Prostorni razmještaj i morfološka obilježja speleoloških objekata u Parku prirode Biokovo

Puharić, Dora

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:082552

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

DORA PUHARIĆ

PROSTORNI RAZMJEŠTAJ I MORFOLOŠKA OBILJEŽJA SPELEOLOŠKIH OBJEKATA U PARKU PRIRODE BIOKOVO

Diplomski rad

ZAGREB, 2018.

DORA PUHARIĆ

PROSTORNI RAZMJEŠTAJ I MORFOLOŠKA OBILJEŽJA SPELEOLOŠKIH OBJEKATA U PARKU PRIRODE BIOKOVO

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

ZAGREB, 2018.

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

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geografski odsjek

Diplomski rad

Prostorni razmještaj i morfološka obilježja speleoloških objekata u Parku prirode Biokovo

Dora Puharić

Izvadak: U radu je ispitana korelacija pojave speleoloških objekata unutar granica Parka prirode Biokovo i geološke podloge te morfometrijskih parametara reljefa. Provedena je detaljnija analiza najdubljih speleoloških objekata u PP Biokovo.

59 stranica, 19 grafičkih priloga, 10 tablica, 33 bibliografske reference; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: PP Biokovo, speleološki objekti, jame, morfometrijska obilježja

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

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

doc. dr. sc. Mladen Pahernik

izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 10. 1. 2017.

Rad prihvaćen: 13. 9. 2018.

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

Spatial distribution and morphological features od speleological objects in Nature Park Biokovo

Dora Puharić

Abstract: The paper analyzes correlation between the occurrence of speleological objects within the boundaries of the Biokovo Nature Park and the geological structure and morphometric parameters of the relief. It was conducted the detailed analysis of the deepest speleological objects in PP Biokovo.

59 pages, 19 figures, 10 tables, 33 references; original in Croatian

Keywords: Nature park Biokovo, speleological objects, caves, morphological features

Supervisor: Neven Bočić, PhD, Associate Professor

Reviewers: Neven Bočić, PhD, Associate Professor

Mladen Pahernik , PhD, Full Professor

Nenad Buzjak, PhD, Associate Professor

Thesis title accepted: 10/01/2017

Thesis accepted: 13/09/2018

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

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Dosadašnja istraživanja 3
2. FIZIČKO - GEOGRAFSKA SVOJSTVA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA 5
2.1. Obuhvat i položaj 5
2.2. Geološke značajke Parka prirode Biokovo 7
2.3. Geomorfološke značajke Parka prirode Biokovo 10
3. PODACI I METODE RADA 11
4. REZULTATI 13
4.1. Prostorni raspored speleoloških objekata 13
4.2. Osnos prostornog rasporeda spleoloških objekata i geološke građe 16
4.3. Odnos prostornog rasporeda speleoloških objekata i morfometrijskih parametara reljefa 20
4.4. Morfologija i speleogeneza najdubljih jama na Biokovu 30
5. RASPRAVA 43
6. ZAKLJUČAK 46
Popis literature 47
Popis izvora 50
Popis slika VI
Popis tablica VII

1. UVOD

Planina Biokovo nalazi se u Splitsko-dalmatinskoj županiji, a proteže se iznad grada Makarske u pravcu SZ - JI. Najviši vrh Biokova je Sveti Jure, vrh visok 1762 metra na kojem se, između ostalog nalazi TV odašiljač, a do njega vodi i najviša cesta u Hrvatskoj, dugačka 23 kilometra. Zbog iznimne ljepote, biljnih i životinjskih posebnosti te geomorfoloških fenomena Biokovo je proglašeno Parkom prirode 1981. godine. Površina Parka prirode iznosi 195.5 km^2, a obuhvaća općine Brela, Bašku Vodu, Tučepi, Podgoru, Zadvarije, Zagvozd i Šestanovac, te gradove Makarsku i Vrgorac (URL 1).



Slika 1. Satelitski snimak Biokova
Izvor: URL 2

Biokovo je tipičan krški prostor na kojem se nalaze brojni krški oblici poput grižina ili žliba, kamenica, škrapa, japaga, ponikava, špilja, ponora, uvala, klanaca i dubokih jama (Velić i Velić, 2016). Špilje i jame možemo definirati kao podzemne šupljine, a razlikujemo ih po prosječnom nagibu kanala, koji je kod špilja manji od 45°, dok je kod jama veći od 45°. Pregledom geološke karte možemo vidjeti da se Biokovo sastoji pretežito od karbonatnih stijena., te da se osim na Velebitu, na njemu nalaze najdublje jame u Hrvatskoj. Unutar granica Parka nalazi se Botanički vrt Kotišina čija površina iznosi 16,5 hektara, a sadrži izvornu biokovsku vegetaciju (Velić i Velić, 2016).

Svrha ovog rada je staviti u korelaciju litološku podlogu i geološku građu te morfometrijske čimbenike sa pojavom speleoloških objekata unutar granica Parka prirode Biokovo.

Ciljevi rada su:

- Odrediti čimbenike prostornog rasporeda speleoloških objekata u Parku prirode Biokovo
- Odrediti područja koja imaju veći potencijal za pronalaženje još nepoznatih speleoloških objekata

1.1. Dosadašnja istraživanja

Najstariji geološki podaci o Biokovu datiraju još iz 18. stoljeća, kada Alberto Fortis (1774) piše Put po Dalmaciji. Nakon geoloških istraživanja 60-ih godina 20. stoljeća objavljena je Osnovna geološka karta SFRJ u mjerilu 1:1 000 000 zajedno sa tumačem. Za Biokovo su bitna tri lista; Omiš (Marinčić, Korolija, Majcen), Ploče (Magaš, Marinčić, Benček) i Imotski (Raić, Ahac, Papeš). Benček (1981) opisuje stratigrafske odnose i tektonske procese na Biokovu. Sokač (2004) istražuje i opisuje novi rod vapnenačkih alga Biokoviella nađene pod Malim Troglavom u fosilonosnih vapnenaca starije krede. Velić (2007) se u svojoj monografiji bavi stratigrafijom i paleobiogeografijom mezozoičkih foraminifera. Hrvatski geološki institut (2009) objavljuje Geološku kartu Republike Hrvatske u mjerilu 1:300 000.

Među prvima koji su se bavili geomorfološkim temama svakako je bitno spomenuti Josipa Roglića. Roglić (1961) se bavio geomorfologijom Biokova, njegovom tektonikom, glacijalnim naslagama, reljefom flišne padine, te samim krškim reljefom i njegovim oblicima.

Prvi popis od 50 speleoloških objekata na Biokovu objavio je Umberto Girometta 1923. godine, a Roglić u svojoj doktorskoj disertaciji iz 1935. upozorava na postojanje brojnih objekata i potrebu njihovog istraživanja (Jalžić, 2001.). Prva stručna speleološka istraživanja Biokova počinju 60-ih godina 20. stoljeća. Članovi Speleološkog društva Hrvatske izrađuju popis 215 objekata na području Biokova, Mosora i Omiške Dinare (Bušelić i Ozimec, 2008.). Godine 1977. osnovan je Speleološki odsjek planinarskog društva Biokovo čiji članovi terenskim radom vrše pregled i istraživanja terena. Istraživanja se nastavljaju 1980. godine otkrićem jame pod Kamenitim vratima koja je istražena do 520 m te je u to doba postala druga jama po dubini u Hrvatskoj. Jama Stara škola, otkrivena 1984., sve do otkrića Lukine jame 1993. godine bila je najdublja jama u Hrvatskoj (Bušelić i Ozimec, 2008). Tijekom 1986. g. makarski speleolozi pronalaze i istražuju Zaboravnu jamu duboku 320 m, a 1987. g. istražena je i Nova velika jama duboka 380 m (Jalžić, 2001.).

O speleomorfologiji i speleogenezi napisani su brojni radovi. Garašić (1995) piše o speleogenezi u okviru hidrogeologije krša i procesa karstifikacije. Bočić i Kuhta (2003) navode kako je speleogeneza proces nastanka i razvoja speleoloških objekata, te da je dio sveukupnog procesa okršavanja. Speleogenezu možemo pratiti kroz tri njene faze: inicijalnu, glavnu i završnu. Bočić i Mišur (2016) definiraju speleomorfologiju kao znanstvenu

disciplinu koja proučava morfološke karakteristike te uvjete i procese nastanka speleoloških objekata, a ovisno o mjerilu u kojem se promatra speleološki objekt možemo je podjeliti na mikrospeleomorfologiju, mezospeleomorfologiju i makrospeleomorfologiju.

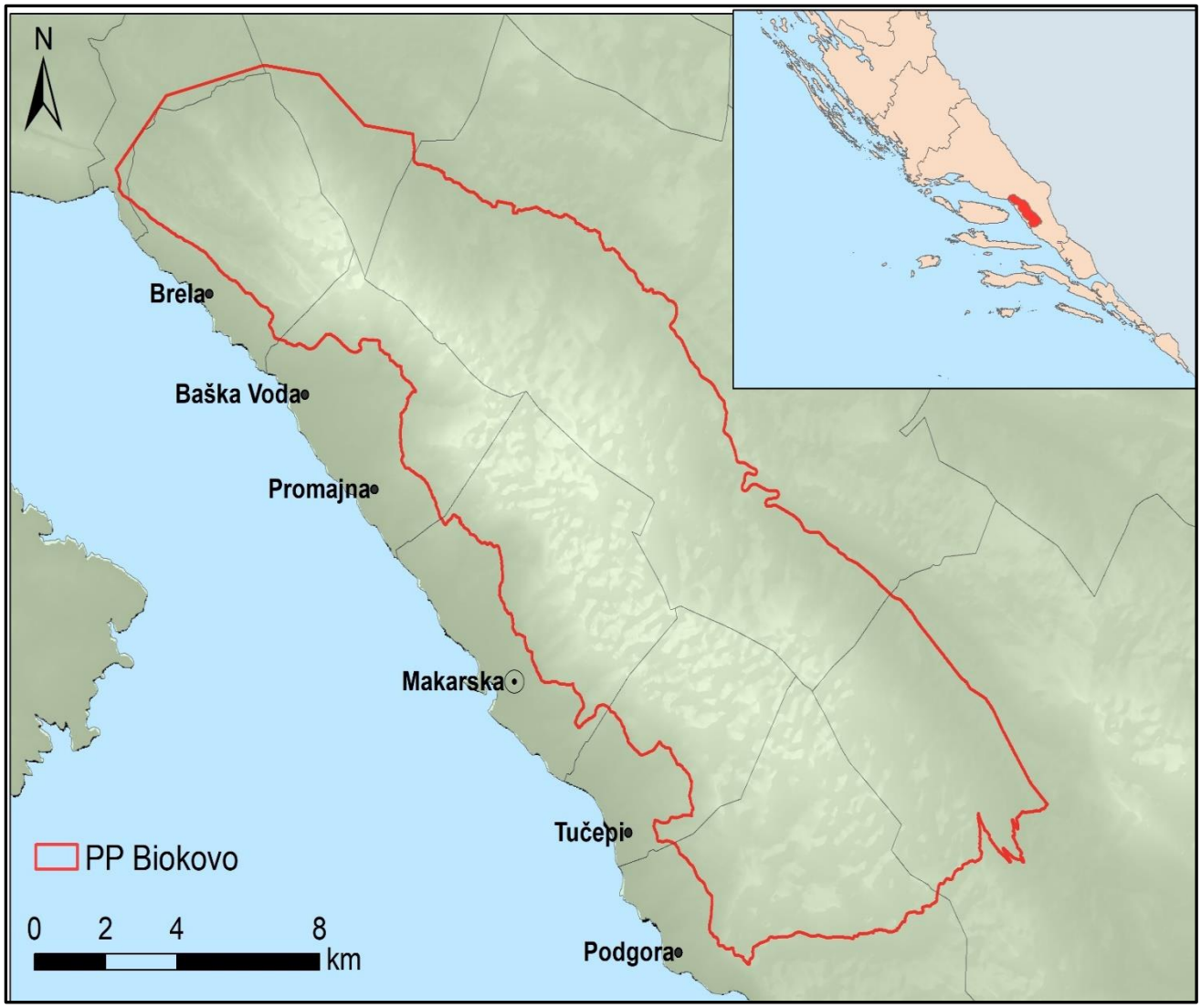
Buzjak (2006) je u svojoj disertaciji detaljno opisao geomorfološke i speleomorfološke značajke Žumberačke gore, te definirao morfološke tipove speleoloških pojava i čimbenike speleogeneze. Roman Ozimec (2001) pisao je o speleološkim objektima planinskih masiva u SZ Hrvatskoj. Matea Talaja (2016) obranila je diplomski rad o prostornom razmještaju speleoloških objekata u Nacionalnom parku Sjeverni Velebit.

2. FIZIČKO - GEOGRAFSKA SVOJSTVA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

2.1. Obuhvat i položaj

Biokovo pripada Dinarskom planinskom gorju s tipičnim dinarskim pružanjem od sjeverozapada prema sjeveroistoku. Biokovo se, zajedno sa svojim zaštičenim područjem nalazi u južnom djelu Hrvatske, u srednjoj Dalmaciji, neposredno uz istočnu obalu Jadranskog mora te se prostire iznad grada Makarske i okolnih mjesta.

Park Prirode Biokovo obuhvaća područje od 195,5 km^2. Na sjeverozapadu Parka granicu čini prijevoj Dubci, poviše kojeg se granica pravocrtno proteže prema grebenu Kula iznad Carevića, na istok-sjeveroistok podnožjem Biokova preko grebena Strigovo-Kosovo-Sedlača-Jarem do crkve Sv. Stipana na Napoleonovoj cesti i tako sve do Kozice. Granica nakon Kozice se nastavlja Rodićevom cestom do Saranča, pa preko Šošića do ceste Vrgorac – Makarska sve do brdašca Susvid pored glavnog ulaza u PP Biokovo (sl.2.). Na predjelu biokovskog Podgorja granica Parka smještena je sjeverno od Tučepi do Novaka i otuda Jadranskom magistralom do Dubaca (Velić i Velić, 2016.).



Slika 2. Geografski položaj PP Biokovo
Izvor : DGU, Baza podataka PP Biokovo

2.2. Geološke značajke Parka prirode Biokovo

Geologiju Parka prirode Biokovo ne možemo promatrati zasebno već u sklopu planinskog masiva Dinarida, koje kao takvo ima smjer pružanja SZ-JI. Dinaridi su nastali prilikom geološke evolucije Jadranske karbonatne platforme, a odlikuje ih specifičan krški krajolik. Sastoje se od karbonatnih mezozoika, paleozojsko-trijaskih klasita s evaporitima i kredno-paleogenskog karbonatnog fliša. Osnovu Dinarida čine hercinske strukture, a kroz trijas, juru i kredu događa se sedimentacija vapnenca i dolomita koji uvelike predodređuju daljnji razvoj ovog prostora (Herak, 1982.).

Biokovo je relativno mlada planina, koju kao i ostatak kopna u Republici Hrvatskoj grade karbonati i klastične stijene (sl.3.). Na Biokovu klastiti prekrivaju više od 10% površine zbog fliša rasprostranjenog u priobalju te kvartarnih ledenjačkih i siparišnih naslaga. Klastiti su izgrađeni od čestica ili klasta nastalih razaranjem drugih stijena (Velić i Velić, 2016). Jedan od glavnih faktora nastanka specifičnog krajolika Biokova su karbonatne sedimentne stijene od kojih prevladavaju vapnenci, te u nešto manjoj mjeri dolomiti. Sedimentne stijene nastale su taloženjem u nekadašnjim oceanima i morima, ili na kopnu.

