

RAZVIJANJE GEOGRAFSKIH VJEŠTINA IZ PODRUČJA GEOMORFOLOGIJE U NASTAVI GEOGRAFIJE

FLORIJAN KVETEK

U radu je sažeto prikazan koncept i praktična izvedba radionice održane za učitelje i nastavnike geografije u osnovnim i srednjim školama u rujnu 2017. godine. Glavna svrha radionice bila je pokazati mogućnosti morfometrijske analize reljefa u nastavi geografije u osnovnim i srednjim školama bez upotrebe računala. Analiza hipsometrije prostora pokazala se kao najjednostavnija i najprimjerenija metoda za izvođenje u osnovnoj školi, pogotovo u petom razredu. Analiziranje vertikalne raščlanjenosti prostora i nagiba padine potrebno je ostaviti za starije uzraste. Analiza orijentacije padina nije rađena.

Uvod

U uvjetima prisutnim u hrvatskom društvu danas, obilježenim nedovoljnim ulaganjem u znanost i obrazovanje, nastavnicima u osnovnim i srednjim školama često je izazov pronaći način da se učenicima približi proučavani sadržaj geografije. To posebice vrijedi za sadržaje iz domene fizičke geografije koji se lakše mogu usvojiti ako se dio nastave odradi na terenu, odnosno izvan učionice. Drugi problem je nedovoljna računalna i programska opremljenost škola (opremljenost GIS programima). Posljedica toga je umanjena mogućnost razvoja prostorno analitičkih vještina učenika unatoč činjenici da se u fakultetskom

obrazovanju mladih nastavnika geografije danas pažnja pridaje razvoju i usavršavanju informatičkih kompetencija mladih nastavnika geografije koji ta znanja mogu prenijeti svojim učenicima. Dok se materijalno stanje u školama ne promijeni na bolje, učitelji i nastavnici u osnovnim i srednjim školama mogu sami pripremati materijale za osnovne morfometrijske analize reljefa. Takav način rada može biti od koristi u razvoju prostornog i analitičkog razmišljanja. Rezultati ovog pristupa naknadno mogu biti sintetizirani s društvenogeografskim pokazateljima i dati opću sliku promatranog prostora.

Fizičkogeografski sadržaji sastavni su dio nastavnih programa geografije u svim razredima osnovne i srednje škole. Najzastupljeniji su u petom razredu osnovne škole i prvom razredu gimnazije. Sukladno dobi učenika vježbe se mogu izvoditi na više razina, koristeći razna potpitanja kojima je cilj povezivanje, produbljivanje i proširivanje sadržaja.

Cilj ovog pristupa je razvoj geografskih vještina kod učenika i povezivanje činjeničnih znanja. Na ovaj način kod učenika se razvijaju praktične geografske vještine izrade (tematskih, morfometrijskih) karata. Ako dob učenika i nastavni plan omogućuje, poželjno je analizirati izrađene karte. Rezultati analize mogu se predstaviti grafičkim priložima (dijagrami, profili). Izbor pokazatelja, načina rada, strategija i metoda u nastavi pri tome i dalje ostaje na nastavnicima. Poželjno je razvijati i komunikacijske vještine izlaganjem rezultata kolegama u razredu.

Ovim pristupom moguće je ublažiti posljedice nedovoljne računalne opremljenosti škola, a istovremeno razvijati geografske vještine i primjenjivati stečeno znanje u radu s učenicima. Korišteni materijali pripremljeni su u programu ArcMap 10.0 tvrtke ESRI. Ukoliko pristup programu ne postoji, za pripremu podloga mogu se koristiti i besplatni GIS programi poput QGIS-a. Slojnice (izohipse) za podlogu mogu se dobiti "izvlačenjem" sa topografske karte ili iz digitalnog modela reljefa (koji su besplatno dostupni na internetu) pri čemu je poželjno imati što kvalitetniji model, a oblik slojnica malo zaobliti (engl. *smooth*) kako bi dobile vjerodostojniji oblik.

