

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
GEOGRAFSKI ODSJEK

Maša Paić, Dino Tomić

**KVANTIFICIRANJE VRIJEDNOSTI I UGROŽENOSTI
SPELEOLOŠKIH OBJEKATA ODABRANOG KRŠKOG
PODRUČJA DINARIDA – PRIMJER OZALJSKOG
POBORA**

Zagreb, 2013

Ovaj rad izrađen je na Geografskom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc.dr.sc. Nevena Božića i predan je natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2012./2013.

ABECEDNI POPIS KRATICA

CDI – Cave Disturbance Index

CSI – Cave Sensitivity Indeks

GIS – Geografski informacijski sustavi

IUS – Indeks ugroženosti speleološkog objekta

IVS – Indeks vrijednosti speleološkog objekta

KDI – Karst Disturbance Index

SADRŽAJ RADA

| | |
|------------------------------|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. CILJEVI RADA | 9 |
| 3. METODE RADA | 10 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA..... | 24 |
| 5. ZAKLJU AK..... | 30 |
| 6. ZAHVALE | 31 |
| 7. POPIS LITERATURE..... | 32 |
| 8. SAŽETAK | 35 |
| 9. SUMMARY..... | 36 |
| 10. PRILOZI..... | 37 |

1. UVOD

Krški prostori naj eš e se vežu uz karbonatne stijene. Hrvatski krš najve im dijelom pripada Dinarskom kršu, koji se isti e više tisu a metara debelim karbonatnim sedimentima, uglavnom mezozojske starosti. Uz njihovu tektonsku razlomljenost to pogoduje razvoju brojnih speleoloških objekata. Jedno takvo podru je je i podru je Ozaljskog pobr a u kojemu se nalazi veliki broj jama i špilja. Za potrebe rada odabrano je 39 speleoloških objekata na temelju ijih e se karakteristika pokušati razviti indeks vrednovanja i indeks ugroženosti, te time znanstveno pridonijeti razvoju metoda ocjenjivanja i zaštite speleoloških objekata.

1.1. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Herak (1957) piše o geologiji i hidrologiji toka rijeke Kupe, a Herak i Bahun (1968) detaljnije prou avaju hidrogeološke zna ajke sliva rijeke Kupe (Košpi , 2010).

Osnovnu geološku kartu za list rnomelj izradili su Bukovac i dr. (1983a, 1983b), a tako er i tuma geološke karte koja sadrži detaljnije podatke o litostratigrafiji i strukturi Ozaljskog pobr a.

U diplomskom radu Bo i (1999) piše o speleomorfološkim i geomorfološkim zna ajkama uzvišenja kod Karlovca.

Bo i i Balaš (2000) izra uju katastar speleoloških objekata sjeverozapadnog dijela Karlova ke županije. Katastar je korišten za izradu baze podataka ovog rada.

U diplomskom radu Košpi (2010) provodi GIS analizu prostornog razmještaja i morfoloških obilježja ponikava Ozaljskog pobr a.

Prou avanje stupnja ugroženosti krša i pravilnog upravljanja tematika je kojom se sve više bave znanstvenici. Razlog tome je upravo u specifi noj hidrološkoj povezanosti površine i podzemlja u kršu npr. Parise and Pascali (2003) prou avaju degradaciju okoliša na primjeru regije Apulije u Italiji. Zbog potrebe za holisti kim pristupom pri zaštiti i konzervaciji krša te posebno speleoloških objekata van Beynen and Townsend (2005) kreiraju Karst Disturbance Index (KDI). Taj se indeks temelji na trideset jednom indikatoru koji su podijeljeni u pet glavnih kategorija (geomorfologija, atmosfera, hidrologija, biološka raznolikost i kultura). Indeks služi za mjerenje i usporedbu ugroženosti krških podru ja. Prvu primjenu tog indeksa

vrše van Beynen et al. (2007) na primjeru okruga Hillsborough na zapadnoj obali Floride. North et al. (2009) koriste KDI za usporedbu dviju regija okruga Hillsborough i regije Apulije.

GIS je sredstvo široke primjene, koji se koristi i u različitim aspektima speleoloških i krških istraživanja. Harley et al. (2010) koriste GIS pri stvaranju baze podataka u svrhu upravljanja speleološkim objektima.

Harley et al. (2011) modificiraju KDI (Karst Disturbance Index). Prilagođavaju ga speleološkim objektima dodavanjem novih parametara, koriste i se pritom GIS bazom podataka prema Harley et al. (2010), te kreiraju dva nova indeksa. Za kvantitativno mjerenje osjetljivosti speleoloških objekata primjenjuju CSI (Cave Sensitivity Index), a za stupanj narušenosti ravnoteže u speleološkim objektima primjenjuju CDI (Cave Disturbance Index).

Mnogi autori koriste modifikacije CDI – a, CSI – a i KDI – a poput van Beynena i dr. (2012) za stvaranje novih kvantitativnih pokazatelja stanja krškog okoliša, a ti podatci se koriste za pravilno upravljanje područjem.

U hrvatskoj literaturi geokološkim vrednovanjem reljefa prvi se po eo baviti Bognar (1990), koriste i metodu relativnog kvantitativnog vrednovanja reljefa na primjeru otoka Hvara. Metoda relativnog kvantitativnog vrednovanja reljefa dalje je razrađena za vrednovanje reljefa NP Paklenica Saletto Janković (1995) i zadarskog otokog prostora Mamut (2005). Saletto Janković (1995) u sklopu turističkog vrednovanja reljefa NP Paklenica uvrstio je u prvima uključuje speleološke objekte u sustav vrednovanja. Na primjeru otoka Rave Mamut (2010) dalje razrađuje metodu relativnog vrednovanja reljefa, s naglaskom na turističku valorizaciju otoka.

Geokološko vrednovanje metodom indeksa rekreacijskog potencijala za 56 odabranih speleoloških objekata provode Bogar i Bognar (Bogar i Bognar, usmeno) za potrebe prostornog planiranja PP Velebit.

Buzjak (2008) provodi i prvi objavljuje geokološko vrednovanje speleoloških objekata u Hrvatskoj. U tom radu vrednovano je osamnaest speleoloških objekata na području Žumberačke gore. Vrednovanje je obavljeno metodom indeksa rekreacijskog potencijala. Metoda je izmijenjena i dopunjena novim kategorijama radi prilagodbe posebnostima područja. Cilj vrednovanja bio je da se ustanovi stupanj pogodnosti pojedine špilje za turističko iskorištavanje (Buzjak, 2008).

1.2. PROSTORNI OBUHVAT I GEOMORFOLOŠKI POLOŽAJ

Istraživano područje pripada Dinarskom gorskom sustavu, a nalazi se oko 5 kilometara zapadno od grada Karlovca, te oko 50 kilometara jugozapadno od grada Zagreba, neposredno uz državnu granicu sa Republikom Slovenijom.

Istraživani prostor spada pod krajnji, sjeveroistočni dio Gorske Hrvatske. Sjeverna granica područja prati tok rijeke Kupe, isto kao i zapadna koja je ujedno i državna granica između Republike Hrvatske i Republike Slovenije. Južna granica proteže se sjeverno od mjesta Ladeši i koje se nalazi istočno od toka Kupe, te najkraćom udaljenosti u smjeru zapad – istok do toka rijeke Dobre na lijevoj se desnoj obali nalazi naselje Županići. Istočna granica od naselja Županići prati tok rijeke Dobre prema sjeveru sve do naselja Priselci. Od naselja Priselci definirana je ravna granica prema sjeveru do rijeke Kupe. Površina istraživanog područja iznosi 223.4 km² (Sl. 1). Područje se prostire u rasponu od 45°29' do 45°38' sjeverne geografske širine i od 15°16' do 15°29' istočne geografske duljine.

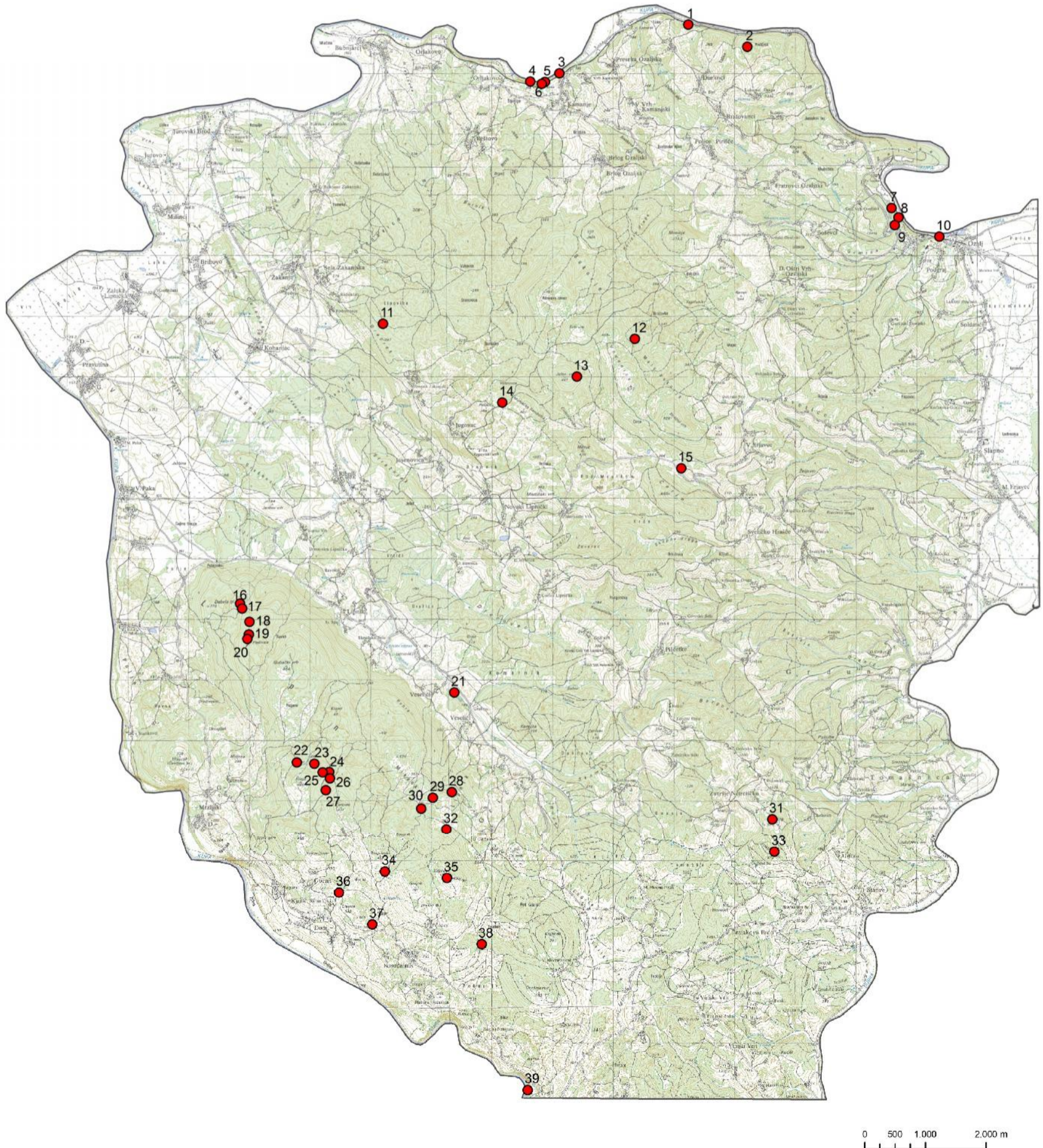
Također, područje je određeno i prema prihvaćenoj geomorfološkoj regionalizaciji Hrvatske (Bognar, 2001) (Sl. 2) i dijeli se na:

