

RELJEFNA OBILJEŽJA SLIVA RIJEKE SANICE

Emir Temimović

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
emirtemimovic@yahoo.com

Ahmed Džaferagić

Student Master studija, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
ahmed_dz@windowlive.com

Na osnovu dosadašnjih saznanja i rezultata izvornih istraživanja u radu su opisana osnovna obilježja reljefa u slivu rijeke Sanice. Primjenom savremenih računarskih programa za obradu podataka i terenskim istraživanjima provedena je kompleksna geomorfološka analiza reljefa. Na osnovu dobijenih podataka i podataka iz sekundarnih izvora provedena je geomorfološka sinteza, te je izrađena i predstavljena krupnorazmjerna geomorfološka karta. U radu su opisani dominantni genetski tipovi reljefa i oblici reljefa. Posebna pažnja posvećena je istraživanju krškog reljefa koji odlikuje najveći dio sliva i kojeg obilježava polimorfija i raritetnost oblika. Istraživanju reljefa prethodilo je određenje sliva rijeke Sanice koji predstavlja područje istraživanja.

Ključne riječi: *Bosanska Krajina, sliv Sanice, rijeka Sanica, reljefna obilježja, geomorfološka karta*

RELIEF CHARACTERISTICS OF THE SANICA RIVER BASIN

Emir Temimović

University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
emirtemimovic@yahoo.com

Ahmed Džaferagić

Student of Master studies, Faculty of Science, Department of Geography, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
ahmed_dz@windowlive.com

Based on current data and the results of original research, the paper describes the basic features of the relief of the Sanica River drainage basin. By using modern computer programs for data processing and field research, a complex geomorphological analysis of relief has been conducted. Based on the obtained data and data from secondary sources, a geomorphological synthesis has been conducted. Also, a geomorphological map of large scale has been made and presented. The paper describes the dominant genetic types of relief and landforms. Special attention is dedicated to the research of karst topography, which features most of the basin and which is characterized by polymorphism and the rare forms. Research of relief is preceded by determining the Sanica River basin, which represents the area of research.

Keywords: *Bosanska Krajina, Sanica drainage basin, Sanica river, relief characteristics, geomorphological map*

UVOD

INTRODUCTION

Reljef je osnovna komponenta geografskog prostora. Na njegovo oblikovanje utječu mnogi procesi, a njegov utjecaj na ostale komponente geoprostora ispoljava se na različite načine. Definisan je sveukupnošću oblika zastupljenih u Zemljinoj površini koji su nastali i koji se neprekidno mijenjaju pod djelovanjem unutrašnjih i vanjskih sila. Obilježja reljefa određena su dejstvom različitih vanjskih sila čiji se utjecaj ispoljava djelovanjem geomorfoloških agenasa na stijensku masu u određenom vremenskom razdoblju. Prostorno neujednačeno djelovanje pomenutih faktora uslovljava prostorne razlike. One se očituju u postojanju različitih geomorfoloških procesa kojima se oblikuju različiti oblici reljefa. Reljef kao najznačajniji sastavni dio prosora, neposredno utječe na ostale komponente geografske sredine i fizionomiju pejzaža. Proučavanje reljefa, u tom smislu, ima i aplikativni značaj za brojne društvene aktivnosti.

Dosadašnja geomorfološka istraživanja u slivu rijeke Sanice bila su skromna i fragmentarna. Deskriptivni opisi pojedinih oblika reljefa u slivu Sanice odnose se na većinu dostupnih radova. Opširnije i sveobuhvatnije, reljef sliva Sanice opisan je u nekoliko regionalno-geografskih radova o slivovima rijeka Une ili Sane. Shodno tome da su saznanja o reljefu u slivu Sanice skromna, osnovni cilj ovog rada je sumativno predstaviti njegova osnovna obilježja. U radu su predstavljeni glavni rezultati istraživanja provedenog za potrebe izrade diplomskog rada „Geomorfološka obilježja sliva rijeke Sanice“ koji je odbranjen od strane jednog od autora 2016. godine na Odsjeku za geografiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu.

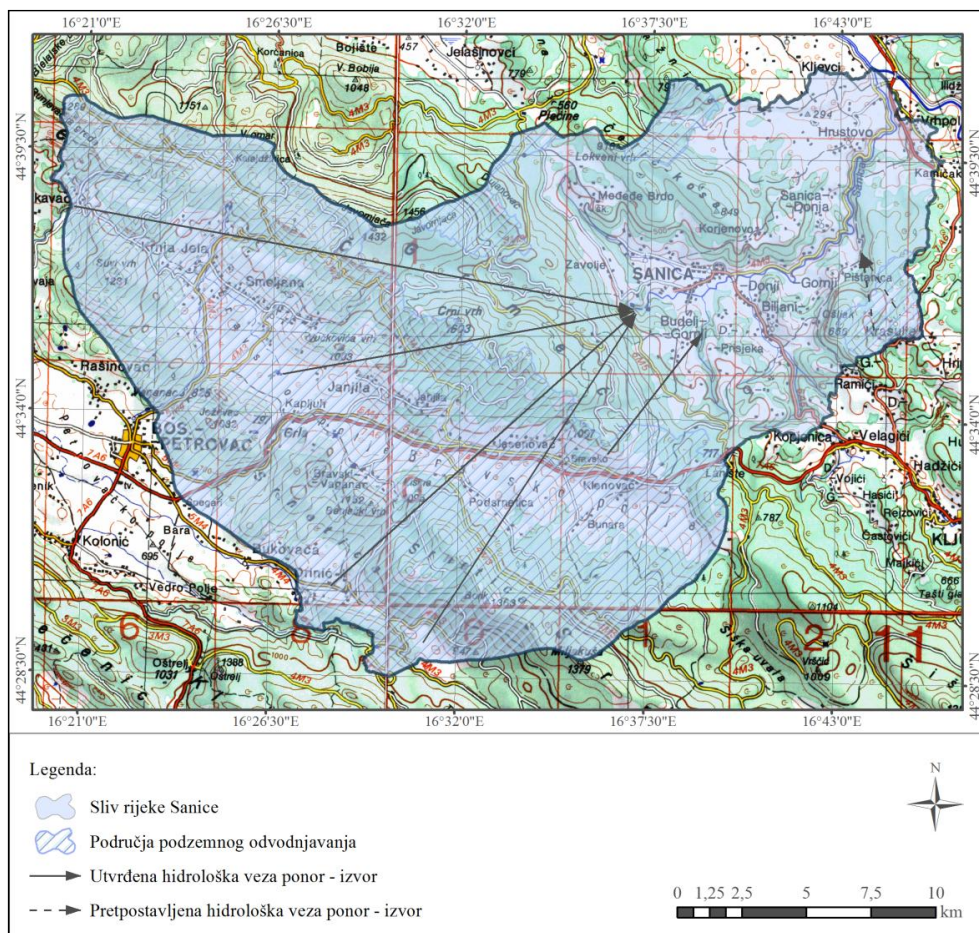
Rad je zasnovan na rezultatima izvornih - terenskih i kabinetskih istraživanja. Tokom istraživanja korištene su brojne naučne metode. Za potrebe definisanja sliva Sanice korištene su kartografske metode i dostupni podaci dobijeni postupcima hidrogeološkog trasiranja voda. Za istraživanje reljefa, između ostalih, korištene su metoda kvantitativne i kvalitativne geomorfološke analize i metoda geomorfološke sinteze. Korištenjem savremenog računarskog programa za obradu i prezentaciju podataka ArcGIS, ArcView 10.1. Iz digitalnog modela reljefa dobijene su analitičke geomorfološke karte. Klasifikacija nagiba padina i vertikalne raščlanjenosti reljefa je izvršena prema unaprijed utvrđenim kriterijima. Interpretacijom analitičkih geomorfoloških karata, geoloških karata, podataka iz sekundarnih izvora i podataka dobijenih terenskim istraživanjem izrađena je geomorfološka karta (u izvornom razmjeru 1:100.000) koja je prilagođena za potrebe ovog rada.