IZVOĐENJE VJEŽBI

U petom razredu osnovne škole, kada se učenici po prvi puta susreću s geografskim koordinatnim mrežama, načinima prikazivanja Zemljine površine i reljefa, poželjno je zadržati

se na jednostavnoj morfometrijskoj analizi (i) hipsometrije prostora. Pri tome je jednostavno ispoštovati načelo zornosti. Prilikom školskog izleta ili organizacije sata u prirodi potrebno je uputiti učenike da proučavaju prostor i elemente reljefa. Poželjno je razviti osjećaj procjene visine i udaljenosti kod učenika jer će na taj način prilikom izrade tematske karte moći prizvati vlastito iskustvo s terena i rezultati će biti kvalitetniji.

U osmom razredu osnovne škole i prvom razredu srednje škole, hipsometrijskoj analizi mogu se pridodati i analize (ii) nagiba te (iii) vertikalne raščlanjenosti reljefa. Te analize zahtijevaju više koncentracije. Također, razumijevanje koncepta ekvidistance i intervala te koordinatne mreže na karti mora biti razvijeno kako bi zadatak bio uspješno obavljen. Prilikom izračunavanja nagiba padina potrebno je pretvoriti razmak između izohipsi u stupnjeve što podrazumijeva shvaćanje koncepta trigonometrije. Ako učenici ne će sami izraditi nagibno mjerilo, potrebno ga je unaprijed pripremiti za njih. Vježbe učenici mogu izvoditi samostalno ili u paru (svatko na svom dijelu karte). Analizirani prostor ne smije biti prevelik kako se fokus vježbe ne bi prebacio s analize i sinteze pokazatelja na samu mehaniku mjerenja pokazatelja i bojenja razreda.