1. megageomorfološka regija Dinarskog gorskog sustava

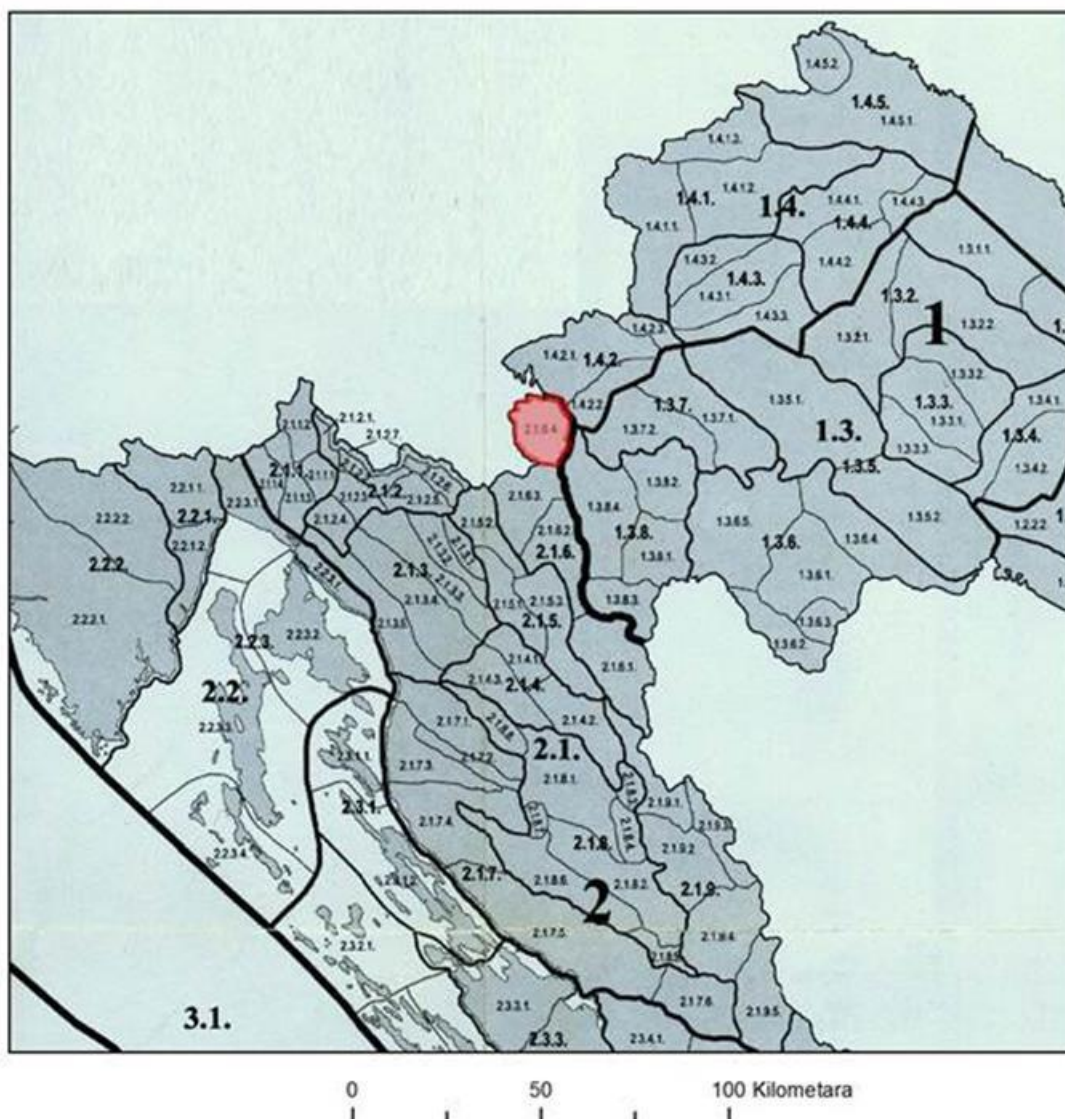
1.1. makrogeomorfološka regija Gorske Hrvatske

1.1.1. mezogeomorfološka regija Unsko – koranske zaravnice i pobočja jugozapadnog Korduna

1.1.1.1. subgeomorfološka regija Ozaljskog pobočja



Sl. 1. Granice istraživanog područja te prostorni raspored vrednovanih speleoloških objekata (podloga topografska karta 1 : 25000, izdanje VGI)



Sl. 2. Ozaljsko područje u okviru geomorfološke regionalizacije Hrvatske

Izvor: Bognar, 2001

1.3. GEOLOŠKA I GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA PODRUČJA

Najdetaljniji prikaz geološke građe Ozaljskog područja prikazan je na Osnovnoj geološkoj karti 1 : 100 000 na listu Štomelj i pripadajućem tumačenju (Bukovac i dr., 1983b).

Ozaljsko područje je uglavnom izgrađeno od sedimentnih stijena jurske i kredne starosti. Većinu tih sedimenta čine karbonati (vapnenci i dolomiti). Znatno su zastupljene i naslage aluvija koje se nalaze na naplavnim ravnicama rijeka Kupe i Dobre.

Ozaljsko područje dio je veće geotektonske jedinice karbonatne platforme vanjskih Dinarida. Područje je podijeljeno u tri tektonske cjeline: navlaka Rnomelj – Bosiljevo (zapadni, središnji i jugozapadni dio Ozaljskog područja), navlaka Zvečaj – Metlika (sjeverni i sjeveroistočni dio područja), navlaka Stative - Grandi Breg (jugoistočni dio) (Bukovac i dr., 1983).

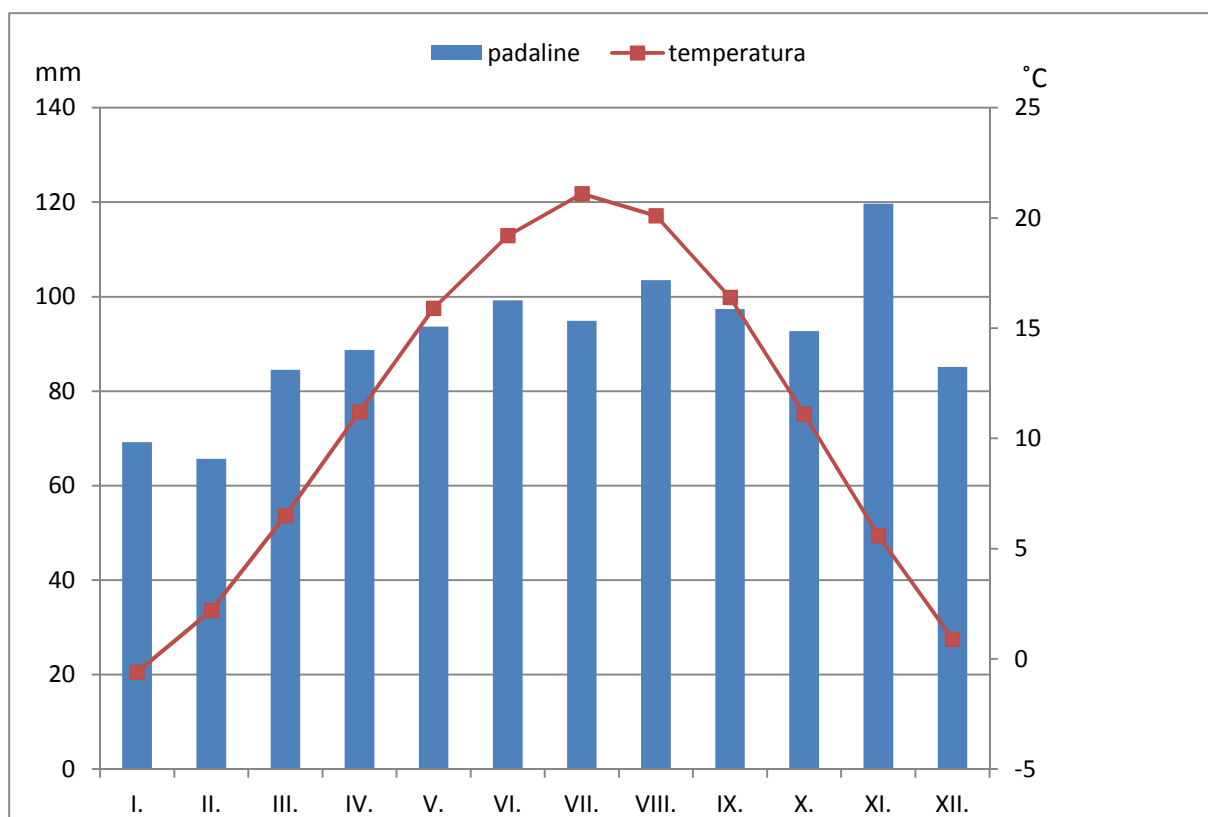
Najviše speleoloških objekata korištenih u valorizaciji u ovom radu nalazi se na području Lipnika. Lipnik je dio navlake Rnomelj – Bosiljevo, izgrađen od vapnenaca donje krede, a u strukturalnom smislu to je sinklinala s osi dinarskog pravca pružanja. Na tom području nalazi 19 jama i 2 špilje (Božić i dr., 2010).

Istraživani prostor čini najsjeverniji dio Unsko-koranske zaravnine. Cijelo područje u geomorfološkom smislu možemo podijeliti na tri dijela: doline Kupe i Dobre, krška zaravnina s područjem te brdska uzvišenja Lipnik i Vodenica (Košpić, 2010).

1.4. KLIMATSKA OBILJEŽJA PODRUČJA

Područje Ozaljskog područja, kao i veći dio kontinentalne Hrvatske, ima umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (Cfb). Srednja mjesečna temperatura srpnja za tridesetogodišnje razdoblje iznosi 21,1 °C, a siječnja -0,6 °C (Šegota i Filipić, 1996). Najveća količina padalina prisutna je u jesen, s maksimumom u mjesecu studenom. Najmanje padalina je zimi s minimumom u mjesecu veljači. Sušnih razdoblja nema¹(Sl. 3). Temperature više od 15 °C i veća količina padalina tokom godine pozitivno utječu na procese okršavanja istraživanog područja.

¹ postaja Karlovac najbliža je postaja s klimatskim podacima istraživanom području Ozaljskog područja te s obzirom na malu udaljenost i razliku u nadmorskoj visini smatramo je odgovarajućom za potrebe ovog rada.



Sl. 3. Srednje mjese ne vrijednosti temperature i koli ine padalina u Karlovcu za razdoblje 1961. – 1990. godine

Izvor: Šegota i Filip i , 1996

1.5. DEMOGEOGRAFSKA OBILJEŽJA PODRU JA

Istraživano podru je pripada SZ dijelu Karlova ke županije i obuhva a op ine Kamanje, Netreti , Ribnik i Žakanje, te dio administrativnog podru ja Grada Ozlja koji ima 6817 stanovnika. Op ina s najve im brojem stanovnika i naselja je op ina Netreti . Najmanji broj stanovnika ima op ina Ribnik, a najmanji broj naselja op ina Kamanje (DZS, 2011). Pošto je za istraživano podru je nemogu e uskladiti to an broj stanovnika s njegovom površinom (223.4 km²) uzeti su podatci koji obuhva aju ukupne površine svih op ina koje se potpuno ili dijelom nalaze unutar istraživanog podru ja. Sukladno s time uzeti su i podatci o ukupnom broju stanovnika. Izra unom je dobivena gusto a stanovništva od 31.8 stan./km². Obzirom na gusto u stanovništva Republike Hrvatske koja iznosi 75.8 stan./km², možemo zaklju iti da je istraživano podru je je za 2.4 puta rje e naseljeno od prosjeka (Tab. 1). Taj podatak ide u prilog zaštiti krškog okoliša Ozaljskog pobr a koji je izrazito osjetljiv na antropogeni utjecaj.

