

Interaktivna geomorfološka karta Park šume Golubinjak

Pavić, Elena

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:217:018983>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-10**



Repository / Repozitorij:

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



Elena Pavić

**Interaktivna geomorfološka karta
Park šume Golubinjak**

Diplomski rad

**Zagreb
2021.**

Elena Pavić

**Interaktivna geomorfološka karta
Park šume Golubinjak**

Diplomski rad

predan na ocjenu Geografskom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog zvanja
magistre geografije

**Zagreb
2021.**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija*; smjer: *Fizička geografija s geoekologijom* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Nevena Bočića.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Diplomski rad

Interaktivna geomorfološka karta Park šume Golubinjak

Elena Pavić

Izvadak: U ovome radu analizirana su geomorfološka obilježja Park šume Golubinjak. Morfometrijskom, morfografskom i morfogenetskom analizom u QGIS-u i terenskim istraživanjem napravljena je geomorfološka karta ovoga zaštićenog područja. Dobiveni podaci objavljeni su u QGISCloud-u u obliku interaktivne geomorfološke web karte koja je krajnji produkt ovoga rada. Interaktivna geomorfološka karta ima edukativnu svrhu – u atributivnoj tablici svakoga geomorfološkoga oblika dodana je njegova osnovna definicija razumljiva svakom korisniku karte.

47 stranica, 26 grafičkih priloga, 2 tablica, 39 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: geomorfološko kartiranje, zaštićena područja, interaktivna karta, QGIS, digitalna kartografija, digitalna analiza reljefa

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

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Neven Bočić
prof. dr. sc. Sanja Faivre
izv. prof. dr. sc. Mladen Pahernik

Tema prihvaćena: 16. 10. 2020.

Rad prihvaćen: 9. 9. 2021.

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

Interactive geomorphological map of Forest park Golubinjak

Elena Pavić

Abstract: In this thesis, geomorphological features of Forest park Golubinjak were analyzed. Geomorphological map of this protected area was made by morphometric, morphographic and morphogenetic analysis in QGIS and field research. The obtained data were published in QGISCloud in the form of an interactive geomorphological web map which is the end product of this thesis. The interactive geomorphological map has an educational purpose - in the attributive table of each geomorphological form has been added its basic definition understandable to every user of the map.

47 pages, 26 figures, 2 tables, 39 references; original in Croatian

Keywords: geomorphological mapping, protected area, interactive map, QGIS, digital cartography, digital terrain analysis

Supervisor: Neven Bočić, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Neven Bočić, PhD, Assistant Professor
Sanja Faivre, PhD, Full Professor
Mladen Pahernik, PhD, Associate Professor

Thesis title accepted: 16/01/2020

Thesis accepted: 09/09/2021

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

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Opis i cilj rada.....	1
2. Uvod.....	1
2.1. Prostorni obuhvat istraživanja.....	2
2.2. Prethodna istraživanja	4
3. Kartografija i geomorfološke karte – pojmovi i definicije	7
3.1. Digitalna kartografija.....	7
3.1.1. Web kartografija.....	7
3.2. Geomorfološko kartiranje.....	8
4. Metodologija	11
5. Geomorfološka obilježja Park šume Golubinjak.....	15
5.1. Geomorfološki položaj	15
5.2. Uvjeti oblikovanja reljefa	17
5.2.1. Geološka građa i tektonika	17
5.2.2. Klimatska obilježja.....	19
5.3. Morfografski položaj	20
5.4. Morfometrijska obilježja	23
5.4.1. Hipsometrija.....	23
5.4.2. Nagib padina	26
5.5. Morfogenetska obilježja	28
5.5.1. Strukturno-geomorfološka obilježja.....	28
5.5.2. Egzogena geomorfologija.....	31
6. Interaktivna karta Park šume Golubinjak.....	41
7. Rasprava.....	45
7.1. Prednosti QGISCloud-a	45
7.2. Nedostaci QGISCloud-a	45

7.3. Prijedlozi za poboljšanje karte	46
8. Zaključak.....	47
Literatura.....	48
Izvori.....	50
Popis slika	VI
Popis tablica	VII

1. Uvod

1.1. Opis i cilj rada

Predmet ovoga rada je izrada interaktivne geomorfološke karte zaštićenog područja Park šuma Golubinjak. S obzirom da ovo zaštićeno područje svakodnevno posjećuju brojni izletnici, jedan od glavnih ciljeva je približiti posjetiteljima georaznolikost ovoga područja web kartom koja je zapravo krajnji produkt ovoga diplomskog rada.

Ciljevi ovog diplomskog rada su:

- C1:** Prikupiti sve potrebne informacije i napraviti geomorfološku kartu zaštićenog područja.
- C2:** Izraditi web kartu koja će na pristupačan način posjetiteljima omogućiti da saznaju više o geomorfološkim posebnostima ovoga područja.

2. Uvod

Jedna izreka kaže da slika vrijedi tisuću riječi, a karta vrijedi tisuću slika. Već tisućama godina karte služe čovjeku da si lakše predoči složen svijet u kojemu živi i odnose u prostoru. Treba napomenuti da karta nije „stvarna“ slika svijeta, nego apstraktna, generalizirana predodžba svijeta koja prvenstveno ovisi o stvaratelju karte. Pojavom digitalne kartografije, gotovo svakome tko ima računalo i pristup internetu omogućeno je stvaranje karata.

Jedan od načina prikazivanja prostornih podataka su interaktivne karte. Interaktivne karte omogućuju svojim korisnicima brz i jednostavan pristup traženim podacima te interakciju s korisnikom putem interaktivnog sučelja.

Hrvatska je zemlja s mnogobrojnim zaštićenim područjima, u kojima je uglavnom naglasak na bioraznolikosti. Iako je bioraznolikost veoma važna komponenta zaštite prirode i okoliša, jednako toliko važna je i georaznolikost. Pojam georaznolikosti podrazumijeva raznolikost nežive prirode, a čine ju raznovrsnost tla, stijena, minerala, fosila, reljefnih oblika, podzemnih objekata i struktura te prirodnih pojava i procesa koji su ih stvarali kroz geološka razdoblja, a stvaraju ih i danas (Gray, 2019). Navedene sastavnice georaznolikosti imaju znanstvenu, obrazovnu, krajobraznu, ekološku, estetsku, kulturnu, ekonomsku i/ili vlastitu vrijednost koju treba očuvati za buduće naraštaje. Jedan od načina prikazivanja geomorfoloških oblika i procesa je geomorfološka karta.

Geomorfološko kartiranje osnovna je komponenta geomorfološkog rada otkad su izrađene prve geomorfološke karte početkom 20. stoljeća (Gonzalez-Gutierrez i dr., 2017). Geomorfološka karta trebala bi korisniku karte predočiti geomorfološke procese i oblike određenog područja.

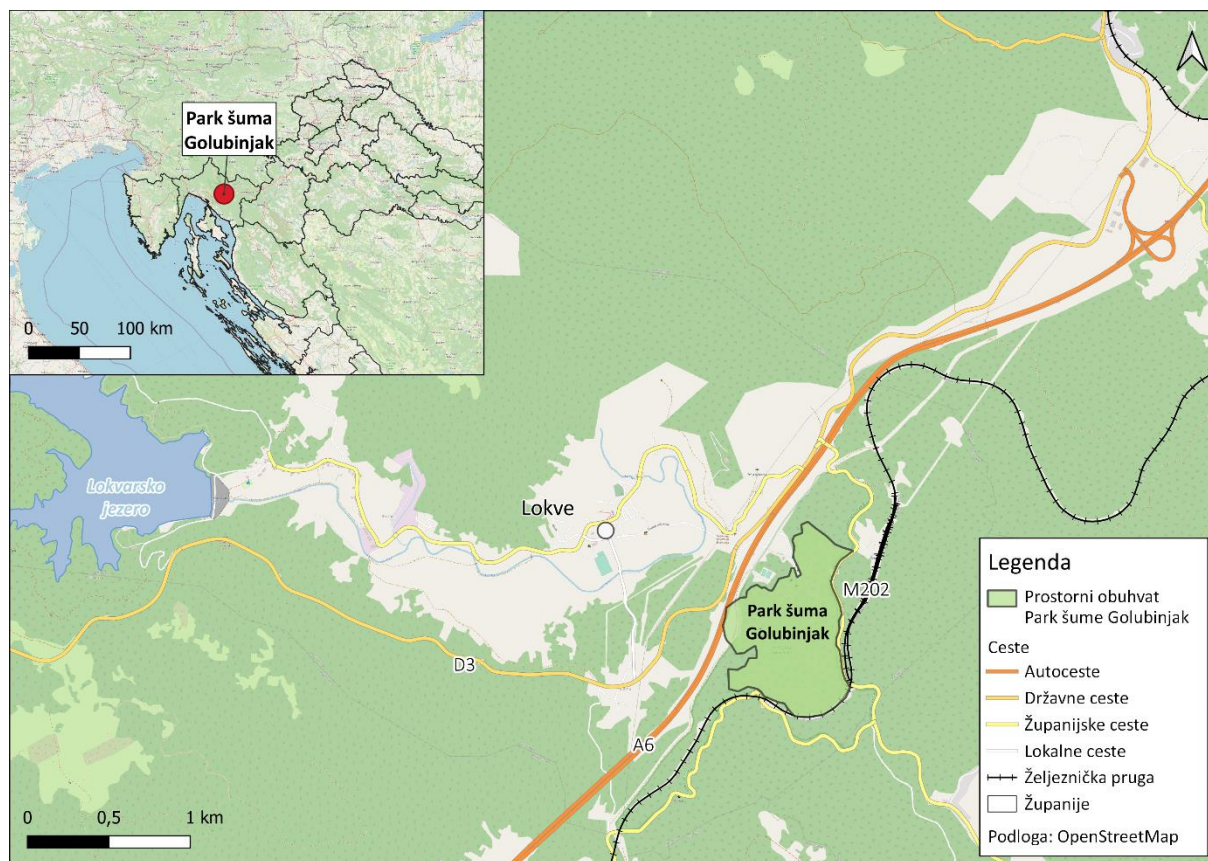
Interaktivna geomorfološka karta omogućila bi korisniku pregledavanje karte i upoznavanje s geomorfološkim oblicima i procesima na licu mjesta te bi se na taj način mogla koristiti u turističke, ali i edukativne svrhe.

2.1. Prostorni obuhvat istraživanja

Prostorni obuhvat istraživanja je zaštićeno područje Park šuma Golubinjak. Prema podacima DZS-a (2019), park šuma Golubinjak jedno je od 408 zaštićenih područja u Republici Hrvatskoj. Od sveukupno 747.619,63 ha zaštićenog područja u Hrvatskoj, Park šuma Golubinjak zauzima 53,08 ha, odnosno 0,53 km². Prema Zakonu o zaštiti okoliša (NN 15/18, Članak 119), park-šuma je prirodna ili sađena šuma, veće bioraznolikosti i/ili krajobrazne vrijednosti, a koja je namijenjena i odmoru i rekreaciji. U park-šumi dopušteni su zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašena.

Nalazi se u sjevernom dijelu Primorsko-goranske županije, u zapadnom dijelu Općine Lokve, na udaljenosti manjoj od jednog kilometra istočno od Grada Lokve i 3,3 km od Lokvarskog jezera. Tijekom povijesti u šumu se odlazilo po drva za grijanje i materijal za izgradnju tradicionalnih goranskih kuća, a bila je na glasu i kao mjesto za liječenje tuberkuloze (Bosnar-Salihagić i dr., 2020).

Zaštićeno područje ima povoljan geoprometni položaj jer je omeđeno autocestom A6 Rijeka-Zagreb, državnom cestom D3 Goričan-Rijeka i željezničkim pravcem M202 Zagreb-Rijeka (Sl. 1.).



Slika 1 Prostorni obuhvat Park šume Golubinjak

Prema prirodno-geografskoj regionalizaciji, Park šuma Golubinjak nalazi se u regiji Gorski Kotar (Magaš, 2013). Regiju Gorski kotar čine tri osnovne cjeline:

- Dolinski prostor Čabranke i Kupe ,
- Uži (središnji) Gorski kotar,
- prijelazni prostor Drežnice prema širem ličkom prostoru.

Općina Lokve nalazi se u Užem (središnjem) Gorskom kotaru, prostoru središnjih visoravni i normalne dolinske i fluviokrške morfologije te ima najizraženija obilježja Gorskog kotara.



Slika 2. Ulazak u Park šumu Golubinjak

2.2. Prethodna istraživanja

Detaljnim pregledom dostupne literature ustanovljeno je da se Park šuma Golubinjak u radovima uglavnom spominje u širem kontekstu Primorsko-goranske županije, Gorskog kotara i područja Općine Lokve.

U knjizi *Čudesno lijepa* (Jurić i dr., 2015) opisana su prirodna obilježja Primorsko-goranske županije. U poglavlju koje opisuje prirodna obilježja Gorskog kotara opisana je bioraznolikost i georaznolikost Park šume Golubinjak.

Cilj knjige *Zaštićena područja Primorsko-goranske županije* (Črnjar, 2006) je približiti čitateljima vrijednosti prirodne baštine Primorsko-goranske županije i potaknuti ih na istraživanje i očuvanje istih. U knjizi su obrađena sva zaštićena područja Primorsko-goranske

županije, između ostaloga i Park šuma Golubinjak. U knjizi su dane osnovne informacije o Park šumi te opis flore, faune i vegetacije.

U knjizi *Lokve* (Bosnar Salihagić i dr., 2020) opisane su prirodne ljepote Općine Lokve. Uz opis flore i faune, dan je i povijesni prikaz Park šume Golubinjak te brojne druge zanimljivosti vezane za to područje.

Osnovne informacije o Park šumi Golubinjak prikazane su i u Prostornom planu uređenja Općine Lokve iz 2004. godine.

S druge strane, na temu digitalne kartografije postoji mnoštvo stručnih i znanstvenih radova.

U radu *Budućnost kartografije*, Frangeš i dr. (2002) naglašavaju da su najvažnije promjene u kartografiji vezane za razvoj računalne tehnologije i geografskih informacijskih sustava. Predviđa zastarijevanje analognih karata i uključivanje sve više ljudi (nestručnjaka) u izradu karata.

Frančula i Tutić (2003) u radu *Kartografija, GIS i Internet* opisuju početke web kartografije, objašnjavaju osnovne pojmove vezane za web kartografiju i navode prednosti i nedostatke web kartografije.

Župan i Frangeš (2004) u stručnom članku *Interaktivne karte na webu* također govore o počecima web kartografije. Navode prednosti i nedostatke web kartografije, a kao primjer uzimaju interaktivnu kartu Dubrovnika.

Tutić i Tanfara (2007) u radu *Interaktivni atlas svijeta – istraživanje i mogućnosti internetske kartografije* bave se problematikom izrade interaktivnog atlasa svijeta. Za izradu atlasa izabrali su MapServer, a posebno su se bavili problematikom odabira kartografske projekcije.

U radu *Evolucija web geoinformacijskih sustava* Vujaklija (2010) je opisao što je to webGIS tehnologija i koje su njezine prednosti i mane. Prikazane su različite webGIS arhitekture s kritičkim osvrtom na svaku od njih, funkcioniranje serverske i klijentske strane webGIS arhitekture, formati podataka koji se koriste, te su prikazani najveći predstavnici tadašnje web kartografije koji su tada činili veći dio web kartografskih aplikacija.

Župan i Vračar (2014) bavili su se izradom interaktivne karte Sveučilišta u Zagrebu u radu *Primjena tehnologije GIS-a za izradu interaktivne web karte Sveučilišta u Zagrebu*. U radu su opisali postupak izrade interaktivne karte u ArcGIS Online programu.

Javna uprava Kamenjak objavila je interaktivnu web kartu na svojoj stranici kako bi posjetiteljima olakšala dolazak i pružila im osnovne informacije o zaštićenom području. Na karti je, između ostaloga, moguće prikazati slojeve koji prikazuju geološku građu rta Kamenjak (JU Kamenjak, n.n.).

Brojne države svijeta imaju geomorfološke i geološke karte objavljene na svojim službenim stranicama.

Institut za geologiju i nuklearne znanosti iz Novoga Zelanda objavio je na svojoj web stranici interaktivnu geomorfološku kartu Južnoga otoka. Karta je izrađena u mjerilu 1:50.000 i generalizirana u mjerilu 1:100.000 te sadrži sažeta objašnjenja geomorfoloških obilježja Novoga Zelanda (GNS, 2011).

Australska agencija za geoznanosti na svojim web stranicama objavila je interaktivne geomorfološke i geološke karte. Geološka karta obuhvaća područje cijele Australije, dok geomorfološka karta obuhvaća obalno područje i morsko dno. Karte su napravljene s ciljem rješavanja izazova prilikom istraživanja greenfield područja i identificiranja novih mineralnih sirovina u provincijama u Australiji (Geoscience Australia, n.n.).

3. Kartografija i geomorfološke karte – pojmovi i definicije

Prema Hakeu (1994), kartografija je djelatnost koja se bavi prikupljanjem, preradom, pohranjivanjem i upotrebom prostornih informacija, te posebno njihovom vizualizacijom. Pri tome se prostornom informacijom smatra svaki navod, kojemu uz iskaz o tumačenju objekta pripada i položajna određenost u datom sustavu. Međunarodno kartografsko društvo (ICA) (2003) definira kartografiju kao umjetnost, znanost i tehnologiju izrade i korištenja karata, a kartu kao kodirani prikaz geografske stvarnosti koji prikazuje izabrane objekte i svojstva, a rezultat je autorove kreativnosti i odabira. Za suvremenu kartografiju izuzetno je bitan razvoj novih računalnih tehnologija koje su omogućile pohranu podataka u digitalnom obliku i razvoj geografskih informacijskih sustava čime se tiskana karta postupno zamjenjuje digitalnom. Primjenom digitalnih metoda u kartografiji dolazi do automatizacije procesa izrade karata, a daljinskim istraživanjima omogućeno je prikupljanje i interpretacija informacija o udaljenim objektima bez fizičkog dodira s njima.