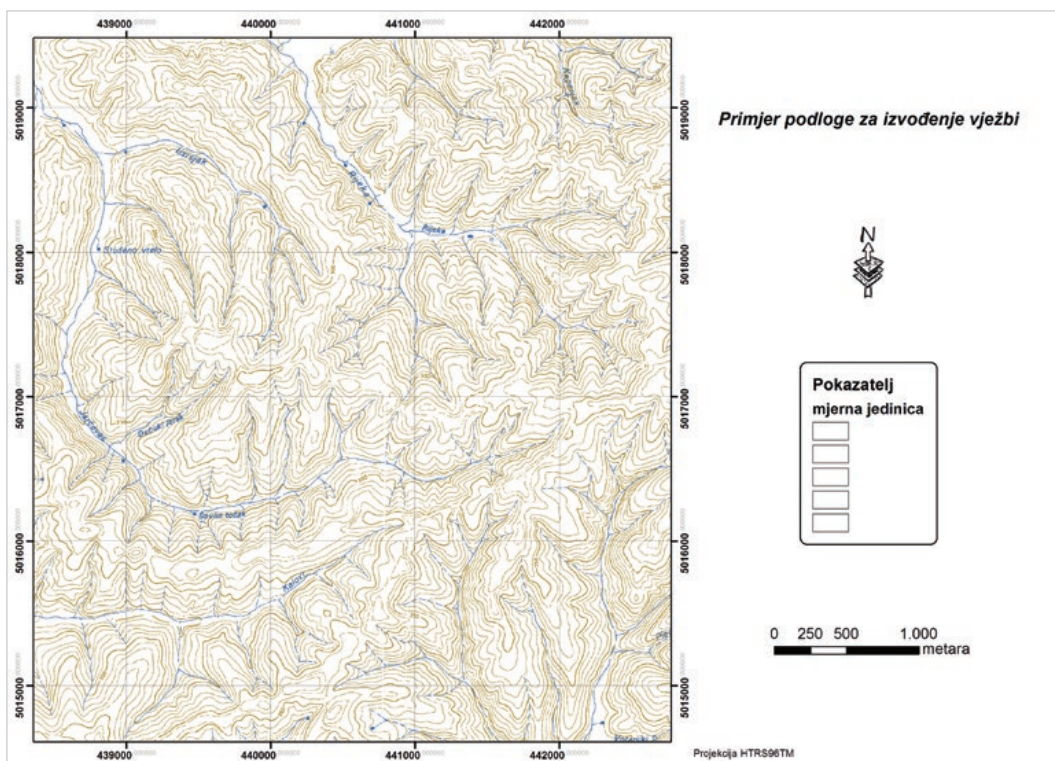
POTREBAN PRIBOR ZA IZVOĐENJE VJEŽBI

Za uspješno izvođenje vježbi potrebne su (i) drvene bojice. Količina ovisi o broju kategorija koje će se u legendi prikazivati, ali paketić od šest raznobojnih bojica bi trebao biti dostatan. (ii) Drvena olovka koristit će za izradu okvira legende, naslov karte i izradu eventualnih dijagrama. Trakica papira (iii) poslužit će za izradu nagibnog mjerila i/ili izradu profila reljefa. Za eventualno mjerenje površina moguće je koristiti (iv) paus papir.

PREGLED MORFOMETRIJSKIH KARATA KOJE UČENICI MOGU IZRADITI

Osnovne morfometrijske karte koje učenici mogu izraditi bez korištenja računala su (i) karta visinskih razreda ili hipsometrijska karta, (ii) karta nagiba padina i (iii) karta vertikalne raščlanjenosti reljefa. Izrada karte orijentacije padina nije praktična za ručnu izradu. Sama detaljnost i širina analize ovisi o vremenu i dobi učenika. S obzirom da se na podlogama nalazi i koordinatna mreža moguće je na istoj podlozi razviti brojne geografske vještine. Podloga (sl. 1), uz izradu morfometrijske karte, omogućuje i (i) kreiranje grafičkog mjerila, (ii)

određivanje lokacije, (iii) izražavanje te lokacije u X i Y koordinatama (ovisno o uzrastu učenika i preračunavanje u stupnjeve), (iv) mjerenje azimuta, kretanje po azimutu, (v) izradu profila reljefa po ruti kretanja ili (vi) mjerenje površina i udjela kategorija. Ovi ishodi mogu se realizirati u više nastavnih oblika i metoda. Izračun površine kategorija može se izvršiti crtanjem kvadratne mreže na paus papiru (npr. kvadrat 100 x 100 metara) i prebrojavanjem broja kvadrata u određenoj kategoriji. U slučaju kada je jedan kvadrat podijeljen između dvije kategorije, može ga se podijeliti na pola ili trećine i udio pribrojiti odgovarajućoj kategoriji.