PREDMET RADA

CASE STUDY

Predmet istraživanja je sliv i reljefna obilježja rijeke Sanice u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine. Okosnicu riječnog sistema Sanice, koju čini rijeka Sanica sa pritokama: Korčanicom, Saničkom rijekom, Trebunjem, Biljanskom rijekom, Šikmanskim potokom i Glibajom. Osim navedenih, riječnom sistemu Sanice pripadaju i manji periodični vodotoci Suhaja i Smoljanska rijeka u jugozapadnom dijelu istraživanog područja. Dostupni podaci o prostornom obuhvatu i površini sliva su različiti. Zbog različitih podataka o površini sliva, za potrebe ovog rada pokušalo se što preciznije odrediti razvodnicu i prostorni obuhvat sliva. Osim različitih podataka o površini, prilikom određivanja sliva Sanice problem je predstavljalo i određenje pripadnosti vodotoka Glibaja hidrografskom

sistemu Sanice. Uvidom u dostupne krupnorazmjerne topografske karte iz različitih perioda utvrđeno je da se Glibaja može smatrati pritokom Sanice iako se sada ulijeva u rijeku Sanu. Naime, na starijim geografskim kartama prikazano je da se Glibaja prije ušća u rijeku Sanu račva i jednim dijelom ulijeva i u rijeku Sanicu. Sliv ograničen površinskom razvodnicom obuhvata područje između Golaje i Ošljaka na istoku, Grmeča na jugu i jugozapadu i Čelić kose i Mrežnice na zapadu i sjeverozapadu. Površina sliva Sanice ograničena površinskom razvodnicom iznosi oko 190,74 km² (Džaferagić, 2016).



Sl. 1. Sliv rijeke Sanice sa područjima podzemnog odvodnjavanja
Fig. 1. Sanica River drainage basin including areas with underground drainage

Sliv rijeke Sanice geološki je građen, uglavnom, od okršenih karbonata. Zbog toga postoje značajna odstupanja između površinske i podzemne razvodnice. Trasiranjem ponirućih voda utvrđeno je da se dijelovi Bravskog i Petrovačkog polja odvodnjavaju ka vrelima rijeka Sanice i Korčanice. Neposredna hidrološka veza je utvrđena između vodotoka Suhaja, Smoljanske rijeke, Ograđenice i Kozilske Slatine sa vrelima Sanice (Projekat zaštite izvorišta vode za piće Sanica općine Bosanski Petrovac i Ključ, 2005). Zbog nedostupnosti

podataka podzemna razvodnica u jugoistočnom dijelu Bravskog polja je aproksimativna. Taj dio polja odvodnjava se dijelom prema vrelima Korčanice (desna pritoka Sanice) i vrelu Okašnice. Osim navedenog, pretpostavlja se da slivu rijeke Sanice podzemno dotiču i vode iz dijela Krasuljske zaravni, u istočnom i Hrustovačke zaravni u sjeverozapadnom dijelu sliva (Temimović, 2009.) (vidi sl. 1.). Određeno je da ukupna površina sliva rijeke Sanice iznosi oko 514,21 km². Područja podzemnog odvodnjavanja obuhvataju 62,91 % sliva (Džaferagić, 2016).

OSNOVNA GEOLOŠKA OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA BASIC GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA

Litosferni kompleks slivnog područja rijeke Sanice, u prostornom i vremenskom smislu, veoma je složen. Najstarije su permotrijaske tvorevine koje se nalaze u slivu Biljanske rijeke i

Gornjosaničkoj kotlini, te predstavljaju zapadne fragmente tzv. „Ključkog paleozoika“. To su alohtone tvorevine navučene sa sjeveroistoka. Prilikom pionirskih geoloških istraživanja Ključkog paleozojskog područja determinisane su kao karbonsko-permske. Permotrijaske tvorevine nisu paleontološki dokumentovane i izdvojene su na osnovu sličnosti sa tvorevinama Sansko-ungskog paleozojskog područja. Predstavljene su pješčenjacima i šupljikavim krečnjacima s gipsom i glinama (Vrhovčić i Mojićević, 1983).

Mezozojske, uglavnom karbonatne, tvorevine izgrađuju najveći dio sliva rijeke Sanice. Osim velike prostorne zastupljenosti, mezozojske tvorevine odlikuju se i velikom debljinom naslaga. Odraz je to povoljnih uvjeta sedimentacije u periodu od oko 180 miliona godina. Dubokomorski uvjeti sedimentacije u više navrata su prekidani regresijom mora što je označeno nastankom boksita. Cijeli stub mezozoika karakteriše znatna facijalna raznovrsnost. Jurske i kredne tvorevine su, u odnosu na trijasku, potpunije i razvijenije. U području Bosanskog Petrovca imaju prostorni kontinuitet. Od gornjotrijaskih tvorevina koje se nalaze u središtu Petrovačke antiklinale, lateralno prema sjeveru, se nastavljaju tvorevine jure i krede (Šušnjar i Bukovac, 1979). Tokom mezozoika taloženi su pretežno krečnjaci. Naknadno, procesima dolomitizacije, ponegdje su iz njih nastali dolomiti. Iz trijasa datiraju tufovi koji ukazuju na vulkanizam, a iz gornje krede flišolike tvorevine. U južnom dijelu sliva nalaze se tvorevine iz razdoblja anizika koje su dio Petrovačke antiklinale, a predstavljene su karbonatima. Na terenima Vrhpolja nalaze se krečnjaci, tufovi, rožnjaci i pješčenjaci iz razdoblja ladinika. U slivu Biljanske Rijeke nalaze se alohtoni karnički i dijelom norički crni pločasti i slojeviti krečnjaci, lapori, tufovi i glinci. U području Zavalja nalazi se areal mlađih gornjotrijaskih, odnosno noričko-retske dolomita. Padinske dijelove Čelić kose i Saničke kose prema Gornjosaničkoj kotlini i veći dio površi Korjenovo grade gornjotrijaski dolomiti. Dolomiti iz istog razdoblja nalaze se i u zapadnom rubu uvale Kozila. Osim toga iz ovog razdoblja datiraju i dolomiti koji se nalaze u jezgru i sjeverozapadnom krilu Petrovačke antiklinale (Šušnjar i Bukovac, 1979).