Tab. 1. Gustoća stanovništva istraživanog područja po općinama za 2011. godinu

| OPĆINE | POVRŠINA U KM ² | BROJ STANOVNIKA | GUSTOĆA STAN./KM ² |
|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Netreti | 116 | 2862 | 24,7 |
| Ribnik | 48 | 475 | 9,9 |
| Žakanje | 45 | 1889 | 42,0 |
| Kamanje | 18 | 891 | 49,5 |
| Grad Ozalj | 179,4 | 6817 | 38,0 |
| Ukupno | 406,4 | 12934 | 31,8 |

Izvor: DZS, 2011

2. CILJEVI RADA

Osnovni cilj ovoga rada je pokušati kvantitativno odrediti vrijednost i ugroženost speleoloških objekata Ozaljskog područja, te primijeniti na njih bodovanja speleoloških objekata kroz Indeks vrijednosti speleoloških objekata (IVS) i Indeks ugroženosti speleoloških objekata (IUS). Dovoljenjem vrijednosti tih dvaju indeksa u korelaciju pokušati će se prikazati određene zakonitosti uzročno – posljedične veze nastalih međudjelovanjem objekata i okoliša, ali i relacija vrijednosti speleoloških objekata i njihovog stupnja ugroženosti.

Također, cilj je i kartografski prikazati prostornu distribuciju speleoloških objekata, pri čemu će se pokušati dokazati postojanje određenih prostornih zakonitosti. Konačni cilj rada jest predlaganje potencijalnih smjernica za daljnju primjenu IVS-a i IUS-a.

3. METODE RADA

Metoda prikupljanja podataka vezanih za speleološke objekte sastojala se u analizi podataka iz Katastra speleoloških objekata sjeverozapadnog dijela Karlovačke županije (Božić i Balaš, 2000), arhive Speleološkog društva Karlovac, arhive HBSD (Hrvatsko biospeleološko društvo), arhive Speleološkog odsjeka PD Dubovac i arhive Speleološkog društva Ursus Spelaeus. Osim navedenih podataka za vrednovanje speleoloških objekata korišteni su i podaci iz literature (Božić, 1977.; Božić, 1993, 1994, 1999; Cvitanović i Božić, 1994; Čuković, 1997). Podatci su nadopunjeni metodom intervjua. Po unaprijed pripremljenim kriterijima provedeni su intervjui s osobama koje su istraživali ili posjetili speleološke objekte.

Za potrebe rada kreirana je baza podataka, koja je naknadno popunjena prikupljenim podacima. Ti podaci su analizirani i pomoću GIS softvera ArcGis 10.0 kartografski prikazani.

U ovom radu primijenjena su dva standardizirana indeksa: indeks vrijednosti speleoloških objekata (IVS) i indeks ugroženosti speleoloških objekata (IUS). Indeksi su primijenjeni na 39 speleoloških objekata Ozaljskog područja, što je rezultiralo klasifikacijom svakog pojedinog speleološkog objekta unutar sedam kategorija s obzirom na stupanj ugroženosti i vrijednosti. Dobiveni rezultati su također kartografski prikazani pomoću GIS softvera ArcGis 10.0.

3.1. INDEKS VRIJEDNOSTI SPELEOLOŠKIH OBJEKATA

U kontekstu ovog rada indeks vrijednosti speleoloških objekata (IVS) je definiran na temelju raznovrsnosti i količine geomorfoloških, geoloških, paleontoloških i bioloških vrijednosti. Antropološka vrijednost sagledana je kroz prizmu estetske privlačnosti određenog objekta i kulturnog odnosno arheološkog značaja.

Indeks vrijednosti korišten u ovom radu modificirani je Cave Sensitivity Index (Harley et al., 2011) koji je prilagođen području. Najveće modifikacije izvršene su na kriterijima. U radu Harley et al. (2011) korištene su: bioraznolikost, hidrologija, geologija, mineralogija, paleontologija i kultura/povijest. U sklopu tih kriterija nije prisutna detaljnija razrada određenih atributa pojedinih općih kriterija.

U ovom radu korištene su sljedeće kategorije: geospeleološka, krajobrazna, hidrološka, biospeleološka, paleontološka i arheološko-kulturna. Određenim su kategorijama pridodani i

atributi ime su prou eni i pojedina ni aspekti odre enih kategorija. Svakoj kategoriji, odnosno atributu pridodana je vrijednost u rasponu od 0 do 3, pri emu 0 zna i da nema utvr ene vrijednosti, a 3 ozna ava najviši stupanj utvr ene vrijednosti (Tab. 2), kao što je detaljnije opisano dalje u tekstu.

Tab. 2. Kategorije i atributi, te kriteriji na temelju kojih je izra unat IVS

| KATEGORIJA | ATRIBUTI | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|--------------------------------|
| GEOSPELEOLOŠKA | DULJINA/ DUBINA | > 150 m/> 50 m | 101 - 150 m/31 -50 m | 50 - 100 m/10 - 30 m | < 50 m/< 10 m |
| | DENUDACIJSKI OBLICI | puno oblika i velika raznolikost | mali broj oblika i velika raznolikost ili mala raznolikost i veliki broj oblika | malo oblika, mala raznolikost | bez izraženih vidljivih oblika |
| | SEDIMENTI | velika raznolikost i količina | velika raznolikost i mala količina ili velika količina a mala raznolikost | mala količina i raznolikost sedimentata | bez sedimentata i siga |
| KRAJOBRAZNA | VIDLJIVOST ULAZA | velika, u litici | u kanjonu, veći i estetski privlačniji ambijent | u kanjonu | sakriven, u šumi |
| HIDROGEOLOŠKA | FUNKCIJA I KARAKTER | aktivan | povremeno aktivan | sa prokapnicom | bez funkcije, suh |
| BIOSPELEOLOŠKA | BROJ TROGLOBIONATA I STIGOBIONATA | >10 | 5-9 | 1-4 | 0 |
| PALEONTOLOŠKA | FOSILI U SEDIMENTU/STIJENI | fosili u sedimentu | fosili u stijeni | pretpostavljena mogućnost pronalaska | bez fosila |
| ARHEOLOŠKA I KULTURNA | OSTACI I NEMATERIJALNA BAŠTINA | srednji vijek i starije | novi vijek | nematerijalna baština | bez kulturne vrijednosti |

Izvor: modificirano prema Harley et al., 2011

3.1.1. GEOSPELEOLOŠKA KATEGORIJA

U okviru geospeleološke kategorije izdvojena su četiri zasebna atributa: dubina, duljina, denudacijski oblici i sedimenti.

Dubina je jedna od osnovnih morfometrijskih veličina u proučavanju speleoloških objekata. Predstavlja visinsku razliku između najviše kote najvišeg ulaza i najniže kote dna. Velike dubine speleoloških objekata ukazuju na dominantan razvoj u vadoznoj zoni (zona slobodnog protjecanja vode). Vrednovanje dubine temeljilo se na razredima određenim s obzirom na dubine speleoloških objekata istraživanog područja. Ocjena 3 pridodana je speleološkim objektima dubine veće od 50 m, ocjena 2 odnosi se na dubine između 31 i 50 m, ocjena 1 na dubine između 10 i 30 m, a 0 označava objekte s dubinom manjom od 10 m.

Duljina je uz dubinu također osnovna morfometrijska veličina speleoloških objekata. Dobiva se zbrajanjem duljine mjernih vlakova svih kanala). Ocjena 3 odnosi se na speleološke objekte duljine više od 150 m, ocjena 2 na objekte čije su duljine između 101 i 150 m, ocjena 1 na duljine između 50 i 100 m, a 0 je pridodana objektima duljine manje od 50 m.

Važno je naglasiti da je za svaki speleološki objekt bodovana samo dubina ili duljina. Objekti kojima su poznata oba atributa, bodovani su atributi veće vrijednosti.

Mikromorfološki speleološki oblici su pojedinačne ili grupe oblika u kanalima, metarskih dimenzija (mogu biti manje). S obzirom na način nastanka mogu biti denudacijski (speleogeni) ili akumulacijski (speleothesmi). Denudacijski oblici u speleološkim objektima vrednovani su na temelju subjektivne procjene. Ocjena 3 dodijeljena je speleološkim objektima u kojima se nalazi više denudacijskih oblika sa prisutnošću velike raznolikosti tih oblika. Objektima s malom količinom oblika, ali većom raznolikošću ili malom raznolikošću, a velikim brojem dodijeljena je ocjena 2. Objektima s malo oblika i malom raznolikošću oblika dodijeljena je ocjena 1, a 0 je dodijeljena objektima bez izraženih vidljivih oblika.

Sedimenti i speleothesmi odnosno akumulacijski oblici nastali sekundarnim taloženjem CaCO_3 tvore zasebnu kategoriju. U speleothesme spadaju stalaktiti, stalgmiti, stupovi, saljevi i mnogi drugi oblici. Određeni speleothesmi, pogotovo stalagmiti koriste se u paleoklimatskim istraživanjima i zbog toga su vrlo vrijedni unutar speleoloških objekata (Harley et al., 2011). Pod pojmom sedimenti ovdje se misli na ostale, uglavnom aluvijalne i padinske sedimente unutar speleoloških objekata. Sedimenti i speleothesmi vrednovani su na temelju subjektivne

procjene, po uzoru na denudacijske oblike. Pri ocjeni 3 označava veliku raznolikost i količinu sedimenata i šija, a 0 objekte bez sedimenata i šija, dok su kriteriji ocjena 2 i 1 istovjetne vrednovanju denudacijskih oblika.

3.1.2. KRAJOBRAZNA KATEGORIJA

U sklopu krajobrazne kategorije vrednovana je estetska dimenzija ulaza u speleološki objekt. Vrednovanje je temeljeno na subjektivnoj procjeni estetske privlačnosti ulaza. Ocjena 3 odnosi se na velike ulaze u litici koji su vrlo atraktivni. Veći ulazi u kanjonu zbog estetske privlačnosti ambijenta vrednovani su s 2. Manjim ulazima u kanjonu dodijeljena je ocjena 1, a ulazima sakrivenima u šumi, zbog svoje neprivlačnosti i teže vidljivosti dodijeljena je 0.

3.1.3. HIDROGEOLOŠKA KATEGORIJA

Jedan od temeljnih značajki krša je dominantna podzemna cirkulacija vode. Hidrografska mreža u podzemlju može biti aktivna ili reliktna. U ovom radu hidrogeološke karakteristike provanih speleoloških objekata vrednovane su na temelju funkcije (izvor, ponor, proto ni speleološki objekt) i karaktera (stalni, povremeni). Ocjena 3 predstavlja speleološki objekt sa stalno aktivnom hidrogeološkom funkcijom, ocjena 2 povremeno aktivni objekt, ocjena 1 označava objekt sa prokapnicom, a 0 objekt koji je suh i bez funkcije.

3.1.4. BIOSPELEOLOŠKA KATEGORIJA

Odlika dinarskog krša je veliko bogatstvo podzemnog života i njegova bioraznolikost. Špiljska fauna je vrlo osjetljiva na promijene, te vrlo lako može postati ugrožena. Najveći u prijetnju predstavlja uvijek kontaminiraju i speleološke objekte ilegalnim odlaganjem otpada, ispuštanjem kanalizacije direktno u objekte ili intenzivnom poljoprivrednom u nadsloju speleološkog objekta ili u njegovoj blizini.

U ovom radu biospeleološka kategorija vrednovana je na temelju broja troglobionata i stigobionata, (životinje koje cijeli svoj život provedu unutar speleološkog objekta) (Jalžić i dr., 2010). Ocjena 3 dodijeljena je objektima u kojima se nalazi 10 i više svojiti troglobionata i

stigobionata. Objekti u kojima se nalazi između 5 i 9 svojih ocijenjeni su s 2, a objekti u kojima se nalazi između 1 i 4 svojih ocijenjeni su s 1. Objektima bez špiljske faune dodijeljena je 0.

3.1.5. PALEONTOLOŠKA KATEGORIJA

Fosili pronađeni unutar speleoloških objekata predstavljaju izvorne informacije o evoluciji speleološkog objekta, ali i ekosustava područja u kojem se speleološki objekt nalazi (Harley et al., 2011). Također, fosili pružaju informacije o razvoju određenih organizama, među kojima su vrlo važni provodni fosili (organizmi koji su živjeli samo u određenom geološkom razdoblju i omogućuju precizniju dataciju sedimenta i/ili stijene).

