Geomorfološka obilježja Moslavačke gore

Mesić, Lorena

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:608962

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb







Lorena Mesić

Geomorfološka obilježja Moslavačke gore

Diplomski rad

predan na ocjenu Geografskom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog zvanja

magistre geografije

Zagreb

2018.

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija Geografija; smjer: Geografski informacijski sustavi pri Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Nevena Bočića.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geografski odsjek

Diplomski rad

Geomorfološka obilježja Moslavačke gore

Lorena Mesić, JMBAG: 0269071904

Diplomski sveučilišni studij *Geografija; smjer: Geografski informacijski sustavi*

ISVU 46

124785 Diplomski rad s obranom

Moslavačka gora nalazi se na prostoru Panonske nizine, između dolina Drave i Save. Cilj istraživanja je pomoću opće i specijalne morfometrijske analize utvrditi osnovne kvantitativne parametre i usporedbom s geološkim podacima donijeti zaključke o njihovoj međusobnoj povezanosti, za što su korištene metode digitalne analize. Na razvoj reljefa značajnije su utjecali geološka građa i tektonski pokreti na što ukazuje tektonska izlomljenost. Uz tektoniku, na razvoj reljefa utjecali su egzogeni procesi denudacije (erozije) i akumulacije materijala.

50 stranica, 26 grafičkih priloga, 10 tablica, 1 prilog, 37 bibliografskih referenci

Ključne riječi: Moslavačka gora, horst, tektonika, rasjedi, Moslavački graniti, drenažna mreža, grebeni

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Neven Bočić

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Neven Bočić
izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić
doc. dr. sc. Mladen Pahernik

Tema prihvaćena: 7. veljače 2017.

Rad prihvaćen: 8. veljače 2018.

Datum i vrijeme obrane: 22. veljače 2018. u 12:00

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geography

Master Thesis

Geomorphological characteristics of the Moslavačka gora hill

Lorena Mesić, JMBAG: 0269071904

Graduate University Study of *Geography: Geographical Information Systems*

ISVU 46

124785 Master thesis with thesis defense

The hill of Moslavačka gora is located between Drava and Sava rivers, in the Panonian lowland. Purpose of this research paper is general and special morphometric analysis which are going to give the results that will be compared with the given geological information. Further, their interconnection will be determined. Digital analysis is going to be the used method. Evolution of Moslavačka gora relief was affected primarily by geological structure and tectonics. Recently, erosion and accumulation of the material predominantly affected shaping the relief.

50 pages, 26 figures, 10 tables, 37 references, 1 inset

Keywords: Moslavačka gora hill, tectonics , faults, Moslavina granite, drainage network, ridge

Supervisor: Neven Bočić, Ph D, Associate Professor

Reviewers: Neven Bočić, Ph D, Associate Professor
Aleksandar Toskić, Ph D, Associate Professor,
Mladen Pahernik, Ph D, Assistent Professor

Thesis submitted: 7 February 2017

Thesis accepted: 8 February 2018

Thesis defense: 22 February 2018 at 12:00

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Dosadašnja istraživanja 2
3. Položaj i prostorni obuhvat 3
3. 1. Geomorfološki položaj 4
3. 2. Orografske značajke 5
4. Geološka građa 7
4. 1. Strukturni sklop i tektonika 7
4. 2. Povijest stvaranja terena 9
4. 3. Litologija i litostratigrafija 9
5. Metode rada i izvori podataka 10
6. Rezultati 14
6. 1. Hipsometrija 14
6. 2. Nagib padina 17
6. 3. Vertikalna raščlanjenost 20
6. 4. Ekspozicija padina 23
6. 5. Zakrivljenost padina 26
6. 5. 1. Profilna zakrivljenost padina 26
6. 5. 2. Planarna zakrivljenost padina 28
6. 6. Grebeni 31
6. 7. Drenažna mreža 33
6. 7. 1. Prvi i drugi Hortonov zakon 38
6. 7. 2. Hipsometrijske krivulje 44
6. 7. 3. Faktor asimetrije drenažnih bazena 44
7. Rasprava 47
8. Zaključak 50
9. Literatura 51
10. Izvori 54
Popis slika VI
Popis tablica VII
Prilog 1: Pregledna geomorfološka karta Moslavačke gore VIII

1. Uvod

Moderna geomorfološka istraživanja reljefa uključuju niz kvantitativno-statističkih metoda za opis i analizu reljefnih oblika i procesa, analizu veza između čimbenika oblikovanja reljefnih oblika te reljefa u cjelini, pritom omogućavajući usporedbu kvalitativnih razlika na temelju kvantitativnih parametara unutar određenog prostora (Pahernik, 2007).

Oblik padina posljedica je niza čimbenika koji su utjecali na njihovu genezu i evoluciju. Analizom pojedinih parametara moguće je kvantitativnim metodama ustanoviti odnos reljefa i tektonskih pokreta te utjecaj egzogeomorfoloških procesa na oblikovanje padine. Dobiveni podaci promatrani u lokalnom okružju najčešće ukazuju na posljedicu djelovanja egzogenih geomorfoloških procesa, a u regionalnom na posljedicu djelovanja endogenih procesa.

Prostor istraživanja je Moslavačka gora. Moslavačka gora je niski masiv s tercijarno-kvartarnim prisojnim i osojnim prigorjem (Magaš, 2013). Smještena je između Save i Drave, točnije 50 kilometara jugoistočno od Zagreba. Ovaj prostor zauzima posebno mjesto u geomorfološkoj regionalizaciji te se ističe svojim geološkim karakteristikama, međutim do sada nije cjelovito geomorfološki analiziran.

Cilj ovog rada je izvršiti opću i specijalnu analizu morfometrijskih pokazatelja reljefa pomoću metoda digitalne analize, odrediti odnose između morfometrijskih pokazatelja, strukturnih i litoloških značajki te izvršiti sintezu svih analiziranih pokazatelja kako bi se dobio uvid u egzogeomorfološke i morfostrukturne značajke područja.

2. Dosadašnja istraživanja

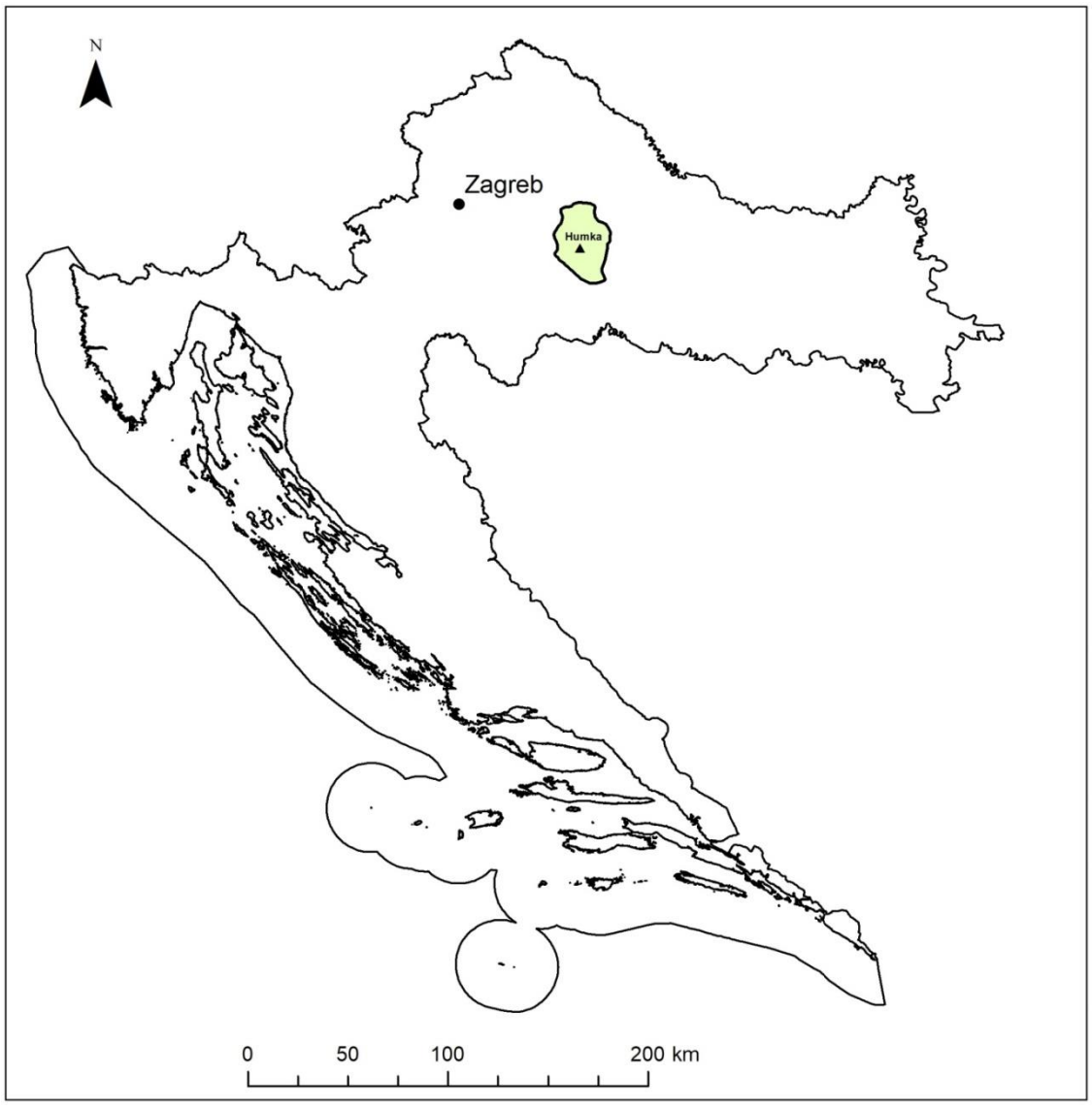
Prvi podaci vezani za Moslavačku goru potječu iz Austro – Ugarske Monarhije. F. Koch (1889) objavio je preglednu kartu masiva. Lj. Vukotinović (1852) izradio je prvu geološku skicu Moslavačke gore s izdvojenim granitima i gnajsevima. F. Tućan (1904) pisao je o pegmatitima u kristaliničnom kamenju Moslavačke gore. F. Ožegović (1951) je konstatirao na temelju dubokih bušotina da u zapadnom dijelu Moslavačke gore nedostaju paleozoik, mezozoik i veći dio paleogena, a da su na staroj kristalinskoj masi naslage oligocena s paludinskim naslagama. Granitne stijene Moslavačke gore poznate su dugo vremena, a prvi su ih spomenuli H. Wolf (1862) i M. Kišpatić (1889) koji ih je najdetaljnije obradio. Suvremena istraživanja vezana za Moslavačku goru uglavnom su koncentrirana na njena geološka obilježja. Jurković (2003) je u sklopu znanstvenog rada o metalogenije južne Tisije analizirao Moslavačku goru. Jamičić i Crnko (2009) opisali su kompleks metamorfnih stijena Moslavačke gore. Starijaš i dr. (2010) obradili su kristalinski masiv Moslavačke gore i njen geokronološki, geokemijski i metamorfni okvir.

U okviru geomorfologije, Moslavačka gora je neznatno obrađena. Bognar (2001) je u svojoj geomorfološkoj regionalizaciji odredio njen položaj te ju naveo za primjer u sklopu knjige Prethodna geoekološka karakterizacija preferentnih lokacija za odlagalište nisko i srednje radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj (1999). Husnjak (2012) je diplomirala radom o geomorfološkim značajkama sjeverozapadnog dijela Moslavačke gore.

S obzirom da je u okviru specijalne geomorfometrije analizirana drenažna mreža, potrebno je naglasiti da je na području Hrvatske proveden niz istraživanja koja uključuju drenažnu mrežu. Samo neka od njih su *Strukturno-geomorfološka analiza tipova dolinske mreže na prostoru sjevernog Velebita* koju je izradila Faivre (1994). Mihljević (1995, 1995A) je napravio analizu reljefnog sustava Istarskog pobrđa i usporedio ga s procesima prekomjerene denudacije. Matoš i dr. (2014) su koristeći morfometrijske podatke drenažne mreže generirane iz DMR-a identificirali tektonski aktivne prostore na Medvednici. Bočić i dr. (2015) analizirali su aktivnu i okršenu drenažnu mrežu Unsko-koranske krške zaravni, a Kvetek i Bočić (2015) su proveli digitalnu analizu drenažne mreže Papuka.

3. Položaj i prostorni obuhvat

Moslavačka gora nalazi se između dolina Save i Drave u središnjoj Hrvatskoj, oko 50 kilometara jugoistočno od Zagreba (sl. 1). Na granici je Sisačko-moslavačke i Bjelovarsko - bilogorske županije. Površina središnjeg izdignutog dijela, čija je nadmorska visina između 200 i 488 metara, iznosi oko 120 km^2, a površina čitavog okolnog prostora, koji je u sastavu Moslavačke gore, iznosi oko 1 300 km^2. Okružena je dolinama nekoliko većih tekućica: Česme na sjeveru i zapadu, Lonje na jugu i Ilove na istoku. Prema Crkvenčiću (1974), dio je mezoregionalne cjeline Lonjsko-ilovske zavale i bilogorske Podravine. Veća naselja koja se nalaze u okvirima Moslavačke gore su Kutina, Popovača, Garešnica, Čazma i Gornja Jelenska. Osim navedenih, ističe se naselje bogate povijesne baštine – Podgarić (sl. 3).



Sl. 1. Položaj Moslavačke gore u okvirima RH

3. 1. Geomorfološki položaj

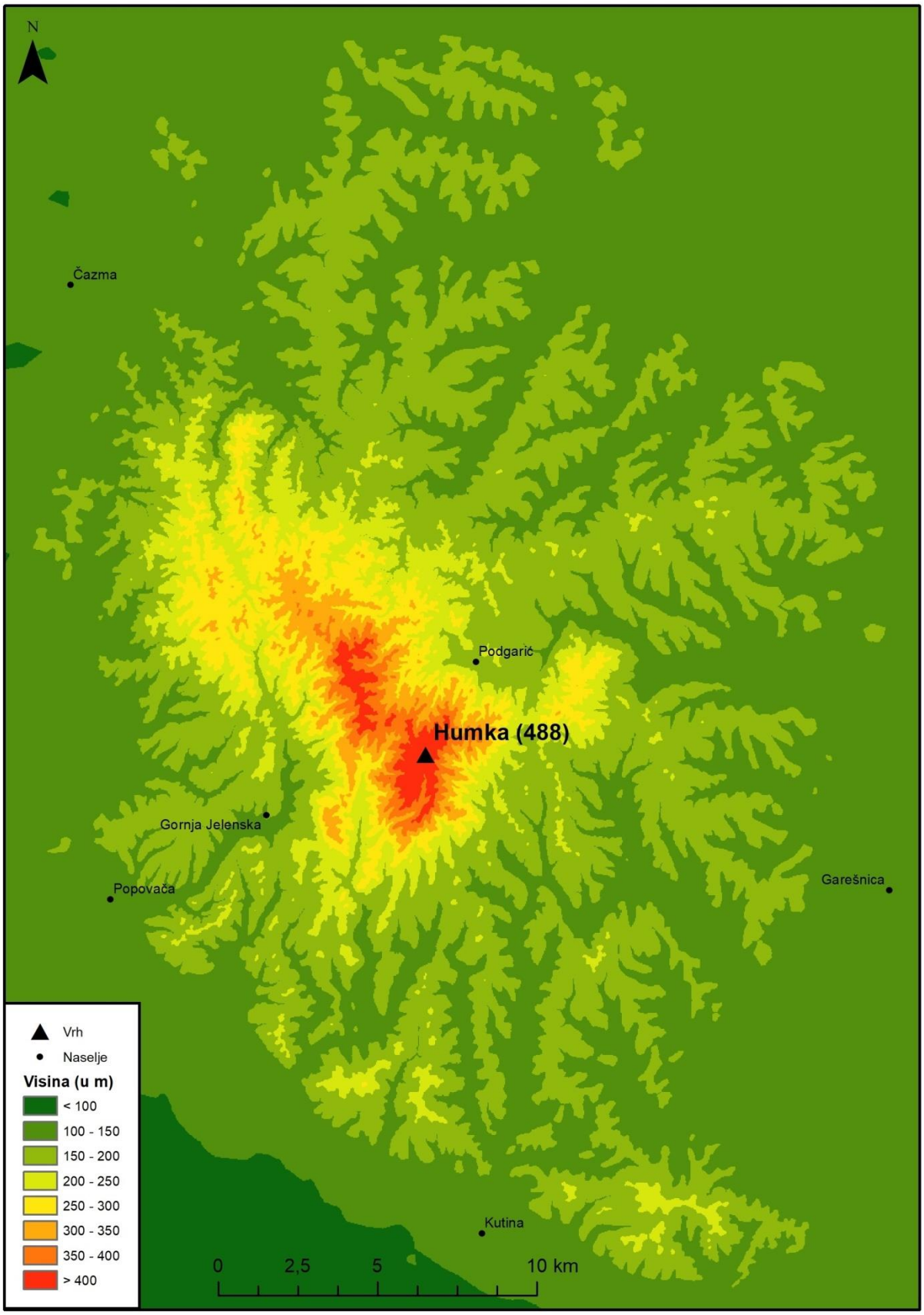
Prema Bognaru (2001) (sl. 2), Moslavačku goru je moguće svrstati u nekoliko geomorfoloških cjelina. Pripada mikroregiji gorskog masiva Moslavačke gore. Geomorfološku mikroregiju čini geomorfološka jedinica reljefa koja se sastoji od morfogenetski jedinstvenih, ali istodobno orografski i litološki nešto heterogenijih morfofacijesnih grupa. Dijeli se na dvije mikrogeomorfološke jedinice: sjeverozapadni i jugoistočni dio. Nadalje pripada mezogeomorfološkoj regiji Moslavačka gora (1.3.3.). Mezogeomorfološka regija je temeljna reljefna jedinica velikih morfoloških cjelina kao što je u ovom slučaju gora. Izdvaja se na osnovu hidro - orografskih, morfoevolucijskih i geoloških karakteristika. Makrogeomorfološka regija unutar koje se nalazi jest Zavala sjeverozapadne Hrvatske (1.3.). To je velika strukturnogeomorfološka regionalna cjelina kojoj je opći geomorfološki razvoj i dinamika, morfoevolucijski gledano, jedinstven. Naposljetku pripada megageomorfološkoj regiji Panonskog bazena (1). Megageomorfološke regije podrazumijevaju velike strukturnogeomorfološke i geotektonske cjeline.



Sl. 2. Položaj Moslavačke gore prema geomorfološkoj regionalizaciji RH (Bognar, 2001)

3. 2. Orografske značajke

Moslavačka gora relativno je nisko reljefno uzvišenje. Najviši vrh Humka ima nadmorsku visinu od 488 m. Najveći dio gore odnosi se na područja čija je nadmorska visina između 150 i 200 m. Središnji, izdignuti dio, visok je od 200 do 400 metara i ističe se u obliku hrpta. Ispresijecana je razvijenom drenažnom mrežom što joj daje rebrasti izgled (sl. 3).



