u slivu, ova klisura najverovatnije ima epigenetsko porijeklo. Nakon 2 km dugog suženja, slijedi eroziono proširenje, dužine nešto manje od 2 km, a potom slijedi najdublji i najduži dio klisure, dužine oko 13 km. Nedugo nakon izlaska iz klisure, Širindareh probija još jednu kraću, epigenetsku, klisuru, čije dno je već potopljeno akumulacijom.



*Slika 6: Meandrirajuće-anastomozirani karakter oticanja Širindareh rijeke (4,5 km uzvodno od spajanja sa desnom pritokom), plavina (na desnoj strani) i bujični tokovi (na lijevoj)  
(Izvor: GoogleEarthPro, modificovano)*

Širindareh rijeka ima kombinovani način oticanja (Slika 3); lako se uočavaju brojni meandri, ali i anastomozirani tokovi pri dnu doline. Na slici se uočava velika plavina sa desne (NE) strane toka, koja se nalazi na izlazu jedne od najdužih desnih pritoka. Savremeno korito ove pritoke se uočava uz sjeverni rub plavine. Naselje je pribijeno uz lijevu stranu doline, gde

zbog većih padova terena nema odgovarajućih obradivih površina. Erozioni procesi su ovdje veoma izraženi, što se prepoznaje i po slabo organizovanom oticanju bujičnih tokova sa lijeve (SE) strane doline.



*Slika 7: Eroziono proširenje na lijevoj strani rijeke, 3 km uzvodno od spajanja sa desnom pritokom. Proširenje predstavlja višu rječnu terasu, te niže rječne terase koje je izgradio meandrirajući tok Širindareha. Grupe vrtača se uočavaju na kontaktu više i niže rečne terase (Izvor: GoogleEarthPro, modifikovano)*

Sukcesivno spuštanje dna doline prepoznaje se po rječnim terasama (Slika 7). One su uglavnom raspoređene duž desne strane doline, ali se na terenu izgrađenom od orbitolinskih krečnjaka, 3 km uzvodno od spajanja sa najvećom desnom pritokom, uočava na lijevoj strani i jedan segment starije, više rječne terase. Njena karakteristična zaravnjenost je u kontrastu sa strmim obodom (koji nije prikazan na snimku). Na višoj rječnoj terasi se na nekoliko mjesta mogu uočiti grupe karličastih udubljenja, koje predstavljaju vrtače formirane u krednim krečnjacima.

Sliv Širindareha se karakteriše dugom suvom sezonom, koja je praćena periodom obilnih padavina, pa je uz oskudnu vegetaciju, ova oblast veoma podložna eroziji (Behzadfar *et al.*, 2014; Barović *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2015). Zahvaljujući dominantnom semi-aridnom klimatu, ova oblast nije naročito podložna hemijskoj eroziji. Prisustvo minerala gline u mlađim sedimentima (uključujući elit i kaolinit) je dominantno određen matičnim materijalom. Dominantna jedinjenja u vodi izvora na posmatranom području su sulfat-bikarbonati, mangan i kalcit što oslikava mineraloški sastav terena (Sadri, 2013).

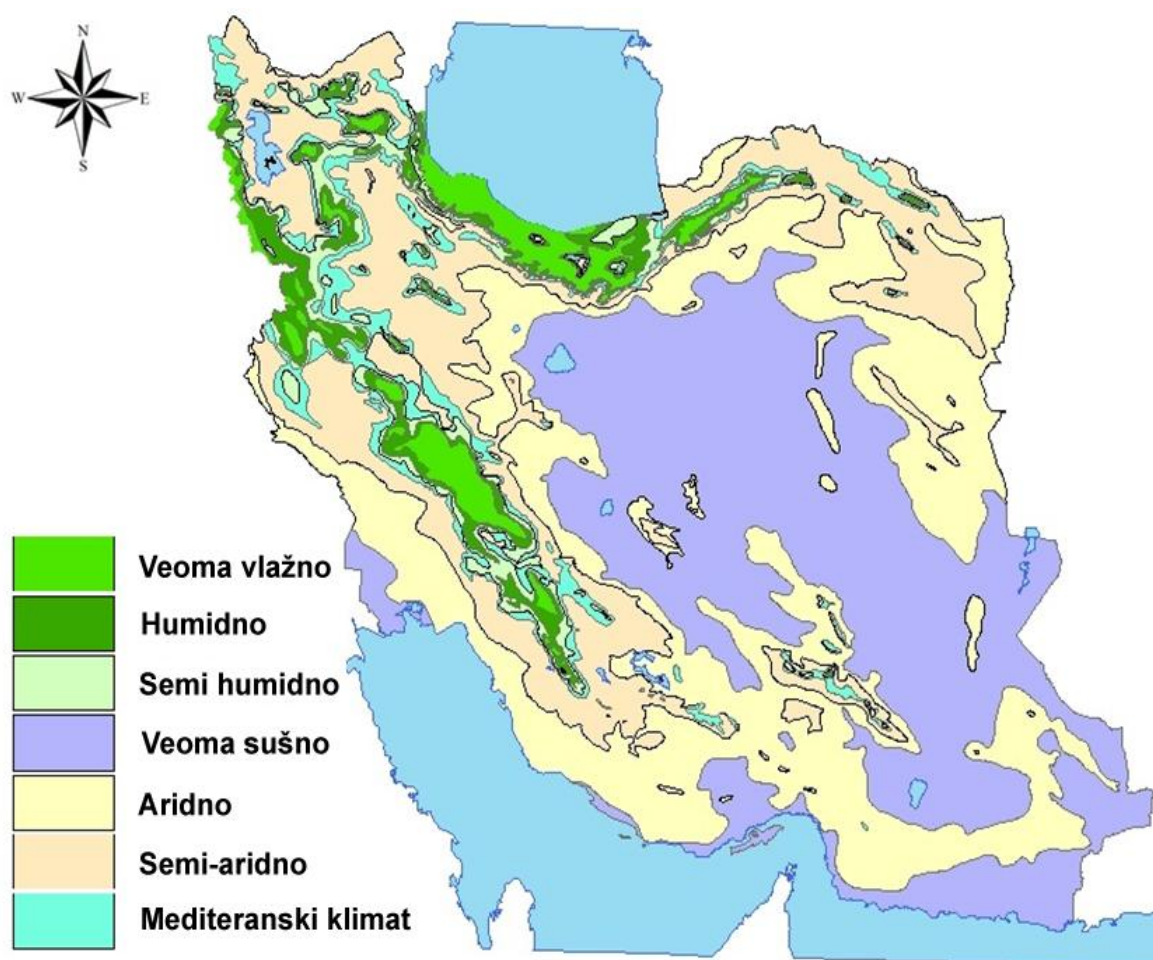
Tokom suve sezone, na prostoru sliva je veoma zastupljena i eolska erozija, koja često ima veoma negativne efekte na usjeve koji se ovdje gaje.



### 9.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Klimatske karakteristike Širindareh sliva određene su kontinentalnošću oblasti u kojoj se nalazi i nadmorskom visinom. Prema Kepenovoj klasifikaciji klimata, ova oblast pripada hladnom semi aridnom klimatu (BSk), a takođe i po de Martonovoj klasifikaciji (semi aridni, A2). U toku hladnijeg dijela godine, Sjeverni Khorasan je pod uticajem kontinentalnih arktičkih i kontinentalnih polarnih (sibirskih) vazdušnih masa koje dolase sa sjevera i sjeveroistoka (Khalili i Rahimi, 2018).

Klimatske karakteristike ovog područja se karakterišu i učestalim sušama, pa je centralni dio Sjevernog Khorasana jedno od najugroženijih područja ove oblasti (Eyshi Rezaei *et al.*, 2011)



*Karta 16: Klimatska karta Irana (Khalili and Rahimi, 2018)*

Klimatske prilike su obrađene na osnovu podataka sa meteorološke stanice Bojnourd, koja se nalazi 35 km jugoistočno od akumulacije “Širindareh”, na 1091 m nadmorske visine.

### 9.3.1. Temperatura vazduha

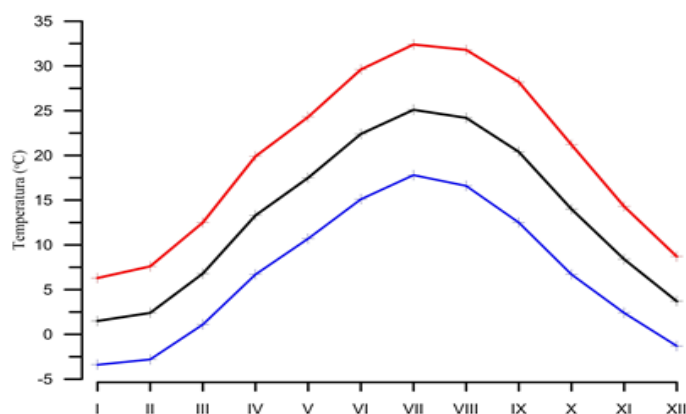
U proučavanom području, srednje mjesečne temperature se kreću između najhladnijeg januara, 1,5 °C, te najtoplijeg jula, 25,1 °C, sa srednjom godišnjom temperaturom od 13,3 °C (Tabela 17). Ukoliko se u obzir uzme termički gradijent za prostor Širindareh sliva prosječna godišnja temperatura bi iznosila 10,3°C (Behzadfar *et al.*, 2014, 2015).

Tabela 17: Srednje mjesečne, srednje mjesečne maksimalne i minimalne temperature (°C) za Bojnud u periodu 1975-2004.

|              | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Sr.g. |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Sr.mjes.     | 1,5  | 2,4  | 6,8  | 13,3 | 17,5 | 22,4 | 25,1 | 24,2 | 20,4 | 14,0 | 8,4  | 3,7  | 13,3  |
| Sr.mjes.max  | 6,1  | 7,2  | 12,2 | 20,2 | 24,3 | 29,8 | 32,6 | 31,8 | 28,1 | 20,8 | 14,4 | 8,9  | 19,7  |
| Sr.mjes.min. | -3,7 | -3,1 | 0,9  | 6,8  | 10,7 | 15,1 | 17,8 | 16,5 | 12,3 | 6,3  | 2,2  | -1,4 | 6,7   |

Izvor: Soltani and Soltani, 2008.

Srednje minimalne i srednje maksimalne temperature za januar iznose -3,7 °C i 6,1 °C. Poredeći sa srednjim minimalnim (17,8 °C) i srednjim maksimalnim (32,6 °C) temperaturama najtoplijeg mjeseca, uočavaju se još veća temperaturna amplituda od 14,8 °C. Trend izraženijih temperaturnih amplituda karakterističniji je za ljetnje mjesece. Ovako izražena temperaturna kolebanja karakteristična su za semiaridne prostore sa naglašenom kontinentalnošću i većim nadmorskim visinama.



Grafikon 6: Srednje mjesečne, srednje mjesečne maksimalne i srednje mjesečne minimalne temperature (°C) za Bojnud u periodu 1975-2004.

U periodu 1974-2004. uočava se značajno povećanje srednjih minimalnih temperatura avgusta i septembra. Srednja minimalna godišnja temperatura takođe raste, a iznos od 0,29°C

je prosječan na dekadnom novou, tako da je u ovom periodu rast iznosio blago iznad 1°C. Srednje maksimalne mjesečne temperature nemaju ovakav trend, osim za mjesec jul, gdje je zabilježen značajan opadajući trend od -0,75°C po dekadi (Soltani and Soltani, 2008).

### 9.3.2. Padavine

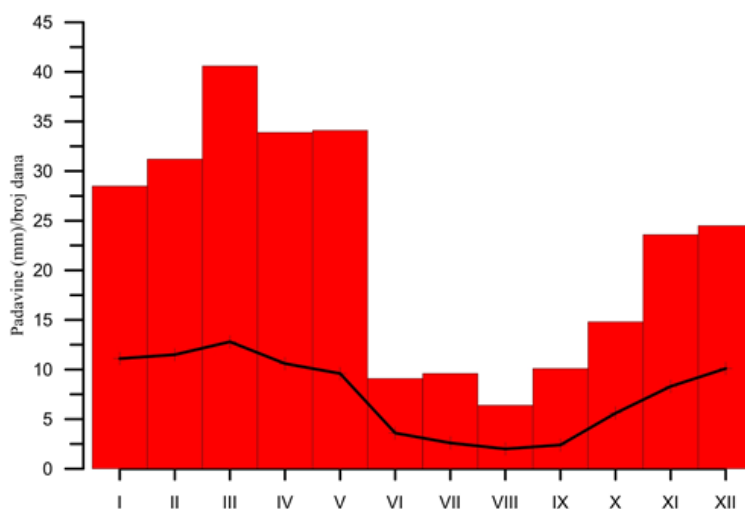
Na prostoru Sjevernog Khorasana, količina padavina opada sa porastom nadmorske visine. Srednja godišnja količina padavina za prostor sliva je oko 270 mm, dok suma srednjih mjesečnih minimalnih i srednjih mjesečnih maksimalnih padavina iznosi 200 mm i 325 mm.

*Tabela 17: Srednje mjesečne sume padavina i srednji mjesečni broj dana sa padavinama, za Bojnud u periodu 1975-2004.*

|           | I    | II   | III  | IV   | V    | VI  | VII | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Sr.god. |
|-----------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|---------|
| mm        | 28,5 | 31,2 | 40,6 | 33,9 | 34,1 | 9,1 | 9,6 | 6,4  | 10,1 | 14,8 | 23,6 | 24,5 | 266,4   |
| broj dana | 11   | 12   | 13   | 11   | 9    | 3   | 3   | 2    | 2    | 6    | 8    | 11   | 91      |

Izvor: Soltani and Soltani, 2008

Najviše padavina se izluči u martu (40,6 mm), a najmanje tokom avgusta (6,4 mm), dok je prosječna godišnja suma 266,4 mm. Generalno, proleća i zime su sa više padavina u odnosu na jeseni i ljeta. Tokom proleća se izluči prosječno 42% padavina, zime 31%, jesen 18%, a ljeti 9%. Iako je zimi i tokom proljeća istovjetan prosječan broj dana sa padavinama, više padavina područje dobija tokom proleća, s obzirom na pretežno sniježni karakter zimskih padavina.



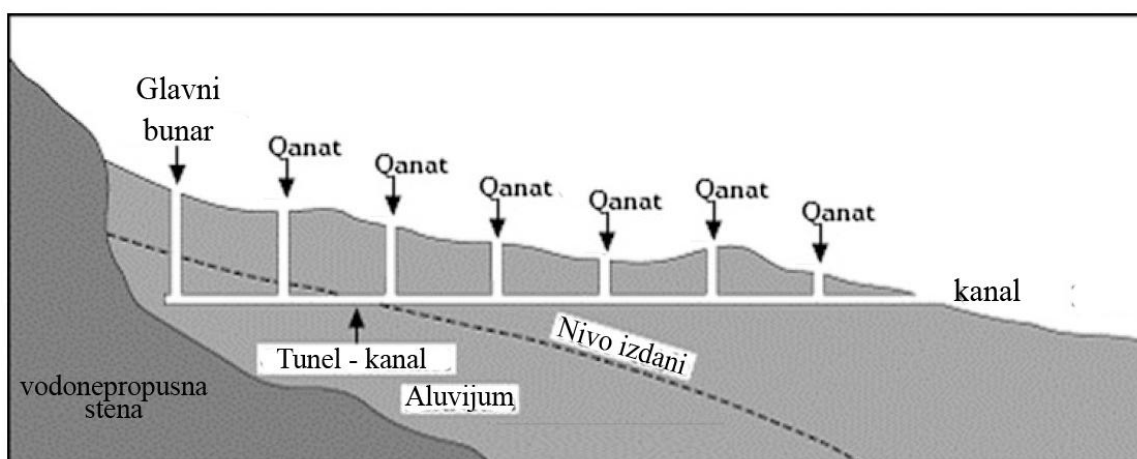
*Grafikon 7: Srednje mjesečne sume padavina i srednji mjesečni broj dana sa padavinama, za Bojnurd u periodu 1975-2004.*

U periodu 1975-2004. nije uočen ni pozitivan ni negativan trend u srednjim mesečnim i srednjim godišnjim sumama padavina (Soltani and Soltani, 2008). Javari (2017) je proučavajući trend padavina za 40 godina (1975-2014), takođe uočio da ne postoji jasan trend u količinama padavina.

## 9.4. HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE

### 9.4.1. Podzemne vode

Na proučavanom području Širindareh sliva, nalazi se 220 izvora, 84 bunara i 26 kanata. Posmatrajući prema geološkim formacijama, najviše izvora ima u Aitamir formaciji, a potom u: Sanganeh, Saršešmeh i Tirgan formacijama. Ove podatke treba povezati sa starošću, vodopropusnošću i visinskim odnosima navedenih formacija. Najviše bunara i kanata ima u rječnim sedimentima – terasnim, plavinskim i onim na dnu inundacije.



Slika 8: Skica kanata (Izvor: Roozitalab et al., 2018)

Kanat je jedinstveni persijski način vodosnabdevanja, čije porijeklo seže vjekovima daleko iza nas. Mnogo ganati su danas van funkcije, delimično zbog snižavanja nivoa izdani, zatim zbog nekontrolisanog kopanja dubokih bunara, a delimično i zbog nedostatka odgovarajućeg održavanja posle agrarne reforme iz 1962. godine. Ipak, kanati su uprkos manje vode u njima, i dalje važan izvor za snabdevanje vodom, s obzirom na činjenicu da je površinskih voda često nedovoljno ili potpuno izostaju, a da se iz dubokih bunara veoma često crpi brakična ili potpuno slana voda (Roozitalab et al., 2018).

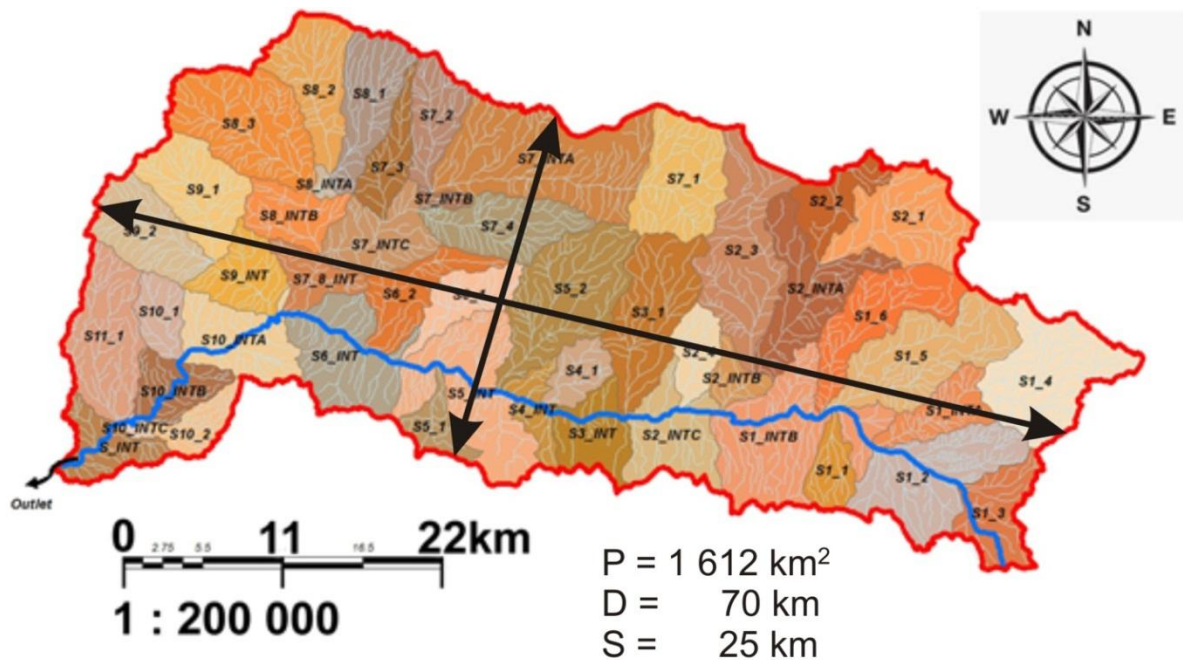


*Slika 9: Kanat (foto: AbdulVahed Khaledi Darvishan)*

Godišnji oticaj voda u proučavanom području je  $23425624 \text{ m}^3\text{y}^{-1}$ . Na osnovu ovih podataka, može se zaključiti da 89,3% oticaja se odnosi na izvore, a samo 9,4% i 6,7% na izvore i kanate. Međutim, zbog malog oticaja tokom proleća, može se reći da je godišnji iznos relativno nizak za oblast i predstavlja ograničavajući faktor za razvoj ovog regiona, naročito za razvoj poljoprivrede (Sazab-e-Shargh Consulting Engineers, 2008).

#### **9.4.2. Površinske vode**

Rijeka Širindareh je glavni prirodni hidrografski objekat na proučavanom prostoru, na čijem nizvodnom kraju se nalazi i istoimena hidroakumulacija. Ona je desna pritoka rijeke Atrak, koja pripada slivu Kaspijskog mora.



*Karta 17: Sliv Širindareha sa podslivovima*

Od izvorišta do brane, Širindareh ima dužinu od 84,12 km, dok je ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama prvog i drugog reda skoro 3000 km. Sliv je izdužen u pravcu istok-zapad u dužini od 70 km, sa širinom od 25 km, pa zahvata površinu od 1612 km<sup>2</sup>. Prosječna visina sliva je 1460 mm sa najvećim visinama u sjevernom dijelu, duž grebena koji predstavlja granicu prema Turkmenistanu.

Gustina rečne mreže sliva iznosi 1,86 što uz navedenu dužinu pritoka govori o velikoj gustini rečnih tokova.

Korita rijeka u slivu su plitka, a način njihovg pružanja je kombinovano meandrirajuće-anastomozirani, a veoma rijetko i upleteni. (Slika 10 i Slike iz reljefa – satelitski snimci)

Posmatrajući čitav sliv rijeke Atrak, za period 1975-2008. uočen je opadajući trend u vrijednostima srednjih godišnjih proticaja. Međutim, srednji maksimalni proticaji imaju uočljivo rastući trend. Nije uočena veza između količine padavina i trenda proticaja (Sheikh, 2014). Prema već navedenim podacima za količinu padavina u Bojnordu, (Soltani and Soltani, 2008), trend padavina je stagnirajući. Međutim, jasan trend povećanja srednjih mjesečnih i srednjih godišnjih temperatura vazduha i evaporacije direktno utiče na smanjenje srednjih godišnjih proticaja u slivu rijeke Atrak (Sheikh, 2014; Sheikh and Bahremand, 2011).



*Slika 10: Anastomozirana korita u Širindareh slivu (Izvor: GoogleEarthPro)*

### **9.5. PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE ŠIRINDAREH SLIVA**

Prema klasifikaciji iz 2003, na prostoru Širindareh sliva zastupljena su zemljišta iz reda entisola i inceptisola.

Entisoli su mlada zemljišta, u čijim profilima se ne oočava nikakav profil razvoja osim horizonta A. Entisol nema dijagnostičkih horizonata, a većina je u osnovi nepromijenjena od svog roditeljskog materijala, koji može biti nekonsolidovani sediment ili stijena. Entisoli su drugi najzastupljeniji red, nakon Inceptisola, koji zauzimaju oko 16% globalnog područja. Mogu se uočiti u oblastima različitih temperaturnih i padavinskih karakteristika, ali su u Iranu najviše zastupljena u aridnim i semiaridnim područjima.



*Slika 11: karakteristični profili entisola i inceptisola (Izvor: Roozitalab et. al., 2018)*



*Slika 12: Detalji iz proučavanog područja Shirindareh sliva, Iran*



Inceptisoli su najzastupljenija zemljišta u semiaridnim područjima Irana. Oni su zastupljeni na relativno uravnenim površinama, najčešće rečnih terasa i podgorinskih konusa, na kambičnoj ili kalcitskoj osnovi (Roozitalab *et. al.*, 2018). U Svjetskoj referentnoj bazi za resurse zemljišta (WRB), većina inceptisola su kambisoli ili umbrisoli. Brzo se oblikuju izmjenom podloge. Oni su razvijeniji od entisola. Nemaju akumulaciju gline, feroksida, aluminijum oksida ili organske materije. Oni imaju ohrik ili umbrični horizont i kambični podzemni horizont.

Imaju blago razvijeniji profil od entisola, ali ni njihovi profili nemaju karakteristike razvijenih zemljišta. Ova zemljišta su najčešće pod kulturama – u oblastima sa odgovarajućom količinom padavina ili u uslovima navodnjavanja (Roozitalab *et al.*, 2018).

U zavisnosti od nagiba, ova mlada zemljišta imaju oko jedan metar moćnosti, a na na strmijim padinama profili su i plići. Profili su stalno izloženi ispiranju ali ne i akumulaciji. Zemljišta pripadaju glinovitim i prašinasto-glinovitim teksturnim klasama. Vrijednost pH varira od 7,6 do 7,9, a procentualna zastupljenost organskog ugljenika je od 0,166 do 0,95 (Sazab-e-Shargh Consulting Engineers, 2008).

## 9.6. BIOGEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE

Biogeografske karakteristike sliva Širindareha određene su semiaridnim klimatskim uslovima. Godišnja suma padavina u slivu blago prelazi 300 mm, sa minimalnim količinama u ljetnjim mjesecima, uz veliku evaporaciju, omogućava da na ovom prostoru bude zastupljena suva stepska vegetacija i odgovarajuća fauna.

Na osnovu podataka iz 2007, kao i nedavnih sopstvenih istraživanja, pašnjaci i livade zauzimaju oko 60% prostora Širindareh sliva, a na njima je zastupljeno 48 fizografskih jedinica. Ovo je jedan od najvažnijih prirodnih ekonomskih resursa u području, jer lokalno stanovništvo može da pokosi 10483 t trave i da prehrani oko 44000 ovaca u periodu od oko četiri mjeseca tokom godine. Međutim, ovaj resurs je stalno izložen ispaši, pa u nekim krajevima Širindareh sliva dolazi do promjene strukture travnih zajednica, gdje one slabijeg kvaliteta počinju da dominiraju (Sazab-e-Shargh Consulting Engineers, 2008).

Oranice su zastupljene sa 18%, degradirane šume sa 10%, a voćnaci i vinogradi sa 4,5%.

Šumska vegetacija je najzastupljenija u aluvijalnim ravnima, a znatno siromašnije šumske zajednice se nalaze na većim nadmorskim visinama, prije svegana glavnom grebenu Kopet Daga, na sjeveru sliva.

## 10. REZULTATI

U ovom poglavlju predstavljena je novouspostavljena web platforma *Web-based Intensity of Erosion and Outflow* model - "WIntErO", čije je algoritamska pozadina bazirana na proračunima postavljenim na EPM metodi (Gavrilović, 1972), kao jedan od rezultata istraživanja sprovedenih u tokom izrade ove teze. Nadalje, predstavljeni su rezultati terenskih mjerenja, kompleksno batimetrsko snimanje i analiza zasipanja akumulacionog bazena Poteć sa pregledom prethodnih mjerenja, koje je bilo neophodno uraditi radi validacije obračuna WIntErO modela. Urađena je i analiza upotrebe EPM, na kom je baziran WIntErO model, u širem području Širindareh sliva i na kompletnoj teritoriji Irana, a sve sa ciljem da se uvidi mogućnost korišćenja ovog modela i na ovom području.

### 10.1. WINTERO MODEL

Brz razvoj računarsko-grafičkih metoda, kao i njihova sve veća primjena u geonaukama, poljoprivredi i šumarstvu uticala je da ove metode dobiju vrlo značajno mjesto i kod predviđanja procesa erozije u oblasti konzervacije zemljišta (Renschler i Flanagan, 2008). Na to utiče veoma brzi razvitak elektronske računarske tehnike i potrebe za prenosom velike količine informacija i sve veći zahtjevi za pouzdani prenos velikog broja podataka u svim oblastima života (Spalević, 2011).

Metode proučavanja u konzervaciji zemljišta svode se na metode koje prognoziraju površinsko oticanje sa sliva, metode prognoziranja intenziteta erozionog procesa i metode koje proučavaju samu pojavu erozionog procesa. Erozioni uticaji se superponiraju i javljaju kompleksno, ali metode proučavanja idu za tim da ih izolovano odrede (Kostadinov, 1996).

Proračun oticanja i intenziteta erozije obavlja se primjenom odgovarajućih standardnih klasičnih metoda, ali se zbog brzine rada i preciznosti značajan akcenat daje različitim načinima računarsko-grafičke obrade podataka. Dragičević i Kostadinov (2007) u svojim istraživanjima prezentiraju iskustva korišćenja digitalnog visinskog modela (Digital elevation model) kod analize uticaja fizičkih i antropogenih faktora na intenzitet erozije zemljišta (morfologija, geneza, evolucija, zaštita od erozije zemljišta) upotrebom satelitskih snimaka i praćenja procesa erozije uz analizu podataka i poređenje rezultata.

Za procjenu rizika od erozije vodom i procjenu produkcije erozionog nanosa trenutno se primjenjuju razni modeli, a mogu se podijeliti na empirijske ili regresivne, konceptualne i fizičke (Dragičević, 2016). Prema drugoj klasifikaciji, mogu se podijeliti na kvalitativne,

kvantitativne i semikvantitativne (Morgan, 2005; Kayimierski, 2013). Pacific Southwest Inter-Agency Committee (PSIAC), Modified Pacific Southwest Inter-Agency Committee (MPSIAC), Factorial Scoring Model (FSM), Vegetation-Surface Material-Drainage Density Model (VSD), Gavrilovićev model (Erosion Potential Method – EPM), Erosion Hazard Units (EHU), CORINE karte rizika od erozije, Coleman & Scatena Scoring Model (CSSM), Fleming & Kadhimi Scoring Model (FKSM), Wallingford Scoring Model (WSM) i Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) su semikvantitativni modeli čije su osnovne karakteristike opisali i uporedili de Vente i Poesen (2005) i Eisazadeh i saradnici (2012).

Podaci su najpouzdaniji ako su dobijeni neposrednim mjerenjima, ali takvih podataka nažalost uglavnom nema. U takvim slučajevima projektanti su prinuđeni da za određivanje godišnjeg pronosa nanosa koriste određene empirijske metode. Najčešće se u praksi za takve proračune koriste metode B.V. Poljakova i S. Gavrilovića (Kostadinov, 1990).

Ova istraživanja na području Polimlja, a kasnije i u slivovima Irana, su izvedena u skladu sa preporukama Spalevića (2011) i Kostadinova (1990) oko izbora metoda: primijenjena je Gavrilovićeva metoda za procjenu intenziteta i produkciju erozionog nanosa, a urađen je novi WIntErO model koji se u svojoj algoritamskoj pozadini bazira na njenu primjenu.

Gavrilovićevu metodu, poznatu kao metoda potencijala erozije (Erosion Potential Method – EPM). Metodu je razvio Slobodan Gavrilović 1960-ih, a postavljena je na terenskim istraživanjima erozije u slivu rijeke Morave u Srbiji (Gavrilović, 1972). Metoda je bazirana na metodi za kvantitativnu klasifikaciju erozije (Method for the Quantitative Classification of Erosion – MQCE), koja je razvijena 1954. godine. Tokom istraživanja Gavrilović je otkrio mogućnost daljeg razvoja MQCE metode koja se koristila za određivanje intenziteta erozije. Proširenje te metode bilo je usmjereno ka kvantifikaciji erozionih procesa, na procjenu transporta erozionog nanosa nizvodno do kontrolnih profila (Amini *et al*, 2010). Danas ova metoda obuhvata kartiranje erozije, procjenu produkcije erozionog nanosa i klasifikaciju bujica te je od 1968. intenzivno primjenjivana u rješavanju problema vezanih sa erozijom i bujicama u svim zemljama Balkana (Gavrilović, 2008).

Gavrilovićevom metodom mogu se procijeniti različiti tipovi erozije poput površinske, riječne (fluvijalne) i lateralne erozije. Najčešće dobijeni rezultati dobijeni iz formula predstavljeni (Tabela 18) su: ukupna godišnja produkcija erozionog nanosa  $W$ , izraz (1); koeficijent erozije  $Z$ , izraz (3); godišnja količina transportiranoga vučenoga i suspendiranoga nanosa riječnom mrežom  $Gy$ , izraz (7).

Tabela 18: Opis parametara Gavrilovićeve metode (Dragičević, 2016)

|   |       |         |  |
|---|-------|---------|--|
| $W_a = T \cdot P_a \cdot \pi \sqrt{Z^3} \cdot F$      | (1)   | $W_a$   | Ukupna godišnja produkcija erozijskog nanosa [m <sup>3</sup> /godišnje]  |
| $T = \sqrt{\frac{T_0}{10} + 0,1}$                     | (2)   | $T$     | Temperaturni koeficijent [-]   |
| $Z = Y \cdot X_a \cdot (\phi + \sqrt{J_a})$           | (3)   | $P_a$   | Srednja godišnja količina oborina [mm]   |
| $\xi = \frac{\sqrt{O \cdot Z}}{(I_p + 10)} \cdot D_d$ | (4)   | $Z$     | Koeficijent erozije [-]  |
| $D_{d,original} = \frac{1}{0,25} = 4$                 | (5)*  | $F$     | Površina analiziranog područja [km <sup>2</sup> ]  |
| $D_{d,modified} = \frac{I_p + I_a}{F} = \frac{L}{F}$  | (6)** | $T_0$   | Srednja godišnja temperatura [°C]  |
| $G_y = \xi \cdot W_a$                                 | (7)   | $Y$     | Koeficijent erodibilnosti tla [-]  |
|   |       | $X_a$   | Koeficijent zaštićenosti zemljišta vegetacijskim pokrovom [-]  |
|   |       | $\phi$  | Koeficijent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije na analiziranome području [-]                                  |
|   |       | $J_a$   | Srednji pad sliva/analizirane padine [%]   |
|   |       | $\zeta$ | Koeficijent retencije erozivnog nanosa [-]   |
|   |       | $O$     | Opseg analiziranog područja [km]   |
|   |       | $Z$     | Srednja visinska razlika analiziranog područja [km]  |
|   |       | $D_d$   | Gustoća riječne (drenske) mreže [km/km <sup>2</sup> ]  |
|   |       | $I_p$   | Duljina primarnog vodotoka [km]  |
|   |       | $I_a$   | Ukupna duljina svih sekundarnih vodotoka [km]  |
|   |       | $L$     | Ukupna duljina primarnog i svih sekundarnih vodotoka [km]  |
|   |       | $G_y$   | Godišnja količina transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom [m <sup>3</sup> /godišnje] |

\* U originalnoj metodi definirana kao konstantna vrijednost i danas se primjenjuje u velikom broju istraživanja.

\*\* Modifikacija metode prema Lazareviću [12] primjenjuje se danas u velikom broju istraživanja.

Prema de Vente i Poesen (2005) metoda se može svrstati u semikvantitativne metode jer se temelji na kombinaciji opisnih i kvantitativnih procedura (Dragičević, 2016). Međutim, od svih semikvantitativnih ta je metoda najkvantitativnija jer primjenjuje opisnu evaluaciju za samo tri parametara: koeficijent erodibilnosti zemljišta, koeficijent zaštićenosti zemljišta vegetacijom i koeficijent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije na analiziranom slivu. Svi drugi parametri kvantitativno opisuju sliv.

**Modifikacije Gavrilovićeve metode.** Jednu od prvih nadogradnji ove metode predložio je Lazarević (1985), koji je u svom radu naglasio potrebu za prilagođavanjem vrijednosti koje opisuju parametre: koeficijent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije  $\phi$ ; koeficijent zaštićenosti zemljišta vegetacionim pokrivačem;  $X_a$  i koeficijent erodibilnosti  $Y$ .

Cilj je bio dobiti novu definiciju koeficijenta erozije iz njegova izvornog značenja kao pokazatelja erodibilnosti u današnju verziju pokazatelja intenziteta erozije. Lazarević je modifikovao tablice za klasifikaciju intenziteta erozije koji predstavlja koeficijent erozije  $Z$  (Dragičević, 2016).

Tošić i Dragičević (2012) predložili su novu metodologiju za određivanje koeficijenta erozije ( $Z$ ) prilagođenu za korištenje u GIS okruženju, koja je bazirana na empirijskoj metodologiji Gavrilovićeve metode i nadogradnji koje je dao Lazarević. Suština njihovog rada je primjena PDA (Personal Digital Assistant) uređaja sa GPS (Global Positioning System) prijemnikom. Uređaj je primijenjen u kombinaciji s odgovarajućim softverom,

ArcPadom, u cilju integracije GPS-a s GIS-om. Cilj je bio odrediti koeficijent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije ( $\phi$ ) na licu mjesta te transformisati podatke u skladu s uslovima na erozionoj parceli.

Drugu modifikaciju dali su Globevnik *et al.*, (2003), koji su predložili vrijednosti za evaluaciju koeficijenta zaštićenosti zemljišta vegetacijskim pokrovom prema CORINE klasifikaciji pokrova zemljišta. Nadalje Fanetti i Vezzoli predložili su promjenu kategorizacije koeficijenta zaštićenosti zemljišta vegetacionim pokrivačem Xa koja se bazira na različitim kategorijama načina korišćenja i prvi su uzeli u obzir urbana područja kao potencijalna područja pojave erozije te im dodijelili vrijednosti veće od nule. Obuhvatili su nekoliko stepena urbanizacije kao i razne vrste vegetacionog pokrivača, od uzgoja kultura do pašnjaka i šuma (Referenca:... vrv. Fanetti and Vezzoli, ...).

Primjenjuje se širom svijeta svijeta, od Crne Gore, preko Srbije, Hrvatske, Slovenije, Italije, Makedonije, Bosne i Hercegovine, Irana do Čilea (Dragičević, 2016), Maroka, Brazila (Guiçardi *et al*, 2018), Nepala (Chalise *et al*, 2018).

Tabela 19: Pregled primjene EPM motoda u nekim državama svijeta

| Analizirani sliv | Država              | Veličina<br>[km <sup>2</sup> ] | Proračun<br>W [m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> ] | Proračun<br>G god [m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> ] |
|------------------|---------------------|--------------------------------|--|--|
| Ukrina           | Bosna i Hercegovina | 1498,48                        | 551  | 247  |
| Pedra Branca     | Brazil              | -                              | -  | 2518   |
| Bermejo          | Čile                | -                              | 100*   | -  |
| Rovački          | Crna Gora           | 11,7                           | 404  | 117  |
| Jukani           | Hrvatska            | 26,7                           | 1070   | 399  |
| Kardeh           | Iran                | 555                            | 266  | -  |
| Musone           | Italija             | 374                            | 700  | -  |
| Bregalnica       | Makedonija          | 1124,7                         | 925  | -  |
| Oued El Abid     | Maroko              | 3119                           | 9363   | 910  |
| Aringale Khola   | Nepal               | -                              | -  | 1074   |
| Rokava           | Slovenija           | 91/20,4                        | 50   | -  |
| Kalimanska       | Srbija              | 16,04                          | 533  | 350  |

\*Mt/slivu/godišnje

\* \* \*

Računarsko-grafičke web bazirane metode su našle primjenu i kod proučavanja oticanja i intenziteta erozije zemljišta. Za potrebe ovih proučavanja izrađena je web platforma *Web based Intensity of Erosion and Outflow model* - "WIntErO", koji predstavlja integrisani, moderniji paket treće generacije programa: (II) IntErO (Spalević, 2011); (I) ranije razrađenih prisupa programa "*River basins*" (Spalević i sar., 2000) i "*Surface and distance measuring*" (Spalević *et al.*, 1999).

Proračun količine nanosa za sve tri generacije, u osnovi, obrađuje ulazne podatke (po metodi prof. Gavrilovića, 1972) za intenzitet erozije zemljišta, kao i proračun za maksimalno oticanje iz sliva (takođe po Gavriloviću).

Korišćenjem računarsko-grafičkog metoda programa "WIntErO", u proučavanju oticaja i intenziteta erozije, vrijednosti površina (površina slivova, površina između izohipsi i sl.) i dužina, tj. rastojanja sa karte (dužina glavnog vodotoka, dužina linije vododjelnice i sl.) veoma precizno je obrađena, što nije uvijek bio slučaj kod primjene mehaničkih instrumenata, planimetara i kurvimetra. Obradom dobijenih fizičko-geografskih inputa, nakon unosa podataka, dobijeni su rezultati.

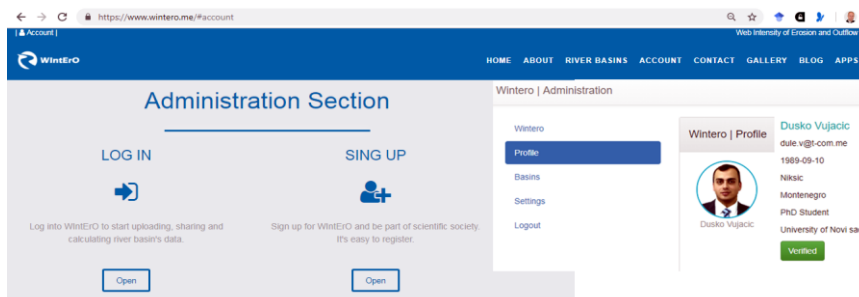
Cilj kreiranja web platforme je da omogući razmjenu podataka i bolju saradnju između istraživača geografa sa Univerziteta Crne Gore i Univerziteta u Novom Sadu sa istraživačima iz drugih krajeva svijeta. Desktop based rješenje, Intero (Spalević, 2011), koje je i dalje u upotrebi ne može u potpunosti odgovoriti sadašnjim zahtjevima istraživača, koji između ostalog imaju za cilj da objedine informacije na jednom mjestu i omogućće unos svih istraživačkih proračuna u otvorenu bazu podataka i lakši uvid u iste ostalim istraživačima ili zainteresovanim pojedincima, u svakom trenutku. Iz navedenih razloga je bilo potrebno kreirati i osmisliti web rješenje ovog programa, koje će omogućiti pomenute zahtjeve, a i dodatno stvoriti prijatniju i efikasniju platformu za buduća istraživanja i informisanje o istim.

Efikasna komunikacija između istraživača je presudna za tempo razvoja naučnog napretka. IntErO software je do sada omogućavao upis proračuna preko forme i čuvanje tih unosa u *.sli* lične datoteke, po jedna *.sli* datoteka za svaki sliv. Pregled i dobijanje rezultata proračuna izvršava se tako što se učitava potrebna datoteka i potom se pregledaju rezultati i po potrebi izvoze u neki od ponuđenih formata (*txt*, *doc*, *xls*). Ovakvim načinom unosa proračuna u *.sli* datoteke i čuvanje datoteka na personalnim računarima, razmjena među istraživačima i publikovanje je manje efikasno od predloženog novog pristupa

uspostavljanjem WIntErO otvorene web platforme. Web platforma WIntErO ima za cilj da otvori pristupe postojećem IntErO modelu da na jednostavniji način pruži pregled podataka.

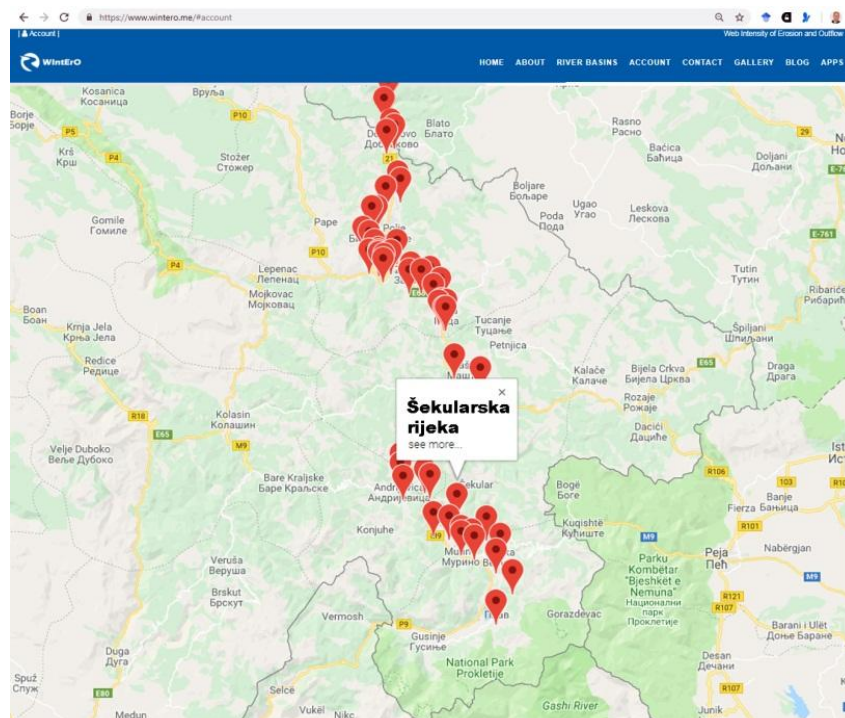


Slika 12: WIntErO, Izgled polazne stranice na WIntErO platformi



Mobile applications

Slika 13: WIntErO, Izgled korisničkog profila na WIntErO platformi



Slika 14: WIntErO, Pregled unešenih proračuna za slivove Polimlja na WIntErO platformi

Razlika sa prethodnom formom je da nova web platforma u buduće neće koristiti .sli datoteke, već će se proračuni upisivati u MySQL bazi podataka. Ključno poboljšanje, koje je kreirano sa izradom web platforme, je pregled lokacija slivova za koje su unijeti podaci.

Enter the basic information

|  |   |
|--|---|
| Name of the River basin: Zloreca                 | Upload: <input type="button" value="Choose File"/> No file chosen <input type="button" value="Upload ✓"/> |
| Country: <input type="text" value="Montenegro"/> | Year: <input type="text" value="2018"/>   |
| Latitude: 42.788552                              | Longitude: 19.254656  |

Geometric characteristics of the river basin

|                               |                                |                  |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------|
| F = 170.19755 km <sup>2</sup> | Fv = 117.47809 km <sup>2</sup> | Lv = 16.69702 km |
| O = 60.93071 km               | Fm = 52.71946 km <sup>2</sup>  | Lb = 22.77723 km |

Topographic characteristics of the river basin

|            |            |              |               |
|------------|------------|--------------|---------------|
| h0 = 800 m | Δh = 100 m | Hmin = 732 m | Hmax = 2461 m |
|------------|------------|--------------|---------------|

| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">Liz [km]:</th></tr> <tr><td>9.25276</td></tr> <tr><td>27.74068</td></tr> <tr><td>44.55425</td></tr> <tr><td>57.96002</td></tr> <tr><td>64.56767</td></tr> <tr><td>67.29615</td></tr> <tr><td>70.76123</td></tr> <tr><td>73.52592</td></tr> <tr><td>71.72385</td></tr> <tr><td>71.32298</td></tr> <tr><td>74.58127</td></tr> <tr><td>66.54549</td></tr> <tr><td>49.64816</td></tr> <tr><td>19.88754</td></tr> <tr><td>5.53762</td></tr> <tr><td>4.59787</td></tr> <tr><td>1.06358</td></tr> </table> | Liz [km]: | 9.25276 | 27.74068 | 44.55425 | 57.96002 | 64.56767 | 67.29615 | 70.76123 | 73.52592 | 71.72385 | 71.32298 | 74.58127 | 66.54549 | 49.64816 | 19.88754 | 5.53762 | 4.59787 | 1.06358 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">f [km<sup>2</sup>]:</th></tr> <tr><td>2.03517</td></tr> <tr><td>5.66120</td></tr> <tr><td>9.52310</td></tr> <tr><td>13.46591</td></tr> <tr><td>13.94602</td></tr> <tr><td>14.45533</td></tr> <tr><td>14.15940</td></tr> <tr><td>14.54445</td></tr> <tr><td>14.41372</td></tr> <tr><td>14.63845</td></tr> <tr><td>15.16389</td></tr> <tr><td>16.67854</td></tr> <tr><td>11.29736</td></tr> <tr><td>7.11058</td></tr> <tr><td>1.83765</td></tr> <tr><td>0.54159</td></tr> <tr><td>0.54807</td></tr> <tr><td>0.18691</td></tr> </table> | f [km <sup>2</sup> ]: | 2.03517 | 5.66120 | 9.52310 | 13.46591 | 13.94602 | 14.45533 | 14.15940 | 14.54445 | 14.41372 | 14.63845 | 15.16389 | 16.67854 | 11.29736 | 7.11058 | 1.83765 | 0.54159 | 0.54807 | 0.18691 |
|--|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---|-----------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Liz [km]:  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 9.25276  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 27.74068   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 44.55425   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 57.96002   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 64.56767   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 67.29615   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 70.76123   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 73.52592   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 71.72385   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 71.32298   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 74.58127   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 66.54549   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 49.64816   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 19.88754   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 5.53762  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 4.59787  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 1.06358  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| f [km <sup>2</sup> ]:  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 2.03517  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 5.66120  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 9.52310  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 13.46591   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 13.94602   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 14.45533   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 14.15940   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 14.54445   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 14.41372   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 14.63845   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 15.16389   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 16.67854   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 11.29736   |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 7.11058  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 1.83765  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 0.54159  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 0.54807  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |
| 0.18691  |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |   |                       |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |         |

Hydr. char. of the river basin

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| ΣL = 43.36777 km | Lm = 14.09585 km |
|------------------|------------------|

Water permeability

|             |              |             |
|-------------|--------------|-------------|
| fp = 0.3986 | fpp = 0.0860 | fo = 0.5154 |
|-------------|--------------|-------------|

Land use

|                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| fs = 0.521257964 | ft = 0.461097844 | fg = 0.017644192 |
|------------------|------------------|------------------|

Meteorological data

|               |   |             |                  |
|---------------|---|-------------|------------------|
| hb = 115.0 mm | Up = <input type="text" value="100"/> years | to = 9.0 °C | Hgod = 1183.7 mm |
|---------------|---|-------------|------------------|

Erosion coefficients

|   |
|---|
| Y = <input style="width: 80%; border: none;" type="text" value="0.84518"/> +  |
| Xa = <input style="width: 80%; border: none;" type="text" value="0.39965"/> + |
| φ = <input style="width: 80%; border: none;" type="text" value="0.38722"/> +  |

Slika 15: Pregled unosa podataka na WIntErO platformi



| River basin: Polimlje             |  |
|-----------------------------------|--|
| Variable                          | Value  |
| A                                 | 0.45   |
| m                                 | 0.78   |
| B                                 | 18.13 km   |
| a                                 | 0.16   |
| G                                 | 0.40   |
| K                                 | 1.22   |
| H <sub>sr</sub>                   | 1103.44 m  |
| D                                 | 664.44 m   |
| I <sub>sr</sub>                   | 30.05 %  |
| H <sub>leb</sub>                  | 2022.00 m  |
| E <sub>r</sub>                    | 87.71  |
| S <sub>1</sub>                    | 0.96   |
| S <sub>2</sub>                    | 0.71   |
| W                                 | 1.1351 m   |
| 2gDF <sup>1/2</sup>               | 6148.62 m km s <sup>-1</sup>                             |
| Q <sub>max</sub>                  | 2146.81 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| T                                 | 0.97   |
| Z                                 | 0.376  |
| W <sub>god</sub>                  | 1781016.3732 m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>            |
| R <sub>u</sub>                    | 0.191  |
| G <sub>god</sub>                  | 339678.25 m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>               |
| G <sub>god</sub> /km <sup>2</sup> | 117.13 m <sup>3</sup> km <sup>-2</sup> god <sup>-1</sup> |

Export in .xls      Export in .pdf

Slika 15: Pregled izlaznih podataka na WIntErO platformi

Pregled proračuna upisanih u bazi podataka je dostupan svim posjetiocima web platforme, dok je upis istih dostupan samo za registrovane korisnike. WIntErO omogućava jednostavan upis proračuna preko web forme i za upis je neophodna registracija korisnika. Registracija je jednostavna, a potrebno je da korisnik registruje korisnički profil. Upis podataka, kao i registracija profila, moraju proći verifikaciju. Web platforma sadrži i opciju za pregled lokacija i podataka, a moguće je podatke i eksportovati u određeni fajl koji se generiše nakon zahtjeva.

## 10.2. TERENSKA MJERENJA

### 10.2.1. Batimetrsko snimanje i analiza zasipanja akumulacionog bazena Potpeć

Globalne promjene ozbiljno utiču na biosferu koja kroz usluge ekosistema održava ljudsko blagostanje. Očekuje se da će se takvi uticaji povećati, osim ako se ne izvrše mjere upravljanja mjerama ublažavanja. Uprkos pozivu naučnika za njihovo sprovođenje, malo studija se bavi akcijama vezano za slatkovodne vode (Jorda-Capdevila, 2019).

Procjena održivosti snabdijevanja vodom je od ključnog značaja za ispunjavanje potreba, posebno kod nas u Crnoj Gori, Srbiji, šire na Balkanu i Mediteranu. Naš region je identifikovan kao vruća tačka u vezi sa uticajem klimatskih promjena, te kao region u kojem potražnja vode kontinuirano raste zbog potreba lokalnog stanovništva, razvoja turizma, buduće potrebe proširenja navodnjavanih područja.

Klimatske projekcije u nekim scenarijima idu sa povećanjem temperature i do 2°C i smanjenju dnevnih padavina za 20%. Strategije prilagođavanja su uzimale u obzir smanjenje potreba za vodom po jedinici u domaćem sektoru, čak i uvoz vode u nekim zemljama Mediterana za poljoprivredni sektor (!).

U tom kontekstu postoji velika potreba da stručnjaci kod nas pristupe procjeni budućih promjena u kapacitetima za raspodjelu vode u slivovima, uvažavajući novonastale klimatske promjene, upravljanje akumulacijama i branama. Potrebno je u širem kontekstu raditi na pripremama izrada scenarija korišćenja dostupne vode.

Ovo istraživanje je jedan od pokušaja da se uspostavi jedan od održivih vidova modeliranja koji bi bio kalibrisan i validiran na proučavanom slivu Lima te dalje korišćen za ocjenu da li i kako vodni resursi mogu ispuniti zahtjeve za vodom i koliko u narednom periodu; za lokalne, poljoprivredne i eko sektore.