Jurske tvorevine na površini su determinisane u jugozapadnom i sjeverozapadnom dijelu sliva rijeke Sanice. U Petrovačkom polju i uvali Kozila predstavljene su dolomitima i manje krečnjacima. Te naslage dio su Petrovačke antiklinale, nepropusne su i predstavljaju podzemnu razvodnicu sliva Sanice. U sjevernom dijelu sliva tvorevine iz razdoblja jure predstavljene su krečnjacima sa značajnim udjelom dolomita (Jurić, 1977).

Najveće rasprostranjenje u slivu rijeke Sanice, imaju tvorevine iz razdoblja krede (zastupljene na oko 70% površine sliva). Iz razdoblja prije senona datiraju karbonatne facije,

a u senonu nastaju flišoliki sedimenti i talože se dalje u paleocen-eocenu. Normalni marinski režim plitkovodne karbonatne sedimentacije u ranijem razdoblju i tokom kredne periode održavan je dugotrajnim subsidencijskim pokretima. Emerzione faze tokom ove periode označene su nastankom boksita. Utvrđeno je da sedimenti kredne periode, uglavnom, imaju prostorni i vremenski kontinuitet sedimentacije (Vrhovčić i Mojićević, 1983; Šušnjar i Bukovac, 1979). Donjokredne tvorevine odlikuju veći dio Krasuljske i Hrustovačke zaravni, Čelić kose, veći dio Grmeča i Sretice, te Bravskog polja. Dominantno su predstavljene krečnjacima, a mjestimično dolomitima i brečama. Gornjokredne tvorevine odlikuju hipsometrijski viši dio masiva Grmeč i dio su složene Grmečke sinklinale. Predstavljene su flišolikim i flišnim tvorevinama, odnosno krečnjacima, konglomeratima, brečama, laporima i pješčenjacima.

Paleocen-eocenske flišne tvorevine se nalaze u jezgru sinklinalne strukture Grmeča, odnosno hipsometrijski višim dijelovima masiva Grmeč. Predstavljaju posljednje istaložene tvorevine u marinskim uvjetima prije nego li je došlo do izdizanja terena i sužavanja sedimentacijskog prostora. Razvoj klastitnih naslaga Grmeča karakteriziran je ritmičkom sedimentacijom karbonatnih klastita, te breča, kalkarenita i lapora.

Na nekoliko lokaliteta u Gornjosaničkoj kotlini, dolinskom proširenju rijeke Sanice kod Vrhpolja i Krasuljskoj zaravni nalaze se miocenski slatkovodni sedimenti. Smatra se da su te naslage ostatak destruiranog neogenskog basena. Petrografski su predstavljene krečnjacima, laporcima, pješčenjacima i glinama sa ugljom. U dolinskim proširenjima Sanice i njenih pritoka nalaze se deblji aluvijalni sedimenti sačinjeni od šljunka, pijeska i mulja. Na strmim padinama Čelić kose i Ošljaka nalaze se siparišni i proluvijalni sedimenti. U donjem dijelu toka Sanice i vrelskoj zoni Smoljanske rijeke nalaze se i recentne naslage sedre (Džaferagić, 2016).

Sliv rijeke Sanice nalazi se u kontaktnoj zoni makrotektonskih jedinica Vanjski i Središnji Dinaridi. Kontakt te dvije tektonske jedinice obilježava navlaka Ključa kojom su tvorevine koje pripadaju tektonskoj jedinici Središnji Dinaridi, sa sjeveroistoka, navučene na tvorevine jedinice Vanjski Dinaridi, odnosno masiv Grmeč. Tektonski procesi ubiranja, navlačenja i rasjedanja tokom geološke prošlosti bili su vrlo intenzivni. Ubiranjem su nastale velike antiklinale i sinklinale, koje uglavnom nisu konformne sa reljefom. Te strukture naknadno su, intenziviranjem radialne tektonike, značajno rasjedane i razlomljene na manje blokove. Značajniji rasjedi su Sanica-Ključ-Medna, kojim je dominantno predisponiran nastanak Gornjosaničke kotline, te rasjed Bravsko-Gornji Ribnik, kojim je predisponiran nastanak Bravskog polja (Vrhovčić i Mojićević, 1983; Šušnjar i Bukovac, 1979).

GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA

Geomorfološko proučavanje istraživanog područja zasnovano je na morfolofskom, morfometrijskom, morfogenetskom i morfohronološkom pristupu, u okviru geomorfoloških poddisciplina. Za potrebe ovog rada istraživanje je ograničeno na morfometrijsku i morfogenetsku analizu reljefa. Na osnovu toga definisana su osnovna morfološka obilježja reljefa.

Morfometrijska obilježja Morphometry characteristics

Morfometrijskom analizom reljefa sliva rijeke Sanice obuhvaćena je analiza primarnih morfometrijskih parametara - visinskih odnosa (hipsometrije), zatim nagiba i vertikalne raščlanjenosti reljefa, te analiza ekspaniranosti reljefa, koji definiraju morfologiju terena. Najviša tačka predstavljena trigonometrijskom tačkom 1605 m (Crni vrh, planina Grmeč) i najniža tačka predstavljena kotom 177 m (ušće Sanice u Sanu) ukazuju na visok razmah (amplitudu) reljefa sliva rijeke Sanice (1428 m) i izraženu reljefnu dinamiku (horizontalno rastanje između najviše i najniže tačke oko 18,81 km). Sliv Sanice odlikuje pretežno niskoplaninski reljef (oko 52% sliva) koji obuhvata hipsometrijski pojas od 500 do 1000 m nadmorske visine. U tom hipsometrijskom pojasu nalaze se zavale polja i uvala u kršu, te vršni dijelovi pojedinih hrbata i niži dijelovi masiva. Značajan dio sliva (oko 20%) odlikuje brdski ili pretplaninski reljef. Obuhvata hipsometrijski pojas od 200 do 500 m i odnosi se na predgorske stepenice, niske zaravni u kršu i pobrđa. Prema hipsometrijskim obilježjima, primjereno hipsometriji reljefa Bosne i Hercegovine, istraživano područje odlikuje dominantno planinsko-brdski reljef.