Sl. 3. Hipsometrijska karta Moslavačke gore i okolna naselja

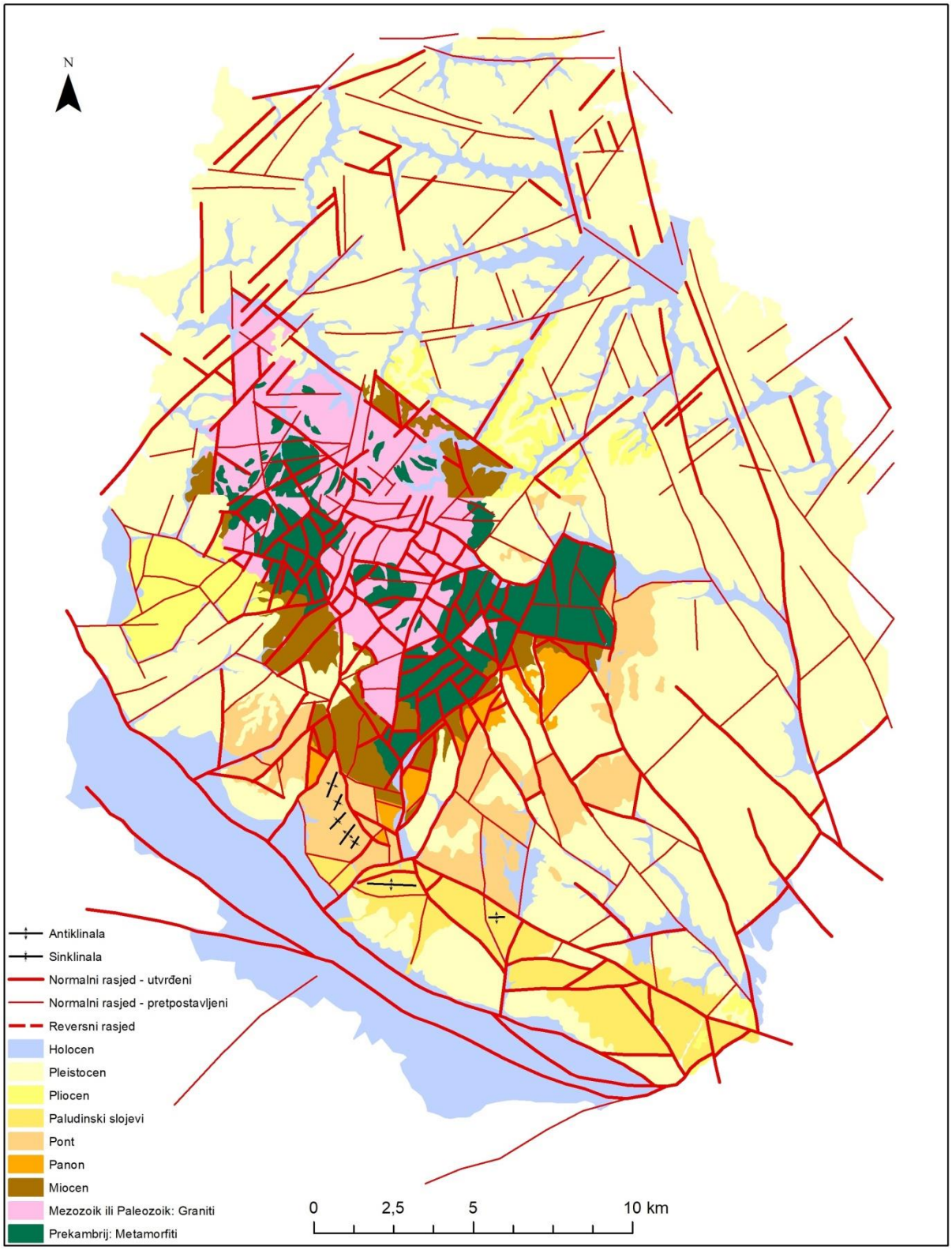
4. Geološka građa

Moslavačka gora geološki je smještena u jugozapadnom dijelu Tisije. Tisija je tektonski fragment odlomljen od južnog dijela europske tektonske ploče tijekom srednjeg dijela Jure. Pruža se u smjeru sjeverozapad – jugoistok, a sastoji od kristalinskog kompleksa te paleogenskih, neogenskih i kvartarnih sedimentnih naslaga južnog dijela Panonskog bazena. U okviru kristalinskog kompleksa prevladavaju razne vrste granita, a najveći dio se pojavljuje zajedno s metamorfnim stijenama (sl. 4). Sami graniti pokrivaju prostor od oko 110 km^2. Baza je formirana od nekoliko blokova, a današnji oblik rezultat je neogenskih tektonskih pomaka (Balen i Broska, 2011).

4. 1. Strukturni sklop i tektonika

Prostor gore pripada dijelu geotektonske cjeline koja je smještena između tektonskih graba Save i Drave. Najčešće se svrstava u pojas ili zonu unutrašnjih dinarskih horstova, zatim u Slavonsko - Srijemski blok ili šire u Vardarsku zonu (Korolija i dr., 1985). Obilježava ga izrazita rasjednutost i izlomljenost. Rasjedi koji se ocrtavaju na površini, mogu se prema svom intenzitetu, karakteru i prostornoj orijentaciji svrstati u dvije kategorije. Osnovni su longitudinalni rasjedi dinarskog pravca pružanja (sjeverozapad-jugoistok) koji najčešće odvajaju veće morfostrukturne cjeline i odgovaraju dislokacijama višeg reda (sl. 4). Rasjedi smjerova sjever-jug i sjeveroistok-jugozapad su po svom djelovanju mlađi jer sijeku dinarske pravce i samo ponegdje utječu na stvaranje lokalnih struktura (Korolija i dr., 1985). Na južnom dijelu se osim rasjeda pojavljuje i niz strukturnih jedinica bora (sl. 4) (Crnko, 1991). Bore nastaju savijanjem stijena litosfere uglavnom zbog utjecaja tlakova prenesenih po slojevima (Šestanović, 2001).

U okviru hercinske orogeneze je izdizanjem granitskog plutona (batolita) došlo do razbijanja starije strukturne jedinice koja se sastojala od metamorfnih stijena, a čije dijelove sada batolit nosi na sebi. Tijekom alpskog orogenetskog ciklusa, kristalinski kompleks je ostao uglavnom nepromijenjen, ali su jače tektonske faze ostavile tragove u obliku normalnih i reversnih rasjeda. Dijelom na to ukazuje i položaj, odnosno orijentacija manjih kompleksa metamorfnih stijena u granitu, od kojih svaki blok ima vlastitu orijentaciju uzrokovanu rotacijom prilikom izdizanja plutona (sl. 4) (Korolija i dr., 1985).



Sl. 4. Geološka karta Moslavačke gore (prema Korolija i Crnko 1985; Crnko, 1991 preuzeto s URL 2)

4. 2. Povijest stvaranja terena

O zbivanjima prije prodora granitskog plutona pa sve do početka sedimentacije neogena nema točnih podataka. Pretpostavlja se da su metamorfne stijene prekambrijskog postanka. Hercinskom orogenezom i izdizanjem granitnog plutona one su razbijene pa se u obliku manjih nakupina nalaze u sklopu granita. Alpskom orogenezom, početkom miocena, došlo je do aktiviranja rasjeda i blagog prestrukturiranja kristalinske jezgre (Korolija i dr., 1985). Izdizanje Moslavačke gore kao horsta počelo je u miocenu i nastavilo se u pliocenu i kvartaru (Jurković, 2003). Horst nastaje sustavom normalnih rasjeda koji na terenu rezultiraju spuštanjem bokova, pri čemu središnji dio ostane relativno na istom mjestu (Šestanović, 2001).

Krajem pliocena tektonska aktivnost je dosegla vrhunac (vlaško izdizanje), pa su u znatnoj mjeri izmijenjeni raniji strukturni odnosi. Reaktiviranjem rasjeda dinarskog pravca pružanja izdignuti su pojedini dijelovi terena, što je dovelo do pojačane erozije i akumulacije klastičnih materijala. Stvoreni su jezerski sedimenti, nastali kao produkti mehaničkog razaranja, a nošeni bujičnim tokovima (Korolija i dr., 1985).

4. 3. Litologija i litostratigrafija

Moslavački granit, čija je starost paleozojska ili mezozojska, po zastupljenosti čini osnovu kristalina. Metamorfni kompleks sačuvan je samo u obliku manjih ili većih anklava unutar granita, a starost mu je najvjerojatnije prekambrijska (sl. 4) (Crnko, 1991).

Naslage neogena koncentrirane su na nižim dijelovima padina Moslavačke gore (sl. 4). U okvire miocenskih naslaga ulaze pijesci, lapori, pješćenjaci, konglomerati, vapnenci, ugljen, gline i tufovi. Naslage panona i ponta većinom se sastoje od glinovitih i pjeskovitih lapora na prijelazu u pjeskovite i siltozne gline. Zatim slijede donji i gornji paldunski slojevi. U okvirima pliocenskih naslaga uz navedene miocenske ulaze i siltovi (Crnko, 1991) nakon kojih slijede sedimenti pleistocena (Korolija i dr., 1985). Aluvijalni nanosi holocenske starosti, sastoje se od zaglinjenih pijesaka, šljunaka, gline, pretaloženog lesa i mulja, a nalaze se na zaravnjenim predjelima podno gorskih padina i dolinama tokova (Pamić i dr., 1984).

5. Metode rada i izvori podataka

Geomorfologija je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem reljefa. Morfometrijskim metodama u okviru geomorfologije utvrđuju se različiti kvantitativni parametri reljefa određenog prostora na Zemljinoj površini (Pike i dr., 2009). Geomorfometrijska analiza dijeli se na opću i specijalnu, a suvremena je temeljena na metodama GIS-a, tj. u prvom redu na analizu digitalnog modela reljefa. Digitalni model reljefa (DMR) matematički je prikaz Zemljine površine u rasterskom ili vektorskom obliku koji sadrži nizove vrijednosti visina. S obzirom na prostornu rezoluciju postoje različiti rasterski modeli reljefa, a o njoj izravno ovisi kvaliteta i preciznost izlaznih rezultata (Radoš i dr., 2012). Morfometrijska analiza rađena je analizom digitalnog modela reljefa pomoću računalnog programa ArcGIS 10.3. Unutar ArcGIS paketa, korištena je aplikacija ArcMap i najvećim udjelom njene ekstenzije *3D Analyst* i *Spatial Analyst* pomoću kojih je moguće prostorno analizirati rasterske podatke. Korišteni DMR je raster dimenzija 25 x 25 metara satelitskog (SRTM) porijekla, preuzet iz baze prostornih podataka Geografskog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Da bi se utvrdila točnost navedenog DMR-a, bilo ga je potrebno usporediti s topografskom kartom mjerila 1:25000. Topografska karta služila je i za dobivanje toponimskih podataka te digitalizaciju vodenih tokova. Za statističku analizu korišten je MS Excel iz paketa MS Office 2010.

Potrebni geološki podaci dobiveni su iz Osnovne geološke karte Hrvatske, listova Bjelovar (Korolija i Crnko, 1985) i Kutina (Crnko, 1991) te pripadajućeg geološkog tumača lista Bjelovar (Korolija i dr., 1985).

Prvi dio morfometrijske analize odnosi se na opća morfometrijska obilježja koja služe kao indikatori endogenih i egzogenih geomorfoloških procesa (nagib, ekspozicija, vertikalna raščlanjenost, profilna i planarna zakrivljenost). Drugi dio morfometrijske analize odnosi se na specifična morfometrijska obilježja. U okviru specifične morfometrije provedene su analize grebena i drenažne mreže.

Analiza nagiba padina provedena je pomoću alata *Slope* koji određuje gradijent promjene z vrijednosti svake ćelije rastera (URL 1). Dio je ekstenzije *3D Analyst* i skupine alata *Raster Surface*. DMR služi kao ulazni podatak, a unutar alata se bira način prikazivanja vrijednosti nagiba u obliku postotaka ili stupnjeva. Računanje nagiba padina temeljem visinskih podataka DMR-a definirano je maksimalnom promjenom vrijednosti

visina između središnje ćelije i okružujućih susjednih ćelija (Burrought, 1986 prema Pahernik, 2007).

Analiza ekspozicija padina izrađena je pomoću alata *Aspect*. Ovaj alat dio je ekstenzije *3D Analyst* i skupine alata *Raster Surface*, a DMR je ulazni podatak za analizu. Pojam ekspozicije može se smatrati smjerom nagiba, a vrijednosti izlaznog rastera daju smjer ekspozicije koji je identificiran kao smjer nagiba najveće razlike u vrijednostima između susjednih ćelija (URL 1).

Vertikalna raščlanjenost dobivena je pomoću alata *Focal Statistics* koji za svaku ulaznu lokaciju ćelije računa statističke vrijednosti unutar određenog susjedstva. *Focal Statistics* nalazi se u sklopu ekstenzije *Spatial Analyst* i skupine alata *Neighborhood*. Za izračun vertikalne raščlanjenosti reljefa kao ulazni podatak korišten je DMR kojemu je bilo potrebno odrediti oblik susjedstva, u ovome slučaju krug, da bi rezultat bio valjan. *Range* (raspon), kao odabrani statistički tip, računa razliku između najveće i najmanje vrijednosti ćelija u danom susjedstvu (URL 1) i time daje rezultate vertikalne raščlanjenosti.

Analiza zakrivljenosti padina, točnije profilne i planarne zakrivljenosti izrađena je pomoću alata *Curvature* unutar ekstenzije *3D Analyst* i skupine alata *Raster Surface*. Potreban ulazni podatak je DMR pomoću kojega softver računa zakrivljenost rasterske površine (URL 1). Analizom DMR-a dobiven je niz vrijednosti zakrivljenosti iz kojeg su izdvojena tri tipa padina: konkavne, konveksne i pravocrtne.

Analiza grebena izrađena je pomoću skupine alata *Hydrology tools*. DMR je prije obrade bilo potrebno pomnožiti s vrijednosti -1 pomoću alata *Raster Calculator* kako bi se zamijenile vrijednosti nizina i uzvisina. Zatim je pomoću alata *Fill*, *Flow direction* i *Flow accumulation* dobiven niz generiranih dijelova grebena koje je bilo potrebno ručno spojiti i pritom ispraviti moguće nastale greške.

S obzirom da drenažna mreža izrađena iz DMR-a pomoću skupine alata *Hydrology tools* nije u potpunosti odgovarala stvarnome stanju, što je uočeno pri usporedbi s topografskom kartom mjerila 1:25000, bilo ju je potrebno ručno digitalizirati. Radi potrebe preciznijih podataka, drenažna mreža je digitalizirana iz topografske karte 1:25000. Na dobivenom digitaliziranom sloju provedene su daljnje analize.

Gustoća drenažne mreže izračunata je pomoću digitaliziranog sloja tokova alatom *Kernel density* iz skupine alata *Density* unutar ekstenzije *Spatial Analyst*. Veličina analiziranog susjedstva je 1 km^2.

Strahlerova klasifikacija izrađuje se pomoću alata *Stream order* koji pripisuje brojčani redoslijed dijelovima rastera predstavljajući grane linijske mreže (URL 1). Ulazni podaci su raster drenažne mreže i raster smjera otjecanja. Nakon dobivanja rastera Strahlerove klasifikacije bilo ga je potrebno pomoću alata *Raster to polyline* pretvoriti u vektorski oblik i ručno ispraviti nastale greške. Strahlerova metoda nalaže da dva toka prve kategorije daju tok druge kategorije. Potom dva toka druge kategorije daju tok treće kategorije i tako dalje, ovisno o veličini porječja. Klasifikacija Strahlerovom metodom omogućila je daljnju analizu na temelju brojčane kategorizacije. Nakon Strahlerove kategorizacije su drenažni bazeni, za što točniji rezultat, ručno iscrtani. Za detaljniju brojčanu analizu drenažne mreže izračunati su indeks bifurkacije, indeks duljina, prvi i drugi Hortonov zakon, hipsometrijske krivulje i asimetrija drenažnih bazena. Analize indeksa bifurkacije, indeksa duljina, hipsometrijske krivulje i asimetrije drenažnih bazena provedene su za šesnaest najvećih drenažnih bazena na području Moslavačke gore čija je površina veća od 9 km^2. Analiza prvog i drugog Hortonovog zakona provedena je za četiri drenažna bazena koji su odabrani s obzirom na njihov položaj unutar okvira Moslavačke gore. To su drenažni bazen Grabovnica na sjeverozapadu, Jelenske na jugozapadu, Garešnica na istoku i Bršljanica na jugoistoku.

Indeks bifurkacije predstavlja odnos broja susjednih kategorija tokova po drenažnom bazenu. Formula za izračunavanje indeksa bifurkacije (I_b) glasi:

$$I_b=N_n/N_{n+1}$$

gdje je: N – broj tokova; n – kategorija tokova (Kvetek i Bočić, 2014).

Indeks duljina (I_L) definiran je kao odnos prosječnih duljina tokova dvije susjedne kategorije, a računa se kao:

$$I_L=L_{n+1}/L_n$$

gdje je L – prosječna duljina toka određene kategorije; n – kategorija toka (Kvetek i Bočić, 2014).

Hortonovi zakoni definiraju pravilnost razvoja drenažnih sustava kroz razvoj duljina i broja tokova (Marković, 1983). Prvi Hortonov zakon definira pravilan razvoj tokova po kategorijama. Što je veća vrijednost kategorije toka, to bi broj tokova unutar te kategorije trebao biti manji (Kirchner, 1993). Da bi se dobio odraz stvarnog stanja koje se može usporediti s teorijskim modelom, potrebno je izračunati logaritam po formuli:

$$\log N_n = (z-n) \log I_b$$

gdje je N – broj tokova; n – promatrana kategorija, z – najviša kategorija u promatranom sustavu, I_b – indeks bifurkacije (Kvetek i Bočić, 2014).

Drugi Hortonov zakon definira duljine tokova pojedine kategorije nekog sustava. Što je veća vrijednost kategorije toka, to bi tokovi unutar te kategorije trebali biti dulji (Kirchner, 1993). Da bi se stvarno stanje moglo usporediti s teorijskim modelom bilo je potrebno izračunati logaritam prema formuli:

$$\log L_n = \log L_1 + (n-1) \log I_L$$

gdje je L – prosječna duljina toka određene kategorije; n – promatrana kategorija; L_1 – prosječna duljina toka najniže kategorije; I_L – indeks duljina (Kvetek i Bočić, 2014).

Hipsometrijske krivulje, koje mogu imati konveksan, S ili konkavan oblik, ukazuju na erozijski stadij drenažnog bazena kao rezultat interakcije tektonske aktivnosti, litologije i klimatskih uvjeta. Oblik hipsometrijske krivulje aproksimiran je hipsometrijskim integralom Hi prema formuli:

$$Hi = (h_{mean} - h_{min}) / (h_{max} - h_{min})$$

gdje je h_{mean} – prosječna vrijednost nadmorske visine u odabranom drenažnom bazenu; h_{min} i h_{max} – minimalne i maksimalne vrijednosti nadmorske visine u drenažnom bazenu (Matoš i dr., 2014).

Asimetrija drenažnih bazena ukazuje na odnos površina desne i lijeve strane drenažnog bazena u odnosu na središnji tok. Računa se pomoću formule:

$$FA = 50 - (A_R \times 100 / A_T)$$

gdje je A_R – desna strana drenažnog bazena u odnosu na središnji tok, gledajući nizvodno; A_T – ukupna površina drenažnog bazena (Matoš i dr., 2014).

Svi kartografski prilozi predstavljaju vizualne rezultate analize digitalnog modela reljefa. U radu je kao najbitniji faktor vizualizacije korišteno biranje boja za pojedine razrede.

Na temelju sinteze svih korištenih morfometrijskih metoda dobiveni su podaci o endogenoj i egzogenoj morfogenezi reljefa Moslavačke gore, što je prikazano na preglednoj geomorfološkoj karti. Pregledna geomorfološka karta izrađena je prema uputama za izradu detaljne geomorfološke karte SFRJ 1:100 000 (Gams i dr., 1985). Na preglednoj geomorfološkoj karti prikazani su morfostrukturni podaci (morfolineamenti, pretpostavljeni rasjedi, laktasta skretanja) i egzogeni podaci (vrhovi, grebeni, jaruge, doline, plavine i drugo).

