

# Geomorfološka obilježja ponikava sjevernog dijela otoka Cresa

---

**Brkljača, Antonela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:304329>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOGRAFSKI ODSJEK

Antonela Brkljača

**GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA PONIKAVA SJEVERNOG DIJELA OTOKA  
CRESA**

Prvostupnički rad

Mentor: *prof. dr. sc. Sanja Faivre*

Ocjena: \_\_\_\_\_

Potpis: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odsjek

Prvostupnički rad

## Geomorfološka obilježja ponikava sjevernog dijela otoka Cres

Antonela Brkljača

**Izvadak:** Ponikve su tipičniji krški reljefni oblici i važan su predmet istraživanja među geomorfolozima. Velika gustoća ponikava nalazi se na otoku Cresu, stoga je on izabran za analizu za analizu prostornog rasporeda i gustoće ponikava s obzirom na morfometrijske parametre reljefa i geološku građu. Za istraživanje je izabran sjeverni dio otoka koji je reljefno viši i šumovitiji od južnoga, a obuhvaća površinu od 149,15 km<sup>2</sup>. U analizi su korištene topografske karte 1:25 000 Vojno-geografskog instituta, Beograd. Digitalizacija i morfometrijske analize izrađene su pomoću ArcGIS 10.3.1 programskog paketa. Istraživanjem je utvrđeno da se najveća gustoća ponikava nalazi na području Tramuntane. Utvrđeno je i da se najveći udio ponikava nalazi na visinama 200 – 300 i 300 – 400 m, na nagibima padina 2 – 5° te u zonama vertikalne raščlanjenosti 30 – 100 i 100 – 300 m/km<sup>2</sup>, a također je ustanovljeno da se najveći udio ponikava nalazi na područjima izgrađenima od vapnenaca i dolomita (stratigrafska jedinica K<sub>1</sub>) te da osim litološke građe na prostorni raspored ponikava utječe i tektonika.

26 stranica, 17 grafičkih priloga, 5 tablica, 35 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: ponikve, krš, geomorfologija, morfometrija, otok Cres, Hrvatska

Voditelj: prof. dr. sc. Sanja Faivre

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Datum obrane: 14. 7. 2022.

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

Undergraduate Thesis

## **Geomorphological properties of dolines in the northern part of Cres island**

Antonela Brkljača

**Abstract:** Dolines are typical karst relief forms and are an important research subject among geomorphologists. The high density of dolines is observed on the island of Cres which has been chosen for the analysis of spatial distribution and density of dolines with respect to morphometric parameters of relief and geological structure. Northern part of the island was selected for research, which is higher and more forested than the southern part. It covers an area of 149,15 km<sup>2</sup>. Topographic maps 1:25 000 of the Military Geographical Institute, Belgrade, were used in the analysis. All computer digitalization and morphometric analyses were performed using the ArcGIS 10.3.1 software package. The research established that the highest density of dolines is in the area of Tramuntana. It was also determined that most dolines are located at altitudes of 200 - 300 and 300 - 400 m, on the slopes of 2 - 5 ° and in the zones where values of vertical relief dissection are 30 - 100 and 100 - 300 m / km<sup>2</sup>. It was also established that most dolines are found in areas built of limestone and dolomite (stratigraphic unit K<sub>1</sub>). In addition to the lithological structure, the spatial distribution of dolines is also influenced by tectonics.

26 pages, 17 figures, 5 tables, 35 references; original in Croatian

Keywords: dolines, karst, geomorphology, morphometry, Cres, Croatia

Supervisor: Sanja Faivre, PhD, Full Professor

Undergraduate Thesis title accepted: 11/02/2021

Undergraduate Thesis defense: 14/07/2022

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. METODE RADA I IZVORI PODATAKA.....	3
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	4
5. FIZIČKO-GEOGRAFSKA OBILJEŽJA OTOKA CRESA.....	5
5.1. Geološka i geomorfološka obilježja.....	5
5.2. Pedološka obilježja.....	7
5.3. Klimatska i vegetacijska obilježja.....	7
5.4. Hidrološka obilježja.....	9
6. MORFOMETRIJSKA ANALIZA PONIKAVA.....	10
6.1. Prostorni raspored i gustoća ponikava.....	10
6.2. Utjecaj morfometrijskih parametara reljefa na prostorni raspored ponikava.....	13
6.2.1. Hipsometrija.....	13
6.2.2. Nagibi padina.....	15
6.2.3. Vertikalna raščlanjenost reljefa.....	17
6.3. Utjecaj geološke građe na prostorni raspored ponikava.....	19
7. ZAKLJUČAK.....	22
8. LITERATURA.....	23
9. IZVORI .....	26
POPIS GRAFIČKIH PRILOGA.....	IV

## 1. UVOD

Krški reljef zauzima oko 50,5 % ukupne površine Republike Hrvatske, a tipičniji reljefni oblik krša jesu ponikve, što ih čini važnim predmetom istraživanja u geomorfologiji krša. Ponikve su ljevkaste, tanjuraste ili bunaraste udubine u kršu, a nastaju korozivskim i mehaničkim radom površinske i podzemne vode (Matas, 2009). Njihov prostorni raspored i gustoća važan su pokazatelj stupnja okršenosti nekog prostora i njegovog geomorfološkog razvoja (Marković, i dr., 2016).

Cilj ovoga rada je prikazati geomorfološka obilježja ponikava sjevernog dijela otoka Cresa, tj. analizirati prostorni raspored i gustoću ponikava, kao i utjecaj morfometrijskih parametara reljefa i geološke građe na prostorni raspored ponikava.

U radu će se prikazati dosadašnja istraživanja ponikava na prostoru Hrvatske, metode i izvori podataka koji su korišteni u analizi, fizičko-geografska obilježja otoka Cresa te morfometrijska analiza ponikava koja, osim prostornog rasporeda i gustoće ponikava, uključuje i morfometrijsku analizu reljefa, tj. hipsometriju, nagib padina i vertikalnu raščlanjenost reljefa.

## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Prva morfografska klasifikacija ponikava veže se za Jovana Cvijića (1895), a njegove metode koristili su mnogi istraživači u svojim radovima, no njihovi rezultati nisu mogli pouzdano objasniti nastanak i evoluciju ponikava. Cvijić se nije bavio morfometrijom ponikava, nego samo njihovim izgledom i oblikom, a podijelio ih je na tanjuraste, ljevkaste i bunaraste.

F. Šušterić je 1985. godine kvantitativnim metodama uz pomoć računalnih programa proučavao veličinu i oblik ponikava, a njihovim rasporedom bavio se 1987. godine u istraživanju sjeveroistočnog dijela Planinskog polja (Slovenija). Zaključio je da je nastanak ponikava vezan za snižavanje reljefa, odnosno za litologiju i sitnu ispucalost podloge.

Analizom prostornog rasporeda i gustoće ponikava u Hrvatskoj bavili su se V. Klein (1976) na području Ličko-goranske regije, S. Faivre (1992) na području Senjskog bila i Sjevernog Velebita, D. Mihljević (1994) na području Učke i Čićarije, S. Faivre i P. Reiffsteck (1999; 2000) na području Velebita, M. Pahernik (2000) na području Velike Kapele, N. Buzjak (2006) na području Žumberka i Samoborskog gorja, S. Faivre i M. Pahernik (2007) na otoku Braču, N. Bočić (2009b) na području Sunjske zaravni, T. Telbisz i dr. (2009) na području Biokova, N. Tandarić (2011) na otoku Cresu te J. Marković i dr. (2016) na području jugoistočnog Velebita, dok je prostornu gustoću ponikava na čitavom prostoru Republike Hrvatske istražio i analizirao M. Pahernik (2012).

Konkretno, N. Tandarić (2011) analizirao je prostorni raspored i gustoću ponikava na središnjem dijelu otoka Cresa, dok će se ovaj prvostupnički rad baviti prostornom analizom ponikava sjevernog dijela otoka.



### 3. METODE RADA I IZVORI PODATAKA

Podaci o prostornom rasporedu ponikava prikupljeni su na temelju šest listova topografskih karata mjerila 1:25 000 Vojno-geografskog instituta (VGI), Beograd, listovi 367-4-1, 367-4-2, 367-4-3, 367-4-4, 417-2-1 i 417-2-2. Ponikve su digitalizirane pomoću skeniranih topografskih karata VGI, Beograd i WMS servisa Geoportala Državne geodetske uprave (DGU). Točke su postavljane na dno ponikava, a digitalizacija je vršena u mjerilu 1:6 000. Morfometrijska analiza temeljnih geomorfoloških parametara provedena je na temelju DEM-a Copernicus Land-a (EU-DEM).

Kao podloga za procjenu utjecaja geološke građe na prostorni raspored ponikava korištena je Osnovna geološka karta 1:100 000, listovi Cres (Magaš, 1968) i Labin (Šikić i dr., 1969). Pomoću OGK 1:100 000 digitalizirani su podaci o litologiji i tektonici (stratigrafske jedinice i rasjedi), a digitalizacija je vršena u mjerilu 1:15 000.

Gustoća ponikava izračunata je pomoću alata *Kernel density* unutar *Spatial Analyst* ekstenzije. Hipsometrija, nagibi padina i vertikalna raščlanjenost izrađeni su pomoću podataka iz EU-DEM-a koji su reklasificirani u razrede, pretvoreni u vektorski model podataka te izrezani alatom *Clip* koristeći poligonski sloj istraživanog područja. Za nagibe padina korišten je alat *Slope*, dok je za vertikalnu raščlanjenost korišten alat *Focal Statistics* unutar *Spatial Analyst* ekstenzije.

Pomoću *buffer* metode unutar *Editor*-a dobiveni su pojasevi udaljenosti 500 m od rasjeda radi analize utjecaja geološke građe na prostorni raspored ponikava.