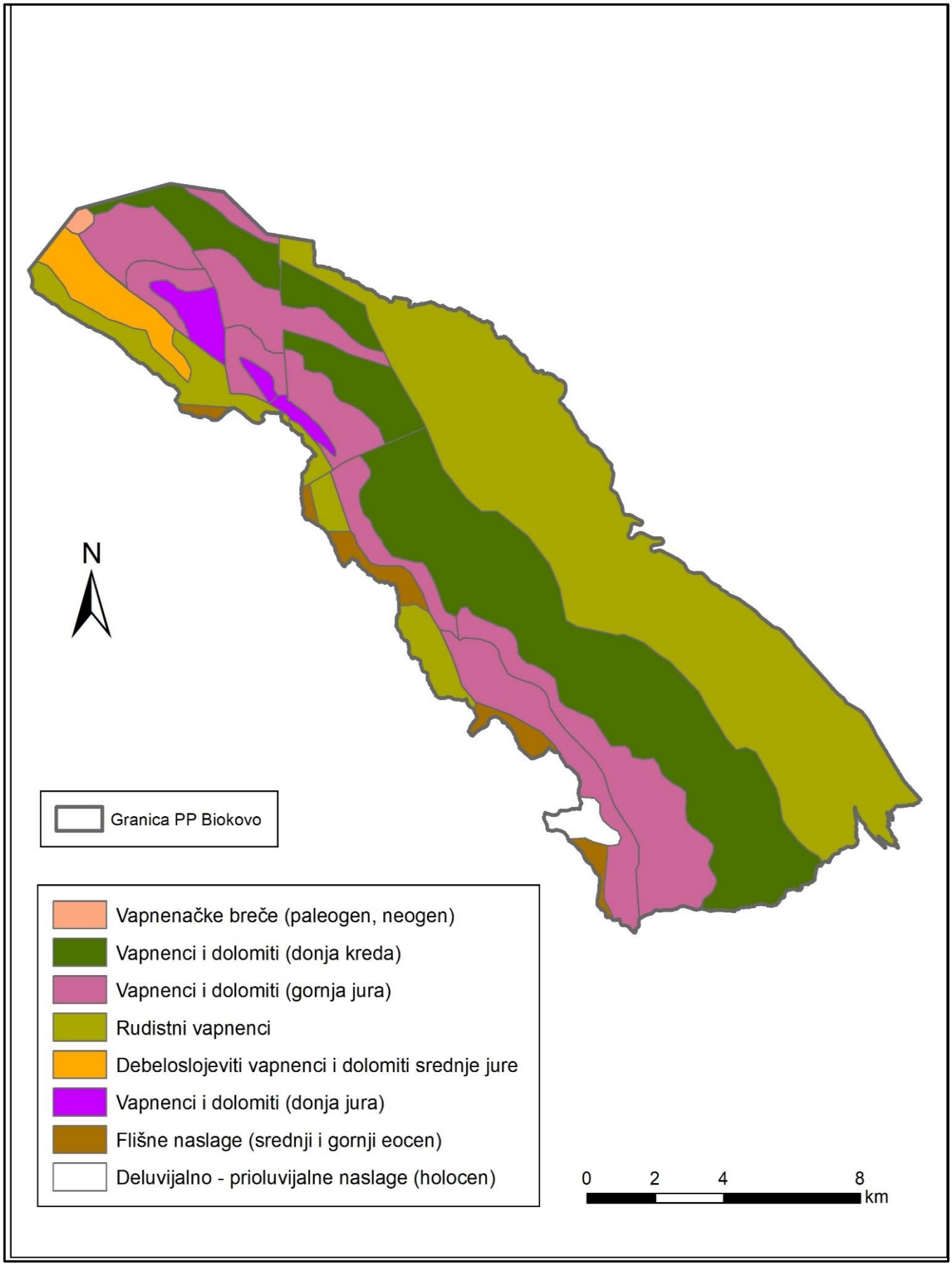
Priobalni pojas predgorske stepenice sastoji se od naslaga gornje krede kojim dominiraju naslage iz tercijara i kvartara. U krednim naslagama najzastupljeniji su rudistni vapnenci senona, dok se tercijarne naslage sastoje uglavnom od foraminiferskih vapnenaca. Ti foraminiferski vapnenci taloženi su od najstarijeg do srednjeg eocena. Fliš prekriva obalno područje, te se taj pojas sastoji od pješčenjaka i detritičnih vapnenaca u izmjeni s laporom. Nastanak naslaga kvartara uvjetovan je padinskim, odnosno gravitacijskim procesima. Spiranje i jaruženje utjecali su na taloženje materijala u podnožju, koji su potom razarani abrazijskim djelovanjem mora. Centralni hrbat Biokova izgrađen je od mezozojskih stijena krede i jure (Benček, 2002.). Biokovska zagora oblikovana je u kredno-paleogenskim i karbonatno-klastičnim naslagama. Klastične stijene na području PP Biokovo taložene su tijekom najmlađe krede i u paleogenu u morskim koritima kao karbonatni klastiti – brečokonglomerati, pješčenjaci i lapori. Pripadaju im i kvartarne taložine poput ledenjačkih naslaga, siparišnih breča i sipara. Taloženje stijena tijekom srednje jure, koje su najstarije otkrivene stratigrafske jedinice, pa sve do kraja krede podudara se sa postojanjem Jadranske karbonatne platforme (JKP). JKP je ogromni, plitkomorski prostor u južnom dijelu Tetis oceana dužine oko 800 i širine oko 600 km. Upravo na JKP postojali su okoliši suptopskih

oceanskih plićaka koji su proizvodili velike količine karbonatnih muljeva i pijesaka iz kojih su nastali današnji slojeviti vapnenci (Velić i Velić, 2016.).

Strukturno – tektonska povijest Biokova započinje na južnoj hemisferi, na sjevernome rubu superkontinenta Gondvane. Dugotrajni proces strukturnog oblikovanja, koji traje i dan danas, započeo je krajem krede. Dominantan utjecaj na taloženje materijala imala su tektonska zbivanja tijekom kenozoika do oblikovanja današnje građe Biokova. Pred kraj krede dolazi do okopnjavanja JKP i prvog značajnijeg izdizanja Dinarida, a s njima isto tako i Biokova. Potpuno okopnjavanje, boranje, rasjedanje i navlačenje odvija se od kraja eocena do kraja miocena. Tektonska aktivnost Biokova ne staje ni tijekom pliocena i kvartara, a smanjenog inteziteta događa se i danas, o čemu svjedoči njegova današnja seizmičnost (Velić i Velić, 2016.).

Prve bore nastale su kompresijskom tektonikom, a dalje su bile razlamane normalnim rasjedima. Ti normalni rasjedi potom su prelazili u reverzne, odakle potječe ljuskava struktura Biokova. Najveća bora u PP je rasjedna antiklinala Biokova koja se proteže sve od Zadvarija pa do Baćine. Važno je spomenuti i kompleksnu sinklinalu priobalnog fliša, koja je višestruko borana, što se može dobro vidjeti iznad Promajne. Na više mjesta nalaze se i manje borane strukture kao npr. Iznad Makra, Velikog Brda i sl. (Velić i Velić, 2016.).

Rasjedi i pukotine najčešći su strukturni oblici u karbonatnim stijenama PP Biokovo. Na slici br. 4 vidimo raspored normalnih i reverznih rasjeda unutar granica PP Biokovo. Biokovski reverzno – navlačni rasjed, glavni je rasjed na području PP. Važan je svakako i Strmački reverzni rasjed koji je ujedno direktni faktor nastanka Strmačke ljuske. Generalno gledajući, normalni rasjedi znatno su brojniji od reverznih. (Velić i Velić, 2016.).



Slika 3. Geološka karta PP Biokovo
Izvor : Baza podataka PP Biokovo

2.3. Geomorfološke značajke Parka prirode Biokovo

S geomorfološkog stajališta, prema Bognarovoj (2001.) klasifikaciji ovo područje pripada megamakrogeomorfološkoj regiji Dinarskog gorskog sustava Hrvatske, makrogeomorfološkoj regiji Centralne Dalmacije s arhipelagom, mezogeomorfološkoj regiji Gorski hrptovi Biokova i Rilića s Vrgoračko brdsko-zavalskim prostorom te geomorfološkoj subregiji Gorski hrbat Biokova (Bognar, 2001.).

U ovome radu primijenjeno je geomorfološko nazivlje Biokova prema Dragušici i Ozimecu (2008). Autori su na Biokovu izdvojili pet geomorfoloških cjelina :

1. Predgorsku stepenicu ili Podgorje
2. Primorski strmac ili Prigorje
3. Vršnu zaravan
4. Zagorsku padinu ili Zagorsko prigorje
5. Rasjedne zabiokovske udoline

Predgorska stepenica čini uski flišni pojas koji počinje od morske obale koji se potom strmo uspinje prema planinskom masivu. Nakon otprilike 500 metara nastavlja se primorski strmac, prosječnog nagiba 49 ° sastavljen od golih vapnenačkih stijena i litica i slabo pošumljen. Sljedeća cjelina je vršna zaravan. Izrazito okršena zaravan počinje od 1000 – 1200 mnv, nalazi se na obje strane planinskih masiva, a proteže se sve do najvišeg vrha Sv. Jure (1762 m). U ovom pojasu javlja se najveći broj krških geomorfoloških pojava, kao što su ponikve i jame. Zbog osobite morfologije terena taj tip krša naziva se *mrežasti krš*. Zagorska strana Biokova sastoji se od dvije cjeline, Zagorske padine i Prigorja. Zagorska padina, koja je manje strma od Prigorja spušta se do oko 500 mnv te je bogata vegetacijom. Posljednja cjelina spušta se od 500 – 300 mnv i dio je Župsko-raške i Rastovačko-žeževičke rasjedne zabiokovske udoline (Dragušica i Ozimec, 2008.).

3. PODACI I METODE RADA

Osnova istraživanja je baza podataka speleoloških objekata dobivena iz Parka prirode Biokovo. Navedena baza posljednih godina nije ažurirana, te vjerojatno ne odgovara današnjem stanju. Baza dobivena od Parka prirode Biokovo sadrži atributivne podatke o koordinatama, datumu istraživanja te dubini i duljini objekta. Baza je necjelovita, tj. svi objekti ne sadrže sve podatke. Unutar granica PP Biokovo, prema bazi podataka preuzetoj iz same uprave Parka, nalazi se 210 poznatih speleoloških objekata od kojih je 158 istraženo.

Za potrebe istraživanja reljefa iz Parka prirode Biokovo zatražen je i dobiven digitalni model reljefa. DEM je rasterski prikaz reljefa, u kojem svaka ćelija obuhvaća 100 m^2 i sadrži njegovu nadmorsku visinu. Model je dobiven metodom digitalizacije izohipsi, te metodom uporabe mreže nepravilnih trokuta (TIN) u ArcMap softveru, a rezolucija dobivenog modela je 10x10 m. Model je korišten za analizu hipsometrije, nagiba, vertikalne raščlanjenosti i ekspozicije padina. Analize su izrađene u nacionalnom projiciranom koordinatnom sustavu HTRS96 TM.

Za potrebe izrade ovog rada u ArcMapu je izračunata prostorna gustoća speleoloških objekata alatom Point Density. Povodom utvrđivanja utjecaja geološke građe na pojavu speleoloških objekata, na vektorizirani sloj sa geološkim razdobljima preklopljen je sloj sa speleološkim objektima dobiven iz baze PP Biokovo. Površina određenog razdoblja dobila se preko alata Zonal statistics. Za potrebe ovoga rada provedena je i morfometrijska analiza temeljnih parametara reljefa PP Biokovo (nagib padina, hipsometrija, vertikalna raščlanjenost) radi korelacije rezultata s prostornim rasporedom speleoloških objekata. Konačni statistički podaci, o odnosu pojedinog morfometrijskog parametra s prostornom distribucijom speleoloških objekata, dobiveni su preklapanjem točkastog sloja objekata preko vektorskih i rasterskih podloga. Speleomorfološka analiza je odrađena za najdublje objekte unutar PP Biokovo.

Završna faza u provedenom istraživanju bila je sinteza prikupljenih podataka o predmetu istraživanja i rezultata dobivenih iz prethodne faze istraživanja. Karta potencijalnih zona istraživanog područja izrađena je pomoću alata Weighted overlay. Karta potencijalnih zona speleoloških objekata dobivena je na temelju preklapanja parametara uz pomoć Weigted Overlay alata. U analizi su korišteni nagib padina, geološka podloga, nadmorska visina i ekspozicija padina. Prvo su navedeni rasteri alatom Reclassify reklasificirani u pet klasa. Svakoj klasi su dodijeljene ocjene od 1 do 5 koje ukazuju na

utjecaj pojedine klase na pojavnost speleoobjekata, Pri čemu ocjena 1 označava najmanju vjerojatnost pojave objekata, a ocjena 5 najveću vjerojatnost. Nakon dodjele ocjena klasama, svi parametri su preklopljeni uz pomoć alata Weighted Overlay Sum. Kao izlazni rezultat dobivena je karta potencijalnih zona.

Za potrebe izrade rada korišteni su podaci iz postojeće literature. Također, korišteni su članci iz časopisa poput *Velebiten, Speleolog, Speleozin* i sl. Za izradu tabličnih priloga korišten je Microsoft Excel, a za prostornu analizu i vizualizaciju prostornih podataka korišten je ArcGIS 10.3.1.

4. REZULTATI

4.1. Prostorni raspored speleoloških objekata

Od istraženih objekata samo je 18 špilja dok su sve ostalo jame, gotovo 90% (tab 1.). Ukupna dubina objekata je 12 449 metara a duljina 4 833 m. U obzir su uzeti podatci o objektima koji imaju poznatu nadmorsku visinu ulaza. Dubina i duljina su glavne morfometrijske karakteristike speleoloških objekata. Duljina je zbroj tlocrtne duljine svih kanala unutar jednog objekta. Dubina je relativna visinka razlika između kote najvišeg ulaza i kote najdublje točke objekta (Bočić, 2006.).