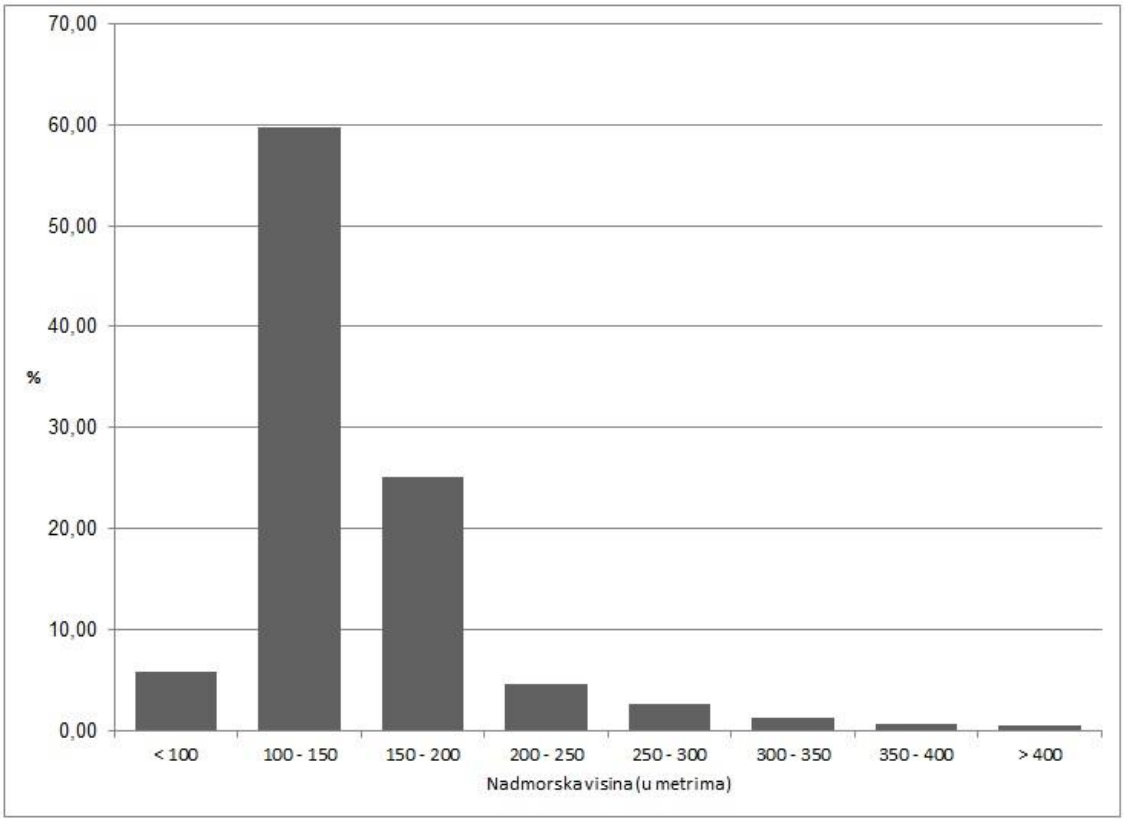
6. Rezultati

6. 1. Hipsometrija

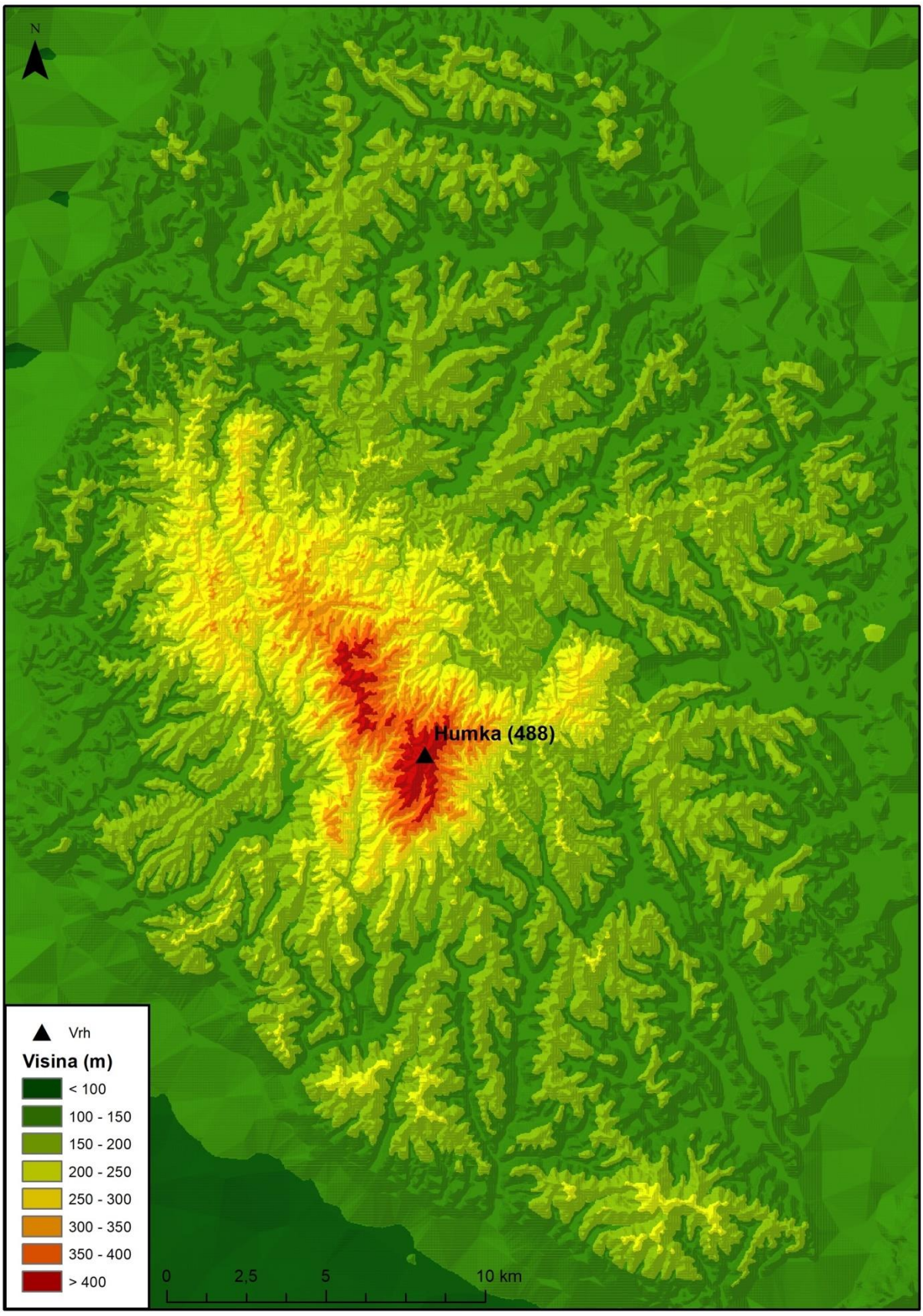
Hipsometrijska karta (sl. 6) pokazuje izgled reljefa pomoću odgovarajućih boja koje su podijeljene u razrede prema nadmorskoj visini. Najviši vrh Moslavačke gore je Humka čija je visina 488 metara, što ukazuje na relativno nisko uzvišenje. Od najviše točke prema najnižem prostoru, nadmorska visina se blago i postupno smanjuje, bez velikih ili naglih promjena. Čitavi prostor podijeljen je u 8 visinskih razreda koji za potrebe zornijeg prikaza reljefa uključuju i okolna nizinska područja čija je nadmorska visina manja od 100 metara (tab. 1, sl. 6). Ta područja nisu dio Moslavačke gore, ali uključivanjem u prikaz pomažu pri vizualizaciji promjene nadmorske visine prema uzvišenijim predjelima. Dakle, visinski razredi sežu od područja nižih od 100 metara nadmorske visine pa sve do područja viših od 400 metara nadmorske visine, pritom imajući raspon od 50 metara. Središnji izdignuti prostor gore pruža se u smjeru SZ – JI, a visina mu je od 200 do 488 metara. Visinski istaknut središnji prostor, okružuju padine čija je nadmorska visina od 150 do 200 metara. U okviru gore, razred od 150 do 200 metara nadmorske visine je površinom najveći (sl. 5). Ravničarskim prostorom, visina manjih od 150 metara nadmorske visine, kojim je Moslavačka gora okružena, dominiraju antropogene aktivnosti koje se očituju brojnim manjim i većim naseljima te prometnicama. Ukupna površina Moslavačke gore je oko 1300 km^2, unutar kojih su visinski razredi pravilno raspoređeni smanjivanjem površine usporedno s povećavanjem nadmorske visine.

Tab. 1. Kategorije i prostorni obuhvat hipsometrijskih razreda

Razred	Površina (km^2)	Površina (%)
< 100	75,86	5,80
100 – 150	780,41	59,68
150 – 200	327,74	25,06
200 – 250	60,19	4,60
250 – 300	34,00	2,60
300 – 350	16,12	1,23
350 – 400	8,11	0,62
> 400	5,24	0,40
Ukupno	1307,67	100,00



Sl. 5. Kategorije i prostorni obuhvat hipsometrijskih razreda



Sl. 6. Hipsometrijska karta Moslavačke gore

6. 2. Nagib padina

Osnovni element reljefa su padine pa je određivanje nagiba padina jedan od bitnih elemenata analize reljefa. Prostorni raspored i zastupljenost pojedinih kategorija nagiba padina jasno obilježavaju izdvojene reljefne cjeline (Pahernik, 2007). Nagib padina definiran je kutom koji zatvara površina terena s horizontalnom ravninom. U lokalnim okvirima metarskog do kilometarskog veličinskog područja, nagib terena predstavlja neposrednu posljedicu djelovanja egzogenih geomorfoloških procesa. Dobiveni podaci u lokalnim okvirima mogu poslužiti za utvrđivanje intenziteta denudacije, odnosno akumulacije. Razmatran u regionalnim okvirima (od nekoliko desetina do nekoliko stotina km^2), nagib je pokazatelj djelovanja endogenih morfostrukturnih procesa, odnosno najmlađe tektonske aktivnosti (Marković, 1983).

Geomorfološka klasifikacija nagiba padina prihvaćena je od IGU (International Geographical Union). Analiza nagiba padina najčešće podrazumijeva svrstavanje nagiba u određene kategorije (tab. 2), a broj kategorija, odnosno granične vrijednosti nagiba određuju se ovisno o obilježjima terena, mjerilu karte i svrsi analize (Marković, 1983).

Tab. 2. Geomorfološka klasifikacija nagiba padina

1.	0 - 2°	Ravnice
2.	2 - 5°	Blago nagnuti teren;
3.	5 - 12°	Nagnuti teren
4.	12 - 32°	Jako nagnut teren;
5.	32 - 55°	Vrlo strm teren
6.	> 55°	Strmci, litice (eskarpmani)

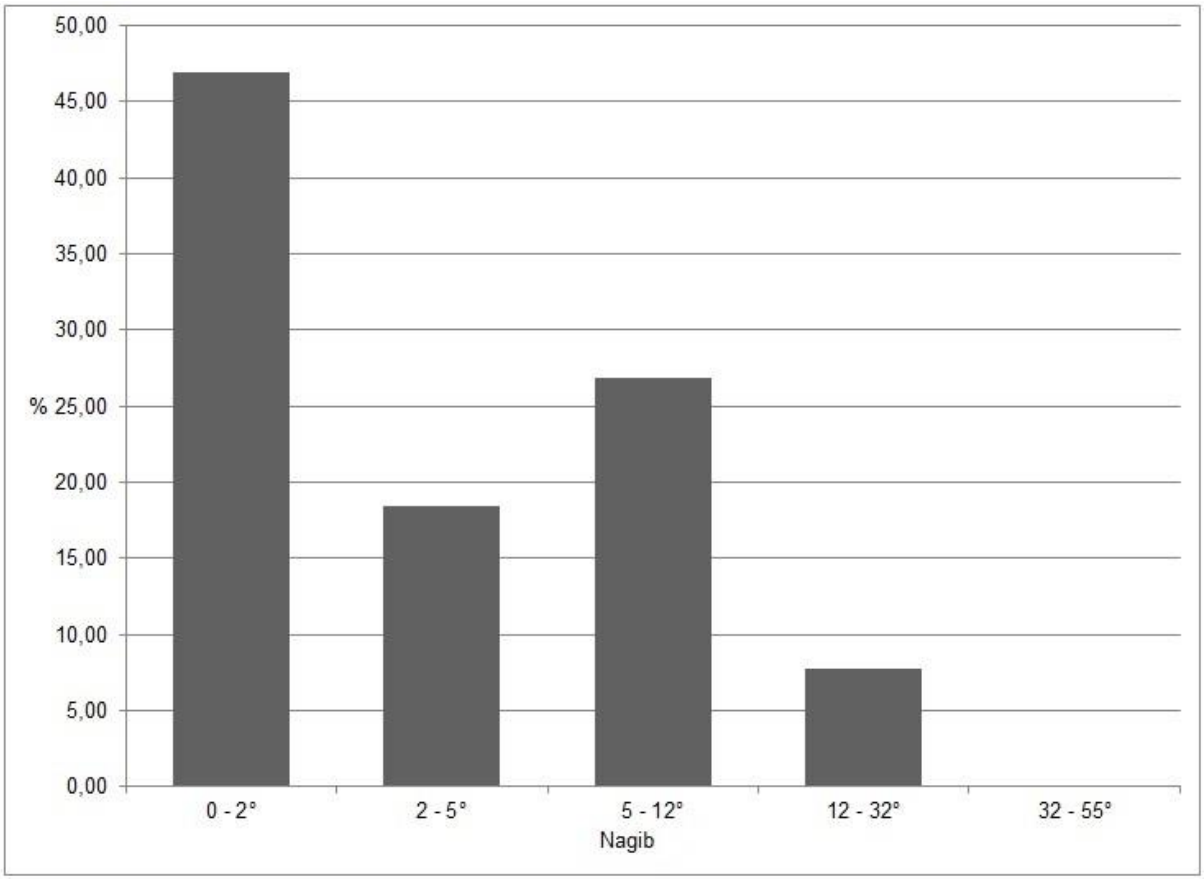
Izvor: Lozić, 1996

Vrijednosti nagiba manje od 2° karakteristične su za nizinski dio koji okružuje padine Moslavačke gore. Druga kategorija nagiba čije su vrijednosti od 2° do 5° pojavljuje se na prijelazu nizinskih predjela prema padinama Moslavačke gore i prati izohipsu vrijednosti 150 metara, a označava blago nagnuti teren. Vrijednosti nagiba od 5° do 12°, koje označavaju nagnuti teren, zauzimaju najveću površinu padina Moslavačke gore (tab. 3, sl. 7), tj. prostore uglavnom od 150 do 200 metara nadmorske visine te manji dio prostora koji se nalazi iznad nadmorske visine od 200 metara. Svaka sljedeća kategorija s većim vrijednostima nagiba trebala bi činiti manji udio u ukupnoj površini, prema tome u ovome slučaju dolazi do odstupanja druge i treće kategorije. Nagibi razreda od 12° do 32° počinju izohipsom vrijednosti 200 metara koja čini najniži dio središnjeg izdignutog dijela Moslavačke gore, nakon čega slijedi zadnja kategorija nagiba čije vrijednosti prelaze 32°,

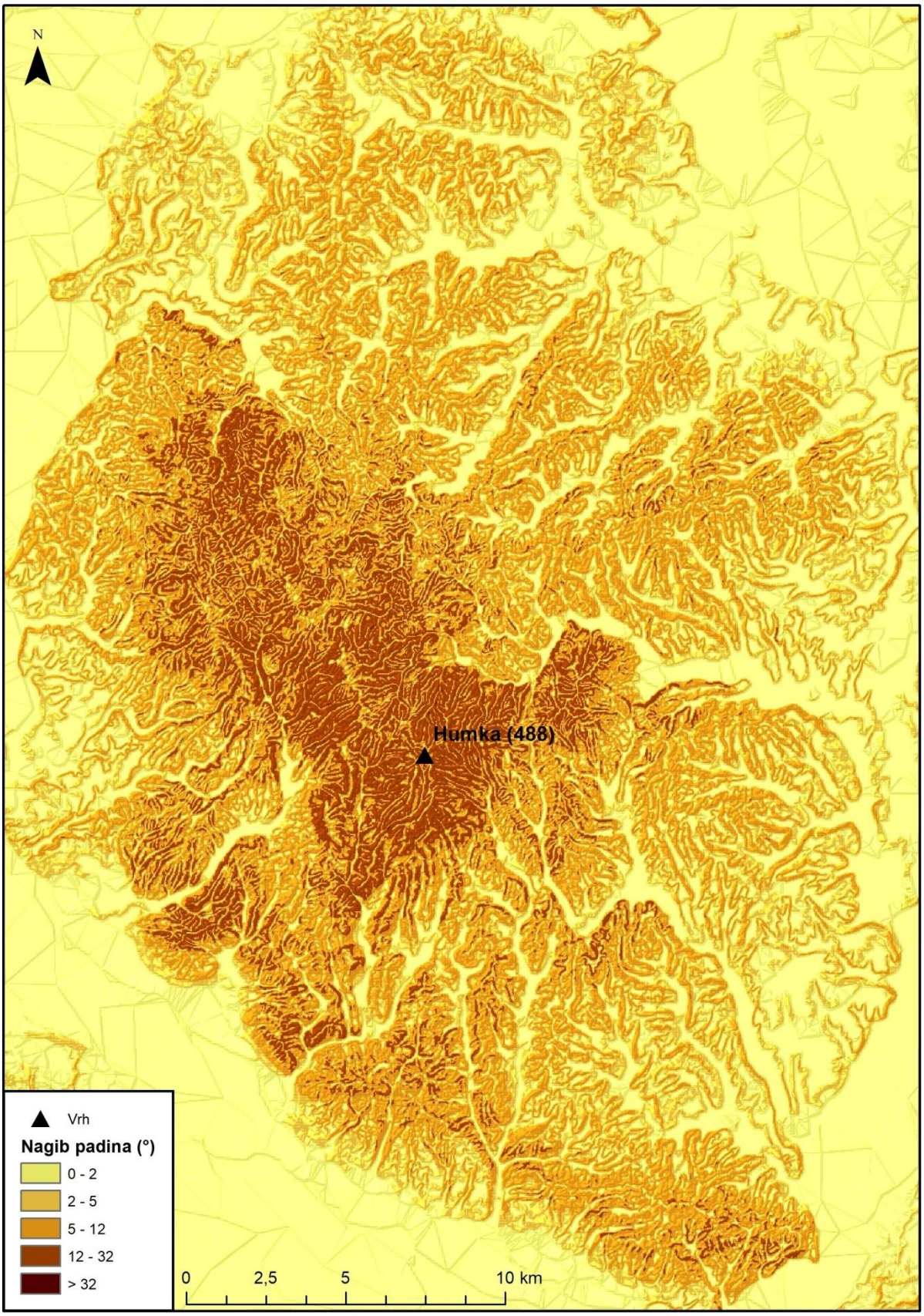
a odnosi se samo na nekoliko padina u najvišim prostorima hrpa koje kartografski nisu uočljive (sl. 8). Ove kategorije označavaju jako nagnuti teren.

Tab. 3. Kategorije i prostorni obuhvat nagiba padina

Razred	Površina (km^2)	Površina (%)
0 - 2°	613,10	46,89
2 - 5°	241,17	18,44
5 - 12°	351,68	26,89
12 - 32°	101,67	7,78
32 - 55°	0,0048	0,0004
Ukupno	1307,63	100,00



Sl. 7. Kategorije i prostorni obuhvat nagiba padina



Sl. 8. Karta nagiba padina Moslavačke gore

6. 3. Vertikalna raščlanjenost

Vertikalna raščlanjenost reljefa predstavlja visinsku razliku između najviše i najniže točke unutar promatrane površine. Pri morfometrijskoj analizi vertikalne raščlanjenosti reljefa koristi se jedinična kvadratna mreža kojom je reljef podijeljen na približno jednake dijelove. U ovom slučaju je to 1 km^2 u prirodi (Lozić, 1995).

U lokalnim okvirima, vertikalna raščlanjenost uvjetovana je specifičnostima terena (litološki sastav i raspored, količine vode na terenu, itd.) i predstavlja parametar intenziteta razvoja egzogenih procesa. Na područjima s većom vertikalnom raščlanjenosti reljefa intenzitet erozije je veći, a na područjima male vertikalne raščlanjenosti reljefa dolazi do pojačane akumulacije. Regionalno promatrano, vertikalna raščlanjenost reljefa odraz je najmlađih tektonskih pokreta. Vrijednost vertikalne raščlanjenosti reljefa predstavlja parametar neotektonske aktivnosti terena, a regionalnom analizom dobivaju se podaci o položaju neotektonskih struktura, intenzitetu i predznaku pokreta (Marković, 1983).