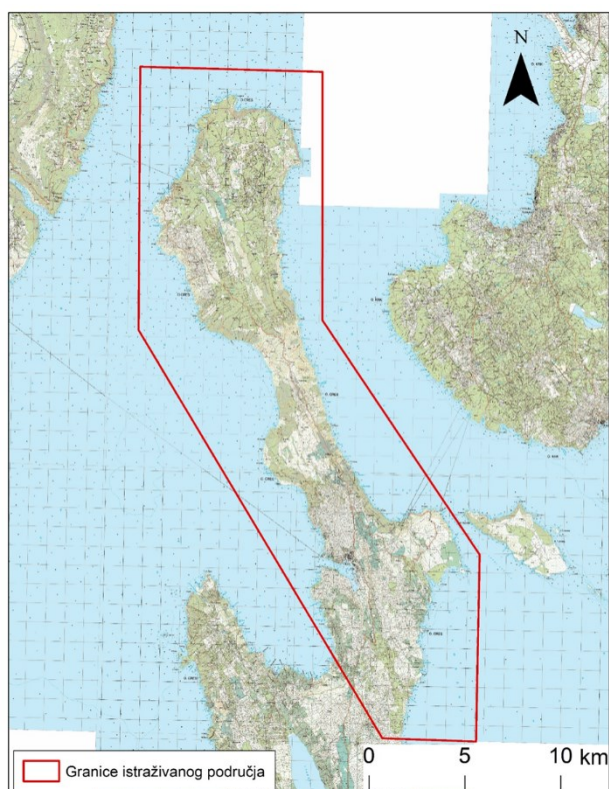
Sve računalne analize izrađene su pomoću ArcGIS 10.3.1 programskog paketa.

#### 4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Otok Cres nalazi se u Sjevernom hrvatskom primorju te pripada nizu zapadnokvarnerskih otoka. Dio je cresko-lošinjskog arhipelaga, a s otokom Lošinjem čini jedinstvenu geografsku otočnu cjelinu. U prošlosti su Cres i Lošinj bili jedan otok, dok ih danas razdvaja umjetno prokopani kanal kraj Osora širok 11 m, napravljen najvjerojatnije u antičko doba za prolazak brodova, a preko kojega sada prelazi pokretni most (Pelivan, 2008).

Dužina otoka Cresa u smjeru sjever-jug iznosi 65 km, a jedino je otok Hvar nešto duži od njega. Širina otoka iznosi između 2 i 12 km, dok je površina jednaka onoj otoka Krka, a iznosi 405,78 km<sup>2</sup>, što ta dva otoka čini najvećim jadranskim otocima (Blažević, 1999; Stražičić, 2001).

Područje istraživanja ovoga rada jest sjeverni dio otoka Cresa (sl. 1.) koji je reljefno viši, šumovitiji i izloženiji udarima bure od južnog Cresa. Granice istraživanog područja obuhvaćaju 149,15 km<sup>2</sup> kopna najsjevernijeg dijela otoka i okolnicu grada Cresa. Granica južnog dijela istraživanog područja prolazi približno uz os prevrnute antiklinale u blizini naselja Orlec (Magaš, 1973).



Sl. 1. Geografski položaj istraživanog područja

Izvor: DGU (2021.)

## 5. FIZIČKO-GEOGRAFSKA OBILJEŽJA OTOKA CRESA

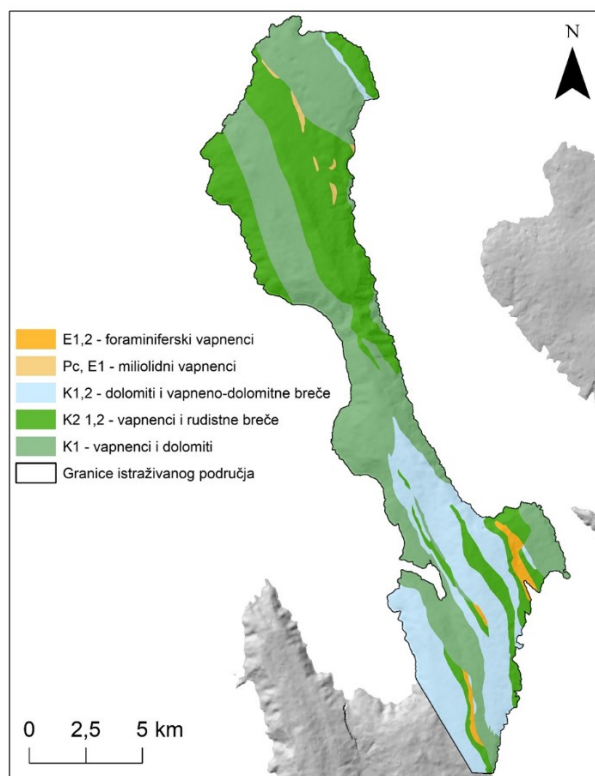
### 5.1. Geološka i geomorfološka obilježja

Za današnji izgled i oblikovanje otoka Cresa i ostalih kvarnerskih otoka najvažnija je bila transgresija Jadranskog mora po završetku posljednjeg ledenog doba kada je došlo do povišenja morske razine za oko 100 m i do potapanja nižih dijelova kopna, čime su gore i brda postali otoci. Tako je cresko-lošinjski arhipelag prirodni nastavak Ćićarije i Učke, čiji se najviši dio grebena može slijediti u glavnom grebenu sjevernog Cresa, dok se južni dio Učke nastavlja na središnji dio Cresa, točnije na rt Pernat i na niz uzvišenja zapadno od Vranskog jezera te dalje preko Osorčice na otoke Lošinj i Ilovik (Mavrović, 1994).

Otok Cres u osnovi je antiklinalne građe pa tako sjeveroistočni dio Cresa ima sve obilježja izdignutog krila antiklinale. U geološkoj građi otoka (sl. 2.) prevladavaju kredni vapnenci i dolomiti različitog sastava i otpornosti – na otpornom i kompaktnom vapnencu nastala su uzvišenja, dok su na lakše trošivom vapnencu i dolomitu nastale udoline, od kojih je najveće Vransko jezero. Glavna dolomitna zona proteže se od Vranskog jezera do jugoistočnog rta otoka gdje se javlja razvedena obala (Mavrović, 1994).

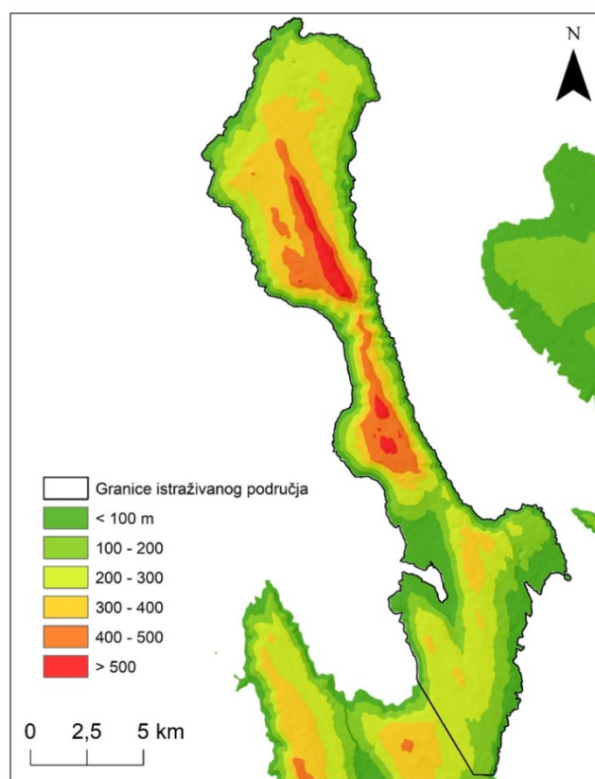
Različita otpornost vapnenaca i dolomita vidljiva je u reljefu otoka Cresa – sjeverni dio otoka reljefno je najviši, dok je južni najniži. Reljef sjevernog dijela otoka Cresa prikazan je na sl. 3. Najvećim dijelom sjevernog Cresa pruža se glavni vapnenački hrbat (sl. 4.) s nekoliko vrhova iznad 600 m, od kojih je najviši vrh Gorice (648 m), ujedno i najviši vrh cijelog kvarnerskog otočja te drugi najviši vrh hrvatskih otoka, nakon bračke Vidove gore. Sjeveroistočno od grebena nalazi se vapnenačka zaravan visine 200-300 m, dok se zapadno nalazi krška udolina. Dalje prema jugu reljef se snižava pa je tako većina vrhova središnjeg dijela otoka Cresa niža od 350 m, s tek nekoliko vrhova zapadno od Vranskog jezera koji prelazi 400 m, dok je pak južni dio otoka Cresa blago valovita zaravan izgrađena od vapnenaca i dolomita na kojoj samo jedan vrh prelazi 100 m (Stražičić, 1997).

Obalna crta otoka Cresa iznosi 248 km, što ju svrstava na treće mjesto među hrvatskim otocima (iza Paga i Hvara). Istočnu obalu, zbog njezine izloženosti snažnim valovima "senjske" i "bakarske" bure, karakteriziraju visoki i strmi obalni klifovi, dok se u brojnim uvalama sjevernog i srednjeg Cresa mogu naći šljunčane plaže nastale abrazijskim djelovanjem valova. Južni pak dio otoka karakterizira razvedena obala s brojnim zaštićenim uvalama obraslima makijom ili borovom šumom (Stražičić, 2001).



Sl. 2. Pregledna geološka karta sjevernog dijela otoka Cres

Izvor: Magaš (1968.), Magaš (1973.), Šikić et al. (1969.), Šikić i Polšak (1973.)



Sl. 3. Osnovne crte reljefa sjevernog dijela otoka Cres

Izvor: Copernicus Land (2021.)



Sl. 4. Glavni vapnenački greben na sjevernom dijelu otoka Cresa

Izvor: Veseli izleti (2020.)

## ***5.2. Pedološka obilježja***

Zbog vapnenačkog sastava podloge te krških značajki terena, na najvećem dijelu otoka Cresa zastupljena su skeletna tla koja omogućavaju rast prirodne vegetacije, ali pružaju skromne mogućnosti za poljoprivredu. Najčešće je tlo crvenica koja je obilno akumulirana samo u krškim udolinama. Međutim, izgradnjom terasa na zapadnim padinama otoka nastala su velika obradiva područja koja su korištena za sadnju maslina i vinove loze. S druge strane, na dolomitnoj podlozi nastala su „pržinasta tla“ koja su dobra i za rast prirodne vegetacije i za poljoprivredno obrađivanje (Stražičić, 1997).