3.1. Digitalna kartografija

Prema Lukić (2003), korištenje računalne tehnologije u kartografiji naziva se digitalnom kartografijom, a njeni počeci datiraju iz pedesetih godina 20. stoljeća. Jedna od definicija digitalne karte ističe da je to karta u vektorskom i/ili rasterskom formatu pohranjena na nosioce pogodne za računalnu obradu. Sadrži softver i sve atribute za prikaz na ekranu monitora ili crtanje ploterom, uključujući potpunu signaturizaciju, nazive i opis karte (Frančula, 2004). Korištenje računalne tehnologije u kartografiji dovelo je do promjena kao što su zamjena tiskane karte za digitalnu bazu podataka kao medij za pohranu geografskih informacija i kartografska vizualizacija na brojnim različitim medijima (Robinson, 1995). Primjenom računalne tehnologije ubrzava se i pojeftinjuje proces izrade karata, poboljšavaju se uvjeti rada i sama kvaliteta karata, te se omogućava rješavanje kompleksnih zadataka kao što je prenošenje sadržaja karte iz jedne kartografske projekcije u drugu (Frančula, 2002). Međutim, postoje i negativne strane digitalne kartografije. Jedna negativna strana je količina tehničkih umijeća kojima kartograf mora ovladati (računalno programiranje, baze podataka, digitalna obrada slika, daljinska istraživanja, GIS). Nadalje, kvaliteta samih karata bitno se smanjuje jer je izrada karata sada dostupna svakome tko ima pristup osobnom računalu (Lukić, 2003).

3.1.1. Web kartografija

Web kartografija je novija grana kartografije koja podrazumijeva proizvodnju, dizajn, prikaz i upotrebu karata na webu (Kraak, 2001). Razvoj interneta devedesetih godina 20. stoljeća uvelike je utjecao na kartografiju i promijenio je način proizvodnje, objavljivanja i upotrebe

karata. Mitchell (2005) je podijelio web karte na statičke i dinamičke. Statičke karte mogu biti skenirane analogne karte ili eksportirane karte iz GIS softvera i najlakše su za objavljivanje na internetu. Statičke karte se jednostavno stavljaju na web stranice u obliku slika i nema nikakvih ograničenja što se tiče njihovog dizajniranja zbog brojnih mogućnosti koje pružaju današnji GIS softveri. Međutim, web stranice ograničavaju opseg i grafičku rezoluciju karata prema mogućnostima računalnog zaslona. Statičke karte korisnik ne može modificirati i kartu je moguće gledati samo u mjerilu u kojem je izrađena. Dinamičke karte imaju interaktivne mogućnosti – korisnik može imati mogućnost zumiranja, pomicanja te uključivanja i isključivanja slojeva na karti, a primjer takve karte je Google Maps. Najveća prednost web karata je njihova dostupnost i aktualnost, što je, na primjer, bitno za meteorološke karte i autokarte.

3.2. Geomorfološko kartiranje

Geomorfološko kartiranje ima bitnu ulogu u razumijevanju procesa na Zemljinoj površini, geokronologije, prirodnih resursa, prirodnih rizika i evolucije krajolika (Bishop i dr., 2012). Ono uključuje podjelu terena na konceptualne prostorne jedinice temeljene na kriterijima koje uključuju morfologiju (oblik), genezu (proces), sastav i strukturu reljefa te prostorno-topološke odnose na površini Zemlje.

Do sredine 20. stoljeća opisi reljefnih oblika pretežito su postojali u obliku pisanih izvještaja. Zbog nedostatka točno definirane terminologije bilo je izuzetno teško razumjeti i usporediti geomorfologiju različitih dijelova svijeta. Fizičko-geografske karte, koje su često napravljene uz navedene pisane izvještaje, imale su velika ograničenja jer nisu bile napravljene sustavnim terenskim istraživanjima i izrađene su na temelju autorovih subjektivnih doživljaja (Radoane i Cristea, 2011). Ideja o razradi jedinstvene metodologije geomorfološkog kartiranja razvila se tek nakon Drugoga svjetskog rata. Na kongresu Međunarodne geografske unije (IGU) 1956. godine sastavljena je komisija za geomorfološko kartiranje i 1968. godine pripremljena je metodologija za detaljno geomorfološko kartiranje (Demek i dr., 1972). Usprkos svim naporima, predložena forma, sadržaj i kartografski simboli još uvijek nisu posve prihvaćeni te i dalje u različitim državama postoje razlike u metodologiji geomorfološkog kartiranja.

Razvoj geomorfološkog kartiranja u 20. stoljeću temeljio se na integraciji multidisciplinarnih informacija s terena, daljinskim istraživanjima i već dostupnim kartografskim prikazima (Bishop i dr., 2012). Regionalne geomorfološke karte i fizičko-geografske karte temeljile su se na interpretaciji fotografija i već dostupnih karata manjeg mjerila. Detaljne geomorfološke karte

bazirale su se na *in situ* mjerenjima, stoga detaljne geomorfološke karte krupnijeg mjerila za većinu područja nisu postojale (Baker, 1986).

Nova saznanja u daljinskim istraživanjima, razvoj geografskih informacijskih sustava, geoprostornih tehnologija i razvoj numeričkog modeliranja procesa na Zemljinoj površini revolucionirali su područje geomorfologije (Shroder i Bishop, 2003). Sve te nove tehnologije omogućuju nam da lakše i brže prikupimo mnoštvo informacija o Zemljinoj površini koje se mogu analizirati.

Postoje brojne definicije geomorfoloških karata prema različitim autorima. Prema Otto i dr. (2011), geomorfološke karte su vrlo složene tematske karte koje prikazuju geomorfološke oblike i procese koji se događaju na Zemljinoj površini. Marković (1983) daje detaljniju definiciju geomorfološke karte. On ističe da je geomorfološka karta grafički prikaz geomorfoloških odnosa na jednom dijelu Zemljine površine, koji je izrađen na topografskoj osnovi, sa utvrđenim znakovima, simbolima, šrafurama i bojama, a prikazuje vezu reljefa sa geološkom građom, oblike reljefa i njihovu genezu i evoluciju te njihove veličinske parametre. Da bi se pružile ovakve složene informacije, za izradu geomorfoloških karata koriste se različiti elementi kartografskog dizajna. Neizostavan dio geomorfološke karte je legenda s ključem geomorfoloških simbola. Različite države koriste različite geomorfološke ključeve, međutim, Međunarodna geografska unija (IGU) objavila je 1972. godine jedinstveni geomorfološki ključ (Unified Key). Prema IGU, naglasak je stavljen na morfogenezu koja se arealno prikazuje različitim bojama za svaki morfogenetski tip reljefa. Različiti reljefni oblici predstavljeni su sa 353 različita simbola. Endogeni procesi grupirani su u tri kategorije, dok su egzogeni procesi grupirani u 13 kategorija (Demek i dr., 1972). U Hrvatskoj je detaljno geomorfološko kartiranje započelo 1970-ih godina unutar projekta Detaljno geomorfološko kartiranje SFRJ, a nastavljeno je u Republici Hrvatskoj u okviru porijekta Geomorfološko kartiranja Republike Hrvatske. Gams i dr. (1985) napravili su jedinstvenu metodologiju za izradu geomorfoloških karata u mjerilima 1:500.000 i 1:100.000. Prema njihovoj metodologiji opća geomorfološka karta trebala bi sadržavati podatke o:

- geološkoj građi - prikazani točno određenim šrafurama za svaki stijenski tip,
- određenim elementima strukturnog sklopa – rasjedne i borane strukture, prikazane linijski crvenom i crnom bojom,
- podatke o morfogenetskom tipu reljefa - arealno prikazano različitim bojama za svaki pojedini tip reljefa,

- morfografske podatke – prikazani različitim signaturama i veličinama signatura; linijski, točkasto ili poligonski, ovisno o reljefnom obliku koji se prikazuje te u odgovarajućoj boji genetskog tipa reljefa,
- morfometrijske podatke – najčešće nagib reljefa, prikazan različitim nijansama boje genetskog tipa reljefa,
- morfokronološke podatke – relativna i apsolutna starost reljefnih oblika, ukoliko je poznato.

Osim toga, kao i na svakoj drugoj karti, neizostavno je mjerilo, naslov karte, oznaka sjevera, geodetska osnova i kartografska projekcija. Za geomorfološko kartiranje izuzetno je bitna i kartografska generalizacija – uopćavanje sadržaja karte prilagođeno mjerilu i/ili svrsi karte (Frančula, 2003). Nakon odabira kartografske projekcije i mjerila bitno je provesti kartografsku generalizaciju jer nije moguće prikazati sve informacije o određenom prostoru u određenom mjerilu.

4. Metodologija

Prije početka izrade same karte dan je pregled dosadašnje relevantne znanstvene i stručne literature koja se bavi Park šumom Golubinjak, digitalnom kartografijom i izradom interaktivnih karata. Nakon toga, iz stručne literature analizirani su pojmovi i definicije iz područja kartografije s naglaskom na web kartografiju i interaktivne karte.

Prije izrade same karte napravljena je sveukupna geomorfološka analiza istraživanog područja pomoću softvera QGIS 3.16. (Hannover) na temelju prikupljenih prostornih podataka. QGIS softver izabran je prvenstveno jer je to besplatan (*open source*) softver, jednostavan je za korištenje i nudi mogućnost instalacije brojnih korisnih ekstenzija (*plugin-ova*).

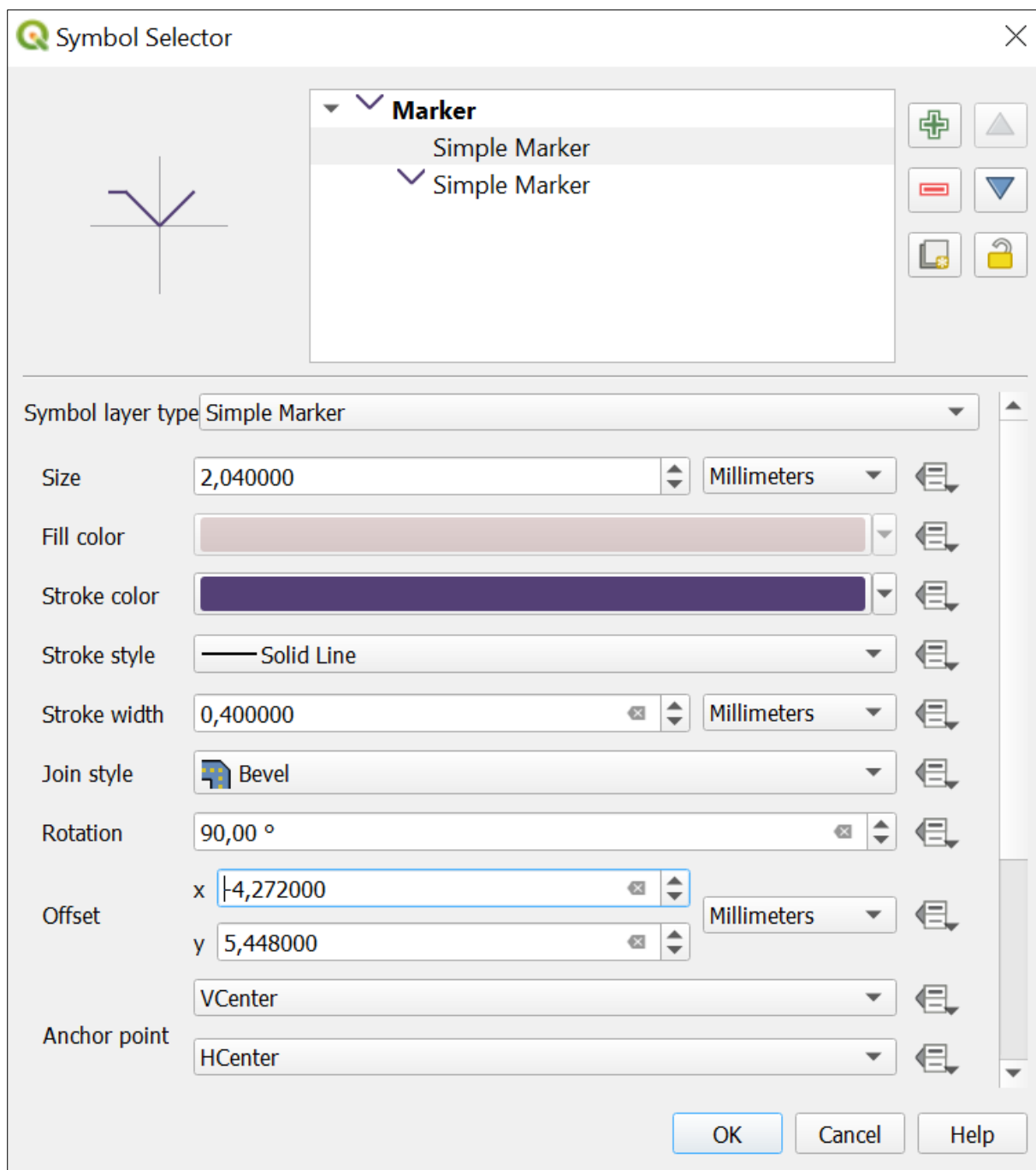
Za analizu morfometrijskih obilježja korišten je digitalni model reljefa (DEM) Američkog geološkog zavoda (USGS). DEM koji je korišten za analizu je SRTM 1 (*Shuttle Radar Topography Mission*) rezolucije 30x30 m.

Rasterski podaci dobiveni morfometrijskom analizom pretvoreni su u vektorske podatke. Potom su izvezeni u *.xlsx* formatu i analizirani u MS Excelu 2016. U Excelu su napravljeni i određeni grafički prikazi morfometrijskih podataka.

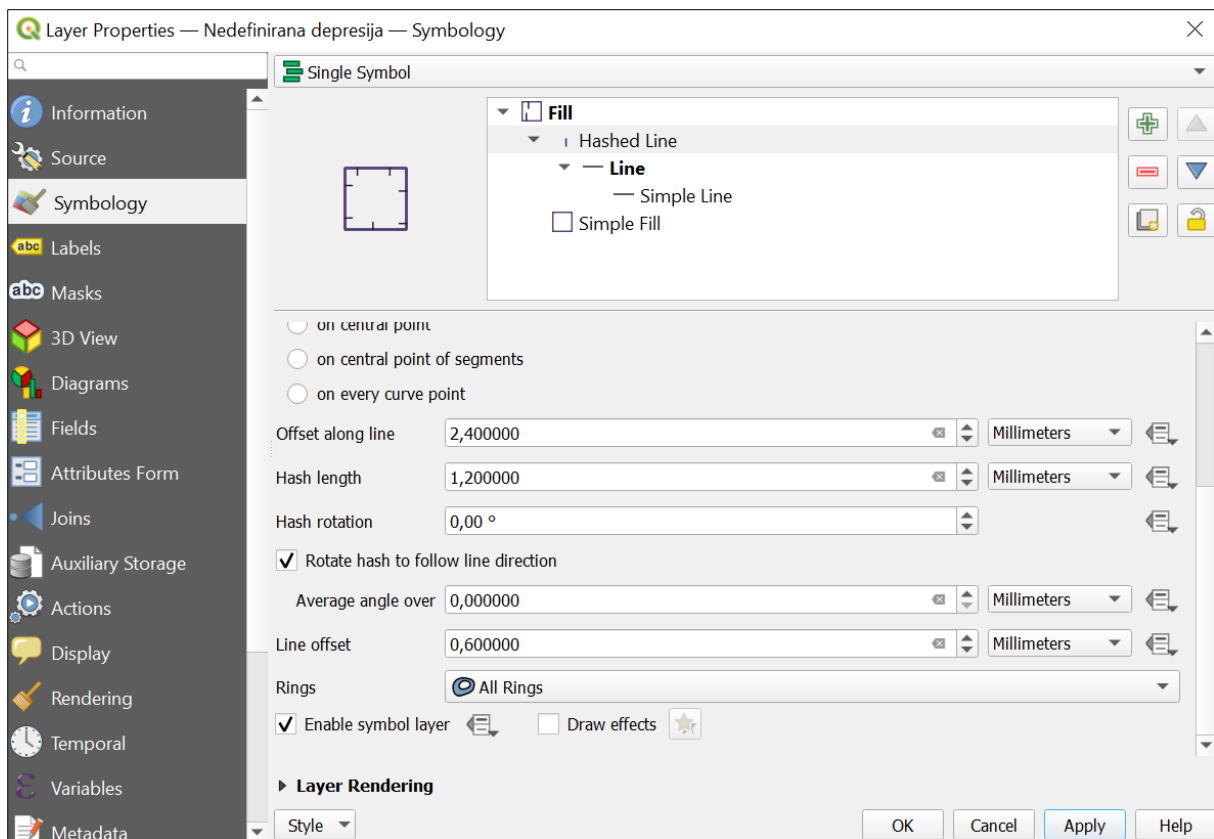
Sve gore navedeno predstavlja kabinetsku analizu, odnosno fazu pripremnih radova tijekom geomorfološkog kartiranja. Nakon kabinetske analize stručne literature i morfometrijskih podataka, napravljeno je terensko istraživanje podataka. Na području Park šume Golubinjak provedeno je geomorfološko kartiranje u trajanju od jednog dana. Za orijentaciju je korištena topografska karta, a geomorfološki oblici zabilježeni su putem mobilne aplikacije *GPS Map Camera* koja zapisuje geografske koordinate na fotografiju.