Prema unaprijed utvrđenim kriterijima (Bognar, 1992), izdvojene su sljedeće kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa:

Tab. 4. Kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa

1.	0 – 5 m/km2	Zaravnjen reljef
2.	5 – 30 m/km2	Slabo raščlanjene ravnice
3.	30 – 100 m/km2	Slabo raščlanjen reljef
4.	100 – 300 m/km2	Umjereno raščlanjen reljef
5.	300 – 800 m/km2	Izrazito raščlanjen reljef
6.	> 800 m/km2	Vrlo izrazito raščlanjen reljef

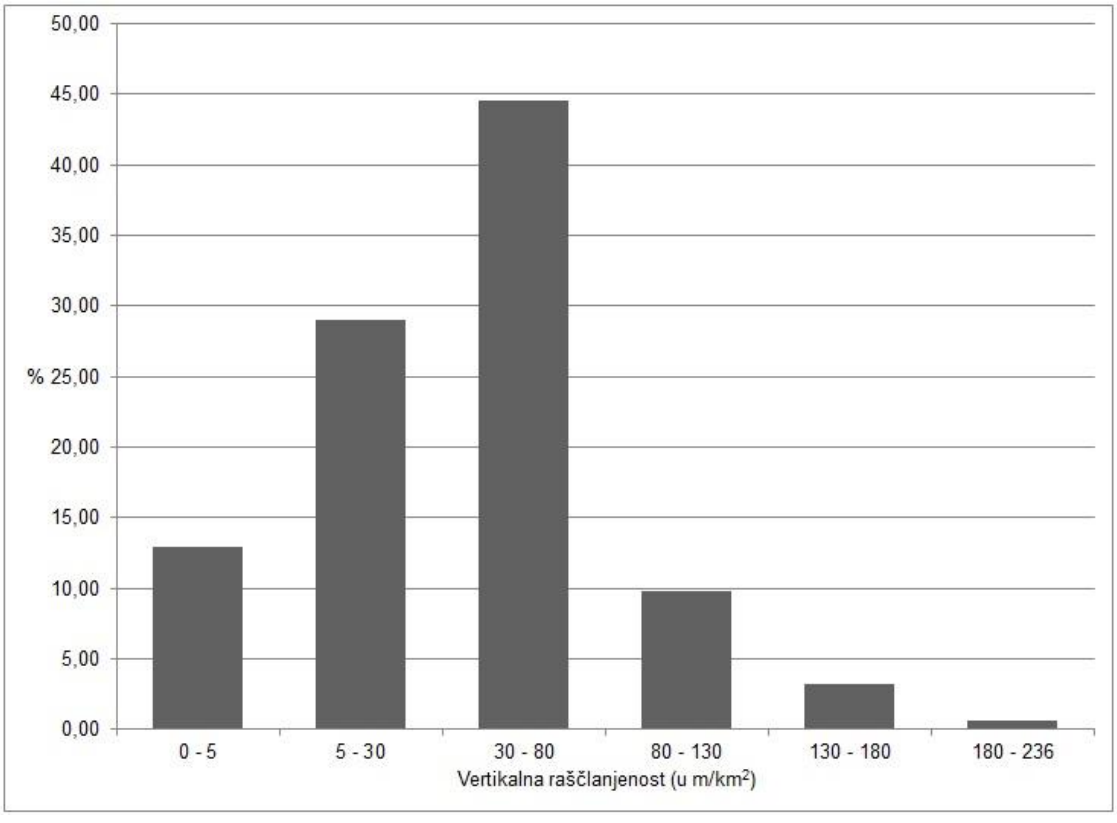
Izvor: Bognar, 1992

Na temelju dobivenih razlika između najviše i najniže točke unutar jedinične površine od 1 km^2 napravljena je karta vertikalne raščlanjenosti reljefa (sl. 9). Reljef je kategoriziran u 6 razreda čiji rasponi variraju zbog potreba kartografske vizualizacije (tab. 5), ali će u daljnjem tekstu bili objašnjeni prema prethodno određenim razredima vertikalne raščlanjenosti prema Bognaru (1992). Maksimalna vrijednost nagiba na prostoru Moslavačke gore je 236 m/km^2. Prva kategorija odnosi se na zaravnjeni reljef čija je vertikalna raščlanjenosti do 5 m/km^2, a prevladava u nizinskim prostorima nižim od koji 100 metara nadmorske visine te okružuju padine Moslavačke gore. Sljedeća kategorija koja označava slabo raščlanjene ravnice ima vrijednosti od 5 do 30 m/km^2, a odnosi se na prijelazni prostor iz zaravnjenih dijelova prema padinama Moslavačke gore i prati izohipsu

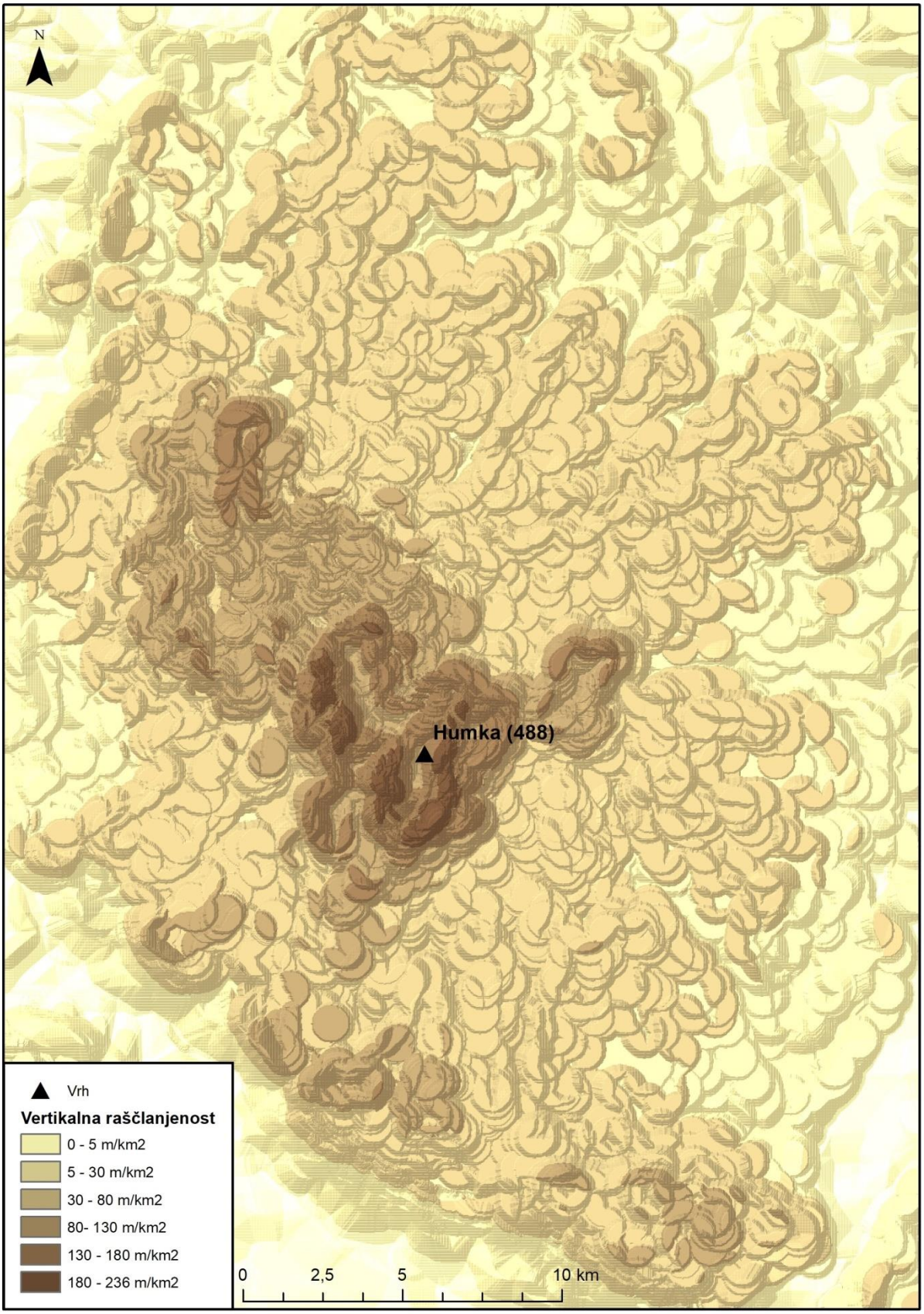
vrijednosti 150. Sljedeće kategorije su od 30 do 100 m/km^2 ili slabo raščlanjen reljef i od 100 do 300 m/km^2 ili umjereno raščlanjen reljef. Slabo raščlanjen reljef prevladava na prostoru između izohipsa vrijednosti 150 i 200 te površinski dominira (sl. 9), a umjereno raščlanjeni prevladava na prostoru središnjeg izdignutog dijela iznad 200 metara nadmorske visine, izdužen je u skladu s pružanjem grebena i zastupljen s manje od 4% (sl. 10).

Tab. 5. Kategorije i prostorni obuhvat vertikalne raščlanjenosti reljefa

Razred (m/km2)	Površina (km^2)	Površina (%)
0 - 5	168,64	12,90
5 - 30	379,09	28,99
30 - 80	581,88	44,50
80 - 130	127,67	9,76
130 - 180	42,32	3,24
180 - 236	8,08	0,62
Ukupno	1307,67	100,00



Sl. 9. Kategorije i prostorni obuhvat vertikalne raščlanjenosti reljefa



Sl. 10. Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa Moslavačke gore

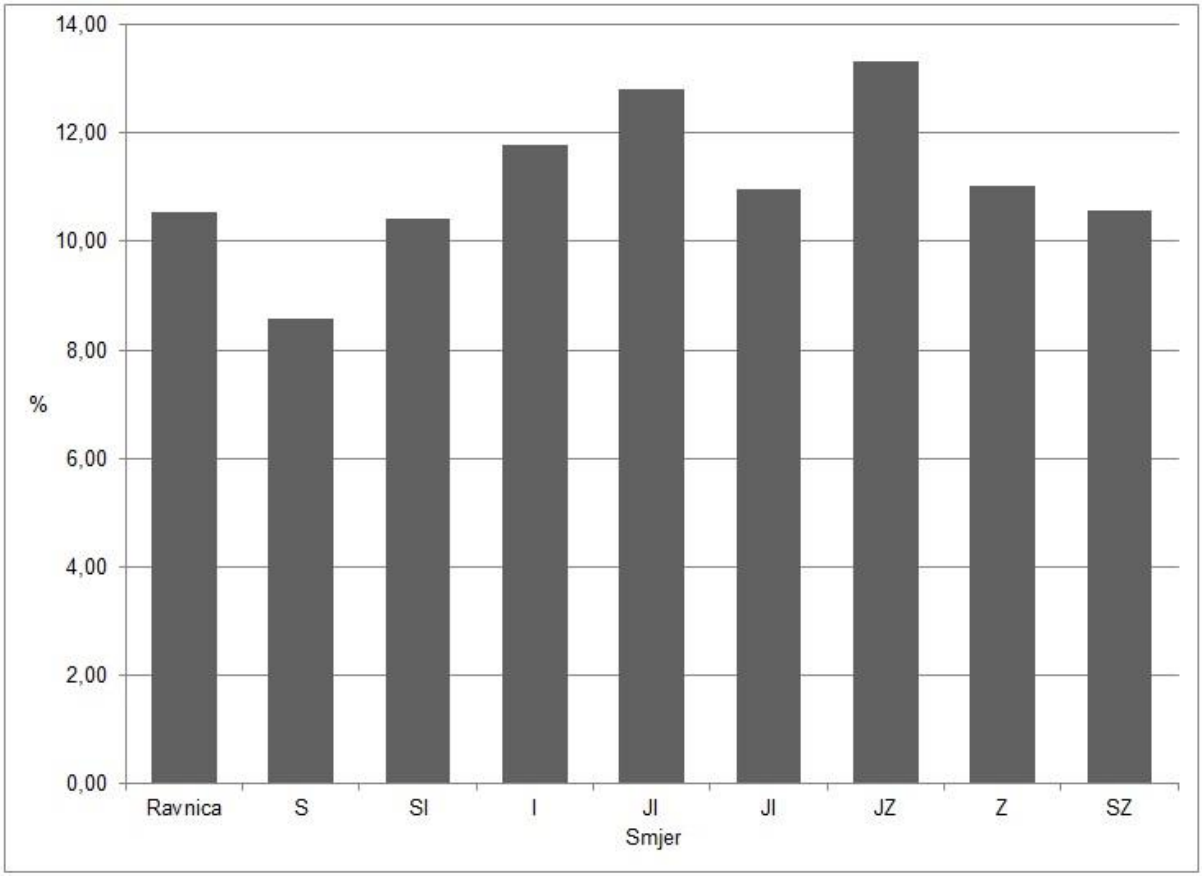
6. 4. Ekspozicija padina

Ekspozicija se može shvatiti kao orijentacija padine s obzirom na strane svijeta. U skladu s prividnim kretanjem Sunca preko obzora tijekom dana ili različitih godišnjih doba, mijenja se i intenzitet kratkovalnog Sunčevog zračenja na padinama. Na sjevernoj hemisferi najviše Sunčevog zračenja primaju južne padine, a sjeverne najmanje. Istočno i zapadno eksponirane padine ozračene su u manjoj mjeri od južnih, a u većoj od sjevernih. Istočne najviše zračenja prime ujutro, a zapadne u predvečerje (Šegota i Filipčić, 1996). Utjecaj ekspozicija na geomorfološke procese značajan je jer različito eksponirane padine primaju različitu količinu kratkovalnog zračenja, što utječe na karakteristike klimatskih elemenata kao egzogeno-geomorfoloških agensa (Radoš i dr., 2012).

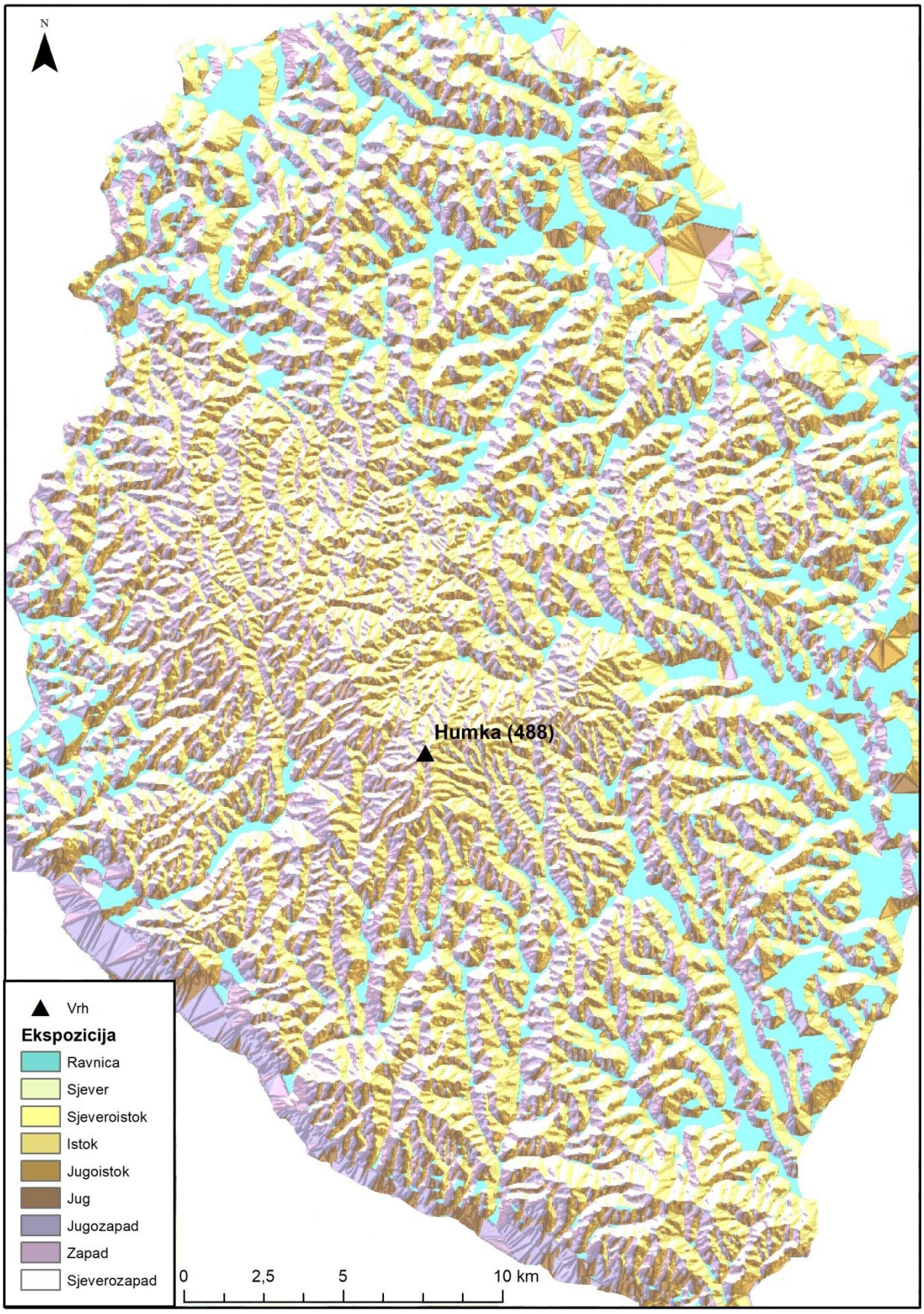
Zbog potrebe egzaktnijih statističkih rezultata, analiza ekspozicije padina rađena je samo za prostor padina Moslavačke gore koje počinju od izohipse vrijednosti 150 (sl. 12). Isključeni su, prethodno spomenuti, niski zaravnjeni prostori. Na karti ekspozicija padina može se uočiti da su smjerovi ekspozicija gotovo ujednačenih udjela jer su svi zastupljeni s od 10 do 13% (tab. 6). Nešto veću zastupljenost imaju padine s jugoistočnom ekspozicijom (12,8%) te padine s jugozapadnom ekspozicijom (13,3%) (sl. 11). Najmanji udio čine sjeverno eksponirane padine (tab. 6).