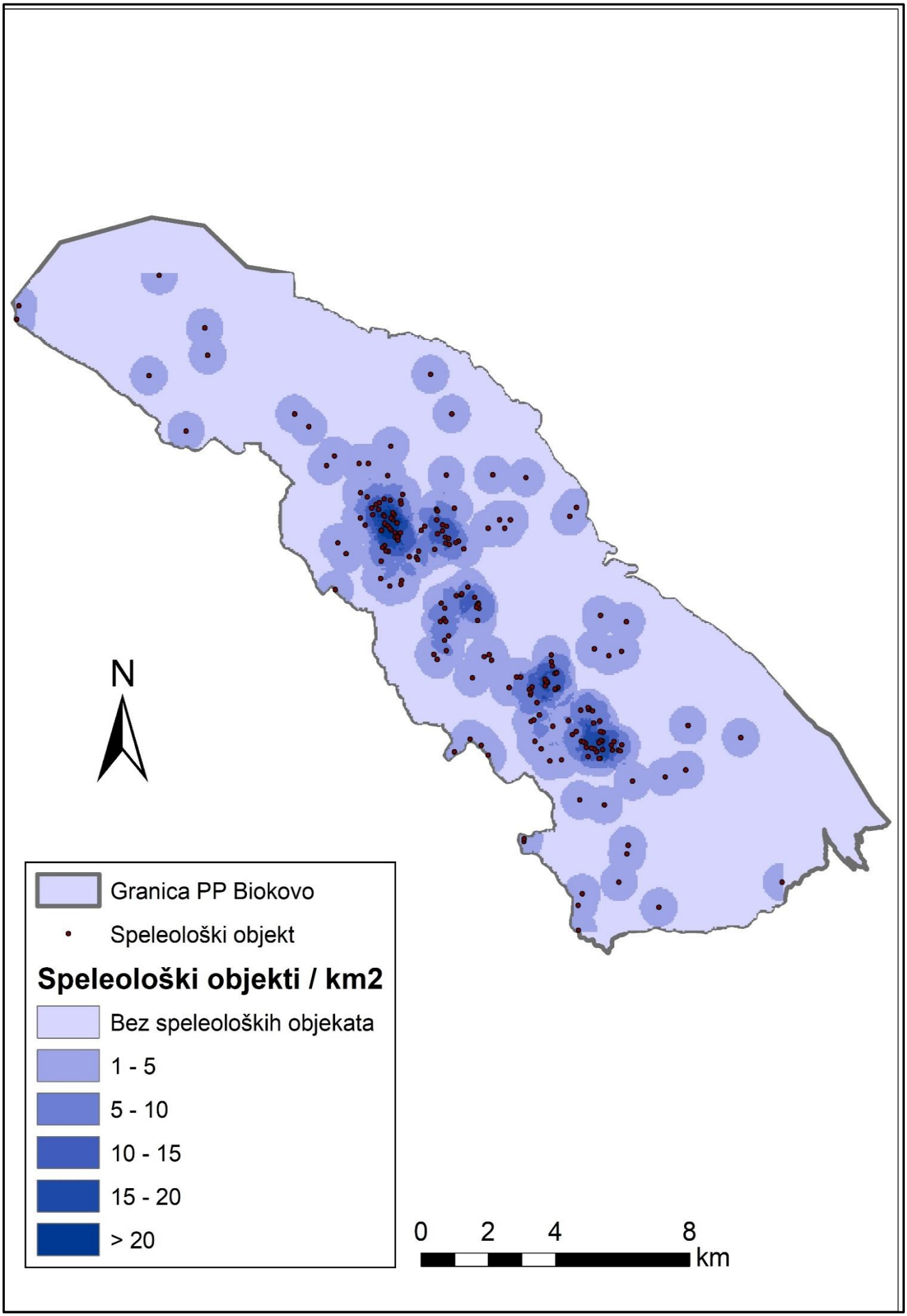
Tablica 1. Speleološki objekti PP Biokovo

Broj objekata	Špilje	Jame	Nepoznato	Ukupna dubina objekata	Ukupna duljina objekata
210	**18**	**140**	**52**	**12 449 m**	**4 833 m**

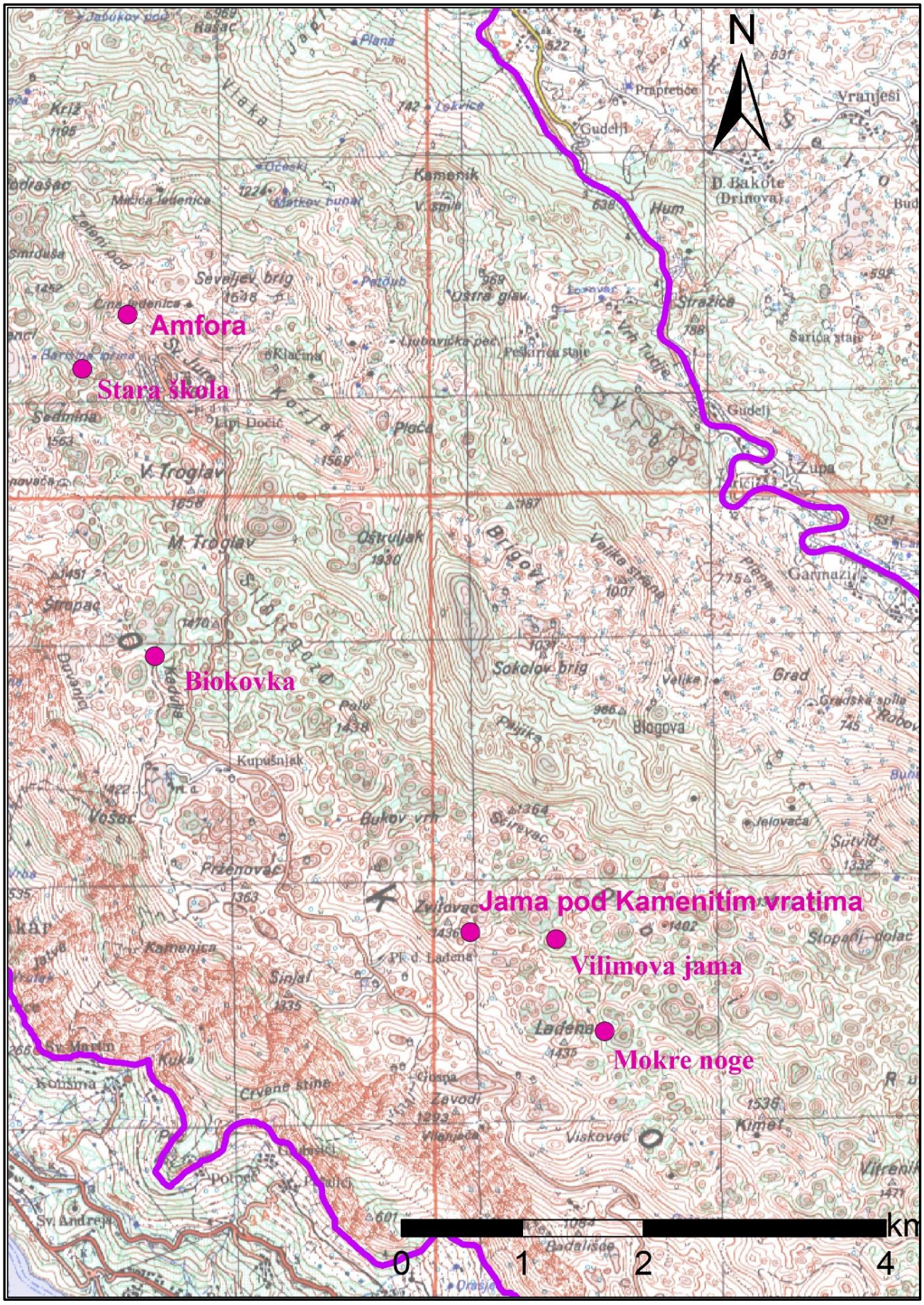
Izvor :Baza podataka PP Biokovo

Najveća gustoća speleoloških objekata iznosi 24,91/km^2, dok prosječna gustoća iznosi 1,14 objekta po km^2. Prva veća grupacija speleoloških objekata nalazi se oko vrhova Štropca te Svetog Jure na SZ djelu Vršne zaravni (sl. 4.). U tom zaravnjenom prostoru vrhovi su uglavnom grupirani uz nekolicinu pojedinačnih ulaza. Sljedeća grupacija smještena je u blizini Vošca te obuhvaća manji broj objekata u odnosu na prvu. Treća veća grupacija objekata nalazi se okolo vrhova Sinjal i Kimet na JI.

Najdublje jame istraživanog područja ravnomjerno su raspoređene unutar SZ i JI grupacije speleoloških objekata (sl. 5.).



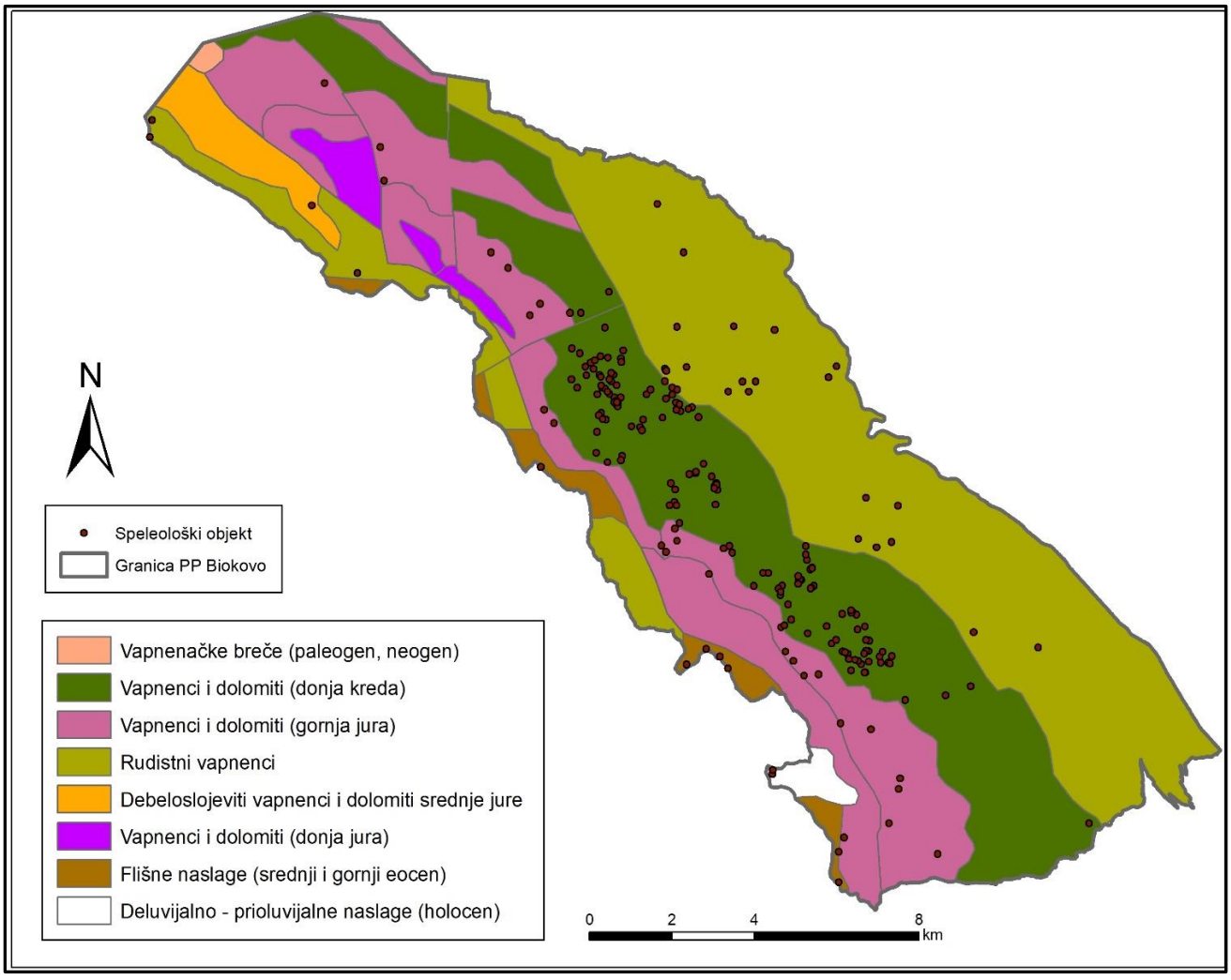
Slika 4.. Gustoća speleoloških objekata u PP Biokovo



Slika 5. Smještaj najdubljih objekata unutar PP Biokovo

4.2. Osnos prostornog rasporeda spleoloških objekata i geološke građe

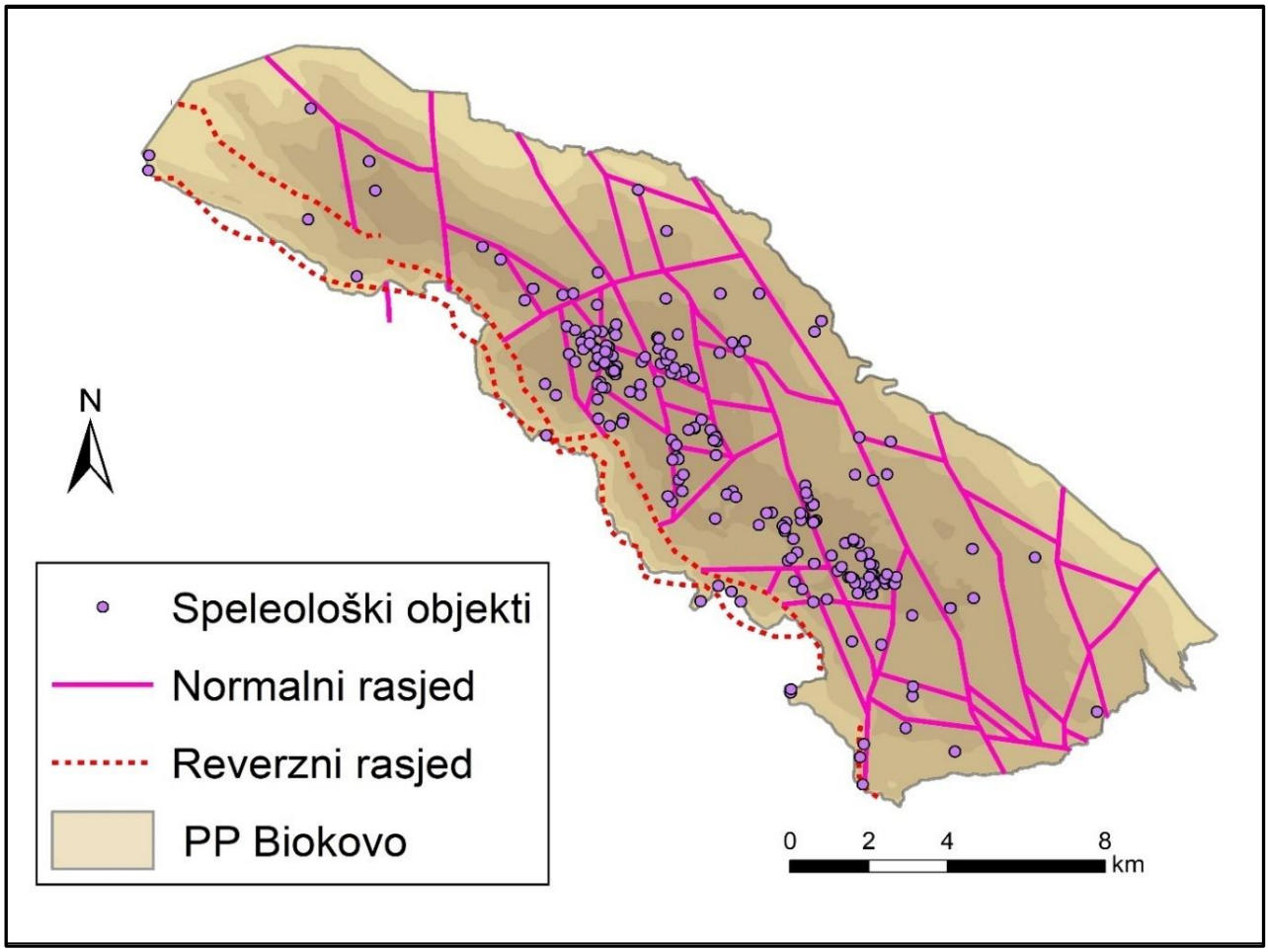
Najveći površinu PP Biokovo uglavnom prekrivaju vapnenačke i dolomitne stijene (96 %) (tab. 2.). Na vapnencima i dolomitima donje krede nalazi se najviše speleoloških objekata – njih 145 te je u tom razredu gustoća speleoloških objekata najveća. Na vapnencima i dolomitima gornje jure nalazi se ulaz u 30 speleoloških objekata. Na slici 6. vidimo smještaj glavnih rasjeda unutar granica Parka i speleoloških objekata.