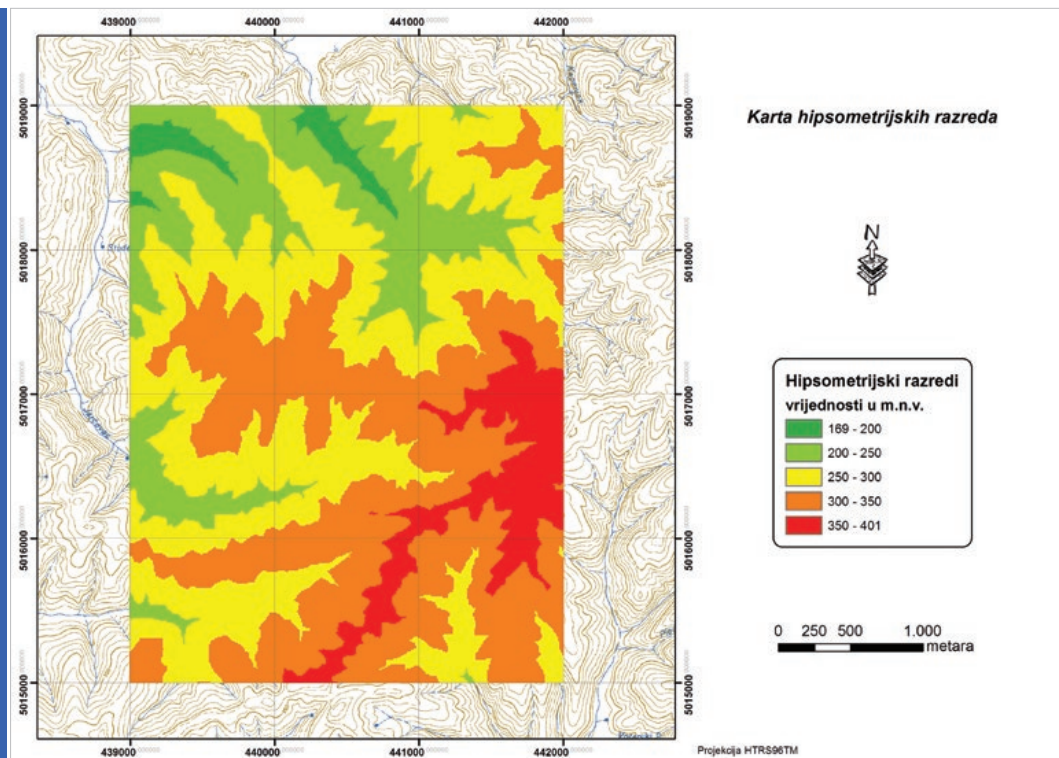


Sl. 1. Primjer podloge za izradu morfometrijskih karata

IZRADA HIPSOMETRIJSKE KARTE ODABRANOG PROSTORA

Ova metoda morfometrijske analize je od navedene tri najjednostavnija za izradu i primjerena je za rad s učenicima petog razreda osnovne škole. Poželjno je prije izrade karte (sl. 2) posjetiti prostor koji će se kartografski prikazati radi postizanja zornosti (naravno, ako je to moguće). U svakom slučaju, prije izrade karte poželjno je učenike kvalitetno uvesti u temu i pokušati razviti osjećaj za visinske proporcije prostora. Nakon uvoda u temu i pojašnjavanja osnovnih pojmova (izohipse i ekvidistance) moguće je pristupiti izradi karte. Poželjno je učenike navesti da razmišljaju o završnom izgledu svoje karte (dizajnu). Ovisno

o razredu osnovne škole u kojem se vježba izvodi, učenicima može biti prepušteno da sami odluče o broju visinskih razreda koje žele napraviti, o smještaju legende na karti, o izradi grafičkog mjerila, prikazu oznake sjevera i slično. Završni rezultat ovisi o prostoru istraživanja i broju visinskih razreda odabranom za prikaz. Granice razreda nisu i ne mogu biti propisane jer ovise isključivo o prostoru istraživanja. No, granice pojedinih razreda mogu se preklapati sa kategorijama morfoloških formi našega prostora (nizine do 200 metara, pobrđa do 500 metara, niža gorja do 1000 metara, sredogorja do 1500 metara i visoka gorja > 1500 metara) (Bočić, 2013). Dakle, ukoliko raspon visina na određenom prostoru iznosi od 123 do 564 metra nad morem, granice razreda mogu biti