Nagib padina smatra se često najvažnijim parametrom reljefa. Sa geomorfološkog aspekta nagib padina predstavlja pokazatelj potencijalnog intenziteta djelovanja egzogeomorfoloških procesa. Analiza strukture nagiba terena, ukazuje da preovladavaju blaže nagnute padine. Prema nagibu najveći dio područja zahvataju padine druge kategorije nagiba (3 do 5°) i to oko 28% sliva. Kao i subhorizontalne padine obilježene su preovladavajućim akumulacijskim procesima. Blago nagnute padine (vrijednosti nagiba od 6 do 12°) obilježavaju značajan dio sliva i uglavnom su obilježje rubnih dijelova zavala polja i zaravni u kršu. Obilježavaju ih destruktivski padinski i fluviodenudacijski procesi kojima nastaju klizišta i odroni, točila i jaruge. Padine četvrte (vrijednosti nagiba padina od 13 do 32°) i prve kategorije gotovo su podjednako zastupljene. Subhorizontalne padine i zaravnjene plohe (0 do 2°) obilježje su dolinskih proširenja rijeke Sanice i njenih pritoka, te središnjih dijelova zavala i uvala u kršu, te djelomično i zaravni u kršu. Vrlo strme padine (33 do 55°) obilježje su područja intenzivnijeg rasjedanja. Padine navedenog intervala vrijednosti nagiba dominantno obilježavaju padine Čelić kose i Ošljaka prema Gornjosaničkoj kotlini, kanjon Sanice, vrelsku zonu Sanice i djelomično grebene masiva Grmeč, na kojima su izraženo osipanje, pa su oblikovane tanje ili deblje osuline i siparski konusi. Izrazito vrlo strme padine, vrijednosti nagiba preko 55°, arealno su također vezane za prethodno spomenuta područja.

Vertikalna raščlanjenost reljefa je komponenta ukupne reljefne raščlanjenosti. Morfološka odrednica vertikalne raščlanjenosti reljefa predstavlja visinsku razliku između najviše i najniže tačke, na određenoj jedinici površine. Sa geomorfološkog aspekta predstavlja parametar intenziteta razvoja geomorfoloških procesa. Najmanja (6 m/km²) i najveća (518 m/km²) utvrđena vrijednost vertikalne raščlanjenosti, ukazuju da u istraživanom području nema zaravnjenog, niti vrlo izrazito raščlanjenog reljefa. Korelacijom sa vrijednostima nagiba padina, zapaža se da akumulacijski procesi preovladavaju i u području druge kategorije vertikalne reljefne raščlanjenosti, a u ostalim uglavnom denudacijski procesi. Prostorno najveću površinu (72,4%) obuhvata teren četvrte (vrijednosti od 101 do 300 m/km²) kategorije vertikalne raščlanjenosti, pa je reljef najvećeg dijela sliva rijeke Sanice umjereno raščlanjen. Blago raščlanjen reljef (od 31 do 100 m/km²) također obilježava

značajan dio sliva i to uglavnom najveći dio zaravni u kršu, dno Gornjosaničke kotline, te rubne dijelove zavalu polja (Bravsko, Petrovačko) i prostranih uvala (Bravsko) u kršu. Izrazito raščlanjen reljef (vrijednosti raščlanjenosti od 301 do 800 m/km²) odlikuje uglavnom kontaktnu zonu Gornjosaničke kotline sa okolnim hrbatima i masivom Grmeč (Džaferagić, 2016). Tako izražene vrijednosti vertikalne raščlanjenosti obilježene ustrmljenim padinama na kojima su izraženi destruktivski padinski procesi posljedica su izraženog neotektonskog razlamanja i denudacijskog preoblikovanja terena.

Važan parametar reljefa je i ekspaniranost padina. Pod ekspanzijom se podrazumijeva položaj strane oblika reljefa čiji je pravac izohipsi upravan na pravac određene strane svijeta. Ekspaniranost padina utiče na intenzitet geomorfoloških procesa. Neekspanirane (bez izražene ekspanzije) zaravnjene plohe obuhvataju oko 11% ukupne površine sliva Sanice. Sjeverno (od 0 do 22,5° i od 337 do 360°) orijentirane padine prostorno su najzastupljenije (21% ukupne površine sliva) iz razloga što su osojne padine uglavnom blaže i duže od prisojnih. Nepogodne padine hladne (S) i umjereno hladnih (SI, SZ) ekspanzija odlikuju 39,34% istraživanog područja. Posljedica je to prostornog položaja sliva Sanice, odnosno morfostrukturnih reljefnih

obilježja. Padine neutralnih ekspanzija (I,Z) odlikuju 18,52% istraživanog područja. Padine vrlo tople (J) i toplih (JI, JZ) ekspanzija odlikuju 30,81% sliva Sanice. Prisojne padine obilježavaju uglavnom destruktivski denudacijski procesi. Ustrmljene padine Čelić kose prema Gornjosaničkoj kotlini obilježavaju više metara debeli proluvijalni zastori i siparišni konusi. Na njihov razvoj, uz nagib padina, vrlo značajno je utjecala i ekspaniranost padina.

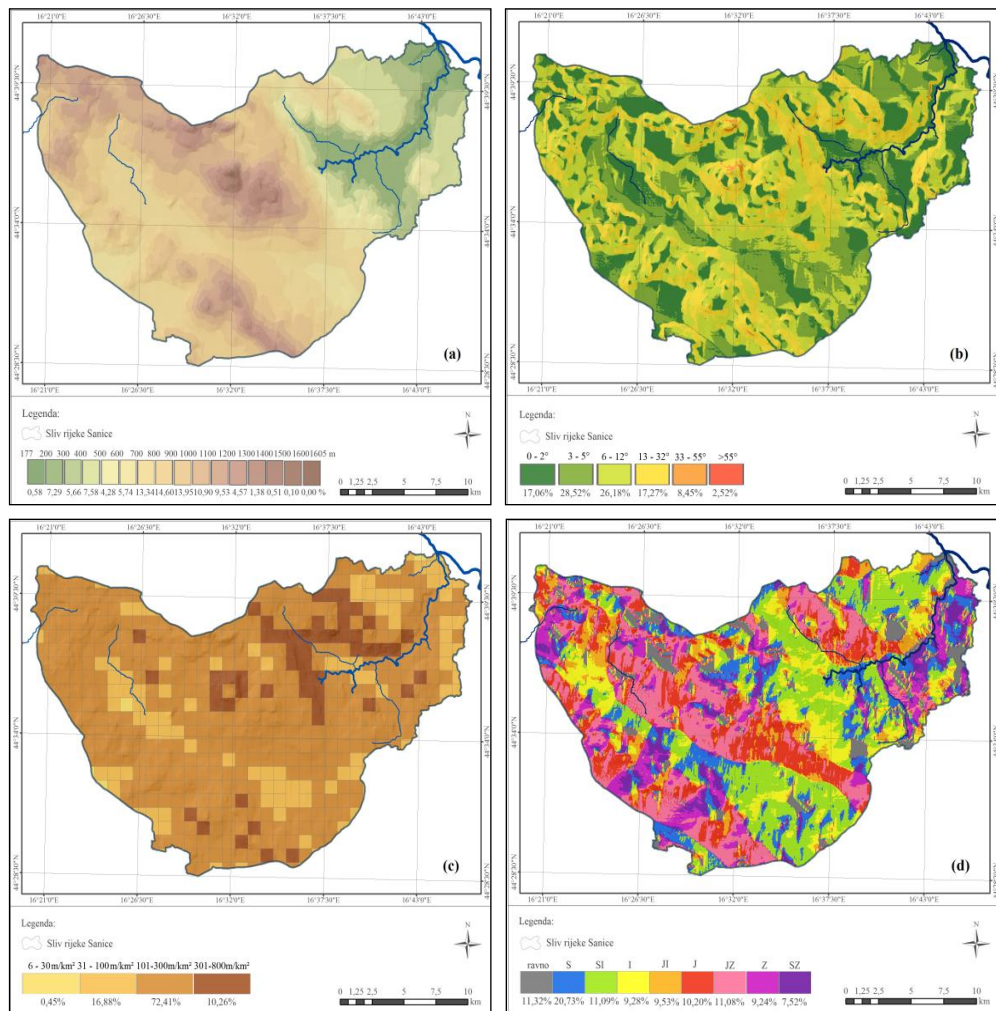
Morfofenetski tipovi reljefa **Morphogenetic types of relief**