Na istraživanom području pri vrednovanju speleoloških objekata uzeti su u obzir fosili u sedimentima i stijenama. Vrednovanje se temelji na subjektivnoj procjeni količine, raznovrsnosti i značaja određenih fosila. Objektima u kojima su fosili pronađeni u sedimentu dodijeljena je ocjena 3, a objektima s fosilima u stijeni dodijeljena je ocjena 2. Ocjena 1 klasificirana je kao nepoznato. Odnosi se na objekte kod kojih postoji pretpostavka da sedimenti mogu sadržavati fosile. Ova procjena temelji se na postojanju sedimenta te recentnih ostataka uginulih životinja. Ocjena 0 je dodijeljena objektima bez fosila.

3.1.6. ARHEOLOŠKA I KULTURNA KATEGORIJA

Špilje kao skloništa koja su u prošlosti koristili ljudi predstavljaju važne lokalitete u arheološkim istraživanjima. Speleološki objekti s obzirom na nalazište mogu biti boravište, sklonište, svetište, groblje i dr. U sedimentima, na stijeni ili na površini sedimenata mogu se pronaći i artefakti (predmeti koje su izradili ljudi), ekofakti (ognjišta, organski ostatci) koji su vrlo važni dokazi za konstrukciju povijesti naseljenosti i razvoja društva na određenom području (Tominić, 2011). Špilje predstavljaju važnu kulturnu vrijednost jer su dokaz interakcije i suživota ljudi i krša. Vrednovanje ove kategorije također je provedeno prema subjektivnoj relacijskoj procjeni. Pri tome su objekti koji sadrže ostatke srednjeg vijeka i starije ocijenjene s 3 a objekti s ostacima novijeg vijeka s 2. Speleološki objekti koji sadrže nematerijalnu baštinu u obliku lokalnih legendi ocijenjeni su s 1. Objektima bez poznate kulturne i arheološke vrijednosti dodijeljena je 0.

3.1.7. SUSTAV BODOVANJA IVS-a

Zbrajanjem vrijednosti svih varijabli svaki je speleološki objekt dobio jedinstvenu vrijednost. Ta suma ocjene za svaki speleološki objekt podijeljena je sa njegovim maksimalnim brojem bodova koje je mogao ostvariti. Varijable koje nisu mogle biti ocijenjene zbog nedostatka podataka u tablici su označene slovom x. Te varijable nisu bile uključene u zbroj maksimalnog broja bodova. Dobiveni konačni broj predstavlja IVS. Teorijski, on može biti u rasponu od 0.00 do 1.00. Što je IVS bliži 1.00 speleološki objekt je vrijedniji.

Radi zornijeg i jednostavnijeg predavanja i objašnjavanja IVS-u je pridodana kategorizacija stupnja vrijednosti (Tab. 3). Raspon vrijednosti od 0.00 do 1.00 podijeljen je na 7 kategorija. Svaka kategorija predstavlja određeni stupanj vrijednosti. Speleološki objekti s vrijednošću IVS-a iznosi 0.00 nisu bez vrijednosti, već bez utvrđene vrijednosti.

Tab. 3. Kategorizacija IVS – a prema stupnju vrijednosti

| KATEGORIJE | INDEKS | STUPANJ VRIJEDNOSTI SPELEOLOŠKIH OBJEKATA |
|------------|-------------|--|
| 7 | 0.81 - 1.00 | najvrijedniji |
| 6 | 0.71 - 0.80 | vrlo vrijedni |
| 5 | 0.61 - 0.70 | uglavnom vrijedni |
| 4 | 0.51 - 0.60 | relativno vrijedni |
| 3 | 0.40 - 0.50 | uglavnom manje vrijedni |
| 2 | 0.20 - 0.39 | manje vrijedni |
| 1 | 0.00 - 0.19 | bez utvrđene vrijednosti |

Izvor: modificirano prema Harley et al., 2011

3.2. INDEKS UGROŽENOSTI SPELEOLOŠKIH OBJEKATA

Ugroženost u kontekstu ovog rada definirana je kao ugroženost speleoloških objekata i postoje ih oštećenja u unutrašnjosti objekata nastalih kao rezultat površinskog i podzemnog antropogenog utjecaja. Krški teren predstavlja vrlo labilan geokosustav koji je podložan antropogenoj devastaciji. Antropogeni utjecaj na površini utječe na stanje u podzemlju pošto je krški teren dominantno građeni od vapnenaca koje karakterizira vrlo visoka propusnost. To omogućuje brz prolazak onečišćenja u podzemlje, čime se narušava stanje unutar speleoloških objekata, a još važnije utječe na intenzivne promjene unutar krških akvifera (vodonosnika).

Intenzivna poljoprivreda, deforestacija i kamenolomi u kratkom vremenskom periodu utječu na intenzivne promjene u podzemlju koje se najčešće odnose na smanjenje kvalitete vode.

Indeks ugroženosti speleoloških objekata (IUS) nastao je modificiranjem CDI-a (Harley et al., 2011), koji je pak nastao modifikacijom KDI (van Beyen and Townsend, 2005). Najviše su modificirane kategorije, pošto su prilagođene specifičnosti područja (Tab. 4). Detaljnije je razrađen utjecaj blizine naselja, antropogenih površina (blizina cesta) i utjecaj uestalosti i oblika posjeda speleoloških objekata. Kartografski prikazivanja i sustav vrednovanja ostali su isti. Radi objektivnijeg procjenjivanja ugroženosti, te zbog specifičnosti krškog reljefa kategorije su podijeljene na površinske i podzemne. Svakom speleološkom objektu za svaku kategoriju dodijeljene su ocjene od 0 do 3, pri čemu 3 označava najveću ugroženost, a 0 označava objekt bez utvrđene ugroženosti. Dobivene vrijednosti indeksa klasificirane su u sedam kategorija s obzirom na stupanj ugroženosti. U daljnjem tekstu detaljnije su opisane korištene kategorije i sustav bodovanja.

Tab. 4. Kategorije i kriteriji na temelju kojih je izra unat IUS

| KATEGORIJA | | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------------|--|----------------------|---------------------------|---|---------------------|
| POVRŠINSKA | udaljenost od asfaltnog puta ili udaljenost od traktorskog puta | < 100 m - | 100 - 500 m <100 m | 501 - 1000 m 100 - 500 m | > 1000 m > 500 m |
| | udaljenost od naselja | < 100 m | 100 - 500 m | 500 - 1000 m | > 1000 m |
| | korištenje zemljišta iznad speleološkog objekta | naseljeno | poljoprivreda | pašnjak/neobrađeno | šuma |
| | blizina kamenoloma | < 100 m | 100 - 500 m | 500 - 1000 m, < 500 m ako je neaktivan | > 1000 m |
| PODZEMNA | otpad | puno - recentno | puno - stari, malo - novi | malo - stari | nema |
| | mehanička oštećenja stijena i siga | puno | srednje | malo | nema |
| | natpisi | puno | srednje | malo | nema |
| | mehaničko oštećenje poda | iskopi | sonde | sporadično | nema |
| | nasipavanje | veći dio | manji dio | malo | nema |
| | posjećivanje | nekontrolirano često | nekontrolirano rijetko | kontrolirano | nema |

3.2.1. POVRŠINSKE KATEGORIJE

3.2.1.1. UDALJENOST OD ASFALTOG ILI TRAKTORSKOG PUTA

Blizina asfaltnog puta utječe na povećanje ugroženosti speleoloških objekata zbog povećane koncentracije otpadnih voda koje završavaju u podzemlju i povećavaju rizik od direktnog onečišćavanja vode. Blizina ceste predstavlja veliku opasnost jer omogućuje dovoz i odlaganje otpada u speleološki objekt ili njegovu okolicu. Blizina asfaltnog puta također utječe na veću dostupnost speleološkog objekta čime se omogućava veća posjetenost.

Vrednovanje blizine asfaltnog puta temeljilo se na odnosu gustoće prometne mreže i položaja speleoloških objekata. Ocjena 3 dodijeljena je objektima koji se nalaze u radijusu manjem od 100 m od asfaltiranog puta. Objekti čija se udaljenost od asfaltiranog puta nalazi u rasponu od 100 do 500 m ocijenjeni su s 2. Objektima čija je udaljenost od puta u rasponu od 501 do 1000 m dodijeljena je ocjena 1, a objektima koji su udaljeni više od 1000 m od asfaltiranog puta dodijeljena je 0.

Blizina traktorskog puta direktno povećava opasnost od ilegalnog odlaganja otpada, te je zbog toga razloga što je i ova potkategorija također uključena. Pošto ova kategorija nema isti intenzitet kao kategorija udaljenosti od asfaltnog puta ocjena 3 nije primijenjena. Objekti koji se nalaze u radijusu manjem od 100 m od traktorskog puta ocijenjeni su s 2. Objektima čija je udaljenost od puta u rasponu od 100 do 500 m ocijenjeni su s 1, a onima čija udaljenost od puta iznosi više od 500 m dodijeljena je 0.

Važno je naglasiti da je za svaki speleološki objekt bodovan samo jedan atribut, i to onaj veće vrijednosti.

3.2.1.2. UDALJENOST OD NASELJA

Naselja u blizini speleoloških objekata predstavljaju potencijalno vrlo veliki rizik koji se očituje u narušavanju ravnoteže speleoloških objekata. Negativni antropogeni utjecaj na okoliš uvijek je najintenzivniji u okolini naselja zbog intenzivne poljoprivrede, ali i širenja antropogenih površina. Blizina naselja povećava rizik od ilegalnog odlaganja otpada u speleološke objekte ili njihovu blizinu. Naselja također utječu na promjene u okolišu zbog povećanja pritiska na nosivost prostora. Kriteriji za dodjeljivanje ocjena isti su kao i kriteriji korišteni za ocjenjivanje udaljenosti od asfaltnog puta.

3.2.1.3. KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA IZNAD SPELEOLOŠKOG OBJEKTA

Na in korištenja zemljišta važan je pokazatelj jer ima vrlo veliki utjecaj na stupanj ugroženosti speleoloških objekata. Uz utjecaj naselja i ostalih antropogenih površina valja spomenuti poljoprivredu koja tako er ima vrlo negativan utjecaj, pogotovo intenzivna, zbog korištenja velikih i rijetko kontroliranih koli ina pesticida, herbicida i nitrata koji putem oborina završavaju u podzemlju i utje u na kvalitetu vode, ali i na bioraznolikost (Harley et al., 2011; van Beynen et al., 2012). Vrednovan je na in korištenja zemljišta u samom nadsloju špilja ili u krugu od 100 m ako se radi o jami. Objekti koji su kategorizirani kao "naseljeno" što podrazumijeva naselja i antropogene površine (pruge, ceste, kamenolomi) ocijenjeni su s 3. Objekti u ijem se nadsloju ili radijusu od 100 m koristi zemljište u svrhu poljoprivrede ocijenjeni su s 2. Objekti koji se nalaze ispod ili u radijusu pašnjaka ili neobra enog zemljišta ocijenjeni su s 1, dok je objektima koji se nalaze u šumi dodijeljena vrijednost 0.

3.2.1.4. BLIZINA KAMENOLOMA

Gospodarska djelatnost iskorištavanja kamenoloma jedan je od najve ih negativnih utjecaja na krška podru ja. Najve i negativni utjecaj kamenoloma ogleda se u destruktivskom utjecaju na krajolik, ali i na speleološke objekte koji radom kamenoloma mogu biti potpuno ili djelomi no uništeni. Uz to, veliki negativni utjecaj na speleološke objekte imaju vibracije koje nastaju uslijed miniranja te tako dolazi do urušavanja i mogu eg zatrpavanja.

Ocjena 3 dodijeljena je objektima koji se nalaze u radijusu manjem od 100 m od kamenoloma. Objekti ija se udaljenost od kamenoloma nalazi u rasponu od 100 do 500 m ocjenjeni su s 2, a toj su kategoriji pridodani i neaktivni kamenolomi na udaljenosti manjoj od 500 m. Objektima ija je udaljenost od kamenoloma u rasponu od 501 do 1000 m dodijeljena je ocjena 1, a objektima koji su udaljeni više od 1000 m dodijeljena je 0.