Nakon odrađenog terenskog rada analizirani su svi prikupljeni podaci. Pomoću ekstenzije *NumericalDigitize* u QGIS-u dobiven je smještaj svakog pronađenog geomorfološkog oblika na temelju geografskih koordinata zabilježenih na fotografijama. Interaktivna geomorfološka karta izrađena je na temelju morfometrijske, morfografske i morfogenetske analize te na temelju podataka prikupljenih tijekom terenskog istraživanja na području Park šume Golubinjak. Kao pomoć pri digitalizaciji ponikava i ostalih reljefnih oblika korišten je WMS TK25 Državne geodetske uprave. Za ucrtavanje geomorfoloških simbola korišteni su standardni znakovi i boje iz tumača za geomorfološko kartiranje.

Geomorfološki simboli izrađeni su u QGIS-u. Za svaku vrstu geomorfološkog oblika i procesa izrađen je poseban sloj u *shapefile* formatu i na temelju vrste geomorfološkog oblika određena je vrsta geometrije (točka, linija ili poligon). Za svaki sloj izrađen je geomorfološki simbol u opciji *Properties – Symbolology*, uglavnom kombinacijom više različitih simbola (Sl. 3. i Sl. 4.).



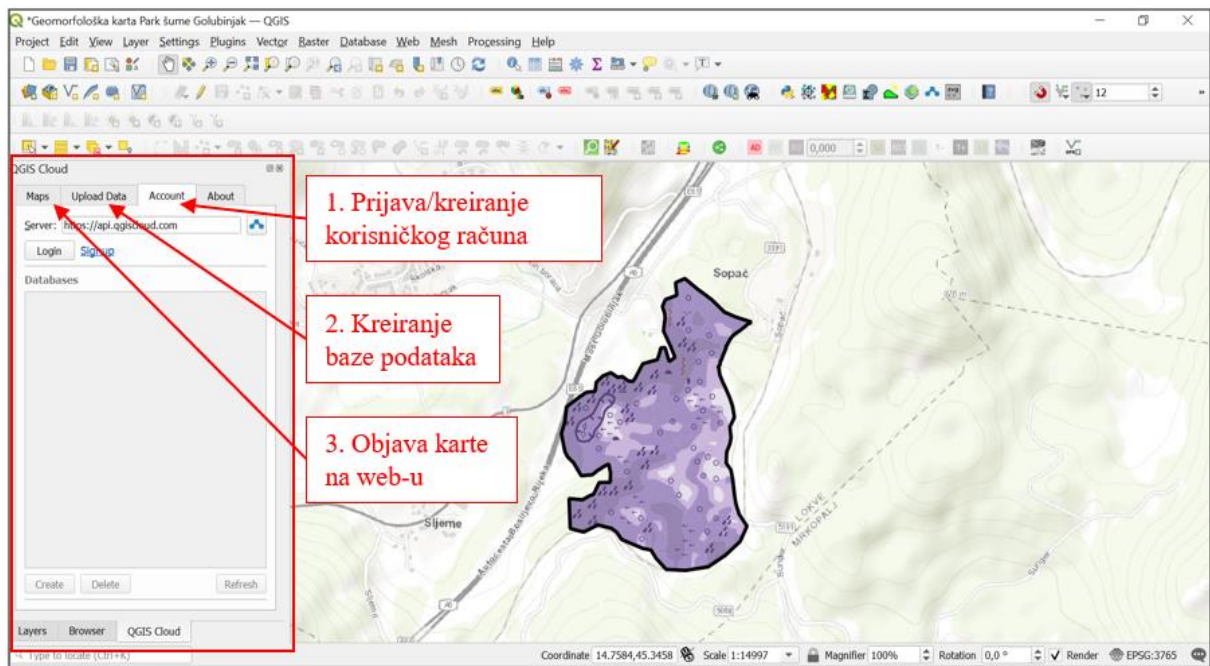
Slika 3. Izrada simbola za tanjuraste ponikve



Slika 4. Izrada simbola za nedefiniranu kršku depresiju

Na geomorfološkoj karti prikazan je morfogenetski tip reljefa koji je identificiran na istraživanom području, identificirani geomorfološki procesi te reljefni oblici, odnosno morfografski podaci. Morfometrijski podaci prikazani su arealno odgovarajućim kategorijama nagiba padina, nijansama boje kojima se prikazuje identificirani tip reljefa na istraživanom području. Kao podloga korišten je ESRI-jev World Topo, koji je izabran kao podloga zbog minimalističnosti podataka na podlozi čime dolaze do izražaja podaci prikazani na samoj geomorfološkoj karti.

Za prijenos gotovih prostornih podataka i izradu interaktivne geomorfološke karte korišten je QGISCloud. QGISCloud je web platforma koju je razvio švicarski Sourcpole AG. To je infrastruktura prostornih podataka koja omogućuje objavljivanje podataka i karata iz QGIS desktopa na webu. Karta se nakon objavljivanja može otvoriti u WMS obliku putem linka u internetskom pregledniku, a podaci se mogu i skinuti u obliku WFS-a. To su besplatne opcije koje QGISCloud nudi, a uz plaćanje moguće je mnogo više opcija, kao što je ograničenije pristupa kartama i podacima putem lozinke. Prije rada u QGISCloud-u potrebno je napraviti korisnički račun i instalirati QGISCloud plugin u QGIS desktopu (Sl. 5.).



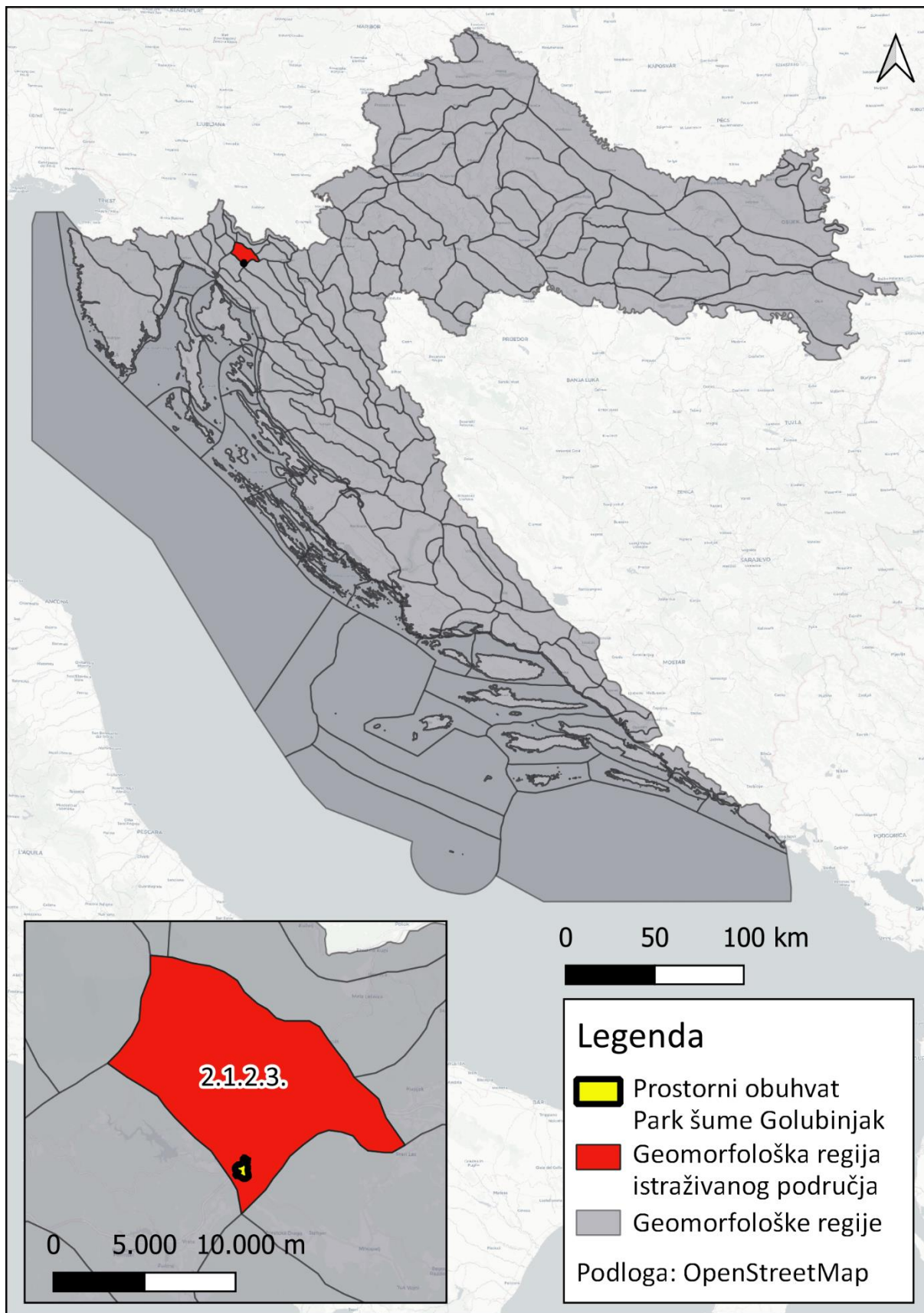
Slika 5. Postupak objavljanja web karte putem QGISCloud plugina u QGIS desktopu

5. Geomorfološka obilježja Park šume Golubinjak

5.1. Geomorfološki položaj

Prema Bognaru (1999), geomorfološki položaj nekog područja u Hrvatskoj predstavlja položaj tog područja u okviru geomorfološke regionalizacije Hrvatske. Bognar je izvršio geomorfološku regionalizaciju Hrvatske na temelju morfostrukturnih, morfogenetskih, orografskih i litoloških čimbenika, a kao dopunski element uzeo je hidrografsku mrežu. Prema tome, istraživano područje Park šume Golubinjak nalazi se u sljedećim geomorfološkim regijama (Sl.6):

- Megamakrogeomorfološka regija 2 – Dinarski gorski sustav (hrvatski dio),
- Makrogeomorfološka regija 2.1. – Gorska Hrvatska,
- Mezogeomorfološka regija 2.1.2. – Pokupski niz gorskih skupina i pobrđa s dolinom Kupe,
- Subgeomorfološka regija 2.1.2.3. – Delnička gorska skupina.

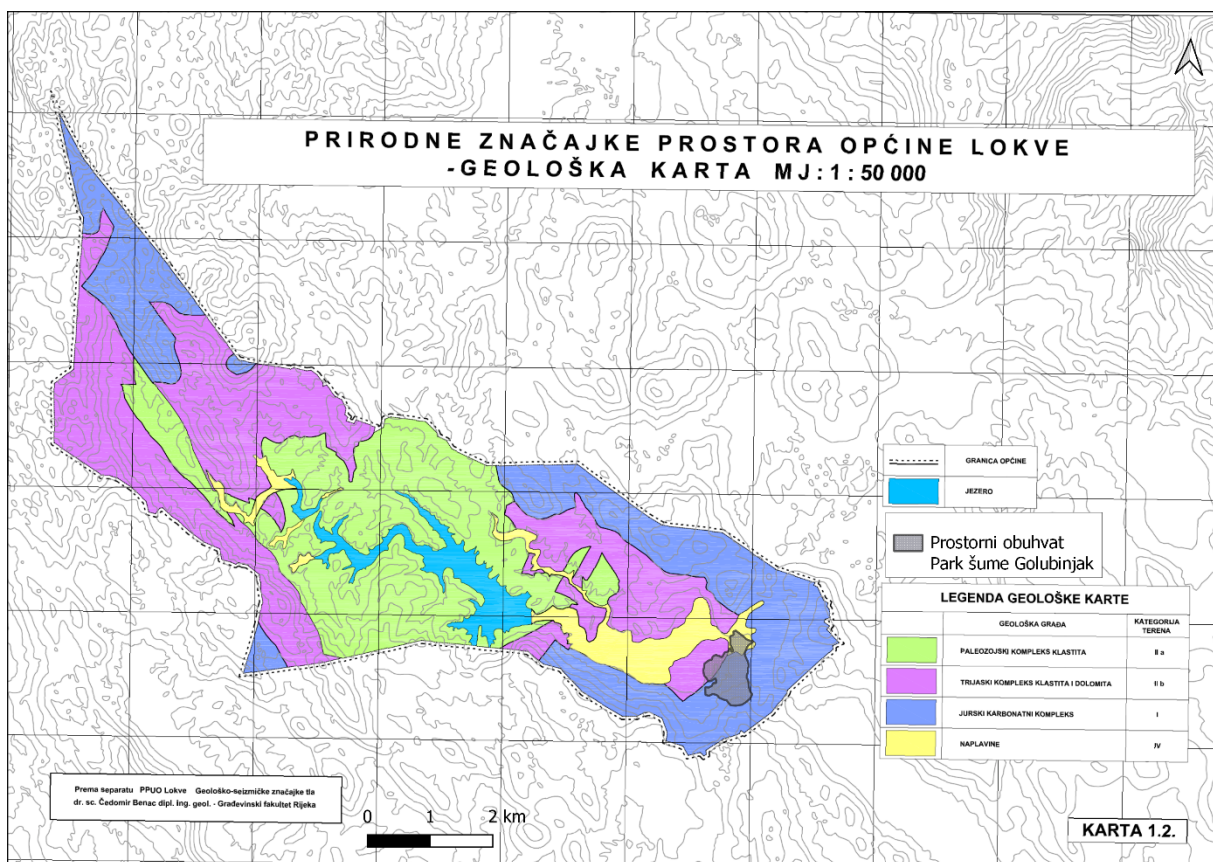


Slika 6. Položaj istraživanog područja u okviru geomorfološke regionalizacije Hrvatske
Izvor: Bognar, 2001.

5.2. Uvjeti oblikovanja reljefa

5.2.1. Geološka građa i tektonika

Razumijevanje litologije (geološke građe terena) i tektonike istraživanog područja izuzetno je bitno za razumijevanje uvjeta nastanka geomorfoloških oblika. Prostorni smještaj pojedinih reljefnih oblika i njihovi prostorni odnosi u pravilu su uvjetovani strukturnim sklopom terena, odnosno litološkim sastavom stijenske mase. Na geomorfološku kartu unose se samo oni podaci o geološkoj građi koji su bitni za razvoj reljefa. Za opis litoloških i tektonskih značajki istraživanog područja korištena je geološka karta Općine Lokve (Prostorni plan, 2004). Karta je georeferencirana u QGIS-u kako bi se na kartu moglo smjestiti istraživano područje Park šume Golubinjak.



Slika 7. Geološka građa terena
Izvor: Prostorni plan Općine Lokve, 2004.

U Općini Lokve izdvojene su četiri geološke cjeline:

- paleozojski kompleks klastita,
- trijaski kompleks klastita i dolomita,
- jurski karbonatni kompleks,
- naplavine.

Opis geološke građe dan je prema Prostornom planu uređenja Općine Lokve u kojemu je detaljno opisana geološka građa istraživanog područja (Prostorni plan uređenja Općine Lokve, 2004). U **paleozojski kompleks klastita** ubrajaju se naslage karbona (C_3) i perma ($P_{1,2}$). Karakterizira ih raznolik litološki sastav – konglomerati, pješčenjaci, siltiti i šejlovi. Imaju složen i relativno nepoznat strukturni sklop, a naglašena je litološka heterogenost i fizičko-mehanička anizotropnost stijenske mase. Matične stijene većinom su prekrivene korom fizičko-kemijske razgradnje, a mjestimično i naslagama koluvijalno-deluvijalnog tipa. Paleozojski klastiti imaju međuzrnski tip poroznosti i većinom su vodonepropusni te se samo plitka pripovršinska zona smatra slabo propusnom. Zbog toga razloga koeficijent otjecanja općenito je velik te se u razdobljima intenzivnijih padalina pojavljuje niz bujičnih tokova. Bujični tokovi i gore navedeni pokrov terena omogućuju veću eroziju površinskim spiranjem i jaruženjem. mjestimično višemetarske nakupine koluvijalno-deluvijalnih tvorevina, bitno utječu i na često nepovoljnu stabilnost terena i u prirodnim uvjetima. Zato kora raspadanja i pokrivač u geotehničkom smislu čine drugačiju sredinu u odnosu na naslage podloge.

Trijaski kompleks klastita i dolomita mješavina je klastično-karbonatnih naslaga u koju se ubrajaju naslage donjeg (T_1) i gornjeg trijasa (T_3^1 ; $T_3^{2,3}$) stoga dijelovi terena mogu biti slični klastičnim paleozojskim ili jurskim karbonatnim stijenama. Stijene ovoga kompleksa pripadaju grupi okamenjenih i dobro okamenjenih sedimentnih stijena, odnosno podgrupi cementiranih klastičnih stijena. Zbog udjela gline u sitnozrnatim članovima povećan je stupanj dezintegracije i dekompozicije stijenske mase, stoga se na matičnim stijenama ovog kompleksa nalazi kora fizičko-kemijske razgradnje i padinske tvorevine. U zonama dolomita kora raspadanja je tanja u odnosu na zonu klastita. Ovaj kompleks karakterizira međuzrnski do pukotinski tip poroznosti, a vodopropusnost je većinom srednja do slaba, veća je u pripovršinskoj zoni i u tektonski oštećenim zonama. Koeficijent otjecanja je promjenjiv te se u razdoblju intenzivnijih padalina samo ponegdje javlja površinsko tečenje koje uzrokuje mjestimično pojačanu eroziju.