Vodne akumulacije se kod nas koriste za potrebe elektroprivrede ili pak kao vodopoji, te mogu biti bilo koje druge namjene: turizam i rekreacija. Projektovane su na način da im se postavlja i određeni rok trajanja, gdje proračun zasipanja akumulacije igra važnu ulogu. Kapacitet akumulacije izražava se kao funkcija raspoložive zapremine akumulacije u slivnom području (Minčev, 2014; Nikitina, 2011). Nepravilnosti i nejasnoće u fluvijalnom režimu povezanim sa klimatskim promjenama i kontinuiranim povećanjem potražnje za vodom od strane različitih sektora dodaje nove izazove za upravljanje i otpornost ovih akumulacija. Otpornost ranjivih rezervoara mora se detaljno proučavati kako bi se pripremila i ublažila potencijalni uticaj ovih promjena (Mereu *et al.*, 2016; Collet *et al.*, 2015).

Tokom ovih istraživanja, za potrebe daljih detaljnijih proučavanja stanja degradacije zemljišta i oticaja u slivovima, razvijen je WIntErO model, koji predstavlja novu unaprijeđenu generaciju *IntErO modela* za proračun intenziteta erozije i oticaj (Spalević, 2011), *Slivovi* (Spalević, 1999) sa algoritarskom pozadinom postavljenom na metodi Gavrilovića (1972).

Da bi model bio stavljen u pogon, potrebno je bilo uraditi validaciju, zbog čega je urađeno batimetrijsko snimanje i analiza zasipanja akumulacionog bazena Potpeć na Limu u 2017 godini (upoređujući u isto vrijeme periode: 1967 – 1976; 1967 – 1981; 1967 – 1986; 1967 – 1991; 1967 – 1999; 1967 – 2006; 1967 – 2012; 2012 - 2017), te dalje uporediti rezultate geodetskog mjerenja sa rezultatima kalkulacija dobijenih procesuiranjem WIntErO modelom.

Akumulacija HE "Potpeć" je dužine oko 17 km sa najvećom dubinom oko 30 m u pribranskom dijelu. Tokom godina prima veće količine nanosa koji se deponuje u akumulaciji čime se smanjuje njegova korisna zapremina. Ovaj akumulacioni basen u suštini predstavljaju skladište energije potrebne za dobijanje električne energije. Da bi utvrdili količine deponovanog nanosa, a samim tim i korisnu zapreminu akumulacije neophodno je vršiti mjerenja akumulacionog basena.

Snimanje dna korita rijeke Lima na terenu realizovala je grupa Građevinskog održavanja Ogranka „Drinsko –Limske“ HE Bajina Bašta, Limske HE Nova Varoš u periodu od 11.04.2017. do 26.04.2017.godine. Operativni tim su činili Milosav Vranić, Aleksandar Bjelić, a timu su bili pridruženi Velibor Spalević i Duško Vujačić, sa Odsjeka za geografiju Filozofskog fakulteta Univerziteta Crne Gore, koji su za potrebe izrade doktorskog rada, prikupljali određene neophodne podatke za validaciju analitičkog modela WIntErO.

Kod izrade Elaborata o zasipanju nanosom akumulacije HE "Potpeć" u 2017.godini timu se, tokom 2017 godine pridružila i Branka Filipović, sa Građevinskog održavanja Ogranka „Drinsko –Limske“ HE Bajina Bašta, Limske HE Nova Varoš.

### **10.2.2. Pregled prethodnih mjerenja**

U cilju praćenja zasipanja akumulacionog bazena "Potpeć" postavljeno je 70 poprečnih profila sa bjelegama na njihovim krajevima. Prije početka punjenja bazena izvršeno je određivanje geodetskih elemenata (kota i koordinata) bjelega, kao i snimanje poprečnih profila.

Izgradnjom pruge Beograd - Bar i drugim radovima preduzimanim duž akumulacije "Potpeć" u periodu 1960 - 1976. god. došlo je do uništenja većeg broja bjelega na profilima pa je prije početka snimanja 1976. god. izvršeno obnavljanje bjelega. Sledeće snimanje izvršeno je 1981. god. kada je takođe izvršeno obnavljanje bjelega koje su pomjerene ili uništene u periodu od 1976 - 1981. godine.

Snimanje zasutosti akumulacionog bazena u 1976 i 1981. godini, kao i obradu rezultata mejrenja vršio je stručni tim "Energoprojekta" iz Beograda. Snimanje poprečnih profila u 1986. godini izvršila je djelimično ekipa Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi" - Zavod za uređenje vodenih tokova, a djelimično geodetska služba Limskih hidroelektrana, koja je izvršila i obnavljanje bjelega na krajevima poprečnih profila prije početka snimanja.

Ekipa "Jaroslav Černi" je novembra 1986. godine izvršila snimanje 18 poprečnih profila. Dio profila koji se nalazi pod vodom sniman je ehosonderom tipa RAY-THE-ON (Model DE - 719 c) koji ispisuje traku (ehogram) sa izgledom dna. Dubine su očitavane sa trake sa tačnošću od 10 cm. Položaj tačaka na profilu određivan je pomoću distomata tip WILD DI - 5 čitanjem rastojanja sa jedne od krajnjih tačaka profila koji se snima. Položaj karakterističnih tačaka koje nisu izmjerene distomatom određen je interpolacijom sa ehograma. Dio profila koji nije pod vodom sniman je distomatom.

Opisanim postupkom izvršeno je snimanje svih profila, izuzev profila 18 i 19, koji su zbog male dubine vode sondirani direktno mjeračem dubina.

Ostale poprečne profile, od 20 do 57 snimala je geodetska grupa Limskih hidroelektrana tahimetrijskim metodama direktno na suvom terenu. Snimanje je izvršeno u septembru 1986. godine kada je nivo u jezeru usled remonta prelivnih ustava bio za preko 10 m niži od normalnog nivoa. Kota jezera u periodu mjerenja bila je oko 424 m, a kota normalnog uspora iznosi 435,60 m.

Kompletno snimanje u 1991. godini izvršila je ekipa Građevinskog održavanja "Limskih hidroelektrana". Snimanje akumulacije sa obnovom oštećenih ili uništenih profila izvršeno avgusta do-septembra 1991. godine.

Mjerenje dubina vršeno je mehaničkim instrumentom za merenje dubina tipa *Seba Hydrometrie* sa direktnim očitavanjem dubine na instrumentu. Instrument je sa tankom sajlom i specijalnim tegom koji čim dodirne čvrstu podlogu vrši rasterećenje težine na instrumentu i automatsko zaustavljanje, tako da dobijene rezultate mjerenja možemo smatrati izuzetno preciznim. Očitavanje na brojčaniku je bilo sa preciznošću do jedan centimetar.

Mjerenje je vršeno iz čamca duž sajle koja je zategnuta na profilu. Dužina od profila do mernog mesta, kao i visinska razlika između profila i mernog mesta određivane su pomoću instrumenta tipa AGA – geodimetar 220 očitavanjem na prizmu koja je fiksirana na čamcu.

Tačke na profilu van vode ili u plitkoj vodi određivane su pomoću GEODIMETRA 220. Sa velikim brojem izmjerenih tačaka na svakom profilu precizno je određen izgled dna profila što daje veliku pouzdanost prilikom obrade i računanja zapremine akumulacije. Rastojanje između profila je računato pomoću koordinata profila od sredine do sredine.

Što se tiče mjerenja iz jula 1999. godine, kompletno snimanje izvršila je grupa za geodeziju "Limskih hidroelektrana". Prilikom snimanja vršeno je obnavljanje i stabilizacija uništenih i oštećenih repera. Mjerenje je vršeno na isti način kao i 1991. godine. Po profilu je zatezana sajla sa jedne na drugu obalu. Duž sajle mjerena je dubina akumulacije instrumentom tipa SEBA HYDROMETRIE, a stacionaže na profilu određivane su elektronskim instrumentom za mjerenje dužina GEODIMETAR 220.

Terenska mjerenja zasutosti akumulacije tokom septembra i oktobra 2006. godine, rađena su na identičan način kao i prethodno mjerenje iz 1999. godine. Mjerenje dubina vršeno je iz čamca duž zategnute sajle po profilu, mehaničkim instrumentom za mjerenje dubina tipa SEBA HYDROMETRIE sa direktnim očitavanjem dubine sa preciznošću od 1 cm na instrumentu. Stacionaža i kota detaljnih tačaka na profilu određivana je instrumentom tipa AGA - GEODIMETAR 220.

Terenska mjerenja zasutosti akumulacije u 2012. godini izvršena su profesionalnom opremom za hidrografsko snimanje. Mjerenje položaja tačaka izvršeno je GPS roverom, koji obezbjeđuje tačnost mjerenja 10 mm horizontalano, a 20 mm vertikalno, i bazom marke Trimble R6 sa internim radio modemom, dok je dubina u akumulaciji mjerena jednofrekventnim prenosnim ehosonderom Odom Hydrotrac koji obezbjeđuje tačnost mjerenja od 1cm sa frekvencijom 200 kHz.

Sistem je povezan sa robusnim Trimble tablet računarom sa Trimble HydroPro softverom, koji vrši prikupljanje i sinhronizaciju podataka sa GPS rovera i ehosondera. Oprema je montirana na čamac koji je konstruktivno prilagođen za pomenutu vrstu posla.

Kao geodetska osnova za snimanje korišćene su trigonometrijske tačke koje se nalaze najbliže akumulaciji na lijevoj i desnoj obali. Trigonometrijske tačke su mjerene kao kalibracione tačke pa je na osnovu dobijenih rezultata formiran lokalitet koji obezbjeđuje potrebnu tačnost snimljenih podataka na osnovu koga je vršeno mjerenje. Teren na kopnu, između nivoa akumulacije u vrijeme snimanja i kote normalnog uspora, sniman je GPS roverom i bazom marke Trimble R6. Snimanje profila je izvršeno u septembru 2012. godine

na mjestima postojećih profila. Izvršeno je snimanje profila 1, koji je uz branu akumulacije, a rezultati mjerenja profila su uzeti u obračun zasutosti akumulacije. Do sada je za površinu profila 1 uzimana ista vrijednost kao za profil 2 koji je od brane udaljen 250 m.

### 9.2.03. Terenska mjerenja zasutosti akumulacije u 2017. godini

Terenska mjerenja zasutosti akumulacije u 2017. godini izvršena su aprila 2017. godine profesionalnom opremom za hidrografsko snimanje na isti način kao što je rađeno u 2012. godini. Terenskim mjerenjima rukovodio je inženjer Milosav Vranić, a u timu koji je radio mjerenja zasutosti akumulacije ulestvovali su i Vujačić i Spalević, sa Odsjeka za geografiju Filozofskog fakulteta Univerziteta Crne Gore.

Mjerenje položaja tačaka izvršeno je GPS roverom i bazom marke Trimble R6 sa internim radio modemom; dubina u akumulaciji mjerena je jednofrekventnim prenosnim ehosonderom Odom Hydrotrac.

#### Obrada i analiza rezultata mjerenja

Do 1999. godine poprečni profili su crtani u tušu na milimetarskom paus papiru, u razmjeri 1:200/500. U 1999. godini poprečni profili su rađeni na personalnom računaru pomoću programa AutoCAD. Poprečni profili su rađeni u razmjeri R=1:500/1000.

Snimanje kao i obrada rezultata mjerenja vršena je na isti način kao u predhodnom mjerenju iz 1999. godine. Na već formirane profile pomoću programa AutoCAD iz predhodnog mjerenja, nanošeni su rezultati mjerenja iz 2006. god, tako da profili sadrže dijagrame dna akumulacije iz 1960, 1999 i 2006. godine.

Obrada podataka premjera vršena je pomiću Trimble HydroPro softverskog paketa koji je namijenjen za hidrografska i hidro-geološka snimanja na morima, jezerima, rijekama i kanalima.

HydroPro paket je modularan i sastoji se od sledećih modula:

- Navigation–softver je namenjen za navigaciju plovila tokom snimanja, sinhronizaciju podataka sa priključenih senzora.
- NavEdit - softver je namenjen za pregled i korigovanje snimljenih podataka, kao i izvoz korigovanih podataka u željenim formatima za dalju obradu.
- Terramodel – softver je namenjen za finalnu obradu podataka, generisanje digitalnog modela dna, generisanje izobata, isijecanje podužnog i poprečnih profila.



Slika 16: Detalji sa snimanja (Foto: Duško Vujačić)

Nakon izvršenog snimanja na terenu dobijeni rezultati se pripremaju za izradu digitalnog modela terena dna akumulacije. Iz digitalnog modela terena crtaju se poprečni profili čiji je položaj definisan koordinatama.

Ukupna zasuta površina poprečnih profila dobijena je tako što je površina poprečnog profila iz 2017. god. oduzeta od površine poprečnog profila iz 1960. godine (početno stanje), računajući površine do kote maksimalnog uspora (437 m). Količina zasutog materijala između profila dobijena je množenjem srednje zasute površine između profila sa njihovim rastojanjem, a ukupna količina nanosa od 1960 - 2017. godine dobijena je sabiranjem ovih pojedinačnih količina između profila.

Obzirom da je prvo punjenje akumulacije "Potpeć" bilo 1967. godine uzima se da je zasipanje akumulacije počelo 1967. godine, tj. da nije došlo do bitnijih izmjena poprečnih profila od 1960 - 1967. godine.

U sledećoj tabeli dati su podaci o ukupnom zasipanju kao i o procentu zasipanja od početka mjerenja. Takođe je dato godišnje zasipanje i procenat zasipanja po godinama za periode od početka mjerenja do godine kad je vršeno merenje (2017).

*Tabela 19. Podaci o ukupnom zasipanju i o procentu zasipanja od početka mjerenja*

| Period osmatranja | Ukupno godina | Ukupna akumulacija $10^6 \text{ m}^3$ | Ukupno zasuto $10^6 \text{ m}^3$ | Procenat zasipanja % | Godišnje zasipanje $\times 10^6 \text{ m}^3$ | Godišnje zasipanje % |
|-------------------|---------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------|--|----------------------|
| 1967 – 1976.      | 9             | 42,94                                 | 8,00                             | 18,63                | 0,89   | 2,07                 |
| 1967 – 1981.      | 14            | 42,94                                 | 11,00                            | 25,62                | 0,79   | 1,83                 |
| 1967 – 1986.      | 19            | 42,94                                 | 12,20                            | 28,41                | 0,64   | 1,50                 |
| 1967 – 1991.      | 24            | 42,94                                 | 11,65                            | 27,13                | 0,49   | 1,13                 |
| 1967 – 1999.      | 32            | 42,94                                 | 14,48                            | 33,72                | 0,45   | 1,05                 |
| 1967 - 2006.      | 39            | 42,94                                 | 15,38                            | 35,82                | 0,39   | 0,92                 |
| 1967 – 2012.      | 45            | 42,94                                 | 16,37                            | 38,12                | 0,36   | 0,85                 |
| 2012 – 2017.      | 50            | 42,94                                 | 16,80                            | 39,13                | 0,34   | 0,78                 |

Iz tabele se vidi da je ukupna zasutost od 1967 - 1991. godine manja za oko  $550.000 \text{ m}^3$  od zasutosti za period 1967 - 1986. godine iz sledećih razloga:

- $350.000 \text{ m}^3$  je zasutost smanjena zbog različito uzetih rastojanja između profila. U 1991. godini su rastojanja između profila računata iz koordinata krajnjih tačaka profila dok su ranija rastojanja skidana sa karte.



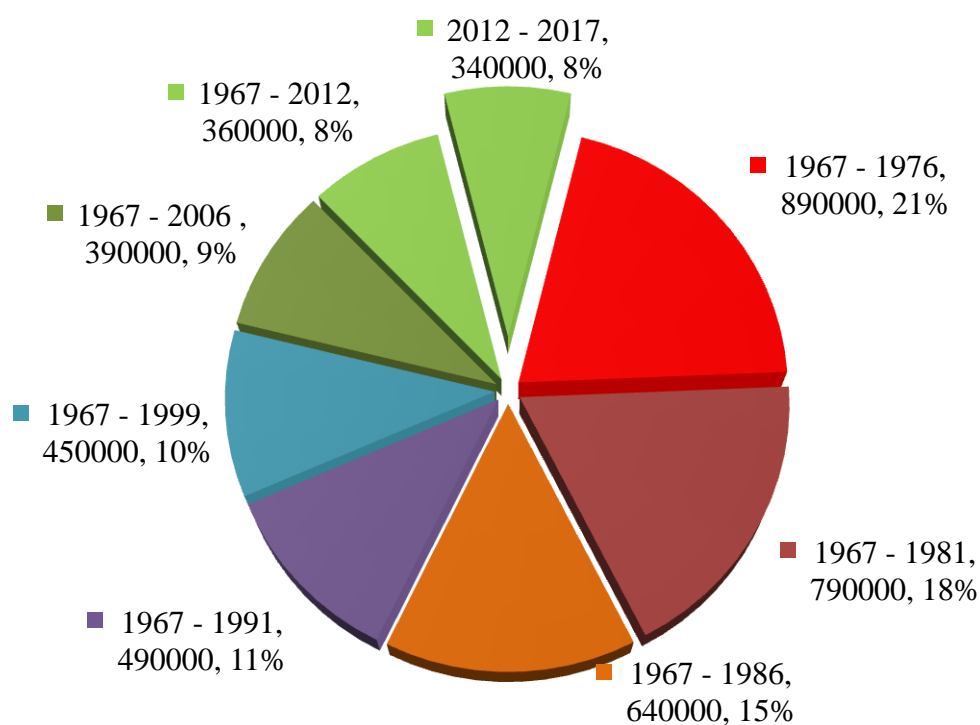
- Ostala razlika je nastala na dionici od profila 1-19 koju je 1986. godine izmjerila ekipa "Jaroslava Černog". Skoro na svim profilima na ovom potezu dobijena je manja zasutost u odnosu na mjerenje ekipe "Jaroslava Černog".
- Pored ovoga Opština Priboj je zbog uređenja obale za takmičenje ribolovaca izvršila skidanje materijala sa jednog dijela desne obale što s obzirom na veliki razmak između profila takođe nosi određeni procenat greške.
- Imajući u vidu sve navedeno evidentna je činjenica da se količina nanosa smanjuje za svaki naredni period mjerenja.

Treba još napomenuti da je kompjuterskim proračunom ukupna zasutost za period 1967-1991 godine korigovana i da umjesto 11,3 miliona m<sup>3</sup> iznosi 11,65 miliona m<sup>3</sup> tako da je razlika zasutosti između mjerenja iz 1986 i 1991 godine 550000 m<sup>3</sup>, a ne 900000 m<sup>3</sup>.

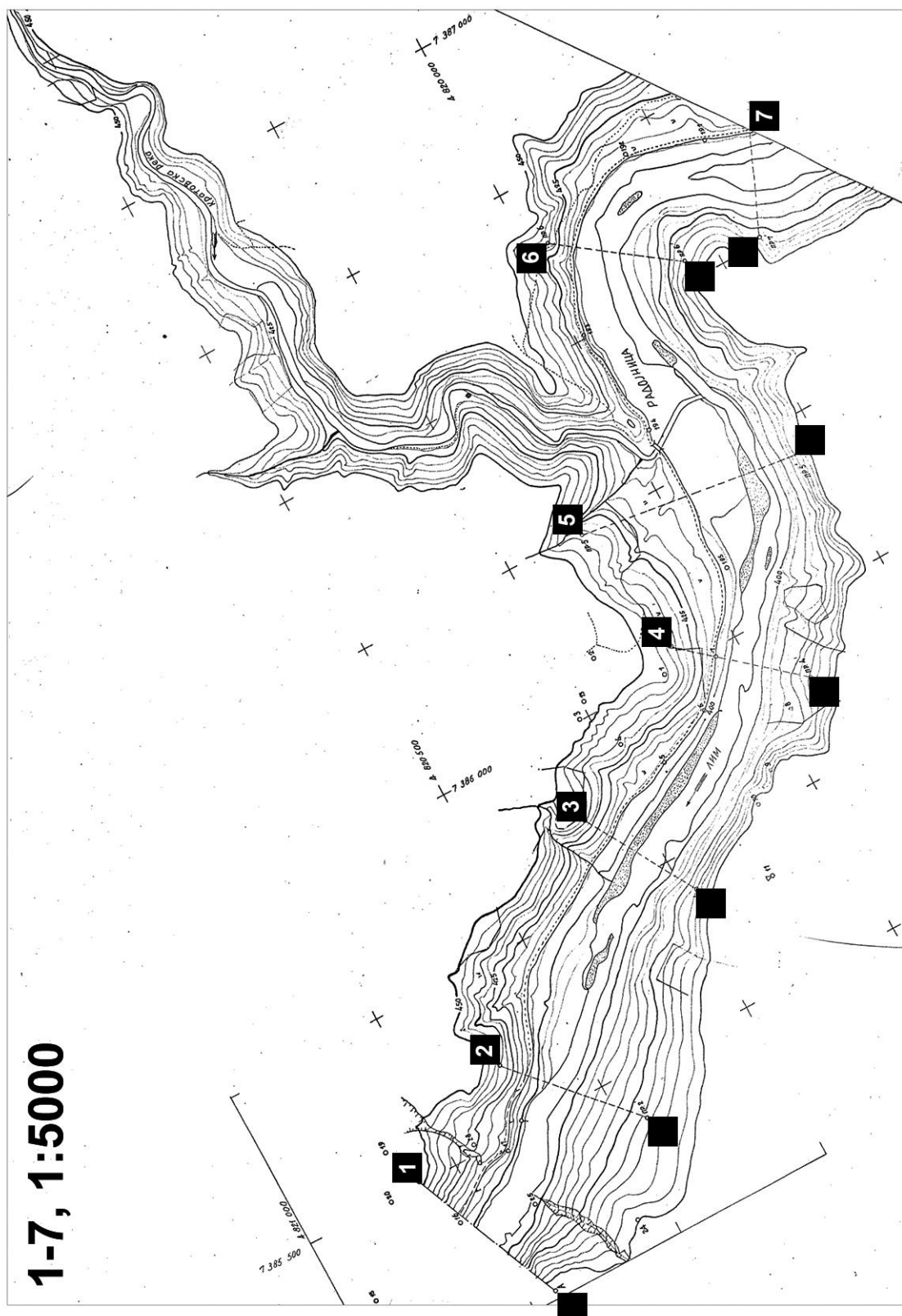
Da bi svi proračuni bili unificirani prema istim profilima, izvršeno je i preračunavanje zapremine akumulacije za 1967. godinu pa je umjesto 40 miliona m<sup>3</sup> dobijeno 42,94 miliona m<sup>3</sup>, tako da se djelimično promijenio i procenat zasipanja.

Za stanje 2012. godine detaljno su izračunate zapremine akumulacije za svaki metar visine od kote 407 m do kote 437 m i urađene su tabele zapremine akumulacije na svaki centimetar visine za potrebe računanja dotoka u akumulaciju.

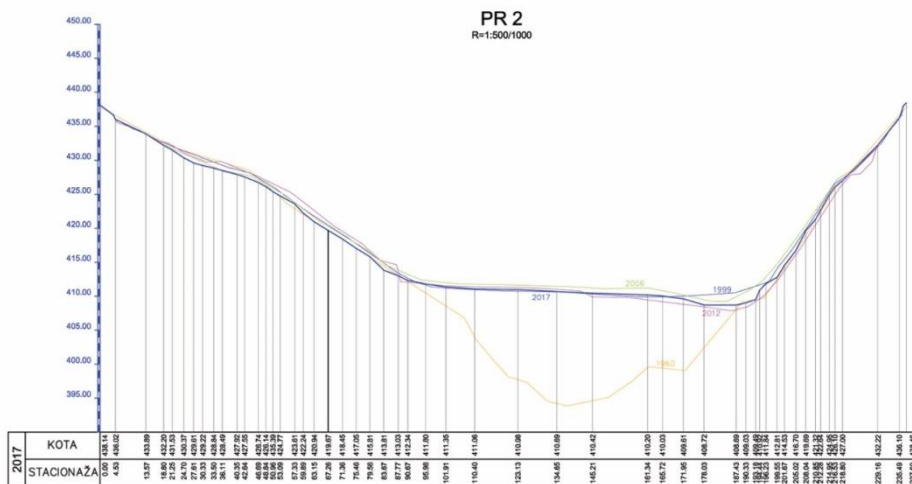
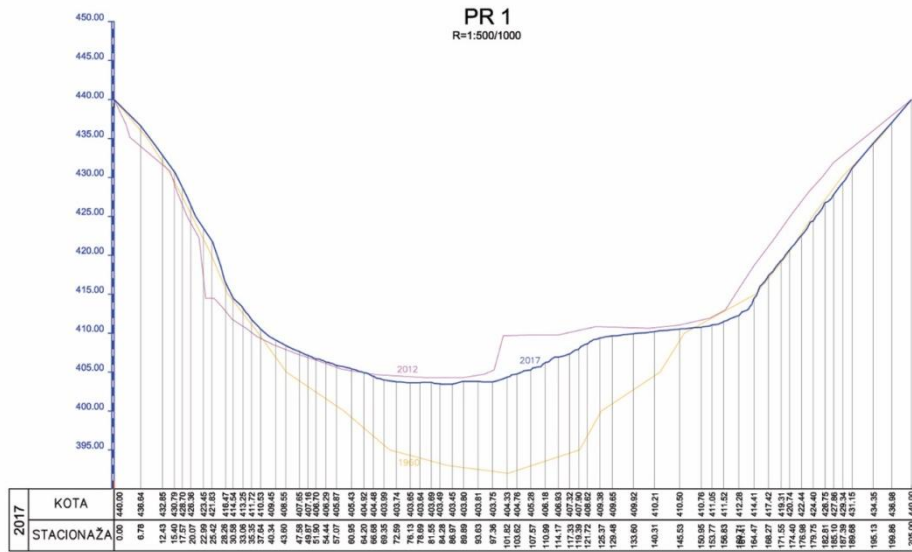
Godišnja količina zasipanja za period od 2006. do 2012. godine veća je od godišnje količine zasipanja za prethodni period od 1999. do 2006. godine.



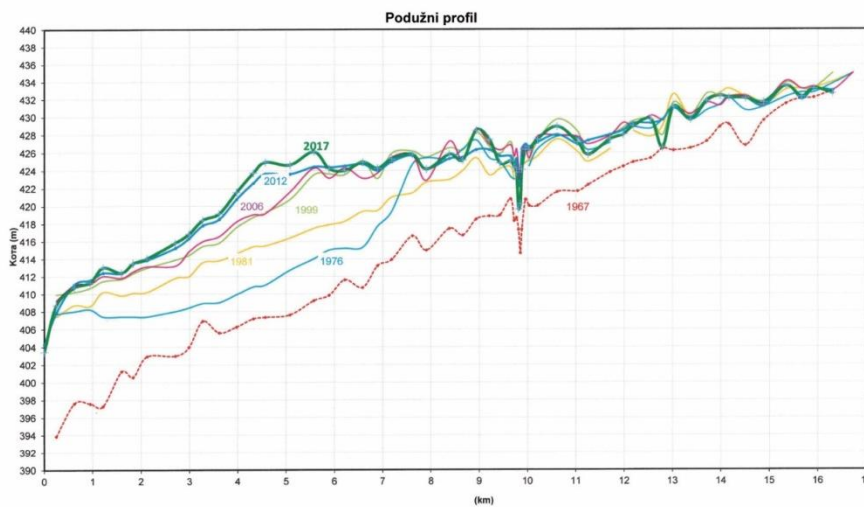
Grafikon 8: Procentualno učešće nanosa za period 1967-2017.



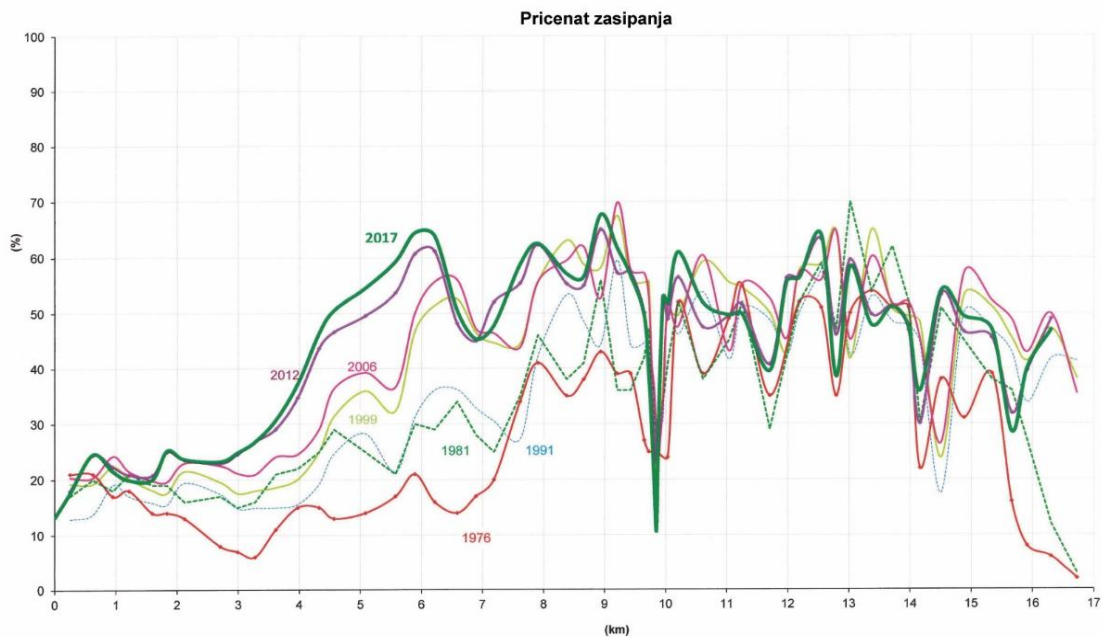
Slika 17: Podužni profil 1 do 7 (kompletan pregled do 56 u prilogu)



Grafikon 9: Poprečni profili 1 i 2 (do 56 u prilogu)



Grafikon10: Podužni profil akumulacije (17 km)



Grafikon 11: Procenat zasipanja akumulacije (17 km)

Na manju količinu nanosa u akumulaciji za predhodni period mjerenja veliki uticaj je imalo pražnjenje akumulacije u novembru 1999. god. kada je veći dio nanosa izašao kroz temeljni ispust, kao i zbog razlike u načinu mjerenja pošto je mjerenje u 2012. godini sa ehosonderom.

Iz navedenih grafikona se vidi da zasipanje akumulacije pokazuje trend opadanja u odnosu na predhodne periode mjerenja. Na manju količinu nanosa u akumulaciji može imati uticaj i povremeno ispuštanje vode kroz temeljni ispust.

Vrijednost mjerenja godišnjeg zasipanja za 2017 godinu, podaci o ukupnom zasipanju i o procentu zasipanja od početka mjerenja) iznosi 0,34 miliona m<sup>3</sup>, što je 340000 m<sup>3</sup> godišnje. Vrijednost dobijena obračunom preko WIntErO modela iznosi 34156722 m<sup>3</sup> godišnje. Ova podudarnost od svega 0,5% razlike između mjerenja i obračuna ukazuje da je dalje korišćenje WIntErO modela prihvatljivo za pripreme scenarija načina korišćenja zemljišta, te uticaja klimatskih promjena na intenzitet erozije i oticaj u slivovima Polimlja, odnosno sličnih slivova u regionu.

### 10.3. OBRAČUN INTENZITETA EROZIJE ZA SLIV LIMA

Površina proučavanog sliva Polimlja iznosi 2.900 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva, F<sub>v</sub>, 1563 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva, F<sub>m</sub>, 1337 km. Dužina vododjelnice, O, je 346 km, a

izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je 149 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je 122 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je 1150 km.

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ , je 160 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{min}$ , 436 m, i najviša kota sliva,  $H_{max}$ , 2461 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena (krečnjak, pijesak, šljunak),  $f_p$ , je 0; dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti (škriljci, laporci, pješčari),  $f_{pp}$ , je 0,14; a dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti (teška glina, jedri eruptivi),  $f_o$ , je 0,86.

Površine sliva pod šumom,  $f_s$ , pokrivaju 53% teritorije sliva. Površine sliva pod travama, livadama, pašnjacima i voćnjacima, zastupljene su sa 40%, a površine sliva pod goletima, oranicama i zemljištima bez travne vegetacije pokrivaju 7% proučavane teritorije.

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 8.5 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 870 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 80 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0.42. Degradirane šume su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju 22,42% teritorije. Po zastupljenosti slijede: planinski pašnjaci (18,93%), oranice (7,35%), voćnjaci i vinogradi (2,94%), goleti (0,17%).

Koeficijent tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste sliva Polimlja,  $Y$ , sračunat je na 1.0.

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , 0,45; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ , 0,78. Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi 18,13 km.

Asimetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,16, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 0,40, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,22.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1103,44 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 664,44 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , je 30,05 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 2.022 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 87,71.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,96, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2 = 0,71$ .

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{\max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na  $2146,81 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Vrijednost koeficijenta  $Z$  od 0,376 ukazuje da sliv pripada IV kategoriji razornosti. Jačina erozionog procesa je slaba, a prema tipu vladajuće erozije u pitanju je dubinska erozija.

Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{\text{god}}=1781016.3732 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_n$ , je 0,191. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{\text{god}}$ , su sračunati na  $339678,25 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $\text{km}^2$ ,  $G_{\text{god}} \text{ km}^{-2}$  iznose  $117,13 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ . Vrijednost  $117,13 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

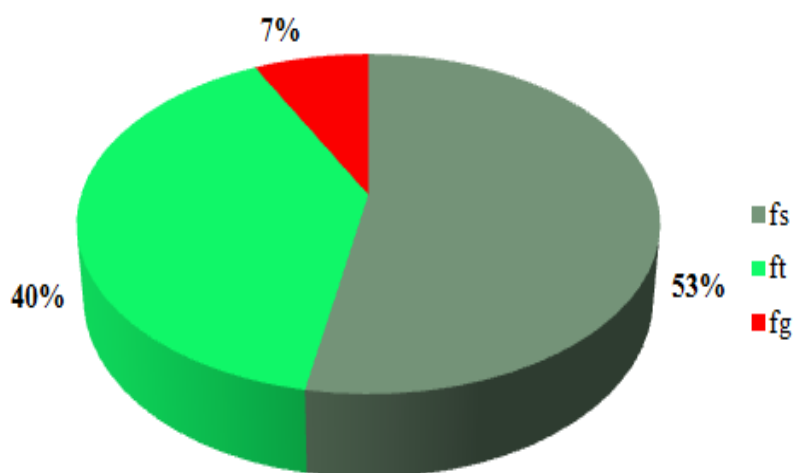
Izvještaj proračuna procesuiran WIntErO modelom predstavljen u Tabeli 20.

*Tabela 20: Rezultati proračuna WIntErO modela za sliv Lima*

| Inputi   |            |      |                    |
|--|------------|------|--------------------|
| Površina sliva                                 | F          | 2900 | $\text{km}^2$      |
| Dužina linije vododjelnice                     | O          | 346  | km                 |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv         | 149  | km                 |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm         | 122  | km                 |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | $\Sigma L$ | 1150 | km                 |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb         | 160  | km                 |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv         | 1563 | $\text{km}^2$      |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm         | 1337 | $\text{km}^2$      |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0         | 500  | m                  |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin       | 436  | m                  |
| Najviša kota sliva                             | Hmax       | 2461 | m                  |
| Visina bujične kiše                            | hb         | 62,3 | mm                 |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0         | 8,5  | $^{\circ}\text{C}$ |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod       | 873  | mm                 |

| Rezultati                             |   |       |    |
|---------------------------------------|---|-------|----|
| Koeficijent oblika sliva              | A | 0,45  |    |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice | m | 0,78  |    |
| Srednja širina sliva                  | B | 18,13 | km |

|  |              |         |                                  |
|--|--------------|---------|----------------------------------|
| (A)simetričnost sliva                        | a            | 0,16    |                                  |
| Gustina rečne mreže sliva                    | G            | 0,40    |                                  |
| Koeficijent vijugavosti toka                 | K            | 1,22    |                                  |
| Srednja nadmorska visina sliva               | Hsr          | 1103,24 | m                                |
| Srednja visinska razlika sliva               | D            | 667,24  | m                                |
| Srednji pad sliva                            | Isr          | 30,05   | %                                |
| Visina lokalne erozije baze sliva            | Hleb         | 2025    | m                                |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva   | Er           | 87,84   |                                  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja         | S1           | 0,96    |                                  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača           | S2           | 0,71    |                                  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju   | W            | 0,9540  | m                                |
| Energ pot. slivanja vode tokom bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$ | 6161    | m km s                           |
| Temperaturni koeficijent područja            | T            | 0,97    |                                  |
| Koeficijent erozije sliva                    | Z            | 0,376   |                                  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu      | Wgod         | 1787157 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup> |
| Koeficijent retencije nanosa                 | Ru           | 0,191   |                                  |
| Stvarni gubici zemljišta                     | Ggod         | 341567  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup> |



Grafikon: 12: Način korišćenja zemljišta u slivu Lima (fs – površine pod šumama, ft – pod travama, fg – oranice, goleti)

#### 10.4. OBRAČUN INTENZITETA EROZIJE ZA ŠIRINDAREH SLIV, IRAN

Dio istraživanja ovog doktorskog rada obavljen je na području sjeveroistoka Irana, u slivu Širindareh.

Erozija zemljišta je veoma složen proces koji odražava rezultat kompleksnih interakcija među brojnim faktorima u sistemu slivova. Prikupljanje odgovarajućeg skupa podataka o eroziji zemljišta je od suštinskog značaja za pripreme održivih menadžerskih strategija za upravljanje vodama u slivovima, jer je erozija zemljišta najznačajniji problem degradacije zemljišta u Iranu (Singh, 2003; Ghazanfari *et al.*, 2003; Emadodin *et al.*, 2012; Eskandarie, 2012; Sadeghi and Cerda, 2015; Zakerinejad and Maerker, 2015). Postoji mnogo kontrolnih faktora koji definišu intenzitet erozije zemljišta. Procesi mogu biti ubrzani usled uticaja prirodnih faktora ili su izazvani antropogenim faktorom (Hudson and Alcantara-Ayala, 2006; Sadeghi *et al.*, 2008; Sadeghi, 2009; Emadodin *et al.*, 2012).

Precizne procjene pronosa nanosa i njegova vremenska varijacija koriste se u različite svrhe, uključujući tu i projektovanje struktura za kontrolu erozije, računanje morfoloških karakteristika rijeka i studije o efektima različite upotrebe zemljišta (Kothyari *et al.*, 1997; Lana-Renault *et al.*, 2007; Emadodin *et al.*, 2012; Eskandarie, 2012; Zakerinejad and Maerker, 2015). U Iranu, prema navodima litetrature, u upotrebi je integralno upravljanje vodama, koje ima za cilj usklađivanje postupaka različitih sektora u nacionalnom okruženju kako bi se postigla sigurnost ljudi i došlo do ekonomski produktivnih, socijalno sigurnih i ekološki održivih rječnih slivova.

Oko 100 Mha iranske teritorije je izloženo eroziji ili drugim vrstama hemijskih i fizičkih degradacija (Kheirodin, 2016). Erozijski vodom ugoržava velike površine u Iranu, uništavajući pri tom plodna poljoprivredna zemljišta (Sadeghi, 2017). Skoro 35 Mha Irana je pod uticajem različitih vrsta erozije vodom (Zakerinejad and Maerker, 2015). Od 1960-ih godina ovi problemi se sistematski razmatraju u ovoj zemlji od strane stručnjaka za vodoprivredne melioracije, geografa, geologa, agronoma i stručnjaka srodnih disciplina. Od tada su napravljeni mnogi pokušaji da se pravilno sagleda problem erozije zemljišta u ovoj zemlji, što je dovelo je do pripreme brojnih procjena, koje su u početku bile nepouzdana sa rasponima rezultata produkcije nanosa od 0,8 do čak 8 milijardi tona godišnje. Međutim, prema literaturnim navodima (Sadeghi, 2017) sa sigurnošću se može zaključiti da je intenzitet erozije zemljišta u Iranu u prosjeku tri puta veći od drugih Azijskih zemalja i 20 puta u odnosu na globalni prosjek, što predstavlja jedan od najviših stopa intenziteta erozije u svijetu ([www.tehrantimes.com/news](http://www.tehrantimes.com/news); [www.financialtribune.com/articles/environment](http://www.financialtribune.com/articles/environment)).



Ova činjenica je bila povod i izazov da se i ova istraživanja dijelom osvrnu na ovu problematiku u Iranu, testirajući pri tom novopripremljeni model WIntErO na jednom od slivova u Iranu.

Prema zvaničnoj statistici Ministarstva energetike Irana, postoji 281 funkcionalna brana u Iranu ([www.daminfo.wrm.ir/tabularview-fa.html](http://www.daminfo.wrm.ir/tabularview-fa.html)), a još oko 700 drugih malih i velikih brana je u izgradnji ili se planiraju. Prema batimetrijskim istraživanjima 27 velikih brana zahvata nekih 27 Mha i ukupne su zapremine od 24,2  $\text{km}^3$ , sa gotovo 132,7  $\text{Mm}^3$  (~172,5 Mt) produkcije sedimenta godišnje koji se talože u rezervoare brana. To predstavlja brzinu denudiranja od 6,28  $\text{t ha}^{-1}\text{god}^{-1}$ , godišnje im smanjući zapreminu za 0.54%. Ove brojke jasno ilustruju vrlo visoke stope erozije zemljišta u Iranu. To ne samo da izaziva brzo smanjenje životnog vijeka rezervoara, već uzrokuje oko 400  $\text{Mm}^3$  taloženja nizvodno sa značajnim gubitkom zemljišta za navodnjavanje i kapaciteta za proizvodnju energije (Sharifi and Ghafouri, 2007). Erozijska zemljišta u Iranu je toliko izražena da **košta zemlju od 56 do 112 milijardi dolara svake godine** ([www.tehrantimes.com/news](http://www.tehrantimes.com/news)), tako da košta zemlju više od svih prihoda od nafte Irana ([www.financialtribune.com/articles/environment](http://www.financialtribune.com/articles/environment)).

**Kontrolni faktori.** Postoji mnogo kontrolnih sistema koji prate procese erozije zemljišta u Iranu. Iransko prirodno okruženje je pod rastućim pritiskom kombinovanih efekata prekomjerne eksploatacije od strane zajednice, industrije i uticaja klimatskih promjena (MENARID, 2017). Visoka potencijalna osjetljivost resursa, neadekvatne i nepotrebne infrastrukture, izmjena korišćenja zemljišta i nezakonita eksploatacija resursa su pretpostavljeni kao glavni razlozi iniciranja procesa erozije zemljišta u Iranu (Sadeghi, 2009). Međutim, ograničeni broj hidrometrijskih stanica, kratkoročni period prikupljanja podataka, nepouzdana podaci i informacije, nerazumijevanje pronosa nanosa i apatija ljudi i stručnjaka prikrivaju težinu i intenzitet problema. Većina faktora su slični onima koji su prisutni u cijelom svijetu, ali su neki od njih vrlo specifični. Povećanje intenziteta erozije uzrokovano antropogenim faktorom u Iranu je veoma izraženo, što je slučaj i u mnogim drugim zemljama u razvoju (Sadeghi *et al.*, 2008; Sadeghi and Saeidi, 2009; Sadeghi *et al.*, 2009; UNESCO, 2009; Emadodin *et al.*, 2012; Eskandarie, 2012; Sadeghi and Cerda, 2015; Zakerinejad and Maerker, 2015).

\* \* \*

Na sjeveroistoku Irana u slivovima Širindareh, u periodu 2014-2018, a za potrebe istraživanja ove disertacije, proračune intenziteta erozije i oticaja iz slivova detaljno su radili Spalević, V., Vujačić, D., Behzadfar, M., Jovanović, M., Khaledi Darvishan, A., gdje su poslije obračuna, u autorskim timovima kod pripreme, pisanja i publikovanja radova doprinos

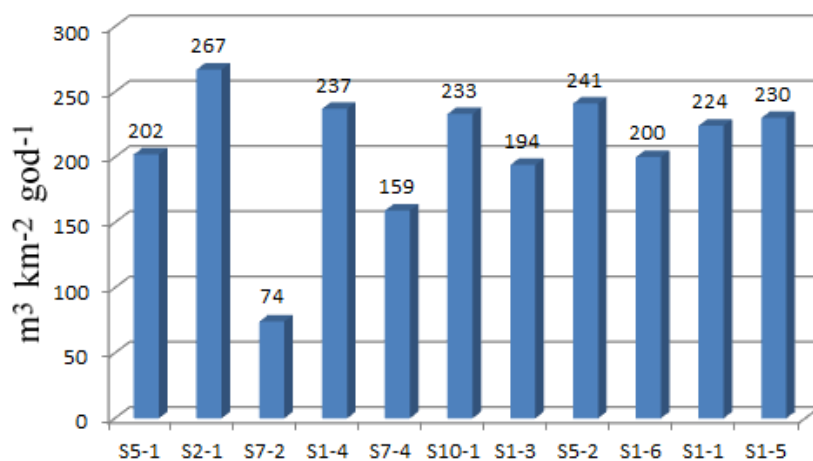
davali Hazbavi, Z., Sošić, A., Zarić, N, Barović, G., Draganić, J., Kalonde, P., Ouallali, A., El Mouatassime, S., Simunic, I., Markoski, M., Tanaskovik, V., Tavares, A. S., Moteva, M., Batista, P.V.G., Mijanović, D., Čurović, M., Drobnjak, B., Campar, J., Bulajic, B., Zajović, V., svi analizirajući problematike iz svojih uglova specijalizacija.

Pregled ovih istraživanja, do sada publikovanih radova, sa finalnim rezultatima proračuna predstavljeno je tabelarno (*Tabela 21: Intenzitet erozije zemljišta u Širindareh slivu, pritoka Atrak na teritoriji Irana.*) i grafički (*Grafikon i kon*).

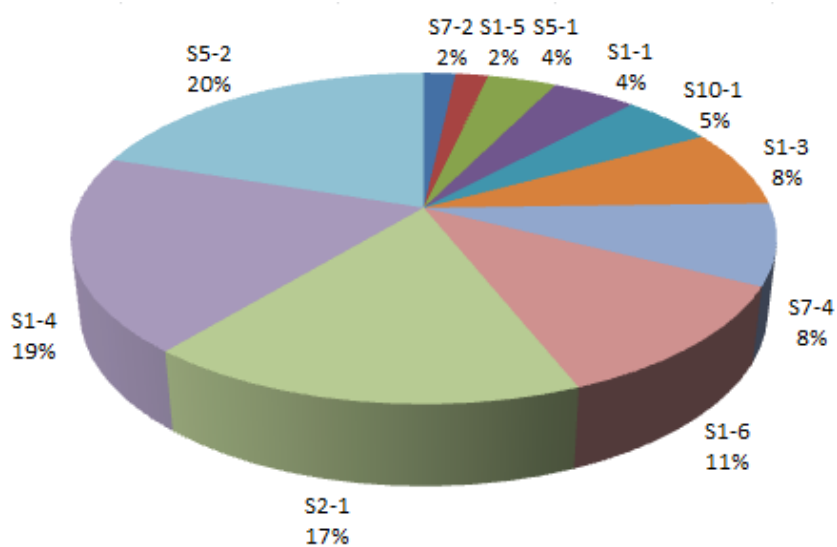
*Tabela 21: Intenzitet erozije zemljišta u Širindareh slivu, pritoka Atrak na teritoriji Irana*

|     | Istraživanje   | Podsliv Shirindareh | Vrijednost   | Jednica mjere  |
|-----|--|---------------------|--------------|--|
| 1.  | Spalević, V., Vujačić, D., Jovanović, M., <i>et al.</i> , (2017) | S5-1                | 2762<br>202  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 2.  | KhaledI Darvishan, A., Spalević, V., Behzadfar, M., i sar (2017) | S2-1                | 12493<br>267 | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 3.  | Spalević, V., Behzadfar, M., <i>et al.</i> , (2016)              | S7-2                | 1276<br>74   | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 4.  | Spalević, V., Barović, G., Behzadfar, M., <i>et al.</i> , (2016) | S1-4                | 14009<br>237 | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 5.  | Spalević, V., Barović, G., Vujačić, D. <i>et al.</i> , (2016)    | S7-4                | 5806<br>159  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 6.  | Behzadfar, M., Spalević, V. i sar (2016)                         | S10-1               | 3720<br>233  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 7.  | Draganic, J., Spalević, V., Behzadfar, M., i sar (2015)          | S1-3                | 5574<br>194  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 8.  | Behzadfar, M., Spalević, V., Behzadfar, M., i sar (2015)         | S5-2                | 14584<br>241 | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 9.  | Behzadfar, M., Spalević, V. i sar (2015)                         | S1-6                | 8437<br>200  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 10. | Behzadfar, M., Spalević, V. i sar (2014)                         | S1-1                | 3355<br>224  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |
| 11. | Barović, G., Spalević, V. i sar (2015)                           | S1-5                | 1322<br>230  | $m^3 \text{ god}^{-1}$<br>$m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ |

Kao rezultat ovih analiza zaključujemo da prosječna vrijednost intenziteta erozije po kvadratnom kilometru za proučavane Shirindareh podslivove iznosi 205,50  $m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ . Maksimalna vrijednost intenziteta erozije po kvadratnom kilometru iznosila je 267  $m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$  u brdsko-planiskom podslivu S2-1; minimalna 74  $m^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$  kod nizijskog S7-2 podsliva Shirindareh sliva.



Grafikon 13: Vrijednosti intenziteta erozije po kvadratnom kilometru za proučavane Shirindareh podslivove prema dostupnoj literaturi



Grafikon 14: Procentualno učešće produkcije nanosa za proučavane Shirindareh podslivove prema dostupnoj literaturi

Analizom podataka proučavane literature zaključujemo da je produkcija nanosa najveća u podslivovima S 5-2 ( $14584 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ ), S1-4 ( $14009 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ ), S2-1 ( $12493 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ ).

Ovim istraživanjima je nedostajao obračun za čitav sliv Shirindareh integralno, što je bio povod autoru ovog rada da objedini ova istraživanja, u kojima je i sam učestvovao (2014-2018) i predstavi obračun intenziteta erozije zemljišta za čitav sliv, nezavisno od 38 podslivova Shirindareh, koji su takođe predstavljeni u ovom radu.

## Širindareh podsliv S1-1

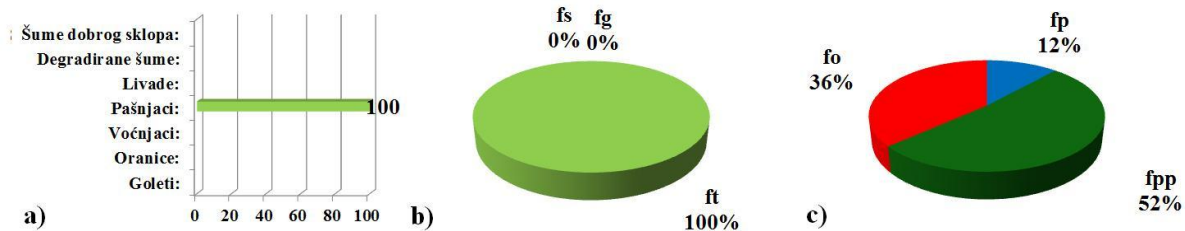
Površina proučavanog sliva S1-1 iznosi 14,96 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva, F<sub>v</sub>, 9,27 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva, F<sub>m</sub>, 5,68 km<sup>2</sup>. Dužina vododjelnice, O, je 18.21 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 7.06 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 6,72 km; ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL, je 28,33 km.



Karta 18: Širindareh podsliv S1-1

Tabela 22: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike sliva S1-1

|  |                  |       |                 |
|--|------------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 14.96 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 18.21 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | L <sub>v</sub>   | 7.06  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | L <sub>m</sub>   | 6.72  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 28.33 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | L <sub>b</sub>   | 8.56  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | F <sub>v</sub>   | 9.27  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | F <sub>m</sub>   | 5.68  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 1400  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 1361  | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 1963  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb               | 35.61 | mm              |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 10.2  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 328.4 | mm              |



Grafikon 15: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Dužina sliva sračunata po Biolčevu,  $L_b$ , mjerena serijom paralelnih linija, je 8,56 km.

Sliv se vertikalno prostire izmedju najniže kote u slivu,  $H_{min}$ , 1361 m i najviša kote sliva,  $H_{max}$ , 1963 m.

U slivu su najzastupljenije stijene srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , 52%, slijede stijene slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , 0,37, a najmanje su zastupljene jako vodopropustljive stijene, sa svega 12%.

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 10,2 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 328,4 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 35,61 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,60. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju 100% proučavane teritorije sliva.

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , 0,50; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ , 0,51. Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi 1,75 km.

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,48, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rječne mreže sliva,  $G$  je 1,89, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,05.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1617,82 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 256,82 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 25,15%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozione baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 602 m. Koeficijent erozione energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 97,43.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,77, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2 = 0,80$ . Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 274,55 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 23: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,5      |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,51     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 1,75     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,48     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,89     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,05     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1617,82  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 256,82   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 25,15    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 602      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 97,43    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,77     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8      |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4779   | m  |
| Energ. Pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 274,55   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 40,9     | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,06     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,869    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 13235,83 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,254    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 3355,59  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 224,3    | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunat o na 40.90 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 13235 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,254. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 3355,59 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 224,30 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 224,30 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S1-2

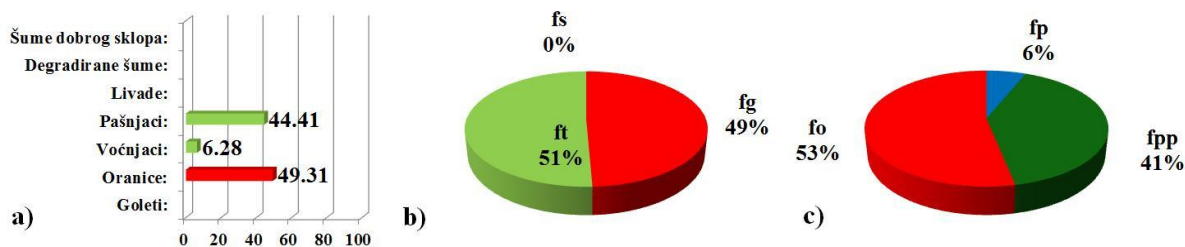
Površina proučavanog sliva S1-2 iznosi 56,06 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva, F<sub>v</sub>, 31,24 km<sup>2</sup>, a manjeg, F<sub>m</sub>, 24,42 km. Dužina vododjelnice, O, je 40,28 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 7,54 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 6,59 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL, je 128,97 km.