3.2.2. PODZEMNE KATEGORIJE

3.2.2.1. OTPAD

Otpad je najizraženiji primjer direktnog negativnog antropogenog utjecaja na ugroženost speleoloških objekata (Veni, 2006 prema Harley et al., 2011). Vrlo je opasan organski otpad (lešine doma ih životinja, životinjska koža, kosti, itd.) pošto raspadnute životinje prijete zarazom koja utječe na bioraznolikost, a štetne tvari kroz porozno tlo dospijevaju do vode i dolazi do daljnje kontaminacije. Vrednovanje je temeljeno na procjeni. Speleološkim objektima u kojima se nalazi puno recentnog otpada dodijeljena je ocjena 3, a onima sa puno starog ili malo novog dodijeljena je ocjena 2. Objekti u kojima se nalazi malo starog otpada dodijeljena je ocjena 1, a objektima bez otpada dodijeljena je 0.

3.2.2.2. MEHANI KO OŠTE ENJE STIJENA I SIGA

Mehani ka ošte enja stijena i siga najve im su dijelom rezultat nekontroliranog i pove anog stupnja posje enosti speleološkog objekta. Speleothemi su tako er podložni ošte enjima prouzro enim promjenama u kemijskom sastavu vode koja putem pukotina dolazi sa površine (Veni, 2006 prema Harley et al., 2011).

Vrednovanje je temeljeno na procjeni. Objekti u kojima je mehani ko ošte enje vrlo izraženo dodijeljena je ocjena 3. Srednja ošte enost ocijenjena je s 2, a mala s 1. Objektima u kojima nema ošte enja dodijeljena je 0. Speleološki objekti koji su zatrpani otpadom ili imaju zatvoreni ulaz, zbog ega nije mogu e procijeniti stanje ošte enosti, nisu mogli biti ocijenjeni (nema podataka).

3.2.2.3. NATPISI

Natpisi koji se definiraju kao ugroženost isklju ivo su recentni, pošto natpisi starog vijeka i stariji pripadaju u arheološko – kulturnu vrijednost. Osim što narušavaju estetsku vrijednost natpisi predstavljaju opasnost i zato što su naj eš e ispisani sprejevima koji sadrže kemikalije koje mogu nepovoljno utjecati na bioraznoslikost speleoloških objekata (Harley et al.,2011).

Vrednovanje je temeljeno na procjeni i kriteriji za dodjeljivanje ocjena isti su kao i kriteriji korišteni za ocjenjivanje mehani kog ošte enja stijena i siga.

3.2.2.4. MEHANI KO OŠTE ENJE PODA

Mehani ka ošte enja poda odnose se na ošte enja podnih sedimenata speleoloških objekata. Objektima u kojima se nalaze iskopi dodijeljena je ocjena 3. Objekti u kojima su iskopane istraživa ke sonde ocijenjene su s 2, a objekti u kojima su ošte enja poda sporadi na ocijenjena su s 1. Objektima bez ošte enje poda dodijeljena je 0. Objekti koji su zatrpani ili iji je ulaz zatvoren nisu mogli biti ocijenjeni zbog nedostupnosti podataka.

3.2.2.5. NASIPAVANJE

Nasipavanje se odnosi na unos materijala u speleološke objekte. Materijal može bit gra evinskog podrijetla (pijesak, beton, itd.) za potrebe ure enja poda speleoloških objekata ili ilegalno odloženi otpad.

Speleološki objekti koji su ve im dijelom nasipani ocijenjeni su s 3. Objekti koji su manjim dijelom nasipani dodijeljena je ocjena 2, a objekti sa vrlo malo nasipanog dijela ocijenjeni su s 1. Objektima bez nasipanog materijala dodijeljena je 0.

3.2.2.6. POSJE IVANJE

Intenzivno posje ivanje utje e na promjene fizi ko – kemijskih svojstava zraka i vode, biološko one iš enje, svjetlosno one iš enje, fizi ke promjene (u sedimentu, ošte enje siga i stijena), pove anje otpada i buku (Buzjak, 2008). Iako se ove promijene odnose na turisti ki intenzivno posje ene speleološke objekte, isti u razloge vrednovanja ovog kriterija.

Speleološki objekti koji su vrlo esto i nekontrolirano posje eni ocjenjeni su s 3, a objekti s rijetkim nekontroliranim posje ivanjem ocijenjeni su s 2. Objekti koji su kontrolirano posje eni (speleolozi ili turisti ki ure ene špilje) ocijenjeni su s 1. Objektima bez zabilježene posje enosti dodijeljena je 0.

3.2.2.7. SUSTAV VREDNOVANJA IUS-a

Sustav vrednovanja IUS-a jednak je sustavu vrednovanja IVS-a.

Zbrajanjem vrijednosti svih varijabli svaki je speleološki objekt dobio jedinstvenu vrijednost. Ta suma ocjene za svaki speleološki objekt podijeljena je sa njegovim maksimalnim brojem bodova koje je mogao ostvariti. Varijable koje nisu mogle bit ocijenjene zbog nedostatka podataka u tablici su označene slovom x. Te varijable nisu bile uključene u zbroj maksimalnog broja bodova. Dobiveni konačni broj predstavlja IUS koji se kreće u rasponu od 0.00 do 1.00. Što je broj bliži 1.00 speleološki objekt je ugroženiji.

Kategorizacijom vrijednosti IUS-a određeno je sedam kategorija, ovisno o stupnju ugroženosti objekta (Tab. 5).

Tab. 5. Kategorizacija IUS – a prema stupnju vrijednosti

| KATEGORIJE | INDEKS | STUPANJ UGROŽENOSTI SPELEOLOŠKIH OBJEKATA |
|------------|-------------|--|
| 7 | 0.81 - 1.00 | najugroženiji |
| 6 | 0.71 - 0.80 | vrlo ugroženi |
| 5 | 0.61 - 0.70 | uglavnom ugroženi |
| 4 | 0.51 - 0.60 | relativno ugroženi |
| 3 | 0.40 - 0.50 | uglavnom manje ugroženi |
| 2 | 0.20 - 0.39 | manje ugroženi |
| 1 | 0.00 - 0.19 | bez utvrđene ugroženosti |

Izvor: modificirano prema Harley et al., 2011

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. IVS

Dobiveni rezultati ukazuju na veliki raspon vrijednosti IVS-a prou avanih speleoloških objekata (Tab. 6), ali i grupiranje u pojedinim kategorijama. Špilja Vrlovka (0,88) jedini je speleološki objekt kojemu je dodijeljena sedma kategorija (stupanj vrijednosti – najvrjedniji), a Ozaljska špilja (0,75) je jedini objekt koji zadovoljava kriterije šeste kategorije (stupanj vrijednosti – vrlo vrijedni). Oba objekta se nalaze uz sjevernu granicu prou avanog područja, u dolini rijeke Kupe. U petoj kategoriji nalaze se samo tri speleološka objekta: ot, Zvone ka 2 i Pivnica. Kategorije tri i etiri nisu dodijeljene niti jednom speleološkom objektu. U drugu kategoriju pripada etnaest speleoloških objekata, ija prostorna raspore enost ne pokazuje nikakve zakonitosti. Najviše speleoloških objekata (dvadeset) pripada u prvu kategoriju vrijednosti (bez utvr ene vrijednosti), me u njima se isti u Zden ajka 4 i Jama pod Jelen Vrhom iji indeksi iznose 0.00. Naravno, ovako niska ocjena ne isklju uje njihovu intrinzi nu vrijednost, te eventualna nova otkri a i pove anje vrijednosti. Najviše objekata ove kategorije nalazi se u jugozapadnom dijelu Ozaljskog pobr a.

Srednja vrijednost IVS-a iznosi 0.25 ija je vrijednost ekvivalentna stupnju vrijednosti druge kategorije. Prosje no odstupanje od srednje vrijednosti, odnosno standardna devijacija iznosi 0.21 (Tab. 7). To nam ukazuje da je ve ina speleoloških objekata relativno male vrijednosti.

4.2. IUS

Za razliku od IVS-a niti jedan speleološki objekt ne nalazi se u sedmoj ni šestoj kategoriji IUS-a (Tab. 6). Pošto su to kategorije negativnog karaktera taj podatak nam ukazuje na niži stupanj ugroženosti speleoloških objekata. U petoj kategoriji nalazi se samo jedan speleološki objekt – Ozaljska špilja (0.67 – uglavnom ugrožena). etvrta kategorija dodijeljena je Jami Oriku, Polušpilji ispod pruge i Vrlovki. U tre oj kategoriji tako er se nalaze tri speleološka objekta: Jama Priš ica, Špilja kod Vrlovke i Špilja iznad pruge – Jama iznad luke. Dvanaest speleoloških objekata koji su disperzno smješteni unutar promatranog područja pripadaju drugoj kategoriji. Kao i kod IVS - a, najviše objekata (njih dvadeset) pripada prvoj kategoriji (bez utvr ene ugroženosti) i velika ve ina njih koncentrirana je u jugozapadnom dijelu

Ozaljskog pobra. Tri speleološka objekta (Zdenajka 3, Zdenajka 4 i Jama na Ti kovcu) imaju vrijednost 0.00. Od te tri iste se Zdenajka 3 ija je vrijednost IVS - a također 0.00.

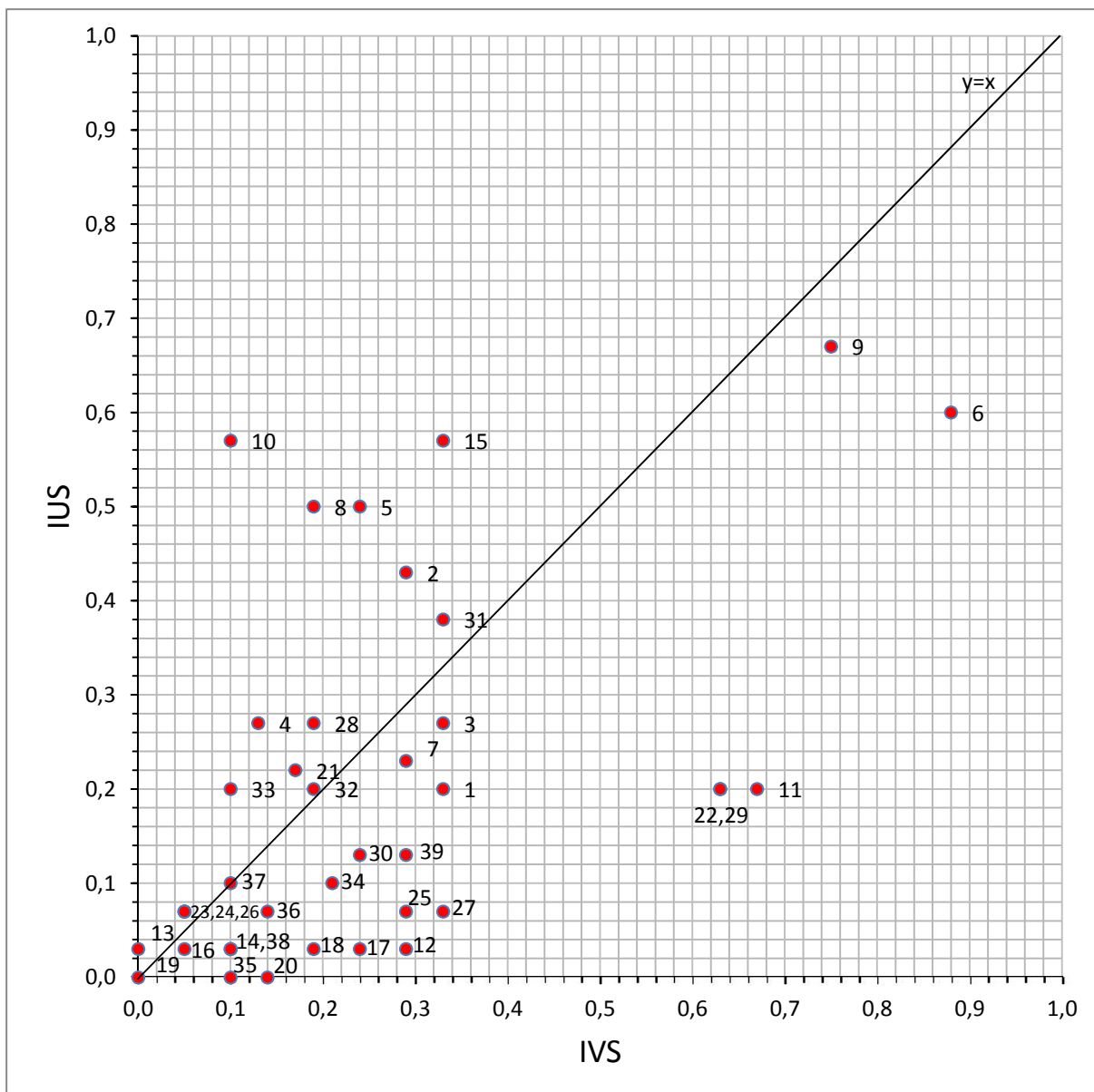
Ovdje su se pokazali i nedostaci ove metode. Jama Orik je speleološki objekt koji je nepoznatih dimenzija i karakteristika jer je gotovo do vrha zatrpan otpadom. Zbog toga veina varijabli IVS - a i IUS - a nisu mogle biti vrednovane. U budućem bi u ovu metodu trebalo uvesti mogućnost da pojedini atributi mogu izravno prebaciti speleološki objekt u najvišu kategoriju ugroženosti, ako je npr. potpuno ispunjen otpadom ili se nalazi u zoni eksploatacije kamenoloma i slično. Na taj način jama Orik bi sasvim sigurno pripala najugroženijoj kategoriji bez obzira na vrijednost ostalih varijabli.