U **jurski karbonatni kompleks** ubrajaju se naslage lijasa (J_1) i dogera (J_2) koje su građene od dolomita i vapnenaca, s različitim udjelom u stijenskoj masi. U ovoj stijenskoj masi postoji i litološka homogenost i heterogenost, kao i anizotropija i kvaziizotropija. Ovo je područje tipičnoga krškog reljefa i veliki dio površine je bez ikakvog pokrivača, pogotovo na dijelu na kojem prevladavaju vapnenci. Dolomiti su manje podložni korozivskom djelovanju površinske vode (okršavanju), ali se zato lakše mehanički raspadaju i tvore tanki pedološki sloj na osnovnoj stijeni. Najrašireniji tip pokrivača je crvenica, po sastavu pretežno glinovito-prašinasta, smeđecrvene boje, a na uzvišenjima i padinama sadrži odlomke iz stjenovite podloge. Na

uzvišenjima i padinama sloj crvenice je vrlo tanak, dok je u ponikvama moguća debljina i do više metara. Stijene ovog kompleksa imaju pukotinsko-kavernozni tip poroznosti. Zbog litološkog sastava i stupnja raspucalosti i okršenosti, velike su razlike u vodopropusnosti, no upojnost terena općenito je velika, a koeficijent otjecanja mali. To je područje krša koje odlikuje gotovo potpuna bezvodnost i nedostatak površinskih tokova te je stoga erozija općenito mala. Ova tri kompleksa čine osnovnu stijensku masu, dok **naplavine** pokrivaju relativno male površine. Građene su od aluvijalnih sedimenata debljine preko deset metara. Upojnost i vodopropusnost terena vrlo je promjenjiva, a razina podzemne vode je visoka. To su zaravnjeni dijelovi dolina, gušće naseljeni i intenzivnije obrađeni od okolnih područja.

Područje Gorskog kotara seizmički je aktivno. Najveća tektonska aktivnost u zoni je prosječne širine 30 km koja se proteže od Klane preko Rijeke i Vinodola, a obuhvaća i sjeveroistočni dio otoka Krka. Ispod te zone najveće je tonjenje i dubina Mohorovičićeva diskontinuiteta je preko 40 km. Područje Općine Lokve nalazi se sjeveroistočno od navedene tektonski aktivne zone, međutim, u blizini se nalaze dvije manje tektonski aktivne zone. Prva se pruža sjevernije, dolinom Kupe, dok se druga nalazi jugozapadno, na području Fužina. Zbog toga, južni dio Općine Lokve ima nešto izraženiji seizmički rizik.

5.2.2. Klimatska obilježja

Jedan od najvažnijih vanjskih čimbenika koji utječu na oblikovanje reljefa je klima (Summerfield, 1991).

Relativno malu površinu Gorskog kotara karakterizira raznolikost klimatskih obilježja. Za lokalne klimatske značajke ovoga prostora iznimno je bitan masiv Risnjaka (>1.500 m). Geografski položaj Lokvi na razdjelnici između primorskog i kontinentalnog utjecaja koji je modificiran utjecajem reljefa uvjetuje meteorološka i klimatska obilježja ovoga prostora. Najhladniji mjesec je siječanj, dok je najtopliji srpanj. Najviše oborina ima u studenome i prosincu, dok ih najmanje ima u srpnju i kolovozu. Područja Gorskog kotara koja su iznad 1.200 m nadmorske visine odlikuju se planinskom klimom, dok u nižim područjima prevladava kontinentalna klima (Strateški plan održivog razvoja Gorskog kotara, 2009).

U Općini Lokve meteorološka mjerenja izvršavaju se na meteorološkoj postaji Lokve-brana i na kišomjernim postajama Mrzla Vodica i Lokve-naselje.

U tablici u nastavku (Tab. 1.) prikazane su osnovne meteorološke značajke Općine Lokve izmjerene na postaji Lokve-brana (Prostorni plan Općine Lokve, 2004).

Tablica 1. Osnovne meteorološke značajke Općine Lokve

Srednja godišnja temperatura zraka	7,1°C
Najviša srednja mjesečna temperatura	16,3°C
Najniža srednja mjesečna temperatura	-1,9°C
Srednja godišnja maksimalna temperatura	11,4°C
Srednja godišnja minimalna temperatura	2,7°C
Srednja godišnja količina oborina	2.427 mm
Prosječni broj dana sa snježnim pokrivačem	94,6
Broj sunčanih sati godišnje	1.744
Srednji broj dana s maglom godišnje	93,1

Izvor: Prostorni plan Općine Lokve, 2004.

Prema gore navedenim podacima možemo zaključiti da Općina Lokve prema Köppenovoj klasifikaciji ima umjereno toplu kišnu klimu s toplim ljetom (Cfb), odnosno klimu bukve.

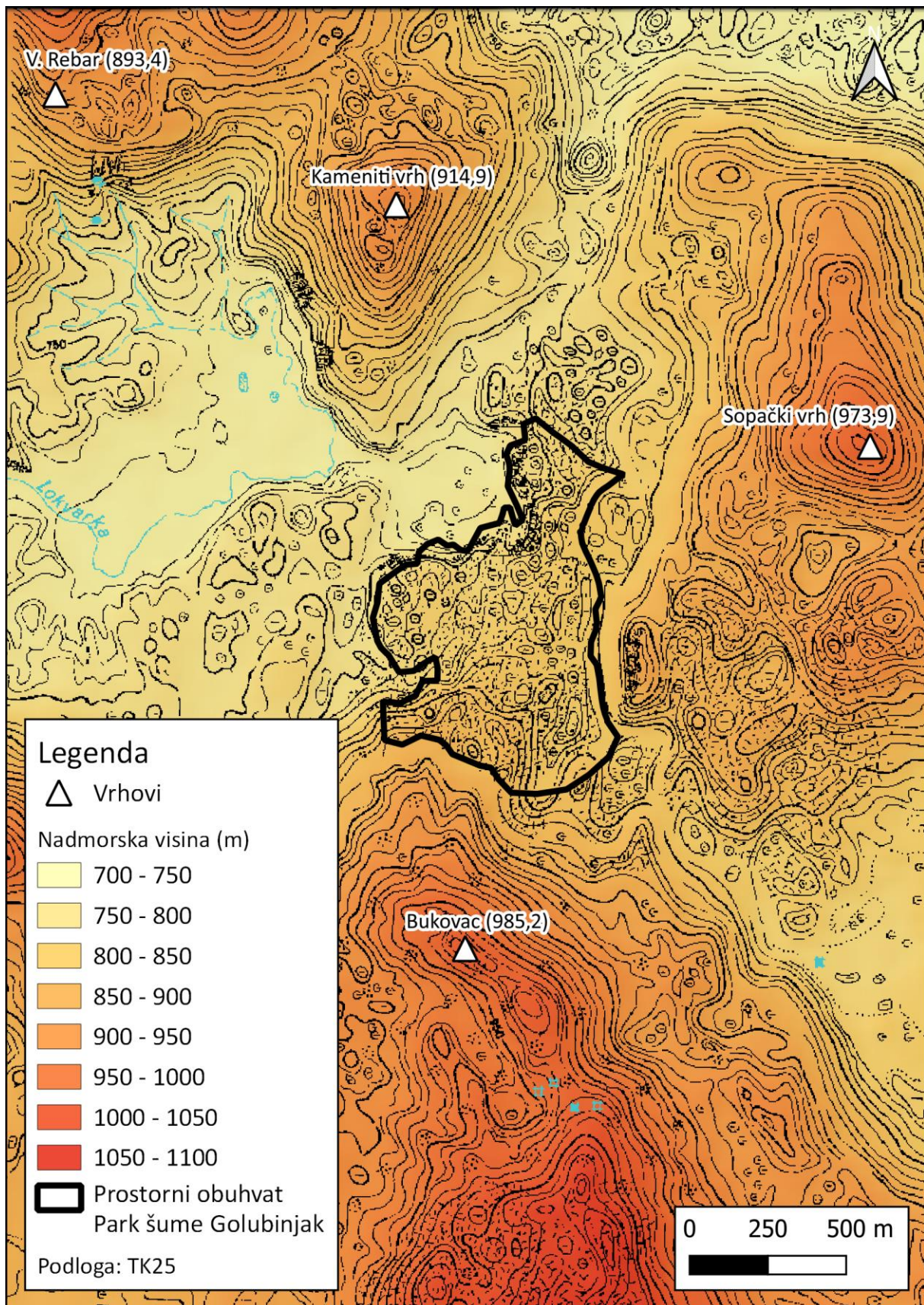
5.3. Morfološki položaj

Kao podloga za morfološku analizu korištene su orohidrografske i hipsometrijske karte. Istraživano područje Park šume Golubinjak prema orografskoj strukturi nalazi se u brdsko-planinskom području Gorskog kotara. Gorski kotar ističe se prosječnom nadmorskom visinom između 700 i 900 m, s nekoliko vrhova viših od 1.500 m (Risnjak, Bjelolasica). Viša planinska uzvišenja u Gorskom kotaru su risnjačko-snježnička i dragomaljska planinska skupina te skupina Velike Kapele s Bjelolasicom i Viševicom. Iako su dominantni viši planinski oblici, njihova suprotnost su udoline, polja i zavale koje ih odjeljuju, u kojima su stalna naseljena područja. U regiji Gorskog kotara izdvaja se nekoliko morfoloških cjelina – prva, koja je znatno strmija i pruža se prema Kvarneru, i druga, koja je znatno blaža i položenija prema pokupskom kršu - kanjonska dolina Čabranke i Kupe, risnjačko-snježnički gorski blok s malim poljima u kršu i otvorenim dolinama, središnji goranski koridor s visoravnima, poljima i dolinama koja su odijeljena uzvišenjima, dolina gornje Dobre i velikokapelski gorski blok.

Istraživano područje smješteno je u središnjem goranskom koridoru u Lokvarskom polju, u dolini rijeke Lokvarke koja se ulijeva u akumulacijsko Lokvarsko jezero i dio je Jadranskog sliva. Krško područje Gorskog kotara uvjetuje oskudno površinsko otjecanje i rijeke ponornice

sa svojim bujičnim pritokama. Osim rijeke Lokvarke u široj okolici istraživnog područja nalazi se i jedan manji vodotok - Križ potok koji se ulijeva u Lokvarku.

U okolici istraživnog područja postoji nekoliko vrhova viših od 900 m nadmorske visine (Sl. 8.). Na sjeverozapadu, iznad spilje Lokvarke, nalazi se Kameniti vrh na 914,9 m nadmorske visine. Malo jugoistočnije od njega, a sjeveroistočno od Park šume Golubinjak nalazi se Sopački vrh na 973,9 m nadmorske visine. Oko 2 km zapadno od istraživnog područja nalazi se jedan od viših vrhova – Majnarovo na 1.020 m nadmorske visine. Južno od Park šume Golubinjak nalazi se vrh Bukovac na 985,2 m nadmorske visine. Od ostalih reljefnih cjelina važno je istaknuti i Sungerski lug (jugoistočno od istraživnog područja) – cret koji se nalazi u planinskoj kotlini, a koji je također predloženo zaštićeno područje kao botanički spomenik prirode (Strateški plan održivog razvoja Gorskog kotara, 2009).



Slika 8. Orohidrografska karta istraživanog područja i okolice

5.4. Morfometrijska obilježja

Morfometrijske metode u geomorfologiji kvantitativno analiziraju reljef i definiraju veličinske parametre. Najčešće morfometrijske analize uključuju analizu hipsometrije, nagiba padina, ekspozicije padina i vertikalne raščlanjenosti reljefa, a njihovi rezultati su morfometrijske karte. U ovome radu analizirana je hipsometrija istraživanog područja i nagibi padina.

5.4.1. Hipsometrija

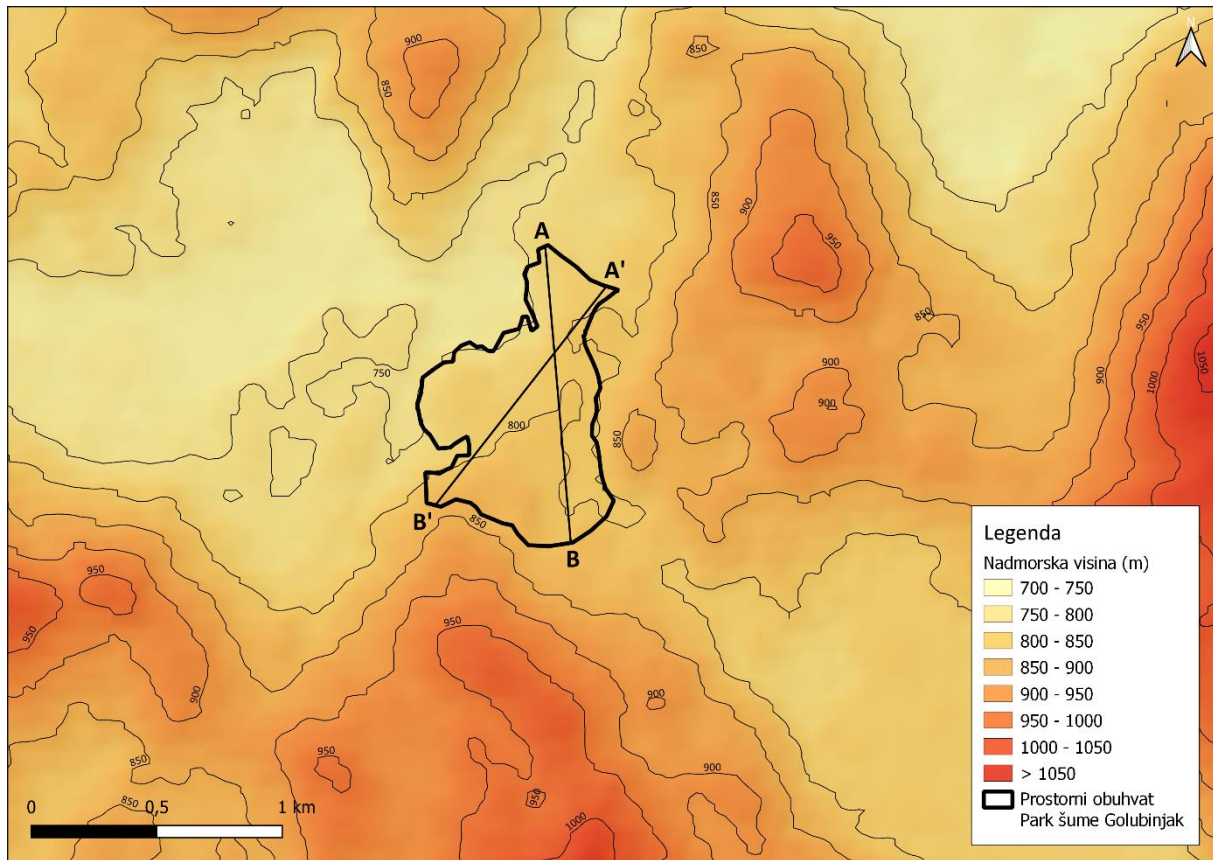
Prema Lozić (1996), hipsometrija je skup postupaka i metoda kojima se analiziraju visinska obilježja reljefa, a hipsometrijske značajke nekog prostora važan su pokazatelj reljefne strukture. U kombinaciji s ostalim morfometrijskim pokazateljima korisne su za uočavanje iskorištavanja prostora za razne potrebe.

Reljef se može razvrstati u sljedeće kategorije:

- 0-200 m – nizinski reljef
- 200-500 m – brežuljkasti reljef
- 500-1500 m – sredogorja
- > 1500 m – visokogorski reljef.

Hipsometrijska karta (Sl. 9.) obuhvaća područje šire od istraživanog zbog utjecaja okolnog područja na formiranje reljefa u prostornom obuhvatu istraživanog područja. Nadmorske visine

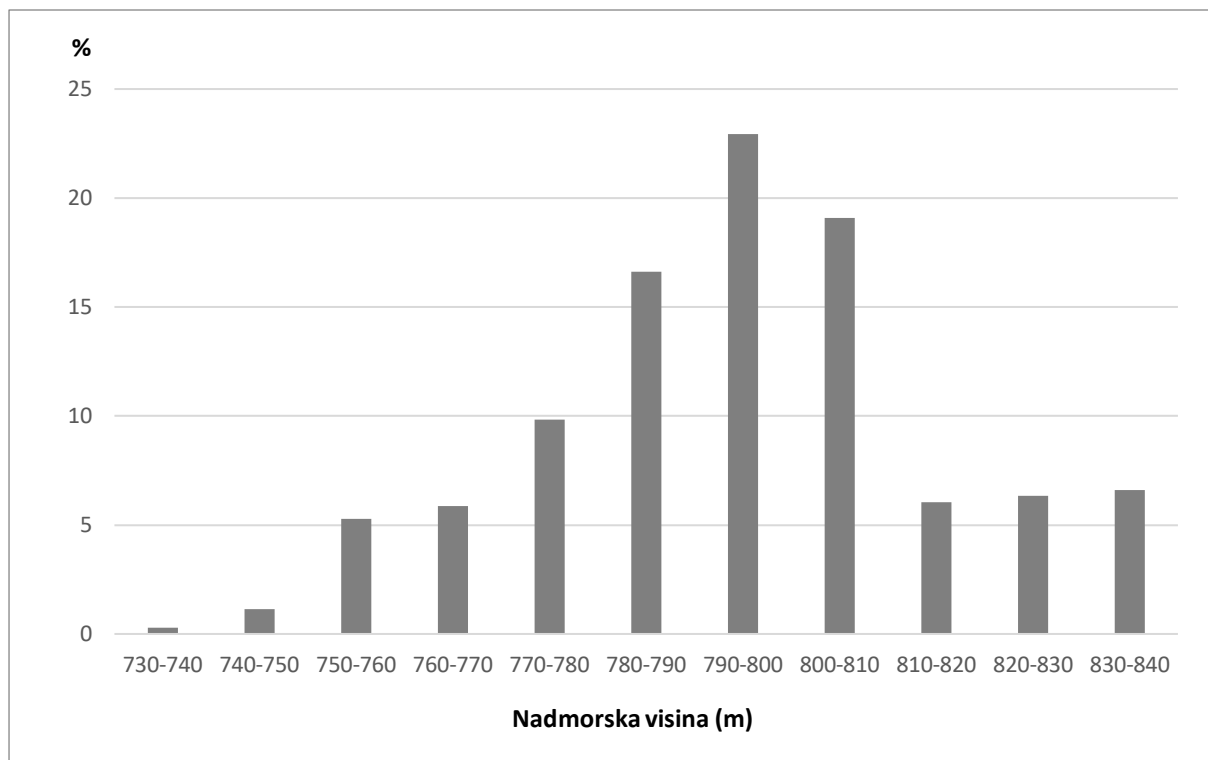
kreću se od 700 do 1100 m, a prevladavaju visine od 700 do 750 m. Prema ranije navedenoj kategorizaciji reljefa, cijelo šire područje može se svrstati u kategoriju sredogorja.