Karta 19: Širindareh podsliv S1-2

Tabela 24: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristika proučavanog sliva

|  |                  |        |                 |
|--|------------------|--------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 56,06  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 40,28  | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | L <sub>v</sub>   | 7,54   | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | L <sub>m</sub>   | 6,59   | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 128,97 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | L <sub>b</sub>   | 11,81  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | F <sub>v</sub>   | 31,64  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | F <sub>m</sub>   | 24,42  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 1500   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 1426   | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 2189   | m               |
| Povratni period                                | U <sub>p</sub>   | 100    | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 9,8    | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 335    | mm              |



Grafikon 16: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_{b,je}$  11,81 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kote u slivu,  $H_{min}$ , 1426 m i najviše kote sliva,  $H_{max}$ , 2189 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$  je sračunat na 0,06; dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0,41; dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , zastupljen je sa 53%.

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 9,8 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 335 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 36,16 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,75. Oranice su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju 49,31% površina proučavanog područja. Po zastupljenosti u ovom slivu slijede planinski pašnjaci (44,41%) i voćnjaci i vinogradi (6,28%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , 1,04; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ , 0,28. Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi 4,75 km.

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,26, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$ , je sračunata na 2,3, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,14.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1700,45 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 274,45 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , je 26,01%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 763,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 88,76. Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,84, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$  iznosi 0,9. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na 549,42 m km s<sup>-1</sup>.



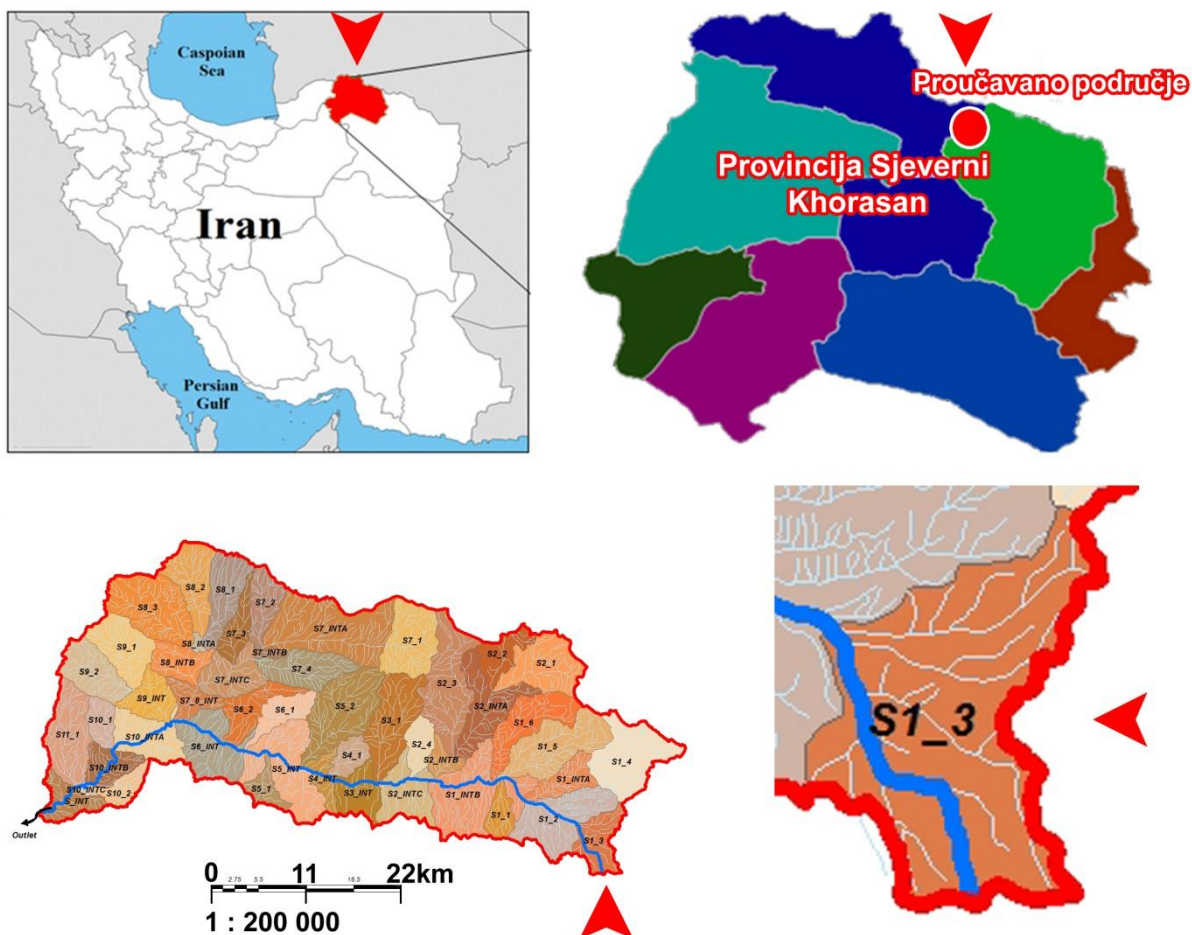
Tabela 25: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 1,04     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,28     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 4,75     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,26     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,3      |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,14     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1700,45  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 274,45   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 26,01    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 763      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 88,76    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,84     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,9      |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4838   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 549,42   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 209,29   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,04     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,917    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 53820,52 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,379    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 20404,44 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 363,98   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 209.29 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$  je 53820,5 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,379. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 20404,44 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 363,98 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 224,30 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S1-3

Površina proučavanog sliva S1-3 iznosi 28,68 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva, F<sub>v</sub>, 22,22 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela, F<sub>m</sub>, 6,46 km. Dužina vododjelnice, O, je 29,16 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 7,03 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 6,43 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je 47,7 km.



Karta 19: Širindareh podsliv S1-3

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$  iznosi 0,07; dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$  je 42%, a dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  je 51%.

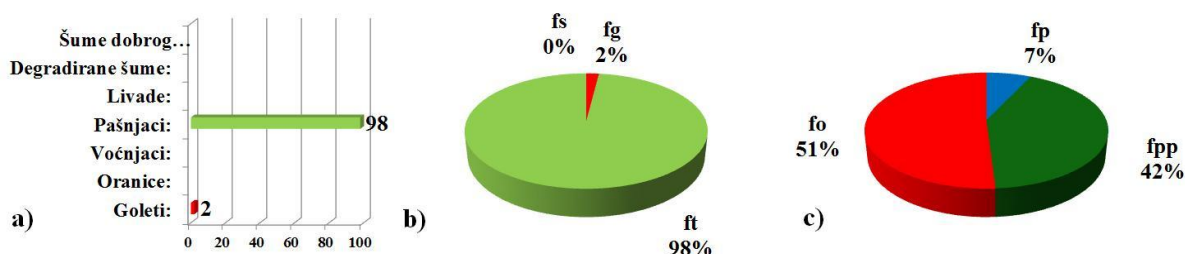
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 9,3 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 343 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 36,84 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,61. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju 98% teritorije proučavanog sliva, a goleti ima 2%.

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, 0,81; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, je 0,37. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,63 km.

Tabela 26: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 28,68 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 29,16 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 7,03  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 6,43  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 47,7  | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 7,91  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 22,22 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 6,46  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1700  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1611  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2189  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 36,84 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 9,3   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 343   | mm              |



Grafikon 17: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 1,10, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G, je 1,66 što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,09.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1700,45 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 274,45 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , iznosi 26,01 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 578 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 79,50.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,83, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , 0,80.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$ , je 325,07 m km  $s^{-1}$ .

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 89,79  $m^3 s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 20284,3  $m^3 god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,275. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 5574,57  $m^3 god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $km^2$ ,  $G_{god} km^{-2}$ , iznose 194,37  $m^3 km^{-2} god^{-1}$ .

Vrijednost 194,37  $m^3 km^{-2} god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

Tabela 27: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |              |         |                     |
|--|--------------|---------|---------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A            | 0,81    |                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m            | 0,37    |                     |
| Srednja širina sliva                               | B            | 3,63    | km                  |
| (A)simetričnost sliva                              | a            | 1,1     |                     |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G            | 1,66    |                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K            | 1,09    |                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr          | 1798,79 | m                   |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D            | 187,79  | m                   |
| Srednji pad sliva                                  | Isr          | 23,5    | %                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb         | 578     | m                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er           | 79,5    |                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1           | 0,83    |                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2           | 0,8     |                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W            | 0,4934  | m                   |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$ | 325,07  | m km s              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax         | 86,79   | $m^3 s^{-1}$        |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T            | 1,01    |                     |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z            | 0,748   |                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod         | 20284,3 | $m^3 god^{-1}$      |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru           | 0,275   |                     |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod         | 5574,57 | $m^3 god^{-1}$      |
| Stvarni gubici zemljišta po $km^2$                 | Ggod/ $km^2$ | 194,37  | $m^3 km^2 god^{-1}$ |

## Širindareh podsliv S1-4

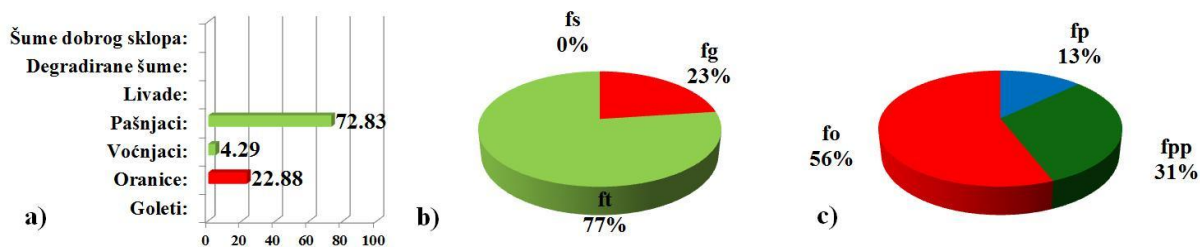
Površina proučavanog sliva S1-4 iznosi 59.05 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva, F<sub>v</sub>, 40.01 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva F<sub>m</sub>, 19.04 km. Dužina vododjelnice, O, je 39,92 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 13.3 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 11.03 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL, je 109.12 km.



Karta 20: Širindareh podsliv S1-4

Tabela 28: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |                  |        |                 |
|--|------------------|--------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 59,05  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 39,92  | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | L <sub>v</sub>   | 1,3    | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | L <sub>m</sub>   | 11,03  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 109,12 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | L <sub>b</sub>   | 7,91   | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | F <sub>v</sub>   | 40,01  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | F <sub>m</sub>   | 19,04  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 1600   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 1595   | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 2687   | m               |
| Visina bujične kiše                            | h <sub>b</sub>   | 38,07  | mm              |
| Povratni period                                | U <sub>p</sub>   | 100    | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 8,3    | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 358    | mm              |



Grafikon 18: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ , iznosi 7,91 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kote u slivu,  $H_{min}$ , 1595 m, i najviše kote sliva,  $H_{max}$ , 2687 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , iznosi 0,13; slijede površine sliva sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$  (0,31) i površine sliva sastavljene od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , su najzastupljenije (56%).

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 8,3 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 358 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 38,07 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,67. Planinski pačnjaci su u ovom slivu najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (72,83%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: oranice (22,88%), voćnjaci i vinogradi (4,29%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , = 0,59; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ , 0,49. Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi 7,47 km.

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,71, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 1,85, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,21.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1982,90 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 387,90 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 37,79 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1092,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 125,39.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,83, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,85.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na  $670,38 \text{ m km s}^{-1}$ .

Tabela 29: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,59     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,49     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 7,47     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,71     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,85     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,21     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 198,9    | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 38,9     | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 37,79    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 1092     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 125,39   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,83     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,85     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4975   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 670,38   | $\text{m km s}$                            |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 136,87   | $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$                |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 0,96     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,749    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 41475,35 | $\text{m}^3 \text{ god}^{-1}$              |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,338    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 14009,42 | $\text{m}^3 \text{ god}^{-1}$              |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 237,25   | $\text{m}^3 \text{ km}^2 \text{ god}^{-1}$ |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{\max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na  $136,87 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{\text{god}} = 41475 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,338. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{\text{god}}$ , su sračunati na  $14009,42 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $\text{km}^2$ ,  $G_{\text{god}} \text{ km}^{-2}$ , iznose  $237,25 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ . Vrijednost  $237,25 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S1-5

Površina proučavanog sliva S1-5 iznosi  $57,3 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ , sračunata na  $43,12 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$   $14,18 \text{ km}^2$ .

Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $42,49 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $15,22 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $12,75 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $108,71 \text{ km}$ .



Karta 21: Širindareh podsliv S1-5

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ , iznosi  $12,75 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1353 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $2484 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,02$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , iznosi  $0,44$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , iznosi  $0,36$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $9,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $334,4 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $36,12 \text{ mm}$ .

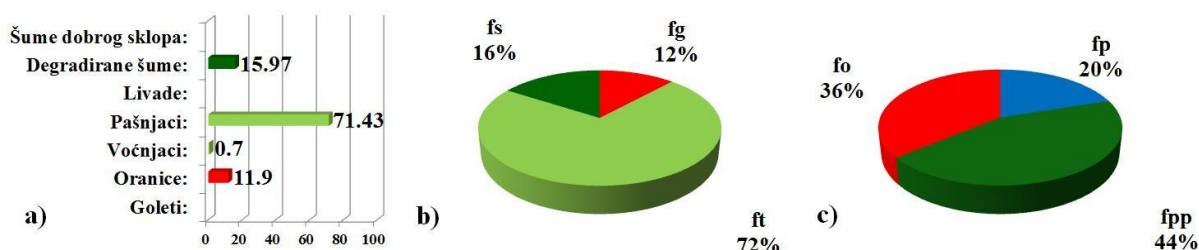
Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,64$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $71,43\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: degradirane šume ( $15,97\%$ ), oranice ( $11,9\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $0,7\%$ ).



Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A_s = 1,01$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m = 0,57$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi 4,49 km.

Tabela 30: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |            |        |                 |
|--|------------|--------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F          | 57,3   | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O          | 42,49  | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv         | 15,22  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm         | 12,75  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | $\Sigma L$ | 108,71 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb         | 12,75  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv         | 43,12  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm         | 14,18  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0         | 1400   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin       | 1353   | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax       | 2484   | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb         | 36,12  | mm              |
| Povratni period                                | Up         | 100    | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0         | 9,8    | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod       | 334,4  | mm              |



Grafikon 19: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,26, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 1,90, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,19.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1694,38 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 341,38 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 30,48 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1131,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 130,85.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,75, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,79.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 619,51 m km s<sup>-1</sup>.

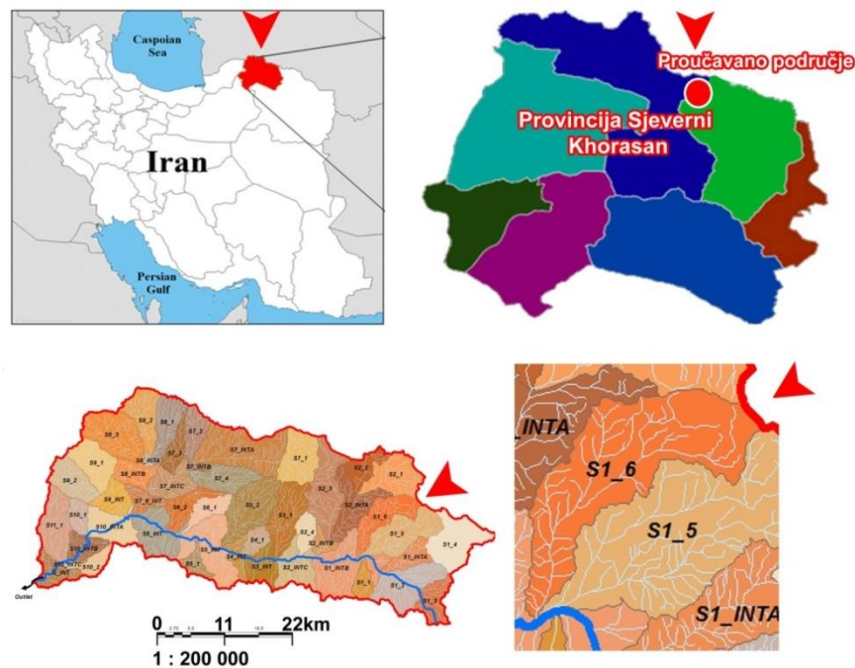
*Tabela 31: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0.54     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0.57     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 4.49     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 1.01     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1.9      |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1.19     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1694.38  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 341.38   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 30.48    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 1131     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 130.85   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0.75     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0.79     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0.4708   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 619.51   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 94.05    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1.04     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0.788    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 43797.36 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0.302    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 13228.08 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km2                    | Ggod/km <sup>2</sup> | 230.86   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 94,05 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , iznosi 43797 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,302. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 13228 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 230,86 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 230,86 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S1-6

Površina proučavanog sliva S1-6 iznosi 42 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ , sračunata na 29,67 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je  $F_m$ , sračunata na 12,33 km. Dužina vododjelnice,  $O$ , je 40,35 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je 16,48 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je 13,19 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  iznosi 74,55 km.



Karta 22: Širindareh podsliv S1-6

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ , iznosi 15,64 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kote u slivu,  $H_{min}$ , 1345 m, i najviša kota sliva,  $H_{max}$ , 2515 m.

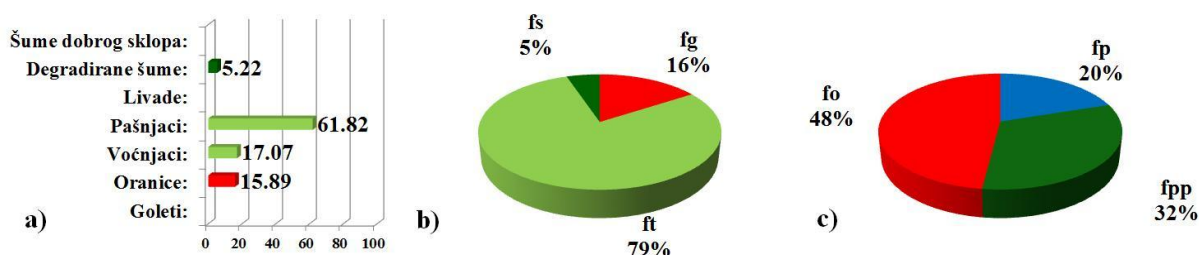
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , 0,02, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$  je sračunat na 0,32 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , iznosi 0,48.

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 9,9 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 334,4 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 36,03 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,66. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (61,82%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede voćnjaci i vinogradi (17,07%), oranice (15,89), degradirane šume (5,22).

Tabela 32: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 42    | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 40,35 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 16,48 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 13,19 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 74,55 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 15,64 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 29,67 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 12,33 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1400  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1345  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2515  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 36,03 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 9,9   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 334,4 | mm              |



Grafikon 20: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,48; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,72. Srednja širina sliva, B, iznosi 4,69 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,83, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,78, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,25.

Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1680,92 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 335,92 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 30,78 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju vrlo strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1170,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 146,29.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,78, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,82.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na 526,13 m km s<sup>-1</sup>.

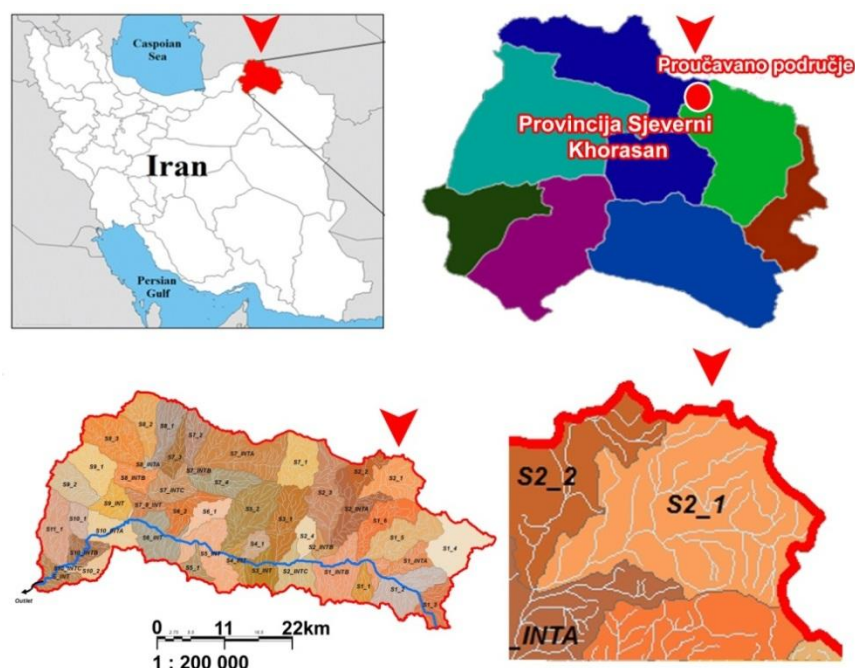
*Tabela 33. Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |         |  |
|--|----------------------|---------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,48    |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,72    |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,69    | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,83    |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,78    |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,25    |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1680,92 | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 335,92  | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 30,78   | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 1170    | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 146,29  |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,78    |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,82    |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,468   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 526,13  | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 75,7    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,04    |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,757   |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 30341,8 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,278   |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 8437,09 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 200,88  | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 75,70 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , iznosi 30341,80 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,278. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 200,88 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 200,88 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 200,88 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S2-1

Površina proučavanog sliva S2-1 iznosi 46,77 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 31,84 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, 14,94 km. Dužina vododjelnice, O, je 36,33 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 12,87 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 10,59 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL iznosi 71,79 km. Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> je sračunata na 12,18 km. Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 1471 m, najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 2514 m.



Karta 23: Širindareh podsliv S2-1

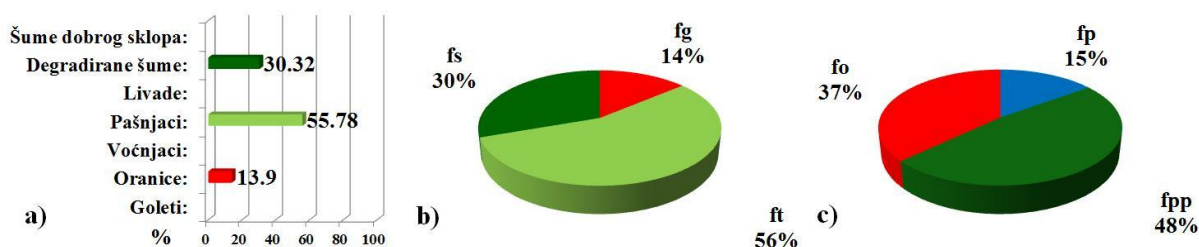
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , 0,15, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , iznosi 0,81 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti (teška glina, jedri eruptivi),  $f_o$  je sračunat na 0,37.

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je 8,7 °C; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je 352 mm. Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na 37,57 mm.

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na 0,64. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (55,78%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: degradirane šume (30,32%), oranice (13,9%).

Tabela 34: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 46,77 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 36,33 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 12,87 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 10,59 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 71,79 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 12,18 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 31,84 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 14,94 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1500  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1471  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2514  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 37,57 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 8,7   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 352   | mm              |



Grafikon 21: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, sračunat na 0,55; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,53. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,84 km. (A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,72, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,53, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,22.

Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1912,59 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 441,59 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 28,46 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1043,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 126,95.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,77, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,77.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na 636,56 m km s<sup>-1</sup>.

*Tabela 35: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,55     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,53     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,84     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,72     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,53     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,22     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1912,59  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 441,59   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 28,46    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 1043     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 126,95   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,77     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,77     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4921   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 636,56   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 101,32   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 0,98     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,789    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 35667,74 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,35     |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 12493,38 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 267,12   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 101,32 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god} = 35667,74$  m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,350. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 12493,38 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 267,12 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 267,12 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.



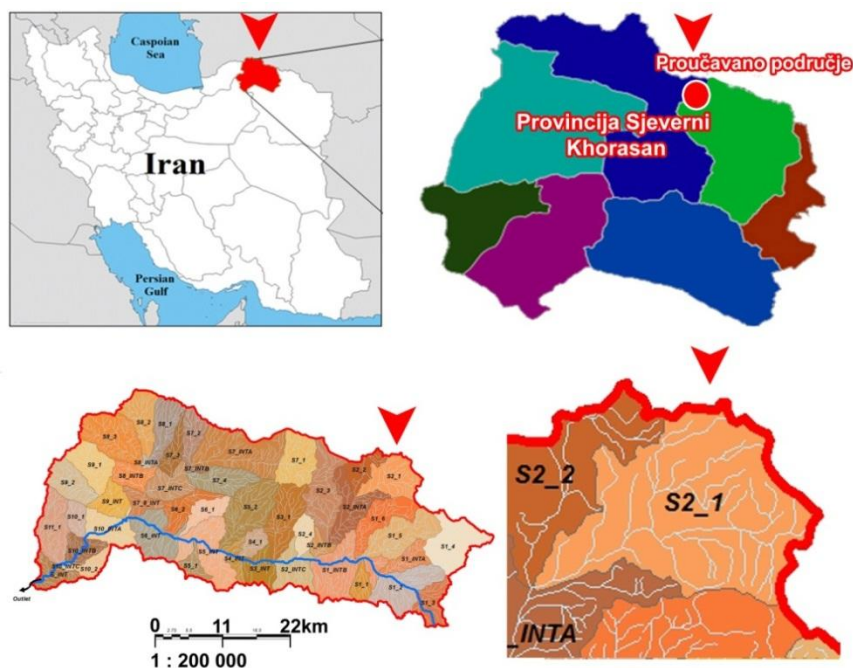
## Širindareh podsliv S2-2

Površina proučavanog sliva S2-2 iznosi  $22,3 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva  $F_v$ ,  $14,72 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva  $F_m$ ,  $7,58 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $28,29 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $14,72 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $6,77 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$ , je  $23,27 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ ,  $9,96 \text{ km}$ . Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1469 \text{ m}$ , i najviše kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $2075 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ ,  $0,38$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , je  $0,24$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,38$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $9,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $333,9 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $36,07 \text{ mm}$ .



Karta 24: Širindareh podsliv S2-2

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,83$ . Oranice su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $75,84\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede planinski pašnjaci ( $24,16\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , iznose  $0,49$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ ,  $0,67$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi  $2,24 \text{ km}$ .

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,64, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 1,04, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,67.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1686.58 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 217,58 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 16,36 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju srednje nagnute padine.

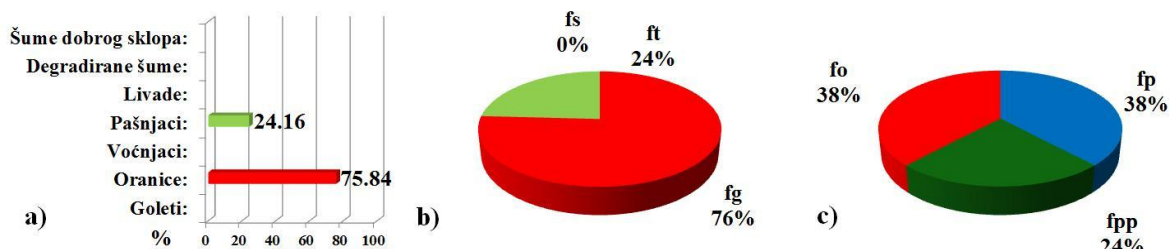
Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 606,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 88,77.

*Tabela 36: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva*

|  |            |       |                 |
|--|------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F          | 22,3  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O          | 28,29 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv         | 11,28 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm         | 6,77  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | $\Sigma L$ | 23,27 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb         | 9,96  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv         | 14,72 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm         | 7,58  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0         | 1500  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin       | 1469  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax       | 2075  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb         | 36,07 | mm              |
| Povratni period                                | Up         | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0         | 9,8   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod       | 333,9 | mm              |

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,70, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,95.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 308,54 m km s<sup>-1</sup>.



Grafikon 22: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Tabela 37: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |         |                     |
|--|----------------------|---------|---------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,49    |                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,67    |                     |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,24    | km                  |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,64    |                     |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,04    |                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,67    |                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1686,58 | m                   |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 217,58  | m                   |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 16,36   | %                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 606     | m                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 88,77   |                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,7     |                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,95    |                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4761  | m                   |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 308,54  | m km s              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 47,86   | $m^3 s^{-1}$        |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,04    |                     |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,963   |                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 22968,7 | $m^3 god^{-1}$      |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,233   |                     |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 5355,83 | $m^3 god^{-1}$      |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 240,17  | $m^3 km^2 god^{-1}$ |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na  $47,86 m^3 s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , iznosi  $22968,7 m^3 god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,233. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na  $5355,83 m^3 god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $km^2$ ,  $G_{god} km^{-2}$  iznose  $240,17 m^3 km^{-2} god^{-1}$ . Vrijednost  $240,17 m^3 km^{-2} god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S2-3

Površina proučavanog sliva S2-3 iznosi  $60,95 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ , je  $41,28 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$  iznosi  $19,67 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $48,18 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $20,47 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $17,32 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $94,39 \text{ km}$ . Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$ , iznosi  $19,28 \text{ km}$ . Sliv se vertikalno prostire između najniže kote sliva,  $H_{\min}$ ,  $1291 \text{ m}$  i najviša kote sliva,  $H_{\max}$ ,  $2360 \text{ m}$ .



Karta 25: Širindareh podsliv S2-3

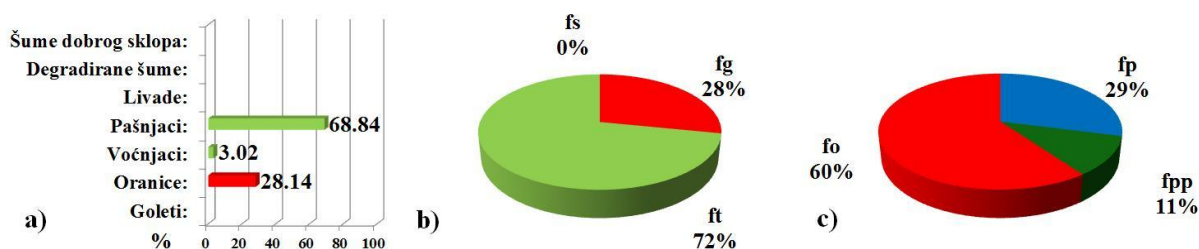
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$  je  $0,29$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , iznosi  $0,11$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$ , iznosi  $0,6$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $10,01 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $330,4 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $35,78 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,69$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $68,84\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: oranice ( $28,14\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $3,02$ ).

Tabela 38: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristika proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 60,95 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 48,18 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 20,47 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 17,32 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 94,39 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 19,28 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 41,28 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 19,67 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1300  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1291  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2360  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 35,78 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 10,1  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 330,4 | mm              |



Grafikon 23: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, je 0.46; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,74. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,16 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,71, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,55, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,18.

Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1641,62 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 350,62 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 27,62 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva, H<sub>leb</sub>, je sračunata na 1069,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva, E<sub>r</sub>, je 121,78.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,79, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,86.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na 636,56 m km s<sup>-1</sup>.

*Tabela 39: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,46     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,74     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,16     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,71     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,55     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,18     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1641,62  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 350,62   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 27,62    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 1069     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 121,78   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,79     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,86     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,46     | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 647,52   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 92,82    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,05     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,752    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 43471,13 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,27     |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 11727,55 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 192,41   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 92,82 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 43471,13 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,270. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 192,41 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose. Vrijednost 192,41 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S2-4

Površina proučavanog sliva S2-4 iznosi 17,21 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 9,79 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub> iznosi 7,42 km. Dužina vododjelnice, O, je 19.84 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 7,81 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 7.06 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunata na 31,79 km. Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 7,57 km. Sliv se vertikalno prostire između najniže kote, H<sub>min</sub>, 1213 m i najviše kote sliva, H<sub>max</sub>, 1659 m.



Karta 26: Širindareh podsliv S2-4

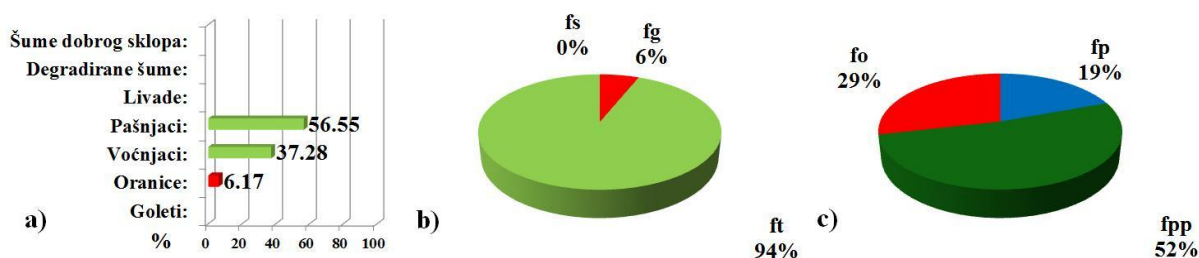
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena, f<sub>p</sub> je sračunat na 0,19, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti, f<sub>pp</sub>, na 0,52 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti, f<sub>o</sub> iznosi 0,29.

Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 11,3 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 310,4 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 34,14 mm.

Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,66. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (56,55%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi (37,28%), oranice (6,17%).

Tabela 40: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristik proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 17,21 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 19,84 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 7,81  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 7,06  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 31,79 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 7,57  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 9,79  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 7,42  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1300  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 100   | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1213  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 1659  | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 34,14 | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,3  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 310,4 | mm              |



Grafikon 24: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,50; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,53. Srednja širina sliva, B, iznosi 2,27 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0.28, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,85, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,11.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1397,05 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 184,05 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 27,98%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 446,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 69,70.



Tabela 41: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,5      |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,53     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,27     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,28     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,85     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,11     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1397,05  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 184,05   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 27,98    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 446      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 69,7     |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,73     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,81     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4578   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 249,29   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 33,41    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,11     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,776    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 12724,84 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,215    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 2730,57  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 158,66   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

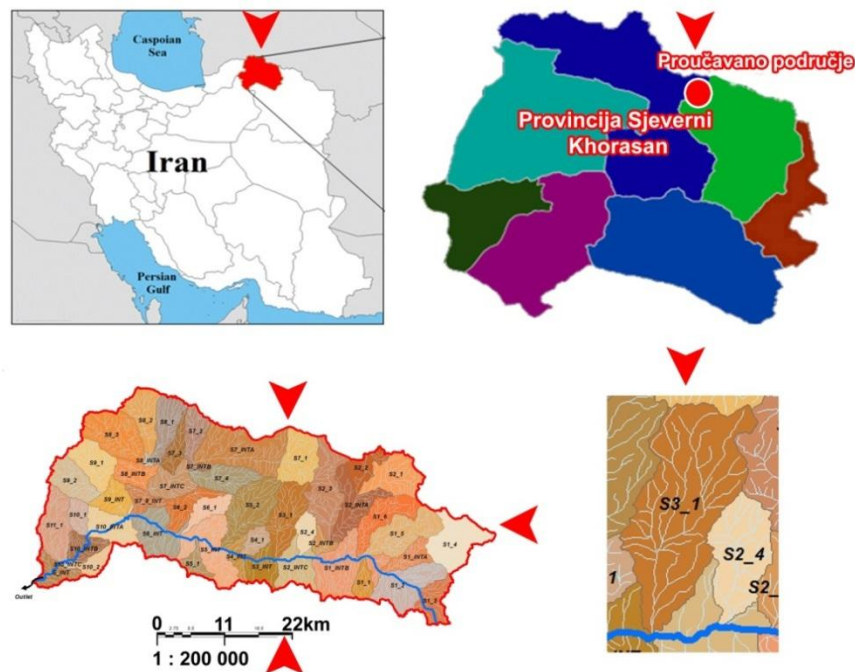
Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,73, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$  iznosi 0,81.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 249,29 m km s<sup>-1</sup>.

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 33,41 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$  je sračunata na 12724,8376 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,215. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 2730,57 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 158,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 158,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S3-1

Površina proučavanog sliva S1-3 iznosi  $50,75 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva  $F_v$ ,  $25,51 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$  iznosi  $25,24 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $38,26 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $14,63 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $25,24 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $83,05 \text{ km}$ .



Karta 27: Širindareh podsliv S3-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $13,36 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1426 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $2189 \text{ m}$ .

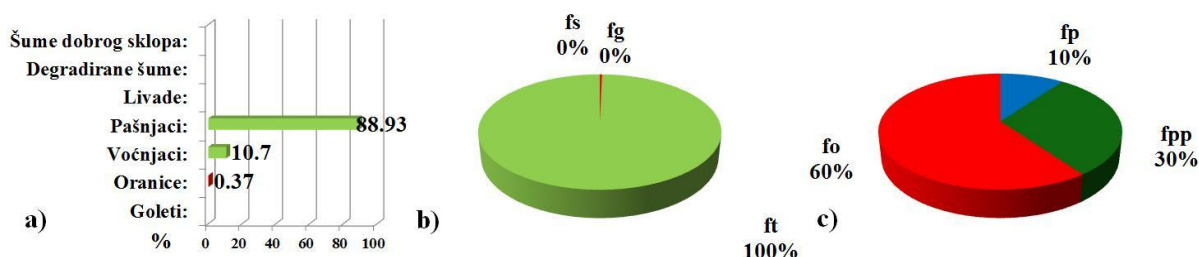
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$  je sračunat na  $0,01$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,3$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,6$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $10,06 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $321,2 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $35,03 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,75$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $88,93\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi ( $10,7\%$ ), oranice ( $0,37\%$ ).

Tabela 42: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 50,75 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 38,26 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 14,63 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 12,64 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 83,05 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 13,36 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 25,51 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 25,24 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1187  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2078  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 35,03 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 10,6  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 321,2 | mm              |



Grafikon 25: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,51; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,58. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,80 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,01, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,64, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,16.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1531,87 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 344,87 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 33,55%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 891,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 106,26.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,85, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2 = 0,80$ .

*Tabela 43: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,51     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,58     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,8      | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,01     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,64     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,16     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1531,87  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 344,87   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 33,35    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 891      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 106,26   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,85     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8      |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4583   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 586      | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 93,21    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,08     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,732    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 34577,19 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,295    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 10198,97 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km2                    | Ggod/km <sup>2</sup> | 200,96   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 586.00 m km s<sup>-1</sup>.

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 93.21 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$  iznosi 34577.1850 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0.295. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 10198.97 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup>, iznose 200.96 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 200.96 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S4-1



Karta 28: Širindareh podsliv S3-1

Površina proučavanog sliva S4-1 iznosi  $15,24 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $9,79 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$  iznosi  $5,47 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $18,52 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $6,53 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $5,5 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $22,42 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $6,03 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1145 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1603 \text{ m}$ .

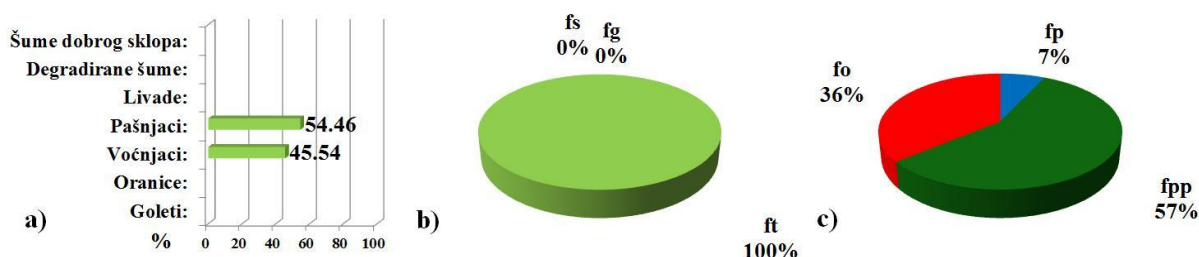
Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,07$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$  na  $0,55$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,36$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,08 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $302,4 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $33,47 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,65$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $54,46\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi ( $45,54\%$ ).

Tabela 44: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 15.24 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 18.52 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 6.53  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 5.5   | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 22.42 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 6.03  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 9.77  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 5.47  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1145  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1603  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 33.47 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11.8  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 302.4 | mm              |



Grafikon 26: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,55; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,47. Srednja širina sliva, B, iznosi 2,53 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,56, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,47, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,19.

Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1307,17 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 162,17 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 28,90%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 458,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 73,79.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,79, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$  iznosi 0,80.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 220,21 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 45: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |         |  |
|--|----------------------|---------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,55    |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,47    |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,53    | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,56    |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,47    |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,19    |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1307,17 | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 162,17  | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 28,9    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 458     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 73,79   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,79    |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4517  | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 220,21  | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 34,64   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,13    |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,71    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 9807,17 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,21    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 2056,42 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 134,94  | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 34,64 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , sračunato je na 9807,17 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,210. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 2056,42 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 134,94 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 134,94 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

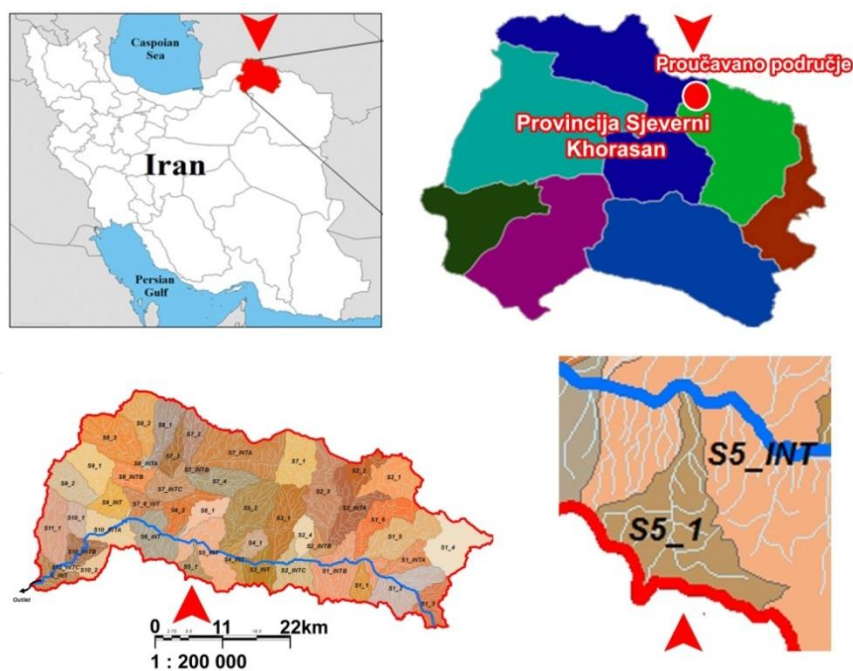
## Širindareh podsliv S5-1

Površina proučavanog sliva S5-1 iznosi 13,64 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 8,43 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub> iznosi 5,21 km. Dužina vododjelnice, O, je 22,84 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 8,24 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 6,19 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunata na 21,98 km.

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 8,7 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 1069 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1562 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena, f<sub>p</sub>, je sračunat na 0,1, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti, f<sub>pp</sub> na 0,41 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti (teška glina, jedri eruptivi), f<sub>o</sub> iznosi 0,49



Karta 29: Širindareh podsliv S5-1

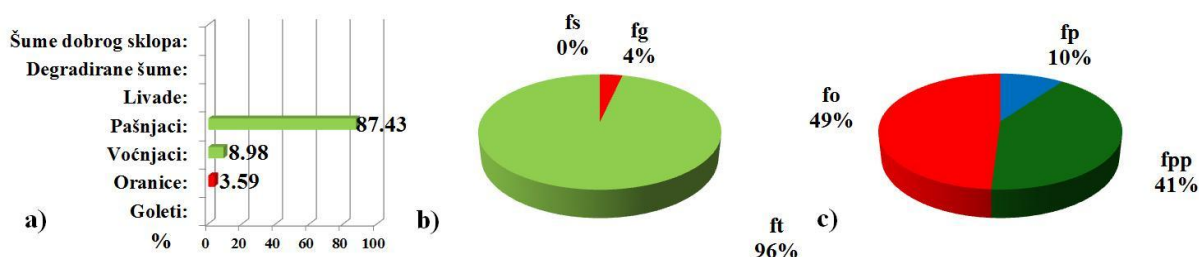
. Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 11,8 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 303.5 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 35.55 mm.

Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,62. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (87,43%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi (8,98%), oranice (3,59%).



Tabela 46: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 13,64 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 22,84 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 8,24  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 6,19  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 21,98 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 8,7   | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 8,43  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 5,21  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1100  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1069  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1562  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 33,55 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,8  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 303,5 | mm              |



Grafikon 27: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,54; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,63. Srednja širina sliva, B, iznosi 1,57 km.

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,47, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,61, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,33.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1323,90 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 254,90 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 22,65%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 493,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 81,66.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,82, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,81.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je sračunat na 261,18 m km s<sup>-1</sup>.

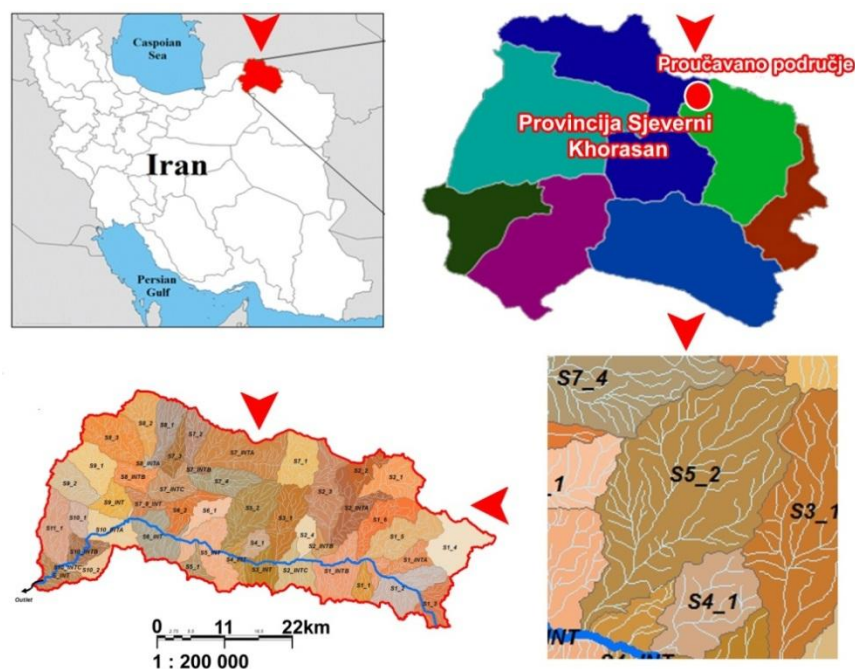
Tabela 47: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,54     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,63     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 1,57     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,47     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,61     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,33     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1323,9   | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 254,9    | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 22,65    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 493      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 81,66    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,82     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,81     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4496   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 261,18   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 41,86    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,13     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,796    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 10442,91 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,265    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 2762,85  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 202,55   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 41,86 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$  je 10442,90 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,265. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 2762,85 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 202,55 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 202,55 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S5-2

Površina proučavanog sliva S5-2, iznosi  $60,33 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v, 41,78 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$  iznosi  $18,55 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $3,67 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $14,29 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $12,53 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $109,19 \text{ km}$ .



Karta 30: Širindareh podsliv S5-2

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $14,55 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1114 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $2045 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,09$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,5$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,41$ .

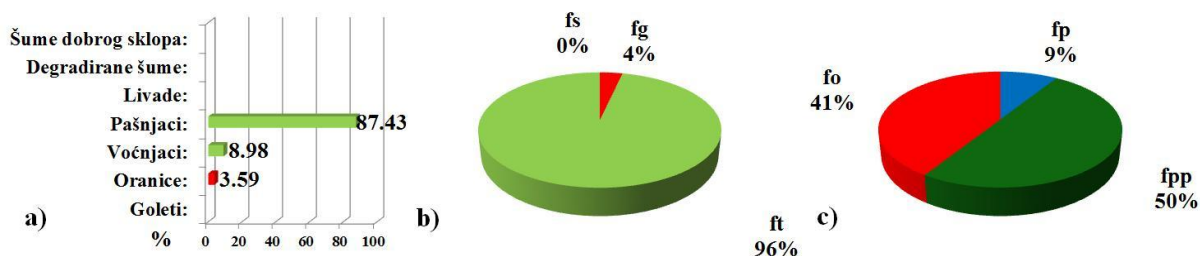
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $318,6 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $34,8 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,62$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $87,43\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi ( $8,98\%$ ), oranice ( $3,59\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,54; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,52. Srednja širina sliva, B, iznosi 4,15 km.

Tabela 48: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |        |                 |
|--|------|--------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 60,33  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 39,67  | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 14,29  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 12,53  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 109,19 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 14,55  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 41,78  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 18,55  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1114   | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2045   | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 34,8   | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100    | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,8   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 318,6  | mm              |



Grafikon 28: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,77, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,81, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,14. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1570.94 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 456,94 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 37,31%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 391.00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 106,33.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0.80, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,81.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 735,44 m km s<sup>-1</sup>.

*Tabela 49: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0.54     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0.52     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 4.15     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0.77     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1.81     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1.14     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1570.94  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 456.94   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 37.31    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 931      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 106.33   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0.8      |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0.81     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0.4559   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 735.44   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 116.62   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1.13     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0.718    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 41601.98 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0.351    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 14584.02 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 241.74   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 116,62 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 41601,9810 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,35. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 14584,02 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 241,74 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 241,74 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S6-1

Površina proučavanog sliva S6-1, iznosi 21,51 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 14,63 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, je 6,88 km. Dužina vododjelnice, O, je 27,96 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 10,72 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 9,23 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je iznosi 41,45 km.



Karta 31: Širindareh podsliv S6-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 10,78 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 1036 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1690 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena, f<sub>p</sub>, je sračunat na 0,06, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti, f<sub>pp</sub>, na 0,9 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti, f<sub>o</sub> iznosi 0,04.

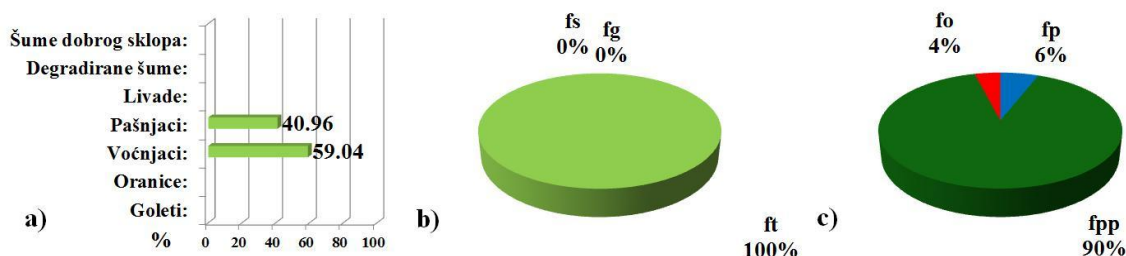
Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 11,5 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 307 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 33,84 mm.

Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,66. Voćnjaci i vinogradi su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (59,04%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede planinski pašnjaci sa (40,96%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,51; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,65. Srednja širina sliva, B, iznosi 2,00 km.

Tabela 50: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 21,51 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 27,96 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 10,72 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 9,23  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 41,45 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 10,78 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 14,63 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 6,88  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1100  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1036  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1690  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 33,84 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,5  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 307   | mm              |



Grafikon 29: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura popusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,72, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,93, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,16. Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1353,05 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 317,05 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 34,68%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 654,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 96,66.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,69, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,80. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 365,79 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 51: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

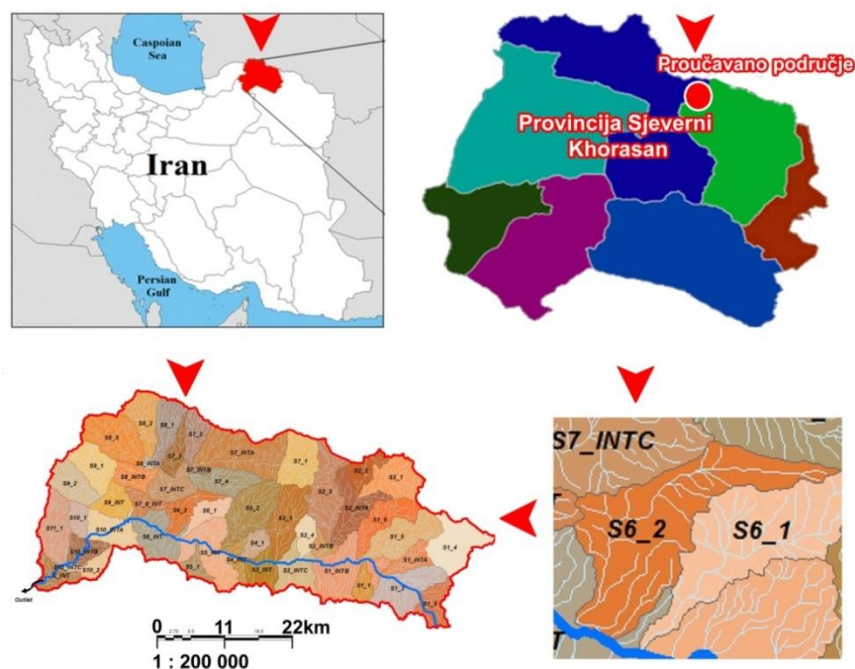
|  |                      |         |  |
|--|----------------------|---------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,51    |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,65    |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2       | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,72    |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,93    |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,16    |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1353,05 | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 317,05  | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 34,68   | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 654     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 96,66   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,69    |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4492  | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 365,79  | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 46,39   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,12    |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,757   |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 15262,9 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,287   |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 4386,42 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 203,92  | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 46,39 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 15262,9036 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0.28. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 4386,42 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 203,92 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 203,92 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.



## Širindareh podsliv S6-2

Površina proučavanog sliva S6-2, iznosi  $27,53 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $17,73 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $9,8 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $32,76 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $14,64 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $10,53 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $46,69 \text{ km}$ .



Karta 32: Širindareh podsliv S6-2

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $13,57 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1021 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1647 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,13$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,79$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,08$ .