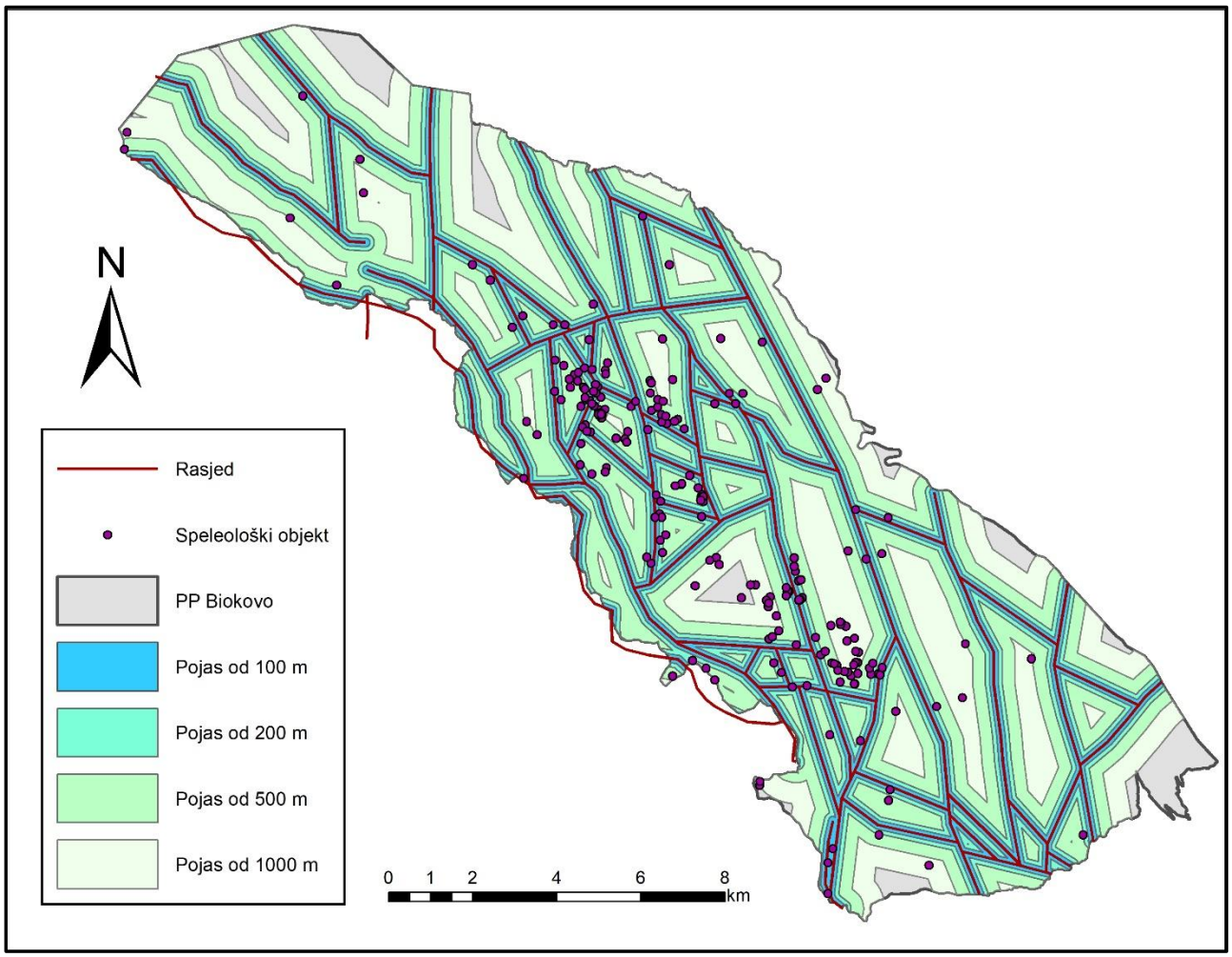
Slika 5. Geološka građa PP Biokovo i smještaj speleoloških objekata

Tablica 2. Relativni udio speleoloških objekata prema geološkoj podlozi

GEOLOŠKA PODLOGA	POVRŠINA (km^2)	OBJEKTI	UDIO OBJEKATA (%)	GUSTOĆA S. OBJEKATA (SO/km^2)
Vapnenačke breče	0,87	**0**	0	**0**
Vapnenci i dolomiti donje krede	62,60	**145**	69,05	**2,3**
Vapnenci i dolomiti donje i gornje jure	45,37	**30**	13,81	**0,7**
Rudistni vapnenci	73,60	**24**	11,43	**0,3**
Debeloslojeviti vapnenci i dolomiti	6,56	**1**	0,48	**0,2**
Flišne naslage	4,55	**7**	3,81	**1,5**
Deluvijalno - proluvijalne naslage	1,95	**3**	1,43	**1,5**



Slika 7. Smještaj speleoloških objekata u odnosu na rasjede



Slika 8. Smještaj speleoloških objekata u odnosu na udaljenost od rasjeda

Vidimo da se speleološki objekti pojavljuju u neposrednoj blizini rasjeda te da većina rasjeda ima pružanje kao i samo Biokovo, SZ – JI, uz manji broj poprečnih rasjeda (sl.7.). Najveći broj speleoloških objekata nalazi se u pojasu od 500 metara od rasjeda.

Tablica 3. Udaljenost speleoloških objekata od rasjeda

Pojas udaljenosti od rasjeda (m)	Broj speleoloških objekata	Udio (%)
100	45	21,33
200	47	22,27
500	83	39,34
1000	36	17,06

4.3. Odnos prostornog rasporeda speleoloških objekata i morfometrijskih parametara reljefa

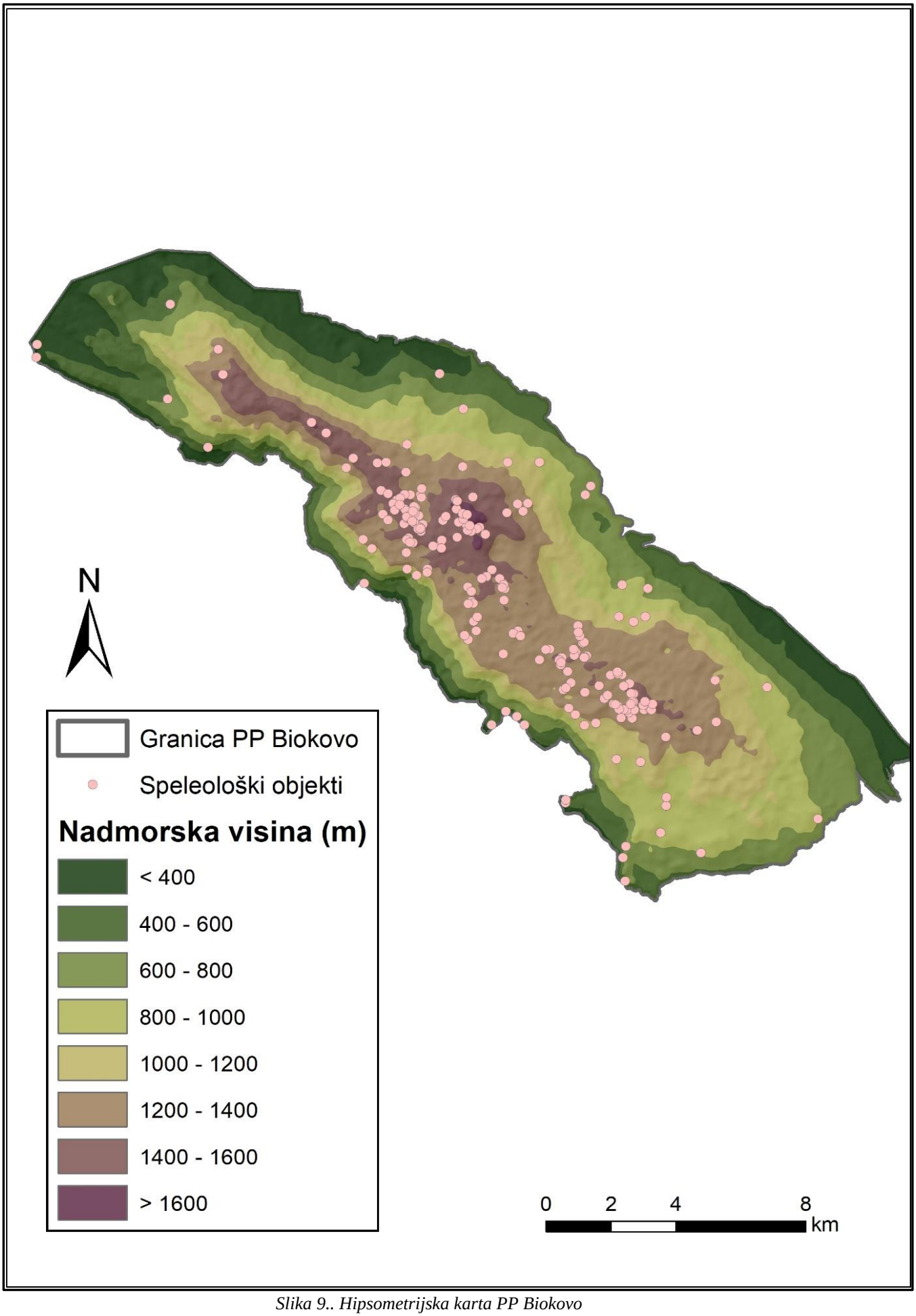
Iz analize vidimo da se najveći broj speleoloških objekata nalazi iznad 1200 metara nadmorske visine (NV) (tab 3.). Najveću površinu PP zauzima pojas od 1200 – 1400 m NV. Najveću gustoću ima površinom najmanji razred, onaj iznad 1600 m NV. Kao rezultat analize, uočava se veća promjena u nadmorskoj visini u priobalnom dijelu što upućuje na strme padine.

Tablica 4. Površina hipsometrijskih razreda PP Biokovo

NV	POVRŠINA (KM^2)	UDIO OBJEKATA (%)
< 400	22	3,81
400 - 600	28,25	4,76
600 - 800	31,81	3,81
800 - 1000	32,23	6,67
1000 - 1200	26,75	9,05
1200 - 1400	39,15	38,57
1400 - 1600	14,62	30,48
> 1600	0,69	2,86

Tablica 5. Speleološki objekti prema hipsometrijskoj podjeli

NV	OBJEKTI	OBJEKT / KM^2
< **400**	8	36,36
400 - 600	10	35,40
600 - 800	8	25,15
800 - 1000	14	43,44
1000 - 1200	19	71,03
1200 - 1400	81	206,90
1400 - 1600	64	437,76
> **1600**	6	869,57



Slika 9.. Hipsometrijska karta PP Biokovo

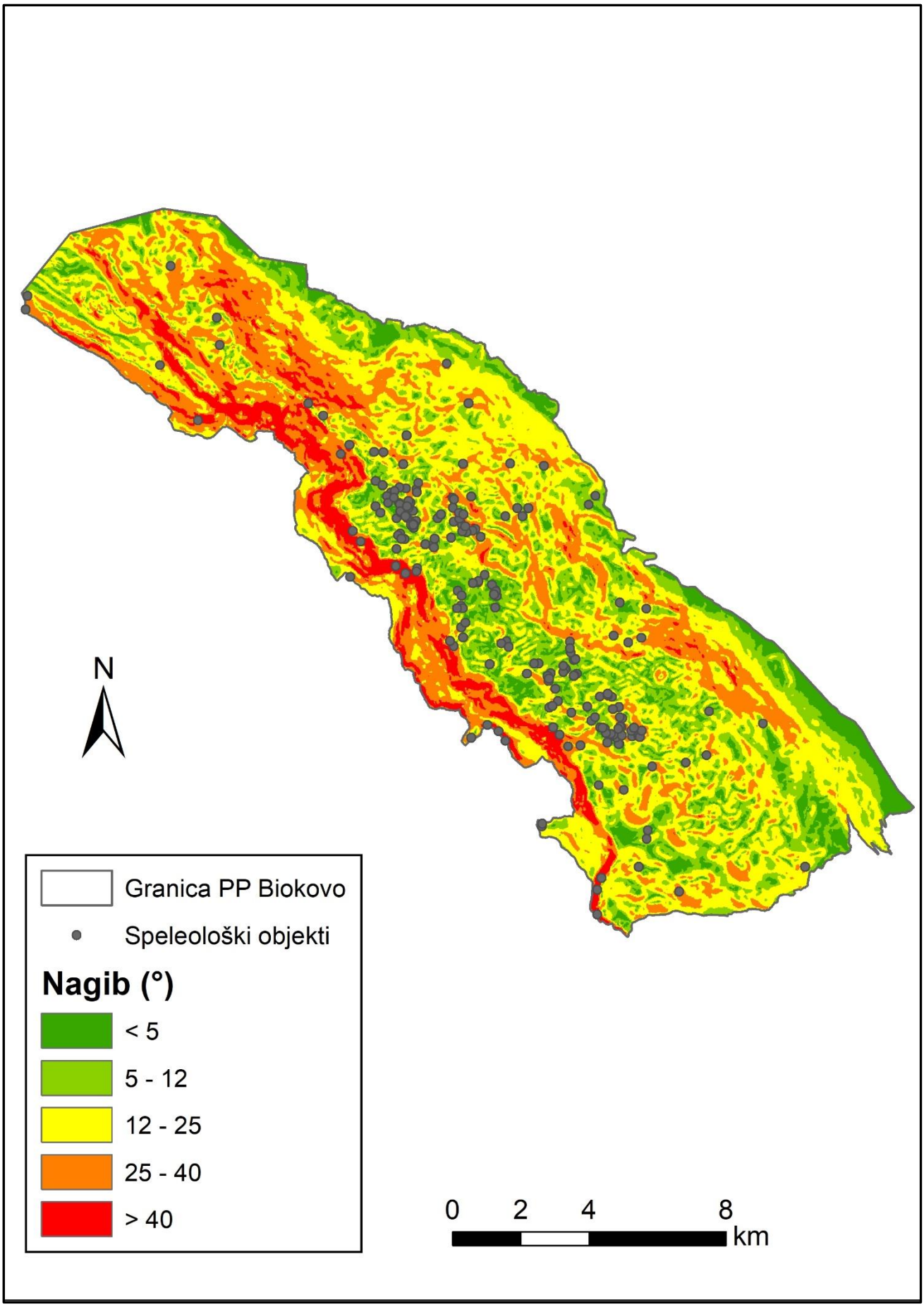
Analiza je pokazala da najveći dio površine istraživanog područja ima nagib padina od 12 - 25 °, a u pojasu od 5 – 12 ° nalazi se najveći broj speleoloških objekata – njih 84 (tab. 5.). Najmanji dio površine PP Biokova ima nagib padina iznad 40 ° te ispod 5 °. Iako zauzima najmanji dio površine, čak 23 % objekata se pojavljuje na prostorima tog nagiba (tab. 6.).