## ***5.3. Klimatska i vegetacijska obilježja***

Klimatsko-vegetacijska obilježja otoka Cresa odraz su njegovog geografskog položaja i izduženosti u smjeru sjever-jug. Prema Köppenovoj klasifikaciji Cres ima umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom (Cfa), koju karakterizira odsutnost sušnog razdoblja, tj. relativno ravnomjerna raspodjela padalina tijekom cijele godine (Šegota i Filipčić, 1996).

Postoje znatne klimatske razlike između sjevernog i južnog dijela otoka. Sjeverni dio Cresa nalazi se u submediteranskom pojasu te je pod utjecajem kontinentalne klime, što osobito dolazi do izražaja zimi kada je izložen snažnim udarima bure i obilnim padalinama (čak i snijegu). Razlog tomu jest njegova hipsometrija i uvučenost u Kvarnerski zaljev, pa time i

blizina planina u zaleđu. S druge strane, južni dio otoka ima blagu mediteransku klimu, zaklonjen je od udara bure, a izložen utjecajima mora – zimi snažnom jugu, a ljeti osvježavajućem maestralu (Stražičić, 1997). Također, zapadna obala ima blažu klimu od istočne jer je zaklonjena od udara bure, što se odražava u većoj naseljenosti i boljoj turističkoj valorizaciji zapadne obale (Stražičić, 2001).

Sukladno geografskom položaju i reljefu, godišnja količina padalina smanjuje se od sjevera prema jugu. Prosječna godišnja količina padalina iznosi 1063 mm, sa zabilježenim sezonskim maksimumom od 1419 mm i minimumom od 734 mm. Maksimum padalina javlja se krajem jeseni, a minimum sredinom ljeta. Srednja mjesečna temperatura u siječnju iznosi uglavnom iznad 6°C, a u srpnju oko 24°C, dok je srednja godišnja temperatura oko 14°C (Županijska lučka uprava Cres, 2016).

Mikroklimatske i pedološke razlike između sjevernog i južnog dijela otoka, kao i antropogeni utjecaji, odražavaju se u izgledu i sastavu vegetacijskog pokrova. Na otoku Cresu javljaju se dvije vegetacijske zone – submediteranska (listopadna) i eumediteranska (zimzelena) zona. Sjeverni dio otoka Cresa najveće je šumsko područje na otoku, a spada pod submediteransku zonu. Tu prevladavaju šume hrasta medunca, bjelograba, kestena i crnog graba. Južni dio otoka spada pod eumediteransku zonu koju prirodno čine vazdazelene šume crnike, ali one su do danas dijelom uništene i zamijenjene drugim tipovima vegetacije (Mavrović, 1994). Danas je južni Cres gotovo u potpunosti prekriven mediteranskom makijom, a na krajnjem jugu nalazi se umjetno zasađena šuma alepskog i bijelog bora. Središnji dio otoka Cresa najduže je i najintenzivnije iskorištavan za ispašu ovaca zbog čega je svojim većinskim dijelom pretvoren u pašnjake i kamenjare, a očita je i velika razlika između istočnih ogoljelih padina i zapadnih padina koje su pokrivene makijom (Stražičić, 1997).



#### 5.4. Hidrološka obilježja

Litološki sastav podloge i reljefna struktura otoka uzrokovali su nedostatak stalnih vodenih tokova, tj. bezvodnost najvećeg dijela otoka Cres. Padalina je puno, ali voda se ne uspijeva zadržati zbog poroznosti tla. Na otoku se nalaze malobrojni izvori (uglavnom na jugu), a u kišnom razdoblju javlja se veći broj bujičnih tokova koji u reljefu ostavljaju vidljive tragove – vododerine. Važan izvor vode u prošlosti bile su lokve (sl. 5.) u kojima se skupljala kišnica, a koje su nastajale u nepropusnoj ilovači, bilo prirodnim putem, bilo ljudskom rukom. One lokve koje su služile za vodoopskrbu stanovništva bile su ograđene da bi se spriječio pristup stoke, a nalazile su se u blizini naselja, dok su lokve za napajanje stoke bile smještene na zajedničkim pašnjacima (Mavrović, 1994). Lokve i danas služe za napajanje stoke, pogotovo na sjevernom dijelu otoka.

Iako u prošlosti nije imalo značajnu ulogu u vodoopskrbi stanovništva (slaba pristupačnost i udaljenost od naselja), izgradnjom vodovoda nakon Drugog svjetskog rata Vransko jezero postalo je najvažniji izvor pitke vode za cijeli cresko-lošinjski arhipelag te najveći rezervoar pitke vode na našim otocima. Ono predstavlja izuzetan hidrogeografski fenomen jer sadrži velike količine slatke vode u bezvodnom krškom okruženju, a prihranjuje se padalinama i bujičnim tokovima s okolnih padina, kao i podzemnim izvorima (Stražičić, 2001).



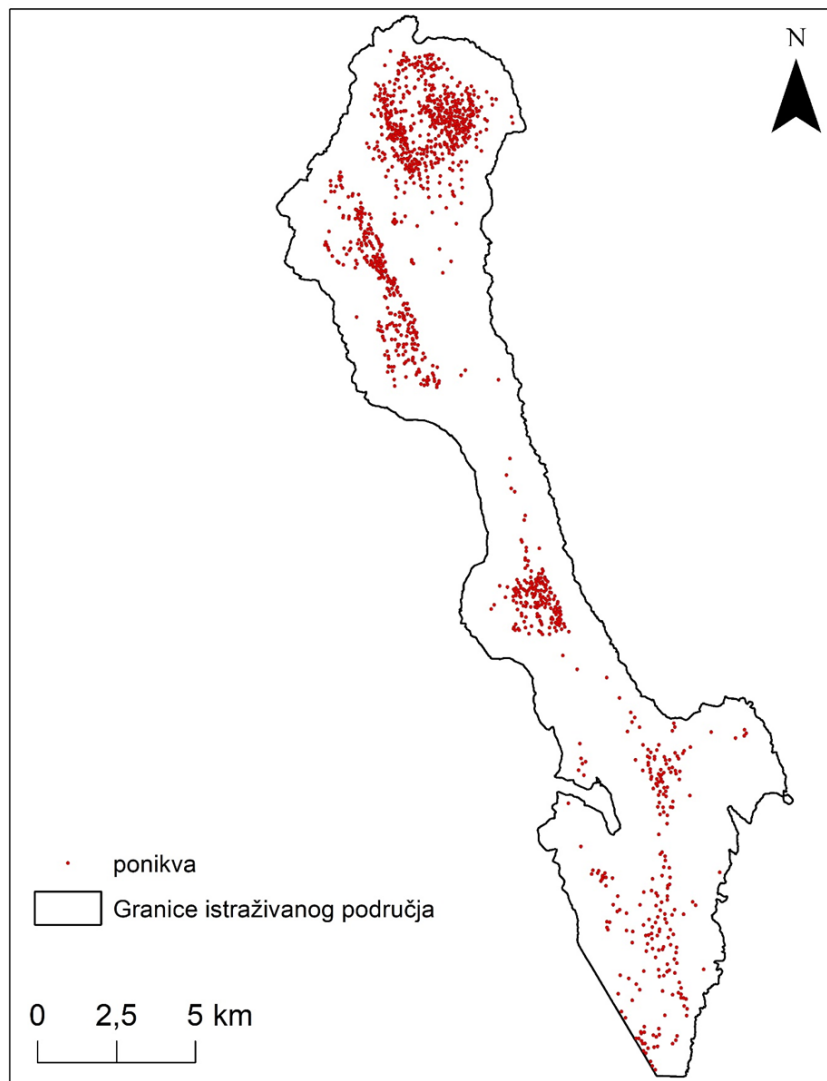
Sl. 5. Lokva nedaleko Lubenica, otok Cres

Izvor: Dragodid (2010.)

## 6. MORFOMETRIJSKA ANALIZA PONIKAVA

### 6.1. Prostorni raspored i gustoća ponikava

Analizirana je površina od 149,15 km<sup>2</sup> na kojoj su kartirane 1242 ponikve, što čini prosječnu gustoću ponikava od 8,33 pon/km<sup>2</sup>. Na najsjevernijem dijelu otoka (Tramuntana) zabilježena je najveća pojavnost ponikava, a velika koncentracija uočljiva je i na središnjem području (Planiš i Dirincinjev) (sl. 6.). Također, kako je vidljivo na sl. 6., uočljivo je linearno pružanje ponikava uz uzvišenja Gorice, Orline i Veli vrh orijentacije SZ-JI (otprilike linijom naselje Porozina - vrh Sis).