Tab. 6. Kategorije i prostorni obuhvat ekspozicije padina

Smjer	Površina (km^2)	Površina (%)
Ravnica	102,63	10,53
S	83,60	8,57
SI	101,72	10,43
I	114,92	11,79
JI	124,87	12,81
JI	106,91	10,96
JZ	129,94	13,33
Z	107,58	11,03
SZ	102,94	10,56
Ukupno	975,09	100,00



Sl. 11. Kategorije i prostorni obuhvat ekspozicije padina



Sl. 12. Karta ekspozicije padina Moslavačke gore

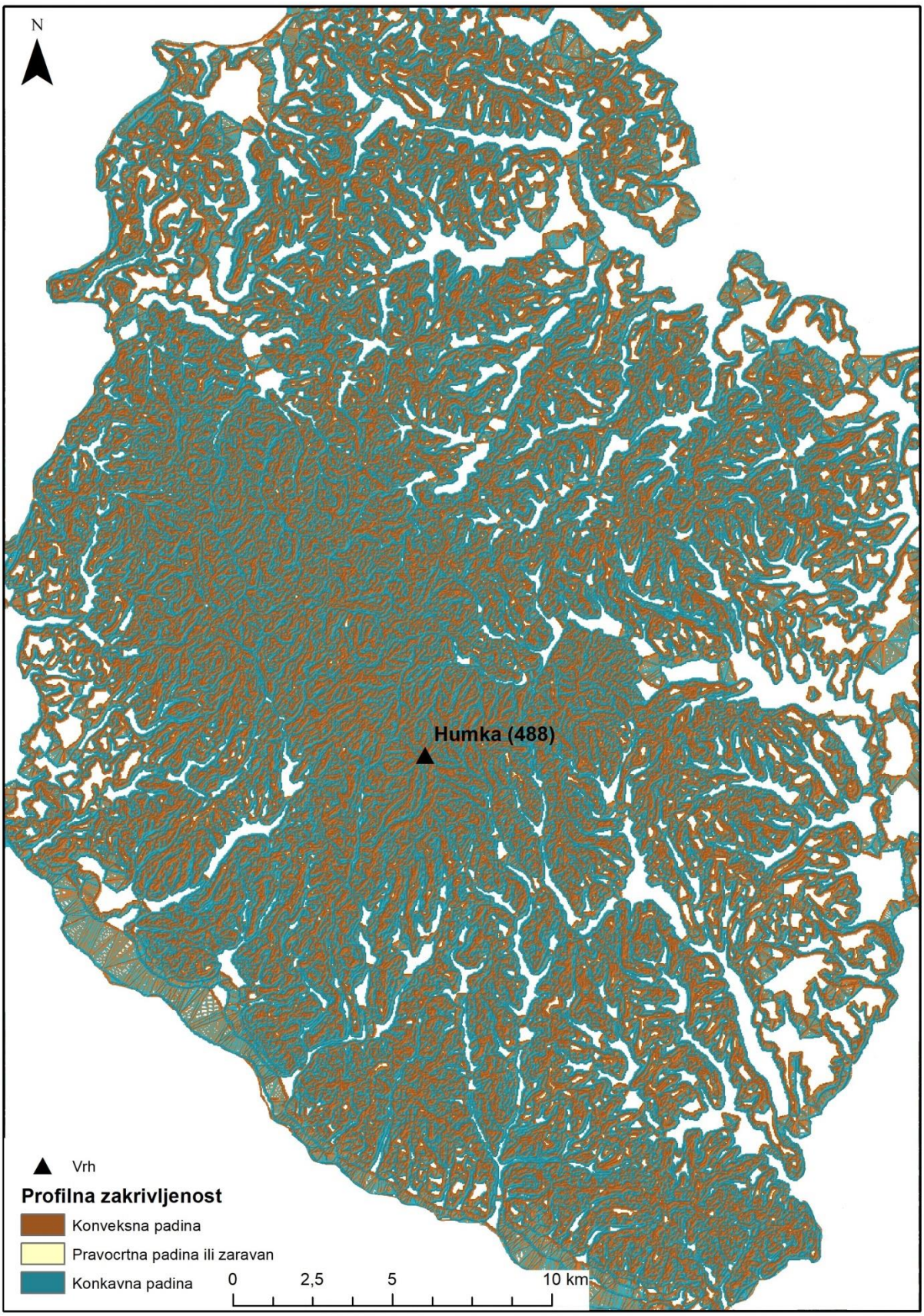
6. 5. Zakrivljenost padina

Pojam zakrivljenosti padine odnosi se na njezin geometrijski oblik. Oblik padine rezultat je denudacijskih i akumulacijskih procesa, uzrokovanih endogenim i egzogenim geomorfološkim agensima (Radoš i dr., 2012). Konveksne padine (ili dijelovi padina) indikator su pozitivnih tektonskih pokreta (izdizanje) s dominacijom denudacijskih procesa. Pravocrtne padine ili dijelovi padina upućuju na prostorno uravnotežene tektonsko-denudacijske procese. Konkavne padine (ili njihovi dijelovi) indikator su negativnih tektonskih pokreta, povezanih s pojačanom akumulacijom padinskog materijala (Dikau et al., 2004 prema Radoš i dr., 2012). U geomorfološkim istraživanjima, analize nagiba padina mogu se primijeniti za izračunavanje i procjenu trendova endogenih (izdizanje ili spuštanje struktura) i egzogenih geomorfoloških procesa, npr. otjecanje i sedimentacija ili pojačana denudacija, itd. (Radoš i dr., 2012).

6. 5. 1. Profilna zakrivljenost padina

Profilna zakrivljenost odnosi se na zakrivljenost padina duž linija okomitih na izohipse. Negativna vrijednost upućuje na konveksni uzdužni profil padine, a pozitivna na konkavni, dok vrijednost nula označava linearnu (pravocrtnu) padinu. Profilna zakrivljenost utječe na brzinu otjecanja vode, odnosno na brzinu kretanja potrošenog materijala niz padinu (Radoš i dr., 2012).

Iz podataka o strukturi profilne zakrivljenosti uočljiva je dominacija konveksnih i konkavnih padina na prostoru cijele Moslavačke gore. Konveksne padine čine 41%, a konkavne dominiraju sa zastupljenošću od 46,2% (sl. 14). Pravocrtne padine i zaravnjene površine dijele zajedničku kategoriju te čine 12,8% prostora (tab. 7). Konveksne padine ističu se na predjelima veće nadmorske visine. Konkavne padine nalaze se sa bočnih strana zaravnjenih prostora i dominiraju na nižim dijelovima padina (sl. 13).



Sl. 13. Karta profilne zakrivljenosti padina Moslavačke gore

6. 5. 2. Planarna zakrivljenost padina

Pozitivna vrijednost planarne zakrivljenosti padina ukazuju na konveksni oblik padine, a negativna na konkavni, dok nulta vrijednost označava linearnu (pravocrtnu) padinu. Modelom zakrivljenosti padina mogu se procjenjivati divergencija (konveksne padine), odnosno konvergencija (konkavne padine) hipotetskog otjecanja (Antonić, 1996 prema Radoš i dr., 2012). Konvergentno otjecanje povezano je s procesima akumulacije vode, tla ili materijala, a divergentno otjecanje s derazijskim procesima spiranja, puzanja, jaruženja i bujičenja (Radoš i dr., 2012).

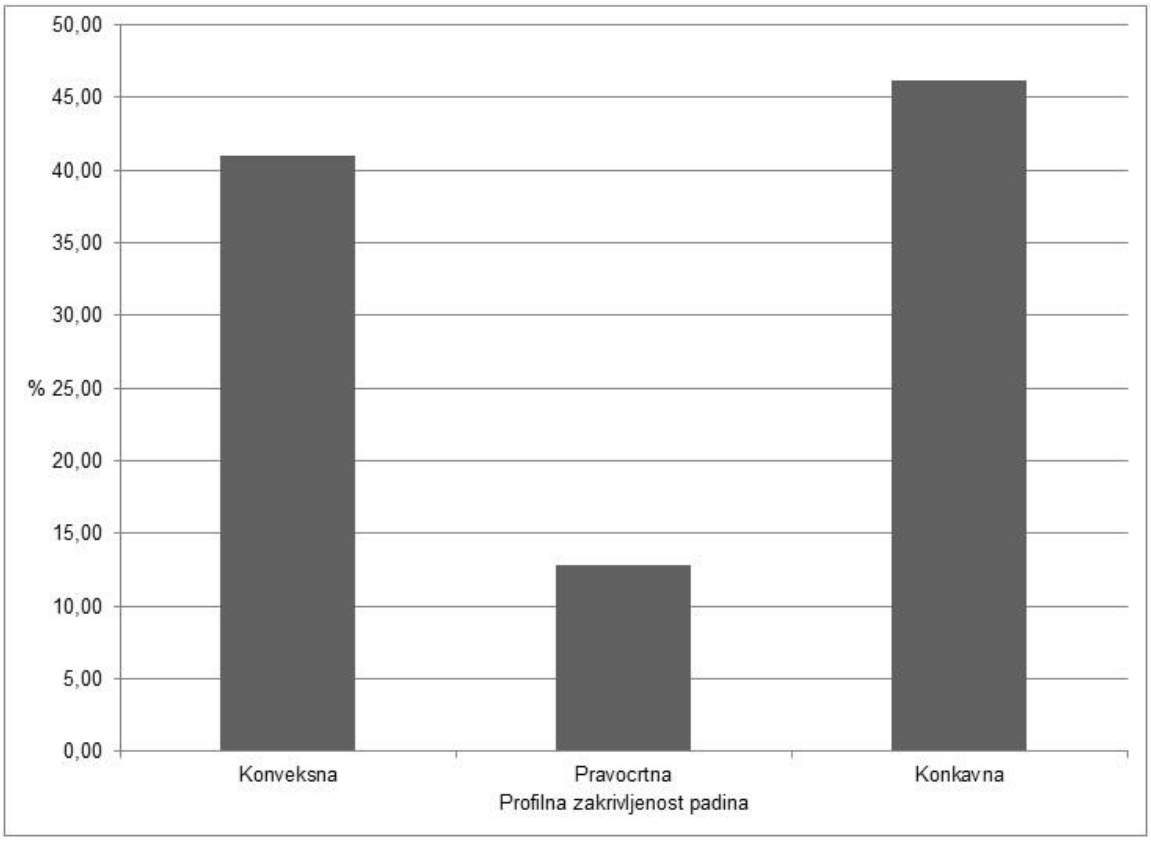
Iz podataka o strukturi planarne zakrivljenosti uočljiva je dominacija konveksnih i konkavnih padina u odnosu na pravocrtne na prostoru cijele Moslavačke gore. Konveksne padne dominiraju, čineći 44,5% prostora (sl. 15). Konkavne padine čine 38,5%. Pravocrtne padine i zaravnjene površine dijele zajedničku kategoriju te čine 17% prostora (tab. 8, sl. 16).

Tab. 7. Vrsta padina profilne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat

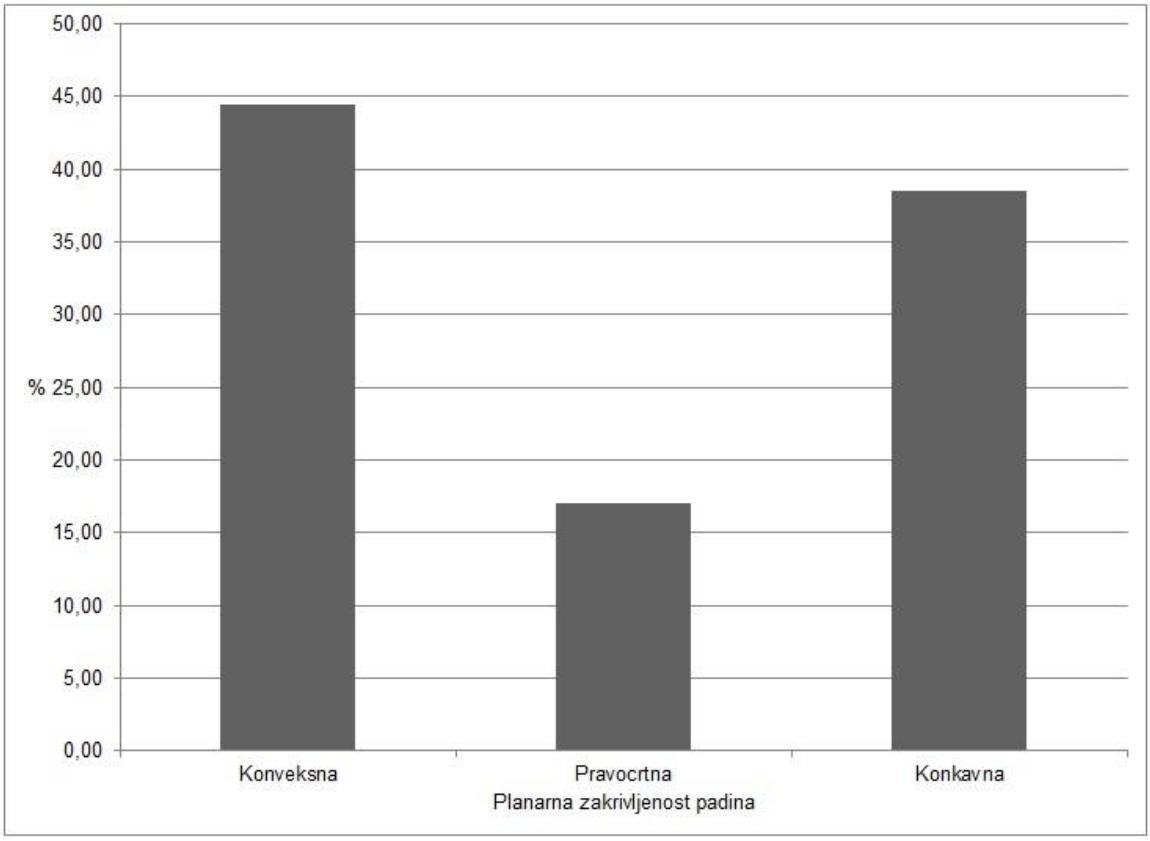
Zakrivljenost	Površina (km^2)	Površina (%)
Konveksna	399,64	40,99
Pravocrtna	124,82	12,80
Konkavna	450,63	46,21
Ukupno	975,09	100,00

Tab. 8. Vrsta padina planarne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat

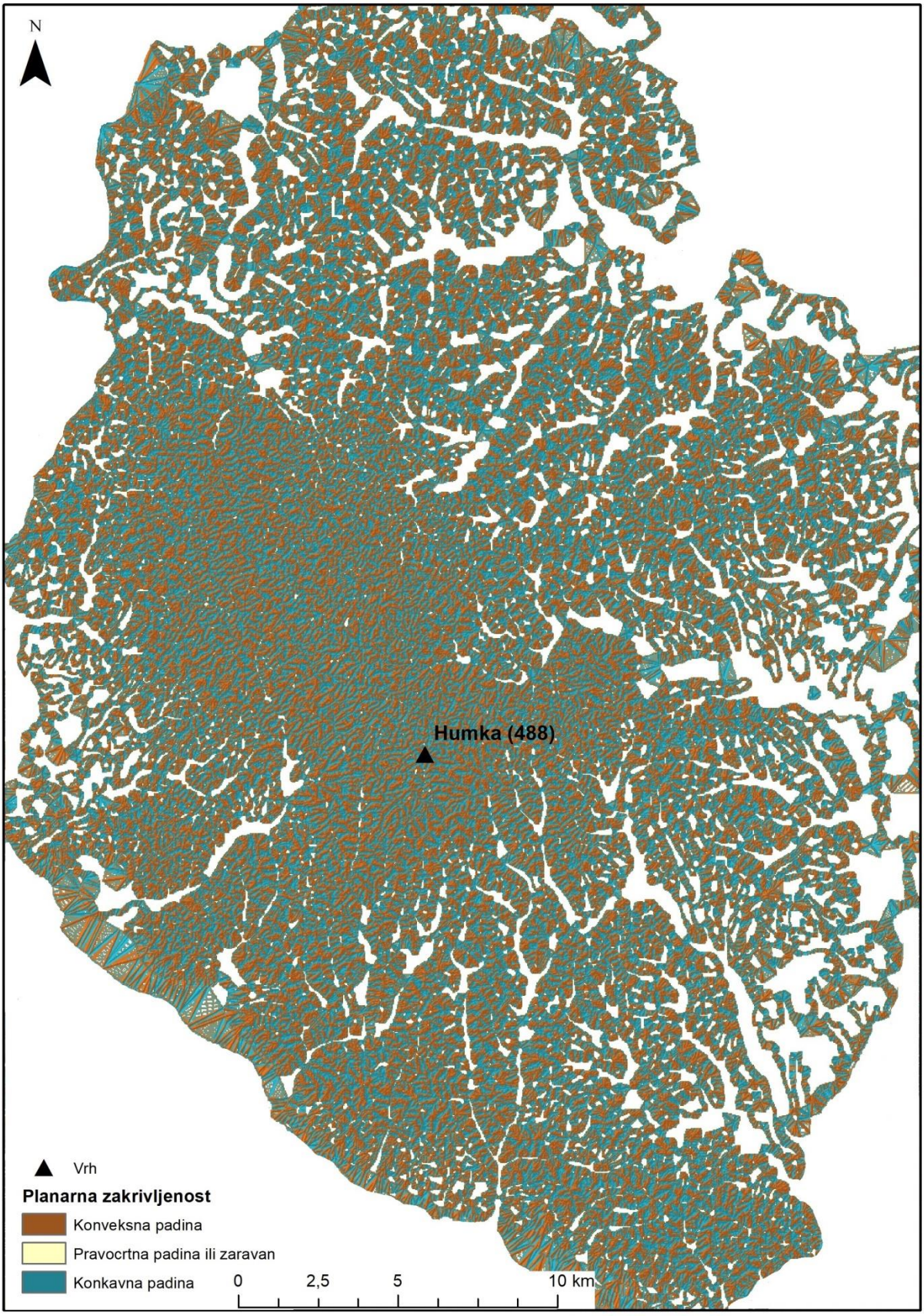
Zakrivljenost	Površina (km^2)	Površina (%)
Konveksna	433,58	44,46
Pravocrtna	166,37	17,06
Konkavna	375,15	38,47
Ukupno	975,09	100,00



Sl. 14. Vrsta padina profilne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat



Sl. 15. Vrsta padina planarne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat



Sl. 16. Karta planarne zakrivljenosti padina Moslavačke gore

6. 6. Grebeni

U okviru Moslavačke gore, grebeni se ističu na prostorima iznad 150 metara nadmorske visine, a pojavljuju do njene najviše točke s ukupnom duljinom od 473 kilometra. Najveća duljina grebena je 18 kilometara, najmanja 565 metara, a prosječna 3 kilometra. Izdignuti središnji prostor sadrži najviše grebena s manjom duljinom u odnosu na niže prostore gdje su grebeni duži, ali rjeđi, što se može uočiti na sjeveru i sjeveroistoku. Najveći broj grebena ima orijentaciju sjeveroistok-jugozapad, a sljedeći po važnosti su grebeni orijentacije sjeverozapad-jugoistok (sl. 17).