Srednja vrijednost IUS - a za sve speleološke objekte iznosi 0.20, što je granina vrijednost između prve i druge kategorije, a standardna devijacija iznosi 0.19 (Tab. 7). To nam ukazuje da je veina speleoloških objekata relativno malo ugrožena.

IUS i IVS dovedeni su u korelaciju (Sl. 4). Na apscisi se nalazi raspon vrijednosti IVS - a, a na ordinati raspon vrijednosti IUS - a. To ke u dijagramu predstavljaju speleološke objekte koji su numerirani istim redoslijedom kao u Tab. 6.

Na dijagramu se isti u speleološki objekti 9 (Ozaljska špilja) i 6 (Vrlovka), ije su vrijednosti IUS - a i IVS - a najveće. Speleološki objekti 23, 24 i 26 imaju iste vrijednosti, što možemo objasniti njihovim geografskim položajem, odnosno međusobnom blizinom. Objekti su na približno jednakoj nadmorskoj visini, iste su vrste i morfološkog tipa, nemaju hidrološke funkcije i nalaze se na istoj litostratigrafskoj jedinici. Ostali objekti koji dijele vrijednosti IUS - a i IVS - a npr. objekti 14 i 38 ne dijele zajedničke karakteristike.

Najviše objekata ima nisku vrijednost oba indeksa, a oni koji najviše odstupaju od simetrale kvadranta ($y=x$) imaju izraženu vrijednost jednog indeksa u odnosu na drugi (npr. objekti 10, 11, 15...), te njima treba pridodati veću pozornost. Iz dijagrama se može zaključiti da najviše proučavanih objekata ima niski stupanj ugroženosti, ali i mali stupanj vrijednosti. Objekti koji se nalaze na simetrali kvadranta imaju iste vrijednosti IUS-a i IVS-a (19, 32 i 37). Iz dijagrama se zornije vidi kontrast proučavanih objekata, tj. vrlo je malo objekata sa srednjom vrijednosti oba indeksa. Također, pomoću dijagrama možemo zaključiti da je kod većine objekata visoka vrijednost povezana s visokom stopom ugroženosti i obrnuto.



Sl. 4. Odnos IVS – a i IUS – a za svaki speleološki objekt

Tab. 6. Kategorije određene prema brojanoj vrijednosti IVS – a i IUS – a

| RB | IME | IVS | KATEGORIJE IVS | IUS | KATEGORIJE IUS |
|----|--------------------------------------|------|----------------|------|----------------|
| 1 | RIO BAMBA | 0,33 | 2 | 0,20 | 2 |
| 2 | JAMA PRIŠČICA | 0,29 | 2 | 0,43 | 3 |
| 3 | KOZJAČA | 0,33 | 2 | 0,27 | 2 |
| 4 | STANKOVA ŠPILJA | 0,13 | 1 | 0,27 | 2 |
| 5 | ŠPILJA KOD VRLOVKE | 0,24 | 2 | 0,50 | 3 |
| 6 | VRLOVKA | 0,88 | 7 | 0,60 | 4 |
| 7 | JAMA NAD KUPOM | 0,29 | 2 | 0,23 | 2 |
| 8 | ŠPILJA IZNAD PRUGE - JAMA IZNAD LUKE | 0,19 | 1 | 0,50 | 3 |
| 9 | OZALJSKA ŠPILJA | 0,75 | 6 | 0,67 | 5 |
| 10 | POLUŠPILJA ISPOD PRUGE | 0,10 | 1 | 0,57 | 4 |
| 11 | PIVNICA | 0,67 | 5 | 0,20 | 2 |
| 12 | BAZGOVICA | 0,29 | 2 | 0,03 | 1 |
| 13 | JAMA POD JELEN VRHOM | 0,00 | 1 | 0,03 | 1 |
| 14 | ŠĆOKOVICA | 0,10 | 1 | 0,03 | 1 |
| 15 | JAMA ORIK | 0,33 | 2 | 0,57 | 4 |
| 16 | ZDENČAJKA 1 | 0,05 | 1 | 0,03 | 1 |
| 17 | ZDENČAJKA 2 | 0,24 | 2 | 0,03 | 1 |
| 18 | ZDENČAJKA 5 | 0,19 | 1 | 0,03 | 1 |
| 19 | ZDENČAJKA 4 | 0,00 | 1 | 0,00 | 1 |
| 20 | ZDENČAJKA 3 | 0,14 | 1 | 0,00 | 1 |
| 21 | SLAKOVA ŠPILJA | 0,17 | 1 | 0,22 | 2 |
| 22 | ĐOT | 0,63 | 5 | 0,20 | 2 |
| 23 | JAMA 13 | 0,05 | 1 | 0,07 | 1 |
| 24 | JAMA UZ BLATNI PUT | 0,05 | 1 | 0,07 | 1 |
| 25 | VATRENA JAMA, MALI ĐOT | 0,29 | 2 | 0,07 | 1 |
| 26 | USKA JAMA | 0,05 | 1 | 0,07 | 1 |
| 27 | JAMA NA ŠKRILAMA | 0,33 | 2 | 0,07 | 1 |
| 28 | ZVONEČKA 1 | 0,19 | 1 | 0,27 | 2 |
| 29 | ZVONEČKA 2 | 0,63 | 5 | 0,20 | 2 |
| 30 | PROZORNICA | 0,24 | 2 | 0,13 | 1 |
| 31 | JAMA SVETI KRIŽ | 0,33 | 2 | 0,38 | 2 |
| 32 | TVORCOVA JAMA | 0,19 | 1 | 0,20 | 2 |
| 33 | JAMA ŠABAC | 0,10 | 1 | 0,20 | 2 |
| 34 | JAMA BEZ IMENA | 0,21 | 2 | 0,10 | 1 |
| 35 | JAMA NA TIČKOVCU | 0,10 | 1 | 0,00 | 1 |
| 36 | JAMA KOPAR | 0,14 | 1 | 0,07 | 1 |
| 37 | JAMA NA GLAVICI | 0,10 | 1 | 0,10 | 1 |
| 38 | JAMA U GVOZDAKU | 0,10 | 1 | 0,03 | 1 |
| 39 | ŠPILJA U LADEŠIĆ DRAGI | 0,29 | 2 | 0,13 | 1 |

Tab. 7. Neke statističke vrijednosti promatranih speleoloških objekata

| | BROJ OBJEKATA | MINIMALNA VRIJEDNOST | MAKSIMALNA VRIJEDNOST | SREDNJA VRIJEDNOST | STANDARDNA DEVIJACIJA |
|------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| IVS | 39 | 0.00 | 0.88 | 0.25 | 0,21 |
| IUS | 39 | 0.00 | 0.67 | 0.20 | 0,19 |

Na temelju analize i sinteze sakupljenih podataka o 39 speleoloških objekata izrađeni su indeks vrijednosti i indeks ugroženosti svakog speleološkog objekta. Vrijednost speleološkog objekta ovisi o više parametara. Oni objekti koji su ocijenjeni sedmom, šestom i petom kategorijom smatraju se najvrjednijima. Kod takvih objekata su sve ili gotovo sve promatrane kategorije na kojima se temelji vrijednost označene vrlo visokim ocjenama. Speleološki objekti Vrlovka i Ozaljska špilja isti su u vrijednostima oba promatrana indeksa. Vrlovka jedina spada u sedmu kategoriju prema stupnju vrijednosti, ali joj je stupanj ugroženosti s obzirom na ostatak promatranih objekata veći. Ozaljska špilja spada u šestu kategoriju s obzirom na stupanj vrijednosti, ali ima najveći stupanj ugroženosti. Ozaljska špilja nalazi se u blizini najvećeg naselja promatranog područja Ozlja, a Vrlovka u blizini naselja Kamanje. Dostupnost tih špilja i blizina naselja koji su omogućili veći stupanj posjednosti uvjetovali su visok stupanj ugroženosti, pogotovo u Ozaljskoj špilji. Svi speleološki objekti koji se nalaze u blizini većih naselja, naročito speleološki objekti u blizini Ozlja bilježe veći stupanj ugroženosti.

Usporedbom indeksa zaključili smo da su najugroženiji speleološki objekti oni koji imaju najveću vidljivost, odnosno atraktivnost ulaza. Najveća ugroženost u korelaciji sa najvećom količinom natpisa, mehaničkih oštećenja i sedimenta imaju objekti u blizini naselja. Najveća ugroženost speleoloških objekata je u blizini naselja Ozlja, a najmanja u jugozapadnom dijelu koji je najudaljeniji od većih naselja ili cesta. Speleološki objekti koji se tako nalaze u većim stupnjem vrijednosti, a nalaze se u šumi i udaljeni su od puta, imaju vrlo mali stupanj ugroženosti. Pozitivna je činjenica da objekti koji imaju najviše ocjene u kategoriji hidrološke funkcije imaju mali stupanj ugroženosti.

Nemoguće je pronaći speleološki objekt savršenog omjera vrijednosti i ugroženosti, pošto svaka vrijednost za sobom povlači određeni stupanj ugroženosti. Speleološki objekti visoke vrijednosti apsolutno su ranjiviji jer postoji veća vjerojatnost da će doći do negativne promjene određenog imbenika, što može rezultirati povećanjem stupnja ugroženosti.

Speleološki objekti su vrlo labilni geokosustavi gdje i vrlo male promjene, koje se mogu dogoditi u vrlo kratkom vremenskom periodu, mogu rezultirati lananim reakcijama koje imaju negativne posljedice. Posebnost krškog terena zahtjeva poseban način upravljanja i iskorištavanja, pri kojemu je potrebno prvenstveno uzeti u obzir propusnost podloge. Pesticidi i herbicidi pukotinama dospijevaju u speleološke objekte, ali i do vode koja se koristi za piće. Upravo zbog toga je vrlo važno educirati lokalno stanovništvo i razvijati im svijest o karakteristikama krškog terena.

Upravo zbog ranije spomenutih obilježja promatranog područja smatramo da bi višegodišnji monitoring i komparacija IUS - a i IVS - a dali relevantnije, tj. reprezentativnije rezultate. Dobivene rezultate bi tada bilo moguće uspoređivati (Sl. 4) s obzirom na vremenski odmak. Prateći promjene IVS - a i IUS - a (pad ili porast), te linije trenda kroz određena vremenska razdoblja lako bi se mogli uočiti pozitivni i/ili negativni uzroci i/ili procesi (Sl. 4). Takav višegodišnji pristup istraživanju omogućio bi primjenu rezultata u svrhu prijedloga potencijalne primjene speleoloških objekata uz održivi razvoj i ekonomsku isplativost. Višegodišnje istraživanje omogućilo bi i praćenje uspješnosti određenih mjera u zaštiti objekata, ali i praćenje promjena uvjetovanih na inom korištenju (npr. utjecaj povećanja turističkih posjetitelja). Takvo višegodišnje istraživanje relacije vrijednosti i ugroženosti rezultiralo bi predlaganjem zaštite objekta, ne zbog njega samog nego zbog ekoloških vrijednosti šireg područja u kojemu se taj objekt nalazi (npr. zaštitom objekta zaštićeno bi se izvor pitke vode).