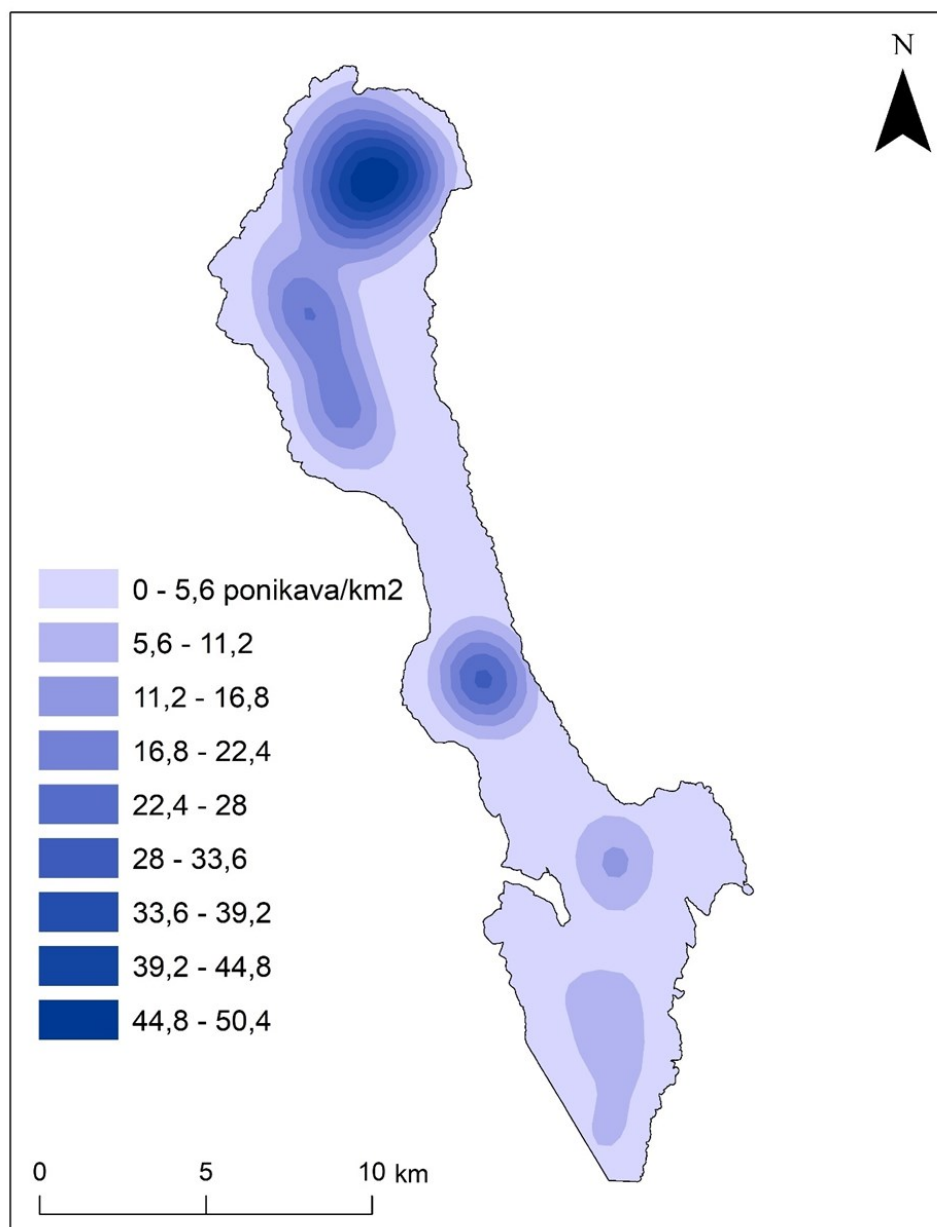


Sl. 6. Prostorni raspored ponikava na sjevernom dijelu otoka Cres

Izvor: TK25-VGI



Na temelju izračunatih vrijednosti određeno je devet razreda gustoće ponikava (sl .7., sl. 8., tab. 1.). Najveći udio u ukupnoj površini zauzima razred 0 – 5,6 pon/km<sup>2</sup> (56,46 %). Na području Tramuntane gustoća ponikava dostiže 50,4 pon/km<sup>2</sup>, a na području Planiša i Dirincinjeva 33,6 pon/km<sup>2</sup>. Uz uzvišenja Gorice, Orline i Veli vrh gustoća ponikava dostiže 28 pon/km<sup>2</sup>. Na navedenim područjima zastupljena je najveća gustoća ponikava sjevernog dijela otoka Cresa.



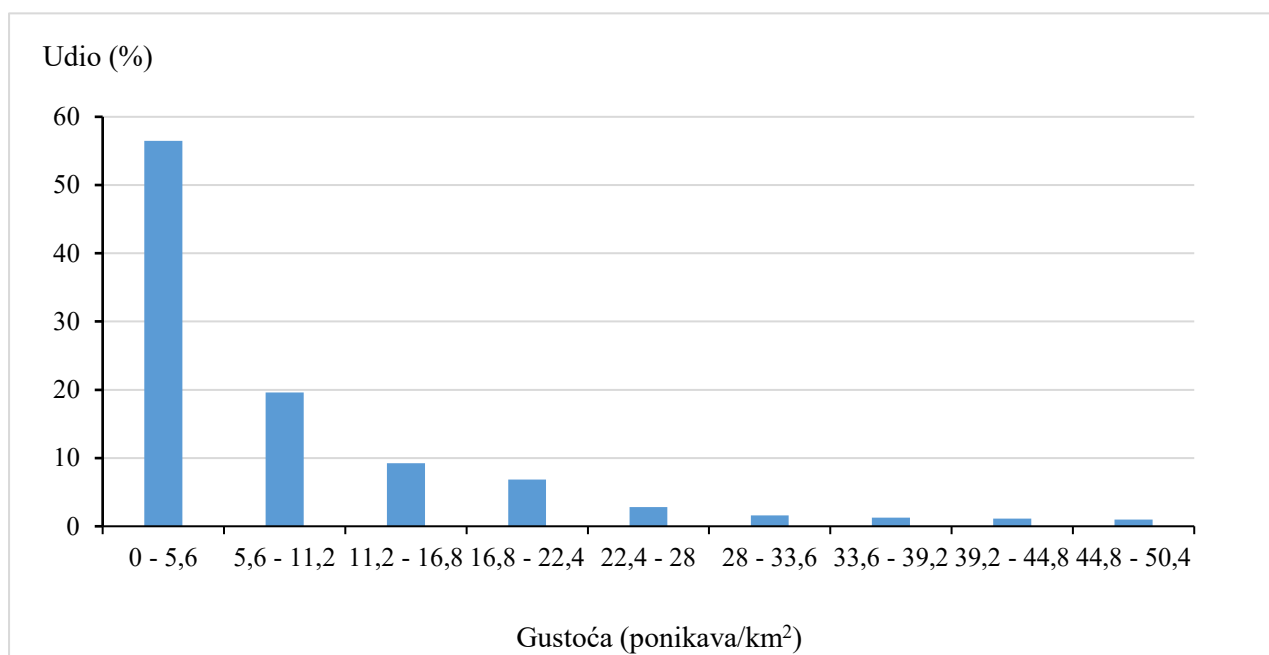
Sl. 7. Gustoća ponikava na sjevernom dijelu otoka Cresa

Izvor: TK25-VGI

Tab. 1. Površine razreda gustoće ponikava

Rb.	Gustoća (ponikava/km <sup>2</sup> )	Površina (km <sup>2</sup> )	Udio (%)
1.	0 – 5,6	84,21	56,46
2.	5,6 – 11,2	29,26	19,62
3.	11,2 – 16,8	13,78	9,24
4.	16,8 – 22,4	10,22	6,85
5.	22,4 – 28	4,18	2,80
6.	28 – 33,6	2,4	1,61
7.	33,6 – 39,2	1,91	1,28
8.	39,2 – 44,8	1,7	1,14
9.	44,8 – 50,4	1,5	1,01

Izvor: TK25-VGI



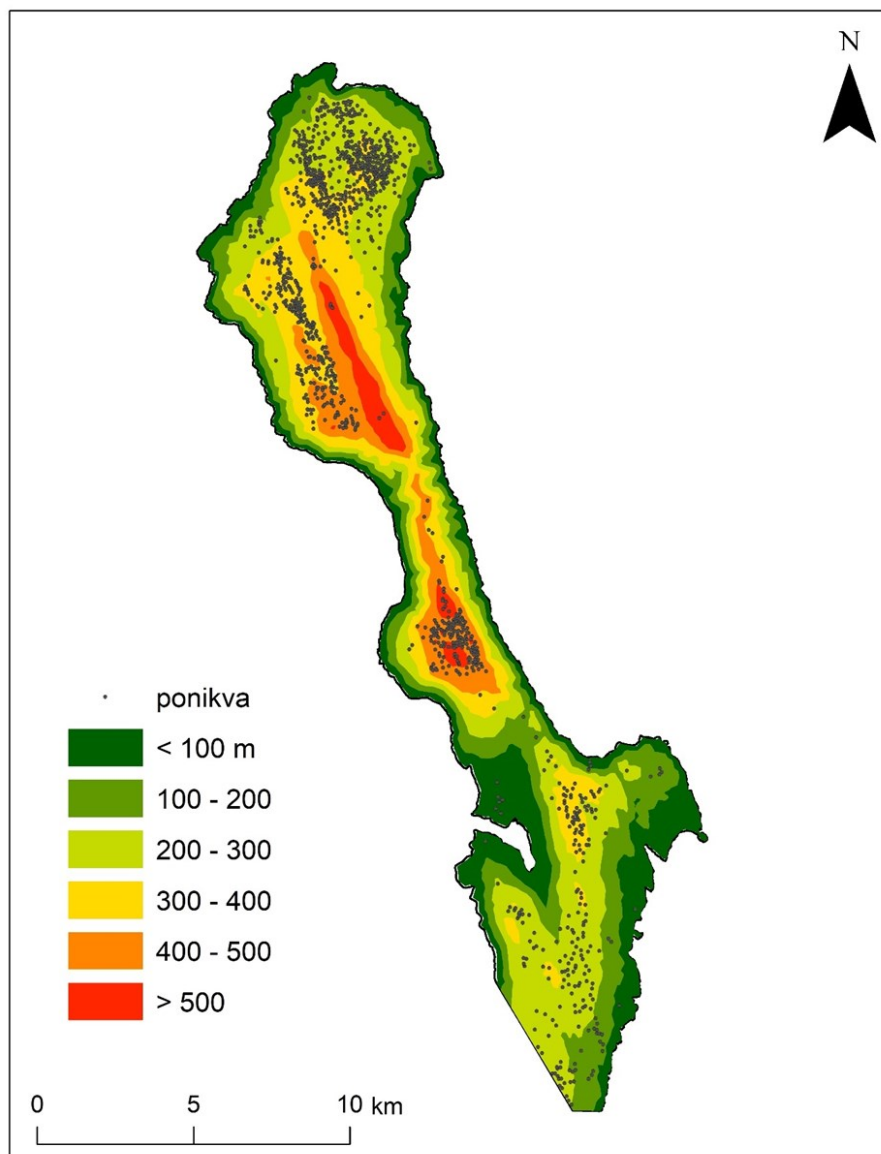
Sl. 8. Udio ponikava po kategorijama gustoće ponikava

Izvor:TK25-VGI

## 6.2. Utjecaj morfometrijskih parametara reljefa na prostorni raspored ponikava

### 6.2.1. Hipsometrija

U analizi visinskih obilježja reljefa izdvojeno je šest hipsometrijskih razreda (sl. 9., sl. 10., tab. 2.) raspona po 100 m. Najviši vrh ovoga područja iznosi 648 m (vrh Gorice) i nalazi se sjeverozapadno od vrhova Mukova i Sis. Prosječna visina istraživanog područja iznosi 201 m. Hipsometrijski razredi dobro odražavaju antiklinalnu građu otoka Cresa.