Sliv rijeke Sanice obilježava više morfofenetskih tipova reljefa. Poligenetičnost većine reljefnih oblika uslovljava je poteškoće prilikom prostornog determinisanja i izdvajanja genetskih tipova reljefa. Prema dominantnom geomorfološkom procesu u slivu Sanice izdvojeni su krški, fluviookrški, padinski, fluvijalni i sufozoni tip reljefa.

Padinski reljef prostorno je najmanje zastupljen (1,85% površine sliva) i dominantno oblikuje subvertikalne padine Čelić kose i Ošljaka prema Gornjosaničkoj kotlini. Padinski procesi razvijeni su na klastičnijim sedimentima, strmo nagnutim, prisojnim i vegetacijski ogoljelim padinama. Strme padine Čelić kose i Ošljaka obilježavaju vrlo markantna točila na čijim završecima su, deponovanjem koluvijalnog materijala, obrazovani siparski konusi i osuline, debljine više metara. Na padinama pomenutih uzvišenja nalaze se i jaruge sa proluvijalnim plavinama i zastorima u položenijim dijelovima padina. Padinski procesi kličanja, odronjavanja i puženja razvijeni su na permotrijaskim i miocenskim klastitima sa značajnijim učešćem glina. Obilježje su gornjih slivova Biljanske i Saničke rijeke. Najčešći oblik padinskog reljefa u tim područjima su klizišta. Razvijaju se na strmim padinama diseciranim uskim i koritastim potočnim dolinama. Njihov postanak najčešće je antropogeno iniciran. Dugotrajnim djelovanjem padinskih procesa, u uvjetima izraženije tektonske stabilnosti, oblikovani su pedimenti (pretplaninske ili predgorske stepenice) i blage kosine u podnožju uzvišenja. U istraživanom području pedimenti su najmarkantniji u obodnim dijelovima Gornjosaničke kotline, odnosno u kontaktnoj zoni kotline sa okolnim hrbatima i masivom Grmeč (Temimović, 2009).

Fluvijalni reljef se oblikuje djelovanjem stalnih linijskih tokova na nerastvorljive stijenske mase. Prema mehanizmu procesa razlikuje se fluvioerozijski i fluvioakumulacijski reljef.

Oblici nastali isključivo fluvijalnom erozijom zapravo ne postoje jer su poligenetski. Za razliku od navedenog fluvioakumulacijski reljef, kojeg determinišu aluvijalne ravni nastale dominantno fluvioakumulacijskim procesom, prostorno je mnogo lakše izdvojiti. Iako su fluvioakumulacijski procesi dominantni na tek oko 2,41% (ili 12,51 km²) istraživanog područja, fluvioakumulacijski reljef je, s aspekta antropogene iskoristivosti, najvrijedniji. Riječno korito je osnovni oblik fluvijalnog erozivnog procesa.



Sl. 2. Karte sliva: (a) hipsometrijska, (b) nagiba, (c) vertikalne raščlanjenosti reljefa i (d) ekspozicija reljefa
 Fig. 2. Hypsometric map (a), slope map (b), vertical relief dissection map (c) and aspect map (d) of the study area

Korito Sanice, prema liniji uzdužnog profila, uglavnom je usaglašeno. Manji prelomi u koritu uzrokovani su pojavom akumulacijskih fluviokrških sedrenih barijera (pragova) sa slapovima.

Iza sedrenih barijera su obrazovana manja protočna jezera, što utječe na smanjenje brzine toka i smanjen intenzitet fluvijalne erozije. Dubinska erozija preovladava u vreloskoj zoni i kanjonu Sanice. U većem dijelu toka je dominantna bočna fluvijalna erozija, koja se odražava podsijecanjem obala i širenjem korita. Veći fluvioerozijski oblici u reljefu su riječne i potočne doline. Dolina Sanice je kompozitna i perpendikularno usmjerena prema dolini Sane. Obilježena je sukcesijom zavalsko-kotlinskih proširenja i klisurasto-kanjonskih suženja. Najveće dolinsko proširenje je Gornjosanička kotlina. U srednjem i donjem dijelu toka dolina Sanice je klisurasto-kanjonska, duboko usječena između Krasuljske i Hrustovačke krške zaravni. Fluvioakumulacijski procesi obilježje su dolinskih proširenja. U istraživanom području postoji više aluvijalnih ravni oblikovanih uz riječna korita većih vodotoka. Najveće aluvijalne ravni su Saničko polje i Polje u Gornjosaničkoj kotlini. Uz tok Sanice, nalaze se i aluvijalne ravni Potkosa kod Pištanice, Bare kod Vrhpolja i Sastavci na ušću rijeke Sanice u Sanu. Aluvijalne ravni sa tanjim aluvijem odlikuju i dna Bravskog i Petrovačkog polja.