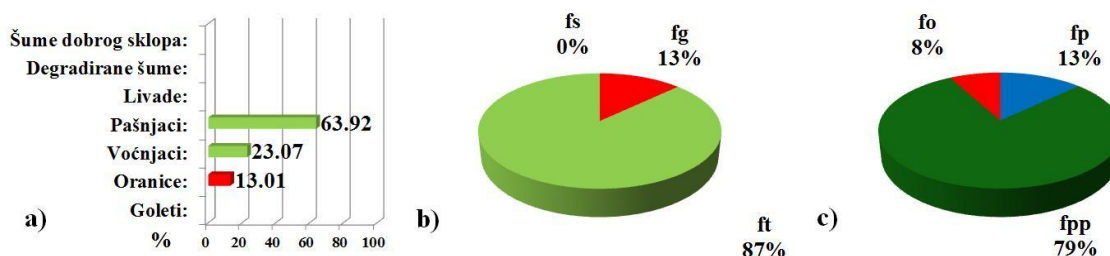
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $299,2 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $33,2 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,66$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $63,92\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: voćnjaci i vinogradi ( $23,07\%$ ), oranice ( $13,01$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0.58; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,79. Srednja širina sliva, B, iznosi 2,03 km.

Tabela 52: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 27,53 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 32,76 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 14,64 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 10,53 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 46,69 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 13,57 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 17,73 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 9,8   | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1100  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1021  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1647  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 33,2  | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 12    | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 299,2 | mm              |



Grafikon 30: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura poupsnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,26, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,70, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,39.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1265,67 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 244,67 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 25,80%, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 626,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 86,99.

Tabela 53: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                |          |                     |
|--|----------------|----------|---------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A              | 0,44     |                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m              | 0,79     |                     |
| Srednja širina sliva                               | B              | 2,03     | km                  |
| (A)simetričnost sliva                              | a              | 0,58     |                     |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G              | 1,7      |                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K              | 1,39     |                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr            | 1265,67  | m                   |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D              | 244,67   | m                   |
| Srednji pad sliva                                  | Isr            | 25,8     | %                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb           | 626      | m                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er             | 86,99    |                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1             | 0,69     |                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2             | 0,83     |                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W              | 0,4356   | m                   |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$   | 363,53   | m km s              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | $Q_{max}$      | 39,1     | $m^3 s^{-1}$        |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T              | 1,14     |                     |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z              | 0,73     |                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | $W_{god}$      | 18391,89 | $m^3 god^{-1}$      |
| Koeficijent retencije nanosa                       | $R_u$          | 0,23     |                     |
| Stvarni gubici zemljišta                           | $G_{god}$      | 4226,44  | $m^3 god^{-1}$      |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | $G_{god}/km^2$ | 153,52   | $m^3 km^2 god^{-1}$ |

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,69, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , na 0,83.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 363,53 m km  $s^{-1}$ . Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 39,10  $m^3 s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 18391,89  $m^3 god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,230. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 4226,44  $m^3 god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god} km^{-2}$  iznose 153,52  $m^3 km^{-2} god^{-1}$ . Vrijednost 153,52  $m^3 km^{-2} god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S7-1

Površina proučavanog sliva S7-1, iznosi  $45,59 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_{v, je}$   $23,51 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $22,08 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $22,25 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $8,91 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $6,88 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $87,64 \text{ km}$ .



Karta 33: Širindareh podsliv S7-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $0,04 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{min}$ ,  $1544 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{max}$ ,  $2448 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,14$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,73$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,13$ .

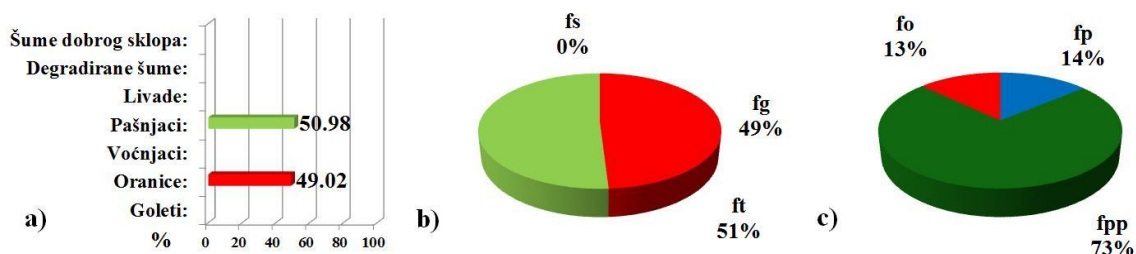
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $9,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je  $345,1 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $37 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,75$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $50,98\%$ ). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede oranice ( $49,02$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznose 0,49; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,37. Srednja širina sliva, B, iznosi 1139,75 km.

Tabela 54: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 45,59 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 22,25 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 8,91  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 6,88  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 87,64 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 0,04  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 23,51 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 22,08 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1600  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1544  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2448  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 37    | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 9,1   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 345,1 | mm              |



Grafikon 31: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,06, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,92, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,30. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1912,59 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 441,59 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 28,46 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1823,93 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 110,74.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,70, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,90. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 500,39 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 55: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,49     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,37     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 1139,75  | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,06     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,92     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1823,93  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 279,93   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 32,84    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 904      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 110,74   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,7      |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,9      |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4917   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 500,39   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 75       | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1        |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,891    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 41805,46 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,264    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 11034,77 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 242,04   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 75,00 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 41805,4624 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,264. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 11034,77 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 242,04 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 242,04 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S7-2

Površina proučavanog sliva S7-2, iznosi 24,65 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, je 14,27 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, 10,38 km. Dužina vododjelnice, O, je 29,95 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 9,98 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 9,48 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunata na 53,69 km.



Karta 34: Širindareh podsliv S7-2

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 8,01 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 1201 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1825 m.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena, f<sub>p</sub>, je sračunat na 0,15, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti, f<sub>pp</sub>, na 0,18 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti, f<sub>o</sub> iznosi 0,67.

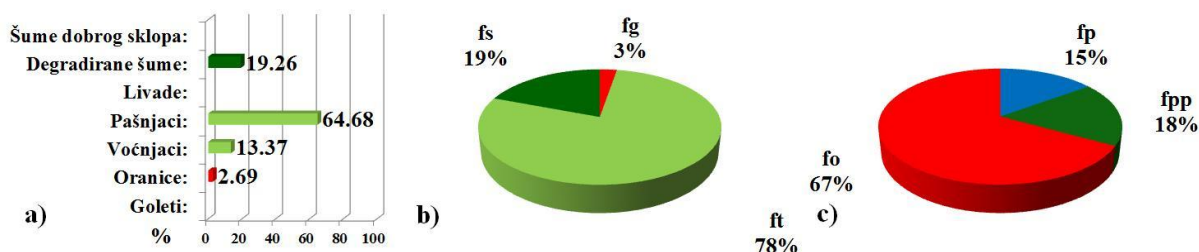
Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 9,1 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 317. mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 34,68 mm.

Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,62. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (64,68%). Po zastupljenosti u ovom slivu slijede: degradirane šume (19,26%), voćnjaci i vinogradi (13,37), oranice (2,69%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,59; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,57. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,08 km.

Tabela 56: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |                  |       |                 |
|--|------------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 24,65 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 29,95 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | L <sub>v</sub>   | 9,98  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | L <sub>m</sub>   | 9,48  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 53,69 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | L <sub>b</sub>   | 8,01  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | F <sub>v</sub>   | 14,27 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | F <sub>m</sub>   | 10,38 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 1300  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 1201  | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 1825  | m               |
| Visina bujične kiše                            | h <sub>b</sub>   | 34,68 | mm              |
| Povratni period                                | U <sub>p</sub>   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 9,1   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 317   | mm              |



Grafikon 32: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,32, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 2,18, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,05.

Srednja nadmorska visina sliva, H<sub>sr</sub>, obračunata je na 1912,59 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 441,59 m. Srednji pad sliva, I<sub>sr</sub>, 28,46 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.



Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 1480,23 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 89,14.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,86, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,77. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 367,48 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 57: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,59     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,57     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,08     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,32     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,18     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,05     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1480,23  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 279,23   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 32,99    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 624      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 89,14    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,86     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,77     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4609   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 367,48   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 65,06    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1        |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,724    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 15191,99 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,289    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 4397,7   | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 178,41   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 65,06 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 15191,9869 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,289. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 4397,70 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 178,41 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 178,41 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S7-3

Površina proučavanog sliva S7-3, iznosi  $19,33 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_{v,je} 10,58 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m, 8,75 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $24,76 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $12 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $10,96 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $35,67 \text{ km}$ .



Karta 35: Širindareh podsliv S7-3

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $8,01 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{min}$ ,  $1119 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{max}$ ,  $1758 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,08$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,25$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,67$ .

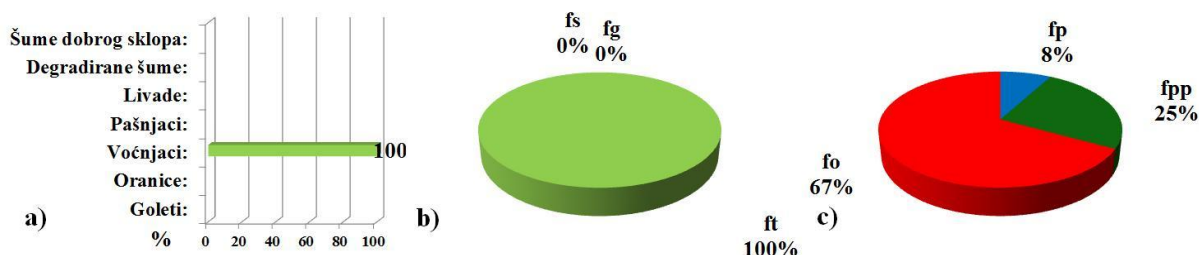
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{god}$ , je  $303,2 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $33,53 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,70$ . Planinski pašnjaci su jedina zastupljena biljna formacija ( $100\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , iznosi  $0,40$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ ,  $0,77$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi  $2,41 \text{ km}$ .

Tabela 58: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |                  |       |                 |
|--|------------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 19,33 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 24,76 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv               | 12    | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm               | 10,96 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 35,67 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb               | 8,01  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv               | 10,58 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm               | 8,75  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 1119  | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 1758  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb               | 33,53 | mm              |
| Povratni period                                | Up               | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 11,8  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 303,2 | mm              |



Grafikon 33: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,19, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 1,85, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,09.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1316,28 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 197,28 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 23,51 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 639,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 97,00.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,88, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , na 0,80.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  iznosi 273,53 m km s<sup>-1</sup>.

*Tabela 59: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,4      |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,77     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,41     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,19     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,85     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,09     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1316,28  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 197,28   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 23,51    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 639      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 97       |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,88     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8      |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4434   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 273,53   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 34,23    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,13     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,833    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 15842,13 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,201    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 3182,97  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 164,66   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 34,23 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 15842 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,201. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 3182,97 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 164,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 164,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S7-4



Karta 36: Širindareh podsliv S7-4

Površina proučavanog sliva S7-4, iznosi  $36,4 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v, 23,51 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m, 12,89 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $26,83 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $13,77 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $11,47 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je  $81,74 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $10,65 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1171 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $2030 \text{ m}$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $10,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $318,3 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $34,78 \text{ mm}$ .

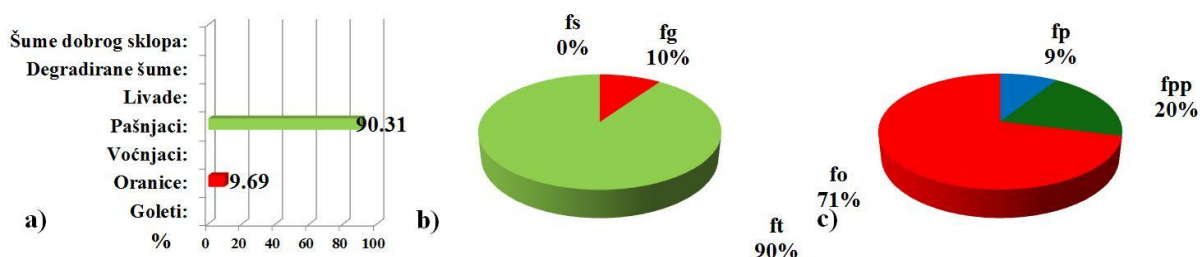
Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,63$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $90,31\%$ ) proučavane površine, slijede oranice ( $9,69\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , iznosi  $0,38$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ ,  $0,64$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi  $3,42 \text{ km}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,09$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,2$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,71$ .

Tabela 60: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 36,4  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 26,83 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 13,77 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 11,47 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 81,74 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 10,65 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 23,51 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 12,89 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1171  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 2030  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 34,78 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 10,8  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 318,3 | mm              |



Grafikon 34: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,58, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 2,25, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,20.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1497,37 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 326,37 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 33,87 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 859 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 111,32.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,89, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$  iznosi 0,82.

Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 282,78 m km  $s^{-1}$ .

*Tabela 61: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |         |                     |
|--|----------------------|---------|---------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,38    |                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,64    |                     |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,42    | km                  |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,58    |                     |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,25    |                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,2     |                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1497,37 | m                   |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 326,37  | m                   |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 33,87   | %                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 859     | m                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 111,32  |                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,89    |                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,82    |                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4564  | m                   |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 482,78  | m km s              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 60,77   | $m^3 s^{-1}$        |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,09    |                     |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,703   |                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 23322,7 | $m^3 god^{-1}$      |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,249   |                     |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 5806,89 | $m^3 god^{-1}$      |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 159,53  | $m^3 km^2 god^{-1}$ |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 60,77  $m^3 s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 23322,6974  $m^3 god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,249. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 5806.89  $m^3 god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $km^2$ ,  $G_{god} km^{-2}$  iznose 159,53  $m^3 km^{-2} god^{-1}$ . Vrijednost 159,53  $m^3 km^{-2} god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S8-1



Karta 37: Širindareh podsliv S8-1

Površina proučavanog sliva S8-1, iznosi  $35,46 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $18,5 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $16,96 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $28,64 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $11,14 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $10,16 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $72,53 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $3,95 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1156 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1767 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,12$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,58$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,3$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $315,2 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $34,52 \text{ mm}$ .

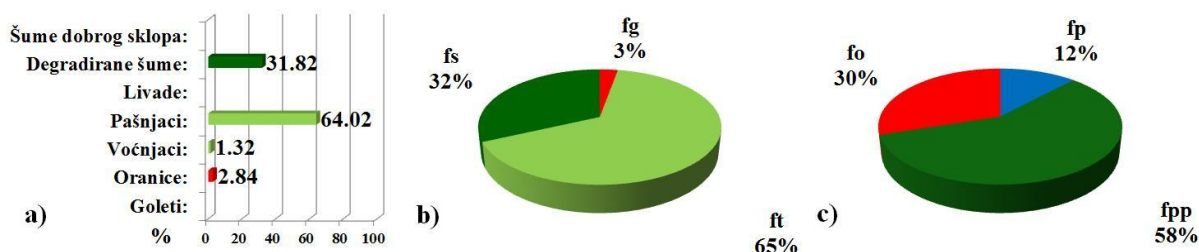
Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,61$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $64,02\%$ ), po zastupljenosti slijede: degradirane šume ( $31,82\%$ ), zatim oranice ( $2,84\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $1,32\%$ ).



Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,50; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,53. Srednja širina sliva, B, iznosi 8,98 km.

Tabela 62: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 35,46 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 28,64 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 11,14 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 10,16 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 72,53 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 3,95  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 18,5  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 16,96 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1156  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1767  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 34,52 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11    | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 315,2 | mm              |



Grafikon 35: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,09, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 2,05, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,10.

Srednja nadmorska visina sliva, Hsr, obračunata je na 1453,71 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 297,71 m. Srednji pad sliva, Isr, 30,10 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva, Hleb, je sračunata na 611,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva, Er, je 79,70.

Koeficijent vodopropusnosti područja, S1, je sračunat na 0,75, a koeficijent vegetacionog pokrivača, S2, iznosi 0,74. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 455,11 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 63: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,5      |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,53     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 8,98     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,09     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,05     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,1      |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1453,71  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 297,71   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 30,1     | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 611      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 79,7     |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,75     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,74     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,457    | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 455,11   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 58,34    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,1      |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,704    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 22737,83 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,276    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 6281,4   | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 177,14   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva, Q<sub>max</sub>, za povratni period od 100 godina je sračunato na 58,34 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu, W<sub>god</sub>, je 22737,83 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa, R<sub>u</sub>, je 0,27. Stvarni gubici zemljišta, G<sub>god</sub>, su sračunati na 6281,40 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>, G<sub>god</sub> km<sup>-2</sup> iznose 177,14 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 177,14 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S8-2



Karta 38: Širindareh podsliv S8-2

Površina proučavanog sliva S8-2, iznosi  $37,87 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $26,59 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $11,28 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $31,39 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $10,77 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $9,61 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $68,67 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $7,93 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1156 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1724 \text{ m}$ .

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,2$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,18$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,62$ .

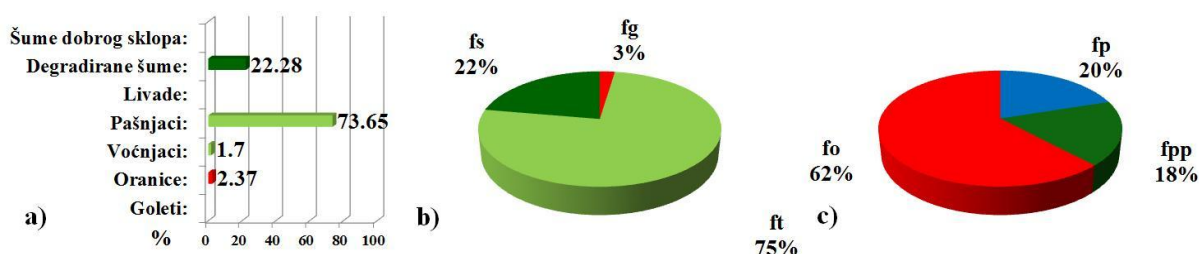
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $313,3 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $34,37 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,61$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $73,65\%$ ), po zastupljenosti slijede degradirane šume ( $22,28\%$ ), oranice ( $2,37\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $1,7\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,57; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0.49. Srednja širina sliva, B, iznosi 4,78 km.

Tabela 64: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristika proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 37,87 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 31,39 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 10,77 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 9,61  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 68,67 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 7,93  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 26,59 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 11,28 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1156  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1724  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 34,37 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,1  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 313,3 | mm              |



Grafikon 36: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,81, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G je 1,81, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,12.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1446,27 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 290,27 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 25,53 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 868 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 72,88.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,83, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,76. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 464,40  $m\ km\ s^{-1}$ .

*Tabela 65: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |                       |
|--|----------------------|----------|-----------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,57     |                       |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,49     |                       |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 4,78     | km                    |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,81     |                       |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,81     |                       |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,12     |                       |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1446,27  | m                     |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 290,27   | m                     |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 25,53    | %                     |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 568      | m                     |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 72,88    |                       |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,83     |                       |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,76     |                       |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4557   | m                     |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 464,4    | $m\ km\ s$            |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 75,53    | $m^3\ s^{-1}$         |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,1      |                       |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,676    |                       |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 22786,97 | $m^3\ god^{-1}$       |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,291    |                       |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 6623,29  | $m^3\ god^{-1}$       |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 174,9    | $m^3\ km^2\ god^{-1}$ |

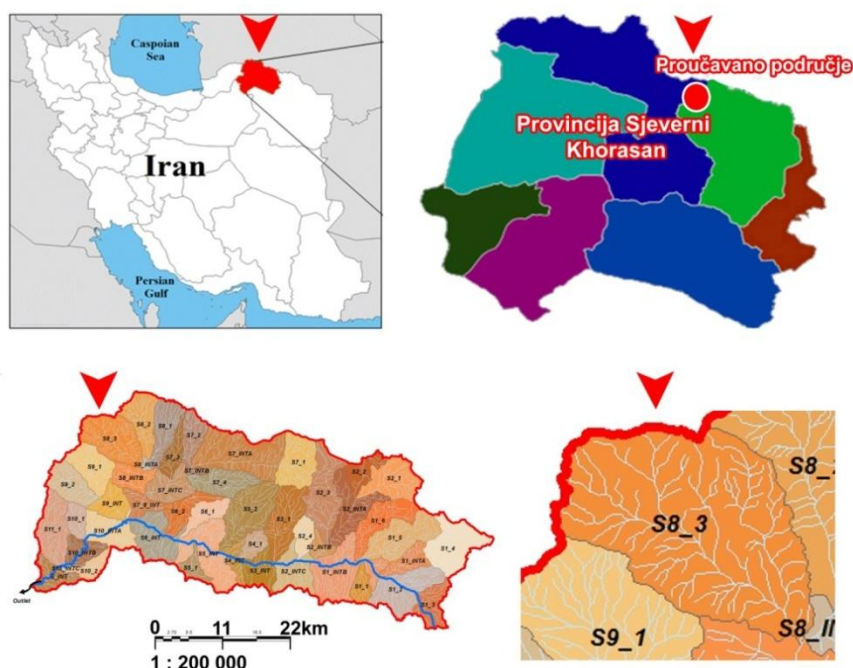
Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 75,53  $m^3\ s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 22786,96  $m^3\ god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,29. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 6623,29  $m^3\ god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $km^2$ ,  $G_{god}\ km^{-2}$  iznose 174,90  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$ . Vrijednost 174,90  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S8-3

Površina proučavanog sliva S8-3, iznosi  $59,14 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v, 32,09 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m, 27,05 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $32,95 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $12,73 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $27,05 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $118,12 \text{ km}$ .

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $11,44 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1109 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1790 \text{ m}$ .



Karta 39: Širindareh podsliv S8-3

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na  $0,21$ , zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na  $0,2$  i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi  $0,59$ .

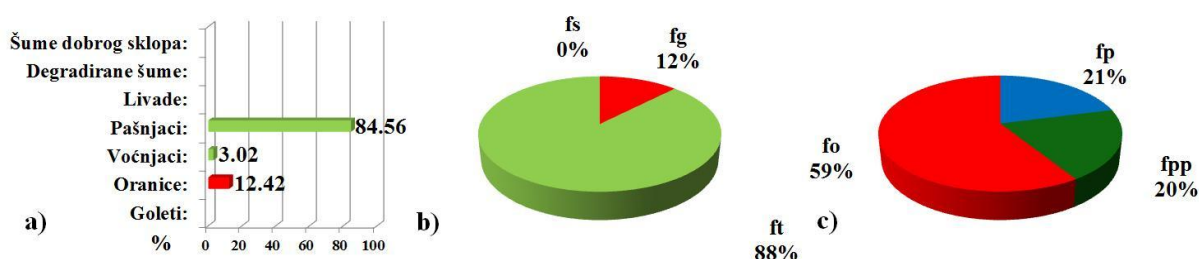
Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $310,7 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $34,15 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,64$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $84,56\%$ ). Po zastupljenosti slijede oranice ( $12,42\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $3,02\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznosi 0,50; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,47. Srednja širina sliva, B, iznosi 5,17 km.

Tabela 66: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |        |                 |
|--|------|--------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 59,14  | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 32,95  | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 12,73  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 11,69  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 118,12 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 11,44  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 32,09  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 27,05  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1200   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1109   | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1790   | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 34,15  | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100    | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,3   | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 310,7  | mm              |



Grafikon 37: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva, a, je sračunata na 0,17, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva, G, je 2,00, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka, K, je sračunat na 1,09.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1405,61 m, a srednja visinska razlika sliva, D, je 296,61 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 28,30 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 681,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 78,17.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,81, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,82. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 586,65 m km s<sup>-1</sup>.

Tabela 67: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

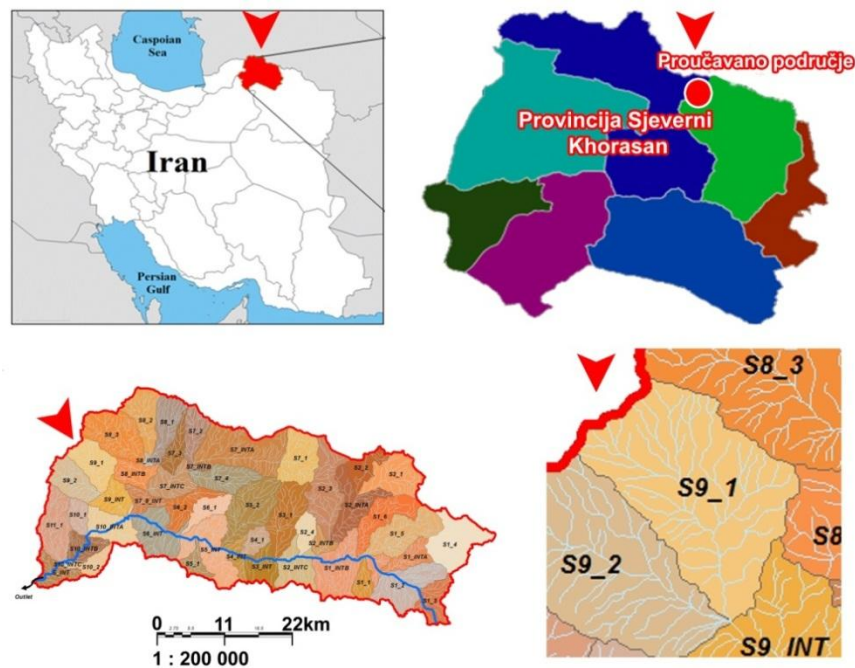
|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,5      |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,47     |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 5,17     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,17     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2        |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,09     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1405,61  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 296,61   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 28,3     | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 681      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 78,17    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,81     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,82     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,45     | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 586,65   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 89,47    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,11     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,681    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 35982,86 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,275    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 9897,94  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 167,36   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 89,47 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 35982,85 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,275. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 9897.94 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 167,36 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 167,36 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.



## Širindareh podsliv S9-1

Površina proučavanog sliva S9-1, iznosi  $39,07 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $28,66 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $10,41 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $28,62 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $10,05 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $8,57 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $80,86 \text{ km}$ .



Karta 40: Širindareh podsliv S9-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $6,45 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $1065 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1653 \text{ m}$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $303,3 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $33,54 \text{ mm}$ .

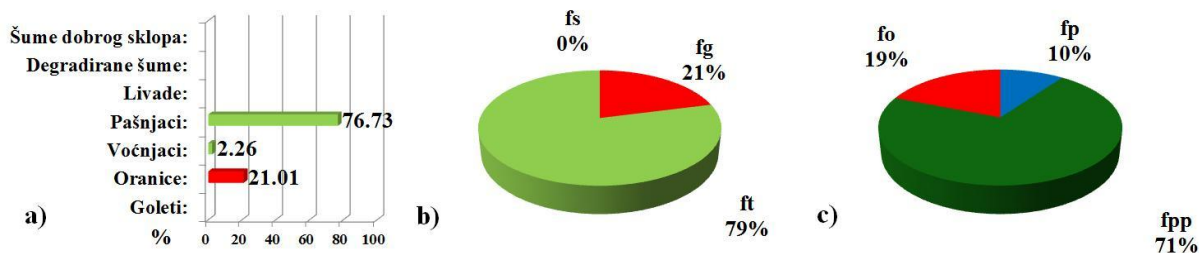
Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,67$ . Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju ( $76,73\%$ ). Po zastupljenosti slijede: oranice ( $21,01\%$ ), voćnjaci i vinogradi ( $2,26\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , iznose  $0,56$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ ,  $0,45$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi  $6,06 \text{ km}$ .

Tabela 68: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |      |       |                 |
|--|------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F    | 39,07 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O    | 28,62 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv   | 10,05 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm   | 8,57  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL   | 80,86 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb   | 6,45  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv   | 28,66 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm   | 10,41 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0   | 1100  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin | 1065  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax | 1653  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb   | 33,54 | mm              |
| Povratni period                                | Up   | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0   | 11,8  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod | 303,3 | mm              |

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na 0,1, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0,71 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi 0,19.



Grafikon 38: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,93, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa. Gustina rečne mreže sliva,  $G$ , je 2,07, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,17. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1314,36 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 249,36 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 28,11 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome prevladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 588,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 74,86.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,73, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,84. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 437,20 m km s<sup>-1</sup>.

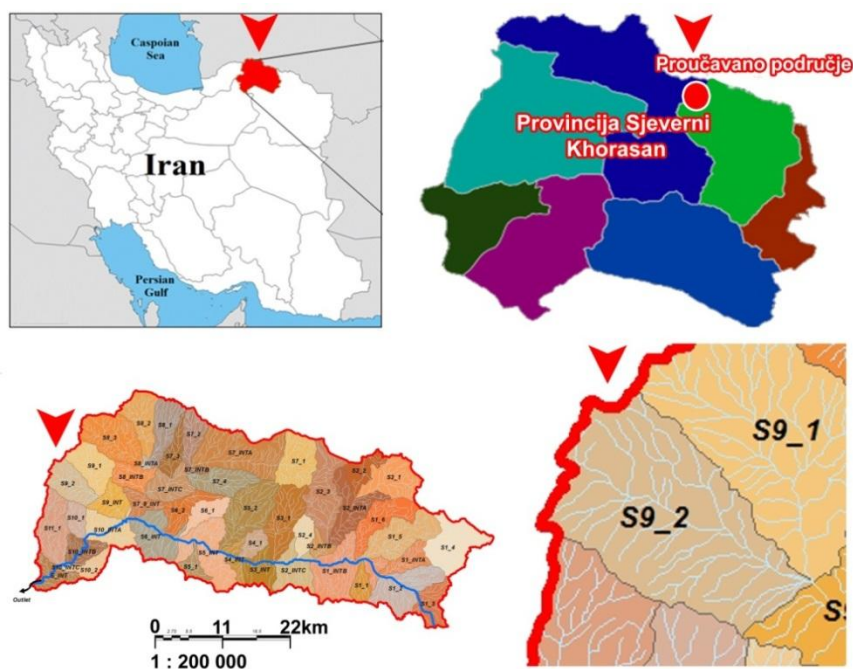
*Tabela 69: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |         |  |
|--|----------------------|---------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,56    |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,45    |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 6,06    | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,93    |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,07    |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,17    |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1314,36 | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 249,36  | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 28,11   | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 588     | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 74,86   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,73    |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,84    |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4465  | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 437,2   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 66,35   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,13    |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,675   |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 23367,2 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,266   |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 6226,83 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 159,38  | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 66,35 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 23367,1965 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,26. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 6226.83 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 159,38 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 159,38 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S9-2

Površina proučavanog sliva S9-2, iznosi 36,21 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 21,32 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, 14,89 km. Dužina vododjelnice, O, je 28 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 10,58 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 8,95 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunat na 76,54 km.



Karta 41: Širindareh podsliv S9-2

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 10,39 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 1065 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1701 m.

Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 11,4 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 308.8 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 34 mm.

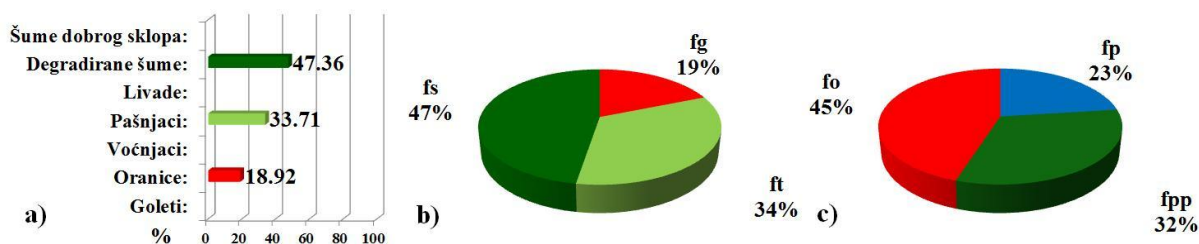
Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,66. Degradirane šume su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (47,36%), po zastupljenosti slijede: planinski pašnjaci (33,71%), oranice (18,92%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznose 0.52; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,50. Srednja širina sliva, B, iznosi 3,49 km.

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na 0,23, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0,32 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi 0,45.

Tabela 70: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristika proučavanog sliva

|  |            |       |                 |
|--|------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F          | 36,21 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O          | 28    | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv         | 10,58 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm         | 8,95  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | $\Sigma L$ | 76,54 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb         | 10,39 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv         | 21,32 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm         | 14,89 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0         | 1100  | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin       | 1065  | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax       | 1701  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb         | 34    | mm              |
| Povratni period                                | Up         | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0         | 11,4  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod       | 308,8 | mm              |



Grafikon 39: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,36, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$ , je 2.11, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,18. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1381,46 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 316,46 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 29,32 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme

padine. Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 636 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 82,53.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,77, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,74. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 474,16 m km s<sup>-1</sup>.

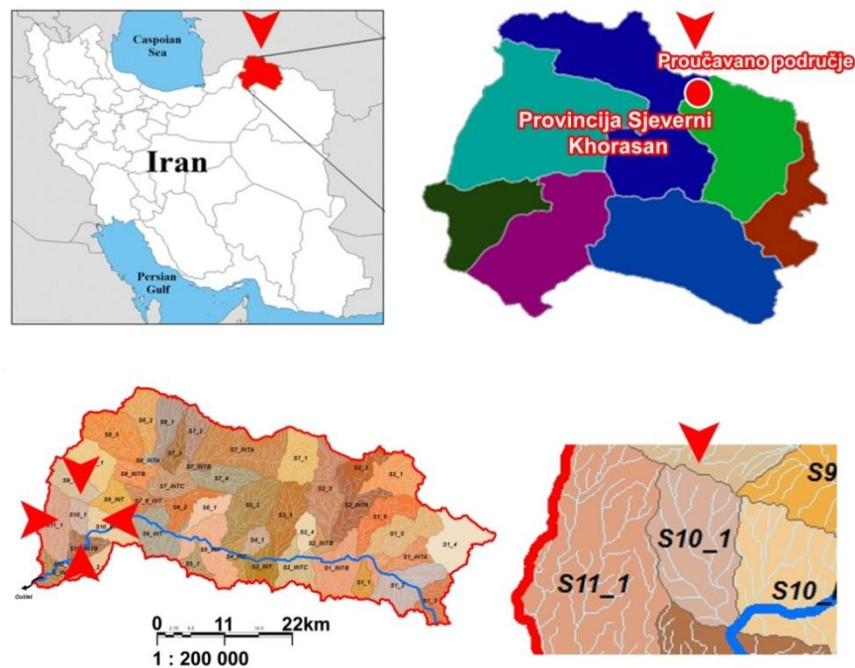
Tabela 71: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,52     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,5      |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 3,49     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,36     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,11     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,18     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1381,46  | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 316,46   | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 29,32    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 636      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 82,53    |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,77     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,74     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4514   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 474,16   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 62,87    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,11     |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,772    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 26525,47 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,289    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 7673,33  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 211,91   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 62,87 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 26525,46 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,28. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 7673,33 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 211,91 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 211,91 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S10-1

Površina proučavanog sliva S10-1, iznosi  $15,92 \text{ km}^2$ , od čega je površina većeg dijela sliva je  $F_v$ ,  $8,46 \text{ km}^2$ , a manjeg dijela sliva je  $F_m$ ,  $7,46 \text{ km}^2$ . Dužina vododjelnice,  $O$ , je  $17,41 \text{ km}$ , a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , je  $7,3 \text{ km}$ . Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća,  $L_m$ , je  $7,46 \text{ km}$ . Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda,  $\Sigma L$  je sračunata na  $24,83 \text{ km}$ .



Karta 42: Širindareh podsliv S10-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija,  $L_b$  iznosi  $7,18 \text{ km}$ .

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu,  $H_{\min}$ ,  $831 \text{ m}$ , i najviša kota sliva,  $H_{\max}$ ,  $1634 \text{ m}$ .

Srednja godišnja temperatura vazduha,  $t_0$ , je  $12,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ; srednja godišnja količina padavina,  $H_{\text{god}}$ , je  $293,9 \text{ mm}$ . Visina bujične kiše,  $h_b$ , je sračunata na  $32,76 \text{ mm}$ .

Koeficijent uređenja sliva,  $X_a$ , je sračunat na  $0,70$ . Voćnjaci i vinogradi su jedina zastupljena formacija ( $100\%$ ).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva,  $A$ , iznose  $0,47$ ; koeficijent razvijenosti vododjelnice,  $m$ ,  $0,52$ . Srednja širina sliva,  $B$ , iznosi  $2,22 \text{ km}$ .

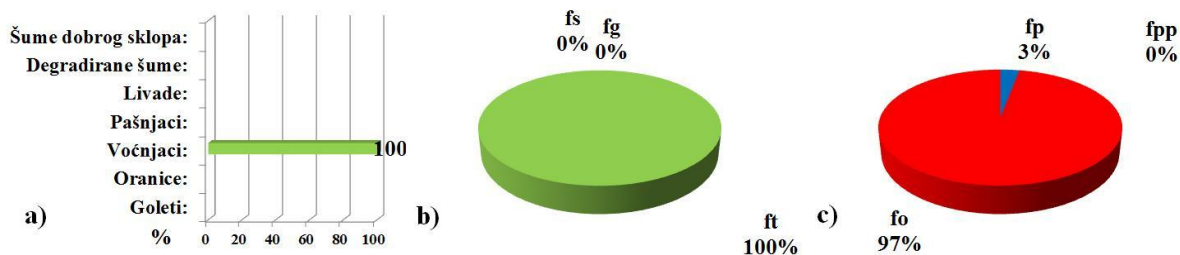
(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na  $0,13$ , što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa.

Gustina rečne mreže sliva,  $G$  je 1,56, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže.

Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,13.

Tabela 72: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristika proučavanog sliva

|  |            |       |                 |
|--|------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F          | 15,92 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O          | 17,41 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv         | 7,3   | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm         | 6,46  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | $\Sigma L$ | 24,83 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb         | 7,18  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv         | 8,46  | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm         | 7,46  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h0         | 900   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | Hmin       | 831   | m               |
| Najviša kota sliva                             | Hmax       | 1634  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb         | 32,76 | mm              |
| Povratni period                                | Up         | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t0         | 12,4  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | Hgod       | 293,9 | mm              |



Grafikon 40: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$  je sračunat na 0,03, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi 0,97.

Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1197,67 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 366,67 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 44,80 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.



Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 830,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 127,96. Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,98, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,80. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 388,42  $m\ km\ s^{-1}$ .

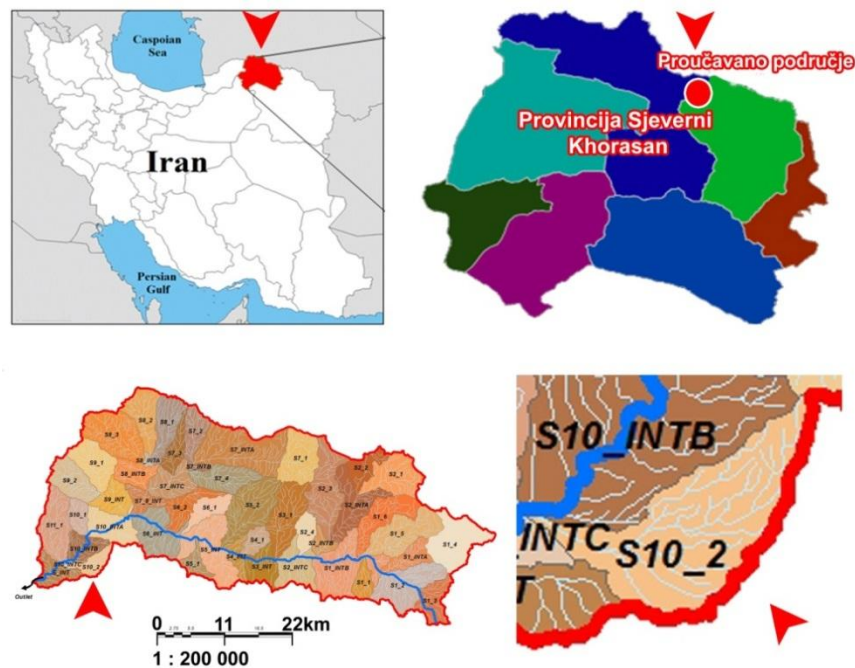
Tabela 73: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |                       |
|--|----------------------|----------|-----------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,47     |                       |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,52     |                       |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 2,22     | km                    |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,13     |                       |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,56     |                       |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,13     |                       |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1197,67  | m                     |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 366,67   | m                     |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 44,8     | %                     |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 803      | m                     |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 127,96   |                       |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,98     |                       |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,8      |                       |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4412   | m                     |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 388,42   | $m\ km\ s$            |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 54,56    | $m^3\ s^{-1}$         |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,16     |                       |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,824    |                       |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 12737,99 | $m^3\ god^{-1}$       |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,292    |                       |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 3720,69  | $m^3\ god^{-1}$       |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 233,71   | $m^3\ km^2\ god^{-1}$ |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 54,56  $m^3\ s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 12737,99  $m^3\ god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,292. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 3720,69  $m^3\ god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}\ km^{-2}$  iznose 233,71  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$ . Vrijednost 233,71  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S10-2

Površina proučavanog sliva S10-2, iznosi 15,23 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 8,9 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, 6,33 km. Dužina vododjelnice, O, je 21,91 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 9,72 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 6,31 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunat na 41,26 km.



Karta 43: Širindareh podsliv S10-2

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 20,96 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 760 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1460 m.

Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 13,4 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 277,1 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 31,37 mm.

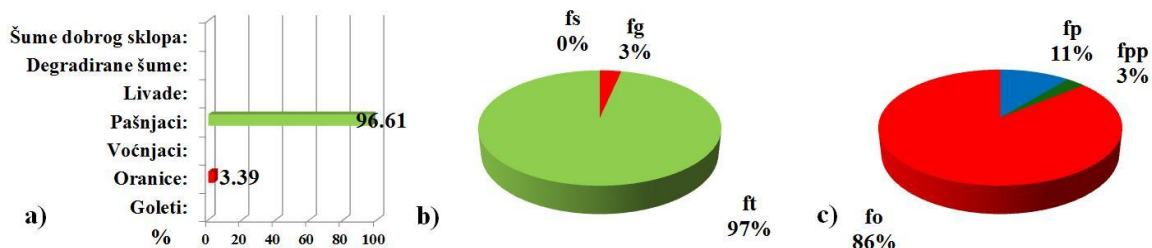
Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,61. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (96.61%), po zastupljenosti slijede: oranice (3.39%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznose 0,44; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0.70. Srednja širina sliva, B, iznosi 0,73 km.

Tabela 74: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |                  |       |                 |
|--|------------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 15,23 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 21,91 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv               | 9,72  | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm               | 6,31  | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 41,26 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb               | 20,96 | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv               | 8,9   | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm               | 6,33  | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 800   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 760   | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 1460  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb               | 31,37 | mm              |
| Povratni period                                | Up               | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 13,4  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 277,1 | mm              |

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na 0,11, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0,03 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi 0,86.



Grafikon 42: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A)simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,34, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa. Gustina rečne mreže sliva,  $G$ , je 2,71, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,54. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1006,70 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 246,70 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 29,07 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine.

Visina lokalne erozije baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na 700,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 112,79.

Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,93, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,81. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 271,71 m km s<sup>-1</sup>.

*Tabela 75: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom*

|  |                      |          |  |
|--|----------------------|----------|--|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,44     |  |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,7      |  |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 0,73     | km   |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,34     |  |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 2,71     |  |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,54     |  |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1006,7   | m  |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 246,7    | m  |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 29,07    | %  |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 700      | m  |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 112,79   |  |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,93     |  |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,81     |  |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4196   | m  |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 271,51   | m km s   |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 37,37    | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>                   |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,2      |  |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,695    |  |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 9214,217 | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,236    |  |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 2172,65  | m <sup>3</sup> god <sup>-1</sup>                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 142,66   | m <sup>3</sup> km <sup>2</sup> god <sup>-1</sup> |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 37,37 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , je 9214,21 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,236. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 2172,65 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>, a stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>,  $G_{god}$  km<sup>-2</sup> iznose 142,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup>. Vrijednost 142,66 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god<sup>-1</sup> ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## Širindareh podsliv S11-1

Površina proučavanog sliva S11-1, iznosi 47,13 km<sup>2</sup>, od čega je površina većeg dijela sliva je F<sub>v</sub>, 34,14 km<sup>2</sup>, a manjeg dijela sliva je F<sub>m</sub>, 12,99 km. Dužina vododjelnice, O, je 32,76 km, a izmjerena prirodna dužina glavnog vodotoka, L<sub>v</sub>, je 14,43 km. Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, L<sub>m</sub>, je 10,83 km. Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, ΣL je sračunata na 91,96 km.



Karta 44: Širindareh podsliv S11-1

Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, L<sub>b</sub> iznosi 6,38 km.

Sliv se vertikalno prostire između najniže kota u slivu, H<sub>min</sub>, 747 m, i najviša kota sliva, H<sub>max</sub>, 1690 m.

Srednja godišnja temperatura vazduha, t<sub>0</sub>, je 12,7 °C; srednja godišnja količina padavina, H<sub>god</sub>, je 288,8 mm. Visina bujične kiše, h<sub>b</sub>, je sračunata na 32,35 mm.

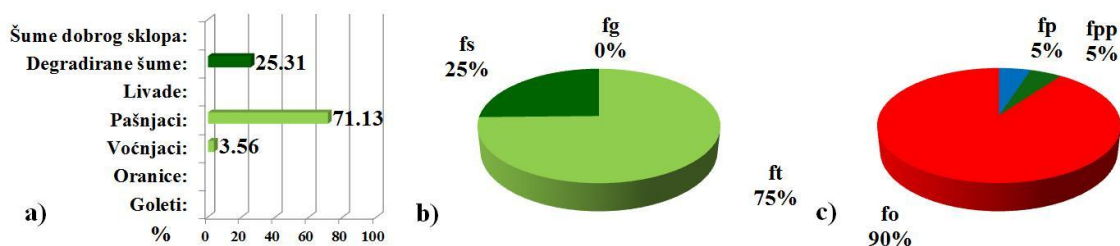
Koeficijent uređenja sliva, X<sub>a</sub>, je sračunat na 0,60. Planinski pašnjaci su najzastupljenija biljna formacija i pokrivaju (71,13%), po zastupljenosti slijede: degradirane šume (25,31%), voćnjaci i vinogradi (3,56%).

Rezultati obračuna WIntErO modelom pokazuju da je koeficijent oblika sliva, A, iznose 0,44; koeficijent razvijenosti vododjelnice, m, 0,59. Srednja širina sliva, B, iznosi 7,39 km.

Tabela 76: Fizičko-geografske i klimatološke karakteristike proučavanog sliva

|  |                  |       |                 |
|--|------------------|-------|-----------------|
| Površina sliva                                 | F                | 47,13 | km <sup>2</sup> |
| Dužina linije vododjelnice                     | O                | 32,76 | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka               | Lv               | 14,43 | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća    | Lm               | 10,83 | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama    | ΣL               | 91,96 | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija | Lb               | 6,38  | km              |
| Površina većeg dijela sliva                    | Fv               | 34,14 | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                   | Fm               | 12,99 | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse              | h <sub>0</sub>   | 800   | m               |
| Najniža kota u slivu                           | H <sub>min</sub> | 747   | m               |
| Najviša kota sliva                             | H <sub>max</sub> | 1690  | m               |
| Visina bujične kiše                            | hb               | 32,35 | mm              |
| Povratni period                                | Up               | 100   | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha           | t <sub>0</sub>   | 12,7  | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina             | H <sub>god</sub> | 288,8 | mm              |

Dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena,  $f_p$ , je sračunat na 0,05, zatim, dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti,  $f_{pp}$ , na 0,05 i dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti,  $f_o$  iznosi 0,9.



Grafikon 43: a) Način korišćenja zemljišta; b) Način korišćenja: šume, trave, goleti; c) Struktura propusnosti stijena

(A) simetričnost sliva,  $a$ , je sračunata na 0,90, što ukazuje da u slivu postoji mogućnost pojave velikih poplavnih talasa. Gustina rečne mreže sliva,  $G$ , je 1,95, što ukazuje da je u pitanju velika gustina hidrografske mreže. Koeficijent vijugavosti toka,  $K$ , je sračunat na 1,31. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , obračunata je na 1143,41 m, a srednja visinska razlika sliva,  $D$ , je 396,41 m. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , 33,68 %, što ukazuje da je u pitanju sliv u kome preovladavaju strme padine. Visina lokalne erozione baze sliva,  $H_{leb}$ , je sračunata na

943,00 m. Koeficijent erozije energije reljefa sliva,  $E_r$ , je 114,56. Koeficijent vodopropusnosti područja,  $S_1$ , je sračunat na 0,96, a koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2$ , iznosi 0,75. Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,  $(2gDF)^{1/2}$  je 605,44  $m\ km\ s^{-1}$ .

Tabela 77: Rezultati proračuna urađeni WIntErO modelom

|  |                      |          |                       |
|--|----------------------|----------|-----------------------|
| Koeficijent oblika sliva                           | A                    | 0,44     |                       |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice              | m                    | 0,59     |                       |
| Srednja širina sliva                               | B                    | 7,39     | km                    |
| (A)simetričnost sliva                              | a                    | 0,9      |                       |
| Gustina rečne mreže sliva                          | G                    | 1,95     |                       |
| Koeficijent vijugavosti toka                       | K                    | 1,33     |                       |
| Srednja nadmorska visina sliva                     | Hsr                  | 1143,41  | m                     |
| Srednja visinska razlika sliva                     | D                    | 396,41   | m                     |
| Srednji pad sliva                                  | Isr                  | 33,68    | %                     |
| Visina lokalne erozije baze sliva                  | Hleb                 | 943      | m                     |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva         | Er                   | 114,56   |                       |
| Koeficijent vodopropusnosti područja               | S1                   | 0,96     |                       |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                 | S2                   | 0,75     |                       |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju         | W                    | 0,4254   | m                     |
| Energ. pot. slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | $2gDF^{1/2}$         | 605,44   | $m\ km\ s$            |
| Maksimalno oticanje iz sliva                       | Qmax                 | 81,59    | $m^3\ s^{-1}$         |
| Temperaturni koeficijent područja                  | T                    | 1,17     |                       |
| Koeficijent erozije sliva                          | Z                    | 0,654    |                       |
| Produkcija erozionog materijala u slivu            | Wgod                 | 26499,29 | $m^3\ god^{-1}$       |
| Koeficijent retencije nanosa                       | Ru                   | 0,295    |                       |
| Stvarni gubici zemljišta                           | Ggod                 | 7817,79  | $m^3\ god^{-1}$       |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>        | Ggod/km <sup>2</sup> | 165,88   | $m^3\ km^2\ god^{-1}$ |

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , za povratni period od 100 godina je sračunato na 81,59  $m^3\ s^{-1}$ . Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , iznosi 26499  $m^3\ god^{-1}$ . Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , je 0,295. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , su sračunati na 7817.79  $m^3\ god^{-1}$ , a stvarni gubici zemljišta po  $km^2$ ,  $G_{god}\ km^{-2}$  iznose 165,88  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$ . Vrijednost 165,88  $m^3\ km^{-2}\ god^{-1}$  ukazuje, prema kategorizaciji Gavrilovića, da sliv pripada V kategoriji; područje je vrlo slabe erozije.

## 11. DISKUSIJA

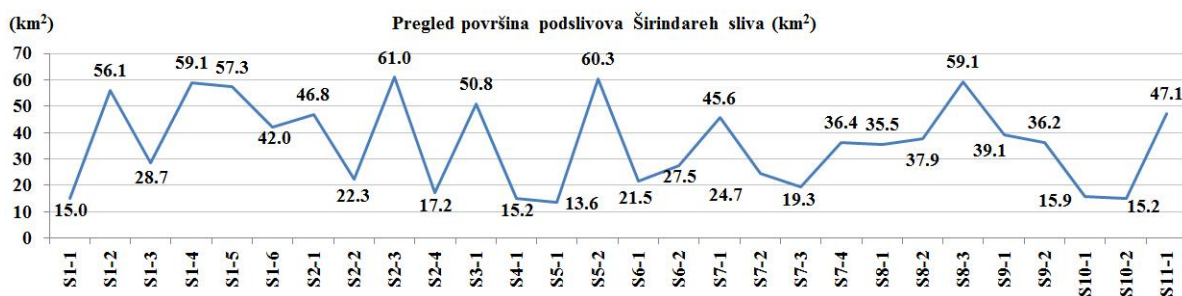
U ovom poglavlju je urađena uporedna analiza podataka dobijenih obradom WIntErO modela na prostoru Polimlja i odabranim podslivovima Širindareh sliva u Iranu. Na osnovu ovih podataka, moguće je odrediti uticaj načina korišćenja zemljišta na intenzitet erozije u odabranim slivovima Polimlja i podslivovima Širindareh sliva. Na osnovu procijenjenog intenziteta erozije zemljišta i oticaju iz slivova, u regionu Polimlja i kod podslivova Širindareh sliva, proučavani slivovi su grupisani u regione sa visokim, umjerenim i niskim prioritetima za očuvanje zemljišta i voda. Dati su predlozi varijanti načina korišćenja za odabrane slivove, a sve sa ciljem utvrđivanja i zaštite kritičnih područja za preduzimanje mjera za očuvanje zemljišta i voda, poštujući ideje održivog gazdovanja u slivovima.

U vezi sa dobrom praksom istraživanja procesa erozije uspostavljenom kod prethodnih istraživanja u Polimlju (Spalević, 2011), a koja je obrađivala procese erozije Polimlja po slivovima, model ovog tipa analize primijenjen je sada na nekim od područja Polimlja i podslivovima Širindareh sliva u Iranu. Dobijeni rezultati obračuna unešeni su u globalnu WIntErO bazu podataka o slivovima uspostavljenju tokom rada.

Napravljena je serija grafičkih prikaza kao uporedna analiza sledećih podataka:

1. Pregled površina podslivova Širindareh sliva, Iran;
2. Prirodna dužina glavnog vodotoka,  $L_v$ , podslivova Širindareh sliva, Iran (km);
3. Najviša kota sliva,  $H_{max}$ , podslivova Širindareh sliva (m);
4. Srednja nadmorska visina sliva,  $H_{sr}$ , podslivova Širindareh sliva (m);
5. Srednja visinska razlika sliva,  $D$ , podslivova Širindareh sliva (m);
6. Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , podslivova Širindareh sliva (%);
7. Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , podslivova Širindareh sliva ( $m^3s^{-1}$ );
8. Produkcija erozionog materijala,  $W_{god}$ , podslivova Širindareh sliva ( $m^3god^{-1}$ );
9. Koeficijent retencije nanosa,  $R_u$ , podslivova Širindareh sliva;
10. Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , podslivova Širindareh sliva ( $m^3god^{-1}$ );
11. Stvarni gubici po  $km^2$ ,  $G_{god} km^{-2}$ , Širindareh podslivova ( $m^3god^{-1}km^{-2}$ ).