Sl. 2. Primjer hipsometrijske karte odabranog prostora

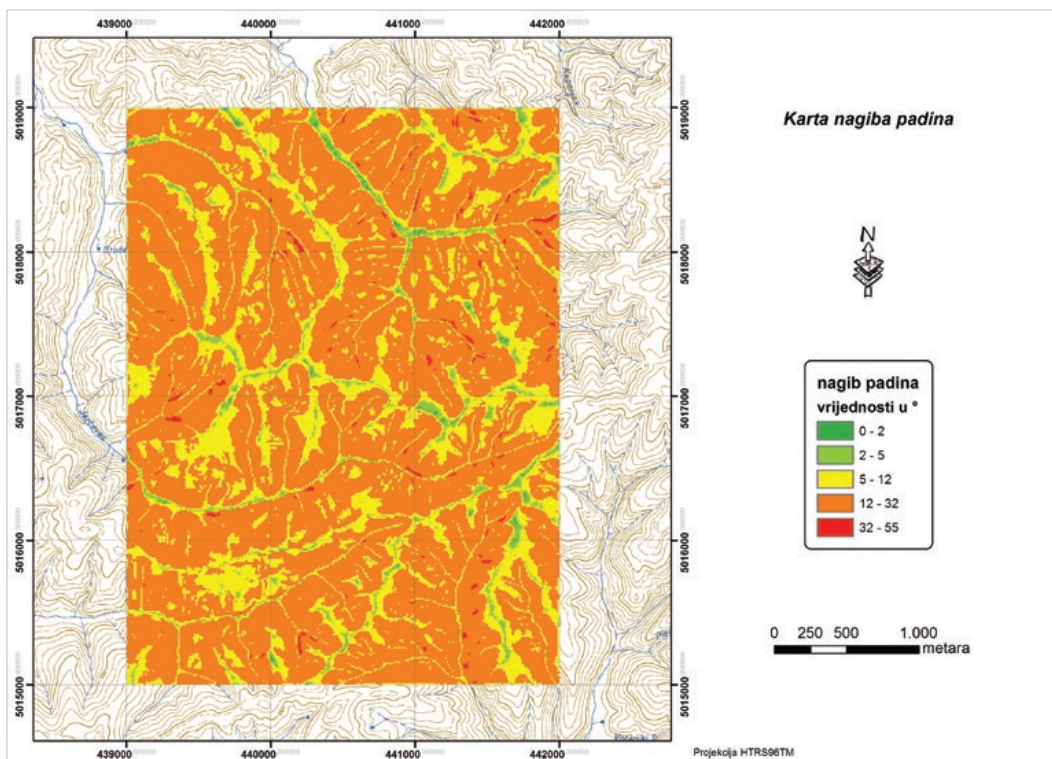
na primjer: 200 - 350 - 500 ili 200 - 300 - 400 - 500. Broj razreda ne bi trebao biti prevelik kako bi se zadržala preglednost. Ako su učenici sami određivali broj razreda i dizajnirali izgled elemenata karte, trebaju obrazložiti svoj odabir. Skala boja trebala bi biti od hladnijih prema toplijim bojama kako intenzitet pojave raste. Zelena boja treba se koristiti za nizinske prostore do 200 metara.

IZRADA KARTE NAGIBA PADINA ODABRANOG PROSTORA

Nagib padine upućuje na intenzitet padinskih procesa. Veličina nagiba utječe na ljudske aktivnosti u prostoru i iskorištavanje prostora za određene svrhe. Ukoliko se ana-

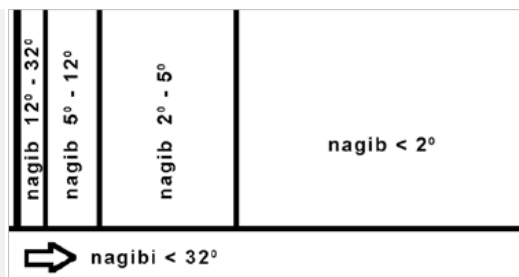
lizira (i) osjetljivost prostora na prirodne opasnosti (klizišta, odroni...), tada nagib, u kombinaciji s drugim pokazateljima (pedologija, izgrađenost i pokrov zemljišta, prometnice, zasićenost tla vodom...), može biti kvalitetan pokazatelj osjetljivosti. Ako se pak proučavaju (ii) mogućnosti nekog ruralnog prostora za razvoj poljoprivrede, nagib padine, u kombinaciji s orijentacijom padine, može biti važan čimbenik uzgoja pojedinih kultura (na primjer ako se radi o uzgoju vinove loze). Nagib uvjetuje i (iii) mogućnosti prostora za naseljavanje.

Za izradu karte nagiba padina (sl. 3) može se koristiti ista podloga kao i za izradu hipsometrijske karte. Prvo je potrebno (i) preračunati interval između izohipsi u stupnjeve. To se može učiniti prema formuli $(e^{*ctga})/modul$.