Krška morfoskulptura je najzastupljenija u slivu rijeke Sanice (obuhvata oko 83,66% ili oko 430,20 km²) (Džaferagić, 2016). Krš istraživanog područja obilježavaju različiti genetski i morfološki tipovi krša. Shodno razvijenosti krških oblika, preovladava holokrš. Iz razloga što prostorno dominira pokriveni krš egzokrški mikroreljefni oblici su rijetki. Pretpostavlja se da se kamenice oblikuju i subkutnom korozijom ispod pedološkog sloja, pa ih je teško uočiti. Reprezentativne kamenice determinisane su u području naselja Smoljana i Krnja Jela u jugozapadnom dijelu sliva. Za razliku od kamenica, škrape su nešto češći krški oblici. Dominiraju mrežaste škrape, a na nekoliko lokaliteta prilikom terenskih istraživanja u okolini naselja Krnja Jela uočene su i rebraste škrape manjih dimenzija. Vrtače (lokalni naziv dolinice, dokice) su u istraživanom području najčešći egzokrški reljefni oblik i ujedno indikator prostorne zastupljenosti krša. Prostorno najveća koncentracija vrtača je u zapadnom dijelu Hrustovačke zaravni (preko 90 vrtača po km²), a nešto manja u obodnim dijelovima Bravskog polja te u dijelu Petrovačkog polja koji pripada istraživanom području. Pomenuta područja, zbog izražene brojnosti vrtača (broj pojava preko 40 po km²) imaju obilježja pokrivenog boginjavog krša. Prosječan broj vrtača u slivu rijeke Sanice iznosi oko 24 po km² (Džaferagić, 2016). Prema genezi većina vrtača pripada tipu normalnih vrtača. One imaju i aktivnu hidrogeološku funkciju (sitasti ponori), a njihova dna često su prekrivena crvenicom. Prema morfološkom izgledu preovladavaju tanjuraste i ljevkašte vrtače, odnosno okruglaste i ovalne vrtače. Tipski primjeri manjih ljevkastih vrtača obilježavaju prostranu uvalu i polje u kršu Bravsko. Uvale su veći egzokrški oblici reljefa. U istraživanom području postoji više međuplaninskih i unutarplaninskih uvala. Najveće uvale su Bravsko, Majdanska, Kozila, Uvalica, Kotao i Palež. Uvala Bravsko orografski razdvaja morfostrukture planina Grmeč i Snetica, a uvala Kozila planinske morfostrukture Snetice i Klekovače. Većina uvala je rasjedno predisponirana i poligenetski oblikovana. Dominiraju ovalno izdužene i dinaridski orijentirane uvale, blago iskošenih strana, nagnutog i zaravnjenog dna. Većinu uvala obilježava prisutnost većeg broja vrtača po njihovom dnu, a naročito po obodu.

U slivu rijeke Sanice nalaze se dva polja u kršu: Bravsko polje i krajnji jugoistočni dio Petrovačkog polja. Bravsko polje razdvaja planinske morfostrukture Grmeča na sjeveroistoku i Snetice na jugozapadu. Petrovačko polje sa jugoistoka uokviruje planina Snetica.

Nastanak Bravskog i jugoistočnog dijela Petrovačkog polja rasjedno je predisponiran. Područje koje obuhvataju je obilježeno reljefnom inverzijom. Prema tome, zavale polja u kršu su oblikovane na mjestima destruiranih antiklinala (Vrhovčić i Mojićević, 1983; Šušnjar i Bukovac, 1979). Pored toga što je njihov postanak i razvoj tektonski preduvjetovan, brojni egzogeomorfološki procesi utjecali su na njihovu morfoevoluciju. U savremenom razdoblju korozija je dominantan proces kojim se oblikuju. Središnje dijelove polja odlikuje fluvioakumulacijski reljef, jer polja u kršu predstavljaju lokalne erozijske bazise okolnih uzvišenja. Kroz sjeverozapadni dio Bravskog polja protječe Smoljanska rijeka, a kroz jugoistočni dio Petrovačkog polja potok Ograđenica. To su periodični alogeni vodotoci koji se formiraju na flišu ili dolomitnom pacijensu, održavaju se tankom na aluviju u razdobljima povećanog protjecaja i poniru na kontaktu sa ispucalim karbonatima.

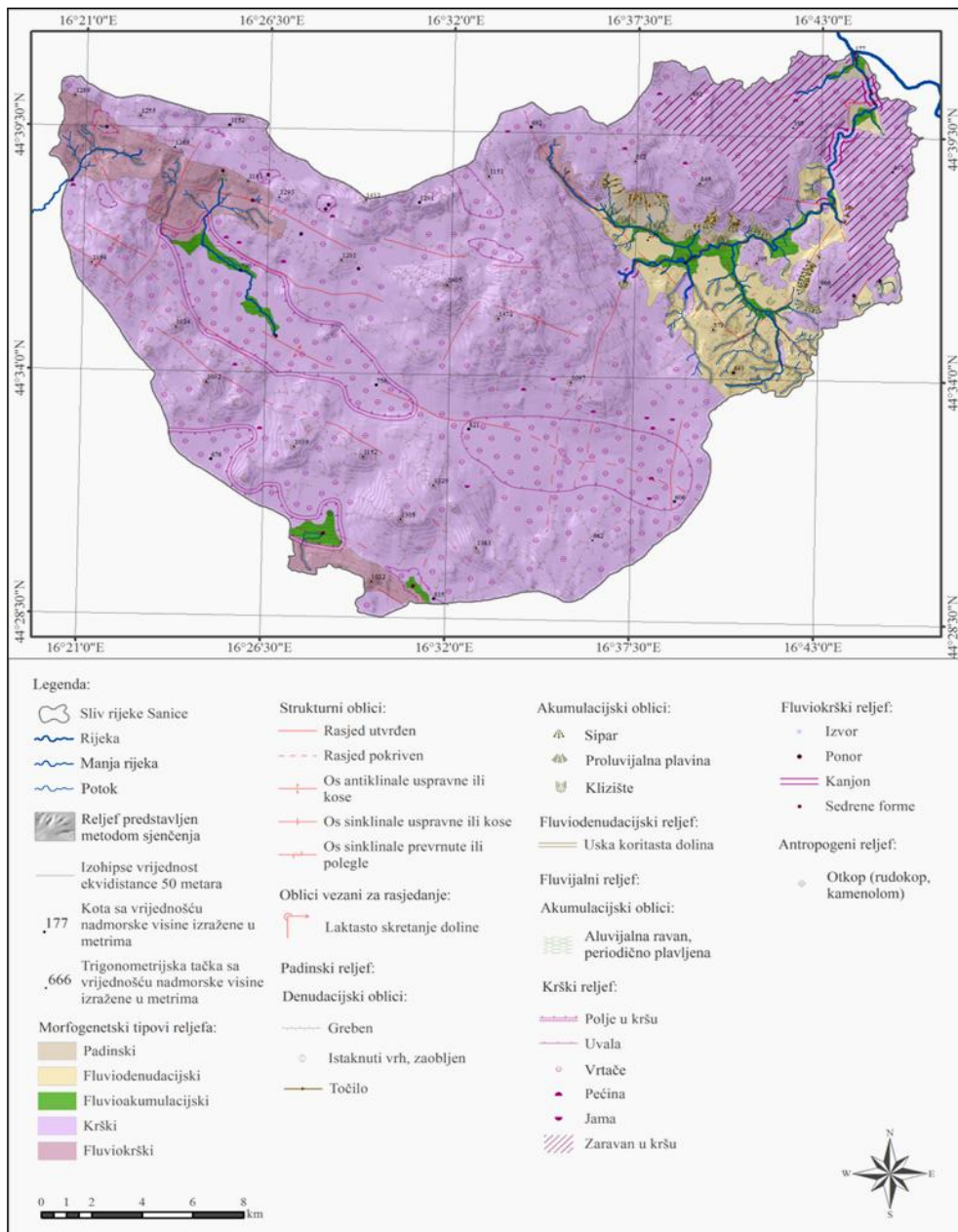
U sjevernom dijelu istraživanog područja nalaze se dijelovi prostranih zaravni – Krasuljske i Hrustovačke zaravni. Prostorno manji zaravnjeni oblici nalaze se u rubnim dijelovima masiva Grmeč (npr. površ Tavan). Prema položaju u odnosu na susjedne hrbate, Hrustovačka zaravan se smatra i pretplaninskom stepenicom, a Krasuljska više samostalnom zaravni. Strukturno-geološka analiza sklopa područja kojeg zaravni obuhvataju ukazuje da je njihova morfogeneza, najvjerovatnije, uslovljena navlačnom tektonikom. Krasuljska i Hrustovačka zaravan, oblikovane su u mezozojskim karbonatima i disecirane su kanjonastom dolinom Sanice. Mnoga manja okršena uzvišenja, pregrade, vrtače, uvale i suhe doline uvjetuju reljefnu raščlanjenost na mikroplanu (Džaferagić, 2016).