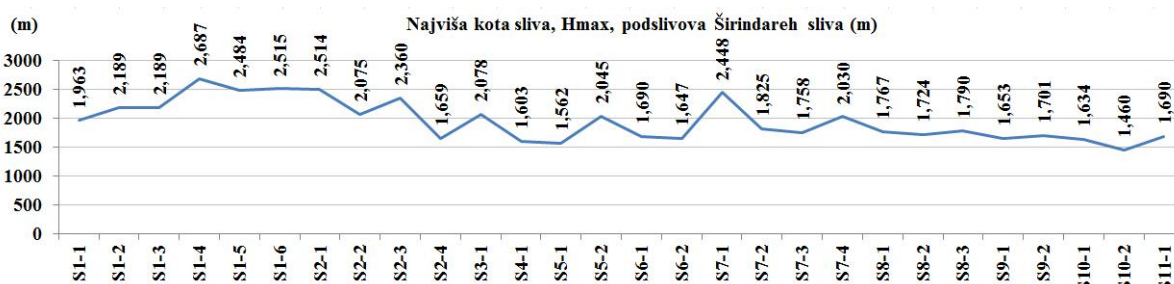


Grafikon 44 : Pregled površina podslivova Širindareh sliva, Iran

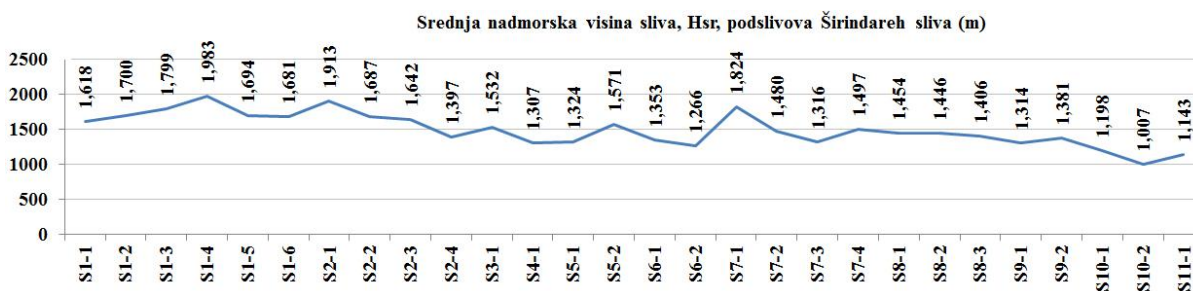


Grafikon 45. Prirodna dužina glavnog vodotoka, Lv, Širindareh sliva, Iran (km)

Prema WIntErO proračunima, srednja površina sliva podslivova Širindareh sliva iznosi 35.9 km<sup>2</sup>. Po površini područja podslivova, kao najveći, izdvajaju se slivovi S2-3 (61.0 km<sup>2</sup>), S5-2 (60.3 km<sup>2</sup>), S1-4 (59.1 km<sup>2</sup>), S8-3 (59.1 km<sup>2</sup>), S1-5 (57.3 km<sup>2</sup>) i S1-2 (56.1 km<sup>2</sup>). Sliv S2-3 je sa najvećom prirodnom dužinom glavnog vodotoka, Lv, od 20.5 km, dok srednja vrijednost za Lv podslivova Širindareh sliva iznosi 11.4 km.



Grafikon 46: Najviša kota sliva, Hmax, podslivova Širindareh sliva (m)

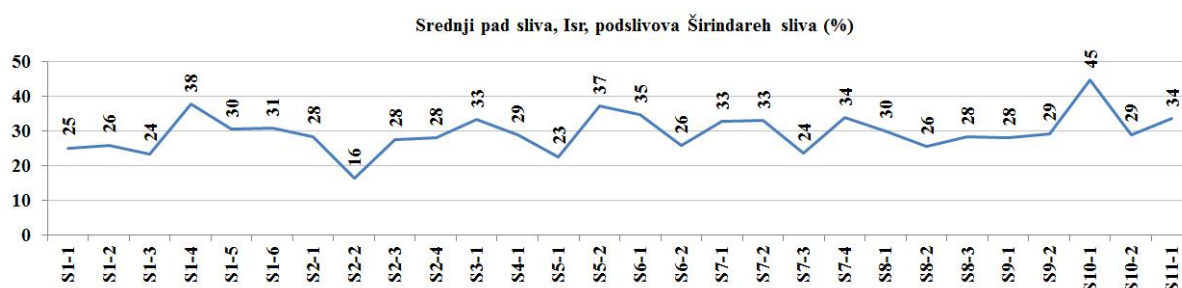


Grafikon 47: Srednja nadmorska visina sliva, Hsr, podslivova Širindareh sliva (m)



Grafikon 48: Srednja visinska razlika sliva, D, podslivova Širindareh sliva (m)

Najviše kote sliva, Hmax, podslivova Širindareh sliva zabilježili smo u gornjem dijelu Širindareh sliva kod slivova S1-4 (2687 m), S1-5 (2484 m), S1-6 (2515 m), S2-1 (2514 m). U srednjem dijelu Širindareh sliva važno je napomenuti da je sliv S7-1 sa najvišom kotom sliva od 2448 m. Ovo prate i srednje nadmorske visine navedenih podslivova: S1-4 (1983 m), S1-5 (1694 m), S1-6 (1681 m), S2-1 (1913 m), kao i S7-1 (1824 m).



Grafikon 49: Srednji pad sliva, Isr, podslivova Širindareh sliva (%)

Srednji pad sliva se kretao u rasponu od 16 do 45%. Koristeći WIntErO model sračunali smo da je kod podslivova Širindareh sliva najveći srednji pad sliva, Isr, kod S1-4 podsliva (45%); najmanji kod podsliva S2-2 (16%). Srednja vrijednost za Isr podslivova Širindareh sliva iznosi 29.6%.

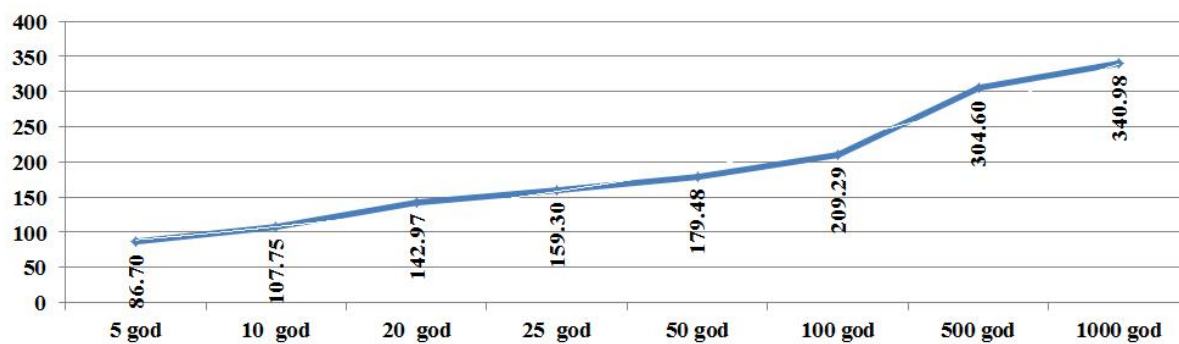
Analizom površina slivova, srednje visinske razlike i oblika pojedinačnih slivova, vodopropusnošću područja, vegetacionog pokrivača, retencije vode u doticaju, energetskog potencijala slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša, uz korišćenje alata WIntErO modela, dobili smo obračun maksimalnog oticaja iz svih podslivova Širindareh sliva.

Proračuni WIntErO modela su pokazali da maksimalni oticaj iz sliva, Qmax, od 209 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> možemo očekivati kod podsliva S1-2 (povratni period od 100 godina). Srednja vrijednost za Qmax podslivova Širindareh sliva iznosi 73 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.



Grafikon 50: Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , podslivova Širindareh sliva ( $m^3 s^{-1}$ )

Detaljnijom analizom za ovaj podsliv proračuni WIntErO modela pokazali su da je očekivano maksimalno oticanje iz sliva S1-2 oko  $87 m^3 s^{-1}$  za povratni period 5 godina,  $341 m^3 s^{-1}$  za povratni period od 1000 godina).



Grafikon 51: Pregled očekivanog maksimalnog oticaja za sliv S1-2

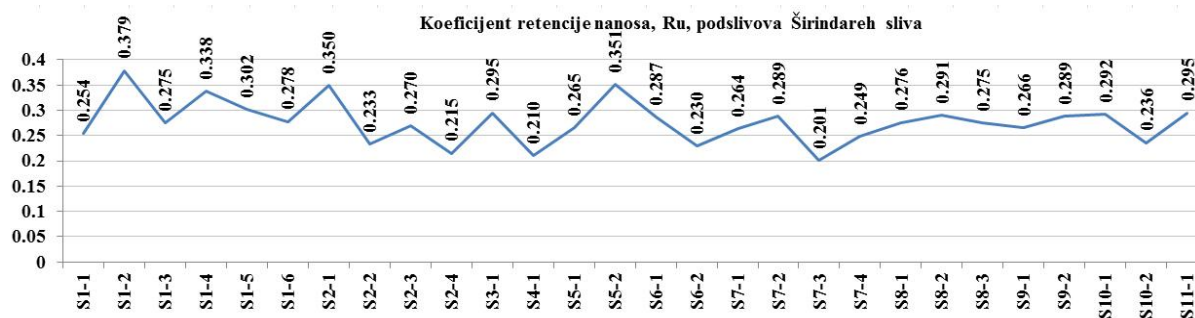
Produkcija erozionog materijala,  $W_{god}$ , podslivova Širindareh sliva predstavljena je na grafikonu 52.



Grafikon 52: Produkcija erozionog materijala,  $W_{god}$ , podslivova Širindareh sliva ( $m^3 god^{-1}$ )

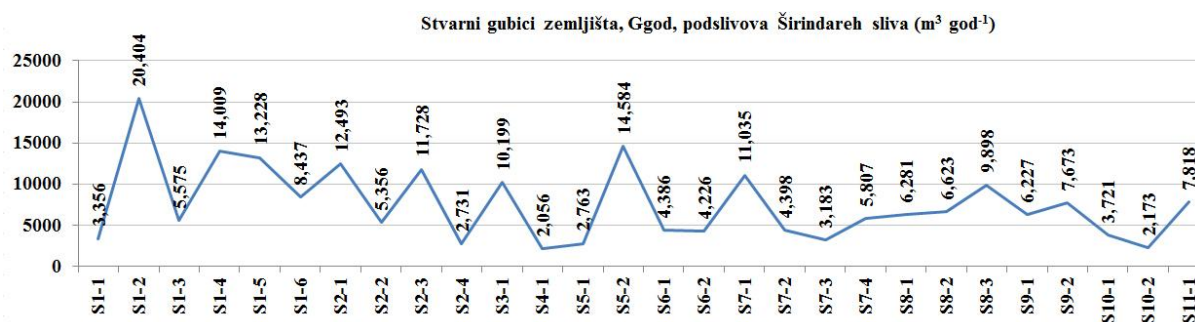
Produkcija erozionog materijala, prema proračunima WIntErO modela, je najveća kod sliva S1-2 ( $53.821 m^3 god^{-1}$ ), a zatim slijede S1-5 ( $43797 m^3 god^{-1}$ ), S2-3 ( $43471 m^3 god^{-1}$ ), S7-1 ( $41805 m^3 god^{-1}$ ), S5-2 ( $41602 m^3 god^{-1}$ ), S1-4 ( $41475 m^3 god^{-1}$ ), S8-3 ( $35983 m^3 god^{-1}$ ), S2-1 ( $35668 m^3 god^{-1}$ ).

Međutim, sav erozioni material proizveden u slivovima (Wgod) ne dopijeva do najniže tačke u slivu, već bude zadržan na nižim pozicijama predmetnih slivova. Da bi smo dobili stvarne gubitke zemljišta u slivu (Ggod) vrijednost proizvedenog erozioni materiala treba umanjiti množeci ovu vrijednost sa koeficijentom retencije erozionih nanosa (Ru). Ovaj koeficijent predstavlja činilac kojim se smanjuju opšte količine prosječno godišnje proizvedenih nanosa. Smanjivanje količine erozionih nanosa od izvorišta ka ušću sliva predstavlja prirodan proces. Koeficijent retencije nanosa, podslivova Ru, predstavljen je na slici xx.



Grafikon 53: Koeficijent retencije nanosa, Ru, podslivova Širindareh sliva

Najveće vrijednosti stvarnih gubitaka zemljišta, Ggod, podslivova Širindareh sliva ( $\text{m}^3 \text{god}^{-1}$ ), prema proračunima WIntErO modela, zabilježene su kod sleđih podslivova: S1-2 ( $20404 \text{ m}^3 \text{god}^{-1}$ ), S5-2 ( $14584 \text{ m}^3 \text{god}^{-1}$ ), S1-5 ( $13228 \text{ m}^3 \text{god}^{-1}$ ), S2-1 ( $12493 \text{ m}^3 \text{god}^{-1}$ ).



Grafikon 54: Stvarni gubici zemljišta, Ggod, podslivova Širindareh sliva ( $\text{m}^3 \text{god}^{-1}$ )



Grafikon 55: Stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup>, Ggod km<sup>-2</sup>, Širindareh slivova (m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>)

Najveće vrijednosti stvarnih gubitaka zemljišta po kilometru kvadratnom, Ggod km<sup>-2</sup>, podslivova Širindareh sliva (m<sup>3</sup>god<sup>-1</sup>km<sup>-2</sup>), prema proračunima WIntErO modela, zabilježene su kod sledećih podslivova: S1-2 (364 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S2-1 (267 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S5-2 (242 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S7-1 (242 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S2-2 (240 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>).

Rezultati pokazuju da je erozija zemljišta prvenstveno kontrolisana topografijom, a prihrana nanosom u slivovima povezana je sa načinom korišćenja zemljišta i biljnim pokrivačem na pozicijama sa većom nadmorskom visinom. Identifikovani regioni visokog prioriteta za očuvanje zemljišta i voda, sa sračunatim najvećim vrijednostima stvarnih gubitaka zemljišta, Ggod, podslivova Širindareh sliva (m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), prema proračunima WIntErO modela su: S1-2 (20404 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S5-2 (14584 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S1-5 (13228 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), S2-1 (12493 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>), odnosno stvarnih gubitaka zemljišta po kilometru kvadratnom: S1-2 (364 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>), S2-1 (267 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>), S5-2 (242 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>), S7-1 (242 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>), S2-2 (240 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>). Prosječna vrijednost stvarnih gubitaka zemljišta po kilometru kvadratnom podslivova Širindareh sliva iznosi 201 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>. Prema ovim analizama ovi slivovi trebaju brzi odgovor uspostavljanjem mjera konzervacija zemljišta.

Koristeći inpute istraživanja Polimlja (Spalević, 2011), a prema novim proračunima WIntErO modela, radi uspostavljanja nove baze podataka, identifikovani su regioni visokog prioriteta za očuvanje zemljišta i voda, sa sračunatim najvećim vrijednostima stvarnih gubitaka zemljišta, Ggod, podslivova Lima (izraženo u m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>). Za slivove Polimlja, svih 57 primarnih pritoka Lima na teritoriji Crne Gore, ponovo je urađen proračun stvarnih gubitaka zemljišta po km<sup>2</sup> (izraženo u m<sup>3</sup>km<sup>-2</sup>god). Prema dobijenim vrijednostima stvarnih gubitaka zemljišta slivovi Polimlja su sortirani u grupe 0-100, 100-200 i 200-300 m<sup>3</sup>km<sup>-2</sup>god.

Ponovni obračun, koriseći sada WIntErO model, dao je sledeće vrijednosti stvarnih gubitaka zemljišta: Velička rijeka, 296 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Zlorečica, 268 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Kaludarska rijeka, 236 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Brzava, 222 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Đuren potok, 220 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Miočki

potok; 218 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Komaračka rijeka 216 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Bijeli potok 211 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god; Bistrica, 208 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup> god.

Grafički prikaz za ove podslivove Lima u ovom radu nije predstavljen kao što je to urađeno za podslivove sa teritorije Irana, jer je detaljna analiza ovog nivoa obrade podataka prikazana kod Spalevića (2011), uz napomenu da je ovaj rad dao doprinos da se proračuni sa nivoa podsliva (Spalević, 2011) iznesu na nivo detaljnih proračuna sliva Lima na potezu od izvora do brane Potpeć, sa validacijom modela rađenjem batimetrije na najbližim kotama sliva. Polazeći od toga da je razumijevanje problematike erzije zemljišta i oticaja u slivu od ključnog značaja za očuvanje zemljišta i vodenih resursa, uticaj načina korišćenja zemljišta na intenzitet erozije u Polimlju i odabranim podslivovima Širindareh sliva sa predlozima varijanti načina korišćenja rađen je na slivovima sa najkritičnijim vrijednostima stvarnih gubitaka zemljišta na studiji slučaja Velička rijeka u Polimlju na teritoriji Crne Gore i kod sledećih podslivova Širindareh sliva: S1-2, S2-1, S5-2, S7-1, S2-2 na teritoriji Irana.

\* \* \*

Smanjivanje ili čak gubitak voda i degradacija zemljišta u rječnim slivovima dovodi do velikog broja problema, kao što su ekstenzivno taloženje sedimenata u riječnim koritima i akumulacijama, smanjenje plodnosti zemljišta i zagađenje životne sredine (Munro *et al.*, 2008). Zbog toga je važno proučiti različite faktore koji utiču na to i raditi na primjeni efikasnih mjera za zaštitu zemljišta i voda na nivou sliva. Erozijska uzrokovana vodom odnosi se na mnoge faktore, uključujući tu procese padavina i varijacije na površini sliva kao što su način korišćenja zemljišta, tipovi zemljišta, oblik terena i njegova topografija (Ni *et al.*, 2008; Ochoa *et al.*, 2016; Saedi *et al.*, 2016). Bujične kiše, tipovi zemljišta, topografija se ne mijenjaju značajno u kratkim vremenskim periodima, što znači da su ljudske aktivnosti, kroz promjene u načinu korišćenju zemljišta, glavni faktor promjena dinamike erozionih procesa u slivovima.

U svojim istraživanjima uticaja promjena načina korišćenju zemljišta i obrazaca pejzaža na eroziju zemljišta u slivovima Zhang i saradnici (Zhang *et al.*, 2017) su isticali da je veoma važno dobro razumjeti odnos između erozije zemljišta i pejzažnih obrazaca, tako da se očuvanje zemljišta i voda u riječnim slivovima može optimizovati. Odnos između erozije zemljišta i načina korišćenja zemljišta, kao i samih pejzaža je važno za upravljanje vodama i gazdovanje zemljištem. Proces erozije zemljišta i smanjenje oticaja iz slivova može se smanjiti jačanjem kontrolne funkcije načina korišćenja zemljišta, poboljšavajući pri tom raznolikost vrste pejzaža, obogaćavajući vrste pejzaža, a pri tom vodeći računa o povećanju

stepena agregacije u pejzažu. Uz ozbiljno planiranje načina korišćenja zemljišta, ove mjere mogu doprinijeti poboljšanju i optimizaciji očuvanja zemljišta i voda u rječnim slivovima.

Istraživanja uticaja načina korišćenja zemljišta na oticaj i intenzitet erozije u Polimlju i podslivovima Širindareh sliva sastojala se od prikupljanja i obrade podataka o načinu korišćenja zemljišta; Prikupljanja i obrade podataka fizičko-geografskih osobina odabranih slivova Velička rijeka i podslivova S1-2, S2-1, S5-2, S7-1 & S2-2 Širindareh sliva; Analize, uz korišćenje modela WIntErO, promjene načina korišćenja zemljišta odabranih slivova sa projekcijama na vremenskim profilima 2018 - 2048 godine.

Kao rezultat navedenih analiza i simulacija, dobijene su takozvane „održivi” predlozi načina korišćenja zemljišta u predmetnim slivovima sa analizama njihovog uticaja na intenzitet erozije, odnosno na stvarne gubitke zemljišta po kvadratnom kilometre.

Pored standardnih metoda istraživanja navedenih u poglavlju Material i metode, za potrebe ovih analiza izvršeno je i anketiranje stanovništva u selu Velika, opština Plav, na sjeveroistoku Crne Gore, a korišćeni su podaci pripremljeni od strane MENARID tima u Iranu za podslivove Širindareh sliva Iran (Velibor Spalević, Morteza Behzadfar 2014, 2018).



*Slika 18. Detalji sa terena tokom anketiranja službi Širindareh sliva (Foto: V. Spalević)*

Cilj anketiranja bio je istraživanje i potvrđivanje ranije dobijenih podataka o načinu korišćenja zemljišta u prošlosti i sadašnjem trenutku dobijenih iz brojnih dokumenata Uprave za nekretnine, Zavoda za statistiku, Uprave za šume, Univerziteta Crne Gore.

Podatke za podslivove Širindareh sliva dobijali smo iz ličnih istraživanja provedenih na terenu i analizom izvještaja MENARID tima u Iranu. Na kraju, posle uvida u trenutno stanje, predložene su mjere načina korišćenja zemljišta koje će uticati na postepeno smanjenje intenziteta erozije zemljišta i oticaj u period od 2018. do 2048. godine.



Slika 19. Detalji sa terena tokom anketiranja stanovništva Širindareh sliva (V. Spalević)

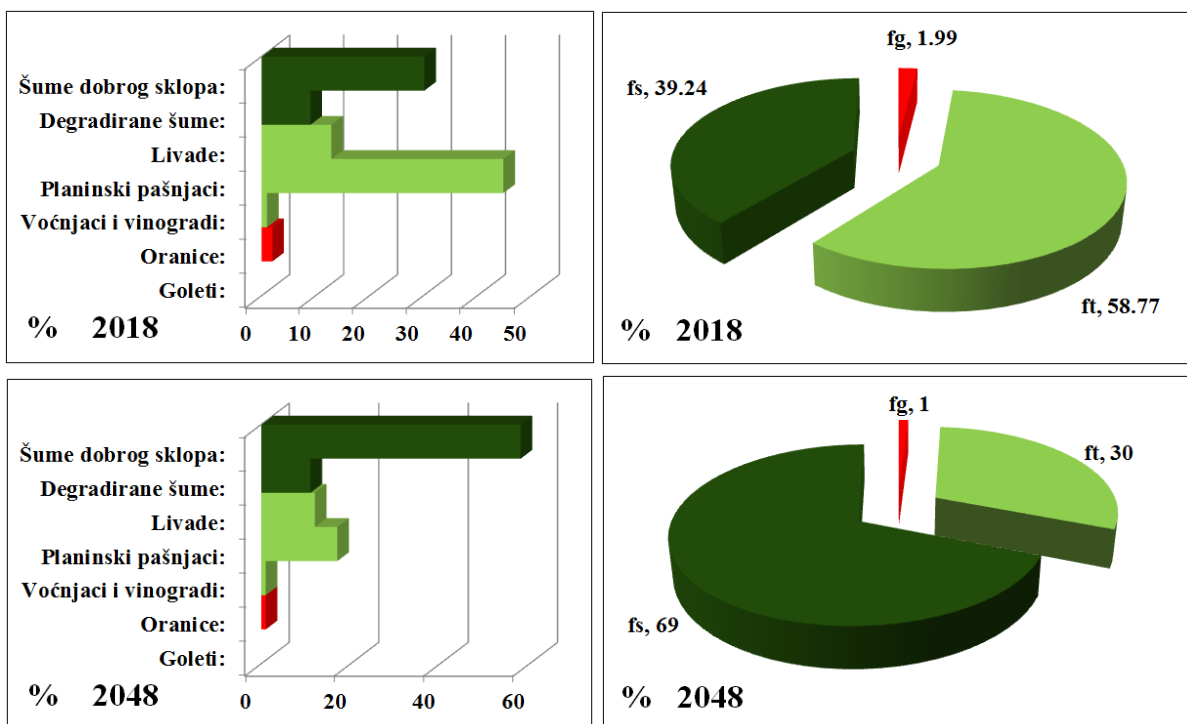
Antropogeni faktor, u sadejstvu sa ostalim prirodnim činiocima, ima direktan uticaj na parametar strukture načina korišćenja zemljišta iz jednačine o oticanju iz slivova (Spalević, 2011). Koeficijenti  $f_s$  (površine pod šumama),  $f_t$  (površine pod travama), i  $f_g$  (površine pod goletima), iz jednačine o maksimalnom oticanju iz slivova, po Gavriloviću, kvantitativno opisuju način korišćenja zemljišta (goleti, oranice, voćnjaci i vinogradi, planinski pašnjaci, livade, degradirane šume, šume dobrog sklopa); onih struktura kojim čovjek direktno upravlja, mijenjajući njihovo procentulano učešće u slivovima (Gavrilović, 1972).

Obradom svih ulaznih podataka na odabranim slivovima: Veličke rijeke iz Polimlja i podslivova Širindareh sliva u Iranu, koji su u prethodnim analizama predstavljani kao kritični, dobijeni su rezultati o oticanju i intenzitetu erozije. Podaci za slivove dalje su analizirani i obrađeni, na bazi čega su urađeni predlozi načina korišćenja – struktura načina korišćenja zemljišta odabranih slivova. Ovim predlozima intenzitet erozije je sveden na prosječne vrijednosti dobijene u prethodnim analizama: oko  $200 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1} \text{ km}^{-2}$  za podslivove Irana; za 50% umanjen za odabrani kritični sliv Veličke rijeke sliva Polimlja sa teritorije Crne Gore. Vrijednosti obračuna predstavljene su na narednim grafikonima *Trentuno stanje (2018) i rojektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta* i *Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta sa obračunom intenziteta erozije i oticajem* (od 56 – 62 grafikona).





Slika 20: Detalj iz sliva Veličke rijeke, prevoj Čakor (Foto: Duško Vujačić)

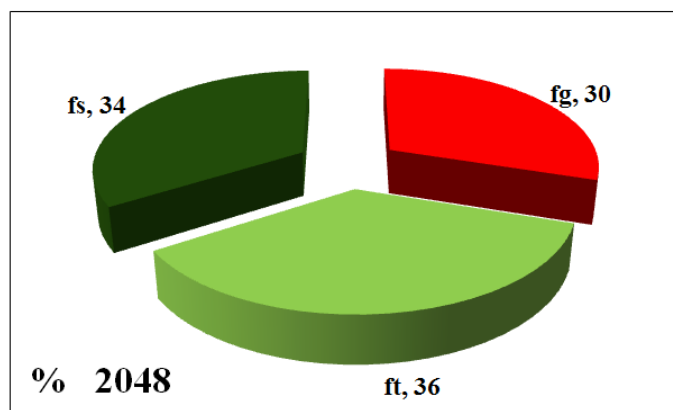
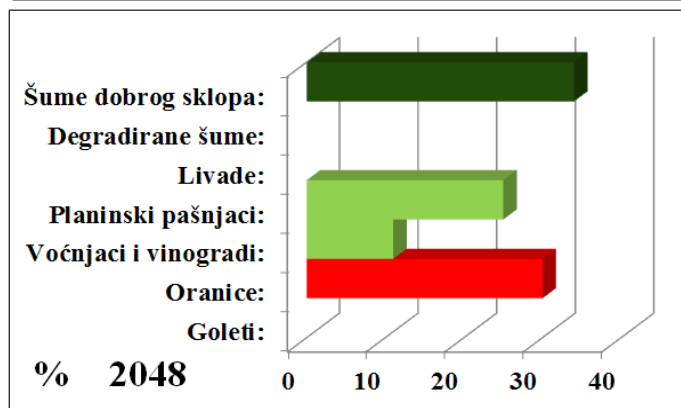
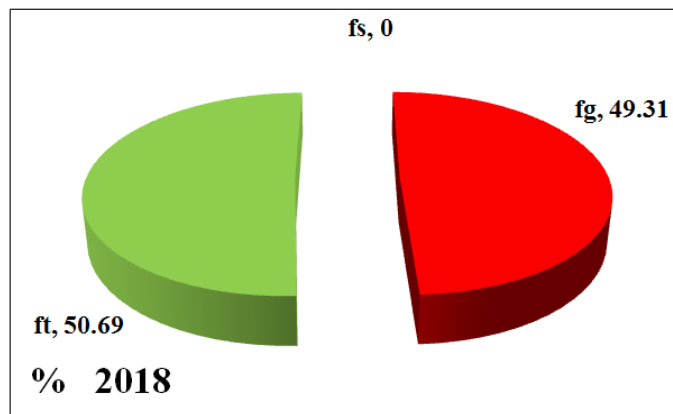
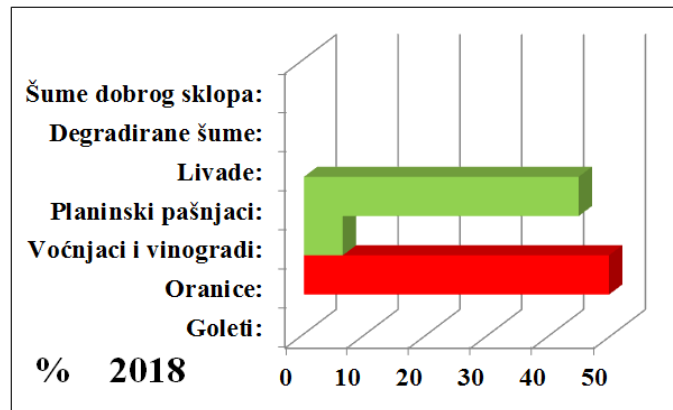


Grafikon 56: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u slivu Velička rijeka, Crna Gora

Tabela 78. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u slivu Velička rijeka, Crna Gora sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 32,26       | 32,26       | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 24,31       | 24,31       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 6,91        | 6,91        | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 5,44        | 5,44        | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 10,18       | 10,18       | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 8,89        | 8,89        | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 19,92       | 19,92       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 12,33       | 12,33       | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 900         | 900         | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 879         | 879         | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2077        | 2077        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0,13        | 0,13        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0,08        | 0,08        |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0,79        | 0,79        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0,39</b> | <b>0,69</b> |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0,59</b> | <b>0,30</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0,02</b> | <b>0,01</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 89,4        | 89,4        | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 8,1         | 8,1         | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 1182,3      | 1182,3      | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1,1         | 1,1         |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0,42        | 0,26        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0,46        | 0,46        |                 |

| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>    | <b>2048</b>    | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 0,69           | 0,69           |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0,34           | 0,34           |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 3,63           | 3,63           | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0,47           | 0,47           |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 0,32           | 0,32           |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1,27           | 1,27           |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1455,83        | 1455,83        | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 576,83         | 576,83         | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 40,81          | 40,81          | %                                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                            | Hleb                 | 1198           | 1198           | m                                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva                   | Er                   | 160,01         | 160,01         |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0,9            | 0,9            |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0,73           | 0,66           |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 1,0947         | 1,0947         | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 604,22         | 604,22         | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>295,01</b>  | <b>269,86</b>  | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 0,95           | 0,95           |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0,505          | 0,317          |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>40971</b>   | <b>20428</b>   | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0,443          | 0,443          |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>18148,7</b> | <b>9049,17</b> | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>562,6</b>   | <b>280,52</b>  | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |

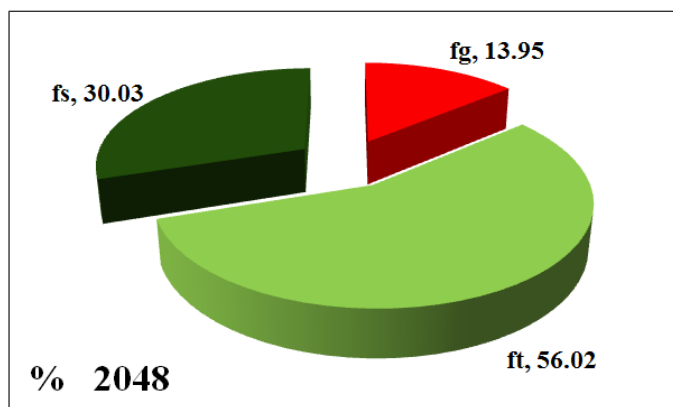
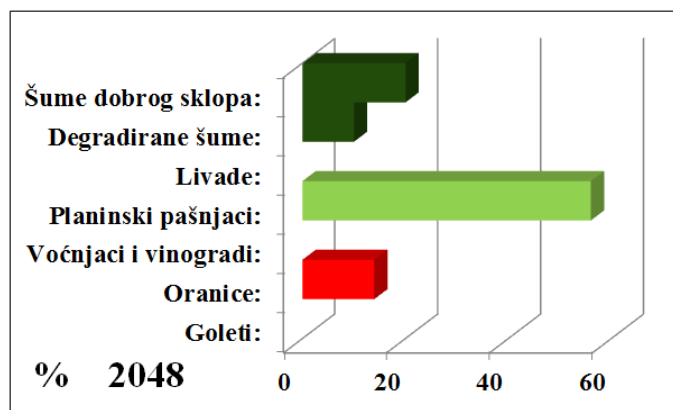
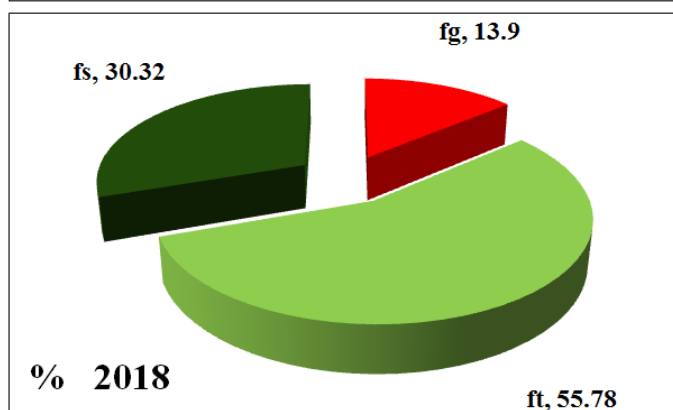
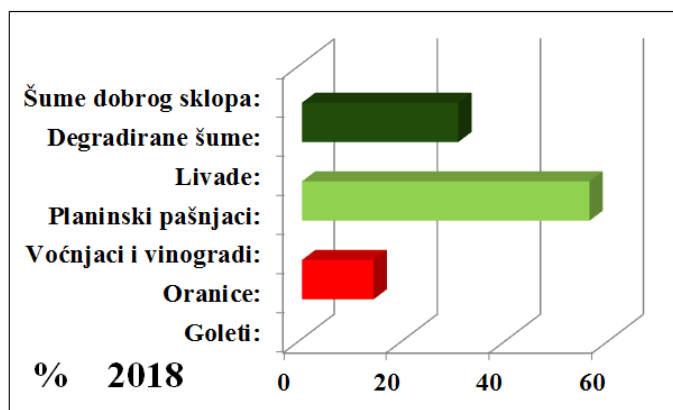


Grafikon 57: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta S1-2 podslivu Širindareh sliva Iran

Tabela 79. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S1-2 podslivu Širindareh sliva Iran sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 56,06       | 56,06       | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 40,28       | 40,28       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 7,54        | 7,54        | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 6,59        | 6,59        | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 128,97      | 128,97      | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 11,81       | 11,81       | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 31,64       | 31,64       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 24,42       | 24,42       | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 1500        | 1500        | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 1426        | 1426        | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2189        | 2189        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0,06        | 0,06        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0,41        | 0,41        |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0,53        | 0,53        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0</b>    | <b>0,34</b> |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0,51</b> | <b>0,36</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0,49</b> | <b>0,30</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 36,16       | 36,16       | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 9,8         | 9,8         | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 335         | 335         | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1,1         | 1,1         |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0,75        | 0,51        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0,59        | 0,59        |                 |

| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>   | <b>2048</b>   | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 1,04          | 1,04          |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0,28          | 0,28          |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 4,75          | 4,75          | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0,26          | 0,26          |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 2,3           | 2,3           |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1,14          | 1,14          |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1700,45       | 1700,45       | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 274,45        | 274,45        | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 26,01         | 26,01         | %                                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                            | Hleb                 | 763           | 763           | m                                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva                   | Er                   | 88,76         | 88,76         |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0,84          | 0,84          |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0,9           | 0,79          |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 0,4838        | 0,4838        | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 549,42        | 549,42        | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>209,29</b> | <b>184,45</b> | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 1,04          | 1,04          |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0,917         | 0,625         |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>53820</b>  | <b>30279</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0,379         | 0,379         |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>20404</b>  | <b>11479</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>363,98</b> | <b>204,78</b> | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |

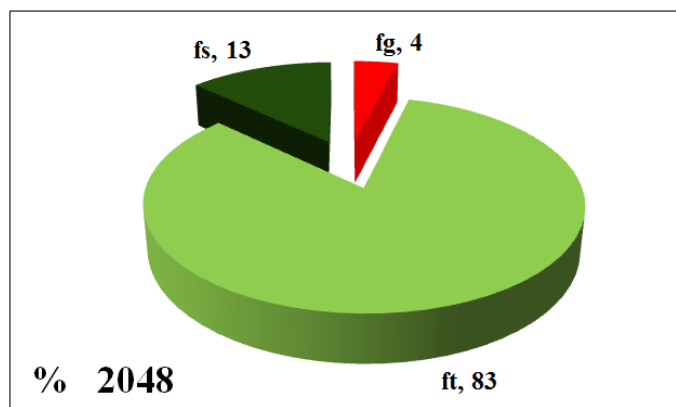
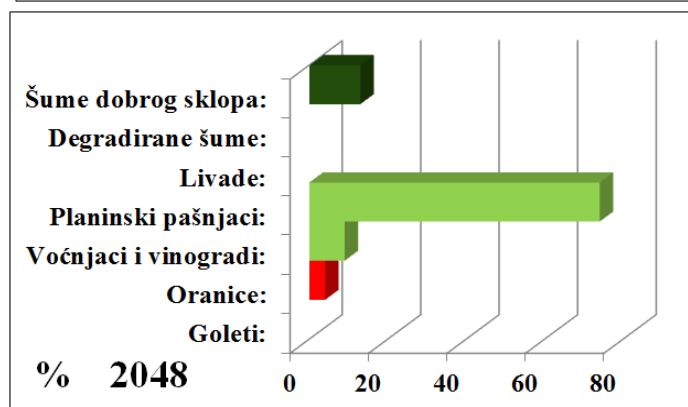
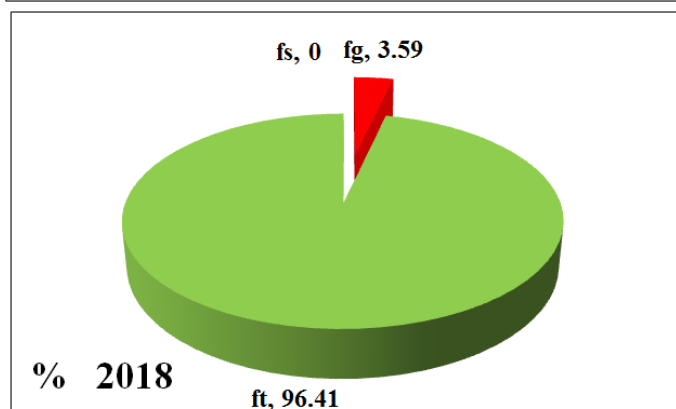
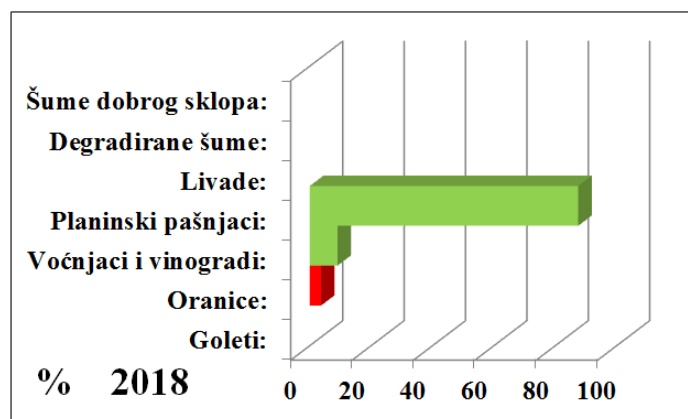


Grafikon 58: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S2-1 podslivu Širindareh sliva Iran

Tabela 80. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S2-1 podslivu Širindareh sliva Iran sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 46,77       | 46,77       | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 36,33       | 36,33       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 12,87       | 12,87       | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 10,59       | 10,59       | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 71,79       | 71,79       | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 12,18       | 12,18       | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 31,84       | 31,84       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 14,94       | 14,94       | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 1500        | 1500        | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 1471        | 1471        | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2514        | 2514        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0,15        | 0,15        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0,48        | 0,48        |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0,37        | 0,37        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0,3</b>  | <b>0,3</b>  |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0,56</b> | <b>0,56</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0,14</b> | <b>0,14</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 37,57       | 37,57       | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 8,7         | 8,7         | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 352         | 352         | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1,1         | 1,1         |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0,64        | 0,53        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0,57        | 0,57        |                 |

| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>   | <b>2048</b>   | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 0,55          | 0,55          |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0,53          | 0,53          |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 3,84          | 3,84          | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0,72          | 0,72          |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 1,53          | 1,53          |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1,22          | 1,22          |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1912,59       | 1912,59       | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 441,59        | 441,59        | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 28,46         | 28,46         | %                                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                            | Hleb                 | 1043          | 1043          | m                                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva                   | Er                   | 126,95        | 126,95        |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0,77          | 0,77          |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0,77          | 0,77          |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 0,4921        | 0,4921        | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 636,56        | 636,56        | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>101,32</b> | <b>101,4</b>  | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 0,98          | 0,98          |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0,789         | 0,653         |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>35667</b>  | <b>26904</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0,35          | 0,35          |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>12493</b>  | <b>9423</b>   | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>267,12</b> | <b>201,49</b> | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |



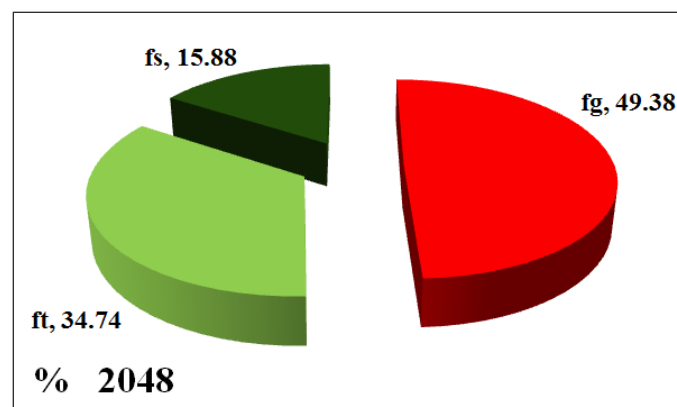
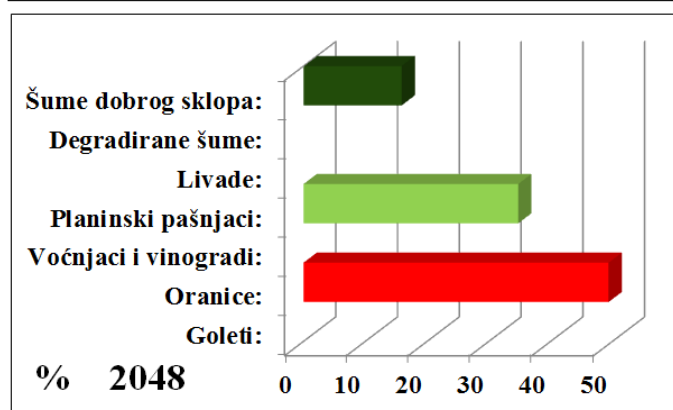
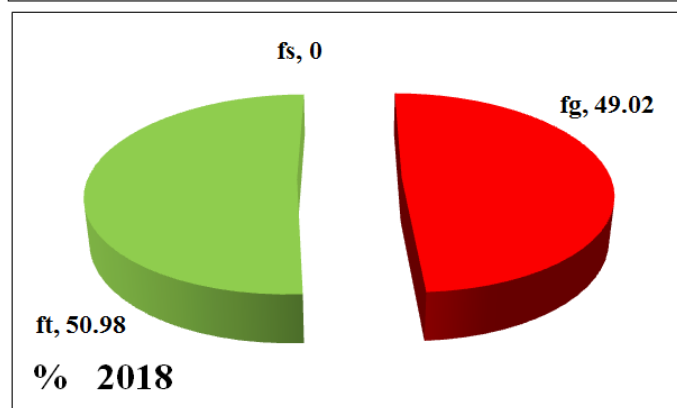
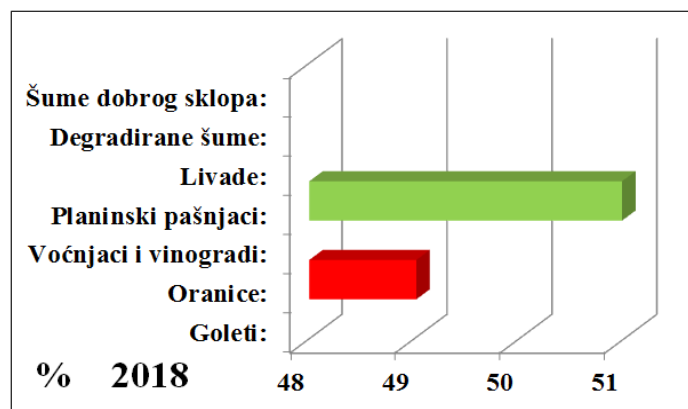
Grafikon 59: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S5-2 podslivu Širindareh sliva Iran

Tabela 81. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S5-2 podslivu podslivovima Širindareh sliva Iran sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 60.33       | 60.33       | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 39.67       | 39.67       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 14.29       | 14.29       | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 12.53       | 12.53       | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 109.19      | 109.19      | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 14.55       | 14.55       | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 41.78       | 41.78       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 18.55       | 18.55       | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 1200        | 1200        | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 1114        | 1114        | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2045        | 2045        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0.09        | 0.09        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0.5         | 0.5         |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0.41        | 0.41        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0</b>    | <b>0.13</b> |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0.96</b> | <b>0.83</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0.04</b> | <b>0.04</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 34.8        | 34.8        | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 11.8        | 11.8        | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 318.6       | 318.6       | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1.1         | 1.1         |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0.62        | 0.55        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0.46        | 0.46        |                 |

| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>   | <b>2048</b>   | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 0.54          | 0.54          |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0.52          | 0.52          |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 4.15          | 4.15          | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0.77          | 0.77          |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 1.81          | 1.81          |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1.14          | 1.14          |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1570          | 1570          | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 456.94        | 456.94        | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 37.31         | 37.31         | %                                   |
| Visina lokalne erozione baze sliva                           | Hleb                 | 931           | 931           | m                                   |
| Koeficijent erozione energije reljefa sliva                  | Er                   | 106.33        | 106.33        |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0.8           | 0.8           |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0.81          | 0.78          |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 0.4559        | 0.4559        | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 735.44        | 735.44        | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>116.62</b> | <b>112.98</b> | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 1.13          | 1.13          |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0.718         | 0.637         |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>41601</b>  | <b>34732</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0.351         | 0.351         |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>14584</b>  | <b>12175</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>241.74</b> | <b>201.82</b> | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |



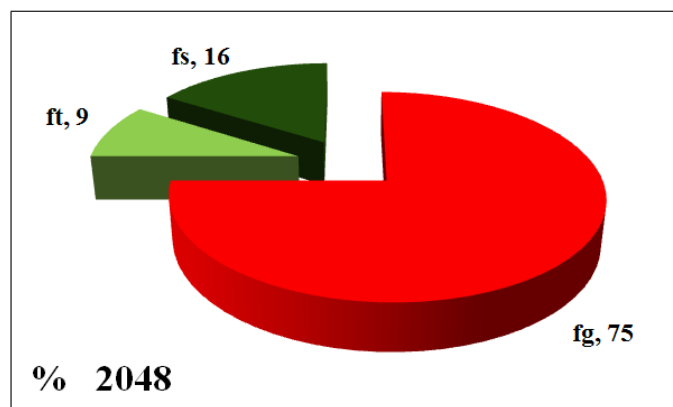
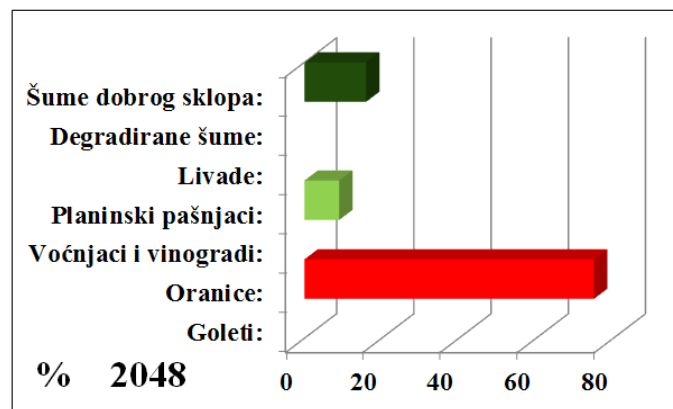
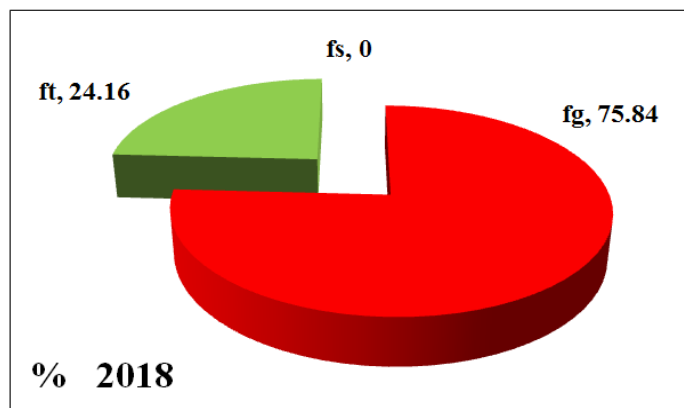
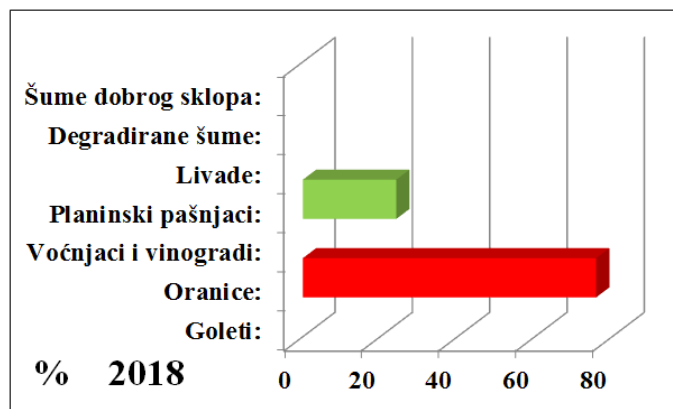


Grafikon 60: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S7-1 podslivu Širindareh sliva Iran

Tabela 82. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S7-1 podslivu podslivovima Širindareh sliva Iran sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 45,59       | 45,59       | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 22,25       | 22,25       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 8,91        | 8,91        | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 6,88        | 6,88        | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 87,64       | 87,64       | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 0,04        | 0,04        | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 23,51       | 23,51       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 22,08       | 22,08       | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 1600        | 1600        | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 1544        | 1544        | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2448        | 2448        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0,14        | 0,14        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0,73        | 0,73        |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0,13        | 0,13        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0</b>    | <b>0,16</b> |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0,51</b> | <b>0,35</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0,49</b> | <b>0,49</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 37          | 37          | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 9,1         | 9,1         | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 345,1       | 345,1       | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1,1         | 1,1         |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0,75        | 0,66        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0,53        | 0,53        |                 |

| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>   | <b>2048</b>   | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 0,49          | 0,49          |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0,37          | 0,37          |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 1139,75       | 1139,75       | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0,06          | 0,06          |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 1,92          | 1,92          |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1,3           | 1,3           |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1823,93       | 1823,93       | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 279,93        | 279,93        | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 32,84         | 32,84         | %                                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                            | Hleb                 | 904           | 904           | m                                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva                   | Er                   | 110,74        | 110,74        |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0,7           | 0,7           |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0,9           | 0,87          |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 0,4917        | 0,4917        | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 500,39        | 500,39        | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>75</b>     | <b>72,41</b>  | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 1             | 1             |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0,891         | 0,788         |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>41805</b>  | <b>34778</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0,264         | 0,264         |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>11034</b>  | <b>9179</b>   | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>242,04</b> | <b>201,36</b> | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |



Grafikon 61: Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S2-2 podslivu Širindareh sliva Iran

Tabela 83. Trentuno stanje (2018) i projektovano stanje (2048) načina korišćenja zemljišta u S2-2 podslivu Širindareh sliva Iran sa obračunom intenziteta erozije i oticajem

| <b>Ulazni podaci:</b>  | <b>Symbol</b> | <b>2018</b> | <b>2048</b> | <b>jedinica</b> |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| Površina sliva   | F             | 22,3        | 22,3        | km <sup>2</sup> |
| Dužina vododjelnice  | O             | 28,29       | 28,29       | km              |
| Prirodna dužina glavnog vodotoka                               | Lv            | 11,28       | 11,28       | km              |
| Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća                    | Lm            | 6,77        | 6,77        | km              |
| Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda        | ΣL            | 23,27       | 23,27       | km              |
| Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija                 | Lb            | 9,96        | 9,96        | km              |
| Površina većeg dijela sliva                                    | Fv            | 14,72       | 14,72       | km <sup>2</sup> |
| Površina manjeg dijela sliva                                   | Fm            | 7,58        | 7,58        | km <sup>2</sup> |
| Nadmorska visina početne izohipse                              | h0            | 1500        | 1500        | m               |
| Ekvidistanca   | Δh            | 100         | 100         | m               |
| Najniža kota u slivu   | Hmin          | 1469        | 1469        | m               |
| Najviša kota sliva   | Hmax          | 2075        | 2075        | m               |
| Površine sastavljene od jako vodopropustljivih tvorevina       | fp            | 0,38        | 0,38        |                 |
| Površine sastavljene od stijena srednje vodopropustljivosti    | fpp           | 0,24        | 0,24        |                 |
| Površine sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti | fo            | 0,38        | 0,38        |                 |
| Dio površine sliva pod šumom                                   | fš            | <b>0</b>    | <b>0,16</b> |                 |
| Površine sliva pod travama, i voćnjacima                       | ft            | <b>0,24</b> | <b>0,09</b> |                 |
| Površine sliva pod goletima, oranicama i bez vegetacije        | fg            | <b>0,76</b> | <b>0,75</b> |                 |
| Visina bujične kiše  | hb            | 36,07       | 36,07       | mm              |
| Povratni period  | Up            | 100         | 100         | godina          |
| Srednja godišnja temperatura vazduha                           | t0            | 9,8         | 9,8         | °C              |
| Srednja godišnja količina padavina                             | Hgod          | 333,9       | 333,9       | mm              |
| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                     | Y             | 1           | 1           |                 |
| Uređenje sliva, koeficijent uređenja sliva                     | Xa            | 0,83        | 0,74        |                 |
| Brojni ekvivalent jasno izraženih procesa erozije zemljišta    | φ             | 0,8         | 0,8         |                 |

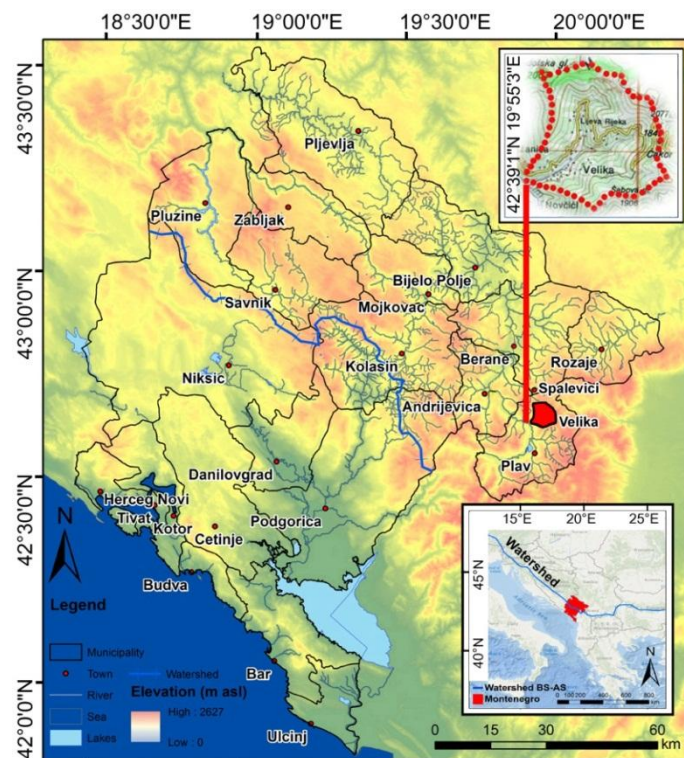
| <b>Rezultati:</b>  | <b>Symbol</b>        | <b>2018</b>   | <b>2048</b>   | <b>jedinica</b>                     |
|--|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Koeficijent oblika sliva                                     | A                    | 0,49          | 0,49          |                                     |
| Koeficijent razvijenosti vododjelnice                        | m                    | 0,67          | 0,67          |                                     |
| Srednja širina sliva   | B                    | 2,24          | 2,24          | km                                  |
| (A)simetričnost sliva  | a                    | 0,64          | 0,64          |                                     |
| Gustina rečne mreže sliva                                    | G                    | 1,04          | 1,04          |                                     |
| Koeficijent vijugavosti toka                                 | K                    | 1,67          | 1,67          |                                     |
| Srednja nadmorska visina sliva                               | Hsr                  | 1686          | 1686          | m                                   |
| Srednja visinska razlika sliva                               | D                    | 217,58        | 217,58        | m                                   |
| Srednji pad sliva  | Isr                  | 16,36         | 16,36         | %                                   |
| Visina lokalne erozije baze sliva                            | Hleb                 | 606           | 606           | m                                   |
| Koeficijent erozije energije reljefa sliva                   | Er                   | 88,77         | 88,77         |                                     |
| Koeficijent vodopropusnosti područja                         | S1                   | 0,7           | 0,7           |                                     |
| Koeficijent vegetacionog pokrivača                           | S2                   | 0,95          | 0,92          |                                     |
| Analitički izraz retencije vode u doticaju                   | W                    | 0,4761        | 0,4761        | m                                   |
| Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša | 2gDF <sup>1/2</sup>  | 308,54        | 308,54        | m km s                              |
| Maksimalno oticanje iz sliva                                 | Qmax                 | <b>47,86</b>  | <b>46,16</b>  | m <sup>3</sup> /s                   |
| Temperaturni koeficijent područja                            | T                    | 1,04          | 1,04          |                                     |
| Koeficijent erozije sliva                                    | Z                    | 0,963         | 0,858         |                                     |
| Produkcija erozionog materijala u slivu                      | Wgod                 | <b>22968</b>  | <b>19305</b>  | m <sup>3</sup> /god                 |
| Koeficijent retencije nanosa                                 | Ru                   | 0,233         | 0,233         |                                     |
| Stvarni gubici zemljišta                                     | Ggod                 | <b>5355</b>   | <b>4501</b>   | m <sup>3</sup> /god                 |
| Stvarni gubici zemljišta po km <sup>2</sup>                  | Ggod/km <sup>2</sup> | <b>240,17</b> | <b>201,86</b> | m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god |

U planinskim oblastima kao što je većina sjevera Crne Gore i jugozapada Srbije, slivovi su često pogođeni prirodnim nepogodama, poplavama, erozijom zemljišta i klizištima (Spalević *et al.*, 2017). Erozijska zemljišta je jedna od najrasprostranjenijih i najopasnijih ekoloških prijetnji koje smanjuju produktivnost poljoprivredne proizvodnje i utiču na kvalitet voda (Poesen and Hooke, 1997; Weltzin *et al.*, 2003; Nearing *et al.*, 2005). Najizrazitiji vidovi erozije vodom za ovakva planinska područja uključuju površinsku, jaružnu i eroziju obala riječnog korita (Toy *et al.*, 2002; Poesen *et al.*, 2003; Khaledi Darvishan *et al.*, 2014, 2015). Negativni efekti na moćnost zemljišta i njegovu plodnost, biljni pokrivač, koeficijent oticanja i rizik od poplava može biti izuzetno značajan, naročito u regionima gdje su zemljište i vodni resursi veoma ranjivi. Borba protiv ovog globalno rasprostranjenog ekološkog problema često nije u fokusima vladinih administracija (Behzadfar *et al.*, 2014).