Slika 9. Hipsometrijska karta istraživanog područja i okolice

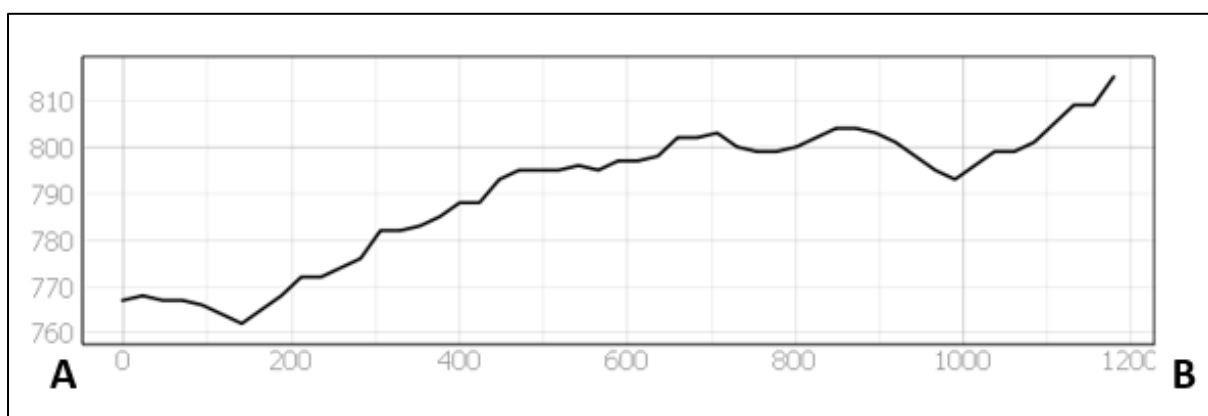
Izvor: SRTM 1, USGS

Najviša točka Park šume Golubinjak nalazi se na 840 m nadmorske visine, dok se najniža nalazi na 736 m nadmorske visine. Zbog poprilično male razlike između najviše i najniže točke, visine su razvrstane po razredima od 10 m (Sl. 11) . Najveće udjele imaju razredi od 790 do 800 m (23%), od 800 do 810 m (19%) i od 780 do 790 m (17%). Najmanji udio ima ujedno i razred sa najnižim nadmorskim visinama, a to je od 730 do 740 m (0,3%). Na hipsometrijskoj karti vidljivo je da nadmorska visina istraživanog područja raste od sjevera prema jugu. Zapadni dio Park šume zauzimaju razredi nižih nadmorskih visina. To je ujedno i dio šume koji je zapravo rubno područje Lokvarskog polja. Južni i jugozapadni dio Park šume odlikuju više nadmorske visine. One predstavljaju padine Bukovačkog vrha koji se nalazi južno od istraživanog područja.



Slika 10. Udio visinskih razreda u ukupnoj površini istraživanog područja

Na karakterističnom profilu A-B (Sl. 11.) vidljivo je kako se nadmorska visina istraživanog područja relativno ravnomjerno penje od sjeverozapada, gdje je najniža točka profila na 762 m nadmorske visine, do jugoistoka, gdje je najviša točka karakterističnog profila na 815 m nadmorske visine. Postoje dva veća skoka u nadmorskim visinama, jedan na početku profila i jedan na kraju. Nakon 170 m od početka profila, linija prolazi strmim odsjekom u kompaktnim stijenama, dok pred kraj, na oko 990 m linije prolazi područjem gdje se nalazi ponikva veće dubine. Ostali manji skokovi u nadmorskim visinama predstavljaju pružanje linije profila na područjima gdje su ponikve manjih dubina.

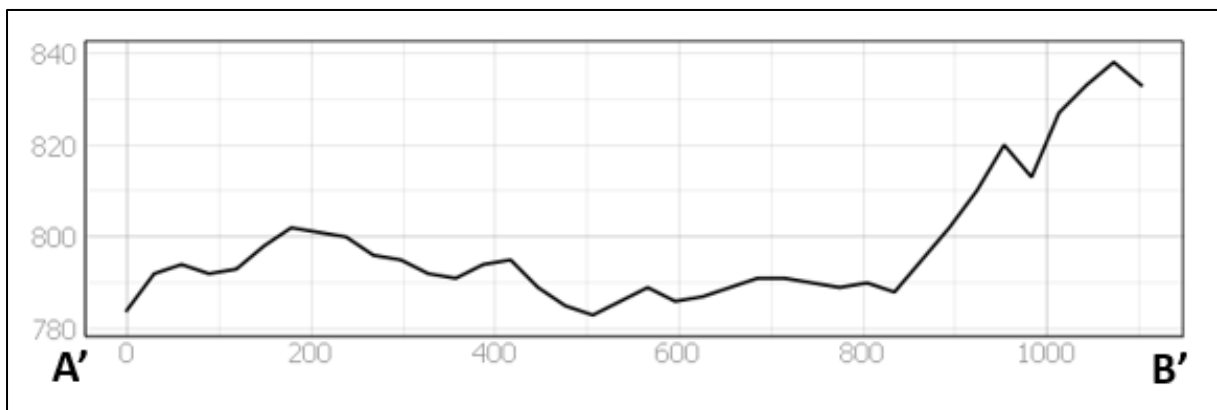


Slika 11. Karakteristični profil A-B

Karakteristični profil A'-B' (sl. 12.) nema tako razmjeran hod nadmorskih visina kao što ima karakteristični profil A-B. Profil se pruža od sjeveroistoka prema jugozapadu, a najsjevernija

točka smještena je na 784 m nadmorske visine. Međutim, najniža točka profila smještena je oko 500 m dalje od početke točke i nalazi se na 783 m nadmorske visine. Za ovaj profil karakteristični su blaži skokovi u nadmorskim visinama na početku profila, gdje se linija profila pruža padinama koje se spuštaju sa Sopačkog vrha, a skokovi su karakteristični za ponikve manjih dubina. Nakon 800 m od početke točke A', nadmorska visina naglo raste sa 790 m na 820 m nadmorske visine – ovdje se linija profila pruža ponikvom veće dubine. Zatim opet pada za otprilike desetak metara, gdje se pruža strmim odsjekom u kompaktnim stijenama te zatim raste do najviše točke profila koja se nalazi na 838 m nadmorske visine.

na



Slika 12. Karakteristični profil A'-B'

5.4.2. Nagib padina

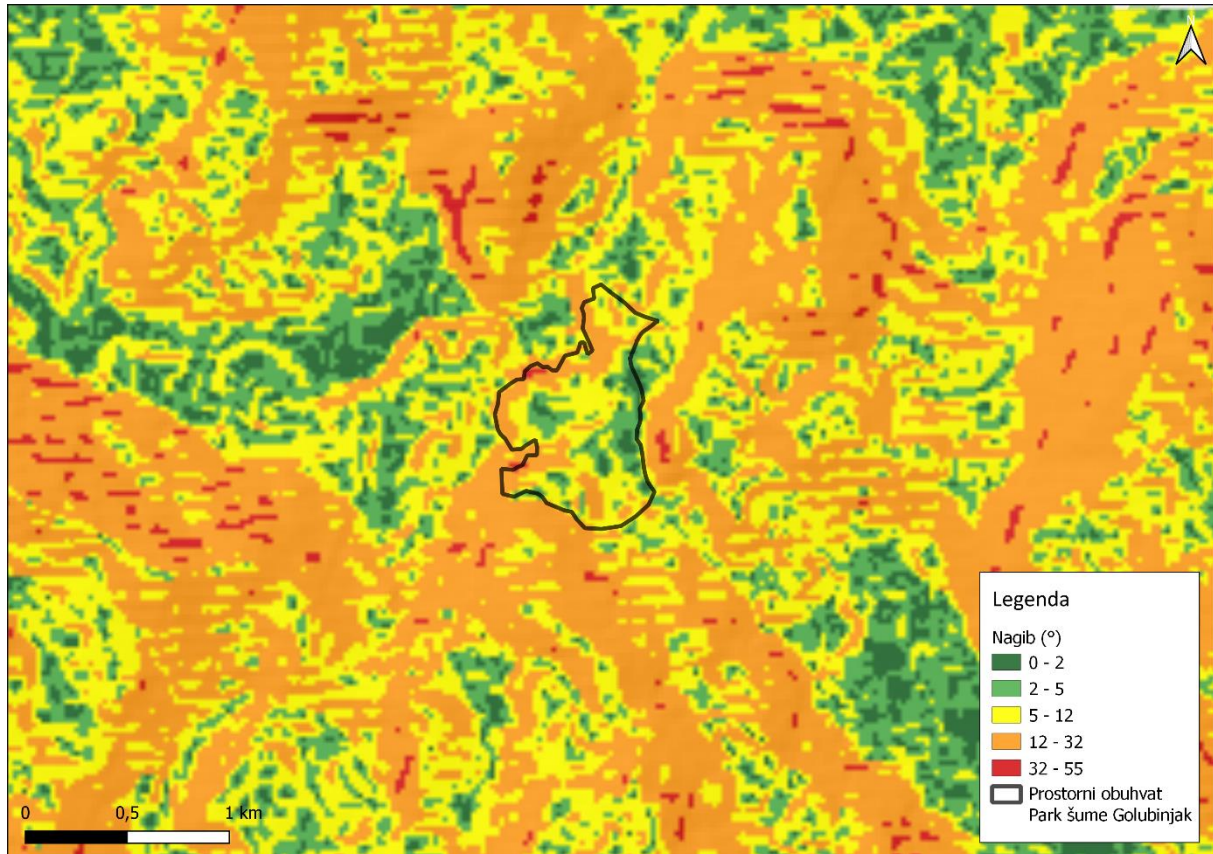
Određivanje nagiba padina bitan je element analize reljefa jer što dobiveni podaci mogu poslužiti za utvrđivanje intenziteta denudacije i akumulacije te su pokazatelj stabilnosti određenog terena. Nagib padina definiran je kutom koji zatvara površina terena s vodoravnom ravninom i predstavlja neposrednu posljednicu djelovanja egzogenih geomorfoloških procesa (Lozić, 1996).

Geomorfološka klasifikacija nagiba padina temeljena je na dominantnim morfološkim procesima koji se aktiviraju ovisno o vrijednosti inklinacije. Prema IGU (International Geographic Union), nagib se klasificira u šest razreda:

- 0-2°- ravnice; kretanje masa se ne opaža
- 2-5°- blago nagnuti tereni; blago spiranje
- 5-12°- nagnuti teren; pojačano spiranje i kretanje masa
- 12-32°- jako nagnut teren; snažna erozija, spiranje i izrazito kretanje masa
- 32-55°- vrlo strm teren; dominira destrukcija

- $>55^\circ$ - strmci, litice; urušavanje.

U široj okolici istraživanog područja najzastupljeniji su nagibi razreda od 12 do 32° , a najmanje od 32 do 55° stupnjeva. Nagibi padina veći od 55° nisu identificirani u istraživanom području i okolici (Sl. 13).

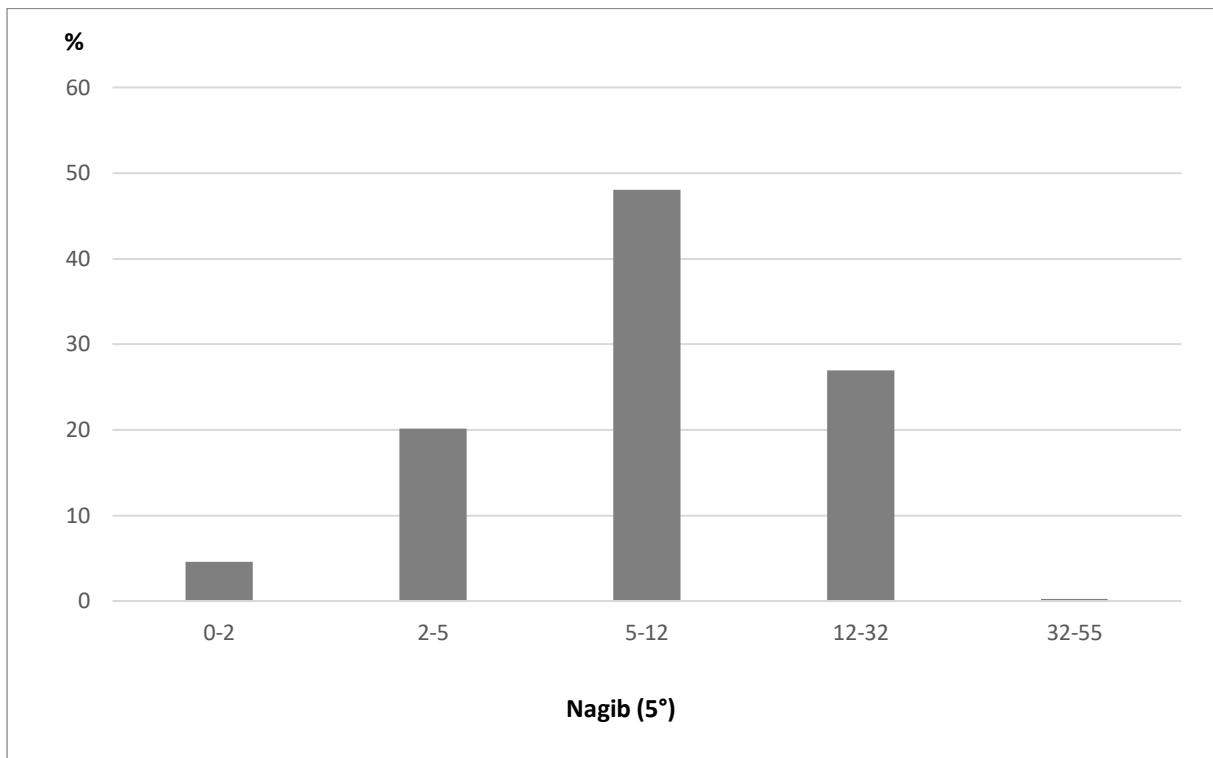


Slika 13. Karta nagiba padina istraživanog područja i okolice

Izvor: SRTM 1, USGS

Najveći udio površine (48%) zauzimaju područja nagiba $5-12^\circ$, koji su karakteristični za nagnute terene na kojima je pojačano spiranje i kretanje masa. Ovaj razred nagiba karakterističan je za područja na kojima se nalaze dublje ponikve, a najviše zauzima središnji dio istraživanog područja. Jako nagnuti teren za koji je karakteristična snažna erozija, spiranje i izrazito kretanje masa ($12-32^\circ$) zauzima 27% ukupne površine. Jako nagnuti teren na istraživanom području predstavlja područja strmih odsjeka u kompaktnim stijenkama te se nalazi pretežito dužinom zapadne granice istraživanog područja. Teren s blagim nagibom ($2-5^\circ$) na kojemu je karakteristično tek blago spiranje zauzima 20% ukupne površine, a karakterističan je za središnji istočni dio istraživanog područja gdje prevladavaju gušće raspoređene plitke ponikve. Područja nagiba $0-2^\circ$ koja su karakteristična za nizinske predjele zauzimaju 2% ukupne površine i predstavlja predjele izrazito plitkih i spojenih ponikvi.

Najmanji udio zauzima vrlo strmi teren gdje dominira destrukcija ($32-55^\circ$) sa samo 0,2% ukupne površine (sl. 14.).