Sl. 9. Prostorni raspored ponikava u odnosu na visinske razrede

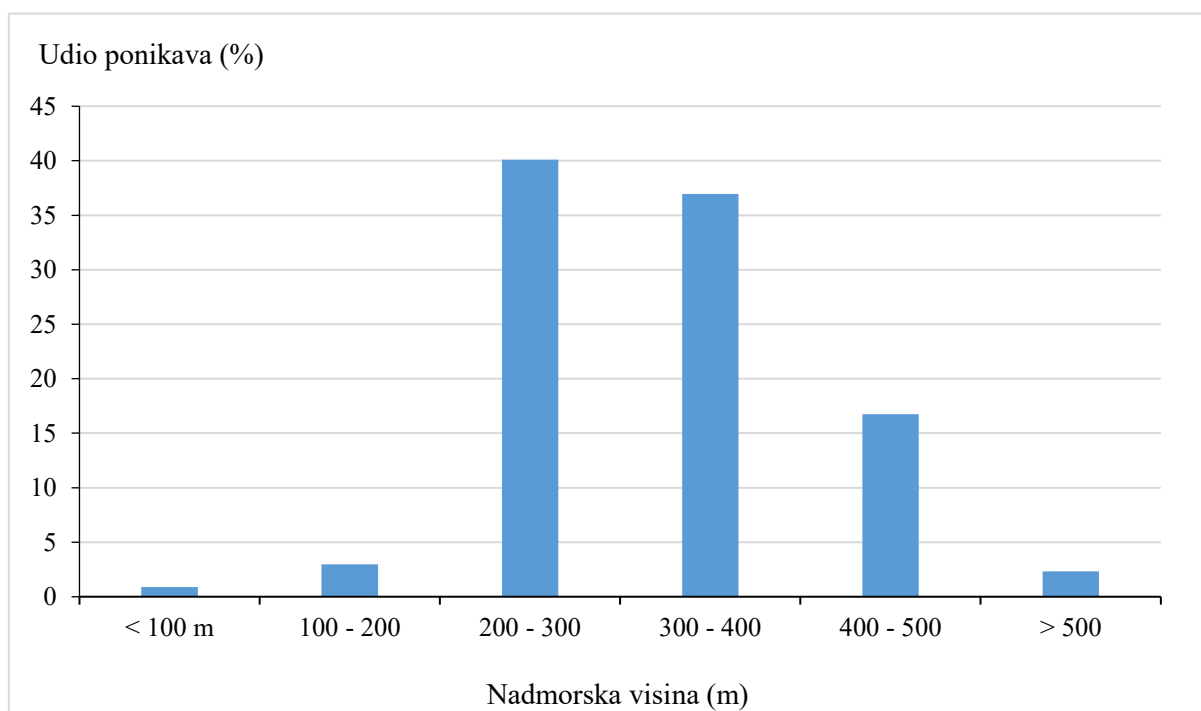
Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

Najveći udio ponikava nalazi se u razredima 200 – 300 i 300 – 400 m. U tim razredima nalazi se više od 2/3 svih ponikava sjevernog dijela otoka Cresca (77,06 %). Uočljiv je i razred 400 – 500 m u kojem se nalazi 16,75 % ponikava. Na ostale razrede otpada neznatan udio ponikava.

Tab. 2. Broj i udio ponikava po hipsometrijskim razredima

Nadmorska visina (m)	Udio površine (%)	Broj ponikava	Udio ponikava(%)
< 100 m	18,60	11	0,89
100 - 200	20,86	37	2,98
200 - 300	31,15	498	40,10
300 - 400	17,81	459	36,96
400 - 500	8,89	208	16,75
> 500 m	2,68	29	2,33

Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

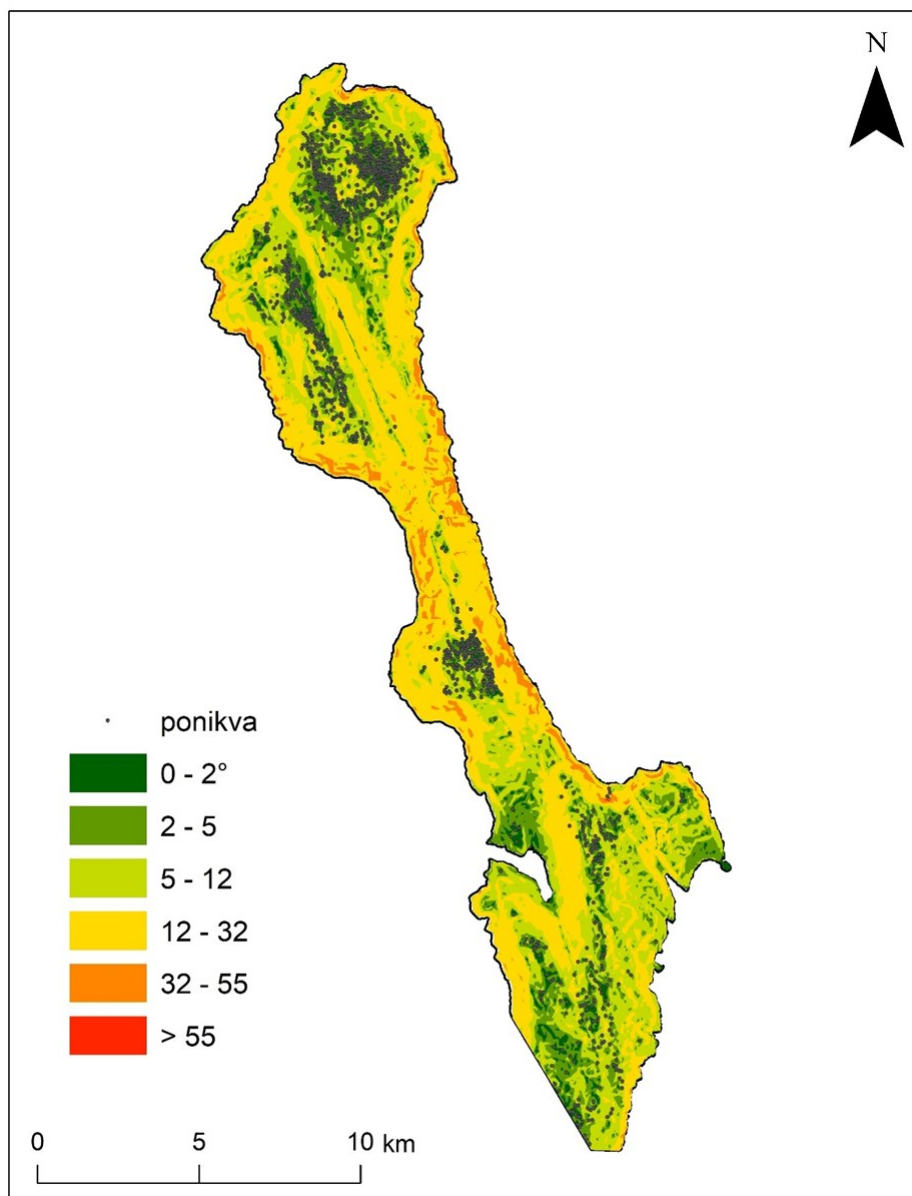


Sl. 10. Udio ponikava u određenim visinskim razredima

Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

### 6.2.2. Nagibi padina

Padine su osnovni element reljefa te su radi toga jedan od bitnih elemenata analize reljefa, a njihov nagib predstavlja neposrednu posljedicu djelovanja egzogenih geomorfoloških procesa (Lozić, 1996). Na promatranom području utvrđen je maksimalan nagib padine od  $67,42^\circ$  koji se nalazi u “Mrskoj jami” u blizini Meraga. Također, najveće vrijednosti nagiba zabilježene su na krajnjem sjevernom dijelu otoka u blizini uvale Jelen.



Sl. 11. Prostorni raspored ponikava u odnosu na kategorije nagiba padina

Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

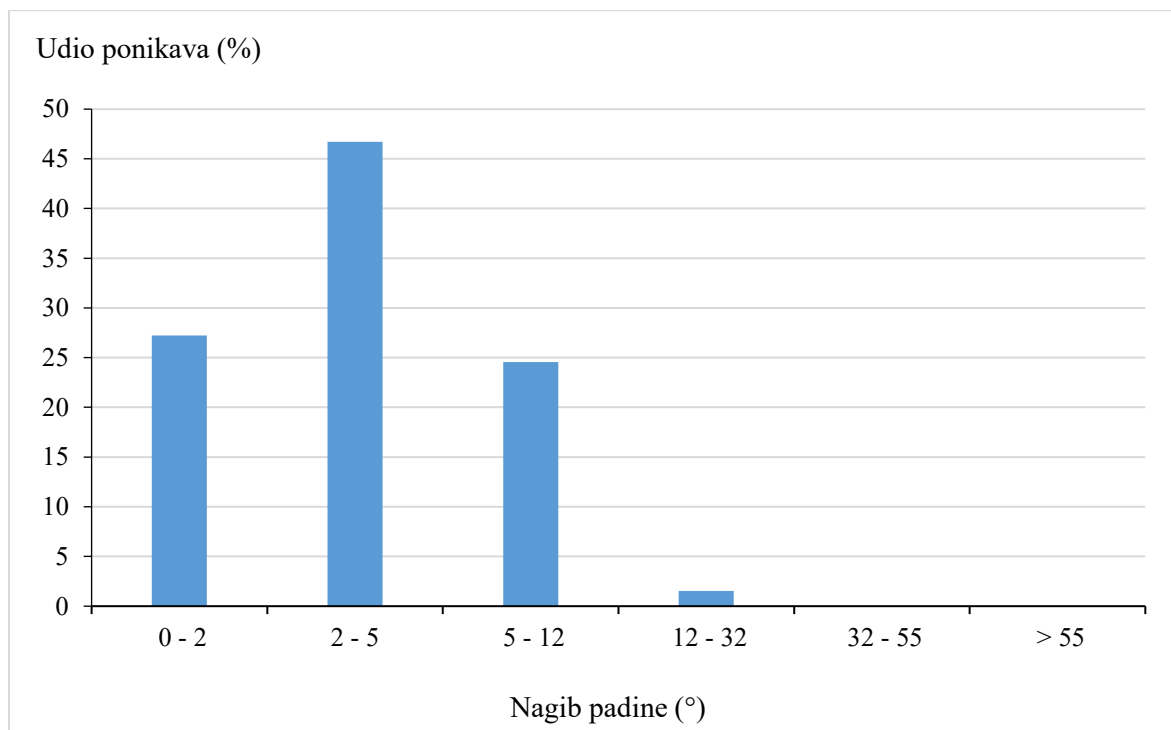
Podjednako su zastupljene kategorije nagiba padina 5 – 12° i 12 – 32° (tab. 3.), koje zajedno čine udio od 73,66 % površine. Obalni dijelovi otoka uglavnom pripadaju razredima iznad 12° (sl. 11.), što upućuje na strmu obalu karakterističnu za istočni Jadran.