Tablica 6.. Nagib padina

NAGIB (°)	POVRŠINA (km^2)
< **5**	14,18
5 - 12	41,22
12 - 25	83,3
25 - 40	54,11
> **40**	2,69

Tablica 7. Odnos nagiba padina i speleoloških objekata

NAGIB (°)	OBJEKTI	UDIO OBJEKATA (%)	GUSTOĆA S. OBJEKATA (SO / KM^2)
< **5**	37	**17,62**	260,93
5 - 12	84	**40**	203,78
12 - 25	65	**30,95**	78,03
25 - 40	12	**6,19**	22,18
> **40**	11	**5,24**	408,92



Slika 10. Nagibi padina PP Biokovo

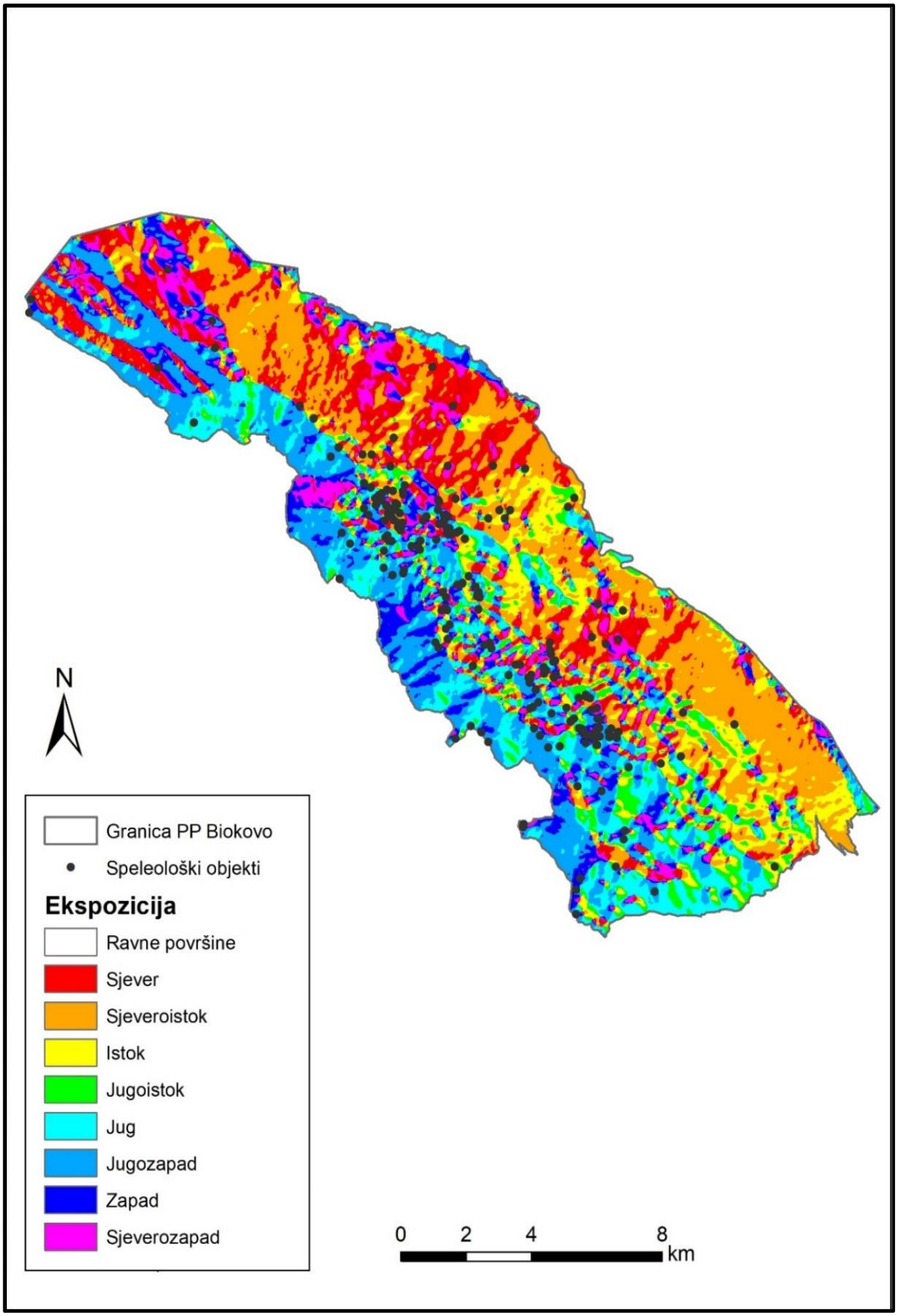
Ekspozicija padina označava smjer upada sunčevih zraka na površinu, odnosno okrenutost padine strani svijeta. Egzogeni faktori različito utječu na različito orijenitrane padine. Na slici br. 8. je vidljivo kako se speleološki objekti uglavnom nalaze na sjeverno orijentiranim padinama. Ekspozicija padina označava smjer upada sunčevih zraka na površinu, odnosno okrenutost padine strani svijeta. Kao što se može vidjeti u tablici br. 9., speleološki objekti najviše se nalaze na području koje je okrenuto sjeveru, njih 21,43 %.. Najveću površinu prostora PP Biokovo zauzimaju sjeverno i sjeveroistočno eksponirane padine, te se u tom pojasu nalaze 74 speleološka objekta (35 %) (tab. 7.).

Tablica 8. Površina padina prema ekspozicijama i udjeli objekata

EKSPOZICIJA	POVRŠINA (km^2)
Sjever	31,51
Sjeveroistok	46,75
Istok	18,68
Jugoistok	12,89
Jug	23,37
Jugozapad	32,85
Zapad	15,67
Sjeverozapad	13,78
UKUPNO	**195,5**

Tablica 9. Gustoća s. objekata u razredima ekspozicije padine

EKSPOZICIJA	OBJEKTI	UDIO OBJEKATA (%)	GUSTOĆA S. OBJEKATA (SO / KM^2)
Sjever	45	**21,43**	142,81
Sjeveroistok	29	**13,81**	62,03
Istok	36	**17,14**	192,72
Jugoistok	18	**8,57**	139,64
Jug	30	**14,29**	128,37
Jugozapad	32	**15,24**	97,41
Zapad	5	**2,38**	31,91
Sjeverozapad	15	**7,14**	108,85
UKUPNO	**210**	**100**	**107,42**

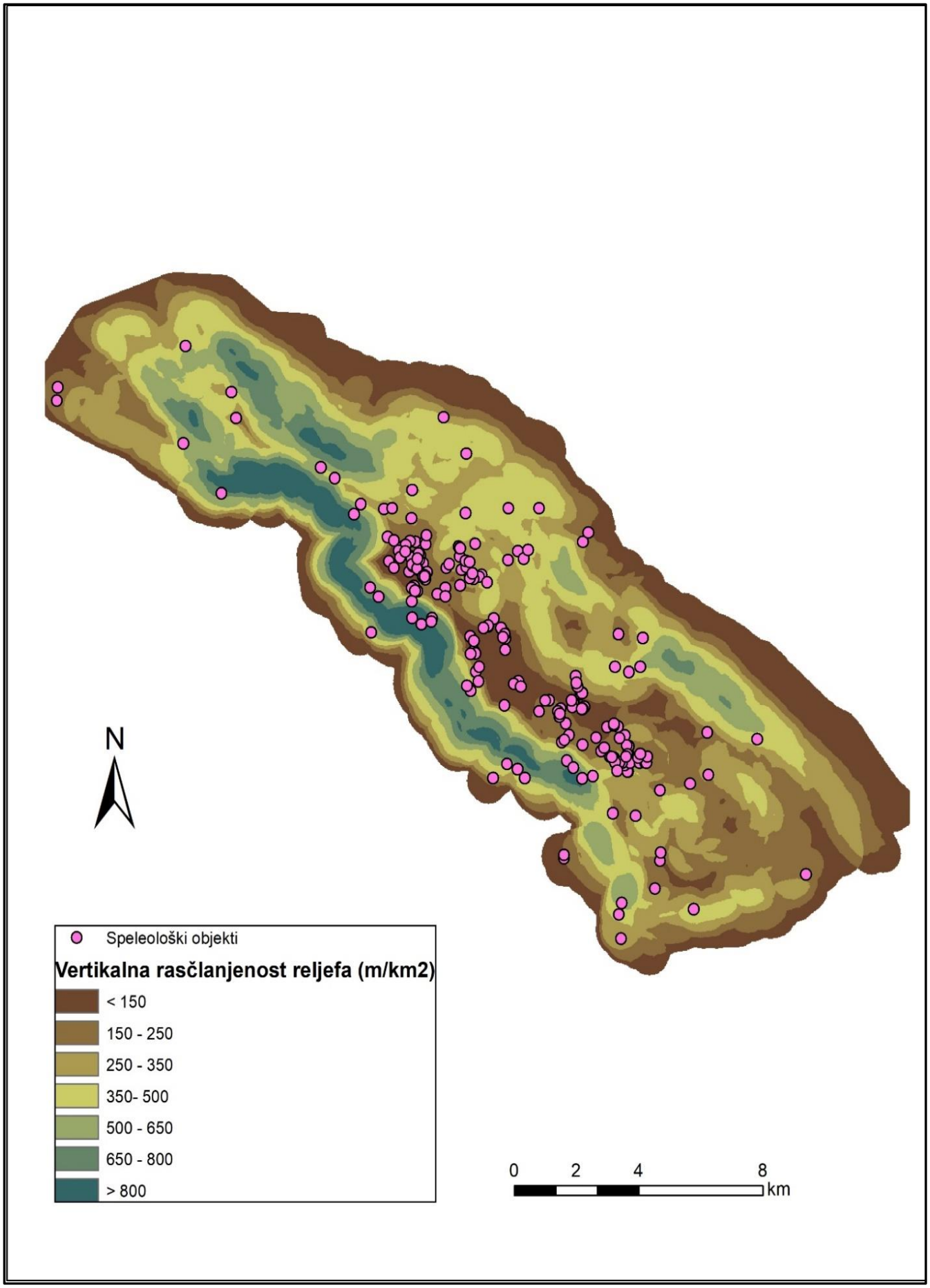


Slika 11. Ekspozicija padina PP Biokovo

Vertikalna je rasčlanjenost morfometrijski parametar koji predstavlja razliku između najviše i najniže točke unutar promatrane površine. Lozić (1995) navodi kako područja s većom vertikalnom rasčlanjenosti karakterizira jača erozija dok prostore manje vertikalne rasčlanjenosti jača akumulacija. Prosječna vrijednost vertikalne rasčlanjenosti promatranog prostora iznosi 327 m/km^2 što ovo područje prema Lozić (1995) smješta u područja izrazito rasčlanjenog reljefa (sl.10.) U ovom radu nisu primjenjivane standardne kategorije vertikalne rasčlanjenosti jer se tako ne bi najbolje opisao prostor. Najveći broj objekata nalazi se u razredu vertikalne rasčlanjenosti od 150 – 250 m/km^2.

Tablica 10. Udjeli speleoloških objekata prema razredu vertikalne rasčlanjenosti

VRR (m/km2)	OBJEKTI	UDIO OBJEKATA (%)
< 150	39	**18,57**
150 - 250	77	**36,67**
250 - 350	48	**22,86**
350 - 500	24	**11,43**
500 - 650	10	**4,76**
650 - 800	8	**3,81**
> 800	4	**1,90**



Slika 12. Vertikalna rasčlanjenost terena i speleološki objekti

4.4. Morfologija i speleogeneza najdubljih jama na Biokovu

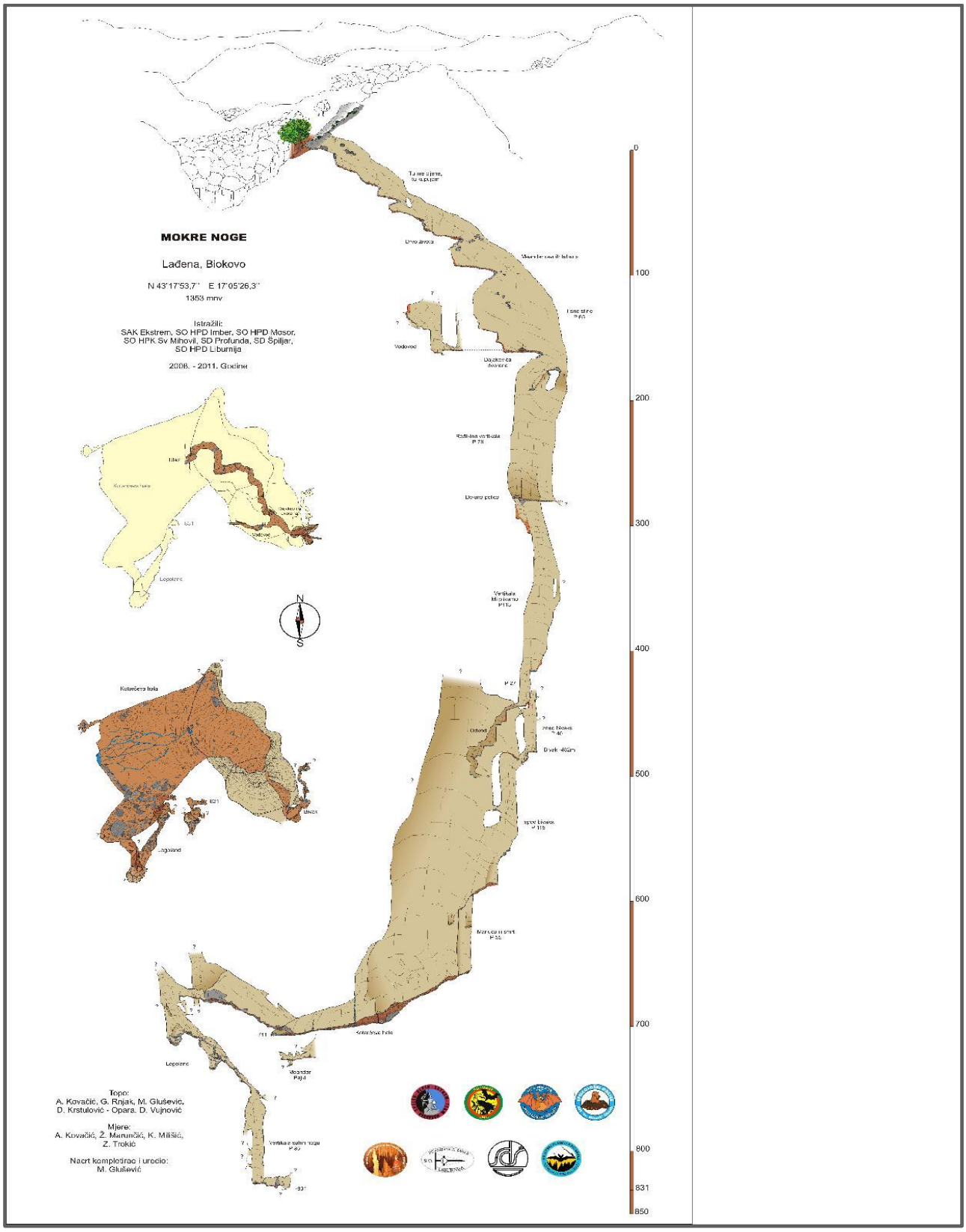
Mokre noge

Jama Mokre noge (sl. 10.) najdublja je jama na Biokovu te četvrta jama po dubini u Hrvatskoj. Jamu Mokre noge pronašli su članovi SAK Ekstrem 2009. godine prilikom izviđanja terena za Ekstremovu zimsku turu. U prvom navratu spustili su se pedesetak metara duboko koristeći se debljim granama za spuštanje niz manje ulazne vertikale. Od tada se jama istražuje tijekom više akcija te je pritom jama nacrtana do -430 m, a spustilo se u dvoranu na -700 m. Ime je dobila poradi kišnog vremena i mokrih nogu tijekom prvog istraživanja (URL 4).

U najnovijim ekspedicijama bilo je potrebno pet silazaka da bi 31 spelolog pripremio put za troje speleologa. Cilj im je bio doći do tzv. Kotarčeve hale, odnosno najdublje dvorane Mokre jame. Navedena velika dvorana duga je 200 metara te se nalazi na 700 metara dubine. Široka je 80 i visoka 50-5ak metara te se smatra jednom od najimpresivnijih dvorana Biokova.

Speleolozi su došli su preko jednog boka i otvora s kojeg su se morali spuštati još 30-tak metara kako bi došli do dna dvorane. Kroz nju teče potočić, a visinska razlika dvorane je oko 30 metara. Tijekom ovog istraživanja prikupljena su dva uzorka nove vrste kornjaša. Također, tijekom ovog pothvata topografski su snimljene četiri duboke jame (URL 4).