Slika 14. Udio razreda nagiba padina u ukupnoj površini istraživanog područja

5.5. Morfogenetska obilježja

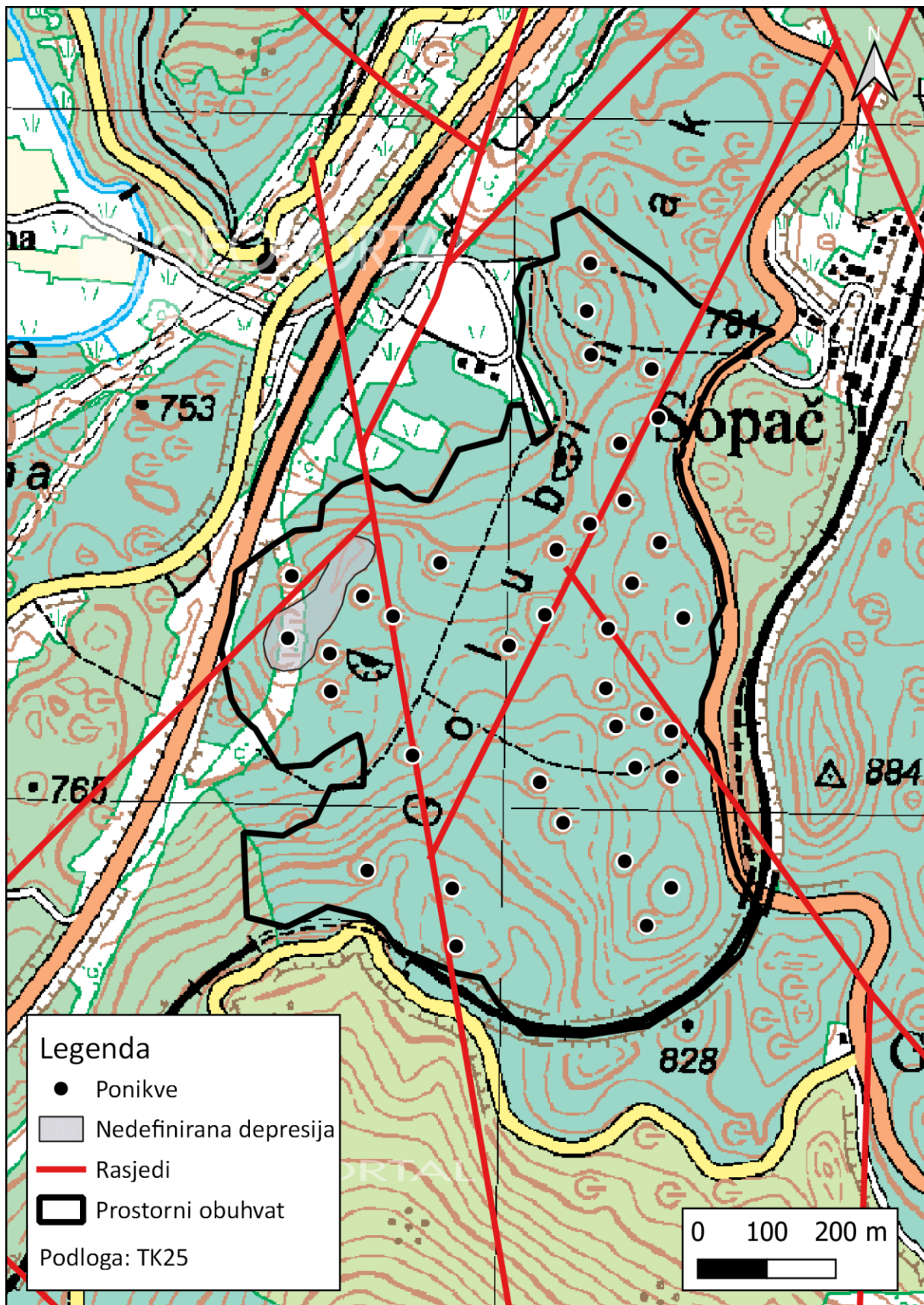
Morfogeneza je proces postanka reljefa koji nastaje međudjelovanjem unutarnjih i vanjskih čimbenika. Endogene sile i procesi stvaraju, a egzogene sile i procesi oblikuju reljef Zemlje (Summerfield, 1991).

5.5.1. Strukturno-geomorfološka obilježja

U teoriji, egzogeni procesi, neometani suprotnim (endogenim) silama, postupno bi smanjivali reljef do poprilično bezizražajne površine, s malo različitih geomorfoloških značajki i manjim topografskim nepravilnostima koje bi prekidale njezinu istovjetnost. Endogene sile su sastavni dio svega što uočavamo na Zemljinoj površini, a vulkanska aktivnost i tektonika su primjer kako energija i sila mogu utjecati na reljefne oblike i procese.

Prema Huggettu (2007), strukturna geomorfologija je grana geomorfologije koja proučava uzajamno djelovanje između tektonskih pokreta i geomorfoloških procesa i njihov utjecaj na oblikovanje reljefa u tektonski aktivnim područjima Zemljine kore.

Na istraživanom području pruža se nekoliko rasjeda koji su digitalizirani na osnovi Osnovne geološke karte 1:100.000 (Sl. 15.). Ako promatramo rasjed koji se pruža SI-JZ i dijeli istraživano područje na pola, možemo uočiti geomorfološke indikatore aktivne tektonike. Uz ovaj rasjed postoji pravilan linearni raspored ponikava koje se pružaju gotovo cijelom dužinom rasjeda. Završetak ovoga rasjeda spaja se na rasjed koji ima dinarski pravac pružaja (SZ-JI) uz koji su također linearno raspoređene ponikve. S južne strane na njega se nastavlja rasjed SI-JZ pružanja čiji su glavni indikatori aktivne tektonike nedefinirana krška depresija koja se pruža ovim rasjedom i ponikve. Taj rasjed i manji rasjedi sjeverno od istraživanog područja pružaju se paralelno sa strmim stijenskim odsjecima koji čine granicu šireg područja Golubinjaka i također su geomorfološki indikatori aktivne tektonike. Oni odjeljuju istočni, viši dio, i zapadni, niži dio, između kojih se nalazi strmi teren.



Slika 15. Rasjedi na istraživanom području

5.5.2. Egzogeni geomorfologija

Od egzogenih procesa i oblika, na istraživanom području zastupljen je krški morfogenetski tip reljefa. Važan utjecaj na razvoj reljefa imaju i padinski procesi.

Krški reljef oblikovan je u topivim stijenama - evaporitima, karbonatima i određenim silikatnim stijenama te zauzima oko 20% Zemljine površine (Frumkin, 2013).

Krška denudacija uključuje sve denudacijske procese koji dovode do snižavanja razine krškog terena. Na intenzitet denudacije utječu tektonika i topivost stijena – topive stijene brže se otapaju, a manje topive zaostaju zbog čega teren nije ujednačen. Kako na površini, tako se istovremeno krška denudacija odvija i u podzemlju. Svi gore navedeni procesi dovode do nastanka brojnih krških geomorfoloških oblika, kako na površini, tako i u podzemlju.

Livada koja se nalazi na samom ulazu u Park šumu Golubinjak smještena je na jugoistočnom dijelu zavale Lokvarskog polja, nastalog djelovanjem rijeke Lokvarke, koje je prikazano na slici u nastavku (Sl.16.).



Slika 16. Manji dio Lokvarskog polja

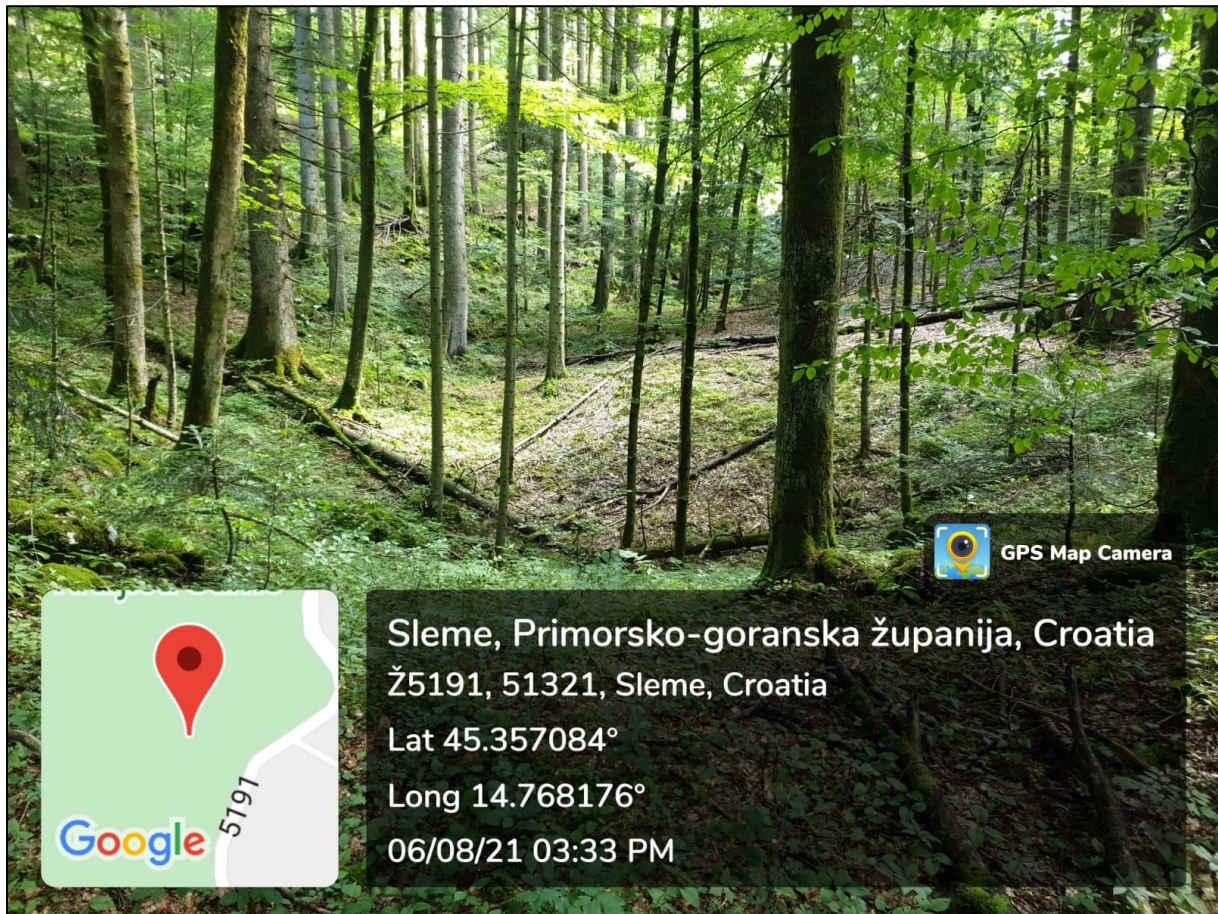
Krška polja su veće zatvorene krške depresije zaravnjenog dna (Ford i Williams, 2007). Lokvarsko polje, u kojemu se nalazi i samo naselje Lokve, proteže se sve do ruba Park šume Golubinjak. Na geološkoj karti (Sl. 7.) vidljivo je da ovo područje prekrivaju aluvijalni

kvartarni nanosi koje je akumulirala rijeka Lokvarka. Danas ponire između zadnjih kuća koje se nalaze u Lokvama u i Park šume Golubinjak, u ponor Pinora. To je ujedno i najveći ponor rijeke Lokvarke. Na poučnoj ploči koja se nalazi u blizini ponora istaknuto je da je dosad istraženo 500 m dubine ponora, a na oko 40-50 m ponora nalazi se sifon pun vode koji predstavlja prepreku za daljnje istraživanje ponora (Sl. 17.)



Slika 17. Ponor Pinora

Najbrojniji krški oblik na istraživanom području su ponikve (Sl. 18.).

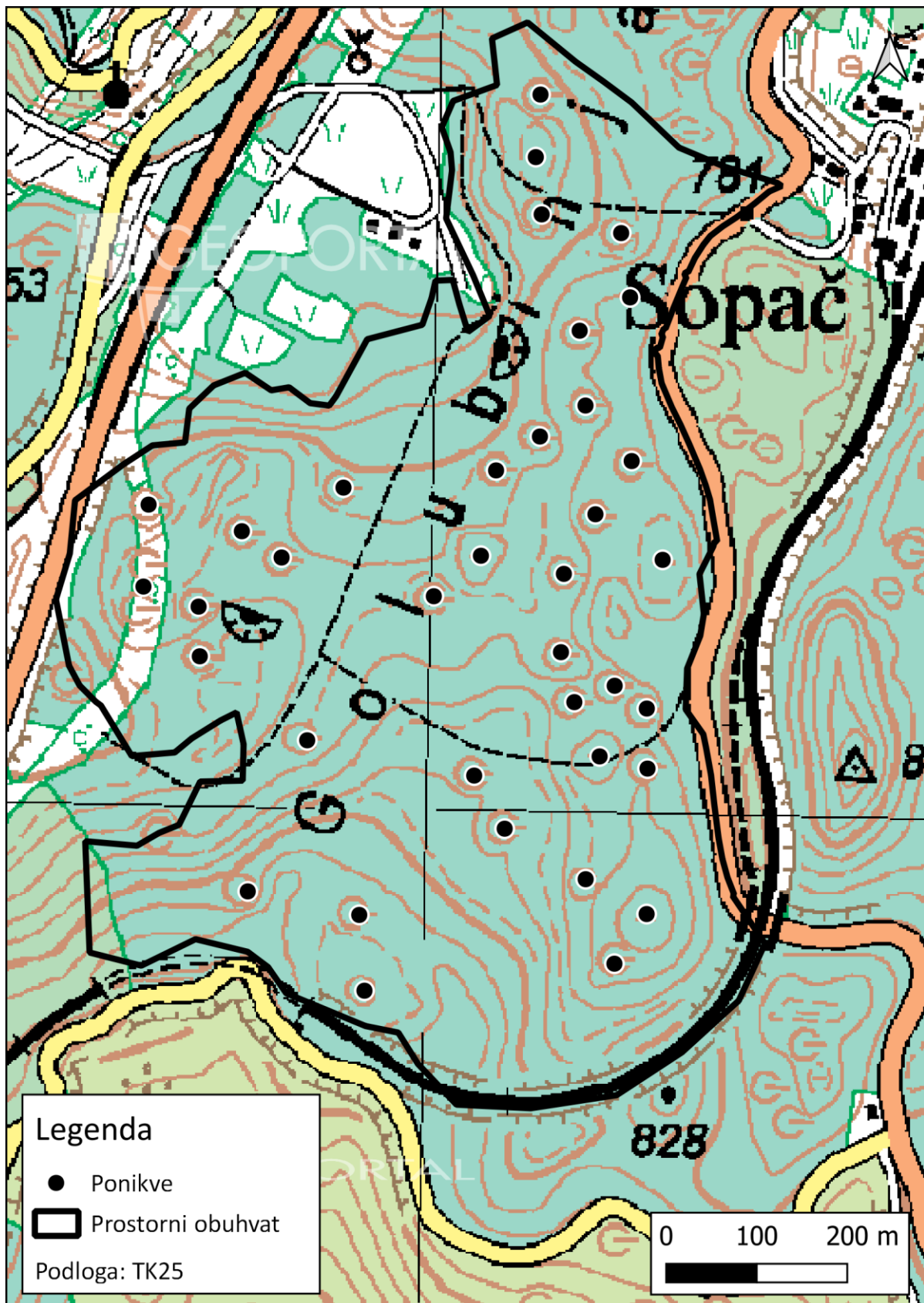


Slika 18. Jedna od brojnih ponikava u Park šumi Golubinjak

Ponikve se smatraju dijagnostičkim oblicima krša te spadaju među najznačajnije krške oblike (Marković i dr., 2016). Ponikve su zatvorene udubine u kršu, najčešće cirkularnog ili subcirkularnog tlocrta, a njihov promjer može varirati od nekoliko metara do jednoga kilometra (Ford i Williams, 2007). Padine ponikava mogu varirati od padina blagih nagiba do strmih padina te mogu biti duboke od nekoliko metara do nekoliko stotina metara. O postanku ponikava pisali su mnogi autori različite teorije. Ford i Williams (2007) ističu da postoje tri glavna procesa koja formiraju ponikve – korozija, sufozija i urušavanje. Međutim, Williams

(2004) navodi i četvrti proces – regionalno usijedanje. Ponikve se prema vertikalnom presjeku dijele na tanjuraste, ljevkaste, zdjelaste i cilindrične.

Na području Park šume Golubinjak identificirane su sveukupno 38 ponikava. Njihova najveća gustoća je središnjem istočnom dijelu gdje je sveukupno 6 na području od 0,005 km². Najmanja gustoća ponikava je u južnom dijelu istraživanog područja (Sl. 19.).



Slika 19. Prostorni raspored ponikava na području Park šume Golubinjak

Prilikom terenskog utvrđeno je da su ponikve na području Park šume Golubinjak prema genetskom tipu uglavnom korozijske ponikve koje su nastale procjeđivanjem vode, no uočeno

je i nekoliko urušnih ponikava. Prema vertikalnom presjeku, na istraživanom području prevladavaju ponikve ljevkastog oblika čije je dno najčešće prekriveno gustom vegetacijom. Osim ljevkastih ponikava, uočene su i duboke bunaraste ponikve čija je dubina približno jednaka njihovoj promjeru te čije dno prekriva urušni materijal sastavljen od kršja i blokova. S obzirom na složenost, u istraživanom području prevladavaju jednostavne ponikve, no identificirano je i nekoliko složenih ponikava koje se sastoje od dvije ponikve.

Na području Park šume Golubinjak nalazi se nekoliko manjih kukova (Sl. 20.).