Najveći broj ponikava (580) zabilježen je u razredu 2 – 5°, što čini skoro polovicu svih kartiranih ponikava, dok na nagibima većima od 32° nije zabilježena nijedna ponikva (sl. 12.).

Tab. 3. Broj i udio ponikava po kategorijama nagiba padina

Kategorije nagiba padina (°)	Udio površine (%)	Broj ponikava	Udio ponikava (%)
0 - 2	5,29	338	27,21
2 - 5	17,30	580	46,70
5 - 12	33,39	305	24,56
12 - 32	40,27	19	1,53
32 - 55	3,72	0	0
> 55	0,02	0	0

Izvor: Copernicus Land (2021), TK25-VGI

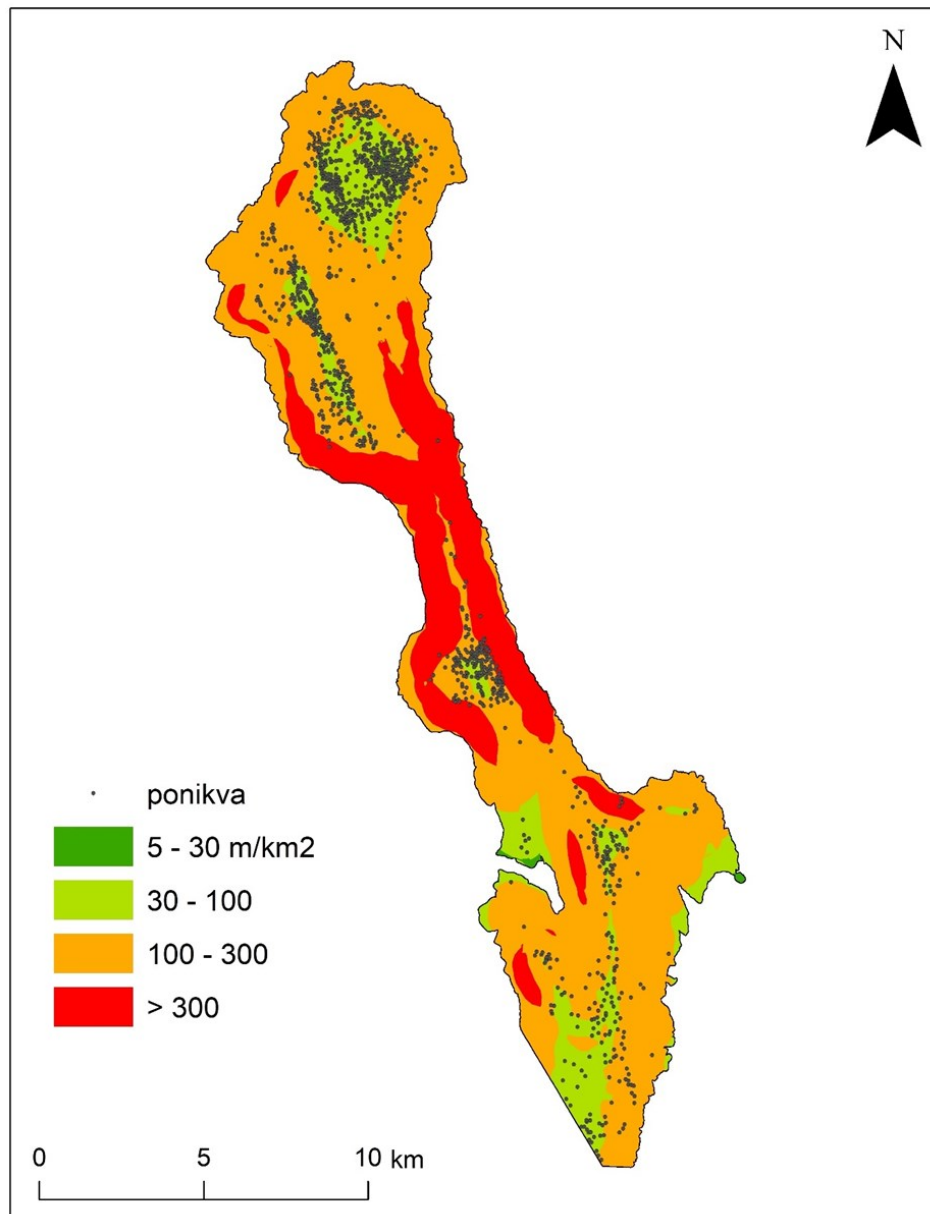


Sl. 12. Udio ponikava po određenim nagibima padina

Izvor: Copernicus Land (2021), TK25-VGI

### 6.2.3. Vertikalna raščlanjenost

Vertikalna raščlanjenost reljefa predstavlja visinsku razliku između najviše i najniže točke unutar promatrane površine. U lokalnim okvirima predstavlja parametar intenziteta razvitka egzogenih procesa (Lozić, 1995). Prema Bognaru (1992), najveći udio površine sjevernog Cresa (63,04 %) pripada umjereno raščlanjenom reljefu (100 – 300 m/km<sup>2</sup>) (tab. 4.).



Sl. 13. Prostorni raspored ponikava u odnosu na kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa

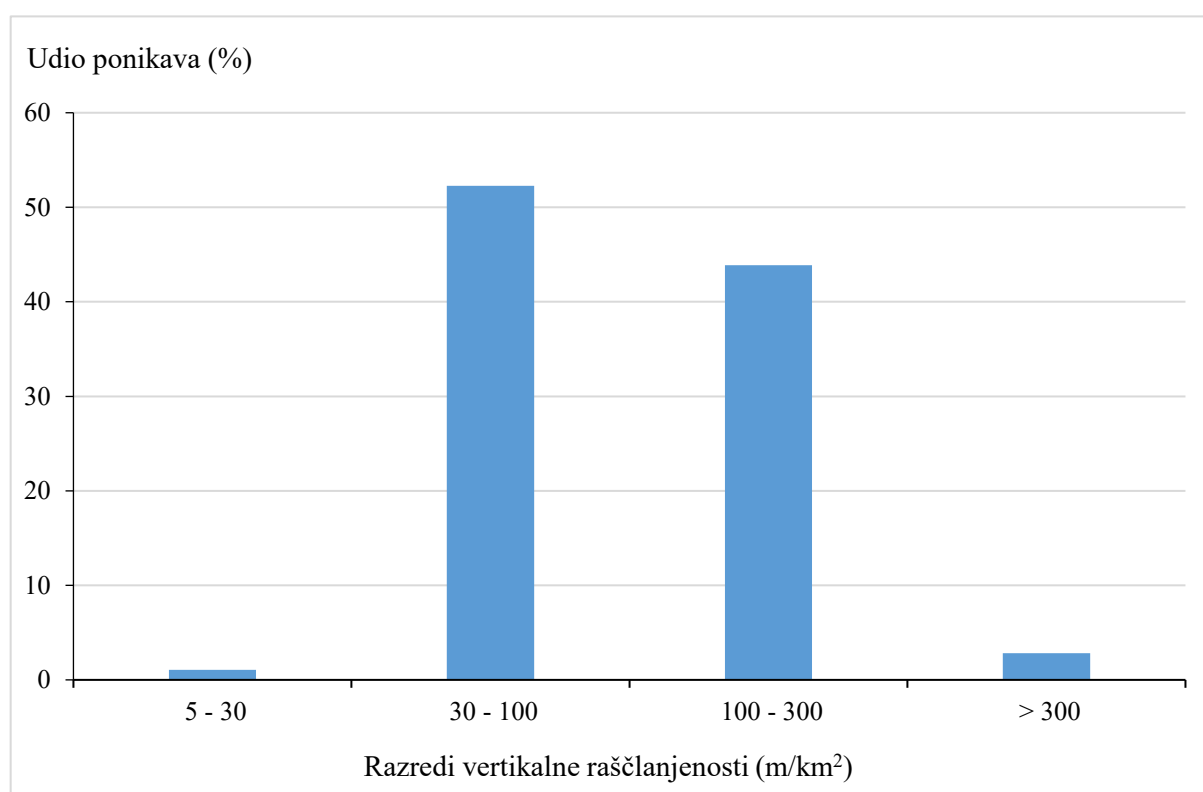
Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

Tab. 4. Broj i udio ponikava po razredima vertikalne raščlanjenosti reljefa

Razredi vertikalne raščlanjenosti (m/km <sup>2</sup> )	Udio površine (%)	Broj ponikava	Udio ponikava (%)
5 - 30	0,24	13	1,05
30 - 100	15,81	649	52,25
100 - 300	63,04	545	43,88
> 300	20,92	35	2,82

Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI

Najveći udio ponikava nalazi se u razredu 30 – 100 m/km<sup>2</sup> (52,25 %) i 100 – 300 m/km<sup>2</sup> (43,88 %). U razredima 5 – 30 i > 300 m/km<sup>2</sup> udio je neznan (ukupno 48 ponikava) (tab. 4., sl. 14.)