Jasno razumijevanje i kvantifikacija intenziteta erozije na nivou slivova je od suštinskog značaja za rješavanje mnogih ekoloških problema nastalih uticajem pronosa nanosa transporta sedimenata i njegovog deponovanja van rječnog sliva (Tazioli, 2009).

Prethodnim istraživanjima sliv Veličke rijeke je identifikovan kao jedno od područja ugorženih ovim procesima kome treba pružiti adekvatnu zaštitu.

Velička rijeka je desna pritoka rijeke Lim na severoistoku Crne Gore (32 km<sup>2</sup>). Sliv obuhvata sela Velika, Volujak i Radeviće. Nalazi se 5,3 km sjeverno od Plava; 9 km južno od Šekulara, naselja Spalevići; 15 km jugoistočno od Andrijevice.



Karta 45: Lokacija područja Veličke rijeke (Izvor: Spalević *et al.*, 2017)

Sliv, koga karakterišu veoma strme padine, se proteže od najnižih kota (H min 879 mm) pa sve do vrhova Prijedolske glave (Hmax, 2077 mm) na dužini od 5,2 km. Dužina glavnog vodotoka je 6,9 km. Najkraća razdaljina između izvorišta i ušća je 5,4 km; dužina sliva, mjerena serijom paralelnih linija, Lb, je 8,9 km. Prosječna nadmorska visina sliva je 1455 m nadmorske visine, a prosječna visinska razlika je 576 m.

Proračun modela WIntErO je pokazao da su stvarni gubici zemljišta u slivu Veličke rijeke  $18148 \text{ m}^3 \text{ km}^2 \text{ god}^{-2}$ ; stvarni gubici zemljišta po  $\text{km}^2$ ,  $562 \text{ m}^3 \text{ km}^2 \text{ god}^{-2}$ .

Predlog promjena načina korišćenja zemljišta kod sliva Veličke rijeke kretao se ka tome da gazdovanjem u slivu postignemo strukturnu promjenu tako što bi površine pod travama (2018 - 59%; 2048 – 30%) mjerama konzervacije zemljišta prevodili u površine pod šumama (2018 - 39%; 2048 – 69%). Ova mjera je predložena jer je proračunima utvrđeno da je intenzitet erozije dvostruko veći u ovom slivu u odnosu na prosječne vrijednosti za sliv Polimlja na potezu od izvora Lima u Crnoj Gori pa do brane Potpeć u Srbiji. Proračun je pokazao da bi se ovom mjerom postiglo smanjenje intenziteta erozije za 50%.

Projektovani stvarni gubici zemljišta bi trebalo da budu smanjeni sa  $18148 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$  (2018) na  $9049 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$  (2048).

Smanjenje površina pod travama u korist povećavanja površina pod šumama nebi išlo na uštrb bavljenja stočarstvom lokalnog stanovništva. Intervencije pošumljavanja bi išle na višim kotama u slivu, daleko od naselja, na zemljištima – padinama pod većim nagibom. Nadalje, prostranstva pašnjaka i livada su dovoljna i sa ovim predlogom redukcije za dalji razvoj stočarstva na ovom području. Ovdje smo u analizama uzeli u obzir da lokalno stanovništvo posjeduje i imanja na obroncima Čakora i prema planini Mokri. Velike površine pod pašnjacima koje koriste za sezonsko izdizanje u planinu su više nego dovoljne za potrebe stočarstva kojim se bavi lokalno stanovništvo. Sa druge strane, povećanje površina pod šumama (fs 0.39 – 2018; 0.69 – 2048) smanjilo bi probleme koje može izazvati erozija zemljišta, a bio bi pojačan šumski fond, gdje bi kasnije, pravilnim gazdovanjem šumama, lokalno stanovništvo imalo i značajne ekonomske dobiti kod eksploatacije površina pod novozasnovanim šumama u periodu poslije tri decenije. Prema Dorrestejn i saradnicima (Dorrestejn *et al.*, 2013), promjena korišćenja zemljišta predstavlja glavnu prijetnju globalnom biodiverzitetu. Pozitivna strana ovog predloga je što uzima u obzir da su šumske vrste suočene sa prijetnjom krčenja šuma, a ovdje bi došlo do obrnutog procesa, pošumljavanja ranije iskrčenih površina pod šumama. U svojim israživanjima navode brojne koristi zaštite područja u kojima su šume ugrožene, uspostavljajući dugotrajne stabilne prakse silvo-pastoralnog upravljanja.

Proračuni modela WIntErO su pokazali da je ovakva postavka načina korišćenja zemljišta, pored uticaja na intenzitet erozije pozitivno uticala i na smanjenje maksimalnog oticaja iz sliva. Vrijednost  $Q_{max}$  2018 je sa  $295.01 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , smanjena na  $Q_{max}$  2048 u vrijednosti od  $269.86 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , za povratni period od 100 godina.



Grafikon 62: Vrijednost  $Q_{max}$  2018 i  $Q_{max}$  2048 za Veličku rijeku

Ovaj pristup korisno je predstaviti kao ideju menadžerima koji rade na gazdovanju u slivovima u šumskim upravama i donosiocima odluka u nadležnim ministarstvima, te lokalnoj samoupravi; oni dalje lokalnom stanovništvu, kako bi se što pravilnije postavljali planovi ekonomskog razvoja ovog kraja, a sve sa ciljem postizanja ciljeva ekonomskog razvoja ovog kraja poštujući principe održivog gazdovanja u slivovima.

Promjena načina korišćenja zemljišta predložena je i za S1-2 podsliv Širindareh sliva. Uspostavljanjem strukture načina korišćenja zemljišta sa procentualnim učešćem, došlo je do smanjenja maksimalnog oticaja iz sliva,  $Q_{max}$ , sa  $209.29 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2018) na  $184.45 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2048). Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , smanjena je sa  $53820 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $30279 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , smanjeni su sa  $20404 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $11479 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta po kvadratnom kilometru smanjeni su sa  $363.98 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ , na  $204.78 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ .

Analiza promjene načina korišćenja zemljišta predložena za S2-1 podsliv Širindareh, ukazala je da je došlo do neznatnog smanjenja maksimalnog oticaja iz sliva,  $Q_{max}$ , sa  $101.32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2018) na  $101.4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2048). Produkcija erozionog materijala u slivu,  $W_{god}$ , smanjena je sa  $35667 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $26904 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta,  $G_{god}$ , smanjeni su sa  $12493 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $9423 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta po kvadratnom kilometru smanjeni su sa  $267.12 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ , na  $201.49 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ .

Analiza promjene načina korišćenja zemljišta predložena za S5-2 podsliv Širindareh, ukazala je da je došlo do smanjenja maksimalnog oticaja iz sliva,  $Q_{max}$ , sa  $116.62 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

(2018) na  $112.98 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2048). Produkcija erozionog materijala u slivu, Wgod, smanjena je sa  $41601 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $34732 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta, Ggod, smanjeni su sa  $14584 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $12175 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta po kvadratnom kilometru smanjeni su sa  $241.74 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ , na  $201.82 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ .

Analiza promjene načina korišćenja zemljišta predložena za S7-1 podsliv Širindareh, ukazala je da je došlo do smanjenja maksimalnog oticaja iz sliva, Qmax, sa  $75 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2018) na  $72.41 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2048). Produkcija erozionog materijala u slivu, Wgod, smanjena je sa  $41805 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $34778 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta, Ggod, smanjeni su sa  $11034 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $9179 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta po kvadratnom kilometru smanjeni su sa  $242.04 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ , na  $201.36 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ .

Analiza promjene načina korišćenja zemljišta predložena za S2-2 podsliv Širindareh, ukazala je da je došlo do smanjenja maksimalnog oticaja iz sliva, Qmax, sa  $47.86 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2018) na  $46.16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (2048). Produkcija erozionog materijala u slivu, Wgod, smanjena je sa  $22968 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $19305 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta, Ggod, smanjeni su sa  $5355 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ , na  $4501 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ . Stvarni gubici zemljišta po kvadratnom kilometru smanjeni su sa  $240.17 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ , na  $201.86 \text{ m}^3\text{god}^{-1}\text{km}^{-2}$ .

Prikazani metodološki pristup korišćenjem modela WIntErO je identifikovao potencijalne rizike erozije zemljišta na studiji slučaja Velička rijeka u Polimlju na teritoriji Crne Gore i kod sledećih podslivova Širindareh sliva: S1-2, S2-1, S5-2, S7-1, S2-2 na teritoriji Irana.

Razumijevanje procesa erozije je od posebnog interesa kada nađe primjenu u praksi jer se može koristiti za poboljšanje planiranja brojnih ljudskih aktivnosti u prirodi, poštujući principe održivog gazdovanja zemljištem i vodama.

Na osnovu predstavljenih rezultata, pokazano je da je WIntErO model praktičan alat za analizu uticaja načina korišćenja zemljišta na intenzitet erozije u slivovima te se može implementirati i u drugim regionima sa sličnim ekološkim i socioekonomskim situacijama.



## 12. ZAKLJUČAK

Novi WIntErO model predstavlja računarsko-garfički metod baziran na ranijim generacijama "Slivovi/River basins" (Spalević *et al.*, 2000) i IntErO (Spalević, 2011) i izračunava količine nanosa, intenzitet erozije zemljišta, kao i maksimalno oticanje iz sliva, po Gavriloviću i široko je našao svoju primjenu kod izučavanja ove problematike i na slivovima Polimlja, što je detaljno ranije opisano u ovom poglavlju. Na pomenutim slivovima Spalević sa saradnicima korisio je računarsko-grafčke metode za računanje površina i rastojanja ("Surface and Distance measuring"; Spalević *et al.*, 1999), kao i programe IntErO (Spalević, 2011) i "Slivovi" (Spalević *et al.*, 2000) za obračun oticanja i intenziteta erozije u slivovima: 1) Đurička rijeka, 2) Komaračka rijeka, 3) Bijeli potok, 4) Novšićki potok, 5) Velička rijeka, 6) Dragovo vrelo, 7) Pepićka rijeka, 8) Krivački potok, 9) Murinska rijeka, 10) Šeremetski potok, 11) Zorin potok, 12) Duboki potok, 13) Piševska rijeka, 14) Zim potok, 15) Provala, 16) Zlorečica, 17) Kraštica, 18) Malski potok, 19) Trepčanska rijeka, 20) Šekularska rijeka, 21) Navotinski potok, 22) Vinicka rijeka, 23) Rovački potok, 24) Krivaja, 25) Bistrica, 26) Kaludarska rijeka, 27) Makva, 28) Sušica, 29) Dapsićka rijeka, 30) Crepulja (Lučka rijeka), 31) Mušnjak, 32) Tifran, 33) Seočki potok, 34) Lješnica, 35) Karličića potok, 36) Biorički potok, 37) Tronoša, 38) Radulićka rijeka, 39) Brzava, 40) Rakljanska rijeka, 41) Duboki potok, 42) Ramčina, 43) Đuren potok, 44) Uvezački potok, 45) Ljubovića, 46) Pepića rijeka, 47) Nikolin potok, 48) Rastočki potok, 49) Lješnica, 50) Lipnica, 51) Nedakusi, 52) Boljanska rijeka, 53) Kisjele vode, 54) Sutivanska rijeka, 55) Orahovačka rijeka, 56) Bistrica i 57) Miočki potok.

U radovima dostupnima autorima rezultati dobijeni primjenom Gavrilovićeve metode upoređeni su sa rezultatima dobijenim primjenom metoda PSIAC, MPSIAC i RUSLE. Tangestani (2005) upoređio je rezultate Gavrilovićevog modela s rezultatima PSIAC modela i uočio bolju pouzdanost PSIAC modela pri određivanju područja vrlo jakog potencijala erozije. Vizelnim pregledom terena u kombinaciji sa GPS uređajem potvrđena je dobra procjena za područja srednje i jake erozije dobivena Gavrilovićevom metodom i manja tačnost za područja slabog potencijala erozije. Drugo opređivanje sa PSIAC metodom (Bagherzadeh i Daneshvae, 2011, 2010) pokazala je isti obrazac za predviđene vrijednosti erozionog nanosa za obje metode s koeficijentom korelacije 0.95, što je potvrdilo primjenjivost oba metoda na umjereno sušnim i sušnim slivovima. Ghobadi *et al.*, (2011) uporedili su Gavrilovićevu metodu sa PSIAC-om i MPSIAC-om i zaključili da MPSIAC

metod daje bolje rezultate produkcije erozionog nanosa od Gavrilovićeve metode. Potrebno je napomenuti da su oni koristili pojednostavljenu formulu za procjenu koeficijenta retencije erozivnog nanosa. Petraš *et al.*, (2003) su uporedili rezultate dobijene primjenom RUSLE metode i Gavrilovićeve metode sa mjerenjima na terenu i zaključili da je RUSLE metoda kompatibilnija sa mjerenjima na terenu sprovedenim na testnim poljima Abrami. Gavrilovićeve metoda u poređenju sa nekim drugim metodama ne istražuje fiziku erozionih procesa i kao takva pogodna je za područja na kojima je dostupan manji opseg informacija te na kojima je zabilježen nedostatak prethodnih istraživanja erozije. Kao takva metoda može pružiti uvid ne samo u ukupnu produkciju erozinog nanosa, već i u intenzitet erozije kao preliminarni rezultat i indikator područja potencijalno ugroženih erozijom.

U prethodnom periodu je korišteno nekoliko modifikovanih modela, a različite varijante modela primjenjuju se i danas. Te varijante odnose se na procjenu godišnjih količina transportiranoga vučenog i suspendovanog nanosa riječnom mrežom. Analiza je pokazala bolje rezultate i podudarnost s mjerenjima na terenu pri primjeni modifikovane formule za koeficijent retencije erozionog nanosa. Prilagođeni koeficijent retencije erozionog nanosa primjenjuje gustinu rječne mreže kao odnos između ukupne dužine primarnog vodotoka i svih sekundarnih vodotoka i površine sliva. Ukoliko se koristi jednostavnija (originalna) formula i formula je zamijenjena konstantom, vrijednosti dobijene primjenom modela mogu biti veće od predviđenih vrijednosti za ukupnu godišnju produkciju erozionog nanosa, odnosno godišnju količinu otrgnutih čestica zemljišta. Drgičević *et al.*, (2016) preporučuju primjenu formule za gustinu rječne mreže, što je u ovom radu primijenjeno, a integrisano u WIntErO model, kako bi se izbjegli netačni rezultati koji daju veće vrijednosti za godišnje količine transportovanog erozionog nanosa rječnom mrežom u odnosu na ukupnu godišnju produkciju erozionog nanosa.

Prema proučavanoj literaturi da se zaključiti da su sledeći faktori od najvećeg uticaja na eroziju zemljišta u Crnoj Gori, Srbiji i Iranu, odnosno na područjima Polimlja i Širindareh sliva sa sjeveroistoka Irana:

- Prirodni uslovi;
- Visoka osjetljivost prirodnih resursa;
- Nepravilne i neadekvatne razvojne aktivnosti;
- Promjene načina korišćenja zemljišta i nezakonita eksploatacija resursa;
- Nedostatak adekvatnog marketinga zaštite i očuvanja zemljišta;
- Tehnički faktori.

Uprkos mnogim ozbiljnim pitanjima koja se odnose na eroziju zemljišta u Crnoj Gori, Srbiji i Iranu, sveobuhvatna strategija da se riješi ovaj problem još uvijek nije uspostavljena. Brojne aktivnosti upravljanja u slivovima sporo su implementirane u Iranu i Srbiji; u Crnoj Gori je svedena na pojedinačne aktivnosti nekoliko istraživača sa Odsjeka za geografiju Filozofskog fakulteta Univerziteta Crne Gore, uz podršku istraživača sa Univerziteta u Novom Sadu.

Efikasnost aktivnosti upravljanja u slivovima još uvijek nije naučno, niti precizno ocijenjena. Međutim, timovi crnogorskih, srpskih i iranskih stručnjaka, prema navodima dostupne literature (Sadeghi *et al.*, 2008; Sadeghi and Saeidi, 2009; Sadeghi *et al.*, 2009; UNESCO, 2009; Emadodin *et al.*, 2012; Eskandarie, 2012; Sadeghi and Cerda, 2015; Zakerinejad and Maerker, 2015; Behzadfar *et al.*, 2016, 2015, 2014; Spalević *et al.*, 2016, 2015, 2014, 2011, 1999; Vujačić *et al.*, 2017, 2016) predložu sledeće pristupe kontrole erozije zemljišta u ove tri zemlje:

- Postavljanje pravilnog razumijevanja i konceptualizacije sistema koji vodi do adaptivnog menadžmenta;
- Ograničavanje razvoja nepotrebnih infrastruktura i aktivnosti;
- Kontrola promjene načina korišćenja zemljišta i zaustavljanje nelogičnih i neracionalnih eksploatacija resursa;
- Uspostavljanje stalnog praćenje hidrološkog ponašanja rječnih slivova;
- Uspostavljanje posebnih, specifičnih mjera zaštite od erozije zemljišta za različite svrhe pojedinačnih agroekoloških regija.

Na osnovu iznijetih zapažanja sintetizovanih iz domaće i strane literature zaključujemo da su negativni procesi erozije zemljišta, kod nas i u svijetu, intenzivirani uticajem antropogenog faktora i da su proučavanja oticanja i intenziteta erozije zemljišta u Polimlju (Srbija i Crna Gora) i u slivovima Širindareh (Iran) opravdana.

### 13. LITERATURA

- Alewell, C., Egli, M., Meusburger, K. (2015): An attempt to estimate tolerable soil erosion rates by matching soil formation with denudation in Alpine grasslands. *Journal of Soils and Sediments* 15 (6), 1383–1399.
- Aličić, A.S. (1985): Poimenični popis sandžaka vilajete Hercegovina, Sarajevo.
- Aličić, A.S. (2008): Sumarni popis sandžaka Bosna iz 1468/69. godine, Mostar.
- Amin, M. & Romshoo, S.A. (2018): Comparative assessment of soil erosion modelling approaches in a Himalayan watershed Model. *Earth Syst. Environ.* <https://doi.org/10.1007/s40808-018-0526-x>
- Amini, S., Rafiei, B., Khodabakhsh, S., Heydari, M. (2010): Estimation of erosion and sediment yield of Ekbatan Dam drainage basin with EPM, using GIS. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 2: 173-180.
- Babić Mladenović, M., Obušković Z., I Knežević, Z. (2003): Zasipanje akumulacija u Srbiji – Problemi i pravci resavanja. *Vodoprivreda* 35: 387-393; 0350-0519.
- Barović, G. and Spalević, V. (2015): Calculation of runoff and soil erosion intensity in the Rakljanska Rijeka Watershed, Polimlje, Montenegro. The 6th International Symposium Agrosym 2015, Jahorina, 15-18 October 2015, Bosnia and Herzegovina.
- Barović, G., Leandro Naves Silva, M., Veloso Gomes Batista, P., Vujačić, D., Soares Souza, W., Cesar Avanzi, J., Behzadfar M., Spalević, V. (2015): Estimation of sediment yield using the IntErO model in the S1-5 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. *Agriculture and Forestry* 61(3): 233-243
- Behzadfar, A., Spalević, M., Veloso Gomes Batista, P., Ouallali, A., Markoski, M., Tanaskovik, V., Spalević, V. (2016): Sediment yield calculation at the S10-1 River Basin of the Shirindareh River Basin, Iran. *Tokovi (The Streams)*, 2016 (1-2): 159-170.
- Behzadfar, M. Čurović, M. Simunic, I. Tanaskovik, V. & Spalević, V. (2015): Calculation of soil erosion intensity in the S5-2 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. *International Conference on Soil*, Tirana, Albania; 4-7 May 2015.
- Behzadfar, M. Tazioli, A. Vukelic-Shutoska, M. Simunic, I. & Spalević, V. (2014): Calculation of sediment yield in the S1-1 Watershed, Shirindareh Watershed, Iran. *Agriculture and Forestry*, 60(4), 207-216.
- Behzadfar, M., Čurović, M., Simunic, I., Tanaskovik, V., Spalević, V. (2015a): Calculation of soil erosion intensity in the S5-2 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. *International Conference on Soil*, Tirana, Albania; 4-7 May, 2015.
- Behzadfar, M., Djurović, N., Simunic, I., Filipović, M. and Spalević, V. (2015b): Calculation of soil erosion intensity in the S1-6 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. p.207-213. *International scientific conference: Challenges in Modern Agricultural Production*, December 11, 2014, Skopje, Macedonia. *Book of Proceedings*: 273. Institute of agriculture. ISBN 978-9989-9834-9-8, COBISS.MK-ID 99839242
- Bemporad, G.A., Alterach, J., Amighetti, F.F., Peviani, M., Saccardo, I. (1997): A distributed approach for sediment yield evaluation in Alpine regions. *Journal of Hydrology*, 197 (1-4): 370-392, <http://dx.doi.org/10.5772/47939>
- Bojie, F., Yang, Q., Jun, W. (2002): Effect Simulations of Land Use Change on the Runoff and Erosion for a Gully Catchment of the Loess Plateau, China. *Journal of Geographical Sciences*, 57(6):717–722.

- Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Panagos, P. (2017): An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, 8, 2013.
- Chalise, D., Kumar, L., Spalević, V. (2018): Soil erosion modelling in the mountainous watersheds of Nepal. *Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, Book of Abstracts*: 159.
- Čurović, M., Medarević, M., Spalević, V. (2004): The ratio between the real and theoretically normal number of trees in the mixed type forests of Fir, Beech and Spruce Wood on the mountain of Ljubišnja. *Natura Montenegrina*, Podgorica.
- Čurović, M., Spalević, V., Dožić, S., Dubak, D. (1999): Proposal of Anti Erosion Regulation of Department 17 of Husbandry Unit Rudo Polje-Kovren. *Agriculture and Forestry*, 5-23, Vol. 45: 3-4, Podgorica.
- Cvijić, J. (1899): Glacijacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore.
- Cvijić, J. (1900): L'époque Glaciaire dans la Péninsule des Balkans. *Annales de Géographie* 9, 359–372
- Cvijić, J. (1913): Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama. *Glasnik Srpske kraljevske akademije* knj. 91.
- Cvijić, J. (1917): L'époque Glaciaire dans la Péninsule balkanique. *Annales de Géographie* 26: 189–218
- Cvijić, J. (1921): Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama II. *Glasnik Srpske kraljevske akademije* knj. 93, Beograd.
- Cvijić, J. (1921): Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama. *Glasnik Srpske Kraljevske Akademije*, knj. XCI, Beograd, 1913, knj. XCIII, Beograd.
- De Vente, J., Poesen, J. (2005): Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, 71, 1-2: 95-125, <http://dx.doi.org/10.1002/esp.1305>
- Dong C, Huang M, Zheng S (2002): Benefit of sediment reduction by biological measures in the watershed scale. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. May; 13(5): 635-7.
- Draganić, J., Drobnjak, B., Campar, J., Bulajic, B., Zajović, V., Behzadfar, M. and Spalević, V. (2015a): Calculation of Sediment yield using the IntErO Model in the S1-3 Watershed of the ShirinDareh River Basin, Iran. 9th Congress of the Soil Science Society of Bosnia and Herzegovina. 23rd – 25th of November 2015, Mostar, Bosnia and Herzegovina.
- Draganić, J., Silva, M. L. N., Avanzi, C. J., Kisić, I. and Spalević, V. (2015b): Soil Loss Estimation using the IntErO Model in the S1-2 Watershed of the ShirinDareh River Basin, Iran. 9th Congress of the Soil Science Society of Bosnia and Herzegovina. 23rd – 25th of November 2015, Mostar, Bosnia and Herzegovina.
- Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N (2013): GIS based monitoring database for Dubračina river catchment area as a tool for mitigation and prevention of flash flood and erosion. In: *Proceedings of the thirteenth International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering*, Bratislava, Slovakia: 553-565,.
- Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N. (2016): Pregled primjene Gavrilovićeve metode (metoda potencijala erozije). *Građevinar* 9/2016.
- Dragičević, N., Whyatt, D., Davies, G., Karleuša, B., Ožanić, N. (2014): Erosion model sensitivity to Land cover inputs: case study of the Dubračina catchment, Croatia. In: *Proceedings of the GIS Research UK 22nd Annual Conference GISRUK*, Glasgow: 340 -348, 2014.

- Dragičević, S., Kostadinov, S. (2007): Digital elevation model and satellite images an assessment of soil erosion potential in the Pcinja catchment. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*. Tome LXXXIV – No.2. Beograd.
- Dragičević, S., Novković, I., Carević, I., Zivković, N. (2011): Geohazard assessment in the Eastern Serbia. *Forum Geografic*, 10 (2011) 1: 10-19.
- Đeković, V. (1997): Projektovanje u bujičarstvu, Šumarski fakultet, Beograd.
- Đokić V., Živaljević M., Perović Z. (1973): Štampana Osnovna geološka karta, list Gusinje, 1:100 000; Savezni geološki zavod, Beograd.
- Đokić V., Živaljević M., Perović Z. (1976): Tumač za Osnovnu geološku kartu lista Gusinje, K 34-52; Savezni geološki zavod, Beograd.
- Đorđević M., 21. Đukić, D. (1959): Vode u NR Crnoj Gori. Zbornik radova V kongresa geografa FNRJ, Cetinje.
- Đorović, M. (1975): Gubici zemljišnog materijala i vode dejstvom erozije s raznih tipova zemljišta u SR Srbiji. Beograd.
- Đukić, D., Mandić, L., Zejak, D., Spalević, V. (2003): Dynamics of Microbial Activity of the Highly Present Soil Types of Montenegro. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. VIII, 15 (2003) 27-40, Faculty of Agronomy, Čačak, Serbia and Montenegro.
- Đuretić, G. i sar. (1969): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Peć 3. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivedni institut Podgorica.
- Đuretić, G. i sar. (1969): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Kolašin 4. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivedni institut Podgorica.
- Đuretić, G. i sar. (1969): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Kolašin 2. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivedni institut Podgorica.
- EC (European Commission), 2000 EC (European Commission), Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy 2000/60/EC.
- Efthimiou, N. (2018): The importance of soil data availability on erosion modelling. *Catena* 165 (2018) 551–566.
- Eisazadeh, L., Sokouti, R., Homae, M., Pazira, E.: Comparison of empirical models to estimate soil erosion and sediment yield in micro catchments. *Eurasian Journal of Soil Science*, 1 (2012): 28-33.
- Emadodin, I., Narita, D. & Bork, H.R. (2012) Soil Degradation and Agricultural Sustainability: An Overview from Iran. *Environ. Dev. Sustain.*
- Eskandarie, B. (2012) Country Report on History and Status of Soil Survey in Iran. In: GSP regional workshop, Jordan, Amman 1-5 April 2012, 25.
- Eyshi Rezaei, E., Mohammadian, A., Koohi, M., Bannayan (2011): Comparative Analysis of Drought Indices for Drought Zone Scheme of Northern Khorasan Province of Iran. *Notulae Scientia Biologicae* 3 (3): 62-69.
- Fanetti, D., Vezzoli, L.: Sediment input and evolution of lacustrine deltas: the Breggia and Greggio rivers case study (lake Como, Italy). *Quaternary International*, 173–174 (2007): 113-124, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2007.02.008>
- Feng, Xiaoming, Wang, Yafeng, Chen, Liding, Fu, Bojie, Bai, Gangshuan (2010): Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau. *Geomorphology*, Vol. 118 Issue ¾: 239-248, 10.
- Foster, G.R., & L.J. Lane (1987): User requirements - USDA Water Erosion Prediction Project (WEPP). NSERL Report 1, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, West Lafayette, IN: National Soil Erosion Research Laboratory.
- Fuštić B., Spalević, V., Čurović, M., Ristić, R. (2007): Condition of soil erosion in the river basin of Bistrica river, North of Montenegro; Republic Institute for the Nature Protection and Conservation of Montenegro, EKO BiH – Society for Nature

- Protection and Conservation of Bosnia and Herzegovina. International research symposium —Natural and social values of the Dinaridi ecosystems (In memoriam to professor dr. Radomir Lakušić, 1933 – 2005). Andrijevića.
- Fuštić, B., Spalević, V. (2000): Characteristics of Erosion Processes of the drainage Basin of the Dapsic River. Agriculture and Forestry, Vol.46,1-2, 5-17, Podgorica.
- Fuštić, B. (1974): Prilog proučavanju erozije zemljišta u dolini Tare (okolina Mojkovca). Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- Fuštić, B. i sar. (1987): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Peć 1. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivredni institut Podgorica.
- Fuštić, B. i sar. (1988): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Sjenica 3. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivredni institut Podgorica.
- Fuštić, B. i sar. (1988): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Pljevlja 4. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivredni institut Podgorica.
- Fuštić, B. i sar. (1988): Pedološka karta Republike Crne Gore (1:50,000). List Pljevlja 3. Vojno-geografski institut, Beograd, Poljoprivredni institut Podgorica.
- Fuštić, B., Đuretić, G. (2000): Zemljišta Crne Gore. Univerzitet Crne Gore, Biotehnički institut, Podgorica. Fuštić, B., Spalević, V. (2000): Characteristics of Erosion Processes of the drainage Basin of the Dapsic River. Agriculture and Forestry, 5-17, Vol.46, 1-2, Podgorica.
- Fuštić, B., Spalević, V., Šoškić, S. (2001): Erosion process in the Bistrica river basin. X congress of the Yugoslav soil society. V. Banja, Serbia.
- Gavrilović, S. (1960): Kratki kurs iz zaštite zemljišta od erozije i uređenje bujičnih tokova. Beograd.
- Gavrilović, S. (1961): Proračun srednje godišnje količine nanosa prema potencijalu erozije. Glasnik Šumarskog fakulteta. Beograd.
- Gavrilović, S. (1964): Nauka o eroziji zemljišta i bujičnim tokovima. Knjiga prva. Beograd.
- Gavrilović, S. (1965a): Bujične poplave i klasifikacija tokova. Izdanje dokumentacije za građevinarstvo i arhitekturu, sv 88. Beograd.
- Gavrilović, S. (1965b): Određivanje maksimalnih i godišnjih protoka voda u bujičnim slivovima i erozionim područjima. Izdanje dokumentacije za građevinarstvo i arhitekturu, sv 88. Beograd.
- Gavrilović, S. (1965c): Određivanje režima nanosa bujičnog područja i izrada karata erozije. DGA. Beograd.
- Gavrilović, S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Izgradnja, special issue, pp 1-292.
- Gavrilović, Z., Milojević, M., Jurisic, S. (2013): Rain generators – important equipment in the field of erosion science. In: Proceeding of 1st Serbian Forestry Congress: Future with Forests: 916–929,.
- Gavrilović, Z., Stefanović, M., Brajković, M., Isaković, D. (2001): Identifikacija erozionih područja. Upravljanje vodnim resursima Srbije, 1, pp. 191-208.
- Gavrilović, Z., Stefanović, M., Milovanović, I., Cotric, J., Milojević, M. (2008): Torrent classification - base of rational management of erosive regions. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 4 (1): 1-8.
- Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H. & Mohadjeri, R. (2003) Traditional forest management and its application to encourage public participation for sustainable management of forest resources in northern Zagros (Kurdistan- Iran), In: Abstract Proceedings of The international IUFRO Workshop: The Forest Science/Policy Interface in Europe, Africa and the Middle East, June 23–27, 2003, Copenhagen, Denmark, [www.flec.kvl.dk/scipol/Abstracts.pdf](http://www.flec.kvl.dk/scipol/Abstracts.pdf)

- Globevnik, L., Holjević, D., Petkovsek, G., Rubinic, J. (2003): Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques, erosion prediction in Ungauged Basins: integrating methods and techniques. In: Proceedings of Symposium HS01, Sapporo, 279: 224-233.
- Globevnik, L., Sovinc, A., Fazarinc, R. (1998): Land degradation and environmental changes in the Slovenian submediterranean (The Dragonja River Catchment). *Geoökodynamik* XIX: 281- 291.
- Gobin A., Govers, G., Jones, R., Kirkby, M., Kosmas, C., (2002): Assessment and reporting on soil erosion. Technical Report to the European Environment Agency. European Commission.
- Gobin, A., Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, G., Kosmas, C., Gentile, A.R (2004): Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science & Policy*, Volume 7, Issue 1, February 2004: 25-38.
- Gonzalez Hidalgo JC, Raventos J, Echevarria MT (1997): Comparison of sediment ratio curves for plants with different architectures. *Catena* 29: 333–340.
- Guiçardí, A.C.F., Spalević, V., Sakuno, N.R.R., Tavares, A.S., Chalise, D., Silva, M.L.N., Mincato, R.L. (2018): Water erosion modelling of the Pedra Branca Stream Watershed, Southeast of Brazil. 159
- Gyssels G, Poesen J (2003): The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. *Earth Surf Process Landf* 28:371–384.
- Hannam, I., Boer, B. (2002): Legal and institutional frameworks for sustainable soils: a preliminary report. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, XV + 88.
- Hudson P.F. & Alcantara-Ayala, I. (2006): Ancient and modern perspectives on land degradation, *Catena*, 65, 102-106.
- Hughes, P.D. (2009): Twenty-first century glaciers in the Prokletije mountains, Albania. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 41: 455-459.
- Hughes, P.D., Woodward, J.C., van Calsteren, P.C., Thomas, L.E., Adamson, K.R. (2010): Pleistocene ice caps on the coastal mountains of the Adriatic Sea. *Quaternary Science Reviews* 29: 3690-3708.
- Institut za šumarstvo i drvnu industriju (1973): Study of Intensity of Water Erosion, FG-YU-140. Beograd.
- Jorda-Capdevila, D., Gampe, D., Huber García, V., Ludwig, R., Sabater, S., Vergoñós, L., Acuña, V. (2019): Impact and mitigation of global change on freshwater-related ecosystem services in Southern Europe, *Science of The Total Environment*, 651 (1): 895-908.
- Juying, J., Wanzhong, W. (2001): The Benefits of Runoff and Sediment Reducing & Effective Cover Rate for Soil and Water Conservation of Artificial Grassland on Loess Plateau. *Acta Agrestia Sinica*, 9(3):176–182.
- Kadović, R. (1999): Protiverozioni agroekosistemi – Konzervacija zemljišta, Šumarski fakultet, Beograd.
- Karamata, S., Krstić, B., Dimitrijević, M.D., Dimitrijević, M.N., Knežević, V., Stojanov, R. i Filipović, I. (1997): Terranes between the Moesian plate and Adriatic sea.- *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 37, 429-477.
- Karydas, C.G., Panagos, P., Gitas, I.Z., (2014): A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics. *International Journal of Digital Earth* 7 (3), 229–250.
- Kayimierski, L.D., Irigoyen, M., Re, M., Menendey, A.N., Spalletti, P., Brea, J.D. (2013): Impact of climate change on sediment yield from the upper Plata basin. *International Journal of River Basin Management*, 11 (4): 1-11.



- Khaledi Darvishan, A., Behzadfar, M., Spalević, V., Kalonde, P., Ouallali, A., El Mouatassime, S. (2017): Calculation of Sediment Yield in the S2-1 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. The Book of Abstracts. 7th International Symposium of Ecologists – ISEM7, Sutomore, Montenegro: 174.
- Khalili, A., Rahimi, J. (2018): Climate. In: Roozitalab, M.H., Siadat, H., Farshad, A. (eds) The Soils of Iran, Springer: 19-34.
- Kheyroodin, H. (2016): Modeling Soil Erosion in Iran. *Innovat Intl. J. Med. Pharmac. Sci.*, 1(1): 1 -12.
- Kićović, D. M., & Dragović, R. M. (2000): Natural features and protection of Komovi. *Zaštita prirode*, 52(1), 105-115.
- Knežević, M., Kićović, D., (2004): Prirodne specifičnosti polimskih Prokletija u svetlu aktivne zaštite. *Glasnik srpskog geografskog društva. Sveska LXXXIV – Br.1. Beograd.*
- Konstadinov, S., Zlatic, M., Dragović, N., Todosijević, M.: Unknown soil erosion and the possibility of its control in the watershed of the water reservoir “Prvonek”. In: *Proceedings of the 15th International Congress of ISCO 18-23*, <http://tucson.ars.ag.gov/isco/isco15/GL.html>. Accessed 10 June 2015, 2008.
- Kostadinov, S. (1990): Jedan predlog za proračun pronosa nanosa u bujičnim tokovima, *Glasnik šumarskog fakulteta*, 71-72, Beograd.
- Kostadinov, S. (1999): Bujični tokovi i erozija. *Šumarski fakultet. Beograd.*
- Kostadinov, S., Marković, S. (1996): Soil erosion and effects of erosion control works in the torrential drainage basins of southeast Serbia. *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives (Proceedings of the Exeter Symposium, July 1996)*. IAHS Publ.no. 236, 321.
- Kostadinov, S., Slađana Marković (1996b): Soil erosion and effects of erosion control works in the torrential drainage basins of southeast Serbia. *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives (Proceedings of the Exeter Symposium, July 1996)*. IAHS Publ.no. 236, 321.
- Kothyari, U.C., Tiwari, A.K. & Singh, R. (1997): Estimation of temporal variation of sediment yield from small catchments through the kinematic method, *J. Hydrol.*, 203, 39-57.
- Kouhpeima, A., Hashemi, S.A.A., Feiznia, S. (2011): A study on the efficiency of erosion potential model (EPM) using reservoir sediments. *Elixir Pollution*, 38: 4135–4139.
- Kozlov, V.P. (1949): Eroziya počvy na teritoriji Moldavskoj SSR. *Trudi jubil, sessil, posv. stoletiju so dua roždenija V.V. Dokučajev. Moskva.*
- Lakicević, M., Srdjević, B.: Soil erosion in hilly-mountainous region of south Serbia. In: *Proceedings of COST FO0603: Modelling Forest Ecoszstems concepts, Data and Application, Vienna: 75-78, 2011.*
- Lalević, B., Protić, I. (1903): *Vasojevići u Crnogorskoj i turskoj granici. Državna štamparija Kraljevine Srbije. Beograd.*
- Lana-Renault, N., Regüés, D., Martí- Bono, C., Beguería, S., Latron, J., Nadal, E., Serrano, P. & García -Ruiz, J.M. (2007): Temporal variability in the relationships between precipitation, discharge and suspended sediment concentration in a small Mediterranean mountain catchment, *Nordic Hydrol.*, 38 (2), 139- 150.
- Lazarević, R. (1985): Novi postupak za određivanje koeficijenta erozije (Z). *Erozija – stručno-informativni bilten: 53-61.*
- Lazarević, R. (1996): *Erozija u Crnoj Gori. Eroziya, stručno-informativni bilten, br.23. Beograd.*
- Lazarević, S. (1957): *Uređenje bujica. Sarajevo.*
- Lutovac, M. (1957): *Ivangradska (Beranska) kotlina. Beograd.*

- Marović, M. (2001). Geologija Srbije i Crne Gore. Predavanja studentima Petrologije i Geofizike u rukopisu. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- Marović, M., Toljić, M., Rundić, Lj., Milivojević, J. (2007): Neotropical Tectonics of Serbia. Serbian Geological Society, Belgrade: 1-98.
- Milivojević, M. (2004): Glacijalna geomorfologija Komova. Glasnik Srpskog geografskog društva LXXXIV, 2: 55-60.
- Milivojević, M., Menković, L., Čalić, J. (2008): Pleistocene glacial relief of the central part of Mt. Prokletije (Albanian Alps). Quaternary International 190: 112-122.
- MENARID (2017): Reducing Ecosystem Degradation in Iran. 2p. Sadeghi, S.H.R. (2009). An overview on sediment problems and management in Iran. Sediment Problems and Sediment Management in Asian River Basins, In: Proceedings of the ICCE Workshop, Hyderabad, India, Sep. 2009. IAHS Publ. 349, 2011:14- 20.
- Mereu, S., Sušnik, J., Trabucco, A., Daccache, A., Vamvakieridou-Lyroudia, L., Renoldi, S., Viridis, A., Savić, D., Assimacopoulos, D. (2016): Operational resilience of reservoirs to climate change, agricultural demand, and tourism: A case study from Sardinia. The Science of the total environment. 2016 Feb 1; 543(Pt B):1028-38.
- Milevski, I., Blinkov, I., Trendafilov, A.: Soil erosion processes and modelling in the upper Bregalnica catchment. In: Proceedings of the conference of the Danubial countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management (XXIV). Bled, Slovenia: 1-10, 2008.
- Milovanović, I., Cotric, J., Stefanović, M.: Analysis of the impact of applied antierosion works on reducing siltation in the reservoir "Celije". Forum Geografic S.C.G.P.M: 849-855., 2011.
- Минчев И (2014): Развој на методологија за утврдување заштитни зони околу водна акумулација од аспект на ерозијата и транспортот на нанос. Doktorska disertacija (na makedonskom), Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Шумарски факултет во Скопје: 1-134.
- Mirković M., Živaljević M., Đokić V., Perović Z., Kalezić M., Pajović M. (1985): Štampana Geološka karta SR Crne Gore, 1:200 000; RSIZ za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd.
- Mirković, M., Kalezić, M., Pajević, M. (1968): Tumač za OGK list „Gusinje“ 1:100 000, Fond Zavoda za geološko I straživanje, Podgorica.
- Montanarell, L., Jon Pennock, D., McKenzie, N., Badraoui, M., Chude, V., Baptista, I., Mamo, T., Yemefac, M., Singh Aulakh, M., Yagi, M., Young Hong, S., Vijarnsorn, P., Zhang, G., Arrouays, D., Black H., Krasilnikov, P., Sobocká, J., Alegre, J., Roberto Henriquez, C., de Lourdes Mendonça-Santos, M., Taboada, M., Espinosa-Victoria, D., AlShankiti, A., Kazem AlaviPanah, S., Ahmed El Mustafa Elsheikh, E., Hempel, J., Camps Arbestain, M., Nachtergaele, F., and Vargas, R. (2016): World's soils are under threat. SOIL, 2, 79–82, 2016.
- Morgan, R.P.C. (2005): Soil Erosion & Conservation. Blackwell, Oxford.
- Nikitina S, Reinhold L, Angulo, Jenckins, Lebedev, Mcnef: Assessing the Lifespans of Reservoirs in Region 2 of Puerto Rico May 5, 2011, [http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-050411-154137/unrestricted/Assessing\\_the\\_Lifespans\\_of\\_Reservoirs\\_in\\_Region\\_2\\_of\\_Puerto\\_Rico\\_WPI\\_11.pdf](http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-050411-154137/unrestricted/Assessing_the_Lifespans_of_Reservoirs_in_Region_2_of_Puerto_Rico_WPI_11.pdf)-отворен на 25.09.2014
- Nouri, Sh., Ghaseminejad, E., Majidifard, M.R. (2017): Palynostratigraphy and palynofacies studies of the Sanganeh Formation at the Dahaneh Gholaman section, Central Koppeh-Dagh. Geosciences 104 (26): 103-112.

- Osterkamp, W.R. & S.A.Schumm (1996): Geoindicators for river and river-valley monitoring. In Berger, A.R. & W.J.Iams (eds). Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems: 83-100. Rotterdam.
- Osterkamp, W.R., W.W. Emmett & L.B. Leopold, (1991): The Vigil Network – a means of observing landscape change in drainage basins. *Hydrological Sciences Journal*, 36:331-344.
- Panagos, P., Borrelli, P. (2017): All That Soil Erosion: the Global Task to Conserve Our Soil Resources p. 20-21.
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., Montanarella, L., Alewell, C. (2015): The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*. 54, 438-447.
- Pavićević, N. (1955): Problemi erozije na planinskim pašnjacima. Naučni osnovi borbe protiv erozije. Beograd.
- Pavićević, N. (1956): Erozijska zemljišta u slivu gornjeg Lima. Titograd.
- Pavićević, N. (1957): Osobine aluvijuma u dolini Lima. Naša poljoprivreda. Titograd.
- Pavićević, N. (1958): Smeđa zemljišta u limskoj dolini. Titograd.
- Pavićević, N. (1968): Erozijska zemljišta u Šumadiji. Zbornik radova Instituta za proučavanje zemljišta. Beograd,
- Pavićević, N., Antonović, G. (1976): Proces erozije u slivu Lima. Arhiv za poljoprivredne nauke. Beograd.
- Pavićević, N., Tančić N. (1970): Smeđa šumska zemljišta u slivu Lima i sastav humusa u njemu. Arhiv za poljoprivredne nauke, Nod. XXIII, Sv. 82. Beograd.
- Petković, S., Petković, Sl., Gregorić, E., Spalević, B. (1995): Sediment problems of the Velika Morava River related to water use for irrigation. Beograd.
- Petraš, J., Holjević, D., Patrčević, V. (2008): Mjerenje produkcije erozijskog nanosa na istraživačkom poligonu "Abrami" u Istri. In: Book of Proceeding of Hidrološka mjerenja i obrada podataka, Croatia: 191-206,.
- Petraš, J., Holjević, D., Plišić, I. (2003): Possibilities to Estimate Soil Erosion Intensity and Sediment Transport by GIS Technology Application. In: Proceedings of conference of the 1st International Yellow River Forum on River Basin Management. Zhengzhou, China, 2: 421-431.
- Poesen, J., Hooke, J.M. (1997): Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progress in Physical Geography*, 21, pp. 157-199, <http://dx.doi.org/10.1177/030913339702100201>
- Popović, V., Fuštić, B., Spalević, (2001): Prikaz agropedoloških karakteristika Republike Crne Gore. X kongres Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta. Vrnjacka Banja, Srbija.
- Protić, N. (2000): Forming the georeferenced soil database, the base for the development of management system on teh concept of sustainable development. *Zemljište i biljka*, Vol. 49. No.2: 39-56. Beograd.
- Raisossadat, N., Moussavi-Harami, R. (2000): Lithostratigraphic and facies analyses of the Sarcheshmeh Formation (Lower Cretaceous) in the eastern Kopet Dagh Basin, NE Iran. *Cretaceous Research* 21 (4): 507-516.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P., (1991): RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. *J. Soil Water Conserv.* 46 (1), 30–33.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool & D.C. Yoder (1995): Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agricultural Handbook* 703, Washington DC: U.S. Department of Agriculture.