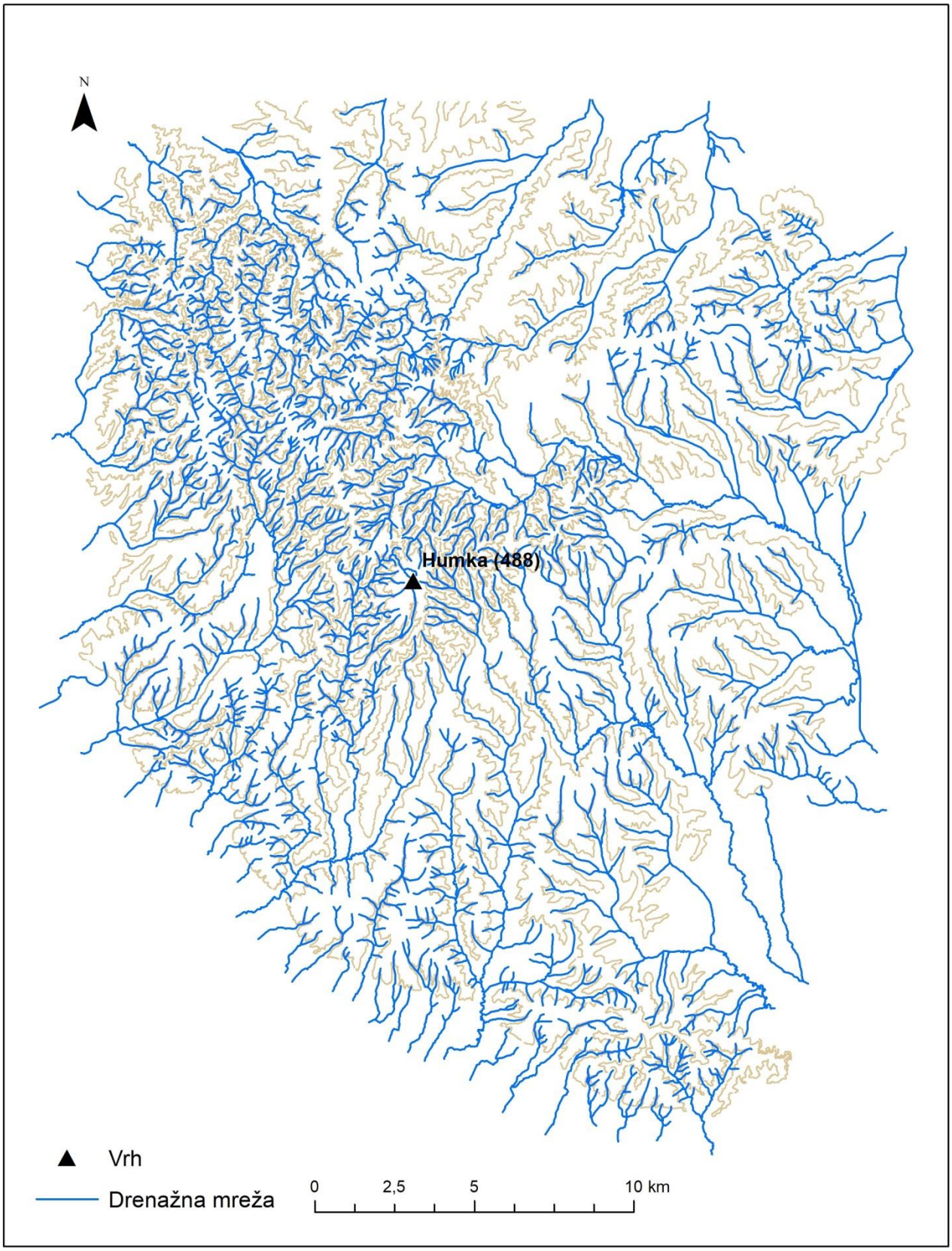


Sl. 17. Karta grebena Moslavačke gore

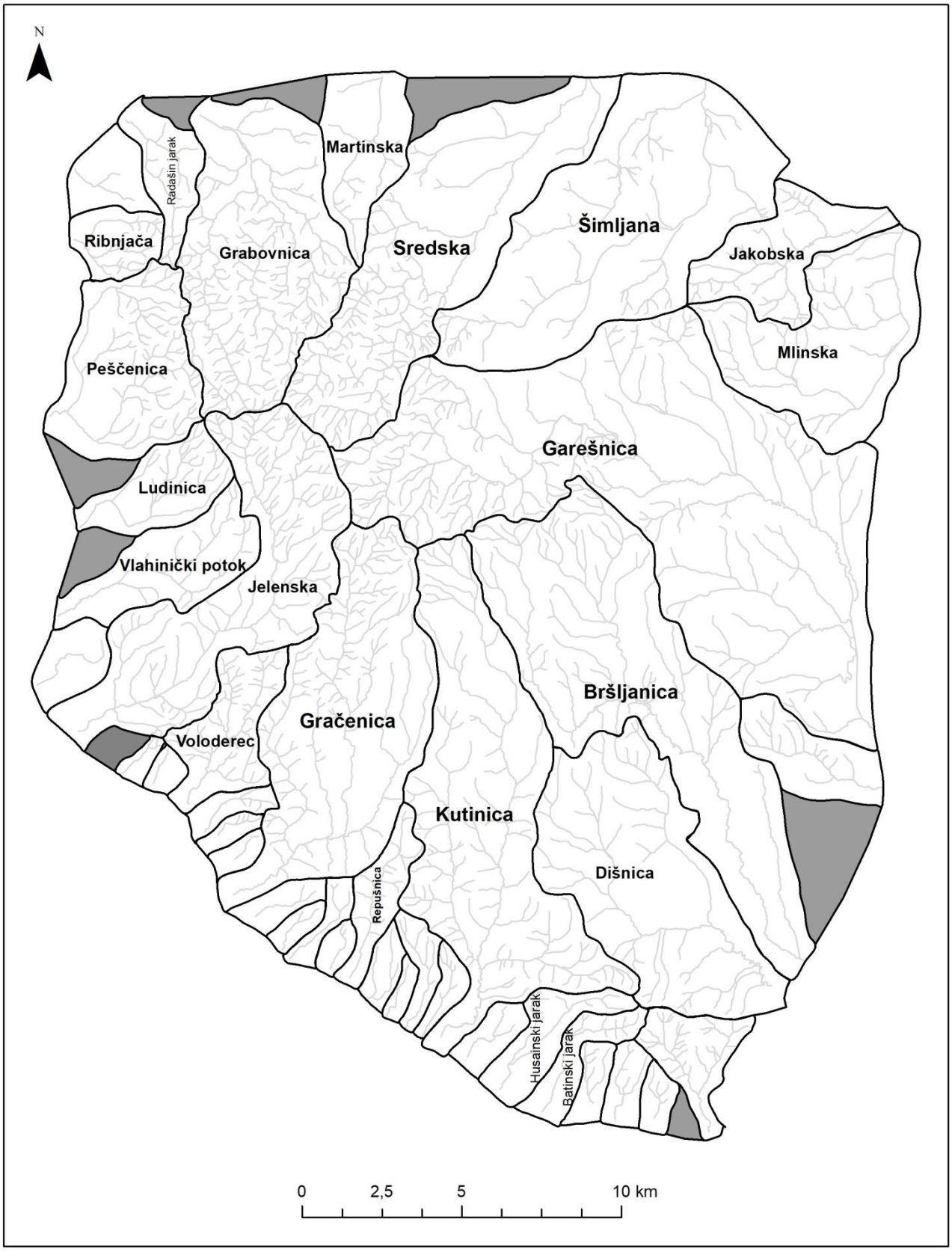
6. 7. Drenažna mreža

Na prostoru Moslavačke gore nalazi se ukupno 1400 km vodenih tokova (sl. 18), a prosječna duljina im je 960 m. Najduži tok je Garešnica čija je duljina 24,3 km, a najkraći se odnose na jaruge čije su najmanje duljine između 100 i 200 metara. Drenažna mreža podijeljena je na 43 drenažna bazena čija je ukupna površina 690 km^2 (sl. 19). Najveći drenažni bazeni na prostoru Moslavačke gore, čija je površina veća od 9 km^2, od najvećeg prema najmanjem, su Garešnica, Bršljanica, Šimljana, Kutinica, Sredska, Gračenica, Dišnica, Grabovnica, Jelenska, Mlinska, Peščenica, Jakobska, Vlahinički potok, Martinska, Voloderec i Ludinica (tab. 10). Prosječna veličina svih drenažnih bazena je 16 km^2 pa je od prosjeka veće 11 drenažnih bazena, a manje 32. Površina najmanjeg drenažnog bazena je 1,2 km^2, a ispodprosječnu duljinu tokova ima 28 drenažnih bazena. Maksimalna kategorija po Strahleru je tok pete kategorije u koju spada jedan tok u drenažnom bazenu Peščenica, a u četvrtu kategoriju spada ukupno 15 tokova. 24 porječja ima 3 ili manje kategorija tokova pa je i prosječan broj kategorija po Strahleru za sva porječja 1,3 zbog izrazite dominacije tokova prve kategorije (sl. 20).

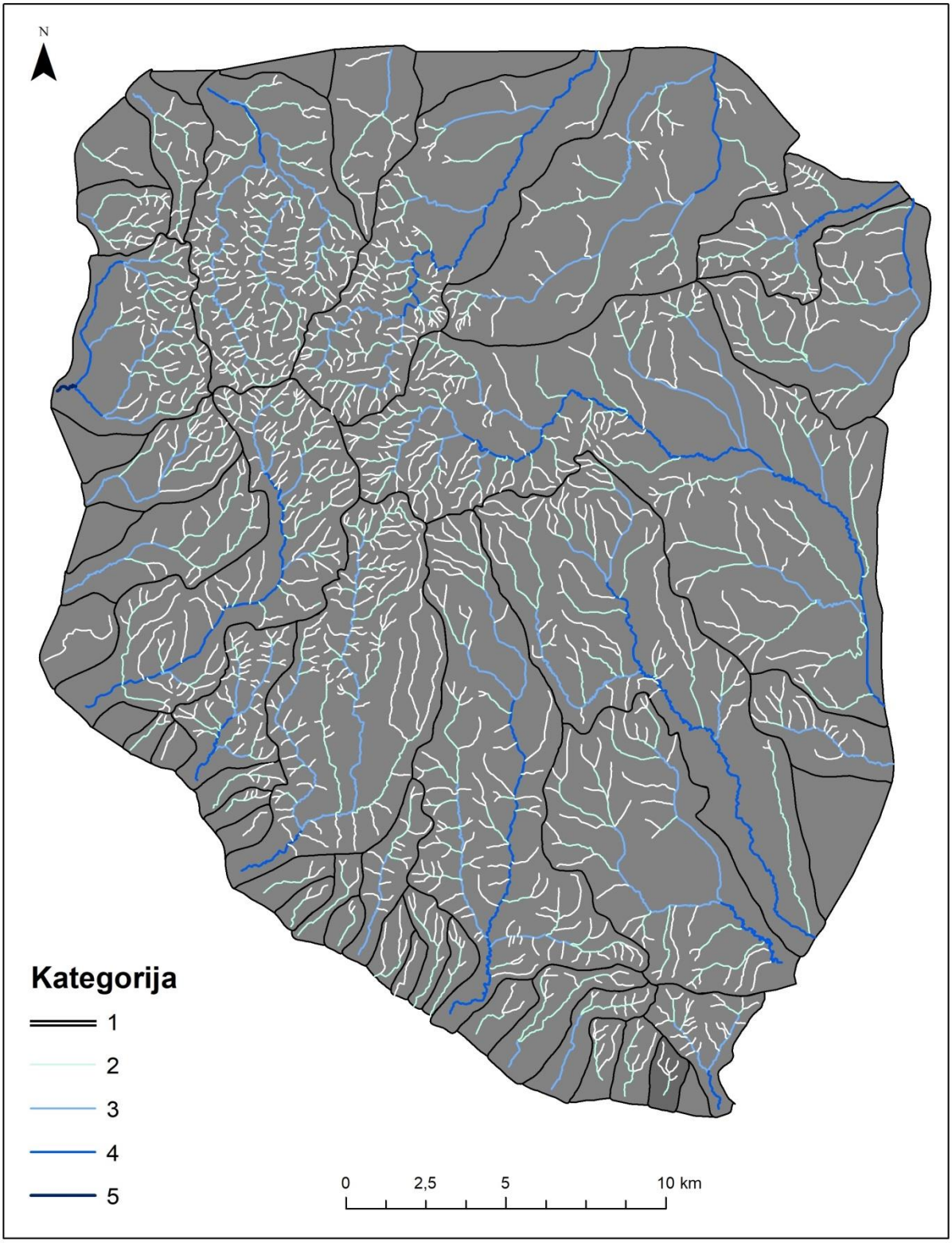
Gustoća drenažne mreže pokazatelj je prostornog rasporeda i intenziteta erozije, a izražava se prosječnom duljinom tokova u jedinici površine. Što je veća duljina tokova po jedinici površine to je snažnija erozija. Najveću gustoću imaju drenažni bazeni manjih površina: Grabovnica, Sredska i Peščenica (tab. 10) koji se nalaze na sjeverozapadnom dijelu Moslavačke gore. Gustoća se smanjuje prema istoku i jugoistoku što ukazuje da je ona najveća na prostoru manjih drenažnih bazena, a znatno manja na prostoru najvećih drenažnih bazena: Garešnice i Bršljanice (tab. 10). Najveća je u područjima granita i metamorfnih stijena u središnjem izdignutom dijelu, a najmanja na padinama sa sedimentnim naslagama. Maksimalna gustoća drenažne mreže iznosi 4,3 km po km^2, a prosječna 1,6 km po km^2 (sl. 21).



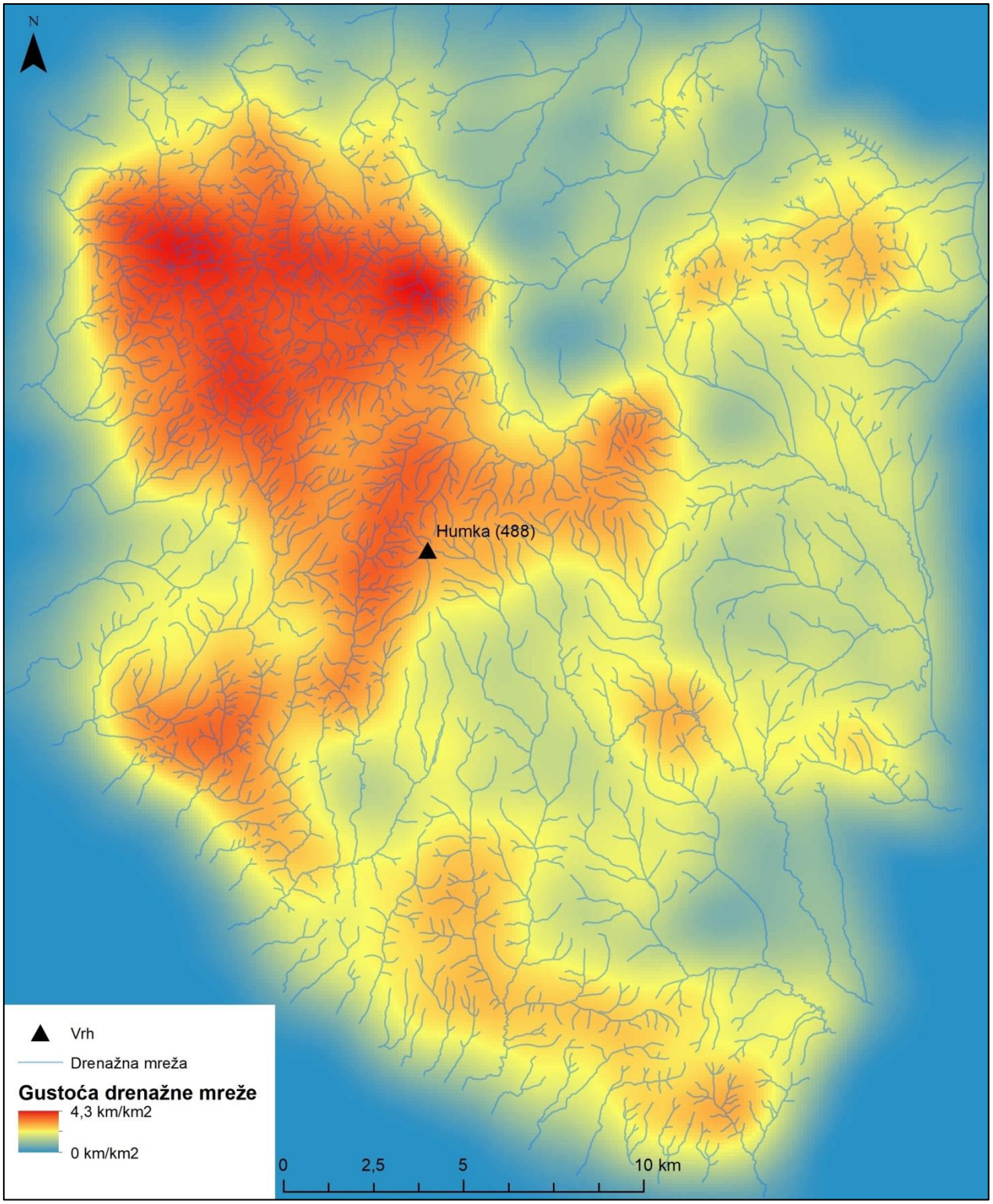
Sl. 18. Drenažna mreža Moslavačke gore



Sl. 19. Drenažni bazeni na prostoru Moslavačke gore



Sl. 20. Klasifikacija tokova prema Strahleru na prostoru Moslavačke gore



Sl. 21. Gustoća drenažne mreže na prostoru Moslavačke gore

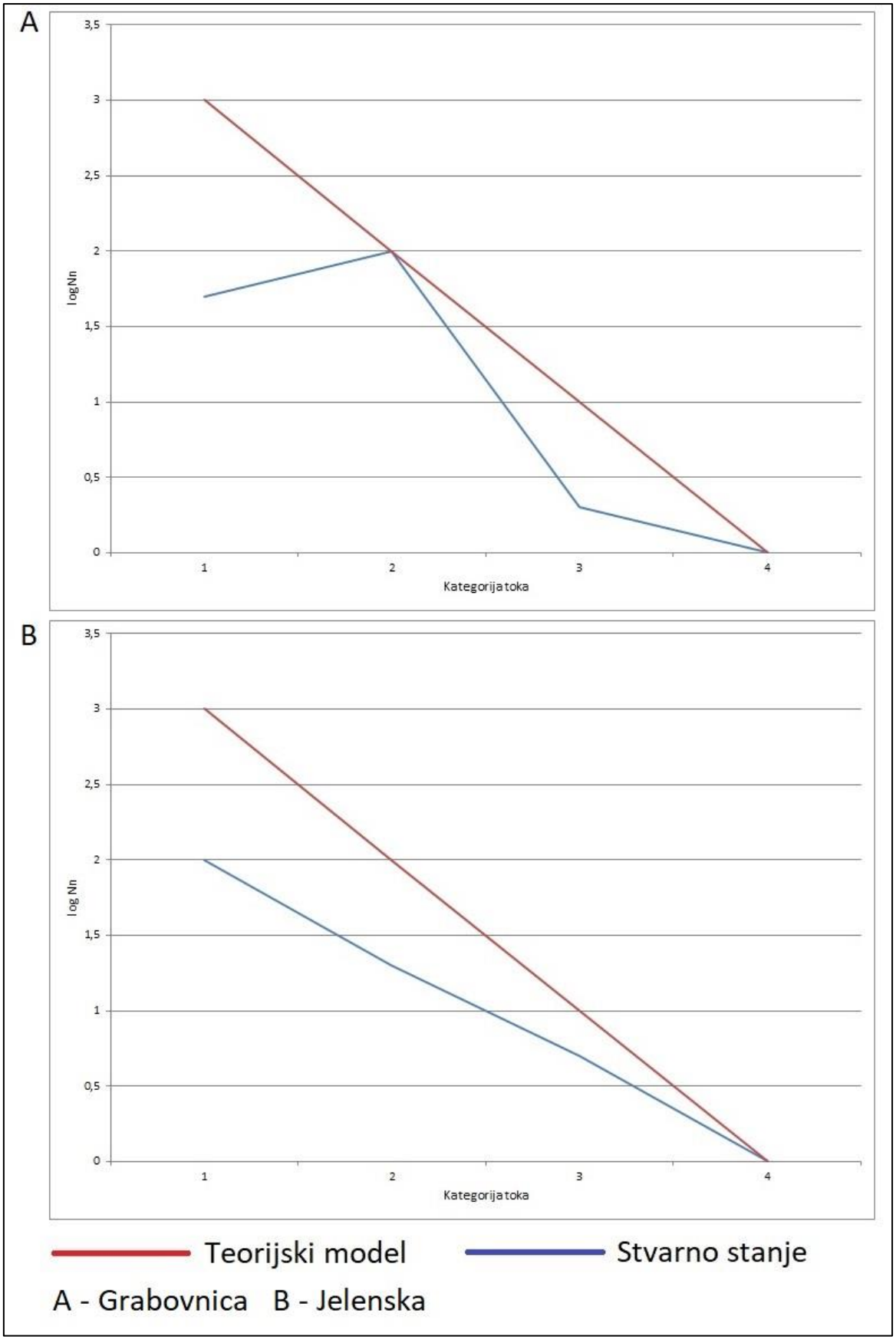
6. 7. 1. Prvi i drugi Hortonov zakon

Teorijski indeks bifurkacije bio bi dva i težio konstanti pod uvjetom da se sustav razvija u idealnim uvjetima (Marković, 1983), međutim on nije konstantan i odstupa od idealnog (tab. 9). Najveći prosječni indeks bifurkacije ima drenažni bazen Gračenica, a najmanji Peščenica (tab. 9). Izračunati indeks bifurkacije primijenjen je u izračunu prvog Hortonovog zakona, tj. zakona broja tokova. U okviru prvog Hortonovog zakona, analizirani drenažni bazeni Grabovnica, Jelenska, Garešnica i Bršljanica negativno odstupaju od teorijskog modela. Drenažni bazeni Jelenska, Garešnica i Bršljanica imaju pravilan trend (sl. 22, sl. 23) gdje povećanjem kategorije tokova broj tokova pada, međutim drenažni bazen Grabovnica ima nepravilni trend (sl. 22) zbog odnosa broja tokova susjednih kategorija, gdje je razlika između broja tokova prve i druge kategorije manja u odnosu na razliku između broja tokova druge i treće kategorije.