Jama je kolektor oborinskih voda koje se sustavom kanala (meandara) ulijevaju u glavni „odvod“, odnosno vertikalu. Na taj se način morfologija jame mijenja s dubinom te početne kratke okomice od desetak metara postaju sve veće i prelaze sto metara. Vertikale završavaju u tzv. Kotarčevoj hali. Jedan dio dvorane nastavlja se u kanal koji se otvara u novu okomicu (URL 4).

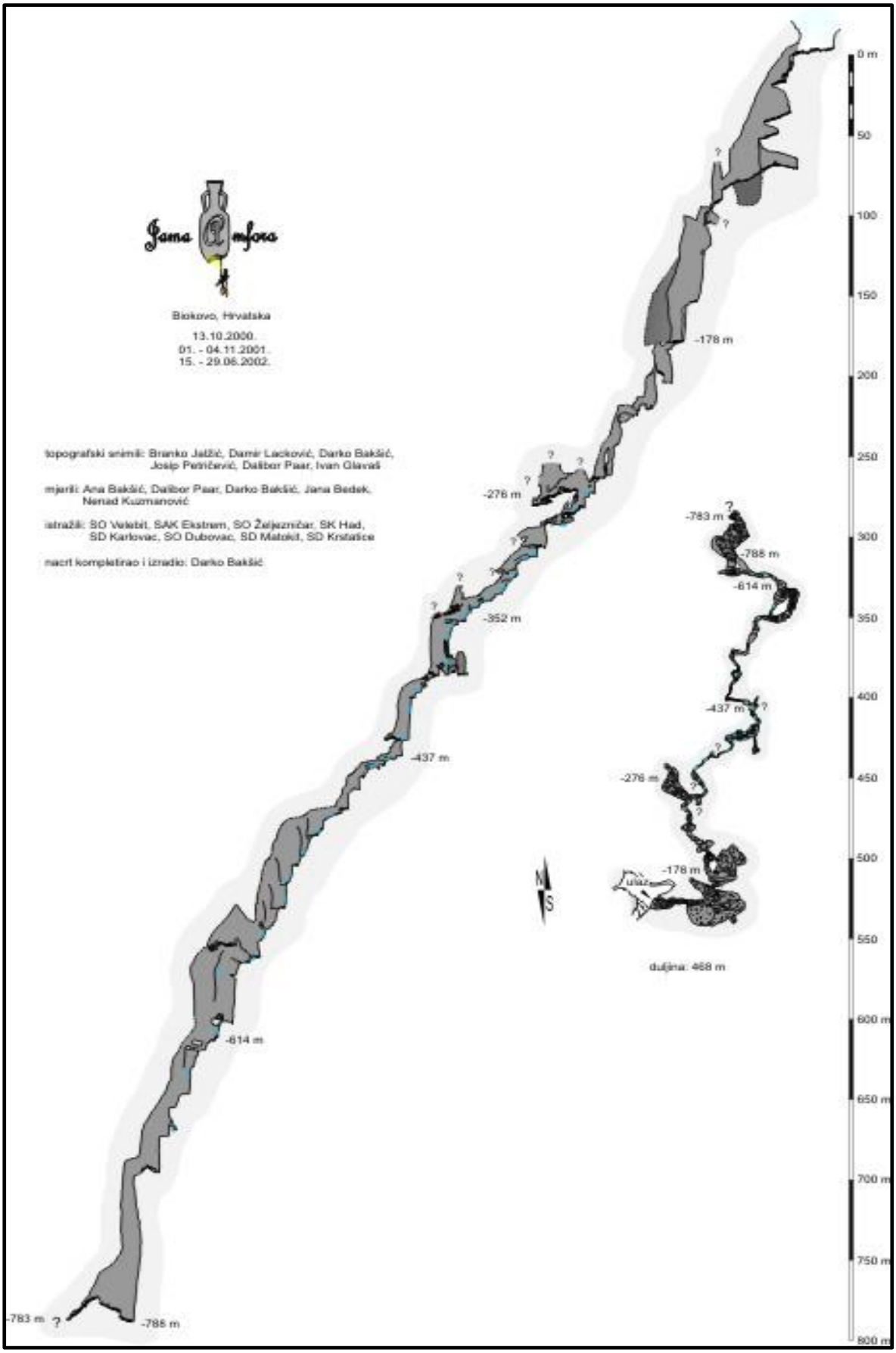


Slika 13. Jama Mokre noge
Izvor : http://speleologija.eu

Amfora

Jedna od najpoznatijih jama Biokova je 788 metara duboka Amfora. Prvo istraživanje Amfore bilo je 1998. godine u organizaciji SAK Ekstrema iz Makarske. Do 2000. godine organiziralo se niz istraživanja koji su rezultirali nacrtom priloženim nakon poglavlja. Ulaz u jamu nalazi se u blizini najvišeg vrha Sv. Jure, na visini od 1680 metara, u vrtači dubine 50ak metara. Amfora je jama koljenastog morfološkog tipa. Ulaz u jamu veličine je 6 x 8 metara, nakon kojeg se prostire vertikala duboka 73 metra. Na dnu ulazne vertikale nalazi se dvorana dimenzija 30 x 16 metara, u čijoj jugozapadnoj strani se nalazi otvor vertikale. Ta vertikala završava nakon 20 metara, a na sjevernoj strani dvorane nalazi se skok od 7,5 metara koji vodi u još jednu, manju dvoranu. (Bockovac, 1999.).

Na 178 metara dubine nalazi se druga dvorana dimenzija 20 x 10 metara, iz koje se protežu dva prolaza koji se spajaju u vertikali. Treća dvorana nalazi se nakon vertikale od 19 metara. Na 262 metra nalazi se još jedna dvorana u kojoj se nalazi stalni vodeni tok, a na 352 metra je mala dvorana sa jezercem čiji kanal se nastavlja uskim meandrom prema dolje (URL 5). Na dnu Amfore nalazi se urušena dvorana dimenzija 25 x 10 metra. Iz nje se uskim kanalom koji je umjetno proširen, dolazi na najdublju točku jame od 788 metra. Daljnje napredovanje nije moguće zbog opasnosti od urušavanja kamenih blokova, ali jako strujanje zraka indicira nastavak jamskih kanala iza ovog urušenog suženja (URL 5).



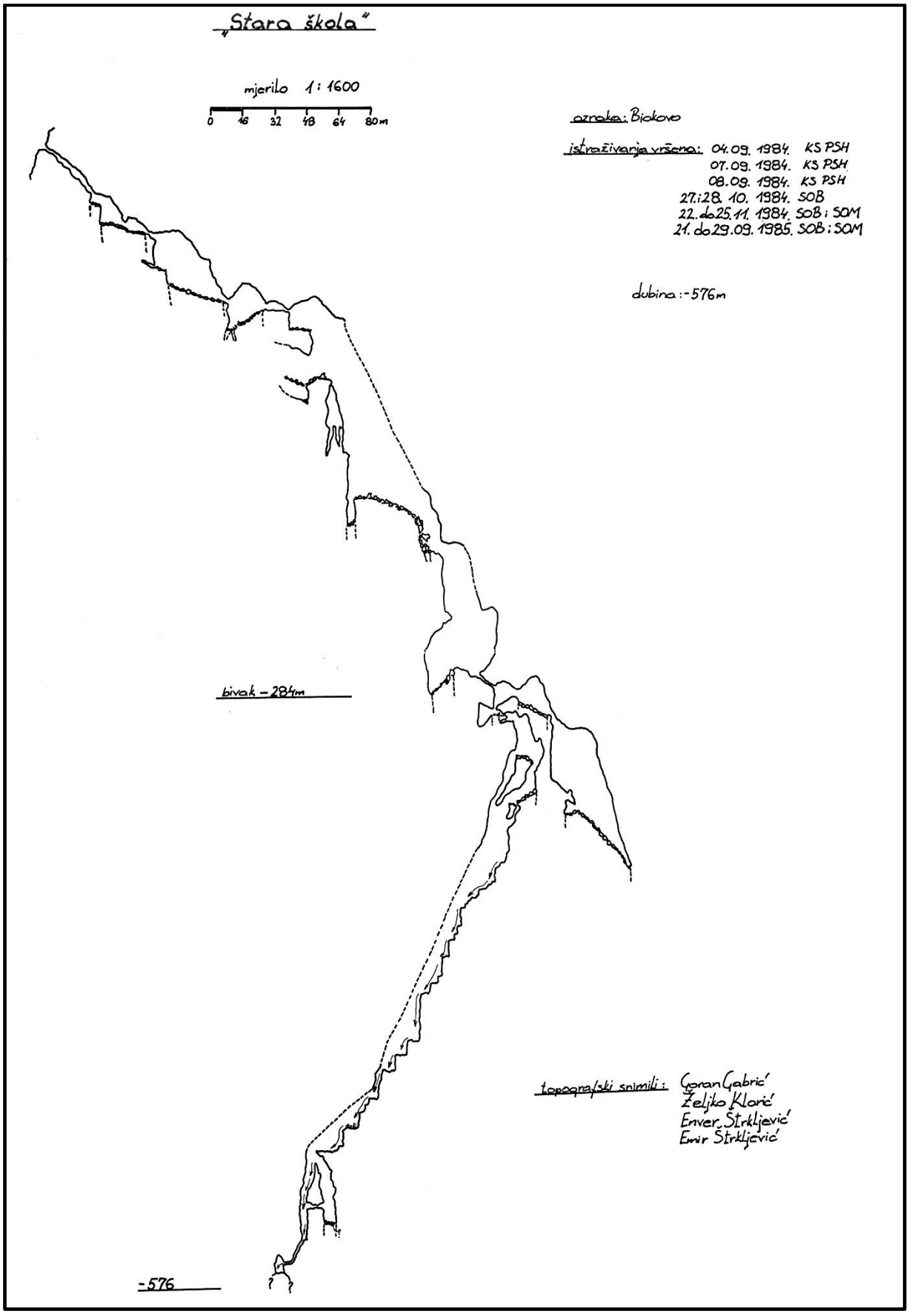
Slika 14. Jama Amfora

Stara škola

Jama Stara škola (-576 m) otkrivena je 1984., prilikom održavanja 5. speleološkog logora KS HPS. U periodu od 1985. do 1993. bila je najdublja jama Hrvatske, a nalazi se sjeverno od vrha Sedimine (1563 m), u nizu dubokih vrtača predjela Bariša torine. Ulaz koji se teško uočava smješten je na sjevernoj padini 70 m duboke vrtače. Ova jama ime je dobila po nazivu stare, uigrane ekipe speleologa koja je provela prvu akciju istraživanja. Zbog složenosti akcije istraživanje objekta odvijalo se u pet faza, pa je u tim akcijama sudjelovao veliki broj istraživača.

Jama je nastala u međuslojnoj pukotini i čini koljenasti razgranati objekt. U hidrološkom smislu jama je nekada imala funkciju aktivnog ponora, a danas se vodeni tok javlja samo ispod 360 m. Do -90 m izmjenjuju se manje vertikale s horizontalnim kanalima, a dalje do -350 m dominiraju veće vertikale nastale na rasjedu smjera sjeverozapad-jugoistok. Od -350 m do dna na -576 m nastavlja se hidrološki aktivni meandar koji je u nekim dijelovima teško prohodan. Na ovom području nalaze se i manje vertikale i dvorane nastale na sjecištu rasjeda.

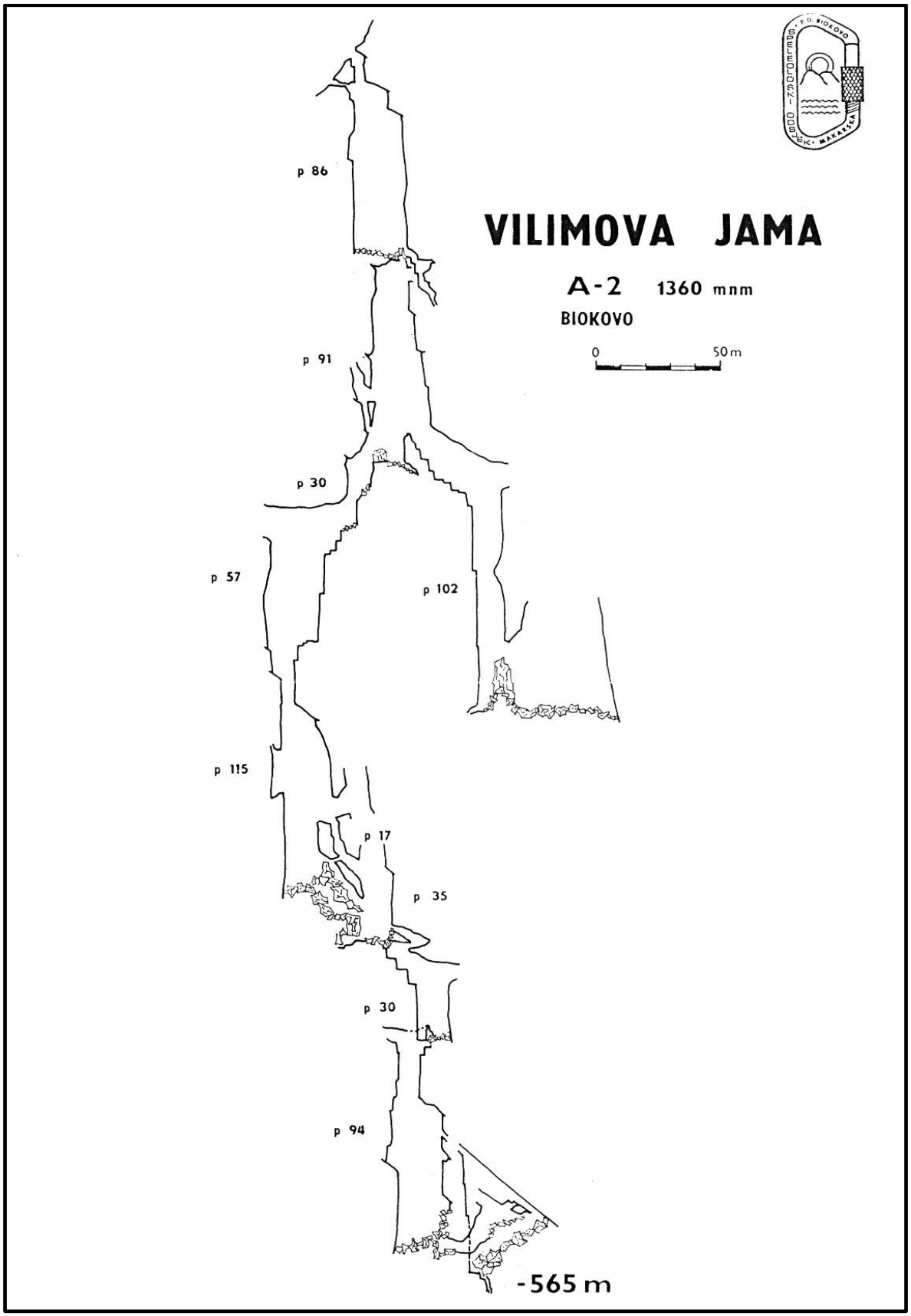
Na pukotinastom dijelu jame strop se ne vidi, a prisutan je stalni tijek vode. Jama završava s dvjema neprolaznim pukotinama kroz koje otječe voda. Daljnje napredovanje može se realizirati samo uz tehnički zahvat klesanja i miniranja. Budući da kod ove jame postoji mogućnost napredovanja u još veću dubinu, bilo bi dobro organizirati daljnja istraživanja (Bušelić, Ozimec, 2008).