U slivu rijeke Sanice se nalaze nekoliko desetaka speleoloških objekata. Svojim dimenzijama se ističe jama Jojkinovac kod naselja Bravsko dubine preko 460 m, koja se do otkrića jame Nevidna Voda na Dinari (dubine 654 m), smatrala najdubljom u Bosni i Hercegovini. Speleološka istraživanja, kojima je određena dubina jame, obavili su članovi speleološkog društva „Novo mesto“ iz Slovenije osamdesetih godina prošlog stoljeća. Jamski kanal je vertikalni i subvertikalni do dubine od oko 420 m kada postaje gotovo horizontalan (Bučar, 1992). Pećine su u odnosu na jame brojnije. Najznačajnija i najpoznatija je Hrustovačka pećina koja predstavlja i značajno arheološko nalazište. Pećina se nalazi u blizini naselja Hrustovo, južno od vrela Glibaje. Sastoji se od dva pećinska kanala i to glavnog, dužine oko 725 m, i sporednog, dužine oko 1492 m (Lajovic i Malečkar, 1983). Veličinom se još izdvajaju i Vrana, Dvogrla i Čelička pećina na Čelić kosi, te Ledenica, Racina, Banjčeva, Tunelska, Dragišića i Božića pećina u sklopu masiva Grmeč.



Sl. 3. Šivićevo jezero
Fig. 3. Šivićevo lake

Fluviokrški reljef obilježava gornje dijelove slivova Suhaje, Smoljanske rijeke, Saničke Rijeke, te potoka Ograđenica i Kozilska Slatina. Oblikovan je na slabije otopivim karbonatima (grusifikovanim dolomitima, laporima, laporovitim krečnjacima) koji su, prema hidrogeološkoj funkciji, pretežno vodonepropusne stijene. To se odrazilo na postojanje relativno guste mreže površinskih tekućica u navedenim područjima. Fluviokrškim oblicima smatraju se kanjoni i klisure. Najmarkantniji je kanjon Sanice dužine oko 2 km i dubine preko 100 metara.



Sl. 4. Geomorfološka karta sliva rijeke Sanice izrađena u izvornom mjerilu 1:100.000 na morfogenetskom principu pomoću softvera ArcGIS, ArcView 10.1

Fig. 4. Geomorphological map of the Sanica River basin made in the original scale of 1:100.000 by morphogenetic principle using the software ArcGIS, ArcView 10.1

Reprezentativan primjer slijepe doline je dolina Smoljanske Rijeka koja ponire u Bravskom polju. Pojava izdašnih krških vrela u istraživanom području uvjetovana je kontaktom kolektorskih sa izolatorskim stijenama. Navedeni kontakt vrlo je markantan i obilježen pojavom više vrela u obodnim dijelovima Gornjosaničke kotline. Vrela Sanice i Korčanice su najizdašnija u istraživanom području. Vrela Sanice su međusobno povezana i čine sistem vrela koja se nalaze u više hipsometrijskih nivoa. Sistem vrela se sastoji od neaktivnih (pećina na odsjeku iznad Saničkog jezera), periodično aktivnih (Saničko jezero, Varda) i stalno (Sanica) hidrološki aktivnih vrela (Džaferagić, 2016). Fluviokrško korito donjeg toka Sanice obilježavaju sedreni otočići i barijere sa pojavama slapova, kaskada i brzaka. Najmarkantnije su barijere kojima je obrazovan Sanički buk i slapovi na ušću Sanice u rijeku Sanu.

U slivu rijeke Sanice nalaze se oblici sufozionih udubljenja, koje lokalno stanovništvo naziva abezima. Sličnih su morfogenetskih i morfografskih obilježja kao urušne vrtače. Dva veća abeza su formirana u obodnom, sjevernom, dijelu Gornjosaničke kotline. Nalaze se na lokalitetima Zolaci i Brkići, međusobno udaljeni oko 2,5 km. Formirani su uz dislokaciju (rasjed) koji razdvaja dvije potpuno divergentne geološke formacije. Rasjednu zonu obilježava alohona tektonika kojom su gornjotrijaski sedimenti prevučeni preko permotrijaskih (Vrhovčić i Mojićević, 1983). Sufoziono udubljenje Šivićevo jezero nastalo u novembru 2013. godine je promjera oko 45 m i pretpostavljene dubine veće od 70 m.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Provedenim istraživanjem je utvrđeno da je razvoj reljefa u slivu rijeke Sanice prvenstveno uvjetovan geološkom građom. Procesi ubiranja, navlačenja i rasjedanja uvjetovali su postanak morfostruktura. Za oblikovanje morfoskulptura od primarne važnosti je litološki sastav terena. Zbog preovladavajućeg krečnjačkog sastava i ispucalosti stijena preovladava krški reljef kojeg obilježava polimorfija oblika. Pojedini krški i prijelazni fluviokrški te sufozioni reljefni oblici su raritetni (Šivićevo jezero, sedrene barijere) i vrlo reprezentativni (Bravsko polje kao primjer zelenog boginjavog krša, sistem vrela Sanice, jama Jojkinovac). Geomorfološki kompleks, koji se odnosi na sliv Sanice, osim navedenog obilježava i padinski, fluviodenudacijski i fluvioakumulacijski reljef. Padinski procesi osipanja i urušavanja najizraženiji su na ustrmljenim prisojnim padinama Čelić i Saničke kose na kojima se zapažaju velika točila i siparske osuline i konusi. Procesi kliženja u kombinaciji sa fluvijalnom erozijom osnovni su procesi kojim se oblikuje fluviodenudacijski reljef koji je razvijen u slivovima Biljanske i Saničke rijeke. Fluvioakumulacijski reljef je predstavljen aluvijalnim ravnima koje se nalaze uz tok rijeke Sanice i njenih većih pritoka te Bravskom i Petrovačkom polju.