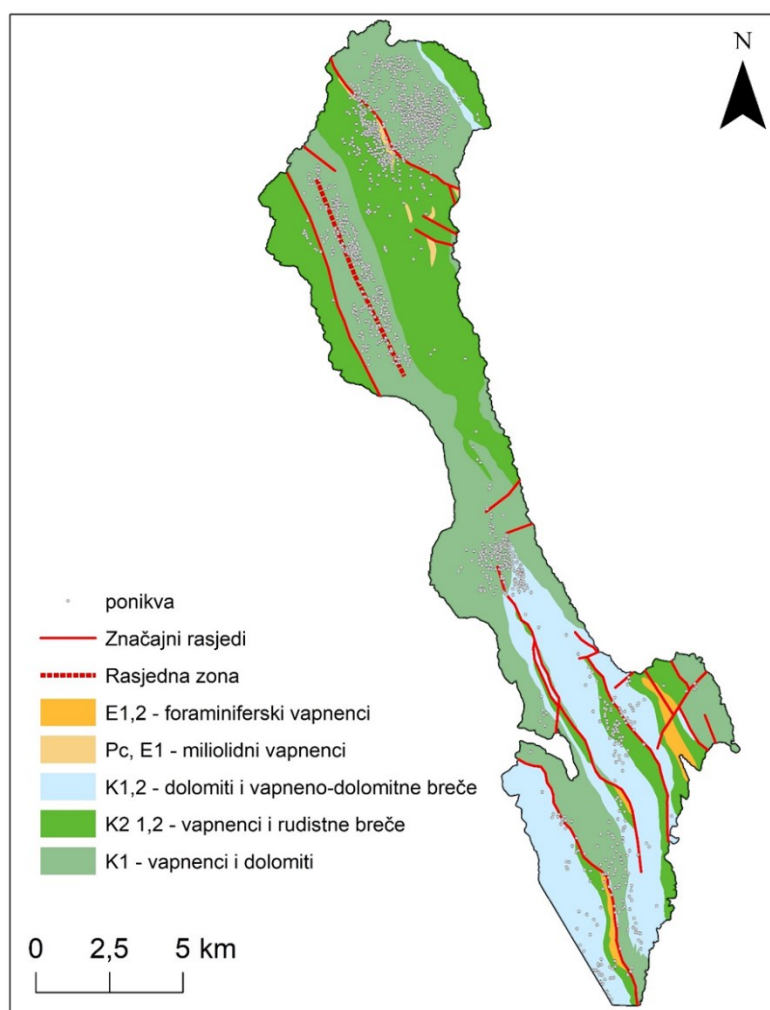
Sl. 14. Udio ponikava po razredima vertikalne raščlanjenosti

Izvor: Copernicus Land (2021.), TK25-VGI



### 6.3. Utjecaj geološke građe na prostorni raspored ponikava

Reljef otoka Cresa gotovo u potpunosti izgrađuju karbonatne stijene kredne starosti (97,97 %), dok ostatak od 2,03 % izgrađuju paleogenske stijene. Vapnenci i rudistne breče prevladavaju u sjevernom dijelu otoka te su podložni okršavanju (Magaš, 1973). Vapnenci i dolomiti naizmjenično se pojavljuju na cijelom istraživanom području (sl. 15.). Udio ponikava (tab. 5., sl. 16.) najveći je na stratigrafskoj jedinici K<sub>1</sub> (vapnenci i dolomiti), a iznosi 65,38 %.



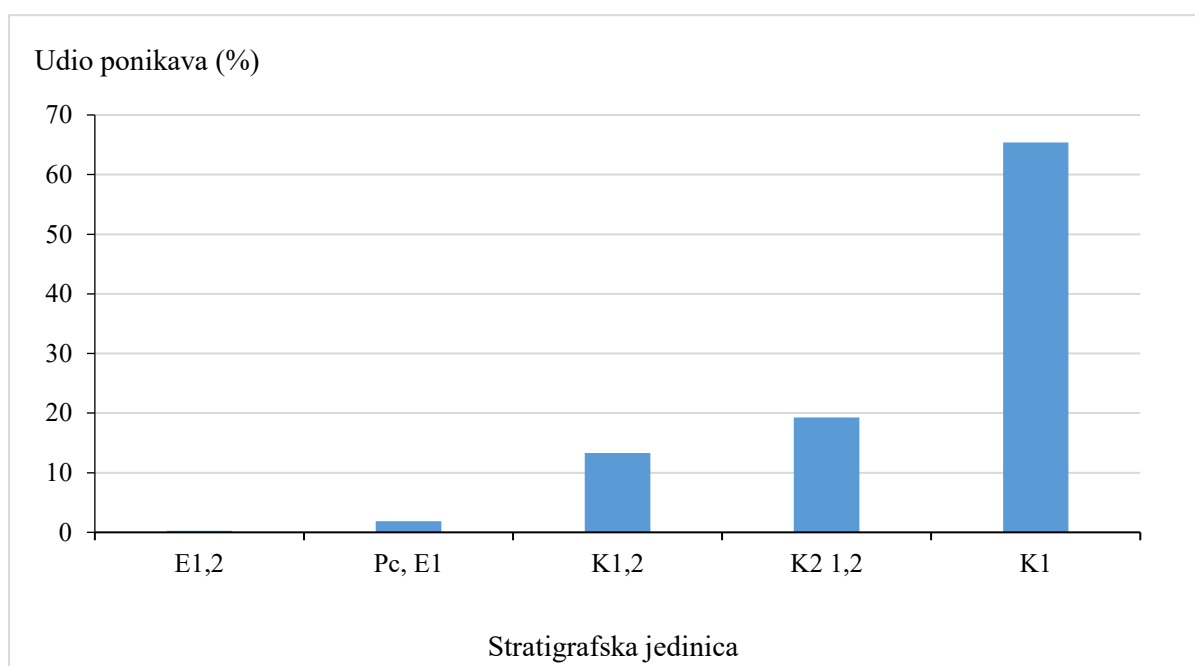
Sl. 15. Pregledna geološka karta sjevernog dijela otoka Cresa s prostornim rasporedom ponikava

Izvor: Magaš (1968.), Magaš (1973.), Šikić et al. (1969.), Šikić i Polšak (1973.), TK25-VGI

Tab. 5. Broj i udio ponikava po stratigrafskim jedinicama

Stratigrafska jedinica	Udio površine (%)	Broj ponikava	Udio ponikava (%)
E <sub>1,2</sub> - foraminiferski vapnenci	1,49	3	0,24
Pc, E <sub>1</sub> - miliolidni vapnenci	0,54	23	1,85
K <sub>1,2</sub> - dolomiti i vapneno-dolomitne breče	23,31	165	13,29
K <sub>2</sub> <sup>1,2</sup> - vapnenci i rudistne breče	31,75	239	19,24
K <sub>1</sub> - vapnenci i dolomiti	42,91	812	65,38

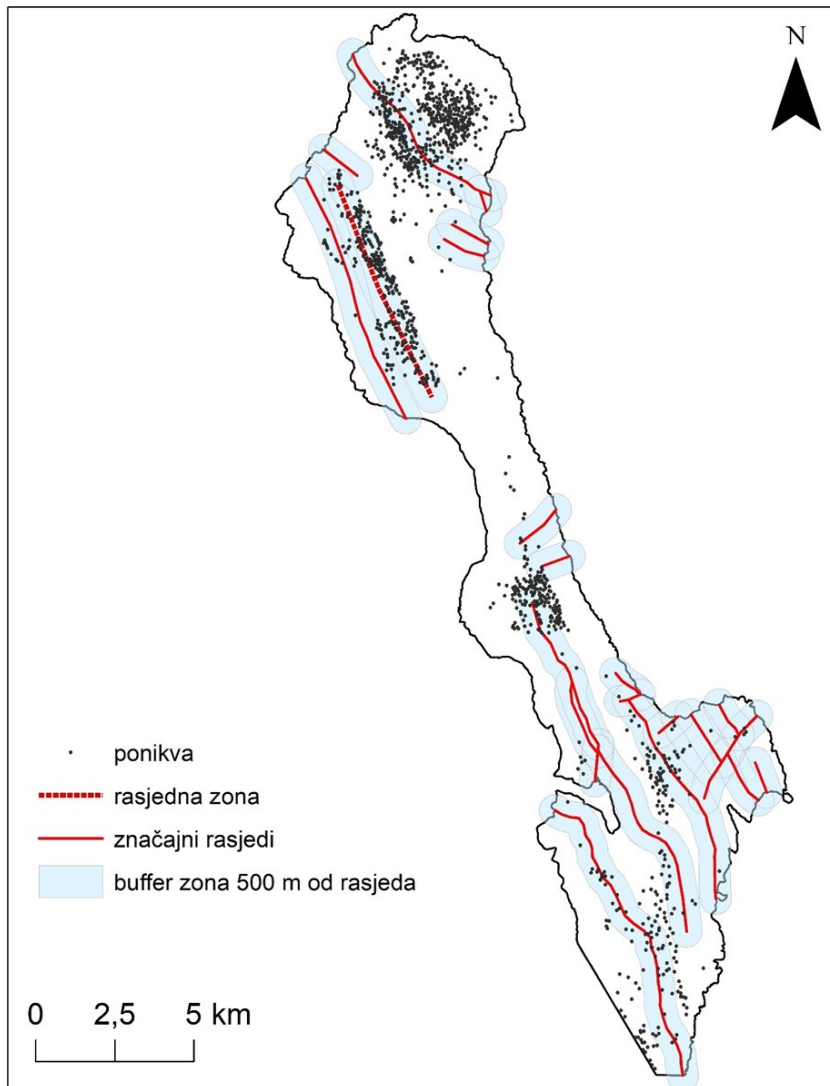
Izvor: Magaš (1968.), Magaš (1973.), Šikić et al. (1969.), Šikić i Polšak (1973.), TK25-VGI



S1. 16. Udio ponikava po stratigrafskim jedinicama

Izvor: Magaš (1968.), Magaš (1973.), Šikić et al. (1969.), Šikić i Polšak (1973.), TK25-VGI

Pomoću *buffer* metode utvrđeni su pojasevi 500 m od rasjeda (sl. 17.). Na njima su pronađene 653 ponikve, što čini 52,58 % svih kartiranih ponikava, a to ide u prilog činjenici da osim litoloških karakteristika na prostorni raspored ponikava velik utjecaj ima i tektonika.