Slika 15. Jama Stara škola

Vilimova jama

Vilimova jama smještena je na sjevernoj padini vrha Brisa na visini od 1360 m i duboka je -565 m. Jamu su otkrili slovački speleolozi koji su istraživanje vršili u periodu od 1984. do 1985. godine. Iza manjeg otvora od 3,5 m slijedi vertikala od -180 m koja je razdvojena policom na dnu gdje se jama račva u dva dijela. Istočni kanal nastavlja s meandrom i završava u organiziranoj dvorani Majkovaca (30x40 m) na 300 m dubine. Zapadni se kanal otvara u veliku vertikalu od 115 m koja završava dvoranom s velikim urušenim kamenjem. Kroz njih se manjim skokovima dolazi do vertikale od 94 m, te navedena vertikala završava dvoranom dimenzija 35x35x40 m na dubini od -565 m. Ova jama je slabo zasigana, te se sigovina nalazi samo na suženjima u meandrima i na mjestima na kojima puše. Ističu se prekrasno zasigani podovi u dvorani Majkovaca i mali kristali kalcita. Temperatura u jami iznosi oko 3 stupnja celzijusa (Bušelić, Ozimec, 2008).



Slika 16. Vilimova jama

Jama pod kamenitim vratima

Jama pod Kamenitim vratima (-520 m) identificirana je i istražena 1980. godine tijekom održavanja 1. Speleološkog logora Komisije za speleologiju Planinarskog saveza Hrvatske. Ova se jama nalazi na širem području Lokve koje se naziva Kamenita vrata. To je jedan od najokomitijih objekata na Biokovu. Jama je nastala na velikom rasjedu smjera sjever-jug, na kontaktu donjokrednih i gornjokrednih vapnenaca. Nakon ulazne pukotine dimenzija 20x5 m dolazi niz velikih, dijelom prevjesnih vertikala koje su isprekidane policama. Najveća od tih polica nalazi se na -300 m te je dimenzije 15x4 m. Na dnu jame nalazi se dvorana 25x25 m s plitkim jezercem, no razina vode diže se i do 2 m visine. Vodeni tok javlja se na -240 m, a slap na završnoj 70 m vertikali (Bušelić, Ozimec, 2008).

Ulaz je pukotina dugačka 20 m i široka 5 m, a pokraj samog ulaza, 1 m od ruba, raste drvo promjera 70 cm, koje se ujedno koristi i za sidrište. Slijedi 63 metarski skok do police. U prvom dijelu nije prostor sasvim vertikalan, a poslije 15 metara prelazi u prevjes.

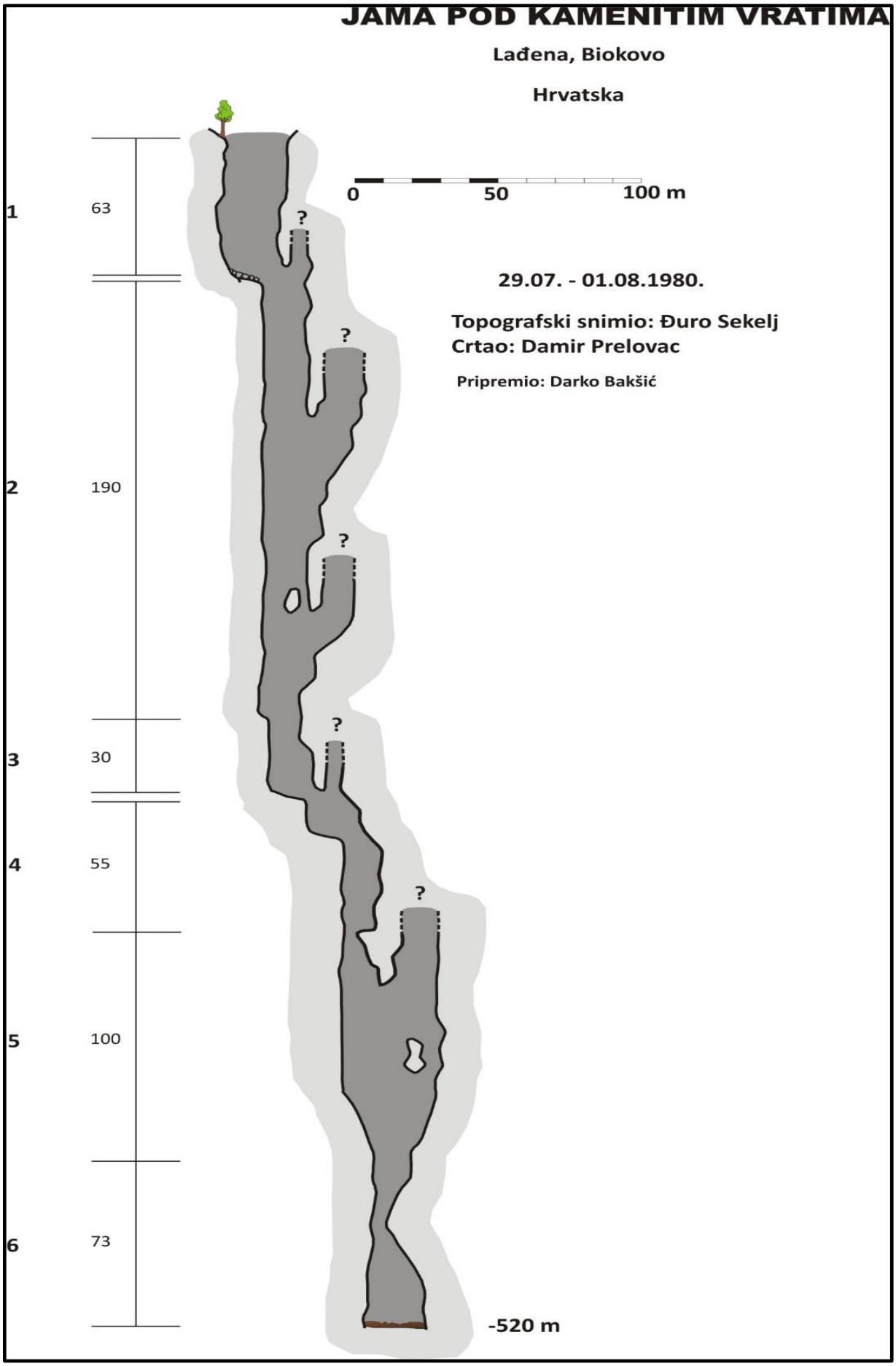
Polica koja je dugačka 10 m i široka 5 m dosta je kosa te se na njoj nalazi snježište. Na desnoj strani police nalazi se kamena izbočina oko koje je prebačeno uže (15 m) i napravljeno je sidrište. Sve navedeno je osigurano jednim spit-klinom koji se nalazi s gornje strane izbočine. Potom slijedi 190 metarski vertikalni skok. U gornjem se dijelu spušta uz stijenu, a nakon 100 m dolazi u prevjes.

Mala polica ima dva spit-klina. Jedan se nalazi na samom podu police, a drugi se nalazi dva metara lijevo u visini glave. Preporuča se ukopčavanje užeta u klin koji je zabijen 2 m lijevo kako bi se izbjegao vodeni tok. Niz skok duljine 30 m spušta se uz samu stijenu do velike police.

Na kraju prostrane police dugačke 14 i široke 4 m nalazi se s desne strane u podu spit-klin koji služi kao sidrište. Odavde 15 metarski skok vodi do niže police dugačke 10 m i 6 m široke. Na njoj postoji mogućnost izrade međusidrišta za slijedeću stepenicu. Dalje se nastavlja 40 metarski skok koji prolazi pokraj manjih polica, a dolazi na policu na koju se treba spustiti na način da se priječi desno 2 m.

Mala je polica veličine 3x2 m, kosa je i posuta sitnim kamenjem. Na rubu poda lijevo nalazi se spit-klin zabijen u živu stijenu i služi za sidrište. Nakon toga slijedi 100 metarski skok u čistom prevjesu. Na kraju tog skoka smještena je veća polica dok se odmah ispod nje nalazi manja polica.

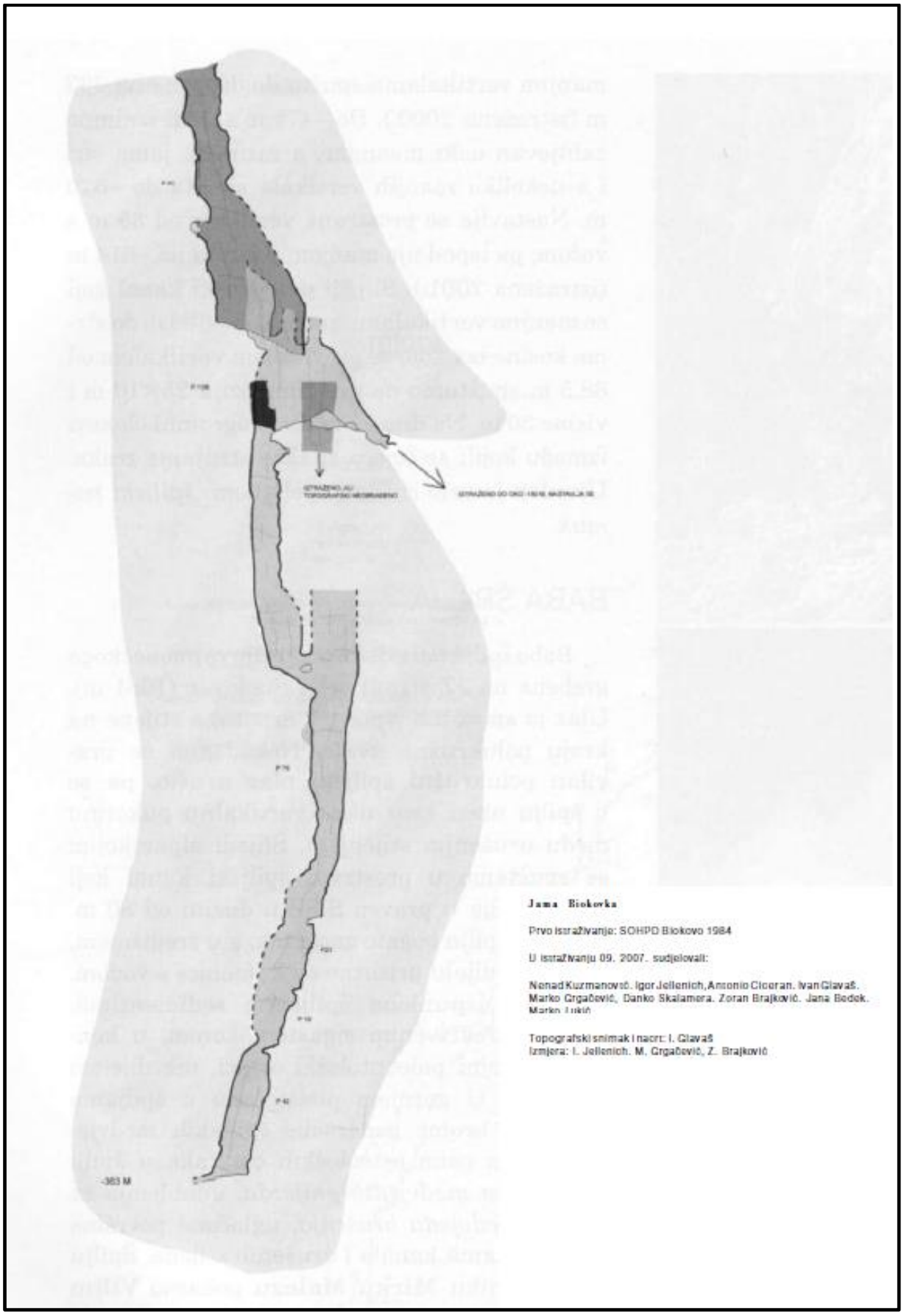
Manja polica je dugačka 1 m, a široka je 2 m, te se na istoj njoj se ne može stajati, već samo sjediti. Sidrište (jedan spit klin) se nalazi uz rub police bliže lijevom zidu. Slijedeći 73 metarski skok u donjem je dijelu prevjesan i njime se dolazi na dno jame, koje je zapravo dvorana površine 25x25 m. Dno je posuto sitnim kamenom, a najniža točka je kanal dužine 5 m, koji je 2 m dublji od samog dna (URL 6).



Slika 17. Jama pod Kamenitim vratima

Jama Biokovka

Jama Biokovka smještena je unutar središnjeg masiva Biokova, odnosno konkretnije u predjelu Kadulja. Ovu jamu su 1984. godine pronališ i istražili članovi SOB-a. U rujnu 2007. je ponovno napravljeno istraživanja, a ovo je istraživanje organizirao SU Spelunka iz Veprinca. Jama Biokovka duboka je 359 m, koljenastog je tipa te se sastoji od prevjesna. Slijedi strma polica s kamenim blokovima i stalagmitom na vrhu te je ovaj dio korišten za bivak. Nakon nje slijedi prevjesna vertikala od 69 m na kojoj jako kaplje voda dok su stijene prekrivene debelim slojem meke sigovine. Nakon manje police slijedi vertikala od 51 m te na tom dijelu voda puno manje curi. Slijedi djelomično suha polica od 6x4 m s koje slijedi skok od 40 m kojim se spušta na dno 6x4. Da bi se osigurao daljnji prolaz, potrebno je klesanje i miniranje (Bušelić, Ozimec, 2008).



Slika 18. Jama Biokovka

5. RASPRAVA

Prostorni raspored speleoloških objekata posljedica je mnogobrojnih uvjeta i čimbenika, a njegovim istraživanjem mogu se dobiti vrijedni podaci. Provedenim istraživanjem utvrđeno je da se na području PP Biokovo, na 195,5 km^2 nalazi ukupno 210 speleoloških objekata (so). Točkasti uzorak prostorne distribucije so potom je omogućio izračun gustoće so po jedinici površine. Analizom doznajemo kako je prosječna prostorna gustoča speleoloških objekata unutar PP Biokovo 1,14 so/km2. Najveća prostorna gustoća od 24,91 objekata po km^2 zabilježena je na području oko Sv. Jure.

Analizom vrijednosti specifičnih morfometrijskih značajki može se zaključiti veći utjecaj geoloških obilježja na pojavu objekata. Preklapanjem sloja sa speleološkim objektima i sloja sa geološkom podlogom vidimo da se najveći broj i najveća gustoća speleoloških objekata nalazi na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi, točnije na vapnencima i dolomitima donje krede (69,05 %) te donje i gornje jure (13,81 %). Litologiju možemo smatrati primarnim čimbenikom jer bez karbonatnih naslaga, nema niti oblikovanja krških oblika (Pahernik, 2012).

Istraživanjem je pokazano da je pojava speleoloških objekata vezana uz raspored rasjeda, tj. da se objekti pojavljuju u blizini rasjeda. Najviše speleoloških objekata pojavljuje se u pojasu od 500 metara udaljenosti od rasjeda, njih 83 što je gotovo 40 %. U zonama od 100 i 200 metara pojavljuje se gotovo isti broj speleoloških objekata, 45 odnosno 47. Na istraživanom području utvrđena je činjenica da pojava speleoloških objekata raste od bližih prema daljim zonama udaljenosti do zone od 500 m. Najmanje objekata pojavljuje se u zoni od 1000 m udaljenosti od rasjeda.