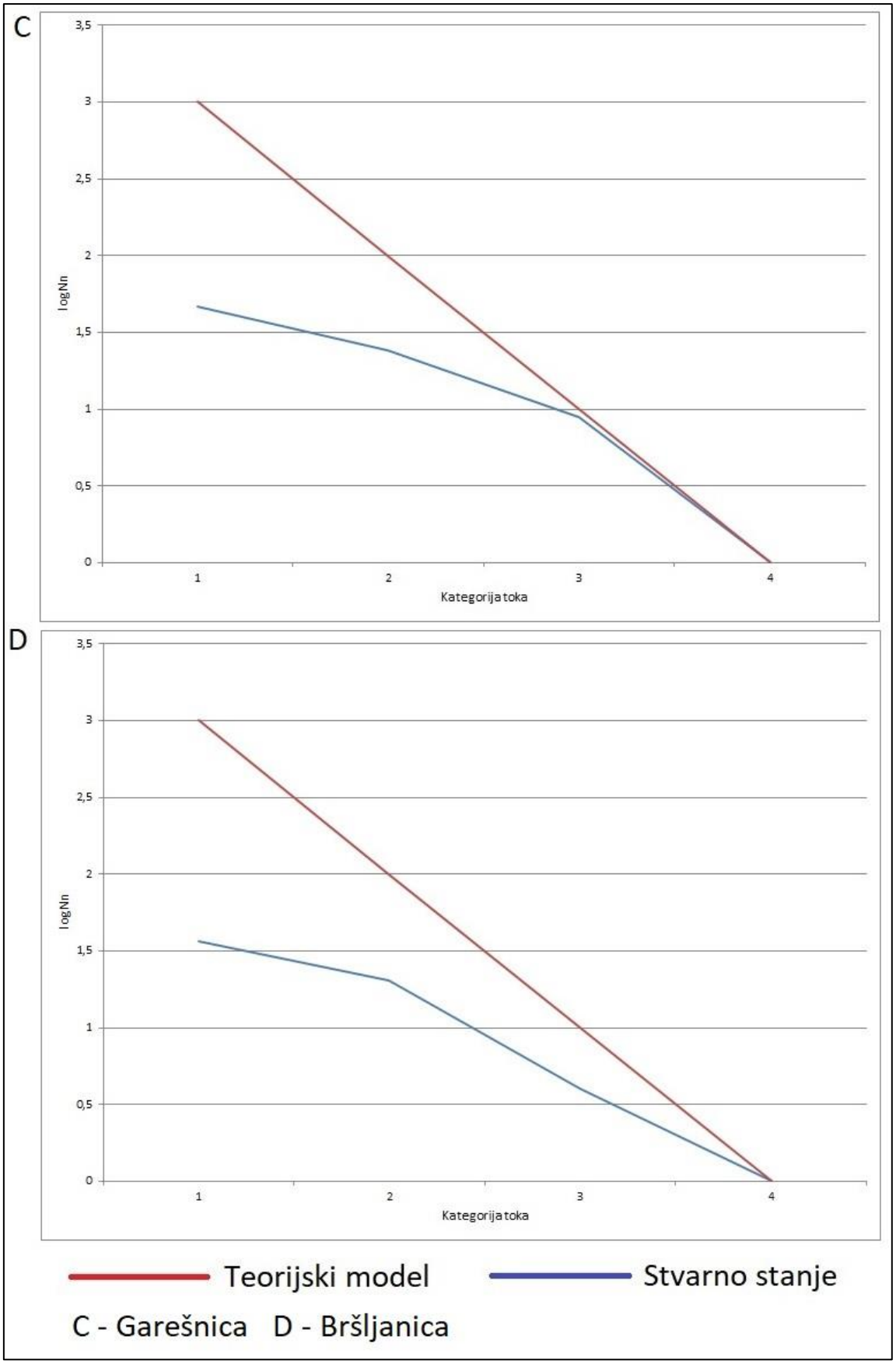
Indeks duljina ukazuje na odnos duljina tokova dvije susjedne kategorije. U okviru drugog Hortonovog zakona, analizirani drenažni bazeni Grabovnica, Jelenska, Garešnica i Bršljanica negativno odstupaju od teorijskog modela. Drenažni bazeni Jelenska, Garešnica i Bršljanica imaju pravilan trend (sl. 24, sl. 25) što govori da povećanjem kategorije tokova duljina tokova raste. Drenažni bazen Grabovnica ima nepravilni trend (sl. 24) jer su joj tokovi četvrte kategorije kraći od tokova treće kategorije.

Tab. 9. Indeks bifurkacije i indeks duljina tokova

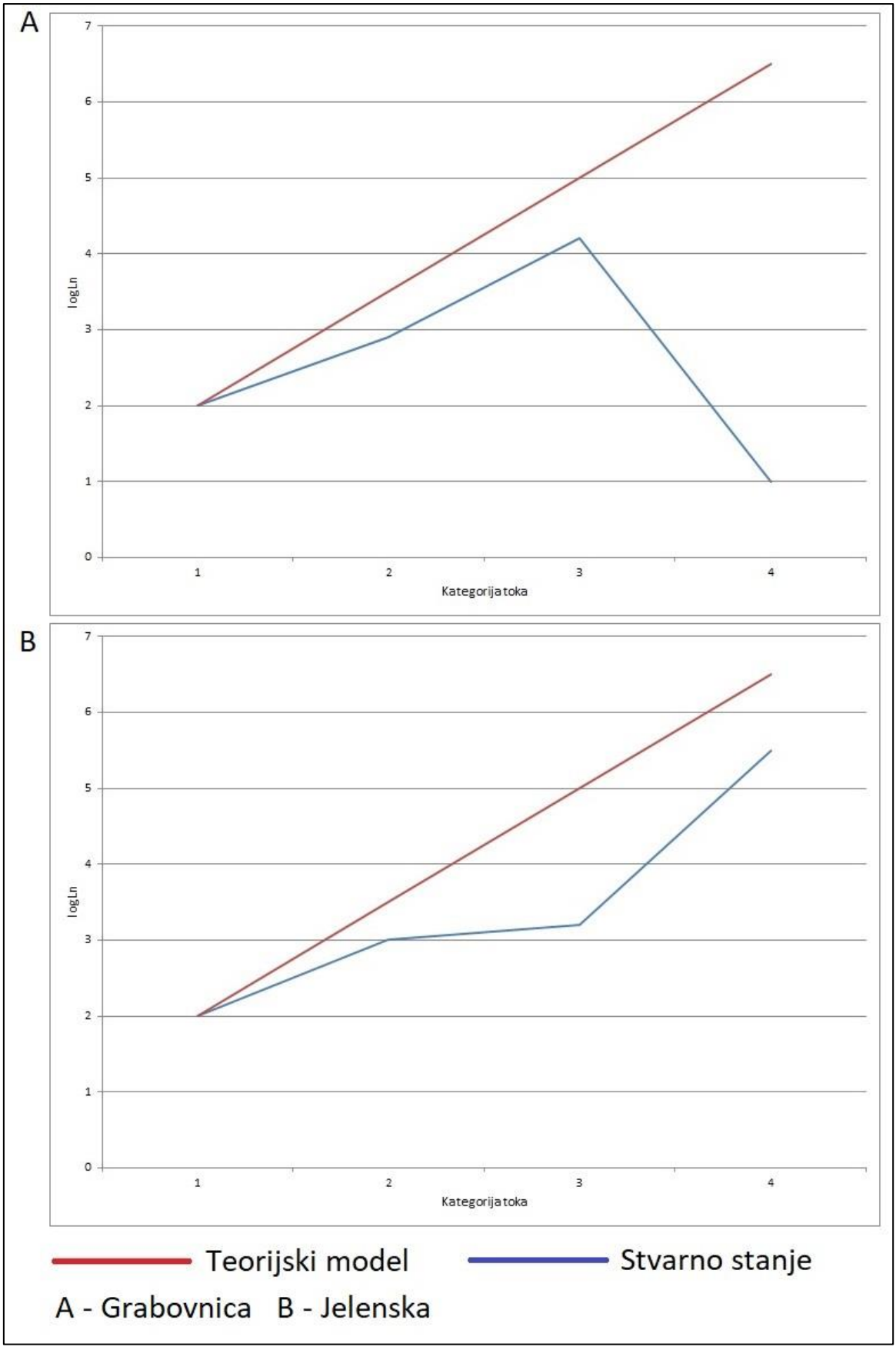
Drenažni bazen	Indeks bifurkacije (I_b)					Indeks duljina (I_L)			
	1/2	**2/3**	**3/4**	**4/5**	**Prosjek**	**2/1**	**3/2**	**4/3**	**5/4**
Bršljanica	3,3	4,5	4		3,9	2	2,1	5	
Dišnica	3,9	5,5	2		3,8	2,3	3,3	0,8	
Garešnica	3,6	4,9	9		5,8	2	2,3	7,6	
Grabovnica	3,8	10,2	2		5,4	2,2	6,7	0,3	
Gračenica	4,9	11	2		6	1,8	8,8	0,3	
Jakobska	4,8	3	2		3,3	2,8	0,7	5	
Jelenska	4,7	4,4	5		4,7	1,6	1,6	8	
Kutinica	4,5	5,2	4		4,6	1,6	3,6	3,3	
Ludinica	3,8	5			4,4	1,7	4,4		
Martinska	5	2			3,5	2,3	0,9		
Mlinska	3,7	3,5			3,6	1,9	2		
Peščenica	3,8	3,2	2,5	2	2,9	2,4	2,1	1,5	0,2
Sredska	3,5	5,3			4,4	1,9	3,6		
Šimljana	4,1	3,7	3		3,6	2,3	3,8	0,9	
Vlahinički potok	5,7	3			4,3	4,8	1,4		
Voloderec	3,4	4,7	3		3,7	1,2	4,6	1,4	



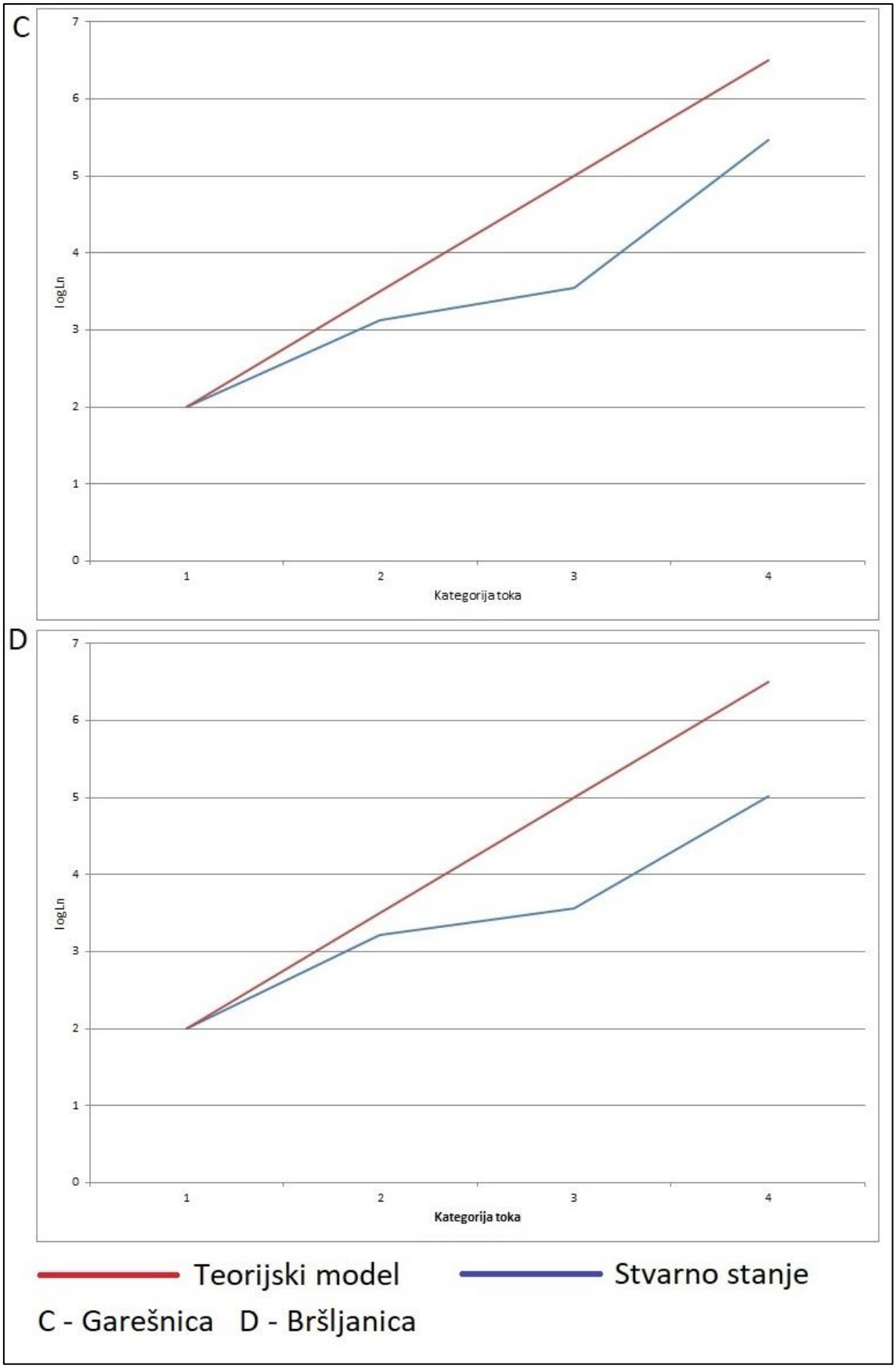
Sl. 22. Prvi Hortonov zakon: odstupanje stvarnog broja tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Grabovnica i Jelenska



Sl. 23. Prvi Hortonov zakon: odstupanje stvarnog broja tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Garešnica i Bršljanica



Sl. 24. Drugi Hortonov zakon: odstupanje stvarne duljine tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Grabovnica i Jelenska



Sl. 25. Drugi Hortonov zakon: odstupanje stvarne duljine tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Garešnica i Bršljanica

6. 7. 2. Hipsometrijske krivulje

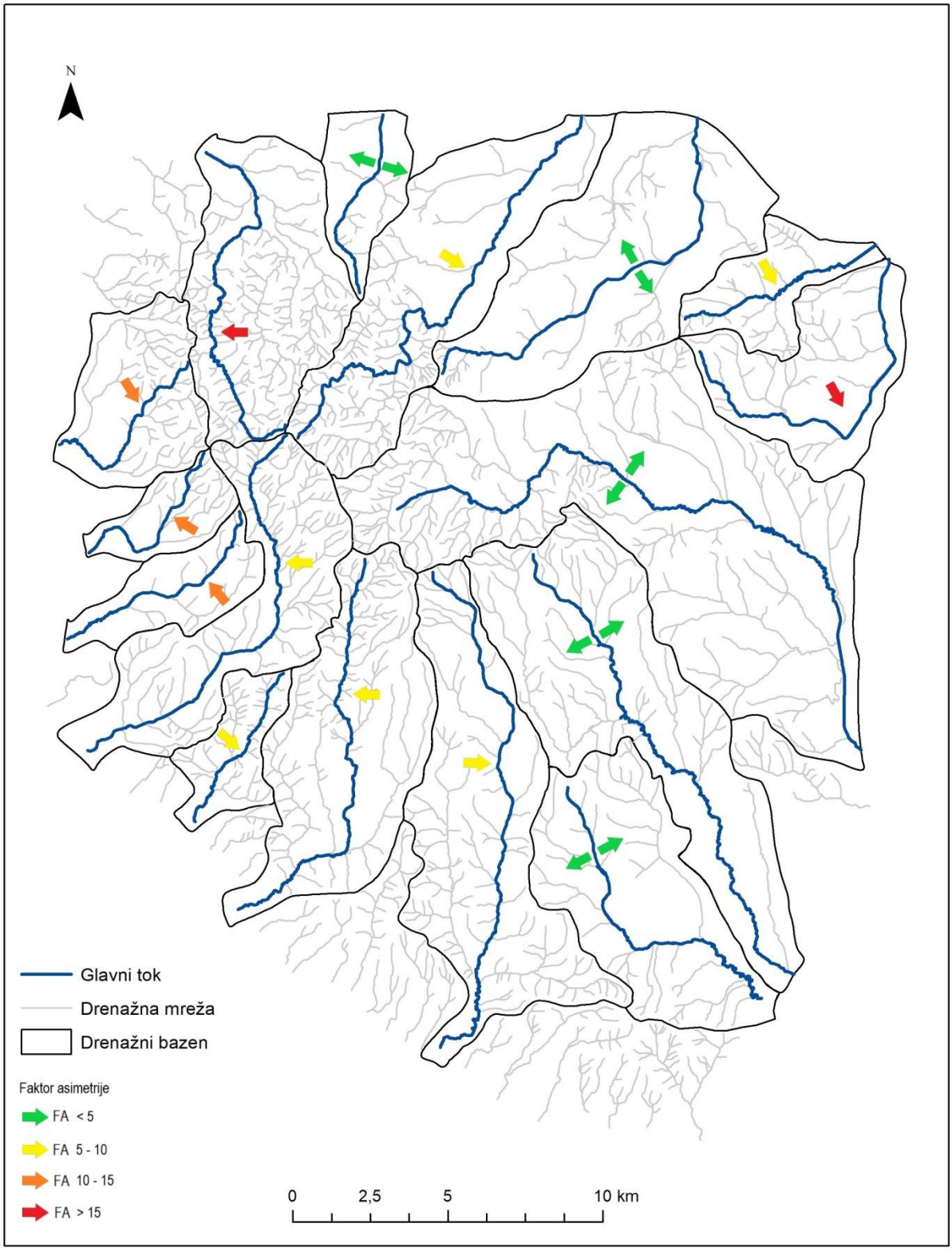
Hipsometrijske krivulje drenažnih bazena svojim oblikom ukazuju na intenzitet erozije. Rezultat su interakcije tektonske aktivnosti, litološkog sastava i klimatskih uvjeta. Prema Strahleru, konveksne hipsometrijske krivulje predstavljaju mlada i blago erodirana područja, krivulje u obliku S odnose se na umjereno erodirane prostore, a konkavne na izrazito erodirane prostore i krajnje erozijske faze. Vrijednosti bliže broju 1 odnose se na mlađi erozijski stadij, a vrijednosti bliže 0 odnose se na zreli ili krajnji erozijski stadij (Matoš i dr., 2014). Svi analizirani drenažni bazeni imaju vrijednost Hi 0,5, što ukazuje na krivulju u obliku S koja se odnosi na umjereno erodirane prostore (tab. 10).

6. 7. 3. Faktor asimetrije drenažnih bazena

Rezultati analize asimetrije drenažnih bazena mogu ukazivati na simetrični (FA < 5), blago asimetrični (FA = 5-10), umjereno asimetrični (FA = 10-15) i izrazito asimetrični drenažni bazen (FA > 15) (Matoš i dr., 2014). Od 16 analiziranih drenažnih bazena, faktor asimetrije za njih pet iznosi manje od 5 što ukazuje na simetričnost. Simetrični drenažni bazeni su Bršljanica, Dišnica, Garešnica, Šimljana i Martinska, a nalaze se na sjeveroistoku, istoku i jugoistoku prostora Moslavačke gore. Vrijednosti faktora asimetrije između 5 i 10 ima šest drenažnih bazena, a karakterizira ih blaga asimetričnost. Blago asimetrični drenažni bazeni su Gračenica, Jelenska, Kutina i Voloderec na jugu i jugozapadu te Jakobska i Sredska na sjeveru i sjeveroistoku. Tri bazena imaju vrijednost faktora asimetrije između 10 i 15 i umjereno su asimetrični. Umjereno asimetrični drenažni bazeni su Ludinica, Vlahinički potok i Peščenica, a nalaze se na zapadnom dijelu Moslavačke gore. U posljednju skupinu, čije su vrijednosti veće od 15 i odnose se na izrazito asimetrične drenažne bazene, spadaju dva drenažna bazena, a to su Grabovnica i Mlinska koje se nalaze se na sjevernom i sjeveroistočnom dijelu Moslavačke gore (tab. 10, sl. 26).