Sl. 3. Primjer karte nagiba padina odabranog prostora

Potom se na rubu trake za izradu nagibnog mjerila (ii) označavaju intervali kategorija nagiba (sl. 4). Granice kategorija nagiba iznose 2° - 5° - 12° - 32° - 55° , ali mogu se prilagoditi s obzirom na aspekt analiziranja (Bognar, 1992; Lozić, 1995). Maksimalan mogući broj razreda iznosi 6 (tab. 1). Zbog praktičnih razloga (vrlo mali intervali između izohipsi), vjerojatno ne će biti moguće točno odrediti nagibe vrlo strmih padina. U tom slučaju nagib se može i procijeniti. Nagibe je potrebno mjeriti samo na lokacijama gdje zamjećujemo znatnu promjenu gustoće slojnica. Ta promjena upućuje na promjenu kategorije nagiba. Na ishodišnu slojnicu (može biti niža) položimo početak pretpostavljene kategorije nagiba - donju granicu vrijednosti kategorije i tražimo najdulji spoj susjednih izohipsi s kojim ćemo zatvoriti donju granicu našeg razreda. Dakle, tražimo granične vrijednosti udaljenosti između susjednih izohipsi. Te vrijednosti tražimo samo u prostorima na kojima naslućujemo promjene vrijednosti. U slučaju zatvorenih izohipsi (na primjer, u slučaju vršnih zona) nagib mjerimo unutar zatvorene izohipse. Ako postoji kota, u tom slučaju nagib mjerimo između izohipse i kote. Za napomenuti je da se ovim mjerenjima određuje pripadnost kategoriji nagiba, a ne točan nagib određene padine! Nagib točno određene padine možemo odrediti kao *ctg* (URL 1).



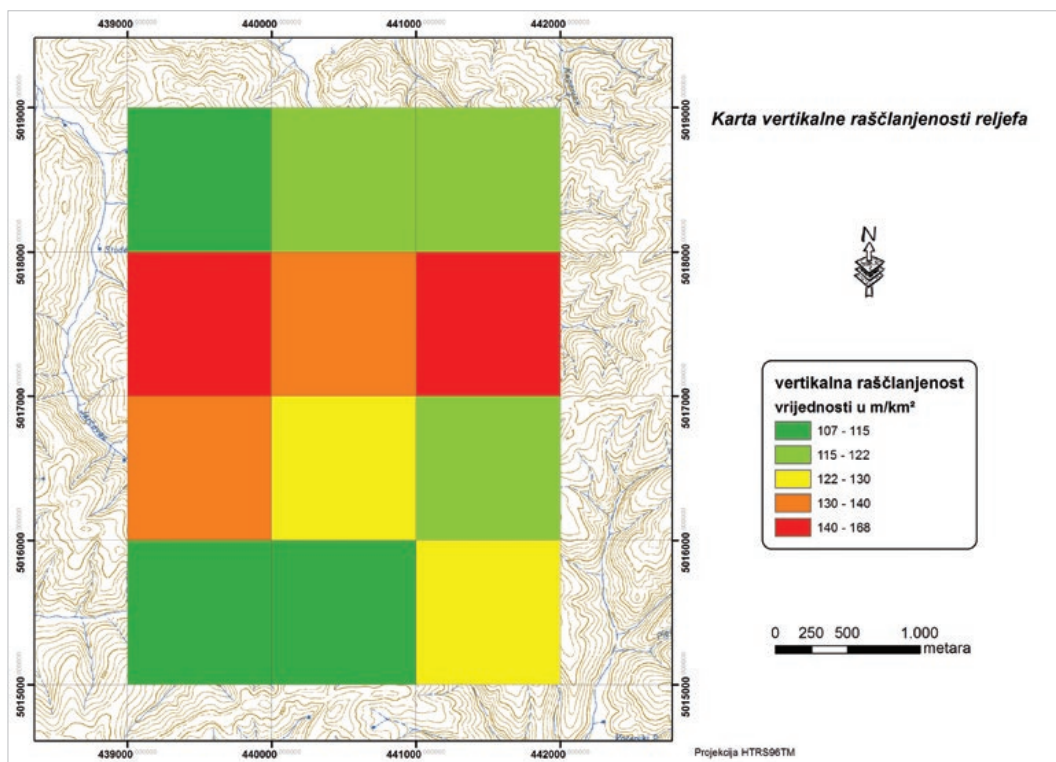
Sl. 4. Primjer trake s nagibnim mjerilom