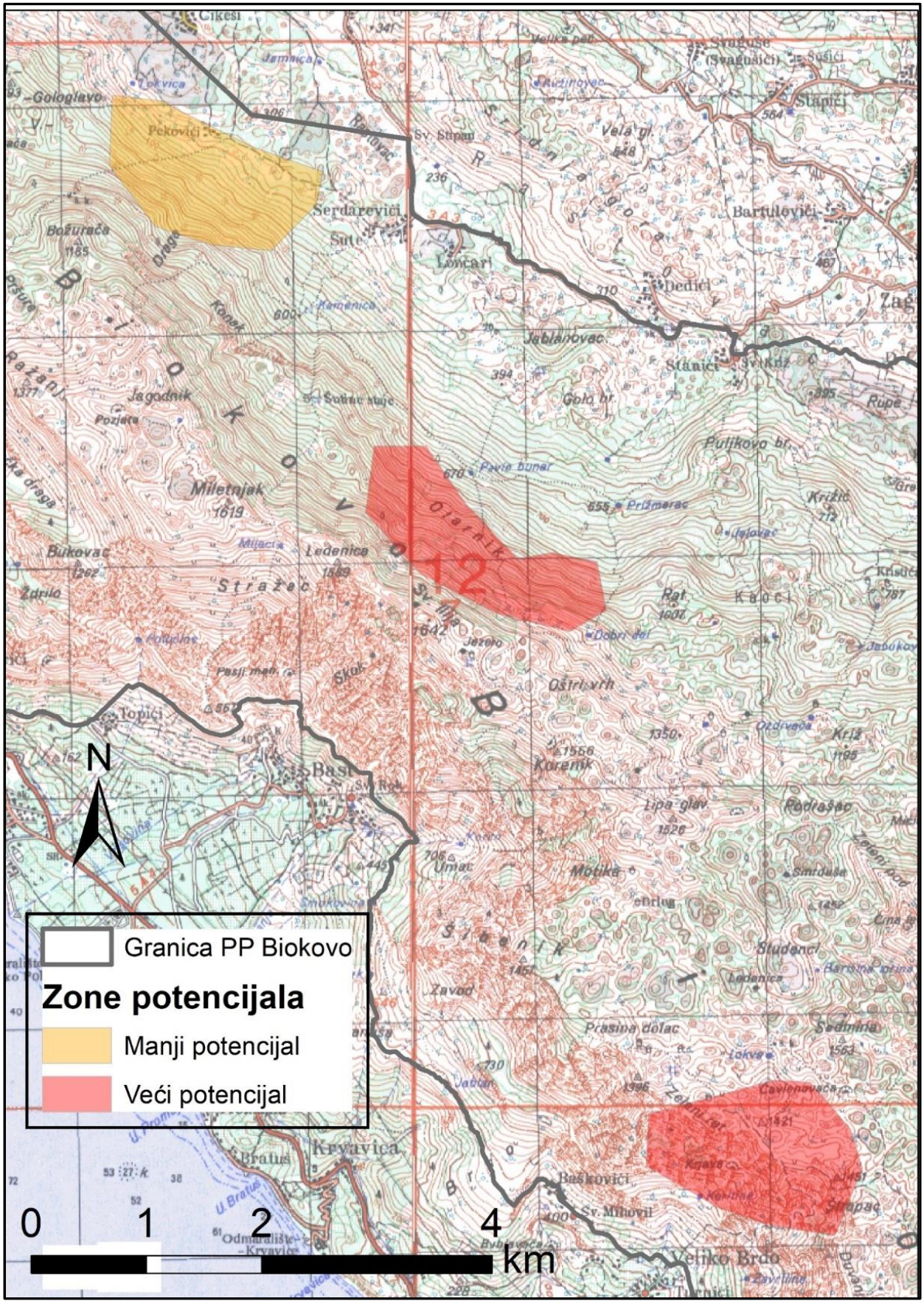
Osim litoloških i strukturno-tektonskih uvjeta, na pojavu speleoloških objekata velik utjecaj imaju i opća morfološka obilježja reljefa. Rezultati istraživanja pokazali su da visina reljefa, nagib padina, vertikalna raščlanjenost reljefa i ekspozicija padina znatno utječu na prostorni raspored objekata.

Najveću površinu Parka zauzima hipsometrijski pojas od 1200 – 1400 metara NV (38,57 %). U njemu se nalazi i najveći broj speleoloških objekata (81). Sljedi pojas od 1400 – 1600 metara NV sa 64 speleoloških objekata. Zbog male površine koju zauzima, pojas iznad 1600 m ima najveću gustoću promatrane pojave iako se u toj zoni nalazi samo 6 speleoloških objekata. Najviše objekata nalazi se u razredu 5° – 12° nagiba padina, 84

objekta. U razredu od 12° - 25° nalazi se 65 objekata. Iako zauzima najmanji dio površine, razred od preko 40° ima najveću gustoću pojave sa samo 11 objekata. Čak 11,43 % speleoloških objekata nastalo je na jako nagnutom tlu, što ponovno ukazuje na važnost tektonskih uvjeta na nastanak ovih krških podzemnih oblika.

Apsolutno najviše speleoloških objekata, odnosno njih 45 nalazi se na sjeverno okrenutim padinama (142,81 so/km^2), dok najveću gustoću pojave imaju padine okrenute istočno (192,72 so/km^2). Važno je naglasiti da je bitan faktor pojavljivanja speleoloških objekata na sjevernim i istočnim padinama vjetar koji puše iz smjera SI, točnije bura. Bura hladi i donosi veće količine padalina na S i I orijentirane padine i tako djeluje na karbonatnu podlogu. Vertikalna raščlanjenost reljefa morfografska je kategorija koja se definira visinskom razlikom najviše i najniže točke unutar određene jedinice na površini terena. Visoke vrijednosti vertikalne raščlanjenosti upućuju na velike nagibe tog područja. Upravo takva područja najkarakterističnija su za primorsku padinu parka. Distribucija vrijednosti vertikalne raščlanjenosti reljefa pokazuje da razred od 150 do 250 m/km^2 sadrži najviše speleoloških objekata – njih 77. Sljedi razred od 250 – 350 m/km^2 sa 48 speleoloških objekata. Analiza morfometrijskog čimbenika vertikalne rasčlanjenosti dovela je do zaključka kako pojavi speleoloških objekata pogoduju reljefi manje vertikalne rasčlanjenosti.

Usporedbom analiziranih parametara izrađena je karta mogućih područja novih speleoloških istraživanja. Izdvojene su zone najveće površine na kojima su se preklapali određeni faktori koji uvjetuju pojavu najvećeg broja speleoloških objekata. Prva zona većeg potencijala pojave speleoloških objekata nalazi se sjeveroistočno od vrha Sv.Ilija (1640 m), dok se druga zona smještena nešto jugoistočnije – u okolici vrtha Štropac (1400 m). Zona manjeg potencijala nalazi se u relativno niskom prostoru zagorske strane Biokova, sjeverozapadno od zona većeg potencijala.



Slika 19. Zone s najvećim potencijalom za pojavu speleoloških objekata

6. ZAKLJUČAK

Geomorfološko i speleološko proučavanje područja PP Biokovo dovelo je do niza zaključaka. Osim krškog krajolika, nužnog za nastanak speleoloških objekata, važnu ulogu igra geološka podloga i intezivna tektonska aktivnost. Najviše speleoloških objekata nalazi se na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi donje krede (69 %).

U radu smo također došli do zaključka da orijentiranost padine, određeni nagib iste, hipsometrijski razred i vertikalna rasčlanjenost imaju utjecaj na pojavu speleoloških objekata. Najveći broj speleoloških objekata (81,18%) pojavljuje se na nadmorskoj visini iznad 1200 metara, na površinama nagiba od 5 – 12 ° (30,95 %) na sjeverno orijentiranim padinama (21, 43 %) te energije reljefa u razredu od 150 – 250 m (36,67 %).

Najviše speleoloških objekata pojavljuje se u pojasu od 500 metara udaljenosti od rasjeda.

Iako iznimno bogatstvo geomorfoloških pojava na Biokovu privlači geologe i speleologe dugi niz godina, međutim prostorni razmještaj i sami speleološki objekti nisu se dovoljno istraživali sa znanstvenog aspekta. Svakako je potrebno provesti terensko istraživanje kako bi se ažurirala baza podataka te tako postavili temelji za sljedeće opširnije analize.

Popis literature

1) Bakšič, D., Jalžić B. 2001.: Jama Amfora, Speleo'zin, Glasilo karlovačkih speleologa, broj 14, godina IX, lipanj 2001., str. 7-9, Karlovac

2) Bakšić, D., Lacković, D. 2002.: Jama Amfora, -614 m – najdublja jama Biokova, Velebiten 36, 16-22, Zagreb

3) Bekavac, N. i dr. 2011: Plan upravljanja Parkom prirode Biokovo za razdoblje 2012.-2022.)

4) Benček, Đ., 2002.: Park prirode Biokovo, Osobitosti geološke građe, Institut za geološka istraživanja Zagreb

5) Benček, Đ., 1981.: Stratigrafsko-strukturni odnosi centralnog dijela Biokova, Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

6) Benček, Đ., 2008.: Geologija Biokova. -U:Ozimec, R. (ur.2008): Biokovo. Graphis d.o.o. Zagreb, Javna ustanova Park Prirode Biokovo, 30-48, Zagreb

7) Bockovac, Ž., 1999.: Speleo`zin, Glasilo karlovačkih speleologa, broj 12, godina VII, prosinac 1999., str. 14-15, Karlovac

8) Bočić, N., 2006.: Najdublji speleološki objekti hrvatskog krša i njihove temeljne geomorfološke značajke, Akademik Josip Roglić i njegovo djelo, Zagreb, 161-181

9) Bočić, N., Buzjak N., 1998.: Speleomorphology of Dry passage in Provala cave (Croatia), Acta Carsologica, XXVII/2, 25-40

10) Bočić, N., Kuhta, M., 2003.: Neki geomorfološki aspekti speleoloških istraživanja u kršu Hrvatske, Zbornik 3. Hrvatskog geografskog kongresa Zadar 2003., Zagreb

11) Bögli, A., 1980.: Karst Hidrology and Physical Speleology, 1-270, Spriger-Verlag, Berlin-Heilderber-New York

12) Bognar, A., 1999.: Geomorfologija i njezin razvoj u Hrvatskoj, Zbornik 2. Hrvatskog geografskog kongresa, Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb

13) Bognar, A., 2001.: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, Acta Geographica Croatica, vol 34., Zagreb

14) Bušelić, S., Ozimec, R., 2008.: Speleologija Biokova. -U.Ozimec, R. (ur.2008): Biokovo. Graphis d.o.o. Zagreb, Javna ustanova Park Prirode Biokovo, 49-73, Zagreb

15) Dragušica, H. I Ozimec, R., 2008.: Geografija i geomorfologija Biokova. -U.Ozimec, R. (ur.2008): Biokovo. Graphis d.o.o. Zagreb, Javna ustanova Park Prirode Biokovo, 11-29, Zagreb

16) Ford, D., Williams, P., 2007: Karst Hidrogeology and Geomorphology, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester

17) Fortis, A., 1984: Put po Dalmaciji, Globus, Zagreb

18) Garašić, M. 1995: Speleogeneza u okviru hidrogeologije krša i procesa karstifikacije, 1. hrvatski geološki kongres, Zbornik radova, Zagreb

19) Herak, M., 1982.: Geologija, Školska knjiga, Zagreb

20) Hrvatski Geološki institut 2009.: Geološka karta Republike Hrvatske 1:300 000, Zagreb

21) Jalžić, B., 2001.,: Prilog povijesti speleoloških istraživanja Biokova, Speleolog, 46/47:53-57, Zagreb.

22) Lozić, S., 1995.: Vertikalna rasčlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, Acta Geographica Croatica, vol. 30, Zagreb, 17 – 28.

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

24) Magaš, N., Marinčić, S. I Benček, Đ. 1979.: Osnovna geološka karta 1:1 000 000. Tumač za list Ploče K 33-35. Institut za geološka istraživanja Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd

25) Marinčić, S., Korolija, B. I Majcen, Ž. 1976.: Osnovna geološka karta 1:1 000 000, list Omiš K 33-22. Institut za geološka istraživanja Zagreb. Savezni geološki zavod, Beograd

26) Marinčić, S., Magaš, N. I Benček, Đ. 1977.: Osnovna geološka karta 1:1 000 000, list Ploče K 33-35. Institut za geološka istraživanja Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd

27) Pahernik, M., 2007: Digitalna analiza padina otoka Raba, *Geoadria* 12 (1), 3-22.

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

29) Raić, V., Ahac, A., Papeš, J., 1968: Osnovna geološka karta 1:1 000 000, list Imotski K 33-23. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd

30) Roglić, J., 1935: Prilog hrvatskoj krškoj terminologiji, Krš Jugoslavije, 9/1, 29-33

31) Roglić, J., 1961: Prilog poznavanju razvoja Cvijićeve misli o kršu, Geografski glasnik, br. 23, Zagreb

32) Sokač, B. 2004.: On some Peri-Mediterranean Lower Cretaceous Dasyclad species (Calcareous Algae, Dasycladales) previously assigned to different genera. Geologia Croatica, 57/1, 1553, Zagreb

33) Velić, I. 2007.: Stratigraphy and paleobiogeography of Mezozoic bentic foraminifera of the karts Dinarides (SE Europe) – Geologia Croatica, 60/1, 1-114, Zagreb

Popis izvora

1) Baza podataka speleoloških objekata PP Biokovo, Javna ustanova Park Prirode Biokovo, Makarska

2) Digitalni model reljefa PP Biokovo, Javna ustanova Park Prirode Biokovo, Makarska

3) URL 1 - http://www.pp-biokovo.hr/ (12.03.2018.)

4) URL 2 - http://earthobservatory.nasa.gov/ (12.03.2018.)

5) URL 3 - http://www.geografija.hr/hrvatska/najdublje-jame-hrvatske/ (16.08.2018.)

6) URL 4 - http://speleologija.eu/mokrenoge/index.html (15.08.2018.).

7) URL 5 - http://speleologija.eu/amfora/ (16.08.2018.)

8) URL 6 - http://speleologija.eu/podkamenitimvratima/index.html (14.08.2018.)

Popis priloga

POPIS SLIKA

Sl.1. Satelitski snimak Biokova

Sl.2. Geografski smještaj PP Biokovo

Sl.3. Geološka karta PP Biokovo

Sl.4. Karta gutoće speleoloških objekata u PP Biokovo

Sl. 5. Slika 5. Smještaj najdubljih objekata unutar PP Biokovo

Sl.6. Geološka građa PP Biokovo i smještaj speleoloških objekata

Sl. 7. Smještaj speleoloških objekata u odnosu na rasjede

Sl. 8. Smještaj speleoloških objekata u odnosu na udaljenost od rasjeda

Sl. 9. Hipsometrijska karta PP Biokvo

Sl. 10.Nagibi padina PP Biokovo

Sl. 11. Ekspozicija padina PP Biokovo

Sl.12. Vertikalna rasčlanjenost terena i speleološki objekti

Sl. 13. Jama Mokre Noge

Sl.14. Jama Amfora

Sl.15. Jama Stara škola

Sl.16. Vilimova jama

Sl.17. Jama pod Kamenitim vratima

Sl.18. Jama Biokovka

Sl. 19. Zone s najvećim potencijalom za pojavu speleoloških objekata

POPIS TABLICA

Tab. 1. Speleološki objekti PP Biokovo

Tab. 2. Relativni udio speleoloških objekata prema geološkoj podlozi

Tab. 3. Udaljenost speleoloških objekata od rasjeda

Tab. 4. Površina hipsometrijskih razreda PP Biokovo

Tab. 5. Speleološki objekti prema hipsometrijskoj podjeli

Tab. 6. Nagib padina

Tab. 7. Odnos nagiba padina i speleoloških objekata

Tab. 8. Površina padina prema ekspozicijama i udjeli objekata

Tab. 9. Gustoća speleoloških objekata u razredima ekspozicije padine

Tab. 10. Relativni udio objekata u pojedinim kategorijama vertikalne raščlanjenosti