- Renschler, C., Flanagan, D. (2008): Site-Specific Decision-Making Based on GPS RTK Survey and Six Alternative Elevation Data Sources: Soil Erosion Prediction. *Transactions of the ASABE* 51(2):413-424.
- Ristić, R., Konstadinov, S., Radic, B., Trivan, G., Nikic, Z. (2012): Torrential floods in Serbia – man made and natural hazards. In: *Conference Proceedings of 12th Congress Interpraevent: 771-779*.
- Ristić, R., Radic, B., Nikic, Z., Trivan, G., Vasiljević, N., Dragičević, S., Živković, N., Radosavljević, Z (2011): Erosion control and protection from torrential floods in Serbia-spatial aspets. *Spatium International Review*, 25 pp. 1-6, <http://dx.doi.org/10.2298/SPAT1125001R>
- Ristić, R., Radic, B., Vasiljević, N., Nikic, Z. (2011): Land use change for flood protection- a prospective study for the restoration of the river Jelasnica watershed. *Bulletin of the Faculty of Forestry, Serbia*, 103, pp. 115-130.
- Robert, A.M.M, Letouzey, J., Kavooosi, M.A., Sherhati, S., Mueller, C., Verges, J., Aghababaei, A. (2014): Structural evolution of the Kopeh Dagh fold-and-thrust belt (NE Iran) and interactions with the South Caspian Sea Basin and Amu Darya Basin. *Marine and Petroleum Geology*, Elsevier, 2014, 57, 68-87.
- Roозitalab M.H., Toomanian, N., Ghasemi Dehkordi, V.R., Khormali, F. (2018): Major Soils, Properties, and Classification. In: In: Roозitalab, M.H., Siadat, H., Farshad, A. (eds) *The Soils of Iran*. Springer: 93-148.
- Roозitalab, M.H., Siadat, H., Farshad, A. (eds) (2018): *The Soils of Iran*. Springer, p. 257.
- Sadeghi H.R.S., (2017): Soil erosion in Iran: State of the art, tendency and solutions, *Agriculture and Forestry*, 63 (3): 33-37.
- Sadeghi, S.H.R. & Cerda, A. (2015): Soil erosion in Iran: Issues and solutions. *Geoph. Res. Abs.*, Vol. 17, EGU2015-15840: 1, 2.
- Sadeghi, S.H.R. & Cerda, A. (2015): Soil erosion in Iran: Issues and solutions. *Geoph. Res. Abs.*, Vol. 17, EGU2015- 15840 -1, 2.
- Sadeghi, S.H.R. & Saeidi, P. (2009): Accuracy of decantation technique for estimation of different suspended sediment concentrations, In: *Abstracts Proceedings of International Conference on Land Conservation - Soil erosion in Iran: State of the art, tendency and solutions 37 LANDCON0905*, Serbia, Tara Mountain Park, May 2 6 to 30, 2009: 118 (Full paper published in CD, 4p).
- Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., Miyata, S., Gomi, T., Kosugi, K., Fukushima, T., Mizugaki, S. & Onda, Y. (2008): Determinant factors of sediment graphs and rating loops in a reforested watershed, *J. Hydrol.*, 356, 271-282.
- Sadeghi, S.H.R., Saeidi, P., Noor, H. & Raeisi, M.B. (2009): Understanding sediment yield processes in a Hyrcanian Forest Watershed, In: *Abstracts Proceedings of International Conference on Land Conservat ion -LANDCON*, Serbia, Tara Mountain Park, May 26 - 30, 2009: 119.
- Sadri, B., Mohammadzadeh, H., Mahmoudi Gharaei, M.H., Hosseidi, A. (2013): Hydrogeochemical study of water resources in Shirindare Valley Basin (North Khorasan), 8th Iranian Engineering and Environmental Engineering Geology Conference, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad, /[www.civilica.com/Paper-ICEGE08-ICEGE08\\_195.html](http://www.civilica.com/Paper-ICEGE08-ICEGE08_195.html)
- Sazab-e-Shargh Consulting Engineers. (2008): *Integrated watershed management in North Khorasan Province*. 150 .
- Schumm, S.A., M.O. Harvey & C.C. Watson (1984): *Incised channels: morphology, dynamics and control*. Littleton, Colorado: Water Resources Publications.

- Shabaniyan, E. (2009): Active tectonic study in northeast Iran: contribution of the Koppeh Dag and Binalud mountains to the accommodation of the Arabia-Eurasia convergence. PhD Thesis, Faculty of Sciences and Technics, University of Marseille
- Sharafi, M., Moussavi-Harami, r., Mahboubi, A. (2010): Sequence stratigraphy of the Aitamir Formation (Albian-Cenomanian) in Sheikh and Bi-bahreh synclines in the west Kopet-Dagh basin. *Palaeoworld* 21 (3-4).
- Sharifi I, F. & Ghafouri, M. (2007) Assessment of causes and effects of disastrous erosion and sediment flows and mitigation measures in Caspian Sea Watersheds -Iran, In: Proceedings of Expert Meeting on Erosion and Sedimentation in Arid and Semi- Arid Regions, Chaloos, Iran, April 15 -19, 2007:1- 17.
- Sheikh, V.B. (2014): Analysis of Hydroclimatic Trends in the Atrak River Basin, North Khorasan, Iran (1975-2008). *Environmental Resources Research* 2 (1): 1-14
- Sheikh, V.B., Bahremand, A. (2011): Trends in precipitation and stream flow in the semi-arid region of Atrak River Basin, North Khorasan, Iran. *Desert* 16: 49-60
- Sikirić, B., Saljnikov, E., Stajković-Srbinić, O., Jaramaz, D., Čakmak, D., Mrvić, V. (2018): Agrohemijske karakteristike zemljišta na području opštine Prijepolje. *Zemljiste i biljka*, 67 (1): 36-45.
- Singh, R.V. (2003): *Watershed Planning and Management*, Yash Publishing House, India, 625p. UNESCO (2009) *Integrated Water Resources Management Guidelines at River Basin Level, Part 1*, 24p.
- Soltani, E., Soltani A. (2008): Climatic Changes of Khorasan, North-east of Iran, During 1950-2004. *Research Journal of Environmental Sciences* 2: 316-322
- Souza, W., Cesar Avanzi, J., Behzadfar M., Spalević, V. (2015): Estimation of sediment yield using the IntErO model in the S1-5 Watershed of the Shirindareh River Basin, Iran. *Agriculture and Forestry* 61(3): 233-243
- Spalević, V. (1997): Rekultivacija zemljišta primjenom biološko-retencionih radova u slivu Šekularske rijeke. Kongres JDPZ. Novi Sad.
- Spalević, V. (1999): Primjena računarsko-grafičkih metoda u proučavanju oticanja i intenziteta erozije zemljišta u Beranskoj kotlini. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Spalević, V. (2011): Impact of land use on runoff and soil erosion in Polimlje. Doctoral thesis, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, p 1-260.
- Spalević, V. Moteva, M., Tavares, A.S., Guicardi, A.C.F, Sakuno, N.R.R, Batista, P.V.G., (2016d): Assessment of sediment yield in the river basin of the Uvezacki Potok of Montenegro. The Third World Conference of World Association of Soil and Water Conservation: New challenges and strategies of soil and water conservation in the changing world sustainable management of soil and water resources. August 22-26, 2016, Belgrade/ Serbia.
- Spalević, V., Al-Turki, A. M., Barović, G., Silva, M. L. N., Djurović, N., Souza, W.S., Batista, P.V.G, and Čurović, M. (2016a): Modeling of Soil Erosion by IntErO model: The Case Study of the Novsicki Potok Watershed of the Prokletije high mountains of Montenegro. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 18, EGU2016-13864, 2016. EGU General Assembly 2016.
- Spalević, V., Barović, G., Batista, P.V.G., Darvishan, A.K., Behzadfar, M., Tanaskovik, V. (2016): Calculation of sediment yield at the S1-4 catchment of the Shirindareh Watershed of Iran using the Erosion Potential Model. The Third World Conference of World Association of Soil and Water Conservation: New challenges and strategies of soil and water conservation in the changing world sustainable management of soil and water resources. August 22-26, 2016, Belgrade/ Serbia.

- Spalević, V., Barović, G., Fikfak, A., Kosanović, S., Djurović, M., and Popović, S. (2016b): Sediment yield and Land use changes in the Northern Montenegrin Watersheds: Case study of Seocki Potok of the Polimlje Region. *Journal of Environmental Protection and Ecology*: 17 (3): 990–1002.
- Spalević, V., Barović, G., Mitrović, M., Hodzic, R., Mihajlović, G., Frankl, A. (2015e): Assessment of sediment yield using the Erosion Potential Method (EPM) in the Karlicica Watershed of Montenegro. *International Conference on Soil*, Tirana, Albania; 4-7 May, 2015.
- Spalević, V., Barović, G., Vujačić, D., Bozović, P., Kalac, I., Nyssen, J. (2015): Assessment of soil erosion in the Susica River Basin, Berane Valley, Montenegro. *International Conference on Soil*, Tirana, Albania; 4-7 May, 2015.
- Spalević, V., Barović, G., Vujačić, D., Jovanović, M., Behzadfar, M., Simunic, I., Markoski, M., Tanaskovik, V. (2017): Computing the Sediment Delivery using the River Basin Model: A case study of the S5-1 Catchment of the Shirindareh Watershed, Iran. *3rd International Symposium for Agriculture and Food - ISAF 2017*, Ohrid, Macedonia.
- Spalević, V., Barović, G., Vujačić, D., Mijanović, D., Čurović, M., Tanasković, V., and Behzadfar, M. (2016): Calculation of Sediment yield at the S 7-4 catchment of the Shirindareh Watershed of Iran using the River Basins model. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 18, EGU2016-6673, 2016. EGU General Assembly 2016.
- Spalević, V., Behzadfar, A., Tavares, A. S., Moteva, M., Tanaskovik, V. (2016). Soil loss estimation of S7-2 catchment of the Shirindareh watershed, Iran using the river basin model. *AGROFOR International Journal*, Volume 1. Issue No. 1. pp. 113-120. DOI:10.7251/AGRENG1601113S. 7th International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, 06-09 October 2016, Bosnia and Herzegovina, www.agrosym.rs.ba
- Spalević, V., Blinkov, I., Trendafilov, A., Mukaetov, D., Djeković, V., Djurović, N. (2015h): Soil erosion assessment using the EPM method: A case study of the Ramcina River Basin, Montenegro. *International Conference on Soil*, Tirana, Albania; 4-7 May, 2015.
- Spalević, V., Čurović, M. Tanaskovik, V., Oljača, M., Djurović, N. (2013d): The impact of land use on soil erosion and run-off in the Krivaja river basin in Montenegro. *The First International Symposium on Agricultural Engineering*, 4th - 6th October 2013, Belgrade–Zemun, Serbia, VI: 1-14.
- Spalević, V., Čurović, M., Andjelković, A., Djeković, V., Ilic, S. (2015): Calculation of soil erosion intensity in the Nedakusi watershed of the Polimlje Region, Montenegro. 2015; p.200-206. *International scientific conference: Challenges in Modern Agricultural Production*, December 11, 2014, Skopje, Macedonia. *Book of Proceedings*, p. 273. Institute of agriculture.
- Spalević, V., Čurović, M., Barović, G., Florijancic, T., Bosković, I., Kisic, I. (2015f): Assessment of Sediment Yield in the Tronosa River Basin of Montenegro. *The 9th International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH*. October 18-23, 2015, Dubrovnik, Croatia.
- Spalević, V., Čurović, M., Barović, G., Vujačić, D., Djurović, N. (2015k): Soil erosion in the River Basin of Kisjele Vode, Montenegro. *The International conference: Land Quality and Landscape Processes*, Keszthely, Hungary; 06/2015, 12: 1-446.
- Spalević, V., Čurović, M., Barović, G., Vujačić, D., Tunguz, V., Djurović, N. (2015c): Soil erosion in the River Basin of Provala, Montenegro. *Agrosym 2015*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina; 10/2015.
- Spalević, V., Čurović, M., Billi, P., Fazzini, M. Frankl, A., and Nyssen, J. (2014a): Soil erosion in the Zim Potok Watershed, Polimlje River Basin, Montenegro. *The 5th*

- International Symposium "Agrosym 2014", Jahorina, 23-26 October 2014, Bosnia and Herzegovina, p 739-747.
- Spalević, V., Čurović, M., Tanasković, V., Djurović, N., Lenaerts, T. and Nyssen, J. (2015): Application of the IntErO model for the assessment of the soil erosion intensity and runoff of the river basin Dragovo Vrelo, Montenegro (invited speaker). Balkan Agriculture Congress, 8-10 September 2014. Edirne, Turkey. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 1, 2014: 1072-1079. ISSN: 2148-3647.
- Spalević, V., Čurović, M., Tanasković, V., Pivić, R., Djurović, N. (2013b): Estimation of soil erosion intensity and runoff in the river basin of Bijeli Potok, Northeast of Montenegro. In proceeding of the 1st International Congress on Soil Science, XIII Congress of Serbian Soil Science Society "SOIL – WATER – PLANT", October, 2013. Belgrade, Serbia.
- Spalević, V., Čurović, M., Uzen, N., Simunic, I., Vukelic-Shutoska, M. (2013f): Calculation of soil erosion intensity and runoff in the river basin of Ljesnica, Northeast of Montenegro. In proceeding of the 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Spalević, V., Čurović, M., Uzen, N., Simunic, I., Vukelic-Shutoska, M. (2013): Calculation of soil erosion intensity and runoff in the river basin of Ljesnica, Northeast of Montenegro. In proceeding of the 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Spalević, V., Čurović, M., Vujačić, D., Barović, G., Frankl, A., and Nyssen, J. (2015g): Assessment of soil erosion at the Brzava small watershed of Montenegro using the IntErO model. Geophysical Research Abstracts. Vol. 17, EGU2015-15007, 2015. EGU General Assembly 2015.
- Spalević, V., Djurović, N., Mijović, S., Vukelic-Sutoska, M., Čurović, M. (2013a): Soil Erosion Intensity and Runoff on the Djuricka River Basin (North of Montenegro). Malaysian Journal of Soil Science. 17: 49-68
- Spalević, V., Dlabac, A., Jovović, Z., Rakočević, J., Radunović, M., Spalević, B., Fuštić, B. (1999): The "Surface and distance Measuring" Program. Acta Agriculture Serbica, Vol IV, 8, 63-71, Cacak, Serbia.
- Spalević, V., Dlabac, A., Spalević, B., Fuštić, B., Popović, V. (2000): Application of Computer-Graphic Methods in Studying the Discharge and Soil Erosion Intensity - I Programme "Drainage Basins". Agriculture and Forestry, 19-36, Vol. 46, 1-2, Podgorica.
- Spalević, V., Dubak, D., Fuštić, B., Jovović, Z., Ristić, R. (1999): The Estimate of the Maximum Outflow and Soil Erosion Intensity in the Kaludra River Basin. Acta Agriculture Serbica, Vol.IV, 8, p.79-89. ISSN 0354-9542.
- Spalević, V., Frankl, A., Nyssen, J., Čurović, M. and Djurović, N. (2015l): Calculation of soil erosion intensity in the Sutivanska Rijeka Watershed of Montenegro using the IntErO model. 2nd International Symposium for Agriculture and Food - ISAF 2015, Faculty of Agricultural Sciences and Food – Skopje, 7-9 October, 2015, Ohrid, Macedonia.
- Spalević, V., Fuštić, B., Šoškić, S., Ristic, R. (2001): The estimate of maximum outflow and soil erosion in the Vinicka river basin with the application of the computer-graphic methods. X congress of the Yugoslav soil society. Vrnjacka Banja, Serbia.
- Spalević, V., Grbović, K., Gligorević, K., Čurović, M., and Billi, P. (2013e): Calculation of runoff and soil erosion on the Tifran watershed, Polimlje, North-East of Montenegro. Agriculture and Forestry, Vol. 59, Issue 4: p.5-17.
- Spalević, V., Hübl, J., Hasenauer, H. and Čurović, M. (2014c): Calculation of soil erosion intensity in the Bosnjak Watershed, Polimlje River Basin, Montenegro. The 5th

- International Symposium "Agrosym 2014", Jahorina, 23-26 October 2014, Bosnia and Herzegovina, p 730-738.
- Spalević, V., Lakicević, M., Radanović, D., Billi, P., Barović, G., Vujačić, D., Sestras, P., Khaledi Darvishan, A. (2017): Ecological-Economic (Eco-Eco) modelling in the river basins of Mountainous regions: Impact of land cover changes on sediment yield in the Velicka Rijeka in Montenegro. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*: 45(2):602-610.
- Spalević, V., Mahoney, W., Djurović, N., Ūzen, N. and Ćurović, M. (2012): Calculation of soil erosion intensity and maximum outflow from the Rovacki river basin, Montenegro. International conference „Role of research in sustainable development of agriculture and rural areas“, Podgorica, May 23-26, 2012. *Agriculture and Forestry*, Vol. 58. Issue 3: p.7-21, 2012, Podgorica. ISSN 0554-5579 (Printed) ISSN 1800-9492 (Online).
- Spalević, V., Nyssen, J., Ćurović, M., Lenaerts, T., Kerckhof, A., Annys, K. Van Den Branden, J., Frankl, A. (2013): The impact of land use on soil erosion in the river basin Boljanska Rijeka in Montenegro. In proceeding of the 4th International Symposium "Agrosym 2013" (3-6 October, 2013, Jahorina, Bosnia). Key note speakers, p. 54-63.
- Spalević, V., Povilaitis, A., Ćurović M. (2007b): Condition of Soil erosion in the Komarača river basin. International conference. Erosion and torrent control as a factor in sustainable river basin management. p 29. Beograd. Republic of Serbia.
- Spalević, V., Radanović, D., Behzadfar, M, Djeković, V., Andjelković, A., Milosević, N. (2014b): Calculation of the sediment yield of the Trebacka Rijeka, Polimlje, Montenegro. *Agriculture and Forestry*, Vol. 60. Issue 1: 259-272.
- Spalević, V., Seker, G, Fustic, B, Sekularac, Ristic G. (2003): Conditions of Erosion of Soil in the Drainage Basin of the Crepulja - Lucka River: p. 287-292. International conference, "Natural and Socioeconomic effects of Erosion Control in Mountainous Regions", Banja Vrujci, Faculty of Forestry, Belgrade University, World Association of S&W Conservation.
- Spalević, V., Seker, G., Fuštić, B., Šekularac, Gordana, Ristic, R. (2002): Conditions of Erosion of Soil in the Drainage Basin of the Crepulja - Lucka River. International conference, «Natural and Socioeconomic effects of Erosion Control in Mountainous Regions», Belgrade, Vrujci Spa.
- Spalević, V., Šimunić, I., Vukelić-Šutoska, M., Ūzen, N, Ćurović, M.: Prediction of the soil erosion intensity from the River Basin Navotinski, Polimlje (northeast Montenegro). *Agriculture & Forestry*, 59 (2013) 2, pp. 9-20.
- Spalević, V., Simunic, I., Vukelic-Sutoska, M., Uzen, N., Ćurović, M. (2013c): Prediction of the soil erosion intensity from the river basin Navotinski, Polimlje (Northeast Montenegro). *Agriculture and Forestry*, Vol. 59, Issue 2: p.9-20. ISSN 0554-5579.
- Spalević, V., Spalević B, Fuštić, B, Popović, V, Jovović, Z, Ćurović, M. (2000): Characteristics of Erosion Processes and Proposal of measures of Land Reclamation in Upper Part of the Sekularska River drainage basin. *Agriculture and Forestry*, Vol. 46, 3-4, p.15--28, Podgorica.
- Spalević, V., Tazioli, A. Djeković, V., Andjelković, A., and Djurović, N. (2014d): Assessment of soil erosion in the Lipnica Watershed, Polimlje, Montenegro. The 5th International Symposium "Agrosym 2014", Jahorina, 23-26 October 2014, Bosnia and Herzegovina: 723-729.
- Spalević, V., Vujačić, D., Barović, G., Simunic, I., Moteva, M. and Tanaskovik, V. (2015i): Soil erosion evaluation in the Rastocki Potok Watershed of Montenegro using the Erosion Potential Method. 2nd International Symposium for Agriculture and Food -



- ISAF 2015, Faculty of Agricultural Sciences and Food – Skopje, 7-9 October, 2015, Ohrid, Macedonia.
- Stevanović, V. (1995): Biogeografska podela teritorije Jugoslavije.
- Tangestani, M.H. (2005): Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar catchment, Fars Province, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27 (5): 585-597.
- Tazioli, A. (2009): Evaluation of erosion in equipped basins: preliminary results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport. *Environmental Geology*, 56 (5): 825-831,
- Thieken, A.H., Lücke, A., Diekkrüger, B., Richter, O.: Scaling input data by GIS for hydrological modelling. *Hydrological Processes*, 13 (1999) 4, pp. 611-630,
- Thompson DB, Walker LR, Landau FH, Stark LR (2005): The influence of elevation, shrub species, and biological soil crust on fertile islands in the Mojave Desert, USA. *J Arid Environ* 61:609–629.
- Tongjun, J., Puling, L., Shiqing, Y. (2005): Study on Changing Characters of Rainfall and Runoff-Sediment in Process of Eco-Environment Reconstruction in Watershed of Loess Hilly Region. *Journal of Soil and Water Conservation*, 19(2):57–60.
- Tošić, R., Dragicević, S. (2012): Methodology update for determination of the erosion coefficient. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*, 92 (1): 11-26.
- Tošić, R., Dragicević, S., Zlatic, M., Todosijević, M., Kostadinov, S. (2012): The impact of socio-demographic changes on land use and soil erosion (case study: Ukrina River catchment). *Geographical Reviews*, 46 (2012): 69-78.
- Toth, G., Jones, A., Montanarella, L., 2013. The LUCAS topsoil database and derived information on the regional variability of cropland topsoil properties in the European Union. *Environ. Monit. Assess.* 185 (9), 7409–7425.
- Vančetović, T. (1951): *Urečenje bujica. Udžbenik za srednje šumarske škole*. Beograd.
- Vančetović, T. (1954): *Urečenje bujica i zaštita zemljišta od erozije u NR Srbiji*. Beograd.
- Vančetović, T. (1966): *Erozija zemljišta i bujice u SR Srbiji*. Beograd.
- Vančetović, T. (1971): *Radovi na suzbijanju erozije zemljišta i bujica u SR Srbiji izvedeni od 1955. do 1968. godine i postignuti rezultati*. Beograd.
- Vešović, R-J.V (1935): *Pleme Vasojevići. Državna štamparija*. Sarajevo.
- Vranić, M., Filipović, B., Bjelić, A (2017): *Elaborat a o zasipanju nanosom akumulacije HE "Potpeć" 1960 – 2017. Elektroprivreda Srbije, Građevinsko održavanje ogranka „Drinsko –Limske“ HE Bajina Bašta, Limske HE Nova Varoš: 1-13.*
- Vujačić, D., Barović, G., Djeković, V., Andjelković, A., Khaledi Darvishan, A., Gholami, L., Jovanović, M. and Spalević, V. (2017): Calculation of Sediment Yield using the “River Basin” and “Surface and Distance” Models: A Case Study of the Sheremetski Potok Watershed, Montenegro. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 18(3): 1193-1202.
- Vujačić, D., Barović, G., Djeković, V., Andjelković, A., Khaledi Darvishan, A., Gholami, L., Jovanović, M. and Spalević, V. (2017): Calculation of Sediment Yield using the “River Basin” and “Surface and Distance” Models: A Case Study of the Sheremetski Potok Watershed, Montenegro. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 18(3): 1193-1202.
- Vujačić, D., Barović, G., Mijanović, D., Spalević, V., Čurović, M., Tanasković, V., and Djurović, N. (2016): Modeling and analysis of Soil Erosion processes by the River Basins model: The Case Study of the Krivacki Potok Watershed, Montenegro. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU2016-17225, 2016, EGU General Assembly 2016.

- Vujačić, D., Barović, G., Tanaskovikj, V., Kisić, I., Song, X., Silva, M. L. N. and Spalević, V. (2015). Calculation of runoff and sediment yield in the Pisevska Rijeka Watershed, Polimlje, Montenegro. *Agriculture and Forestry*, Vol. 61 Issue 2: 225-234, 2015, Podgorica.
- Vujačić, D., Spalević, V. (2016): Assessment of Runoff and Soil Erosion in the Radulicka Rijeka Watershed, Polimlje, Montenegro. The 6th International Symposium Agrosym 2015, Jahorina, 15-18 October 2015, Bosnia and Herzegovina. *Agriculture and Forestry*, 62 (2): 283-292.
- Wenyang, P., Keli, Z, Shuangcai, L (2002): Studies of the regional classification about returning farmland to forests or grassland on the Loess Plateau. *Journal of Natural Resources*; 17(4):438–443.
- Wischmeier, W.H., Johnson, C.B., Cross, B.W., 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *J. Soil Water Conserv.* 26 (5), 189–193.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning, USDA Agric. HB No. 537. Washington DC.
- Wolman, W.G. & H.C. Riggs (1990): Surface water hydrology. *The Geology of North America* vol. 0-1, Boulder, Colorado: Geological Society of America.
- Xiong Y (1996): Preliminary Study on Benefit Indexes of Runoff and Sediment Reduction by Terraced Field, Forest Land and Grass Land. *Soil and Water Conservation in China*. 8:26–31.
- Xu, X., Ju, T., & Zheng, S. (2013). Sediment sources of Yan'gou watershed in the Loess Hilly region China under a certain rainstorm event. *SpringerPlus*, 2(Suppl 1), S2. <http://doi.org/10.1186/2193-1801-2-S1-S2>
- Yavarmanesh, H., Hamid Vaziri, S., Asghar Aryaei, A., Jahani, D., Pourkermani, M. (2017): Microfacies and morphotectonic of the Tirgan formation in Ghorogh syncline (North of Chenaran). *International Journal of Geography and Geology* 6 (4): 79-93
- Yong, X., Sidle, R (2001): Land Use Change and Its Regulation of Yan'gou Watershed in Loess Hilly-gully Region. *Journal of Geographical Sciences*; 56(6):681–710.
- Zakerinejad, R. & Maerker, M. (2015) An Integrated Assessment of Soil Erosion Dynamics with Special Emphasis on Gully Erosion in the Mazayjan Basin, Southwestern Iran. *Nat. Hazards* 79: S25-S50.
- Zhang GH, Liang YM (1996): A summary of impact of vegetation coverage on soil and water conservation benefit (in Chinese). *Res Soil Water Conserv* 3(2):104–110.
- Živaljević M. (1989): Tumač Geološke karte SR Crne Gore, 1:200 000;
- Živaljević M., Mirković M., Ćirić A.(1983): Štampana Osnovna geološka karta, list Bijelo Polje, 1:100 000; Savezni geološki zavod, Beograd.
- Živaljević M., Mirković M., Stijović V. (1984): Tumač za Osnovnu geološku kartu lista Bijelo Polje, K 34-28; Savezni geološki zavod, Beograd.
- Živaljević M., Stijović V., Mirković M. (1982): Tumač za Osnovnu geološku kartu lista Ivangrad, K 34-40; Savezni geološki zavod, Beograd.
- Živaljević M., Vujisić P., Mirković M., Đokić V., Čepić M. (1981): Štampana Osnovna geološka karta, list Ivangrad, 1:100 000; Savezni geološki zavod, Beograd.
- [www.unece.org](http://www.unece.org)
- [www.tehrantimes.com/news](http://www.tehrantimes.com/news); [www.financialtribune.com/articles/environment](http://www.financialtribune.com/articles/environment)
- [www.daminfo.wrm.ir/tabularview-fa.html](http://www.daminfo.wrm.ir/tabularview-fa.html)

## BIOGRAFIJA



**Duško Vujačić, MSc** je saradnik u nastavi na Filozofskom fakultetu u Nikšiću i student doktorskih studija na Departmanu za geografiju, turizam i hotelijerstvo u Novom Sadu.

Diplomirao jula 2012. godine na odsjeku za geografiju – Filozofskog fakulteta u Nikšiću. Postdiplomske master studije završio je na Geografskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, akademske 2013/2014. godine na temu Reljef i klima kao faktori ekstremnih poplava na Donjoj Zeti. Od 2012 do 2016 radio je u Zavodu za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore, kao

Samostalni savjetnik III u sektoru za Okeanografiju i mareografiju. Od školske 2014/15 radio je kao honorarni saradnik, a od školske 2016/17 zaposlen je kao redovni saradnik u nastavi.

Trenutno izvodi vježbe iz sljedećih nastavnih disciplina: Opšta kartografija, Astronomska geografija, Matematička geografija, Tematska kartografija, Fizička geografija Crne Gore, Hidrologija kopna, Okeanografija, Biogeografija, Geografija zemljišta, Pejzaži u geografiji, Identitet Crne Gore – istorijske i kulturološke osobnosti i Geografija na Studijskom programu za obrazovanje učitelja.

Učestvovao je u izradi više stručnih i naučnih radova, kao autor i koautor, kako u domaćim tako i u međunarodno priznatim časopisima na SCI listi. Oblasti daljeg istraživanja : Klimatologija, Hidrologija, Geomorfologija, Kartografija, Pedologija i Geoekologija. Obavlja funkciju sekretara studijskog programa za Geografiju, i sekretar je Instituta za geografiju, kao i Crnogorskog geografskog društva.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU**  
**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I HOTELIJERSTVO**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:  
**RBR**

Identifikacioni broj:  
IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija  
TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal  
TZ

Vrsta rada: Doktorska disertacija  
VR

Ime i prezime autora: Duško Vujačić  
AU

Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): Dr Mladen Jovanović, vanredni profesor  
Dr Velibor Spalević, docent  
MN

Naslov rada: Proračun intenziteta erozije zemljišta u Polimlju (Crna  
Gora i Srbija) i Širindareh slivu (Iran) korišćenjem  
WIntErO modela  
NR

Jezik publikacije: Srpski / latinica  
JP

Jezik izvoda: Srpski / engleski  
JI

Zemlja publikovanja: Republika Srbija  
ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina  
UGP

Godina: 2018.  
GO

Izdavač: Autorski reprint  
IZ

Mesto i adresa: Prirodno-matematički, Trg Dositeja Obradovića 3,  
21000 Novi Sad  
MA

Fizički opis rada: Poglavlja / Strana / Karata / Tabela / Slika /  
FO Grafikona  
(13 poglavlja, 284 strane, 20 slika, 45 karata, 83  
tabele, 62 grafikona)

Naučna oblast: Fizička geografija  
NO

Naučna disciplina: Geomorfologija  
ND

Predmetna odrednica, ključne reči:  
PO

erozija zemljišta, kompjuterski model, WIntEro Lim, Širindareh, Crna Gora, Srbija, Iran

UDK

Čuva se:  
ČU

U Biblioteci Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Prirodno- matematičkog fakulteta u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 3, 21 000 Novi Sad

Važna napomena:  
VN

Izvod:  
IZ

Predmet ovog rada predstavlja geografski prostor sliva Lima od Plavskog jezera do brane HE "Potpeć", kao jedne prostorno-funkcionalne cjeline, koji se prostire na teritorijama država Crne Gore (2334 km<sup>2</sup>), Srbije (2407,7 km<sup>2</sup>) i Albanije (115,5 km<sup>2</sup>) i Širindareh sliv na NE Irana.

Korišćenjem računarsko-grafičkog metoda programa "WintErO", u proučavanju oticanja i intenziteta erozije, vrijednosti površina (površina slivova, površina između izohipsi i sl.) i dužina, tj. rastojanja sa karte (dužina glavnog vodotoka, dužina linije vododjelnice i sl.) veoma precizno je obrađena, što nije uvijek bio slučaj kod primjene mehaničkih instrumenata, planimetara i kurvimetra. Obradom dobijenih fizičko-geografskih inputa, nakon unosa podataka, dobijeni su rezultati. Detaljan prikaz ove računarsko grafičke metode predstavljen je u rezultatima ove doktorske disertacije.

Dio istraživanja ovog dokorskog rada obavljen je na području sjeveroistoka Irana, u slivu Širindareh. Oko 100 miliona hektara iranske teritorije je izloženo eroziji ili drugim hemijskih i fizičkih degradacija. Erozijski vodom ugoržava velike površine u Iranu, uništavajući pri tom plodna poljoprivredna zemljišta. Skoro 35 miliona hektara Irana je pod uticajem različitih vrsta erozije vodom. Ova činjenica je bila povod i izazov da se i ova istraživanja dijelom osvrnu na ovu problematiku u Iranu, testirajući pri tom novopripremljeni model WIntErO na jednom od slivova u Iranu.

Datum prihvatanja teme od strane Senata:  
DP

10.05.2015.

Datum odbrane:  
DO

Članovi komisije:  
(ime i prezime / titula / zvanje / naziv  
organizacije / status)  
KO

1. Predsednik: prof. dr Slobodan Marković, redovni profesor i dopisni član SANU, PMF, Novi Sad
2. Mentor: prof. dr Mladen Jovanović, vanredni profesor, PMF, Novi Sad
3. Mentor: drr Velibor Spalević, docent, FF, Univerzitet Crne Gore, Nikšić
4. Član: dr Tin Lukić, docent, PMF, Novi Sad
5. Član; dr Goran Barović, vanredni profesor, FF, Univerzitet Crne Gore, Nikšić

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF SCIENCES  
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number:  
ANO

Identification number:  
INO

Document type: Monograph documentation  
DT

Type of record: Textual printed material  
TR

Contents code: PhD thesis  
CC

Author: Duško Vujačić  
AU

Mentor: Mladen Jovanović, PhD, associate professor  
Velibor Spalević, PhD, assistant professor  
MN

Title: Calculation of soil erosion intensity in Polimlje  
(Montenegro and Serbia) and Širindareh basin (Iran)  
using the WIntErO model  
TI

Language of text: Serbian /Latin  
LT

Language of abstract: Serbian / English  
LA

Country of publication: Republic of Serbia  
CP

Locality of publication: Vojvodina  
LP

Publication year: 2018.  
PY

Publisher: Authors reprint  
PU

Publication place: Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 3,  
21000 Novi Sad  
PP

Physical description: 13 Chapters / 284 Pages / 45Maps / 83 Tables / 20  
Pictures / 62 Charts  
PD

Scientific field: Physical Geography  
SF

Scientific discipline: Geomorphology  
SD

Subject, Key words: Soil erosion, computer model, WIntEro, Lim,  
Shirindareh, Montenegro, Serbia, Iran  
SKW

UC

Holding data:  
HD

Library of the Department of geography, Tourism  
and Hotel Management, University of Novi Sad, Trg  
Dositeja Obradovica 3

Note:  
N

Abstract:  
AB

The subject of this paper is the geographical area of the Lim Basin from Plav Lake to the dam "Potpeć", as a spatial-functional unit, spreading in the territories of the countries of Montenegro (2,334 km<sup>2</sup>), Serbia (2407,7 km<sup>2</sup>) and Albania 115.5 km<sup>2</sup>). In mathematical-geographical terms, the research area is between 42 ° 37' and 43 ° 30' north latitude and 17 ° 10' and 17 ° 23' east longitude. The research area is located in the north of Albania, east and north-east of Montenegro, and in the southwest of Serbia. Using the computer-graphic method of the "WintErO" program, in the study of the erosion and intensity of erosion, the surface values (surface of the basins, the area between isohipins, etc.) and length, The distance from the map (the length of the main watercourse, the length of the line of the water line, etc.) is very precisely processed, which was not always the case with the use of mechanical instruments, planimeters and curvimeters. By obtaining the obtained physical-geographic inputs, after entering the data, results were obtained. A detailed view of this computer graphic method is presented in the results of this doctoral dissertation. Part of the research of this doctoral thesis was done in the area of the northeast of Iran, in the Shirindareh basin. About 100 million hectares of Iranian territory are exposed to erosion or other types of chemical and physical degradation (Kheirodin, 2016). Erosion by water entangles large areas in Iran, destroying fertile agricultural land (Sadeghi, 2017). Almost 35 million hectares of Iran are under the influence of various types of water erosion (Zakerinejad and Maerker, 2015). This fact was also a cause and challenge for the research to partly look at this issue in Iran, testing the new WintErO model on one of the basins in Iran.

Accepted on Senate on:  
AS

Defended:  
DE

Thesis Defend Board:  
DB

President: Slobodan Marković, PhD, Corresponding member of the Serbian Academy of Sciences and Arts and full time professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member (supervisor): Mladen Jovanović, PhD, associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member (supervisor): Velibor Spalević, PhD, assistant professor, Faculty of Philosophy, Nikšić

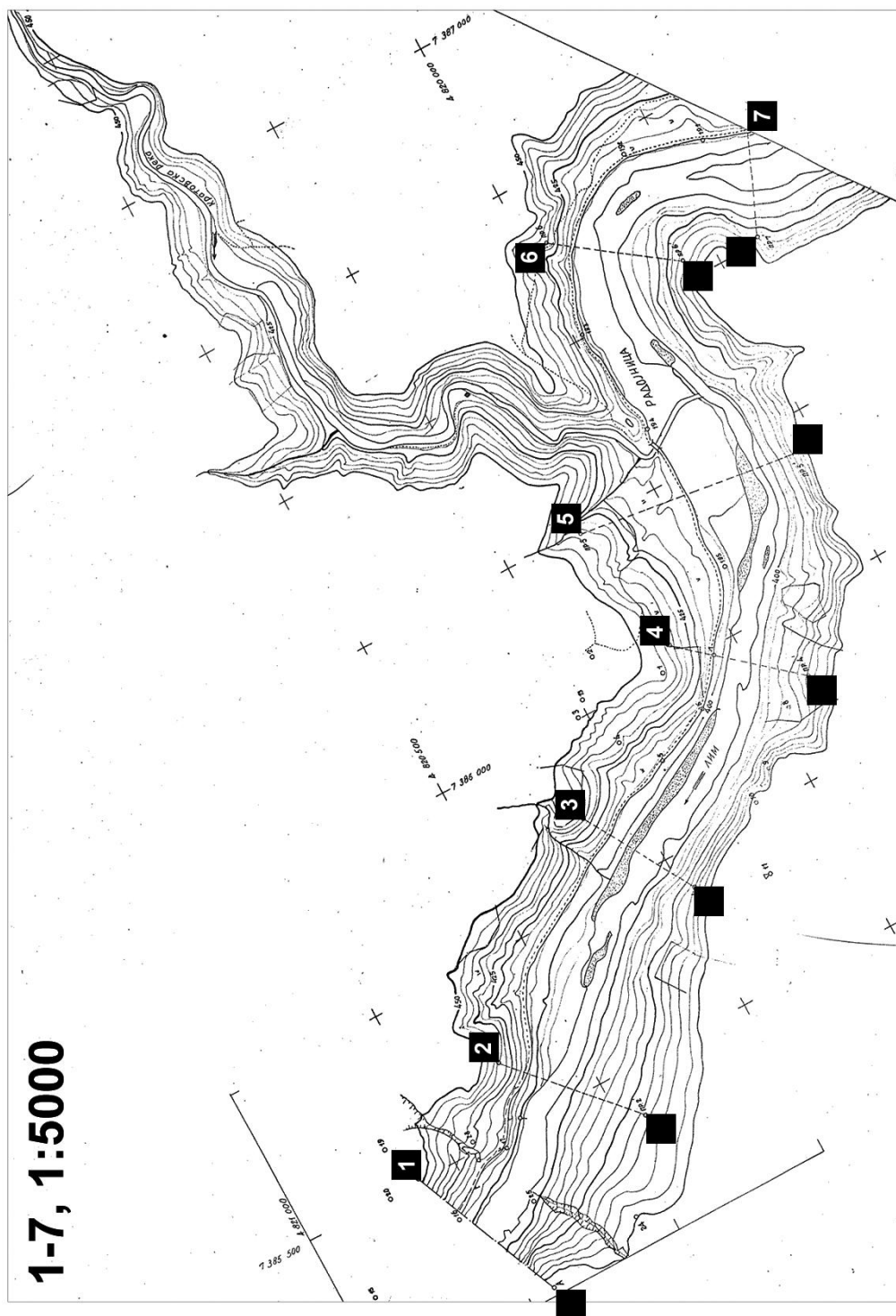
Member: Tin Lukić, PhD, Assistant professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: Goran Barović, PhD, associate professor, Faculty of Philosophy, Nikšić

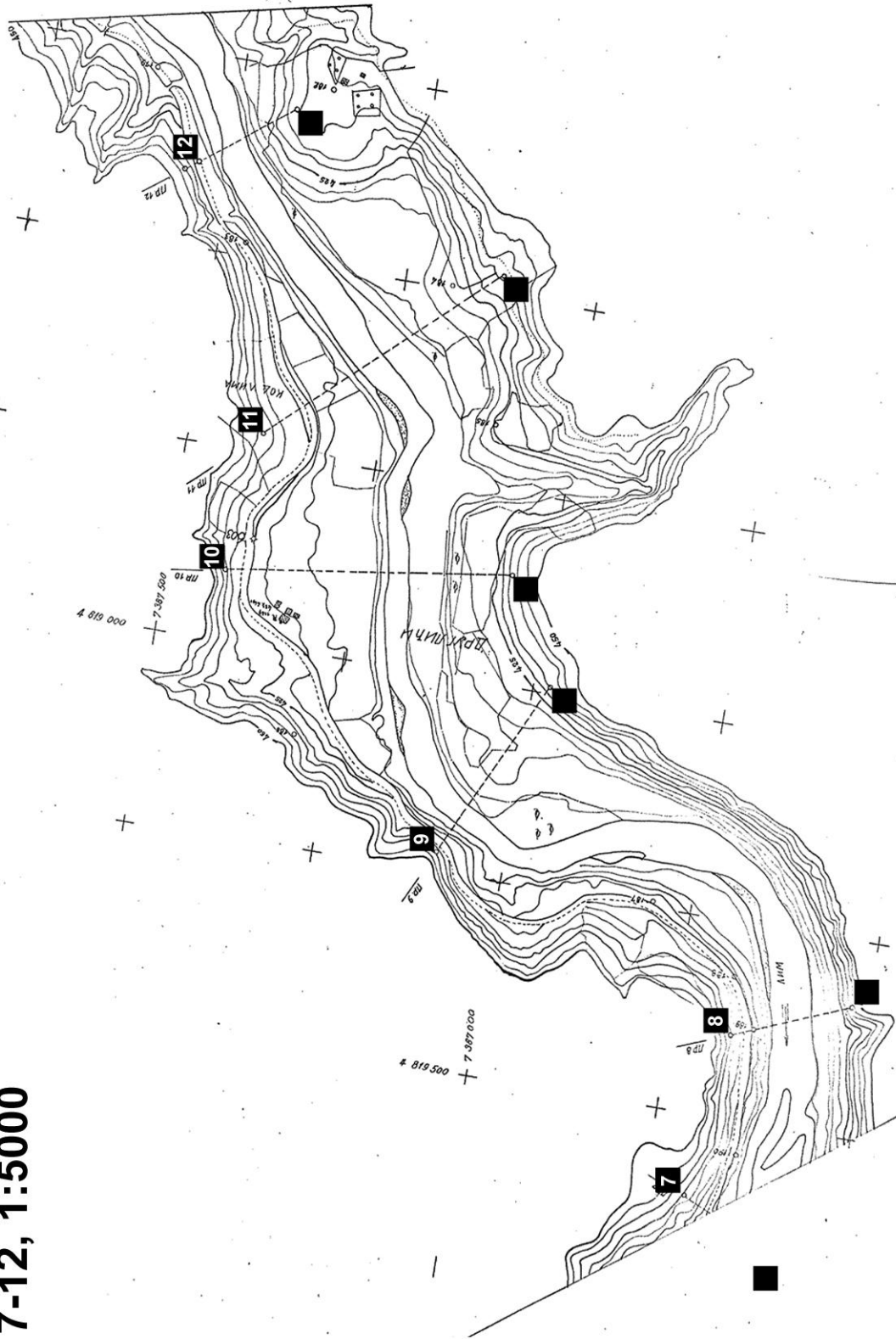


## PRILOZI

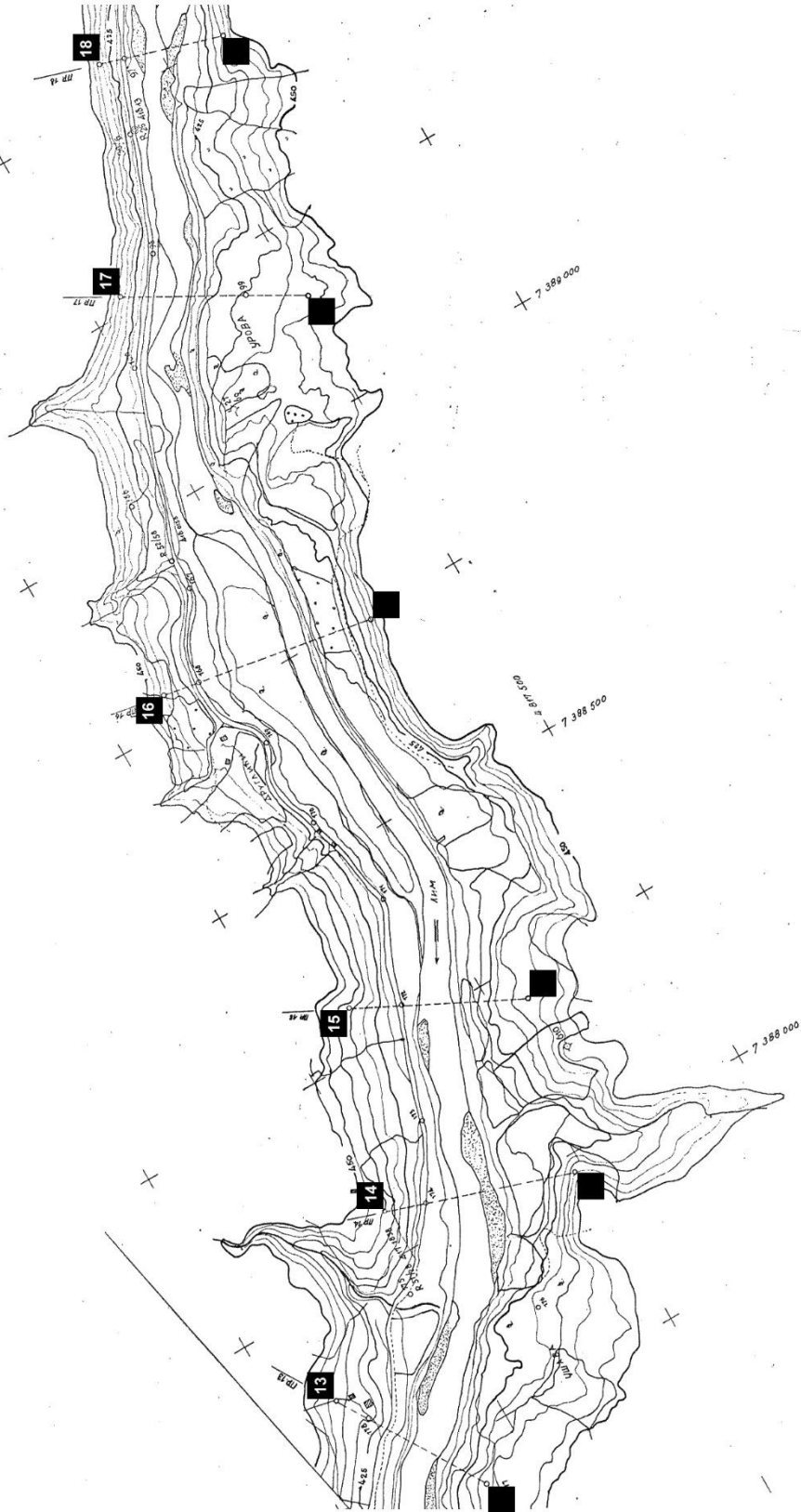
Položaj mjerenih batimetrijskih profila na akumulaciji Potpeć i izgled profila, stanje iz: 1960, 1999, 2006, 2012 i 2017 godine.