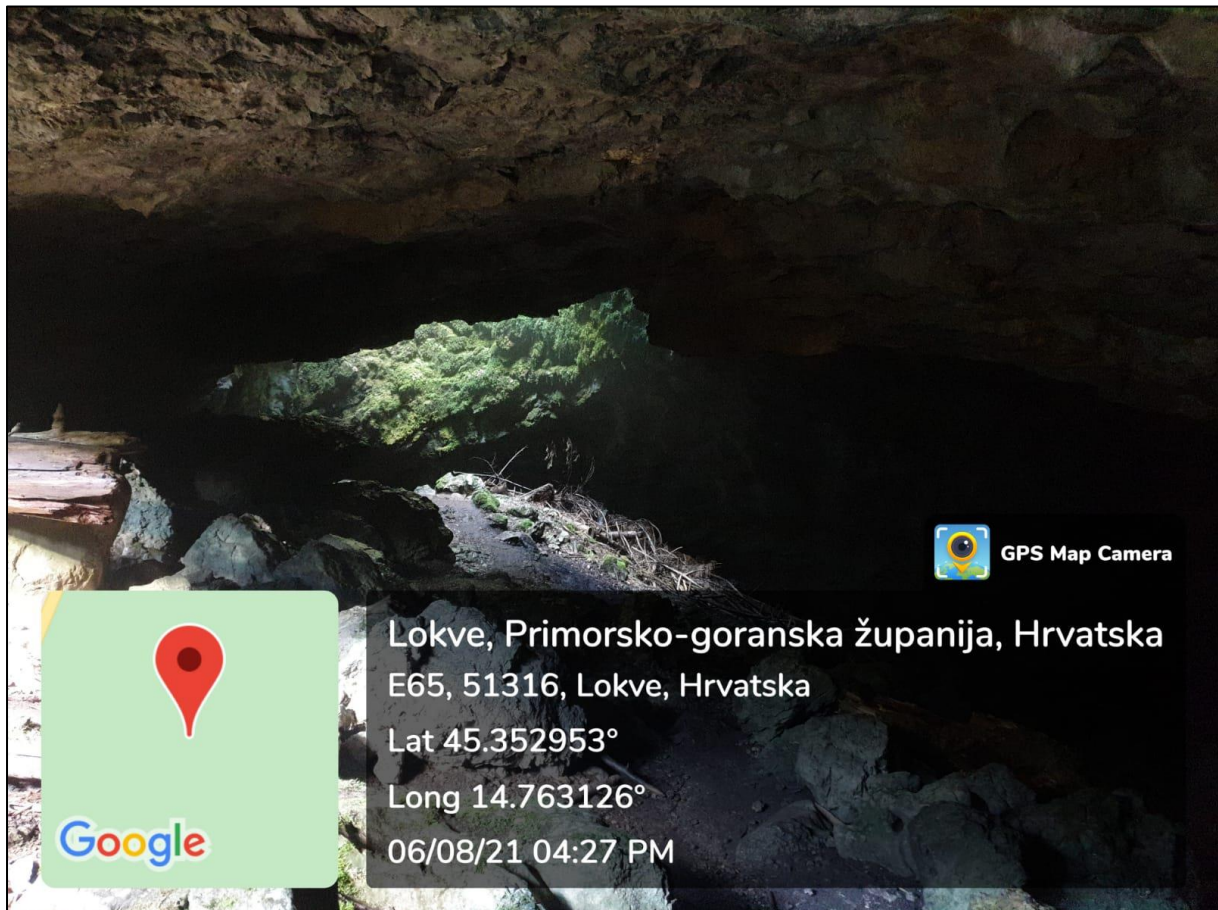


Slika 20. Primjer kuka u Park šumi Golubinjak

Kukovi ili mogote su istaknuti monoliti sastavljeni od relativno kompaktnijih i otpornijih stijena koji strše u kršu (Ford i Williams, 2007). Takvi reljefni oblici posljedica su diferencijalnog trošenja – korozija otapa lako topljive stijene, dok stijene koje su otpornije na otapanje ostaju stršati. Područje Park šume Golubinjak građeno je pretežito od jurskih vapnenaca i jurskih

dolomita te možemo zaključiti da su kukovi na ovome području nastali otapanjem vapnenaca, koji su lakše topive stijene, dok su dolomiti kao otpornije stijene ostali u obliku kukova.

Park šuma Golubinjak, za jedno relativno malo područje, obiluje podzemnim krškim oblicima. Na području Park šume nalaze se Golubinja poluspilja, Ledena spilja (Sl. 21.) i brojne potkapine. Pretpostavka je da su svi speleološki objekti koji su identificirani u istraživanome području nastali djelovanjem rijeke Lokvarke.



Slika 21. Ledena spilja

Ledena spilja nalazi se uz turističku stazu koja se naziva Staza spilja. Spilja nema radno vrijeme, a do ulaza u spilju spušta se strmom padinom. S obzirom na njezine značajke i položaj može se pretpostaviti da je spilja nastala djelovanjem rijeke Lokvarke, odnosno da je nekada spilja imala funkciju ponora rijeke Lokvarke. Uslijed krške denudacije i tektonskih pomaka, Lokvarka je promijenila mjesto svojega poniranja i ostala je Ledena spilja. Spilja ima dvije dvorane koje su međusobno spojene hodnikom. U svodu spilje nalazi se veliki otvor kroz koji su nekada slastičari ljeti ubacivali snijeg kako bi ljeti imali dovoljno leda za pravljenje sladoleda. Ime je dobila upravo po snijegu i ledu koji se ljetnim mjesecima znao zadržati u spilji (tz-lokve.hr).

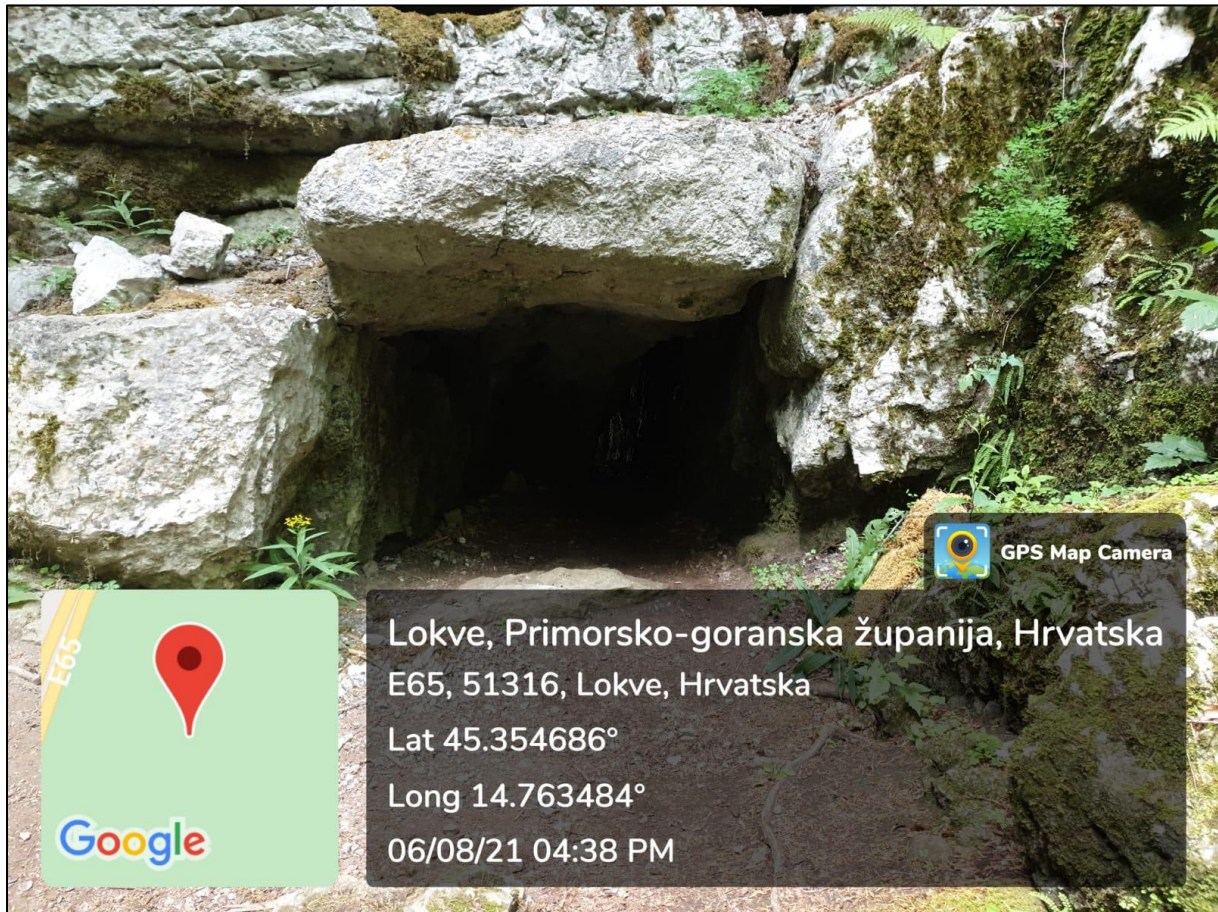
Golubinja poluspilja (Sl. 22.) ime je dobila po golubovima koji su se nekada u njoj gnijezdili (tz-lokve.hr). Prema količini materijala na tlu može se zaključiti da je poluspilja nekada bila spilja, sve dok nije došlo do urušavanja svoda. Ulaz je širok 60 metara i visok 20 m, a duga je 15 m.

c



Slika 22. Izlaz iz Golubinje poluspilje

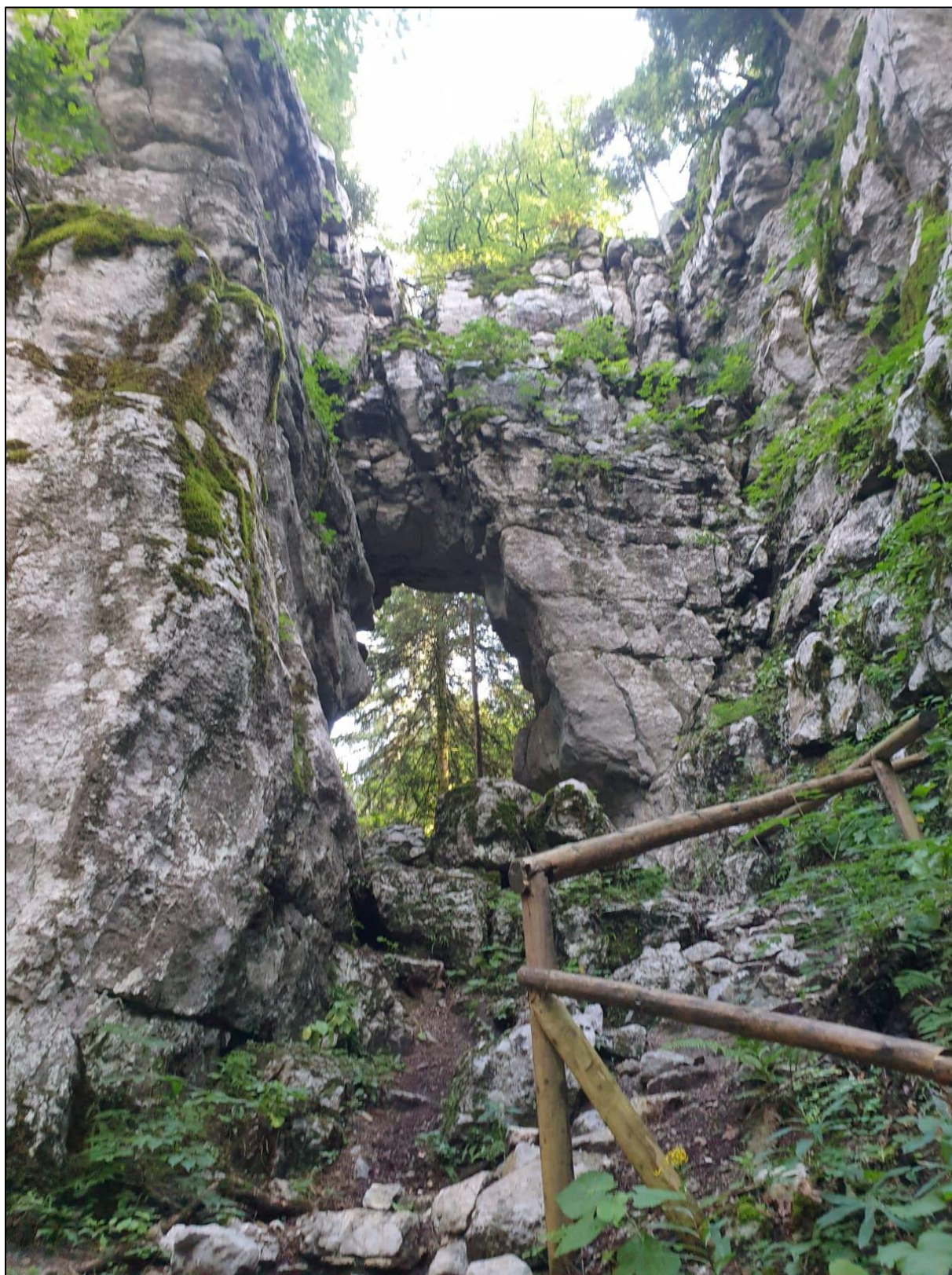
Osim ovih dvaju spilja, na istraživanom području identificirane su i potkapine (Sl. 23.). To su kratke spilje kojima vidimo kraj, a obično su dužine do 50 m.



Slika 23. Primjer potkapine u Park šumi Golubinjak

Zanimljiv geomorfološki oblik koji je uočen tijekom terenskog istraživanja je prirodni most koji se zove Paklena vrata (Sl. 24.). Paklena vrata su „vrata“ u stijeni, širine 4 metra, debljine zidova 5 metara i visine 8 metara. Postoji mogućnost da je nekada postojala spilja na mjestu gdje je sada ostao samo prirodni most. Došlo je do urušavanja spiljskog svoda i denudacijskog snižavanja površine, a prirodni most predstavlja preostali dio koji se nije urušio. Podno vrata,

na tlu je vidljiv urušni materijal, prema tome, možemo zaključiti da su Paklena vrata posljedica urušavanja.



Slika 24. Paklena vrata

6. Interaktivna karta Park šume Golubinjak

Sintezom podataka dobivenih analizom morfografskih, morfometrijskih, morfogenetskih i geoloških podataka te podataka prikupljenih terenskim istraživanjem izrađena je geomorfološka parka Park šume Golubinjak (Sl. 25.).

Na geomorfološkoj karti arealno je ljubičastom bojom prikazan identificirani genetski tip reljefa – krški reljef. Različitim nijansama ljubičaste boje prikazani su nagibi padina u istraživanome području. Tamnijom ljubičastom bojom prikazani su geomorfološki oblici identificirani u Park šumi. Geomorfološki oblik koji se najčešće pojavljuje su ponikve.

Ponikve su uglavnom raznih oblika, dubine veće ili manje od pet metara. Jedna ponikva, koja je terenskim istraživanjem identificirana kao ljevkašta ponikva, smještena je na krajnjem sjeveru istraživanoga područja. Analizom topografske karte identificirane su spojene ponikve koje se nalaze uz središnji zapadni rub Park šume. Ponikve su najgušće raspoređene rubni središnji zapadni dio te rubni istočni dio istraživanog područja. Na području gdje su identificirane spojene ponikve, analizom topografske karte utvrđena je i jedna nedefinirana krška depresija.

Spilje se nalaze u zapadnom dijelu Park šume. Golubinja spilja nalazi sjevernije, u blizini samoga ulaza u Park šumu, dok se Ledena spilja nalazi jugozapadno od nje. Između njih, uz samu granicu istraživanoga područja nalazi se jedna potkapina identificirana terenskim istraživanjem. U blizini potkapine nalazi se prirodni most – Paklena vrata. Analizom topografske karte i terenskim istraživanjem identificirano je i nekoliko manjih kukova visine do pet metara koji se svi nalaze u središnjem dijelu Park šume. Digitalnom ortofoto kartom i terenskim istraživanjem utvrđeni su tipovi krša koji prevladavaju u Park šumi Golubinjak. Na cijelome području izmjenjuju se pokriveni i stjenoviti tip krša, a prevladava pokriveni tip.

Od padinskih procesa uočeni su strmi odsjeci u stjenovitim stijenama. Oni se pružaju uz sjeverozapadnu granicu istraživanoga područja i smješteni su sukladno identificiranim rasjedima na istraživanome području.



Legenda

Krški reljef

- Kuk
- Prirodni most

Speleološki objekti

- Spilja
- Potkapina

Ponikve

- Ljevkaste ponikve
- Ponikve raznih oblika, dubine <5 m
- Ponikve raznih oblika, dubine >5 m
- Spojene ponikve
- Nedefinirana depresija

- Pokriveni krš
- Goli, stjenoviti krš

- Nagibi (°)**
- 0-2
 - 2-5
 - 5-12
 - 12-32

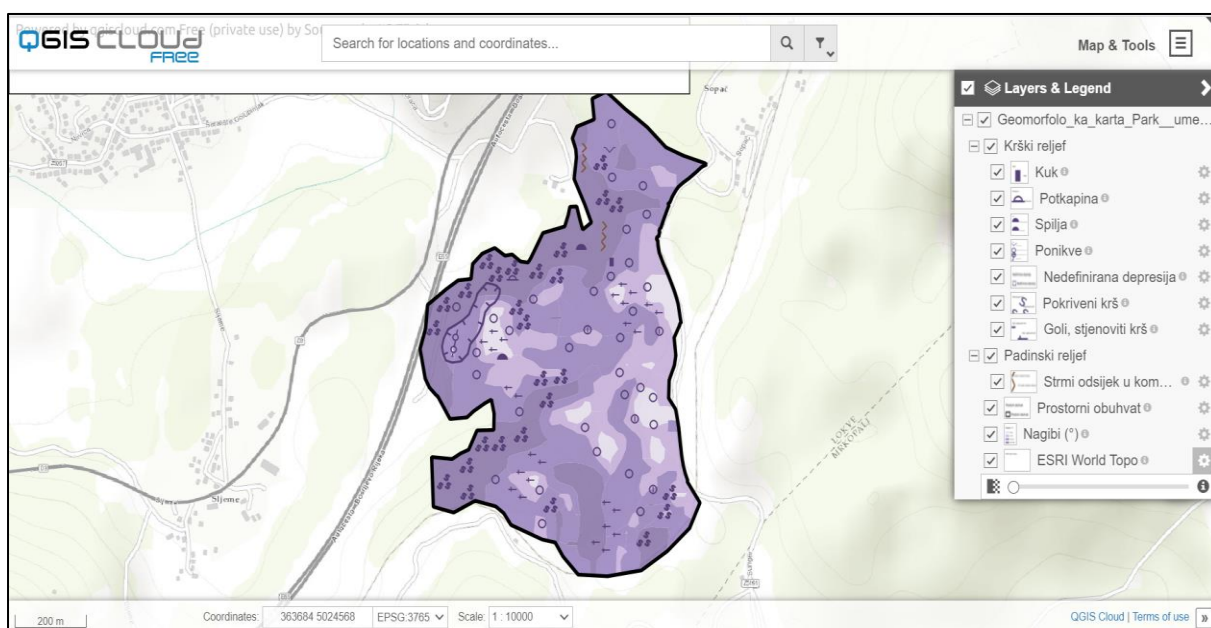
Padinski procesi

- Strmi odsjek u kompaktnim stijenama
- Prostorni obuhvat Park šume Golubinjak

Podloga: ESRI World Topo

Slika 25. Geomorfološka karta Park šume Golubinjak

Geomorfološka karta objavljena je na webu putem QGISCloud plugin-a. Krajnji produkt je karta dostupna na sljedećem linku: https://qgiscloud.com/elena_pavic/Geomorfoloska_karta_Park_sume_Golubinjak/ koja se može pregledavati putem svakog internetskog preglednika. U okviru preglednika karte postoji legenda u kojoj je moguće uključivati i isključivati pojedine slojeve, pomoću alata *measure* moguće je mjeriti duljinu i površinu te odrediti pravokutne koordinate i azimut. Opcija *print* omogućuje ispisivanje karte pomoću pisača u mjerilu koje si korisnik karte sam određuje. Kartu je moguće pomicati u svim smjerovima pomoću miša te udaljavati i približavati. Izgled karte u web pregledniku prikazan je na slici u nastavku (Sl.26.).