Tab. 10. Parametri najvećih drenažnih bazena

Drenažni bazen	Površina (u km^2)		L (km)	Nadmorska visina (u m)			FA	Hi
	A_T	A_R		Minimalna	Maksimalna	Srednja		
Bršljanica	59,81	28,55	17,22	107	255	181	2,27	0,5
Dišnica	40,90	20,43	10,38	106	160	133	0,04	0,5
Garešnica	111,01	55,75	24,34	109	375	242	0,22	0,5
Grabovnica	39,92	30,27	2,36	106	281	193,5	25,82	0,5
Gračenica	45,25	19,14	2,80	100	407	253,5	7,70	0,5
Jakobska	13,72	5,84	8,04	121	152	136,5	7,41	0,5
Jelenska	38,42	16,82	15,50	120	338	229	6,22	0,5
Kutinica	53,15	30,88	12,54	100	327	213,5	8,10	0,5
Ludinica	9,48	3,62	3,20	116	241	178,5	11,79	0,5
Martinska	11,82	6,10	6,67	120	150	135	1,62	0,5
Mlinska	28,16	8,81	13,1	130	170	150	18,70	0,5
Peščenica	21,91	13,17	6,02	110	281	195,5	10,10	0,5
Sredska	46,26	20,10	18,78	109	340	224,5	6,55	0,5
Šimljana	53,92	25,19	13,48	110	165	137,5	3,27	0,5
Vlahinički p.	13,40	5,15	8,49	106	200	153	11,57	0,5
Voloderec	10,82	6,14	5,95	106	160	133	6,77	0,5



Sl. 26. Faktor asimetrije drenažnih bazena

7. Rasprava

Rezultati dobiveni morfometrijskom analizom Moslavačke gore upućuju na oblikovanje reljefa pod utjecajem endogenih i egzogenih čimbenika. U okviru neotektonskih pokreta, aktivirani su rasjedi koji su uzrokovali pomak stijenske mase čime je određeno pružanje hrpta u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Središnji hrbat i spušteni bokovi reljefno se očituju razlikama nadmorske visine. Površinom najmanji dio Moslavačke gore, izdignuti, središnji hrbat je prostor najvećih vrijednosti nadmorske visine, nagiba i vertikalne raščlanjenosti. Vertikalna raščlanjenost odraz je tektonskih pokreta koji su rezultirali središnjim izdignutim dijelom, a svojim vrijednostima upućuje na intenzivnije promjene nadmorske visine. Vrijednosti nagiba koje upućuju na jako nagnuti teren, posljedica su rasjednutosti i egzogenih procesa. Posljedica jako nagnutog terena i izraženije vertikalne raščlanjenosti je intenzivnija erozija koja je uvjetovana količinom vode na terenu. Konveksne padine ukazuju na dominaciju tektonskih pokreta, koje zbog svog oblika trpe intenzivnije erozijsko djelovanje i brže kretanje vode, zbog čega otjecanje dominira i utječe na intenzivno jaruženje i eroziju. Grebeni između kojih se nalaze jaruge ili doline tokova, posljedica su uglavnom rasjedne tektonike. Na prostoru središnjeg hrpta su najgušći i relativno malih duljina zbog tektonske izlomljenosti.

Drugi dio Moslavačke gore odnosi se na spuštene bokove horsta. Zbog rasporeda tektonske rasjednutosti i spuštanja stijenske mase, ovaj prostor ima male vrijednosti nadmorske visine od tek 150 do 200 metara. Zbog toga su i vrijednosti vertikalne raščlanjenosti male, tj. opisuju slabo raščlanjene ravnice i slabo raščlanjeni reljef. Spušteni bokovi očituju se malim vrijednostima nagiba koje opisuju blago nagnuti i nagnuti teren, a blaži nagibi padina uzrokuju i slabiji intenzitet erozije. Na spuštenom dijelu dominiraju konkavne padine oblikovane erozijom i akumulacijom materijala, a konkavne padine utječu na konvergentno otjecanje čiji je rezultat akumulacija materijala.

Ekspozicija padina uzrokovana je tektonskim pokretima nastalim na temelju pružanja rasjeda. Dinarski smjer pružanja rasjeda utječe na lagano prevladavanje jugozapadnih i jugoistočnih smjerova pružanja padina što ukazuje na neotektonsko izdizanje. Ekspozicija padina može biti čimbenik intenziteta egzogenih sila. S obzirom da se radi o padinama pod određenim stupnjem nagiba koje su okrenute prema jednoj od strana svijeta, trošenje materijala može biti pojačano ili oslabljeno. Padine okrenute prema sjevernoj strani imaju veću vlažnost, zbog čega dolazi do intenzivnije erozije. Padine okrenute prema južnoj

strani, zbog veće insolacije, mogu biti izloženije trošenju materijala radi isušivanja tla u ljetnim mjesecima.

Dolinska mreža posljedica je rasjedne tektonike, a suvremeni tokovi imaju erozijsko djelovanje. Tokovi prve i druge kategorije prema Strahleru, koji se nalaze na područjima većih vrijednosti nagiba, intenzivnije erozijski djeluju na podlogu, dok tokovi viših kategorija prevladavaju u prostorima akumulacije. Gustoća drenažne mreže pokazatelj je prostornog rasporeda tokova i intenziteta erozije. Što je veća duljina tokova po jedinici površine, to je jača erozija. Duljina tokova najveća je na prostoru hrpta, a pada prema istoku. Na području središnjeg hrpta zbog najveće gustoće drenažne mreže je i erozija najizraženija. Dok su na prostoru viših nadmorskih visina drenažni bazeni uži, tokovi kraći i erozija jača, na prostoru nižih nadmorskih visina dolazi do širenja drenažnih bazena, pojave duljih tokova i jačanja akumulacije. Simetrični drenažni bazeni, koji dominiraju na istočnoj strani Moslavačke gore, ukazuju na relativno tektonsko mirovanje, dok asimetrični bazeni, koji dominiraju na zapadnoj strani Moslavačke gore, ukazuju na tektonsko pomicanje zbog postojanja rasjeda koji se očituju laktastim skretanjima tokova. Odstupanja od teorijskog modela prvog i drugog Hortonovog zakona uzrokovana su tektonskim pokretima i razlikama u litologiji. Prvi Hortonov zakon negativnim odstupanjem vrijednosti u odnosu na teorijski model, za drenažne bazene Bršljanica, Garešnica i Jelenska ukazuje na povećanu akumulaciju i relativno tektonsko spuštanje ili mirovanje. Suprotno tome, bazen Grabovnica ukazuje na relativno tektonsko izdizanje koje uzrokuje intenzivno grananje tokova, skraćivanje njihove dužine i jačanje erozije.

Tip dolinske mreže, orijentacija i gustoća ovise o litološkom sastavu, strukturi terena, klimi, vegetaciji i nagibu terena (Faivre, 1994). Drenažna mreža Moslavačke gore spada u dendritično-paralelni tip mreže. U dendritičnoj mreži su pritoci nepravilno raspoređeni u prostoru, što se posebno odnosi na najuzvišenija područja. Paralelna drenažna mreža nastala je pod utjecajem neotektonskih pokreta, a očituje se u nižim područjima.

Slična istraživanja provedena su za područja sjeverozapadnog dijela Moslavačke gore, Papuka i Medvednice. Husnjak (2012) je pomoću digitalne morfometrijske analize i terenskih istraživanja donijela zaključke o geomorfološkim značajkama sjeverozapadnog dijela Moslavačke gore, pritom detaljno analizirajući drenažnu mrežu toga prostora. Provela je i terensko istraživanje kao metodu izrade svog diplomskog rada, dok se ovaj temeljio isključivo na digitalnoj analizi. Analizom je utvrdila da sjeverni dio Moslavačke

gore karakterizira denudacijsko-tektonski tip morfostrukture, gdje je izražena blokovska struktura. Analizom cijelog prostora Moslavačke gore utvrđeno je isto. U oba slučaja ustanovljeno je da su intenzivna erozija i jaruženje posljedica recentnog izdizanja što je očito i na temelju gustoće drenažne mreže. Kvetek i Bočić (2015) analizirali su drenažnu mrežu u okviru Papuka pomoću metoda analize digitalnog modela reljefa čime su dobiveni rezultati o gustoći i odnosu prema Hortonovim zakonima. Analiza drenažne mreže Papuka pokazala je da na tome području prevladava fluviodenudacijski morfogenetski tip reljefa, jednako kao i u slučaju Moslavačke gore. Gustoća drenažne mreže je veća u većim drenažnim bazenima, dok je na prostoru Moslavačke gore gustoća drenažne mreže manja na prostorima većih drenažnih bazena, a veća na prostorima manjih. U oba slučaja duljine tokova ponešto odstupaju od teorijskih modela utvrđenih Hortonovim zakonima za što su vjerojatno odgovorni tektonski pokreti i razlike u litološkim značajkama podloge. Matoš i dr. (2014) su korištenjem metoda analize digitalnog modela reljefa identificirali tektonski aktivna područja na prostoru Medvednice. Uz morfometrijsku analizu, provedene su i analize hipsometrijskih krivulja i asimetrije drenažnih bazena, što je s usporedbom geoloških značajki ukazalo na tektonski aktivna područja. Tektonski pokreti su koncentrirani na jugozapadnom dijelu Medvednice i duž granične zone koja odvaja Medvednicu na sjeveroistok i jugozapad, za razliku od Moslavačke gore čije značajnije rasjedne zone odvajaju središnji hrbat od okolno spuštenih bokova i dijele goru na sjeverozapadni i jugoistočni dio. Na Medvednici se također, kao i u slučaju Moslavačke gore, tektonska izlomljenost očituje izlomljenošću terena i kratkim dolinama V ureza. Tokove karakteriziraju konveksne hipsometrijske krivulje, dok su na Moslavačkoj gori hipsometrijske krivulje tokova S oblika. Razlike u nadmorskoj visini između sjeveroistoka i jugozapada Medvednice u kombinaciji s asimetrijskim značajkama drenažnih bazena i promjenama u smjerovima asimetrije ukazuju na rasjednu zonu koja se pruža u smjeru sjever-zapad. Simetrija drenažnih bazena na jugoistočnom dijelu Moslavačke gore ukazuje na tektonsko mirovanje, dok asimetrija na sjeverozapadnom dijelu ukazuje na tektonske pomake koji su uzrokovali izdizanje središnjeg dijela horsta.

8. Zaključak

Na temelju opće i specijalne morfometrijske analize i usporedbe s geološkim podacima može se zaključiti:

- Na oblikovanje reljefa Moslavačke gore utjecaj imaju tektonika i egzogeni fluvijalni procesi erozije i akumulacije
- Prema geološkom postanku, Moslavačka gora je horst
- Litološki sastav Moslavačke gore čine prekambrijske metamorfne stijene, paleozojski ili mezozojski graniti te neogenski i kvartarni sedimenti
- Reljefno se Moslavačka gora može podijeliti na središnje izdignuti hrbat čija je nadmorska visina veća od 200 metara te okolne padine čija je nadmorska visina između 150 i 200 metara
- Vrijednosti nagiba koje obilježavaju nagnuti i jako nagnuti teren te vrijednosti vertikalne raščlanjenosti koje obilježavaju slabo i umjereno raščlanjen reljef posljedica su tektonike, erozije i akumulacije
- Konveksne padine, uvjetovane tektonikom, karakteristične su za više predjele koji su pod utjecajem intenzivne erozije, dok su konkavne padine, oblikovane erozijskim djelovanjem i akumuliranim materijalom, karakteristične za niže predjele, a obje vrste su površinski gotovo jednako zastupljene
- Na području Moslavačke gore razvijena je drenažna mreža koju čine 43 drenažna bazena
- Gustoća drenažne mreže najveća je na prostoru izdignutog hrpta, a smanjuje se prema istoku, pri čemu tokovi imaju blago erozijsko djelovanje
- Analiza drenažnih bazena ukazuje na tektonsku aktivnost središnjeg izdignutog hrpta Moslavačke gore i tektonsko mirovanje spuštenih bokova

9. Literatura

Balen, D., Broska, I., 2011: Tourmaline nodules: products of devolatilization within the final evolutionary stage of granitic melt, *Geological Society*, London.

Bočić, N., Pahernik, M., Mihevc, A., 2015: Geomorphological significance of the palaeodrainage network on a karst plateau: The Una–Korana plateau, Dinaric karst, Croatia, *Geomorphology* 247, 55-65

Bognar, A., 1992: Inžinjerskogeomorfološko kartiranje, *Acta geographica Croatica,* Vol. 27, Geografski odjel PMF-a, Zagreb.

Bognar, A., 1999: Geomorfologija područja Moslavačke gore u: *Prethodna geoekološka karakterizacija preferentnih lokacija za odlagalište nisko i srednje radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj*, APO d.o.o., Zagreb, 24-41.

Bognar A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, vol. 34, 7-29.

Crkvenčić, I., 1974: *Geografija SR Hrvatske, knj. 1, Središnja Hrvatska – opći dio*, Školska knjiga, Zagreb

Crnko, J., 1991: Osnovna Geološka Karta RH 1:100 000, list Kutina L 33-94, Institut za geološka istraživanja, Zavod za geologiju, Zagreb.

Faivre, S., 1994: Strukturno-geomorfološka analiza tipova dolinske mreže sjevernog Velebita i Senjskog bila, *Senjski zbornik*, 21, 9-24.

Gams, I., Zeremski, N., Marković, M., Lisenko, S., Bognar, A., 1985: *Uputstvo za izradu detaljne geomorfološke karte SFRJ 1 : 100 000*, Beograd.

Husnjak, V., 2012: Geomorfološke značajke sjeverozapadnog dijela Moslavačke gore, Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu.

Jamičić, D., Crnko, J., 2009: Kompleks metamorfnih stijena Psunja, Krndije i Moslavačke gore, *Hrvatski geološki institut*, Zagreb, 11-13.

Jurković, I., 2003: Metalogenija južne Tisije – Moslavačka gora, Psunj, Papuk, Krndija, *Rudarsko-geološko-naftni fakultet,* Zagreb.

Kirchner, J. W. 1993: Statistical inevitability of Horton's laws and the apparent randomness of stream channel networks, *Department of Geology and Geophysics*, University of California, Berkley, California.

Kišpatić, M., 1889: Kristalinični trup Moslavačke gore, Rad JAZU, knj. 92, Zagreb.

Koch, F., 1889: Prilog geološkom poznavanju Moslavačke gore, Rad JAZU, knj. 83, Zagreb.

Korolija, B., Crnko, J., 1985: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Bjelovar L 33-82, Savezni geološki zavod, Beograd.

Korolija, B., Vragović, M., Crnko, J., Mamužić, P., 1985: Tumač Osnovne geološke karte za list Bjelovar, Savezni Geološki Zavod, Beograd.

Kvetek, F., Bočić, N., 2015: Digitalna analiza drenažne mreže na primjeru Papuka, *Geografski horizont*, 2, 61-73.

Lozić S., 1995: Vertikana raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, vol. 30, Zagreb, 17-28.

Lozić S., 1996: Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, vol. 31, Zagreb, 41 -50.

Magaš, D., 2013: *Geografija Hrvatske*, Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju i izdavačka kuća Meridijani, Zadar.

Marković, M., 1983: *Osnovi primenjene geomorfologije*, Geoinstitut, Posebna izdanja, knjiga 8, Beograd.

Matoš, B., Tomljenović, B., Trenc, N., 2014: Identification of tectonically active areas using DEM: a quantitative morphometric analysis of Mt. Medvednica, NW Croatia, *Geological Quarterly* 58 (1), 51-70.

Mihljević, D., 1995: Characteristics of the relief System within the Istrian Hummocy Hills – Factor Approach, *Geografski glasnik* 57, 1-19.

Mihljević, D., 1995A: Procesi prekomjerne denudacije i njihove posljedice u Istarskom pobrđu. Zbornik 1. Hrvatskog geografskog kongresa, Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb, 188-203.

Ožegović, F., 1951-53: O geologiji i paleogeografiji SW dijela Moslavačke gore, *Geol. vjesnik V-VII*, Zagreb.

Pahernik, M., 2007: Digitalna analiza padina otoka Raba, *Geoadria* 12/1, Zadar, 3-22.

Pamić, J., Krkalo, E., Prohić, E., 1984: Granitne stijene sjeverozapadnog dijela Moslavačke gore u sjevernoj Hrvatskoj, *Geologija* 27, Ljubljana, 201-212.

Pike, R., J., Evans, I., S., Hengl, T. (2009): *Geomorphometry: A Brief Guide*, In: Geomorphometry – Concepts, Software, Applications, Developments in Soil, Eds. T. Hengl, H. I. Reuter, Elsevier, 3-30.

Radoš D., Lozić S., Šiljeg A., 2012: Morfometrijske značajke šireg područja Duvanjskog polja, Bosna i Hercegovina, *Geoadria* 17/2, Zadar, 177-207.

Starijaš, B., Gerdes, A., Balen, D., Tibljaš, D., Finger, F., 2010: The Moslavačka Gora crystalline massif in Croatia: a Cretaceous heat dome within remnant Ordovician granitoid crust, *Swiss J Geosci*, 103, 61-82.

Šegota, T., Filipčić, A. (1996): *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb.

Šestanović, S., 2001: *Osnove geologije i petrografije*, Građevinski fakultet, Split.

Tučan, F., 1904: Pegmatit u kristalinicnom kamenju Moslavačke gore, Rad JAZU, knj. 159, Zagreb.

Vukotinović, L., 1852: Die Moslaviner Gebierge in Croatien, Jahrb. der K.K. Geol. Reichsanst. 3/2, Wien.

Wolf, H., 1861, 62.: Geologische Aufnahme des Warasdiner Grenzregiments, Jahrh. geol. Reichsanst. 12/2, Wien.

10. Izvori

URL 1: ArcGIS

http://desktop.arcgis.com (studeni, 2017.)

URL 2: Hrvatski Geološki Institut

http://www.hgi-cgs.hr/images/sheme_karata/ogk_sm/Kutina.jpg (studeni, 2017.)

Popis slika

Sl. 1. Položaj Moslavačke gore u okvirima RH 3
Sl. 2. Položaj Moslavačke gore prema geomorfološkoj regionalizaciji RH (Bognar, 2001) 5
Sl. 3. Hipsometrijska karta Moslavačke gore i okolna naselja 6
Sl. 4. Geološka karta Moslavačke gore (prema Korolija i Crnko 1985; Crnko, 1991 preuzeto s URL 2) 8
Sl. 5. Kategorije i prostorni obuhvat hipsometrijskih razreda 15
Sl. 6. Hipsometrijska karta Moslavačke gore 16
Sl. 7. Kategorije i prostorni obuhvat nagiba padina 18
Sl. 8. Karta nagiba padina Moslavačke gore 19
Sl. 9. Kategorije i prostorni obuhvat vertikalne raščlanjenosti reljefa 21
Sl. 10. Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa Moslavačke gore 22
Sl. 11. Kategorije i prostorni obuhvat ekspozicije padina 24
Sl. 12. Karta ekspozicije padina Moslavačke gore 25
Sl. 13. Karta profilne zakrivljenosti padina Moslavačke gore 27
Sl. 14. Vrsta padina profilne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat 29
Sl. 15. Vrsta padina planarne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat 29
Sl. 16. Karta planarne zakrivljenosti padina Moslavačke gore 30
Sl. 17. Karta grebena Moslavačke gore 32
Sl. 18. Drenažna mreža Moslavačke gore 34
Sl. 19. Drenažni bazeni na prostoru Moslavačke gore 35
Sl. 20. Klasifikacija tokova prema Strahleru na prostoru Moslavačke gore 36
Sl. 21. Gustoća drenažne mreže na prostoru Moslavačke gore 37
Sl. 22. Prvi Hortonov zakon: odstupanje stvarnog broja tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Grabovnica i Jelenska 40
Sl. 23. Prvi Hortonov zakon: odstupanje stvarnog broja tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Garešnica i Baršljanica 41
Sl. 24. Drugi Hortonov zakon: odstupanje stvarne duljine tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Grabovnica i Jelenska 42
Sl. 25. Drugi Hortonov zakon: odstupanje stvarne duljine tokova od teorijskog modela za drenažne bazene Garešnica i Baršljanica 43
Sl. 26. Faktor asimetrije drenažnih bazena 46

Popis tablica

Tab. 1. Kategorije i prostorni obuhvat hipsometrijskih razreda 15
Tab. 2. Geomorfološka klasifikacija nagiba padina.....17
Tab. 3. Kategorije i prostorni obuhvat nagiba padina.....18
Tab. 4. Kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa 20
Tab. 5. Kategorije i prostorni obuhvat vertikalne raščlanjenosti reljefa.....21
Tab. 6. Kategorije i prostorni obuhvat ekspozicije padina 23
Tab. 7. Vrsta padina profilne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat.....28
Tab. 8. Vrsta padina planarne zakrivljenosti i njihov prostorni obuhvat.....28
Tab. 9. Indeks bifurkacije i indeks duljina tokova.....39
Tab. 10. Parametri najvećih drenažnih bazena 45

Prilog 1: Pregledna geomorfološka karta Moslavačke gore