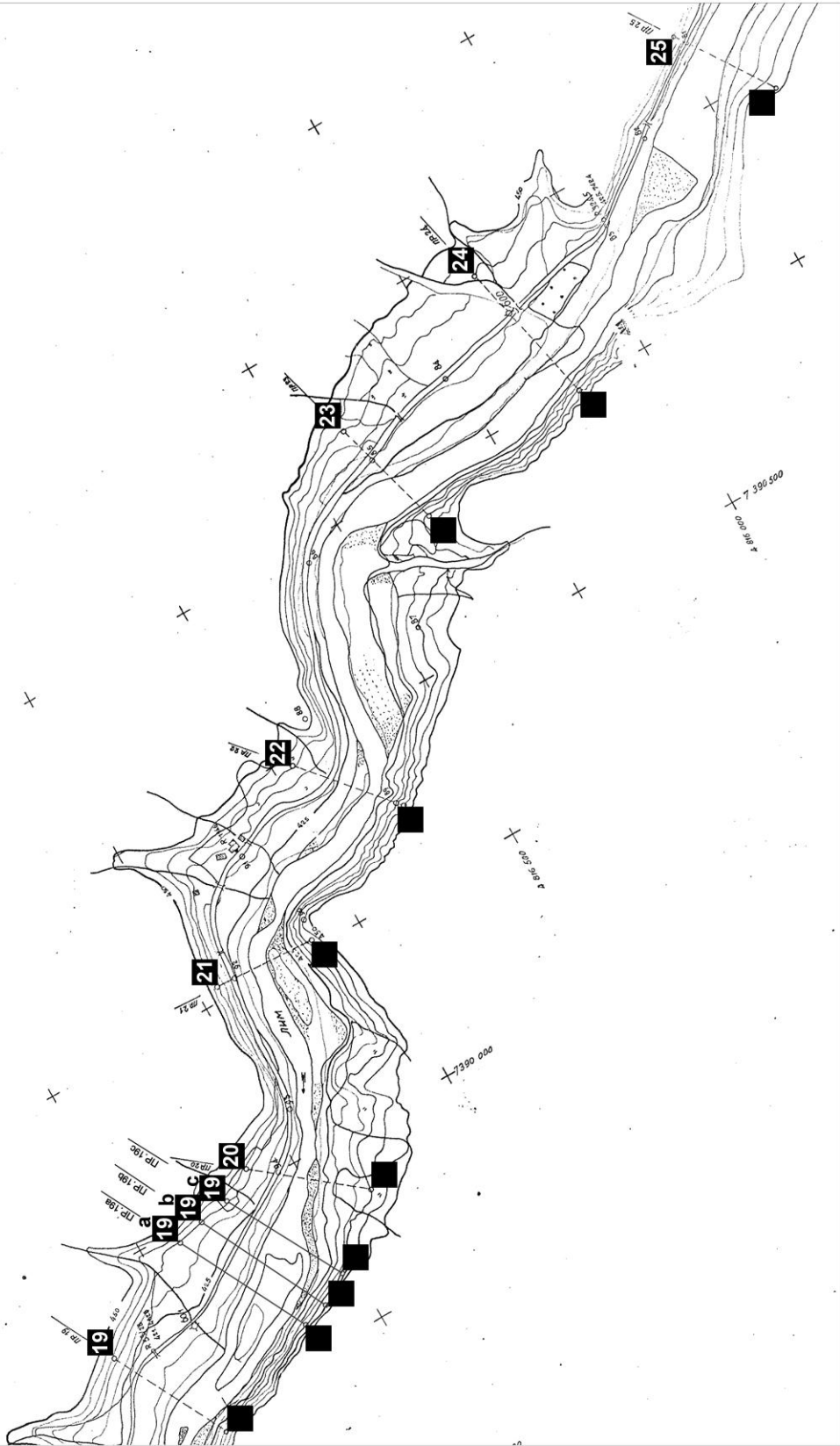
7-12, 1:5000



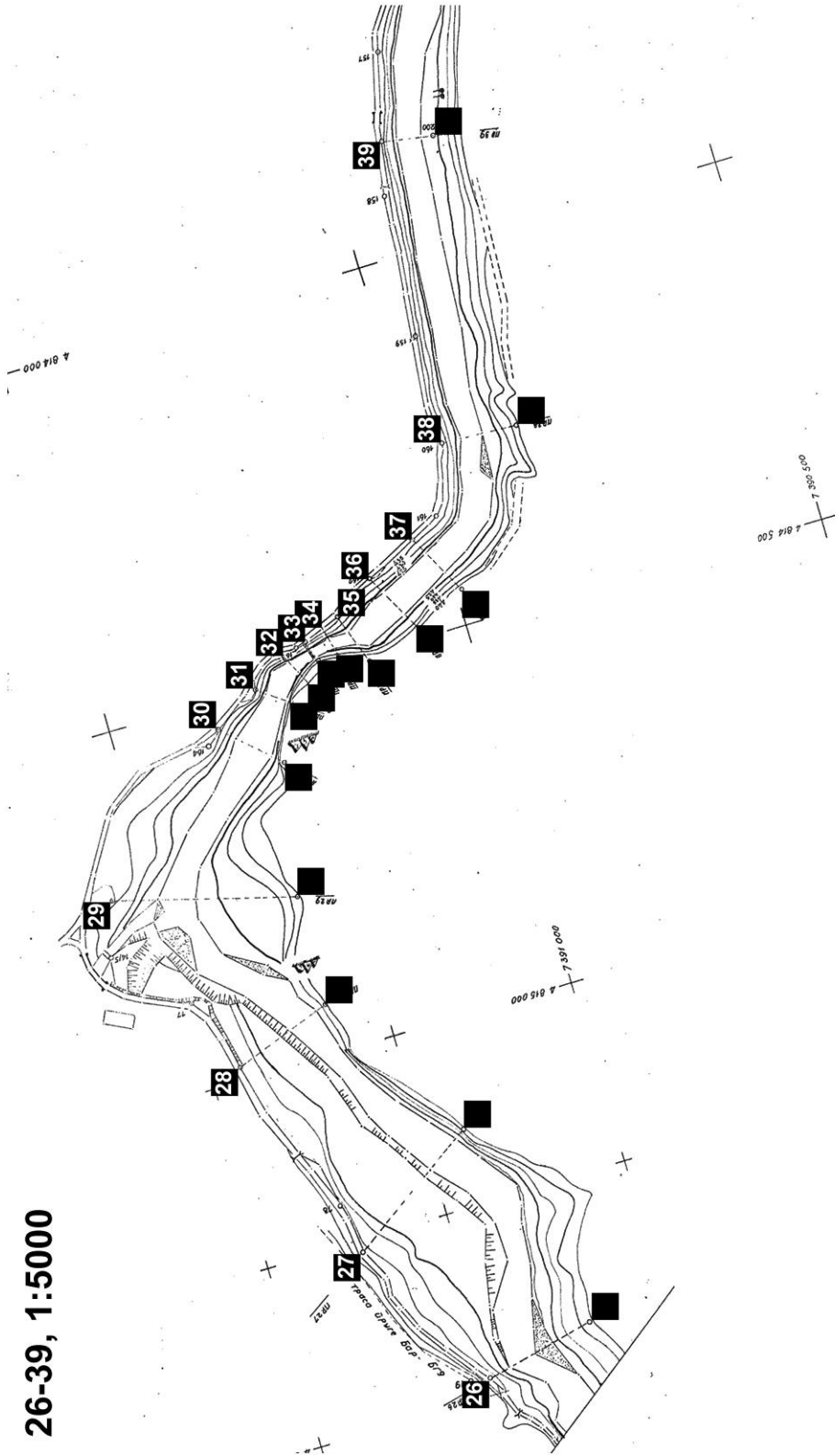
# 13-18, 1-5000



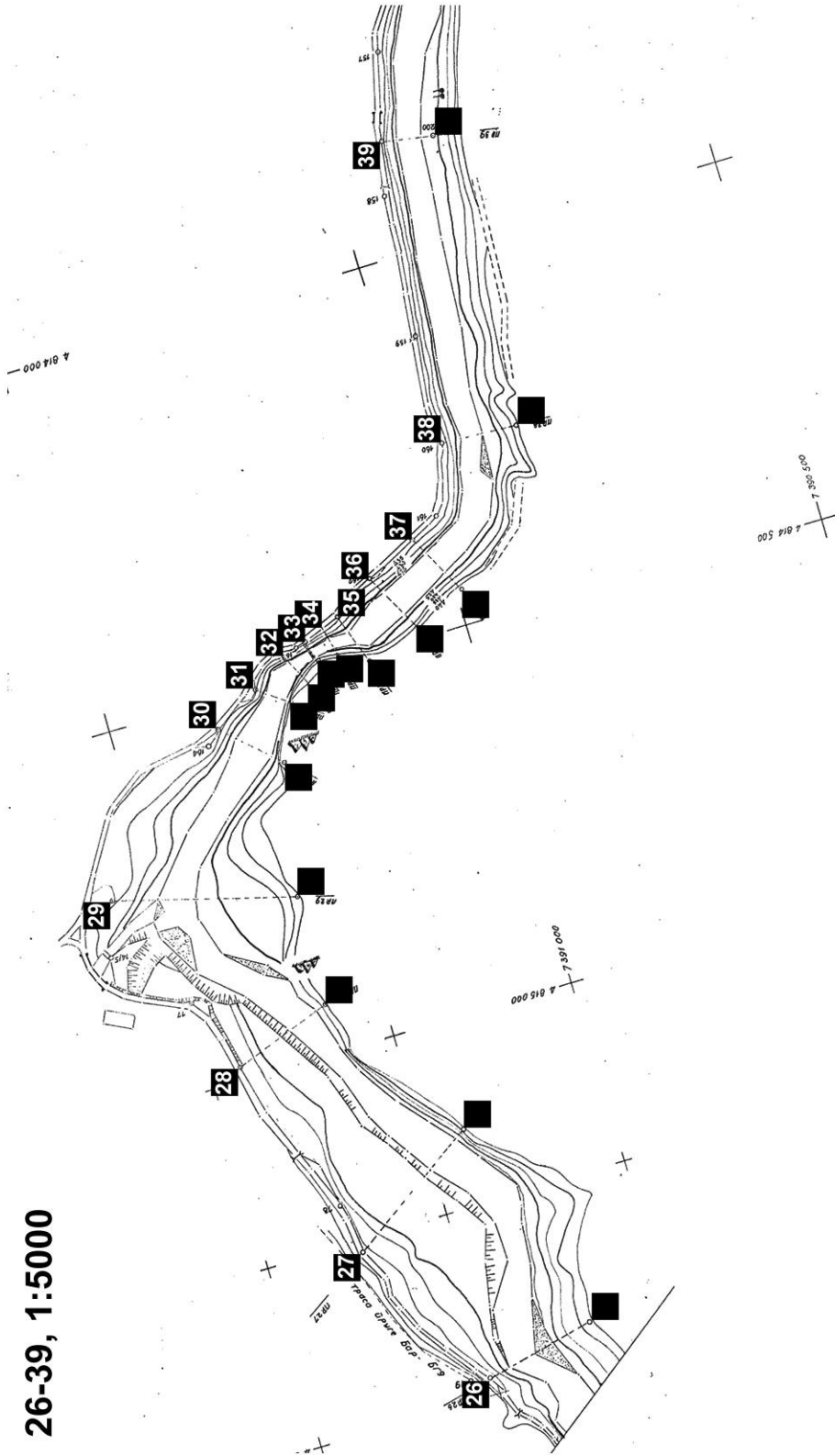
19-25, 1-5000



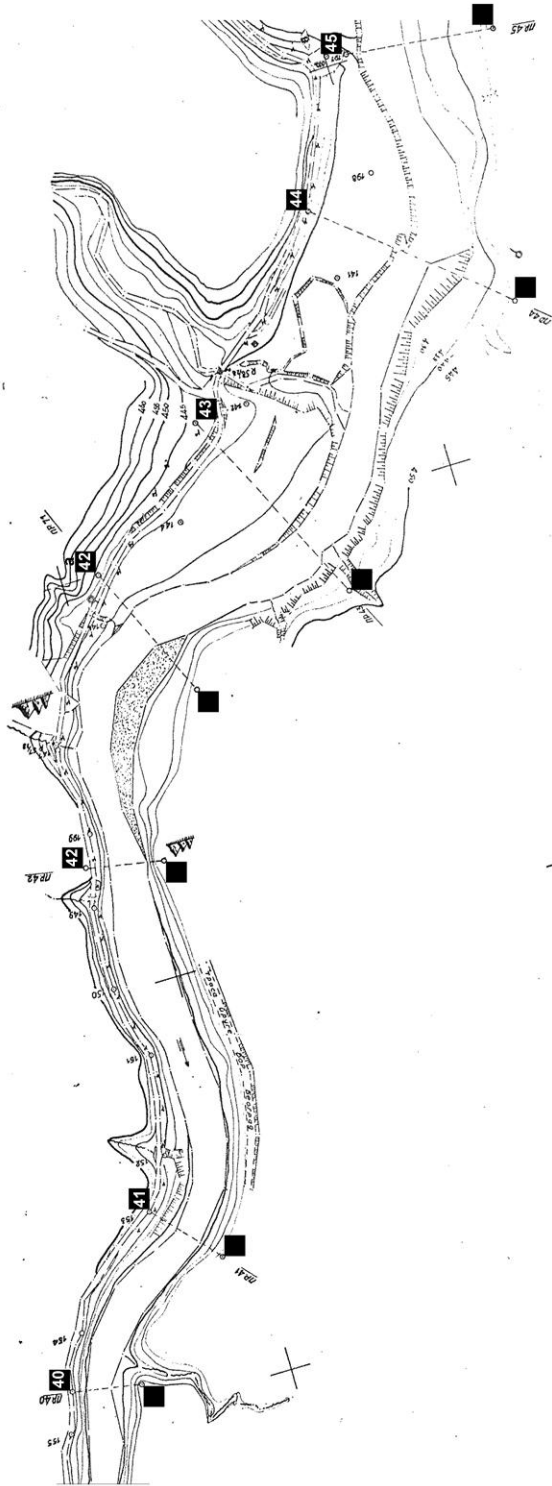
26-39, 1:5000



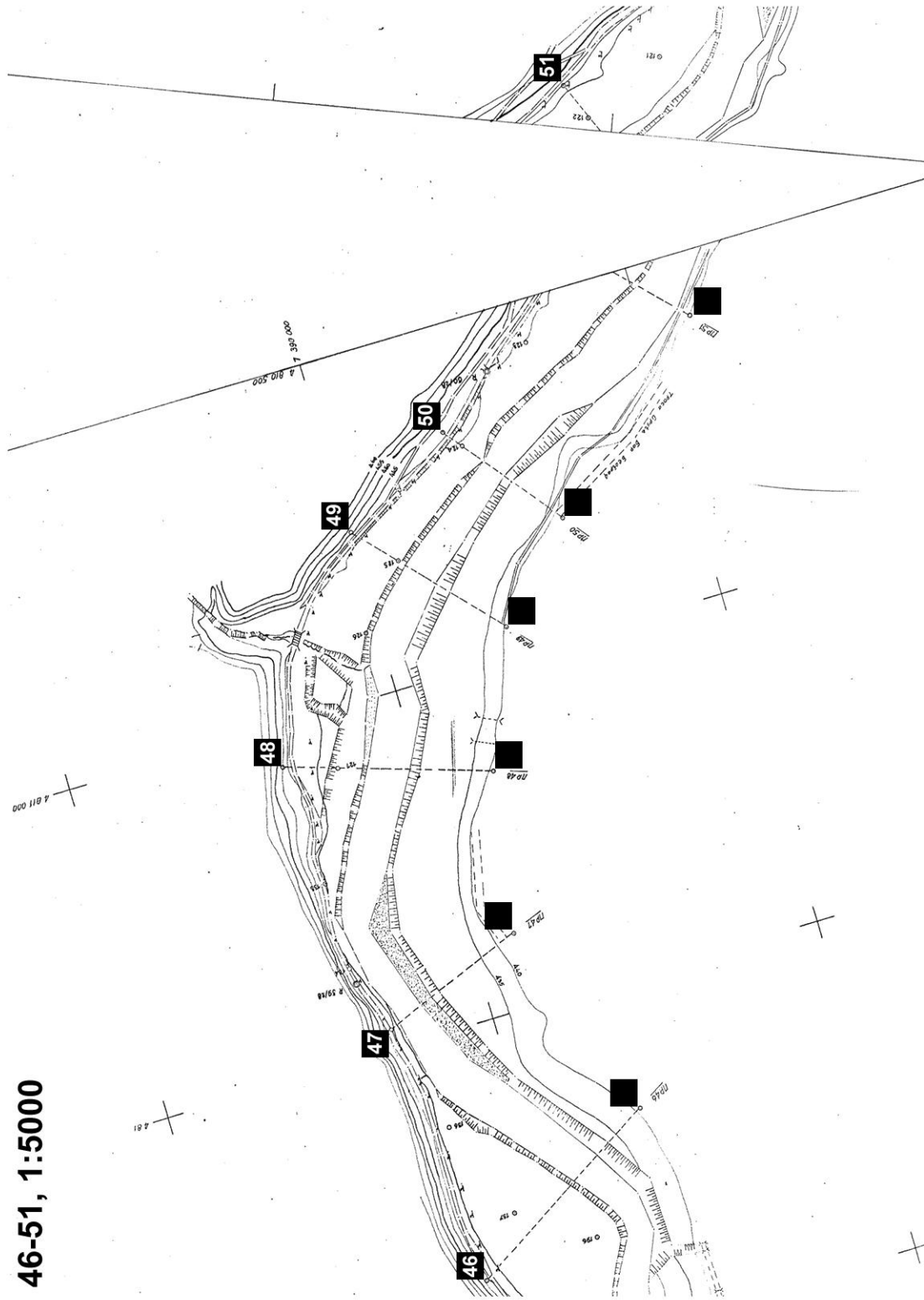
26-39, 1:5000



40-45, 1:5000



46-51, 1:5000

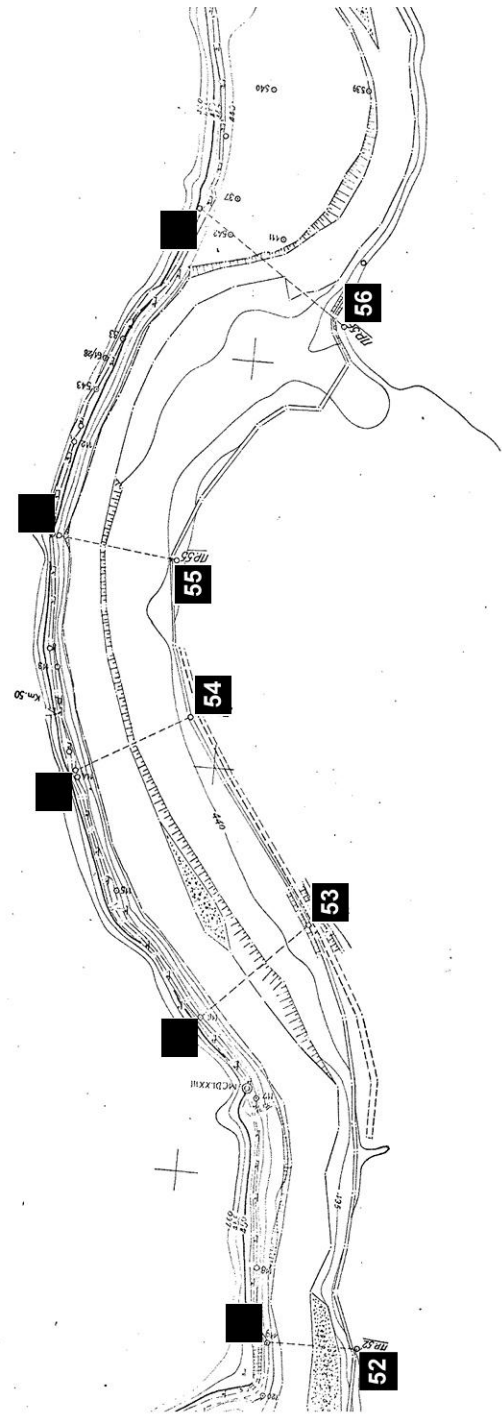


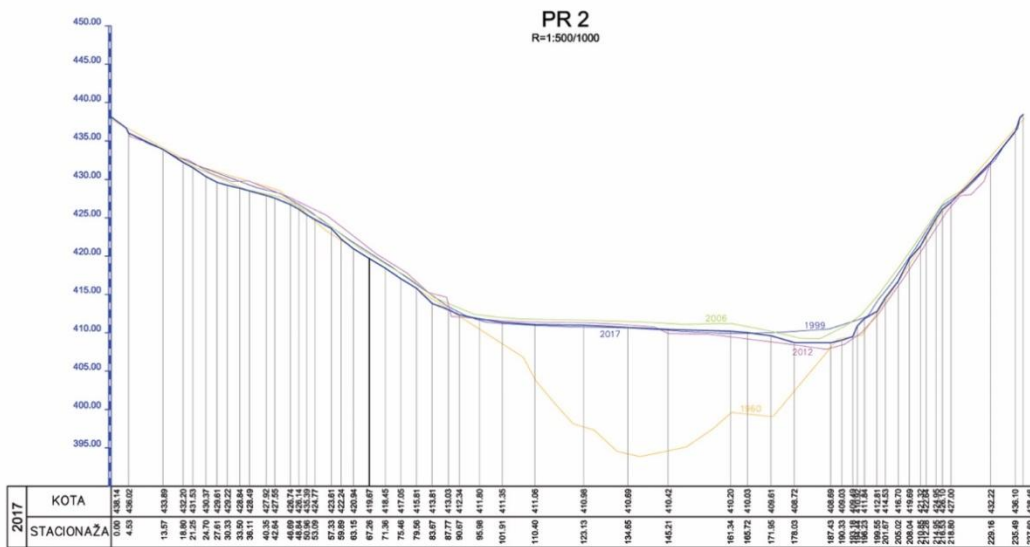
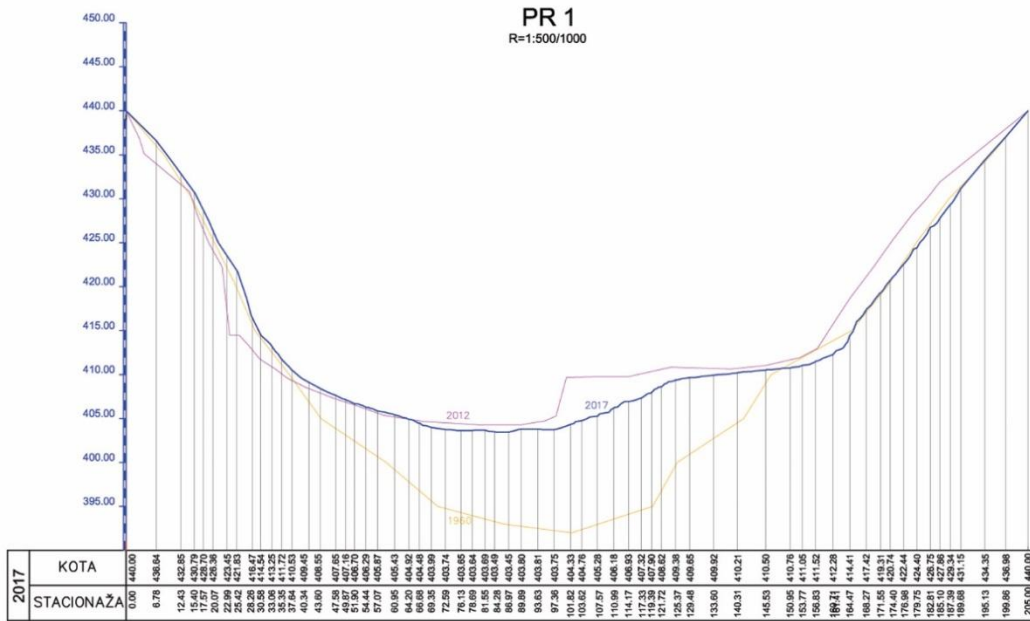


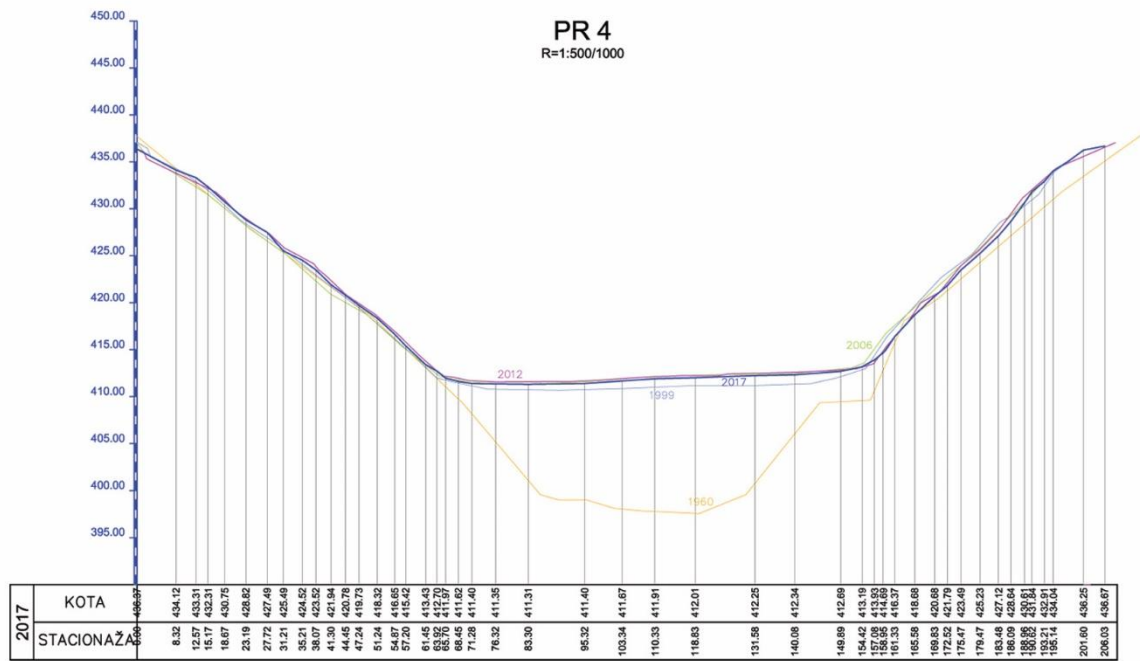
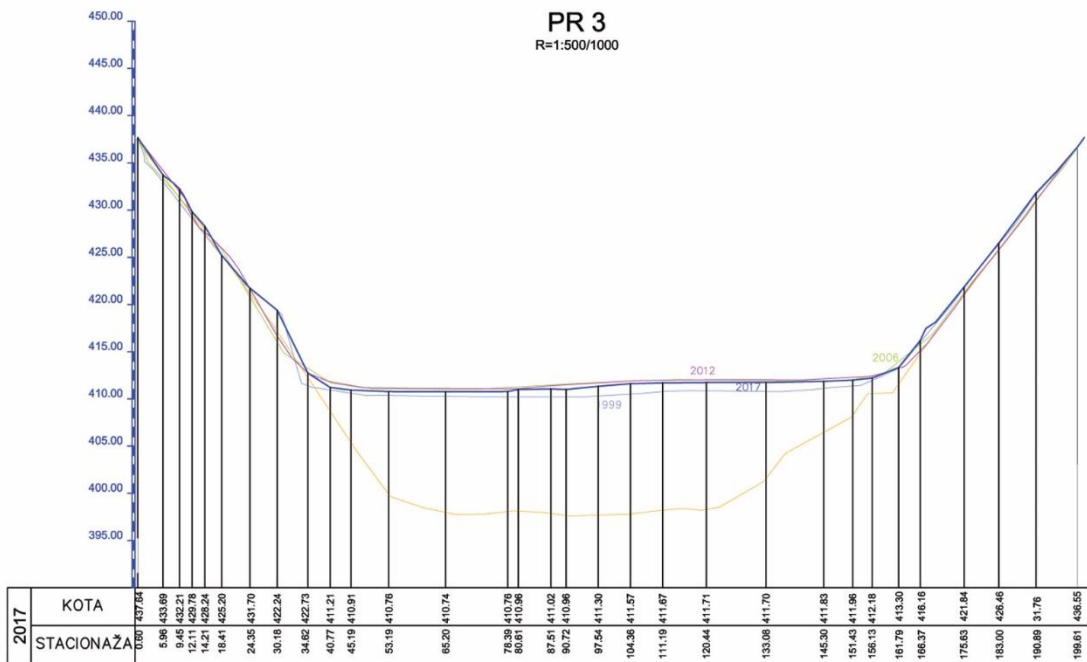
52-56, 1:5000

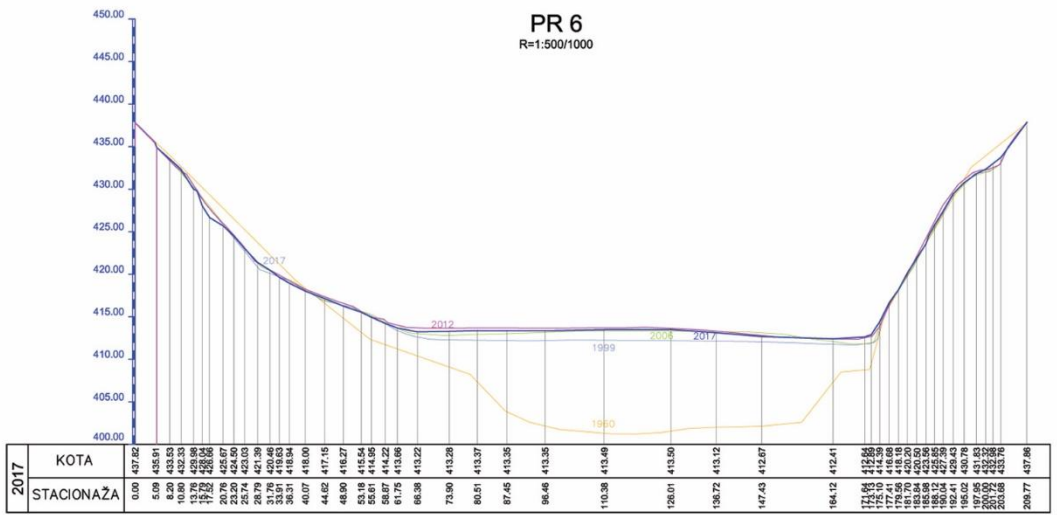
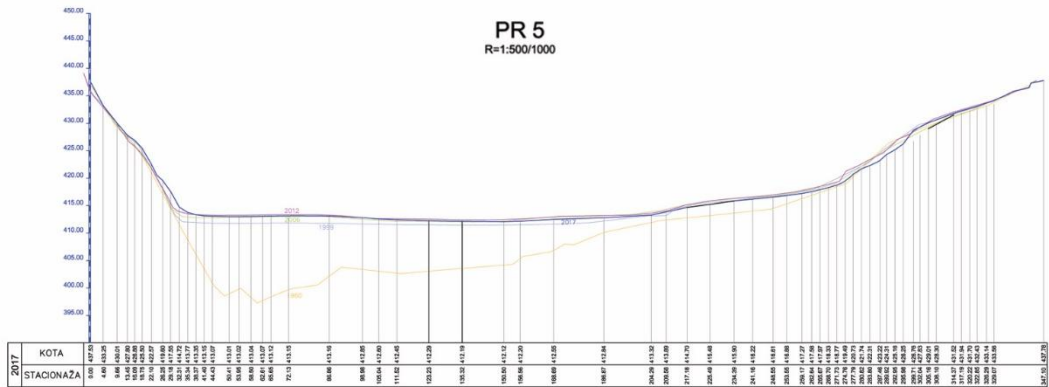
4 899 500

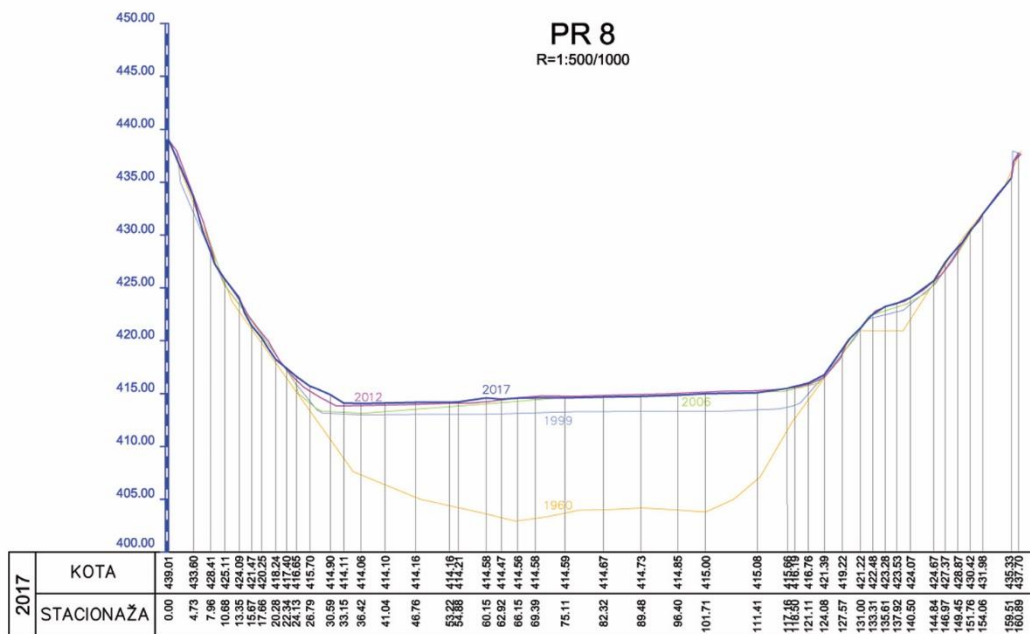
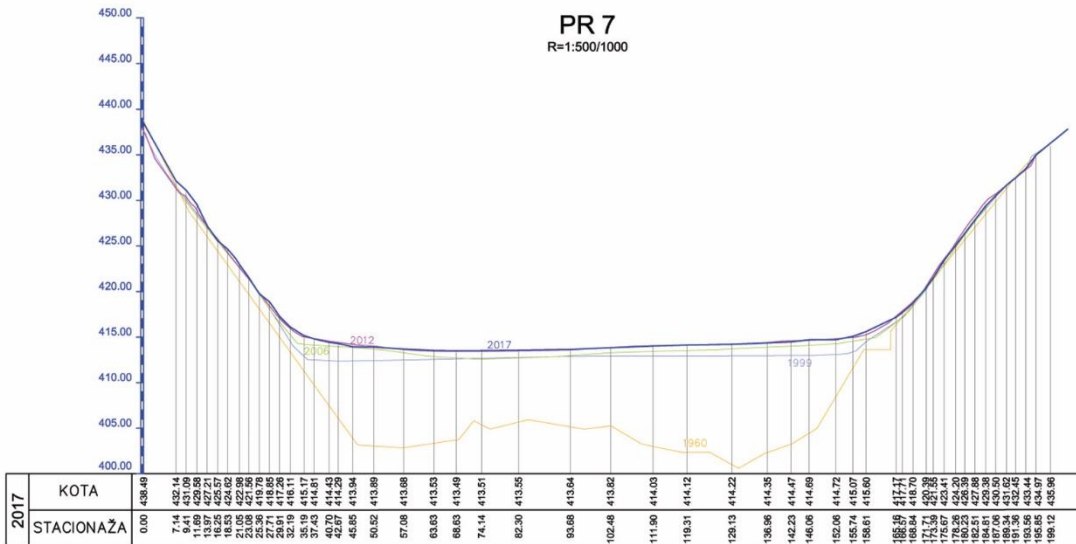
4 6



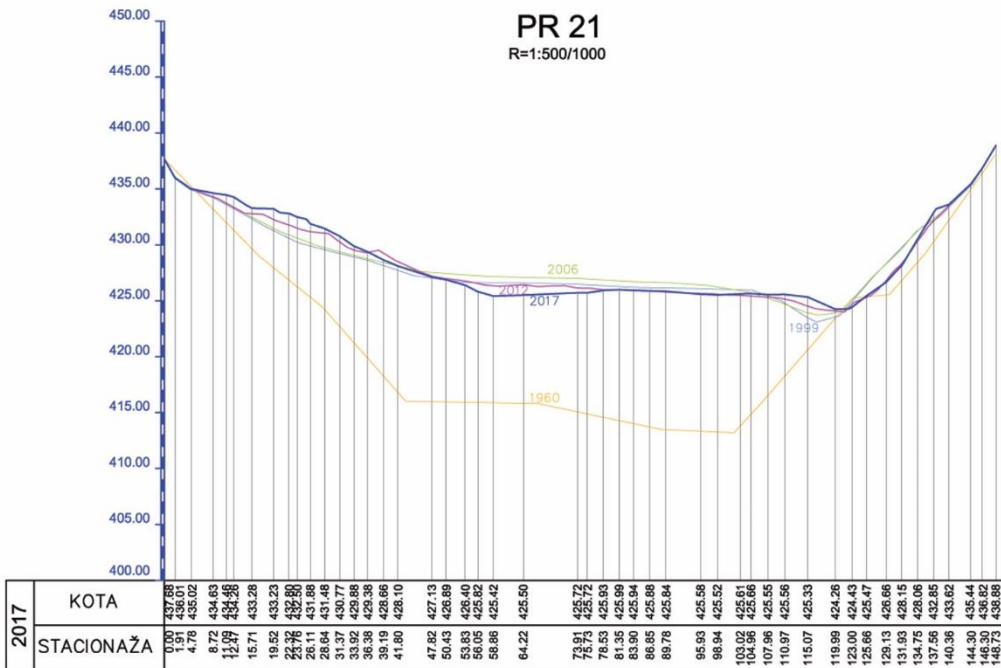
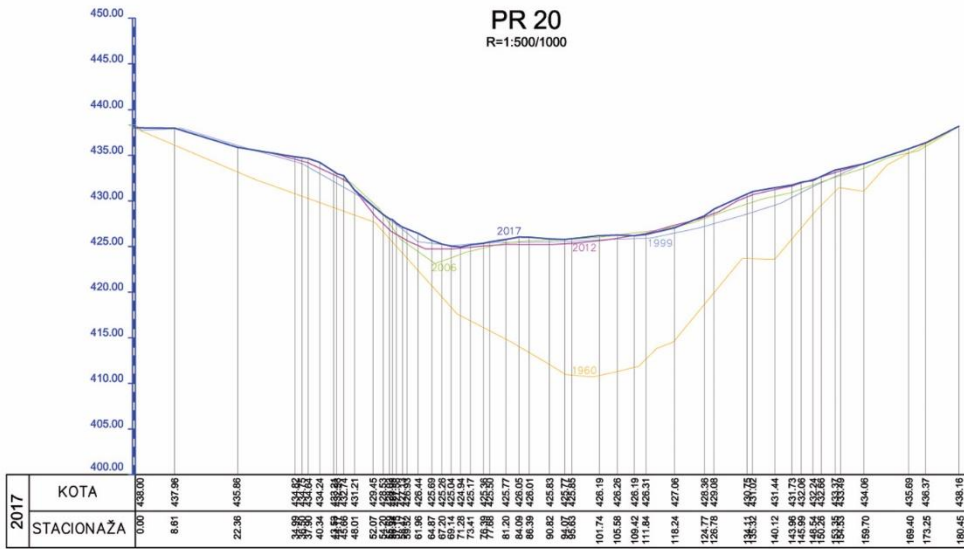


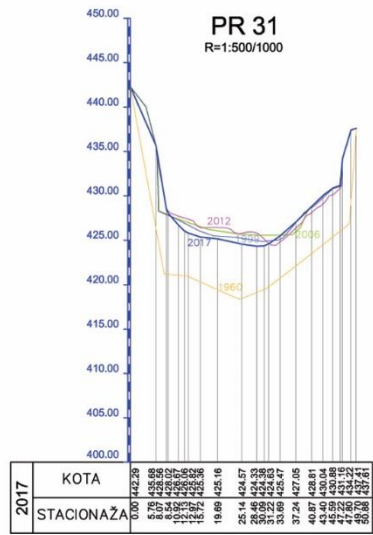
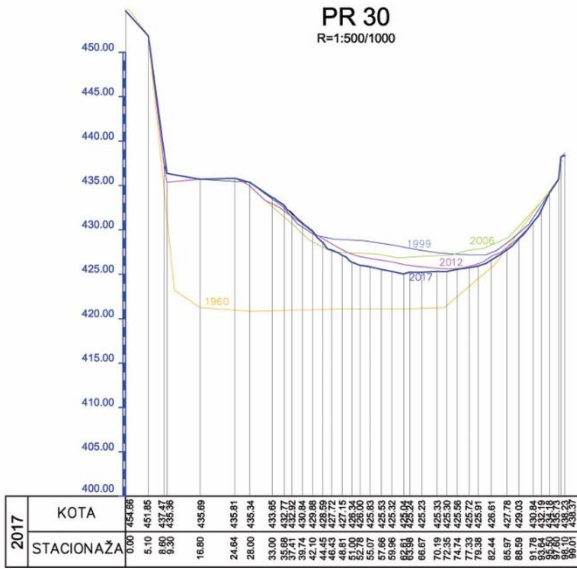




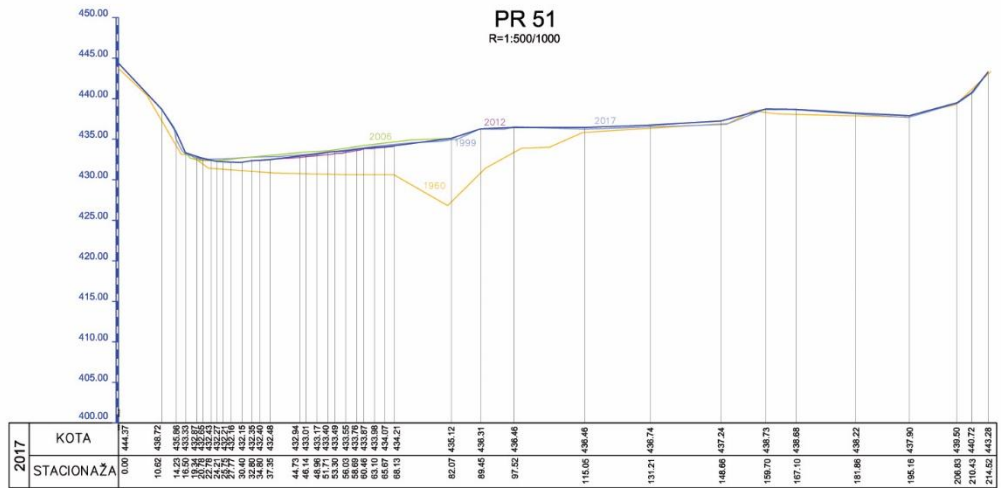
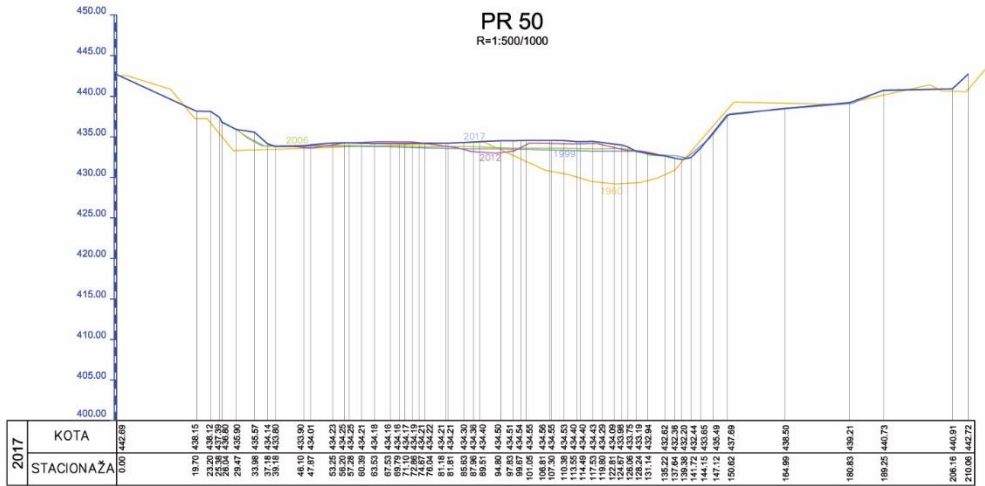


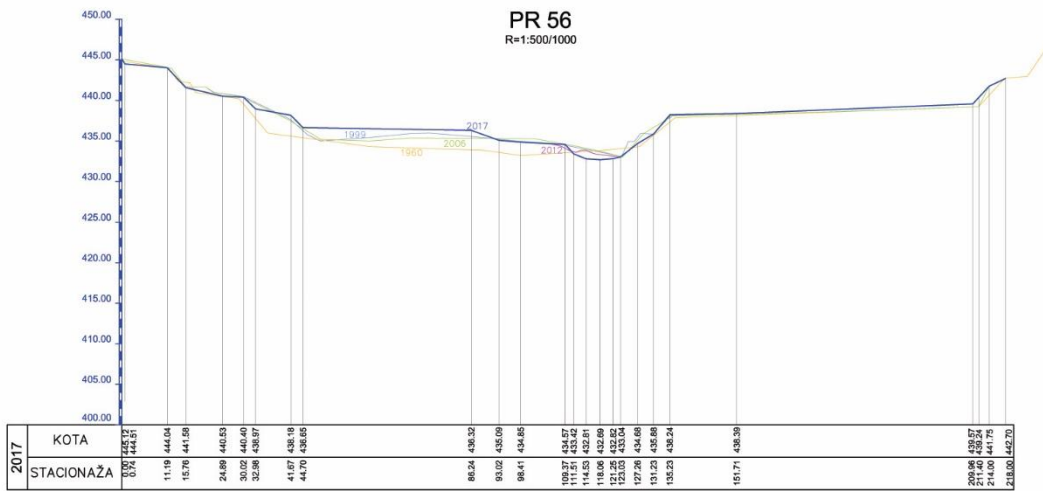
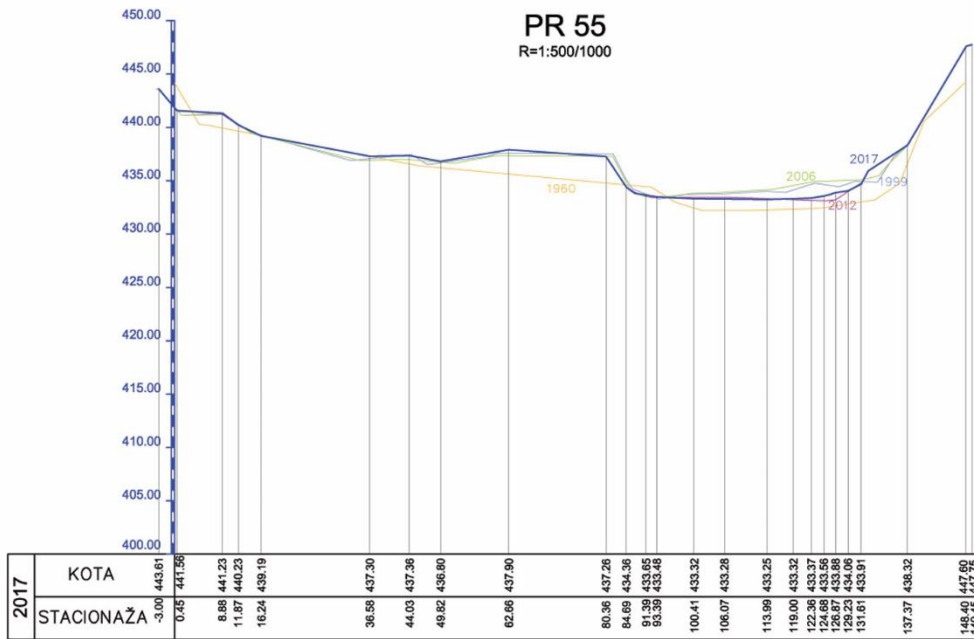












## **Pregled parametara koji se obrađuju prema formulama WIntErO modela (Gavrilović, 1972)**

Proračun intenziteta erozije i oticaj uz pomoć WIntErO modela radi se obradom sledećih parametara, prema sledećim formulama:

### **Fizičko-geografski i klimatski parametri:**

- 1) Površina sliva (F);
- 2) Dužina linije vododjelnice (O);
- 3) Prirodna dužina matice glavnog vodotoka ( $L_v$ );
- 4) Dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija ( $L_b$ );
- 5) Površina većeg dijela sliva ( $F_v$ );
- 6) Površina manjeg dijela sliva ( $F_m$ );
- 7) Ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda ( $\Sigma L$ );
- 8) Nadmorska visina početne izohipse ( $h_o$ );
- 9) Ekvidistanca ( $\Delta h$ );
- 10) Dužina izohipsi ( $L_{iz}$ );
- 11) Površine između susjednih izohipsi ( $f_{iz}$ );
- 12) Najniža kota u slivu ( $H_{min}$ );
- 13) Najviša kota sliva ( $H_{max}$ );
- 14) Dio površine koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina ( $f_p$ );
- 15) Dio sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti ( $f_{pp}$ );
- 16) Dio sliva sastavljen od stijena slabe vodopropustljivosti ( $f_o$ );
- 17) Dio površine sliva pod šumom ( $f_s$ );
- 18) Dio površine sliva pod travama, livadama, pašnjacima i voćnjacima ( $f_t$ );
- 19) Dio površine sliva pod goletima, oranicama i bez travne vegetacije ( $f_g$ );
- 20) Najkraće rastojanje između izvorišta i ušća ( $L_m$ );
- 21) Visina bujične kiše ( $h_b$ );
- 22) Srednja godišnja temperatura vazduha ( $t_o$ );
- 23) Srednja godišnja količina padavina ( $H_{god}$ );

Iz navedenih 23 inputa dobijene su numeričke vrijednosti sledeća 22 finalna rezultata:

- 1) Koeficijent oblika sliva (A);
- 2) Koeficijent razvijenosti vododjelnice (m);

- 3) Srednja širina sliva (B);
- 4) (A) simetričnost sliva (a);
- 5) Gustina rečne mreže sliva (G);
- 6) Koeficijent vijugavosti toka (K);
- 7) Srednja nadmorska visina sliva (Hsr);
- 8) Srednja visinska razlika sliva (D);
- 9) Srednji pad sliva (Isr);
- 10) Visina lokalne erozije baze sliva (Hleb);
- 11) Koeficijent erozije energije reljefa sliva (Er);
- 12) Koeficijent vodopropusnosti područja (S1);
- 13) Koeficijent vegetacionog pokrivača (S2);
- 14) Analitički izraz retencije vode u doticaju (W);
- 15) Energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša ( $2gDF^{1/2}$ );
- 16) Maksimalno oticanje iz sliva (Qmax);
- 17) Temperaturni koeficijent područja (T);
- 18) Koeficijent erozije sliva (Z);
- 19) Produkcija erozionog materijala u slivu (Wgod);
- 20) Koeficijent retencije nanosa (Ru);
- 21) Stvarni gubici zemljišta (Ggod);
- 22) Stvarni gubici zemljišta po km<sup>2</sup> (Ggod/km<sup>2</sup>).

Površine slivova (F), dužina linije vododjelnica (O) i prirodna dužina matice glavnog vodotoka (Lv) mjerene su sa topografskih karata i analizama fotopriloga dobijenih sa Google, a kasnije mjerene pomoću programa "IntErO", potprogram "Površine i rastojanja".

Koeficijenti oblika sliva, A, izračunavan je po formuli:

$$A = 0.195 \cdot \frac{O}{L_v}$$

gdje je :

O - dužina linije vododjelnice (obim sliva), u km,

Lv - prirodna dužina matice glavnog vodotoka, u km.

Koeficijenti razvijenosti vododelnice, m, po Biolčevu, dobijeni su po formuli:

$$m = \frac{O}{2\sqrt{\pi F}}$$

gdje je:

O - dužina vododjelnice, u km,

F - površina sliva, u km<sup>2</sup>.

Srednja širina sliva, B, po Biolčevu, računata je po formuli:

$$B = \frac{F}{L_b}$$

gdje je:

F - površina sliva, u km<sup>2</sup>,

L<sub>b</sub> - dužina sliva mjerena serijom paralelnih linija, u km.

(A)simetričnost sliva, a, računata je po formuli:

$$a = \frac{F_v - F_m}{0,5 \cdot (F_v + F_m)}$$

gdje je:

F<sub>v</sub> - površina većeg dijela sliva, u km<sup>2</sup>,

F<sub>m</sub> - površina manjeg dijela sliva, u km<sup>2</sup>.

Analiza rečne mreže sliva podrazumijeva analizu gustine rečne mreže sliva i koeficijent vijugavosti toka. Gustina rečne mreže sliva, G, izračunata je po formuli:

$$G = \frac{\sum L}{F}$$

gdje je:

Suma L - ukupna dužina glavnog vodotoka sa pritokama I i II reda, u km,

F - površina sliva, u km<sup>2</sup>.

Koeficijent vijugavosti toka, K, računat je po formuli:

$$K = \frac{L_v}{L_m}$$

gdje je:

$L_v$  - prirodna dužina glavnog vodotoka, u km,

$L_m$  - najkraće rastojanje između izvorišta i ušća, u km.

Srednje nadmorske visine sliva,  $H_{sr}$ , izračunavane su po formuli:

$$H_{sr} = \frac{\sum (h \cdot f)}{F}$$

gdje je:

$h$  - srednja nadmorska visina dvije susjedne izohipse, u km,

$f$  - površina između dvije susjedne izohipse, u km<sup>2</sup>,

$F$  - površina sliva, u km<sup>2</sup>.

Srednja visinska razlika sliva,  $D$ , izračunavana je po formuli:

$$D = H_{sr} - H_{min}$$

gdje je :

$H_{sr}$  - srednja nadmorska visina, u m,

$H_{min}$  - najniža kota u slivu, u m.

Srednji pad sliva,  $I_{sr}$ , izračunavan je po formuli:

$$I_{sr} = \frac{\sum (L_{sr} \cdot \Delta h)}{F}$$

gdje je:

$I_{sr}$  - srednja dužina dvije susjedne izohipse, u km,

$h$  - ekvidistanca, u km,

$F$  - površina sliva, u km<sup>2</sup>.

Visina lokalne erozije baze sliva, *Hleb*, izračunavan je po formuli:

$$Hleb = Hmax - Hmin$$

gdje je:

*Hmax* - najviša kota sliva, u m,

*Hmin* - najniža kota sliva, u m.

Koeficijent erozije energije reljefa, *Er*, sliva izračunavan je po formuli:

$$Er = \frac{Hleb}{\pi \cdot \sqrt[4]{F}}$$

gdje je:

*Hleb* - visina lokalne erozije baze, u m,

*F* - površina sliva, u km<sup>2</sup>.

Ukupna produkcija erozionog nanosa u slivovima, *Wgod*, se sračunat je analitički po metodi profesora Gavrilovića:

$$Wgod = T \cdot Hgod \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F$$

gdje je:

*T* - temperaturni koeficijent područja:

$$T = \sqrt{\frac{t_0}{10} + 0,1}$$

pri čemu je:

*t<sub>0</sub>* - srednja godišnja temperatura vazduha, u °C,

*H god* - srednja godišnja količina padavina, u mm,

*Z* - koeficijent erozije sliva:

$$Z = Y \cdot X \cdot a \cdot (\varphi + \sqrt{I_{sr}})$$

pri čemu je:

Y - recipročna vrijednost koeficijenta otpora zemljišta na eroziju i u funkciji je tipa zemljišta

Tabela 1: Srednje vrijednosti koeficijenata otpora zemljišta na eroziju "Y"

| Tipovi zemljišnih tvorevina i srodne vrste                 | Sr. vrij. Koef.Y |
|--|------------------|
| Pijeskovi, šljunak i navezana zemljišta                    | 2,0              |
| Les, tufovi, slatine, stepska zemljišta...                 | 1,6              |
| Raspadnuti krečnjaci i laporci                             | 1,2              |
| Serpentini, crveni pješčari, flišne naslage                | 1,1              |
| Podzoli i parapodzoli, raspadnuti škriljci                 | 1,0              |
| Jedri i škriljasti krečnjaci, i humusnosilikatna zemljišta | 0,9              |
| Gajnjače i planinska zemljišta                             | 0,8              |
| Smonice, ritske oranice i močvarna zemljišta               | 0,6              |
| Černozemi i aluvijalni nanosi dobre strukture              | 0,5              |
| Goli, kompaktni eruptivi                                   | 0,25             |

X a - koeficijent uređenja sliva, vrijednost data tablično,

Tabela 2: Srednje vrijednosti koeficijenata uređenja sliva, "X a"

|                    | X    | a   | X a  |
|--------------------|------|-----|------|
| Goleti             | 1.0  | 1.0 | 1.0  |
| Oranice            | 0.9  | 1.0 | 0.9  |
| Voćnjaci           | 0.7  | 1.0 | 0.7  |
| Planinski pašnjaci | 0.6  | 1.0 | 0.6  |
| Livade             | 0.4  | 1.0 | 0.4  |
| Degradirane šume   | 0.6  | 1.0 | 0.6  |
| Šume dobrog sklopa | 0.05 | 1.0 | 0.05 |

Fi - brojni ekvivalent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije zemljišta,



Tabela 3: Srednje vrijednosti koeficijenta "Fi"

|   |            |
|---|------------|
| <b>Dubinska erozija</b>   | <b>1,0</b> |
| 80% sliva pod brazdastom i jaružastom erozijom                                | 0,9        |
| 50% sliva pod brazdastom i jaružastom erozijom                                | 0,8        |
| 100% sliva pod površinskom erozijom   | 0,7        |
| 100% sliva pod površinskom erozijom,<br>bez vidljivih brazda, jaruga i odrona | 0,6        |
| 50% sliva pod površinskom erozijom  | 0,5        |
| 20% sliva pod površinskom erozijom  | 0,3        |
| U koritima vodotoka ima manjih kliženja                                       | 0,2        |
| Sliv pretežno pod oranicama   | 0,15       |
| Sliv pod šumama, i višegodišnjom vegetacijom                                  | 0,1        |

Isr - srednji pad sliva

Na osnovu vrijednosti koeficijenta erozije, Z, Prof. Gavrilović je podijelio procese erozije u 5 grupa, tj. 5 kategorija razornosti.

| Kategorija razornosti | Jačina er. procesa | Tip vladajuće erozije               | Z                                   | Srednja vrijednost Z |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| I                     | Ekcesivana         | Dubinska<br>Mješovita<br>Površinska | 1,51<br>1,21-1,50<br>1,01-1,20      | 1,25                 |
| II                    | Jaka               | Dubinska<br>Mješovita<br>Površinska | 0,91-1,00<br>0,81-0,90<br>0,71-0,60 | 0,85                 |
| III                   | Osrednja           | Dubinska<br>Mješovita<br>Površinska | 0,61-0,70<br>0,51-0,60<br>0,41-0,50 | 0,55                 |
| IV                    | Slaba              | Dubinska<br>Mješovita<br>Površinska | 0,31-0,40<br>0,25-0,30<br>0,20-0,24 | 0,30                 |
| V                     | Vrlo slaba         | Tragovi erozije                     | 0,01-0,19                           | 0,10                 |

Ova metoda daje ukupnu sumu proizvedenog erozionog nanosa u slivu ili gravitacionom području. Međutim, nanos proizveden erozionim procesom u slivu ne dopijeva u

cjelokupnoj količini do najniže tačke sliva. Znatno dio nanosa zastaje po uvalicama i depresijama. Zbog toga su mnogi naučnici pokušali da izdvoje "produkciju" erozionog nanosa od prosječne godišnje zapremine nanosa koji dopijeva na određeni hidrometrijski profil. Uveden je pojam koeficijenta retencije erozionog nanosa,  $R_u$ , koji glasi:

$$R_u = \frac{(O \cdot D)^{0.5}}{0.25(L + 10,0)}$$

gdje je:

$O$  - dužina linije vododjelnice (obim sliva), u km,

$D$  - srednja visinska razlika sliva, u km,

$L_v$  - dužina sliva mjerena glavnim vodotokom, u km.

Koeficijent retencije erozionih nanosa predstavlja činilac kojim se smanjuju opšte količine prosječno godišnje proizvedenih nanosa. Smanjivanje količine erozionih nanosa od izvorišta ka ušću sliva predstavlja prirodan proces. Uvođenjem koeficijenta erozije obrazac prof. Gavrilovića glasi:

$$G_{god} = W_{god} \cdot R_u$$

$$G_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \cdot R_u$$

gdje je  $G_{god}$  predstavlja stvarne gubitke zemljišta.

Maksimalno oticanje iz sliva,  $Q_{max}$ , računato je analitički prema sledećoj formuli:

$$Q_{max} = A \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot W \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot F}$$

gdje je:

$A$  - koeficijent oblika sliva.

$S_1$  - koeficijent vodopropusnosti područja, koji se računa po formuli:

$$S_1 = 0,4f_p + 0,7f_{pp} + 1,0f_0$$

gdje je:

$f_p$  - dio površine sliva koji je sastavljen od jako vodopropustljivih tvorevina iz stijena (krečnjak, pijesak, šljunak), u %,

$f_{pp}$  - dio površine sliva koji je sastavljen od stijena srednje vodopropustljivosti (škriljci, laporci, pješčari), u %,

$f_0$  - dio površine sliva koji je sastavljen od stijena slabe

vodopropustljivosti (teška glina, jedri eruptivi), u %.

$S_2$  - koeficijent vegetacionog pokrivača, koji se računa po formuli:

$$S_2 = 0,6f_s + 0,8f_t + 1,0f_g$$

gdje je:

$f_s$  - dio površine sliva pod šumom, u %,

$f_t$  - dio površine sliva koji se nalazi pod travama, livadama, pašnjacima i voćnjacima, u %,

$f_g$  - dio površine sliva koji je pod goletima, oranicama i zemljištima bez travne vegetacije, u %.

$W$  - analitički izraz retencije vode u doticaju

$$W = h_b (15,0 - 22,0 \cdot h_b - 0,3\sqrt{L})$$

gdje je:

$h_b$  - visina bujične kiše, u m,

$L_v$  - dužina sliva po matici glavnog vodotoka, u km.

$2gDF^{1/2}$  - energetski potencijal slivanja vode za vrijeme bujičnih kiša,

gdje je:

$g$  - ubrzanje zemljine teže, ( $9,81\text{m s}^{-2}$ )

$D$  - srednja visinska razlika sliva, u m,

$F$  - površina sliva, u  $\text{km}^2$ .