IVS i IUS korišteni u ovom radu primjenjivi su isključivo za speleološke objekte na krškom terenu. Smatramo da proučavano područje nije dovoljno veliko da bi se ovaj način bodovanja i korištenih kategorija standardizirao za cijelo krško područje Republike Hrvatske, te smatramo da je potrebno primijeniti spomenute indekse i na druga krška područja dinarskog krša. U krajnjoj liniji takav pristup rezultirao bi standardizacijom oba indeksa za prostor hrvatskog, ali i dinarskog krša.

Ovim radom želimo istaknuti važnost interdisciplinarnog pristupa u daljnjim istraživanjima kao i potrebe višegodišnjeg praćenja, time bi promatrane promjene ukazale na relativnost načina bodovanja s obzirom na prostorno – vremenski kontinuum. Ovaj rad je napravljen kao primjer primjene i važnosti geografskog pristupa u proučavanju prostorne i društvene interakcije.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata rada zaključeno je da speleološki objekti promatranog područja imaju veliki raspon vrijednosti IVS – a i IUS – a. Srednja vrijednost IVS –a iznosi 0.25 (stupanj vrijednosti – manje vrijedni objekti), a srednja vrijednost IUS – a iznosi 0.20 (stupanj ugroženosti – manje ugroženi objekti). Većina speleoloških objekata relativno je niske vrijednosti, ali i ugroženosti. Objekti s najvišim stupnjem vrijednosti također imaju i najviši stupanj ugroženosti. Razlozi visoke ugroženosti tih objekata su: njihov geografski položaj, odnosno neposredna blizina velikim naseljima i cestama, te visoka stopa posjećenosti.

Velika prednost ovakvog vrednovanja je što su rezultati dobiveni na temelju sinteze mnogih pozitivnih i negativnih, te prirodnih i društvenih parametara, ali valja imati na umu da je potrebno mnogo vremena za njihovo prikupljanje, analizu i sintezu.

Vrednovanje speleoloških objekata na temelju modificiranih IVS – a i IUS – a rezultiralo je zaključkom da bi rezultati bili precizniji višegodišnjim monitoringom, ali i primjenom modificiranog načina bodovanja na drugim krškim područjima. Takvim načinom stvorili bi se uvjeti potrebni za standardizaciju vrednovanja speleoloških objekata krškog područja.

Ovaj rad može poslužiti kao smjernica budućim znanstvenim istraživanjima vezanim ne samo za speleološke objekte, nego i za krš i krški prostor općenito, zbog njegove neposredne i posredne povezanosti površine i podzemlja.

6. ZAHVALE

Na ustupljenim podacima zahvaljujemo Speleološkom društvu Karlovac, Speleološkom odsjeku Planinarskog društva Dubovac, Speleološkom društvu Ursus Spealeus, Hrvatskom biospeleološkom društvu. Hrvoju Cvitanoviću, Jani Bedek i Nevenu Božiću zahvaljujemo na savjetima i pomoći u prikupljanju podataka. Posebno zahvaljujemo Jani Bedek na pomoći oko vrednovanja biospeleoloških obilježja speleoloških objekata. Također, zahvaljujemo svima koji su nam pružili potporu tijekom provedbe istraživanja i izrade rada.

7. POPIS LITERATURE

- Bo i , N., 1993: Speleološka istraživanja na brdu Lipnik u 1993. godini, *Speleo'zin* 2, 2-6
- Bo i , N., 1994: Ozaljska špilja, *Speleo'zin* 4, 42.
- Bo i , N., 1999: Speleomorfološke zna ajke brdskog uzvišenja Lipnika kod Karlovca, diplomski rad, PMF, Zagreb.
- Bo i , N., Balaš, Z., 2000: Katastar speleoloških objekata sjeverozapadnog dijela Karlova ke županije, Speleološko društvo Karlovac.
- Bo i , N., Košpi , N., Pahernik, M., 2010: Morfogeneza površinskih i podzemnih krških oblika na podru ju brdskog uzvišenja Lipnik, Dinarski krš, Hrvatska, Sažeci radova: Prvi hrvatski speleološki kongres s me unarodnim sudjelovanjem (ur. Garaši , M., Kova evi , S. M.), Pore , 24. i 27. studeni 2010., Hrvatski speleološki savez, Zagreb, 32-33.
- Boži evi , S., 1977: Spilja Vrlovka u Kamanju, Kulturni i prirodno spomenici Hravatske, posebno izdanje, Kajkavsko spraviš e, Zagreb, 1 – 16.
- Bognar, A., 1990: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa, *Geografski glasnik*, 53, 49-66.
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geografica Croatica*, 34(1999), 7–29.
- Bukovac, J., Poljak, M., Šušnjar, M., akalo, M., 1993a: Osnovna geološka karta 1: 100 000 list rnomej, GZ Zagreb, GZ Ljubljana, SGZ Beograd.
- Bukovac, J., Poljak, M., Šušnjar, M., akalo, M., 1993b: Tuma osnovne geološke karte 1:100000 za list rnomej, GZ Zagreb, GZ Ljubljana, SGZ Beograd.
- Buzjak, N., 2008: Geoekološko vrednovanje speleoloških pojava Žumbera ke gore, *Hrvatski geografski glasnik*, 70 (2), 73-89.
- Cvitanovi , H., Bo i , N., 1994, Novija speleološka istraživanja na brdu Lipnik, *Speleo'zin* 4, 18-22.
- u kovi , L., 1997: Arheološki nalazi iz špilje Vrlovke, *Speleo'zin* 7, 29-30.
- Herak, M., 1957: Geološka i hidrogeološka istraživanja podru ja Kupe od izvorišta do Ozlja, Fond stru . dok. br. 2910, GZ Zagreb.

- Herak, M., Bahun, S., 1968: Hidrogeološka studija sliva rijeke Kupe, Fond struč. dok. br. 4576, GZ Zagreb.
- Harley, G. L., Polk, J. S., North, L. A., Reeder, P. P., 2011: Application of a cave inventory system to stimulate development of management strategies: The case of west-central Florida, USA, *Journal of Environmental Management* 92, 2547-2557.
- Harley, G. L., Reeder, P. P., Polk, J. S., van Beynen, P. E., 2010: Developing a GIS-based inventory for the implementation of cave management protocols in Withlacoochee State Forest, Florida, *Journal of Cave and Karst Studies* 72 (1), 35-42.
- Košpić, N., 2010: Gis analiza prostornog razmještaja i morfoloških obilježja ponikava Ozaljskog područja, PMF, Zagreb.
- Jalžić, B., Bilandžija, H., Kljaković Gašpić, F., Pavlek, M., (ur.) 2010: Atlas špiljskih tipičnih lokaliteta faune republike Hrvatske, svezak 1, HBSD i DZZP, 261 str.
- Mamut, M., 2005: Geomorfološke značajke reljefa zadarskih otoka i njegovo geoekološko vrednovanje, doktorska disertacija, Geografski odsjek PMF-a, Zagreb.
- Mamut, M., 2010: Primjena metode relativnog vrednovanja reljefa na primjeru otoka Rave (Hrvatska), *Naše more*, 57 (5-6), 269-271.
- North, L. A., van Beynen, P. E., Parise, M., 2009: Interregional comparison of karst disturbance: West-central Florida and southeast Italy, *Journal of Environmental Management* 90, 1770-1781.
- Parise, M., Pascali, V., 2003: surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (southern Italy), *Environmental Geology* 44, 247-256.
- Popis stanovništva, kućanstava i stanova u Republici Hrvatskoj 2011. godine: Stanovništvo prema starosti i spolu, po gradovima/općinama, DZS, Zagreb, 2011.
- Saletto Janković, M., 1995: Turističko vrednovanje reljefa NP Paklenica, *Pakleni kižbornik* (ur. Tvrtković, N.), Starigrad – Paklenica, 1995., Uprava NP Paklenica, Starigrad Paklenica, 329-334.
- Šegota, T., Filipović, A., 1996: Klima Hrvatske, u: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb, 375–452.
- Tomčić, Ž., 2011: Akademik Mirko Malez – pionir Hrvatske speleoarheologije, *Radovi Zavoda za znanstveni rad HAZU* 22, 107–136.
- van Beynen, P., Brinkmann, R., van Beynen, K., 2012: A sustainability indeks for karst environments, *Journal of Cave and Karst Studies* 74 (2), 221-234.
- van Beynen, P., Feliciano, N., North, L., Townsend, K., 2007: Application of a Karst Disturbance Indeks in Hillsborough County, Florida, *Environmental Management* 39, 261-277.

van Beynen, P., Townsend, K., 2005: A Disturbance Indeks for Karst Environments, *Environmental Management* 36 (1), 101-116.

Veni, G., 2006: Guidelines for trash and rubble cleanup projects in: *Cave Conservation and Restoration* (ur. Hildreth – Werker, V., Werker, J. C.), National Speleological Society, Huntsville, 363–366.

8. SAŽETAK

Maša Pai , Dino Tomi : *Kvantificiranje vrijednosti i ugroženosti speleoloških objekata odabranog krškog područja Dinarida – primjer Ozaljskog područja*

Posebnost krškog terena očituje se u specifičnoj povezanosti površine i podzemlja. Speleološki objekti predstavljaju važnu sastavnicu u proučavanju krša zbog svoje visoke osjetljivosti na površinske i podzemne promjene uvjetovane prirodnim i antropogenim imbenicima. Cilj ovog rada je pokušati utvrditi vrijednost i ugroženost 39 speleoloških objekata Ozaljskog područja. Primijenjena je metoda dvaju modificiranih indeksa: Indeks vrijednosti speleoloških objekata (IVS) i Indeks ugroženosti speleoloških objekata (IUS), koje su kategorije promijenjene u svrhu prilagodbe promatranom području. Vrijednosti indeksa temelje se na brojnim pokazateljima (geomorfologija, hidrologija, bioraznolikost, blizina naselja, blizina puta itd.) koji su prikupljeni iz arhiva višegodišnjih istraživanja raznih speleoloških društava. Korelacijom obaju indeksa zaključilo se da objekti najvišeg stupnja vrijednosti također imaju i najveći stupanj ugroženosti. Najugroženiji su objekti visokog stupnja dostupnosti i atraktivnosti ulaza s obzirom da to povećava nekontrolirano posjeivanje koje se negativno odražava na stanje njihove unutrašnjosti. Objekti s najvećim IUS-om nalaze se u blizini najvećih naselja i prometnica, a objekti s najmanjim IUS-om nalaze se u jugozapadnom dijelu promatranog područja gdje je viša nadmorska visina, manji stupanj urbanizacije i rjeđa cestovna mreža.

Ključne riječi: *indeks ugroženosti, indeks vrijednosti, krško područje, Ozaljsko područje, speleološki objekti*

9. SUMMARY

Maša Pai , Dino Tomi : *Quantifying the value and degradation of caves in selected karst area of Dinarides – example of Ozalj hills*

The particularity of karst landscape is reflected in the specific interconnectedness between the surface and the underground. Caves represent an important feature of karst studies due to their high sensitivity to surface and subterranean changes conditioned by natural and anthropogenic factors. The aim of this paper is to try to determine the value and the disturbance of 39 caves of the Ozalj hills. The method of two modified indices has been applied: the Index of value of caves (IVS) and the Index of disturbance of caves (IUS) whose categories have been modified in order to adjust to the observed area. The index values are based on a number of indicators (geomorphology, hydrology, biodiversity, proximity of towns, proximity of roads, etc.) that were collected from the archives of years-long studies carried out by various speleological associations. Using the correlation of both indices it has been concluded that the caves with the highest level of value have likewise the highest level of disturbance. The most disturbed caves are those with a high level of accessibility and attractiveness of the entrance since that is what increases uncontrolled visits, which reflects negatively on the condition of its interior. The caves with the highest IUS are located in the vicinity of major towns and roads and the caves with the lowest IUS are located in the southwestern part of the observed area where there is a higher altitude, a lower level of urbanization and a low density road network.