Sl. 17. Odnos najznačajnijih rasjeda i prostornog rasporeda ponikava

Izvor: Magaš (1968.), Magaš (1973.), Šikić et al. (1969.), Šikić i Polšak(1973.), TK25-VGI

## 7. ZAKLJUČAK

Provedenom morfometrijskom analizom utvrđeni su prostorni raspored i gustoća ponikava na području sjevernog dijela otoka Cresa. Analizirano je područje površine 149,15 km<sup>2</sup>, a na njemu su kartirane 1242 ponikve, što čini prostornu gustoću ponikava od 8,33 pon/km<sup>2</sup>.

Najveća gustoća ponikava nalazi se na području Tramuntane (50,4 pon/km<sup>2</sup>), Planiša i Dirincinjeva (33,6 pon/km<sup>2</sup>) te uz uzvišenja Gorice, Orlina i Veli vrh (28 pon/km<sup>2</sup>). Najzastupljeniji je razred 0 – 5,6 pon/km<sup>2</sup>, a zauzima 56,46 % površine.

Analizom utjecaja morfometrijskih parametara reljefa na prostorni raspored ponikava utvrđeno je da je udio ponikava najveći na visinama 200 – 300 m (40,1 %) i 300 – 400 m (36,96 %), a neznatan je na nadmorskim visinama nižim od 200 i višim od 500 metara. Najveći broj ponikava zabilježen je na nagibima padina od 2° do 5° (46,7 %), a smanjuje se daljnjim povećanjem nagiba. Što se tiče vertikalne raščlanjenosti reljefa, najveći udio ponikava nalazi se u zonama raščlanjenosti 30 – 100 m/km<sup>2</sup> (52,25 %) i 100 – 300 m/km<sup>2</sup> (43,88 %).

Analizom utjecaja geološke građe na prostorni raspored ponikava utvrđeno je da je udio ponikava najveći na stratigrafskoj jedinici K<sub>1</sub> – vapnenci i dolomiti (65,38 %), koja također čini i najveći dio površine sjevernog dijela otoka Cresa (42,9 %).

U *buffer* zonama koje se nalaze 500 metara od rasjeda utvrđene su 653 ponikve (53,6 % kartiranih ponikava), što dokazuje da na prostorni raspored ponikava utjecaj ima i tektonika, a ne samo litološka građa terena.

## 8. LITERATURA

Blažević, I., 1999: *Cres-lošinj – šarmanтни zapadnokvarnerski otoci*, Art Studio Azinović, Zagreb, 141 pp

Bočić, N., 2009b: *Geomorfološke značajke prostora Slunjske zaravni*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Zagreb, 270 pp

Bognar, A., 1992: Inženjerskogeomorfološko kartiranje, *Acta Geographica Croatica* 27 (1), 173-184.

Buzjak, N., 2006: *Geomorfološke i speleomorfološke značajke Žumberačke gore i geoekološko vrednovanje endokrškog reljefa*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Zagreb, 200 pp

Cvijić, J., 1895: *Karst*, geografska monografija, ??izdavač?

Faivre, S., 1992: Analiza gustoće ponikava na Sjevernom Velebitu i Senjskom bilu, *Senjski zbornik* 19, 13-24.

Faivre, S., Pahernik, M., 2007: Structural influences on the spatial distribution of dolines, Island of Brač, Croatia, *Zeitschrift für Geomorphologie* 51 (4), 487-503.

Faivre, S., Reiffsteck, P., 1999: Spatial distribution of dolines as an indicator of recent deformations on the Velebit mountain range (Croatia), *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 2, 129-142.

Faivre, S., Reiffsteck, P., 2002: From doline distribution to tectonic movements example of the Velebit mountain range, Croatia, *Acta Carsologica* 31 (3), 139-154.

Klein, V., 1987: Gustoća ponikava Ličko-goranske regije, *Geografski glasnik* 38 (1), 357-377.

Lozić, S., 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 30 (1), 17-26.

Lozić, S., 1996: Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 31 (1), 41-49.

Magaš, N., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Cres L33–113. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1965); Savezni geološki zavod, Beograd

Magaš, N., 1973: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Cres L33–113. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1965); Savezni geološki zavod, Beograd, 42 pp

Marković, J., Bočić, N., Pahernik, M., 2016: Prostorni raspored i gustoća ponikava jugoistočnog Velebita, *Geoadria* 21 (1), 1-28.

Matas, M., 2009: *Krš Hrvatske – geografski pregled i značenje*, Hrvatsko geografsko društvo – Split, Zagreb, 264 pp

Mavrović, N., 1994: *Cres i Lošinj – šetnja po otocima, otočićima i hridima*, Art Studio Azinović, Zagreb, 178 pp

Mihljević, D., 1994: Analysis of spatial characteristics in distribution of sink-holes, as an geomorphological indicator of recent deformations of geological structures, *Acta Geographica Croatica* 29, 29-36.

Pahernik, M., 2000: Prostorni raspored i gustoća ponikava SZ dijela Velike Kapele – rezultati računalne analize susjedstva, *Geoadria* 5, 105-120.

Pahernik, M., 2012: Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske, *Hrvatski geografski glasnik*, 74 (2), 5-26.

Pelivan, A., 2008: Prirodne značajke Kvarnerskih otoka, *Ekološki glasnik* 16 (2), 3-18.

Stražičić, N., 1997: Cresko-lošinjsko otočje – geografska obilježja, *Geografski horizont* 43 (2), 63-72.

Stražičić, N., 2001: Otok Cres – jedan od dva najveća hrvatska otoka, *Hrvatski zemljopis* 57, 36-50.

Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb, 471 pp

Šikić, D., Polšak, A., 1973: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Labin L33–101. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963); Savezni geološki institut, Beograd, 55 pp

Šikić, D., Polšak, A., Magaš, N., 1969: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Labin L33–101. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1958–1967); Savezni geološki institut, Beograd

Šušterić, F., 1985: Metoda morfometrijske in računalniške obdelave vrtač, *Acta carsologica* 13, 81-98.

Tandarić, N., 2011: Geomorfološka obilježja ponikava na otoku Cresu, prvostupnički rad, Geografski odsjeka, PMF, Zagreb

Telbisz, T., Dragušica, H., Nagy, B., 2009: Doline Morphometric Analysis and Karst Morphology of Biokovo Mt (Croatia) Based on Field Observations and Digital Terrain Analysis, *Hrvatski geografski glasnik* 71 (2), 5-22.

Županijska lučka uprava Cres, 2016: Elaborat zaštite okoliša uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš za zahvat rekonstrukcije i dogradnje luke otvorene za javni promet lokalnog značaja – luke Valun

## 9. IZVORI

Copernicus Land, 2021: European Digital Elevation Model (EU-DEM), version 1.1. European Union, Copernicus Land Monitoring Service, European Environment Agency, <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>

DGU, 2021: Topografske karte mjerila 1:25000, WMS servis

Dragodid, 2010: Jadranski suhozidi – Cres, <http://www.dragodid.org/jadranski-suhozidi-cres/> (29.8.2021.)

Topografske karte mjerila 1:25000, listovi 367-4-1, 367-4-2, 367-4-3, 367-4-4, 417-2-1, 417-2-2, Vojnogeografski institut, Beograd, 1977. – 1979.

Veseli izleti, 2020: Sis, najviši vrh Cresa. Lubenice, najljepša plaža Cresa. Jednodnevna avantura, <https://veseli-izleti.com/planinarenje/281-sis-najvisi-vrh-cresa-lubenice-najljepsa-plaza-cresa-jednodnevna-avantura-4>, (27.8.2021.)



## POPIS GRAFIČKIH PRILOGA

- Sl. 1. Geografski položaj istraživanih područja
  - Sl. 2. Pregledna geološka karta sjevernog dijela otoka Cresa
  - Sl. 3. Osnovne crte reljefa sjevernog dijela otoka Cresa
  - Sl. 4. Glavni vapnenački greben na sjevernom dijelu otoka Cresa
  - Sl. 5. Lokva nedaleko Lubenica, otok Cres
  - Sl. 6. Prostorni raspored ponikava na sjevernom dijelu otoka Cresa
  - Sl. 7. Gustoća ponikava na sjevernom dijelu otoka Cresa
  - Sl. 8. Udio ponikava po kategorijama gustoće ponikava
  - Sl. 9. Prostorni raspored ponikava u odnosu na visinske razrede
  - Sl. 10. Udio ponikava u određenim visinskim razredima
  - Sl. 11. Prostorni raspored ponikava u odnosu na kategorije nagiba padina
  - Sl. 12. Udio ponikava po određenim nagibima padina
  - Sl. 13. Prostorni raspored ponikava u odnosu na kategorije vertikalne raščlanjenosti reljefa
  - Sl. 14. Udio ponikava po razredima vertikalne raščlanjenosti
  - Sl. 15. Pregledna geološka karta sjevernog dijela otoka Cresa s prostornim rasporedom ponikava
  - Sl. 16. Udio ponikava po stratigrafskim jedinicama
  - Sl. 17. Odnos najznačajnijih rasjeda i prostornog rasporeda ponikava
- 
- Tab. 1. Površine razreda gustoće ponikava
  - Tab. 2. Broj i udio ponikava po hipsometrijskim razredima
  - Tab. 3. Broj i udio ponikava po kategorijama nagiba padina
  - Tab. 4. Broj i udio ponikava po razredima vertikalne raščlanjenosti reljefa
  - Tab. 5. Broj i udio ponikava po stratigrafskim jedinicama