Tab. 1. Kategorije nagiba s pripadajućim nagibnim mjerilom (u milimetrima; za mjerilo 1:25 000)

Kategorija nagiba (°)	Vrijednost u mm
0 - 2	>11,5
2 - 5	11,5 - 4,6
5 - 12	4,6 - 1,9
12 - 32	1,9 - 0,6
32 - 55	0,6 - 0,3
> 55	< 0,3

IZRADA KARTE VERTIKALNE RAŠČLANJENOSTI RELJEFA

Vertikalna raščlanjenost reljefa pokazatelj je dinamike reljefa u određenom prostoru (sl. 5). Mjerna jedinica je visinski metar/jedinica površine. Najčešće se računa u susjedstvu od 1 km^2 . Kada se podloga priprema u GIS-u, iz izohipsi izračunatih iz digitalnog modela reljefa, moguće je umetnuti u podlogu pravokutnu koordinatnu mrežu željene gustoće (u ovom slučaju 1×1 kilometar). Za izračun vertikalne raščlanjenosti reljefa u tako definiranom susjedstvu potrebno je izračunati razliku između minimalne i maksimalne visine unutar svakog kvadrata. Granice razreda su definirane (Bognar, 1992; Lozić, 1995), ali mogu se prilagoditi potrebama prostora, pogotovo radi kvalitetnog grafičkog prikaza. Vertikalna raščlanjenost reljefa u pravilu se podudara s nagibom terena. Ne mora se poklapati s visinskom raspodjelom terena. Također, pokazatelj je diseciranosti reljefa. Kvadrati koji imaju najveću vrijednost vertikalne raščlanjenosti reljefa poklapaju se s prostorima nagle promjene visinskih razreda. U tom prostoru izmjenjuju se grebeni i doline. U nižim dijelovima riječnih dolina i prema nizinskom prostoru vrijednosti vertikalne raščlanjenosti reljefa opadaju.



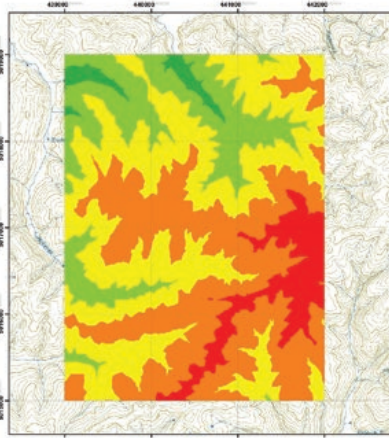
Sl. 5. Primjer karte vertikalne raščlanjenosti reljefa odabranog područja

VAŽNOST MORFOMETRIJSKE ANALIZE RELJEFA

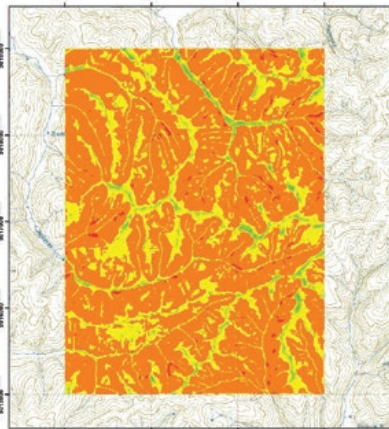
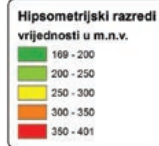
Morfometrijske metode u geomorfologiji kvantitativno analiziraju reljef i definiraju veličinske parametre (Bočić, 2013). Rezultat morfometrijskih metoda su morfometrijske karte koje se u današnje vrijeme vrlo jednostavno i brzo mogu izračunati uz pomoć raznih GIS programa. S obzirom na broj računala u osnovnim i srednjim školama, nastaje problem prilikom obrade tema iz domene fizičke geografije. Koristeći besplatne i dostupne GIS programe i podatke, nastavnici mogu pripremiti podloge na kojima učenici mogu provoditi morfometrijske analize i izrađivati morfometrijske karte. Takav

pristup može pomoći u objašnjavanju procesa na padinama, a povezujući prirodnogeografsku osnovu s društvenim elementima, pomoći u objašnjavanju složenog geografskog predmeta istraživanja. U nekoliko rečenica potrebno je pojasniti značenje pojedinog morfometrijskog pokazatelja i povezati ih međusobno (sl. 6).