Morfometrijska obilježja reljefa odraz su djelovanja strukturnogeomorfoloških i egzogeomorfoloških procesa. Analiza primarnih reljefnih parametara ukazuje da preovladava planinsko-brdski reljef koji se odlikuje umjerenom reljefnom dinamikom. Analizom vertikalne raščlanjenosti reljefa je utvrđeno da prostorno dominira umjereno raščlanjen reljef te da u istraživanom području nema zaravnjenog i vrlo izrazito raščlanjenog reljefa. Područja izraženije vertikalne raščlanjenosti i nagiba padina odlikuje visoka energija reljefa, te su obilježena destruktivnim padinskim procesima. Prostorne razlike kvantitativnih vrijednosti geomorfoloških parametara moguće je pratiti na predstavljenim analitičkim geomorfološkim kartama. Poređenjem sa geomorfološkom kartom moguće je predvidjeti

donekle i razvoj određenih geomorfoloških procesa na određenom području. Predstavljena geomorfološka karta može poslužiti za potrebe prostornog planiranja i valorizacije geografske sredine u različite svrhe.

Literatura i izvori:**Literature and sources:**

- Bučar, Z., 1992: Pregled jamarskih raziskav na planini Grmeč = Pregled speleoloških istraživanja na planini Grmeč, Dolenjski kras, 3, 52-57.
- Džaferagić, A., 2016: Geomorfološka obilježja sliva rijeke Sanice, Diplomski rad, Odsjek za geografiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo
- Jurić, M., 1977: Osnovna geološka karta 1:100.000, Tumač za list Prijedor, Savezni geološki zavod, Beograd
- Lajovic, A., Malečkar, F., 1983: Jama Hrustovača pri Sanskem Mostu - predlog turistične ureditve = Pećina Hrustovača kod Sanskog Mosta – prijedlog turističkog uređenja, Naše jame, 25, 41 - 44.
- Projekat zaštite izvorišta vode za piće Sanica, općine Bosanski Petrovac i Ključ, Rudarski institut, Tuzla, 2005.
- Šušnjar, M., Bukovac, J., 1979: Osnovna geološka karta 1:100.000, Tumač za list Drvar, Savezni geološki zavod, Beograd
- Temimović, E., 2009: Rijeka Sana-potamološka studija, Goldprint, Ključ
- Vrhovčić, J., Mojićević, M., 1983: Osnovna geološka karta 1:100.000, Tumač za list Ključ, Savezni geološki zavod, Beograd

SUMMARY

RELIEF CHARACTERISTICS OF THE SANICA RIVER BASIN

Emir Temimović

University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
emirtemimovic@yahoo.com

Ahmed Džaferagić

Student of Master studies
Biljani bb, Ključ, Bosna i Hercegovina
ahmed_dz@windowslive.com

The aim of the research was to determine and present the basic features of relief in the Sanica river basin. Methods such as geomorphological analysis and synthesis were used during the research. Based on data obtained by cabinet and field research, a large scale geomorphological map was made and presented.

The Sanica river basin is located in the northwestern part of Bosnia and Herzegovina. The catchment area is limited by surface watershed which is approximately 191 km². Due to the prevailing limestone composition and significant karstification, mismatch between surface and underground watershed is great. Underground water flows towards Sanica river from Bravsko and Petrovac plains, and also from Krasuljska and Hrustovac karst plateaus. Areas of underground drainage cover about 323 km² or 62.91% of Sanica basin, with a total area of 514 km².

Lithospheric complex of the basin area of the Sanica river, in spatial and temporal terms, is very complex. The oldest rocks in the researched area are permotrias sandstone, clay and limestone with gypsum. The most common are creations from the Mesozoic when mainly limestone was precipitated, from which subsequently, by process of dolomitization, dolomites were created. They predominantly characterize the southeastern part of the basin and range of Hrustovačka karst plateau. From the Triassic era date pyroclastic rocks that indicate volcanism in that period. During the Senonian were created flysch-like formations, and during the Paleocene-Eocene period flysch formations that are preserved in the syncline of Grmeč. At several locations in the valley of the River Sanica, Krasuljska and Hrustovačka karst plateau were observed limestones, conglomerates, marl, sandstone and clay with coal from the Miocene period. Recent clastic proluvial and rock-creep deposits are most developed in the north, peripheral part of Gornjosanička basin, and alluvial in the valley of the River Sanica. The Sanica river basin is located in the contact zone of the Outer and Central Dinarides. Contact between these two tectonic units is marked with intensive tectonic processes which have created wrinkled structures, which were subsequently moved.

Morphometric analysis showed that in the Sanica river basin prevails mountainous and hilly relief. Analysis of the structure of the slope angle indicates that milder slopes prevail. Very steep and extremely steep slopes are related to areas of intense faulting. They are marked by destructive slopes and relief forms. Analysis of vertical dissection of the relief indicates that the relief of the study area is characterized by moderate relief dynamics. About 72% of the basin is characterized by moderately articulated relief. Minimum (6 m/km²) and maximum (518 m/km²) amount of vertical diversity, indicate that the study area

doesn't have flattened or very highly articulated relief. Analysis of exposition of slopes indicates that the most frequent are north-exposed slopes. Slopes exposed to the north, northeast and northwest, which are unfavorable, cold and moderately cold slopes, characterize 39.34% of the study area. On the sunny slopes of Čelić and Sanica, towards Gornjosanička basin, are expressed destructive slope processes as a result of the larger temperature amplitudes that are reflected on the disintegration of rocks.

In the Sanica river basin are distinguished karst, fluviokarst, slope, fluvio-denudation, fluvioerosic, fluvial accumulation, sufossion and anthropogenic relief. Slope relief predominantly characterizes sunny slopes like Čelić Kosa, Sanička Kosa and Ošljak. It's marked by notches, ravines, scree and talus cones, and proluvial sediment. Fluvio-denudation relief is most common in the basin of Biljani and Sanica rivers. It is designed on permotrias, triassic and miocene clastics. In the mentioned basins a dense surface network of waterways dendrolic type is developed, and stream valleys are mostly narrow and cupped. Significant influence on the formation of relief in these basins have processes such as rockfall, sliding, leaching and crawling. Fluvial accumulation relief, characterized by alluvial plains, characterizes Sanica valley and its tributaries, and parts of Bravska and Petrovac plain. Karst relief is the most common (about 84%), which is consistent with the geological structure. The characteristic of karst relief is polymorphism and the rare forms. Fluviokarst relief is designed on grusificated dolomites and marl. From fluviokarst forms, especially important are travertine thresholds and islands in the lower reaches of the Sanica river. A characteristic feature of the Sanica river is the existence of rare macrorelief forms generated by the process of sufossion.

Authors

Emir Temimović

Doctor of geographical sciences, associate professor at the Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Editor of the scientific journal *Acta geographica Bosniae et Herzegovinae*; author of 25 scientific papers and three books from the scientific domain of physical geography.

Ahmed Džaferagić

Student of Master studies at the Department of Geography, Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.