Slika 26. Krajnji produkt - karta objavljena na web-u

Dodana vrijednost karti su opisi pojedinih geomorfoloških oblika koji se nalaze u atributivnim tablicama. Klikom na svaki geomorfološki oblik otvara se atributivna tablica u kojoj korisnik karte može pronaći objašnjenja geomorfoloških oblika koja su prilagođena za razumijevanje laicima, odnosno ljudima koji nisu stručnjaci za geomorfologiju (Tab. 2.). Objašnjenja pojedinih reljefnih oblika preuzeta su iz Ford i Wiliams (2007), Hugget (2007) i Frumkin (2013).

Tablica 2. Opisi geomorfoloških oblika

Geomorfološki oblik	Opis
Kuk	Rezidualne stijene, sačinjene od dolomita, nastale trošenjem okolnih stijena koje su lakše topive u vodi (vapnenci).

Prirodni most	Rezidualni ostaci nekadašnje špilje koja se urušila.
Spilja	Horizontalni objekti u podzemlju, često obiluju spiljskim ukrasima (stalaktiti, stalagmiti, stalagnati). Za razliku od kaverni, spilje imaju poznat ulaz na površini Zemlje.
Potkapina	Manji poluzatvoreni horizontalni objekti do čijeg kraja dopire danje svjetlo.
Ponikve	Ponikve su zatvorene udubine u kršu, najčešće cirkularnog ili subcirkularnog tlocrta, a njihov promjer može varirati od nekoliko metara do jednoga kilometra. Mogu biti korozijske, sufozijske ili urušne prema postanku, a prema vertikalnom presjeku tanjuraste, zdjelaste, ljevkaste i bunaraste.
Krške depresije	Zatvorene udubine u krškom reljefu. Prema veličini razlikujemo ponikve (najmanje), uvale, polja u kršu i krške zaravni (najveće).
Pokriveni krš	Krška stijenska podloga prekrivena je vegetacijom.
Goli, stjenoviti krš	Ogoljeli krš, stijenska masa nije pokrivena vegetacijom.
Strmi odsijek u kompaktnim stijenama	Područja velikih nagiba gdje je, često zbog tektonike, došlo do snižavanja terena.

Izvor: Ford i Williams (2007), Hugget (2007) i Frumkin (2013)

7. Rasprava

U nastavku su dane prednosti i nedostaci korištenja QGISCloud alata za izradu interaktivnih web karata i mogući prijedlozi za poboljšanje izrađene interaktivne karte.

7.1. Prednosti QGISCloud-a

Najveća prednost QGISCloud-a je *besplatno* korištenje i objavljivanje karata i prostornih podataka na web-u (*open source*). Izrada i objavljivanje karte na internetu u potpunosti je besplatna od prvog do zadnjeg koraka. QGIS softver je besplatan, instalacija QGISCloud plugin-a također je besplatna, kao i kreiranje korisničkog računa i objavljivanje karte na cloud-u. QGISCloud ima korisničko sučelje koje je vrlo *jednostavno za korištenje*. U samo nekoliko klikova moguće je objaviti kartu na web-u, koja je prije toga kreirana u QGIS desktop softveru.

7.2. Nedostaci QGISCloud-a

Jedan od nedostataka QGISCloud-a je *ograničena veličina podataka* koja se može objaviti besplatno. Veličina baze podataka koja se može kreirati i koristiti besplatno je 50 MB, što je i više nego dovoljno za izradu ovakvih karata koje obuhvaćaju relativno malo područje, ali za veće područje ili za više podataka ne bi bilo dovoljno.

Drugi nedostatak je *nemogućnost dodavanja rastera* na web kartu, tako da se svi rasterski podaci prvo moraju pretvoriti u vektorske podatke kako bi se mogli objaviti u sklopu web karte. Tako su, primjerice, prilikom izrade ove karte rasterski podaci o nagibima morali biti pretvoreni u vektorski format podataka kako bi se mogli objaviti na cloudu.

U QGISCloudu podaci na WebGIS-u *ne mogu se uređivati*. Dakle, nakon objavljivanja podataka i karata na web-u, ne postoji mogućnost, primjerice, uređivanja atributivnih podataka ili mijenjanje lokacije objekata. Ako bi trebalo učiniti bilo kakve izmjene na karti, potrebno ih je napraviti u QGIS desktopu i potom ponovno objaviti kartu na web-u.

Sve karte i prostorni podaci koji se objavljuju putem besplatne verzije QGISCloud-a su *javno dostupni*, dakle nije potrebna lozinka da bi se omogućio pristup podacima. To može predstavljati problem kod objavljivanja karata i podataka ukoliko postoje restrikcije u vezi povjerljivosti podataka i kod objavljivanja karata u komercijalne svrhe.

Postoji i opcija plaćene verzije, odnosno QGISCloud Pro. QGISCloud Pro omogućava zaštitu objavljenih podataka i karata pomoću lozinke koju je potrebno unijeti kako bi se otvorila karta. Osim toga, nudi mogućnost stvaranja deset baza podataka sa sveukupno 500 MB prostora, uređivanje podataka u putem WebGIS-a te brojne druge mogućnosti.

Prema gore navedenim podacima zaključno je da je QGISCloud, s obzirom na to da je besplatan za korištenje, odlična opcija za objavljivanje podataka ukoliko je 50 MB dovoljno za podatke koji se trebaju prikazati te ukoliko ne postoji potreba za uređivanjem i zaštitom podataka.

7.3. Prijedlozi za poboljšanje karte

Karta Park šume Golubinjak koja je objavljena na web-u ispunjava svoju svrhu – omogućuje korisnicima karte da na licu mjesta pomoću karte identificiraju geomorfološke oblike u Park šumi, a dodatna interaktivnost karte su opisi svakog pojedinog geomorfološkog oblika u atributivnoj tablici.

Dodanu vrijednost karti dale bi fotografije svakog pojedinog kartiranog oblika. Međutim, kao što je već navedeno, u QGISCloud-u ne postoji opcija dodavanja rasterskih formata, tako da dodavanje fotografija na ovu kartu trenutno nije moguće.

Osim fotografijama, korištenje karte uvelike bi se olakšali tekstualni opisi pojedinih geomorfoloških oblika koji bi se nalazili na samoj karti. Međutim, izrada tekstualnih slojeva nije moguća u QGIS-u, tako da su tekstualni opisi stavljeni u atributivnu tablicu.

Osim toga, kvalitetu karte poboljšalo bi i detaljnije kartiranje koje bi se omogućilo višednevnim terenskim istraživanjem.

8. Zaključak

Prvi navedeni cilj ovoga rada, odnosno prikupljanje svih potrebnih podataka za izradu geomorfološke karte uspješno je izvršen morfometrijskom, morfografskom i morfogenetskom analizom istraživanoga područja te terenskim radom. Park šuma Golubinjak, iako je relativno male površine, predstavlja zanimljivo područje u geomorfološkom smislu jer obiluje krškim geomorfološkim oblicima.

Drugi cilj, odnosno izrada interaktivne karte uspješno je izvršen pomoću QGIS softvera i QGISCloud plugin-a. Interaktivna karta istraživanog područja omogućuje posjetiteljima Park šume pristup podacima o reljefu zaštićenog područja na licu mjesta, a time i lakšu vizualizaciju geoprostornih podataka. Interaktivna karta time omogućava širenje turističke ponude samog zaštićenog područja, ali ispunjava i svoju edukativnu svrhu.

Interaktivna karta nalazi se na internetu i lako je dostupna svima koji ju žele pregledavati. Iako postoje mogućnosti u QGISCloud-u koje se ne mogu koristiti bez nadoplate, trenutna *besplatna* interaktivna karta ispunjava svoju svrhu.

Literatura

1. Baker, V. R., 1986: Introduction: regional landform analysis, in: Short Sr., N.M., Blair Jr., R.W. (eds), *Geomorphology from Space: A Global Overview of Regional Landforms*. United States Government Printing, NASA, 1-26.
2. Bishop, M. P., Allan James, L., Shroeder Jr., J. F., Walsh, S. J., 2012: Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research, *Geomorphology* 137, 5-26.
3. Bognar, A., 1999: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, 34 (1), 7-26.
4. Bosnar-Salihagić, Ž., Burić, M., Čosić, N., Kurtović, I., 2020: *Lokve: Tiflološki muzej*, Tiflološki muzej, Zagreb
5. Črnjar, M., 2005: *Zaštićena područja Primorsko-goranske županije*, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 121-125.
6. Demek, J., 1972: *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*, Academia, Prag, str. 344.
7. Ford, D. C., Williams, P., 2007: *Karst Hydrogeology and Geomorphology*, John Wiley, Chichester
8. Frančula, N., 2002: Budućnost kartografije, *Kartografija i geoinformacije* 1 (1), 7-21.
9. Frančula, N., Tutić, D., 2003: Kartografija, GIS i Internet, *Ekscentar* 5, 6-9.
10. Frangeš, S., Frančula, N., Lapaine, M., 2002: Budućnost kartografije, *Kartografija i geoinformacije* 1 (1), 7-21.
11. Frančula, N., 2004: *Digitalna kartografija*, Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb
12. Frumkin, A., 2013: *Treatise on Geomorphology*, Academic Press, Oxford
13. Gonzalez-Gutierrez, R. B., Gomez-Villar, A., Gonzalez, J. A., Vega, J. M. R., 2017: Geomorphology of the Curueño River headwaters, Cantabrian mountains (NW Spain), *Journal of Maps* 13(2), 382-394.
14. Gray, M., 2019: Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society, *International Journal of Geoheritage and Parks* 7 (4), 226-236.
15. Hake, D. G., Meng, L., 1994: *Kartographie - Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*, De Gruyter, Berlin
16. Huggett, R. J., 2007: *Fundamentals of Geomorphology*, Routledge, London

17. Jurić, I., Krstinić, P., Modrić, M., Randić, M., Rogić, I., Strišković, S., Šišić, S., 2015.: *Čudesno lijepa*, AKD, Zagreb, 369-375.
18. Kraak, M.J., 2001: *Settings and needs for Web Cartography*, in *Web Cartography: Developments and Prospects*, Taylor Francis, London.
19. Lozić, S., 1996: Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, 31, 41-50.
20. Lozić, S., Šiljeg, A. i Krklec, K. (2013): Morfometrijske značajke otoka Visa, *Naše more*, 60 (5-6), 110-117.
21. Lukić, A., 2003: Digitalna karta – ususret geografiji budućnosti?, <http://edupoint.carnet.hr/casopis/19/Clanci/2.html> (21.6.2021.)
22. Magaš, D., 2013: *Geografija Hrvatske*, Meridijani, Samobor
23. Marković, S., 1983: Osnovi primenjene geomorfologije, posebna izdanja, knjiga 8, Geoinstitut, Beograd
24. Marković, J., Bočić, N., Pahernik, M., 2016: Prostorni raspored i gustoća ponikava jugoistočnog Velebita, *Geoadria* 21 (1), 1-28.
25. Mitchell, T., 2005: *Web Mapping Illustrated*, O'Reilly, Sebastopol
26. Otto, J.C., Gustavsson, M., Geilhausen, M., 2011: Cartography: Design, Symbolisation, and Visualisation of Geomorphological Maps, *Development sin Earth Surface Processes* 15, 253-295.
27. Radoane, M., Cristea, A. I., 2011: Geomorphological Mapping. Evolution and Trends., *Revisita de Geomorfologie* 13, 19-39.
28. Robinson., A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., Guptill, S. C., 1995: *Elements of Cartography*, Wiley, New Jersey
29. Shroder Jr., J. F., Bishop, M. P., 2003: A perspective on computer modeling and fieldwork, *Geomorphology* 53, 1-9.
30. Summerfield, M., 1991: *Global Geomorphology*, Routledge, London
31. Tutić, D., Tanfara, A., 2007: Interaktivni atlas svijeta – istraživanje mogućnosti internetske kartografije, *Kartografija i geoinformacije* 6, 83-93.
32. Vujaklija, Ž., 2010.: Evolucija web geoinformacijskih sustava, *Geodetski list* 64 (87), 217-227.
33. Župan, R., Frangeš, S., 2004: Interaktivne karte na webu, *Ekscentar* 6, 40-42.
34. Župan, R., Vračar, J., 2014: Primjena tehnologije GIS-a za izradu interaktivne web karte Sveučilišta u Zagrebu, *Geodetski list* 68 (91), 291-308.

Izvori

1. Državna geodetska uprava (DGU), <https://dgu.gov.hr/vijesti/mrezne-usluge-prostornih-podataka-drzavne-geodetske-uprave/5015>
2. Državni zavod za statistiku (DZS), 2020: Statističke informacije, www.dzs.hr (15.6.2021.)
3. Geoscience Australia, n.n., <http://maps.ga.gov.au/interactive-maps/#/>
4. Institute of Geological and Nuclear Sciences (GNS), 2011: Central South Island Glacial Geomorphology, <https://data.gns.cri.nz/csigg/map.html>
5. Javna uprava Kamenjak, n.n., <https://kamenjak.hr/hr/planiraj-posjet/interaktivna-karta>
6. Općina Lokve, 2004: Prostorni plan uređenja – tekstualni dio, <http://lokve.hr/wp-content/uploads/2015/10/Prostorni-plan-Tekstualni-dio.pdf> (10.6.2021.)
7. Općina Lokve, 2016: Strategija razvoja Općine Lokve 2016.-2020., <http://lokve.hr/wp-content/uploads/2016/12/Strategija-razvoja-Op%C4%87ine-Lokve-2016-2020..pdf>, (2.7.2021.)
8. Strateški plan održivog razvoja Gorskog kotara 2010.-2013., http://www.delnice.hr/DOKUMENTI_ODLUKE/plan_razvoja-GK.pdf (2.7.2021.)
9. Turistička zajednica Lokve, <http://tz-lokve.hr/>
10. USGS Earth Explorer, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Popis slika

Slika 1 Prostorni obuhvat Park šume Golubinjak	3
Slika 2. Ulazak u Park šumu Golubinjak	4
Slika 3. Izrada simbola za tanjuraste ponikve.....	12
Slika 4. Izrada simbola za nedefiniranu kršku depresiju	13
Slika 5. Postupak objavljivanja web karte putem QGISCloud plugina u QGIS desktopu	14
Slika 6. Položaj istraživanog područja u okviru geomorfološke regionalizacije Hrvatske	16
Slika 7. Geološka građa terena.....	17
Slika 8. Orohidrografska karta istraživanog područja i okolice	22
Slika 9. Hipsometrijska karta istraživanog područja i okolice	24
Slika 10. Udio visinskih razreda u ukupnoj površini istraživanog područja	25
Slika 11. Karakteristični profil A-B.....	25
Slika 12. Karakteristični profil A'-B'.....	26
Slika 13. Karta nagiba padina istraživanog područja i okolice	27
Slika 14. Udio razreda nagiba padina u ukupnoj površini istraživanog područja	28
Slika 15. Rasjedi na istraživanom području	30
Slika 16. Manji dio Lokvarskog polja.....	31
Slika 17. Ponor Pinora.....	32
Slika 18. Jedna od brojnih ponikava u Park šumi Golubinjak.....	33
Slika 19. Prostorni raspored ponikava na području Park šume Golubinjak.....	35
Slika 20. Primjer kuka u Park šumi Golubinjak.....	36
Slika 21. Ledena spilja.....	37
Slika 22. Izlaz iz Golubinje poluspilje.....	38
Slika 23. Primjer potkapine u Park šumi Golubinjak.....	39
Slika 24. Paklena vrata.....	40
Slika 25. Geomorfološka karta Park šume Golubinjak	42
Slika 26. Krajnji produkt - karta objavljena na web-u	43

Popis tablica

Tablica 1. Osnovne meteorološke značajke Općine Lokve20

Tablica 2. Opisi geomorfoloških oblika43