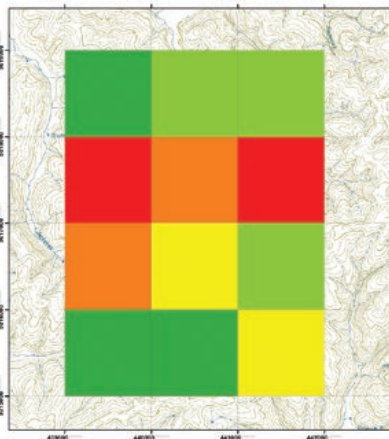
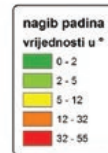
Visina prostora (i) i distribucija visinskih razreda svrstava prostor u određenu reljefnu cjelinu. Nije svejedno analizira li se prostor do 500 metara visine ili iznad 1000 metara. S porastom visine mijenjaju se klimatska, vegetacijska i procesna obilježja. Posljedično, mijenja se gustoća naseljenosti, opseg i intenzitet ljudske aktivnosti.



Karta hipsometrijskih razreda



Karta nagiba padalina



Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa



Sl. 6. Primjer usporednog prikaza rezultata morfometrijske analize odabranog prostora

Nagib terena (ii) upućuje na intenzitet padinskih procesa. Prevelik nagib terena ograničava intenzivnije bavljenje poljoprivredom i veliku gustoću naseljenosti. S druge pak strane, blagi nagibi i povoljna ekspozicija pozitivno djeluju na određene vidove poljoprivrede. Poželjno je istaknuti probleme koji nastaju kada se nestabilne padine intenzivno urbaniziraju.

Vertikalna raščlanjenost (iii) kao pokazatelj dinamike reljefa upućuje na povećanu mogućnost pojave, za čovjeka, nepoželjnih procesa. Promatran na taj način, može otežati razvoj određenih sektora gospodarstva. S druge pak strane, velika dinamika reljefa stvara turistički potencijal u vidu estetski primamljivih vizura, razvoja planinarskih sportova i drugih potencijala koji mogu doprinijeti turističkom razvoju prostora.

ZAKLJUČAK

Rezultat ovih vježbi su izrađene morfometrijske karte. Prostorni okvir i detaljnost vježbi ovisi o raspoloživom vremenu i dobi učenika. Na temelju izrađenih karata učenici mogu tumačiti analizirani prostor. Izrađena karta mora biti shvaćena kao alat, a ne kao cilj analize. Stoga je važno postavljati pitanja koja vode dubljem razumijevanju prostora. Ishodi moraju težiti (i) definiranju značenja pokazatelja, (ii) analiziranju podataka, (iii) tumačenju dobivenih podataka, (iv) povezivanju pojedinih pokazatelja međusobno i (v) sintetiziranju analiziranih podataka s pokazateljima društvene nadgradnje. Vizualnom usporedbom izrađenih karata olakšava se tumačenje procesa u prostoru i stvaranje geografske priče koja se može prenijeti učenicima. Na ovaj način povećava se vjerojatnost shvaćanja i povezivanja znanja. A kada se ti ciljevi ostvare, mogu se poduzeti koraci prema višim razinama znanja.

LITERATURA

BOGNAR, A. 1992: Inženjerskogeomorfološko kartiranje, *Acta geographica Croatica* 27, 173-185.

BOČIĆ, N. 2013: *Primijenjena geomorfologija*, predavanja ak.god. 2013./2014.

LOZIĆ, S. 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta geographica Croatica* 30, 17-28.

URL1: <http://geokov.com/education/slope-gradient-topographic.aspx> (7. 2. 2018.)