Key words: *index of value, index of disturbance, karst area, the Ozalj hills, caves*

10. PRILOZI

Tab. 8. Op i podaci o istraživanim speleološkim objektima Ozaljskog pobra

| RB | IME | X | Y | Z | MORFOMETRIJSKI PODATCI | | VRSTA | MORFOLOŠKI TIP | LITOSTRATIGRAFSKA JEDINICA* | HIDROLOŠKA FUNKCIJA |
|----|--------------------------------------|--------------|--------------|-------|------------------------|---------|-------------|------------------------|-----------------------------|--|
| | | | | | DUBINA | DULJINA | | | | |
| 1 | RIO BAMBA | 50 55, 805 N | 55 33, 235 E | 150 m | 15 m | 140 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI GORNJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 2 | JAMA PRIŠČICA | 50 55, 440 N | 55 34, 210 E | 200 m | 37,5 m | 25 m | JAMA | KOLJENAST | VAPNENCI GORNJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 3 | KOZJAČA | 50 55, 005 N | 55 31, 113 E | - | - | > 50 m | ŠPILJA | RAZGRANAT | VAPNENCI GORNJE KREDE | POVREMENI IZVOR |
| 4 | STANKOVA ŠPILJA | 50 54, 866 N | 55 30, 632 E | - | - | 15 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI GORNJE JURE | BEZ FUNKCIJE |
| 5 | ŠPILJA KOD VRLOVKE | 50 54, 860 N | 55 30, 875 E | 135 m | - | - | ŠPILJA | RAZGRANAT | VAPNENCI GORNJE JURE | BEZ FUNKCIJE |
| 6 | VRLOVKA | 50 54, 830 N | 55 30, 820 E | 135 m | - | 330 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI GORNJE JURE | POVREMENI IZVOR, TRI BAZENA S VODOM NAKAPNICOM |
| 7 | JAMA NAD KUPOM | 50 52, 780 N | 55 36, 585 E | 145 m | 15 m | 15 m | JAMA | KOLJENAST | KREDNI VAPNENCI | BEZ FUNKCIJE |
| 8 | ŠPILJA IZNAD PRUGE - JAMA IZNAD LUKE | 50 52, 625 N | 55 36, 700 E | 155 m | 17 m | 38 m | KOMBINIRANO | RAZGRANAT | VAPNENCI GORNJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 9 | OZALJSKA ŠPILJA | 50 52, 500 N | 55 36, 640 E | 140 m | - | 129 m | ŠPILJA | RAZGRANAT | VAPNENCI GORNJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 10 | POLUŠPILJA ISPOD PRUGE | 50 52, 310 N | 55 37, 375 E | 125 m | - | 6 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI GORNJE KREDE | BEZ FUNKCIJE, ZA VIŠIH VODOSTAJA KUPE JE DJELOMIČNO POTOPljena |
| 11 | PIVNICA | 50 50, 872 N | 55 28, 206 E | 245 m | 51 m | 180 m | ŠPILJA | RAZGRANAT | VAPNENCI GORNJE JURE | SIFONSKO JEZERO DUBINE OKO 5 m |
| 12 | BAZGOVICA | 50 50, 624 N | 55 32, 355 E | 415 m | 32 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI GORNJE JURE | BEZ FUNKCIJE |
| 13 | JAMA POD JELEN VRHOM | 50 50, 000 N | 55 31, 400 E | 400 m | - | - | JAMA | - | VAPNENCI GORNJE JURE | - |
| 14 | ŠČOKOVICA | 50 49, 574 N | 55 30, 170 E | 360 m | - | - | ŠPILJA | - | VAPNENCI GORNJE JURE | - |
| 15 | JAMA ORIK | 50 48, 490 N | 55 33, 120 E | 345 m | - | - | JAMA | - | VAPNENCI GORNJE JURE | POVREMENI PONOR |
| 16 | ZDENČAJKA 1 | 50 46, 200 N | 55 25, 880 E | 344 m | 23 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 17 | ZDENČAJKA 2 | 50 46, 175 N | 55 25, 885 E | 349 m | 30 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 18 | ZDENČAJKA 5 | 50 45, 955 N | 55 26, 005 E | 390 m | 17 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN, KOLJENAST | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 19 | ZDENČAJKA 4 | 50 45, 750 N | 55 25, 994 E | 401 m | 9 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 20 | ZDENČAJKA 3 | 50 45, 675 N | 55 25, 972 E | 398 m | 15,5 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 21 | SLAKOVA ŠPILJA | 50 44, 790 N | 55 29, 380 E | 158 m | - | 25 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | POVREMENI IZVOR |
| 22 | ĐOT | 50 43, 638 N | 55 26, 785 E | 408 m | 42 m | 146 m | ŠPILJA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 23 | JAMA 13 | 50 43, 615 N | 55 27, 075 E | 420 m | 10,5 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 24 | JAMA UZ BLATNI PUT | 50 43, 480 N | 55 27, 320 E | 392 m | 28 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 25 | VATRENA JAMA, MALI ĐOT | 50 43, 475 N | 55 27, 210 E | 402 m | 45,5 | - | JAMA | JEDNOSTAVAN, KOLJENAST | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 26 | USKA JAMA | 50 43, 375 N | 55 27, 330 E | 402 m | 29m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 27 | JAMA NA ŠKRILAMA | 50 43, 180 N | 55 27, 263 E | 413 m | 54 m | 32 m | JAMA | RAZGRANAT, KOLJENAST | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 28 | ZVONEČKA 1 | 50 43, 148 N | 55 29, 340 E | 330 m | 41 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 29 | ZVONEČKA 2 | 50 43, 056 N | 55 29, 028 E | 365 m | 61 m | 81 m | JAMA | RAZGRANAT, KOLJENAST | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 30 | PROZORNICA | 50 42, 875 N | 55 28, 835 E | 355 m | 34 m | 8 m | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 31 | JAMA SVETI KRIŽ | 50 42, 700 N | 55 34, 620 E | 310 m | 58 m | 25 m | JAMA | JEDNOSTAVAN | KREDNI VAPNENCI | BEZ FUNKCIJE |
| 32 | TVORCOVA JAMA | 50 42, 530 N | 55 29, 250 E | 338 m | 34 m | 64 m | JAMA | RAZGRANAT, KOLJENAST | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 33 | JAMA ŠABAC | 50 42, 150 N | 55 34, 655 E | 285 m | 20 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | KREDNI VAPNENCI | BEZ FUNKCIJE |
| 34 | JAMA BEZ IMENA | 50 41, 822 N | 55 28, 232 E | 398 m | 26 m | 25 m | JAMA | RAZGRANATI, ETAŽNI | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 35 | JAMA NA TIČKOVCU | 50 41, 715 N | 55 29, 255 E | 456 m | 10 m | 6,5 m | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 36 | JAMA KOPAR | 50 41, 475 N | 55 27, 478 E | 302 m | 13 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 37 | JAMA NA GLAVICI | 50 40, 950 N | 55 28, 025 E | 308 m | 15 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 38 | JAMA U GVOZDAKU | 50 40, 625 N | 55 29, 828 E | 290 m | 15 m | - | JAMA | JEDNOSTAVAN | VAPNENCI DONJE KREDE | BEZ FUNKCIJE |
| 39 | ŠPILJA U LADEŠIĆ DRAGI | 50 38, 233 N | 55 30, 590 E | 150 m | - | - | ŠPILJA | RAZGRANAT | VAPNENCI DONJE KREDE | IZVOR |

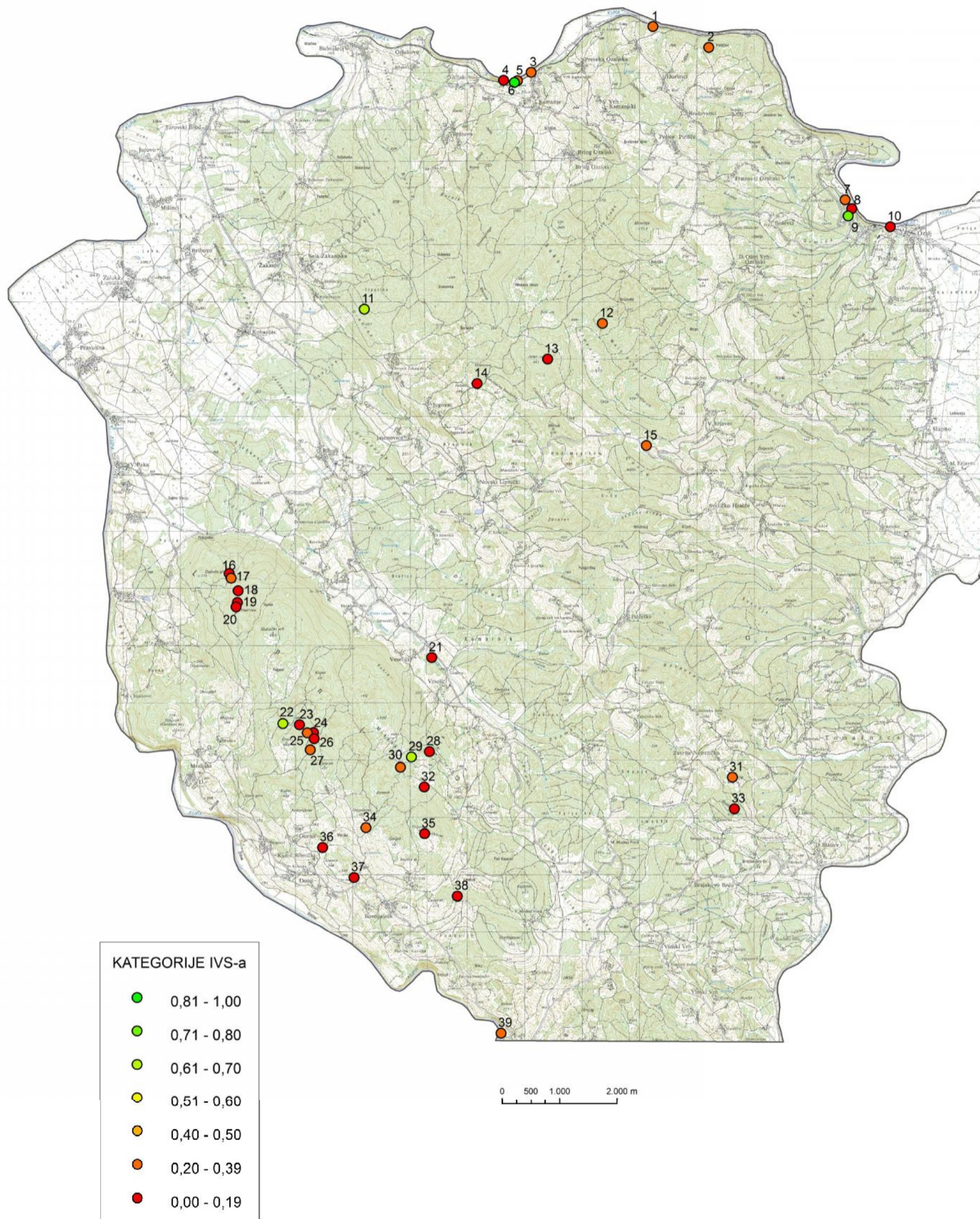
Izvor: Bo i i Balaš, 2000; arhiva Speleološkog društva Karlovac, arhiva Speleološkog odsjeka PD Dubovac, arhiva Speleološkog kluba Ursus Spelaesus, arhiva HBSD, *prema OGK list Bukovac et al, 1983

Tab. 9. Kriteriji vrednovanja i ocjene IVS – a

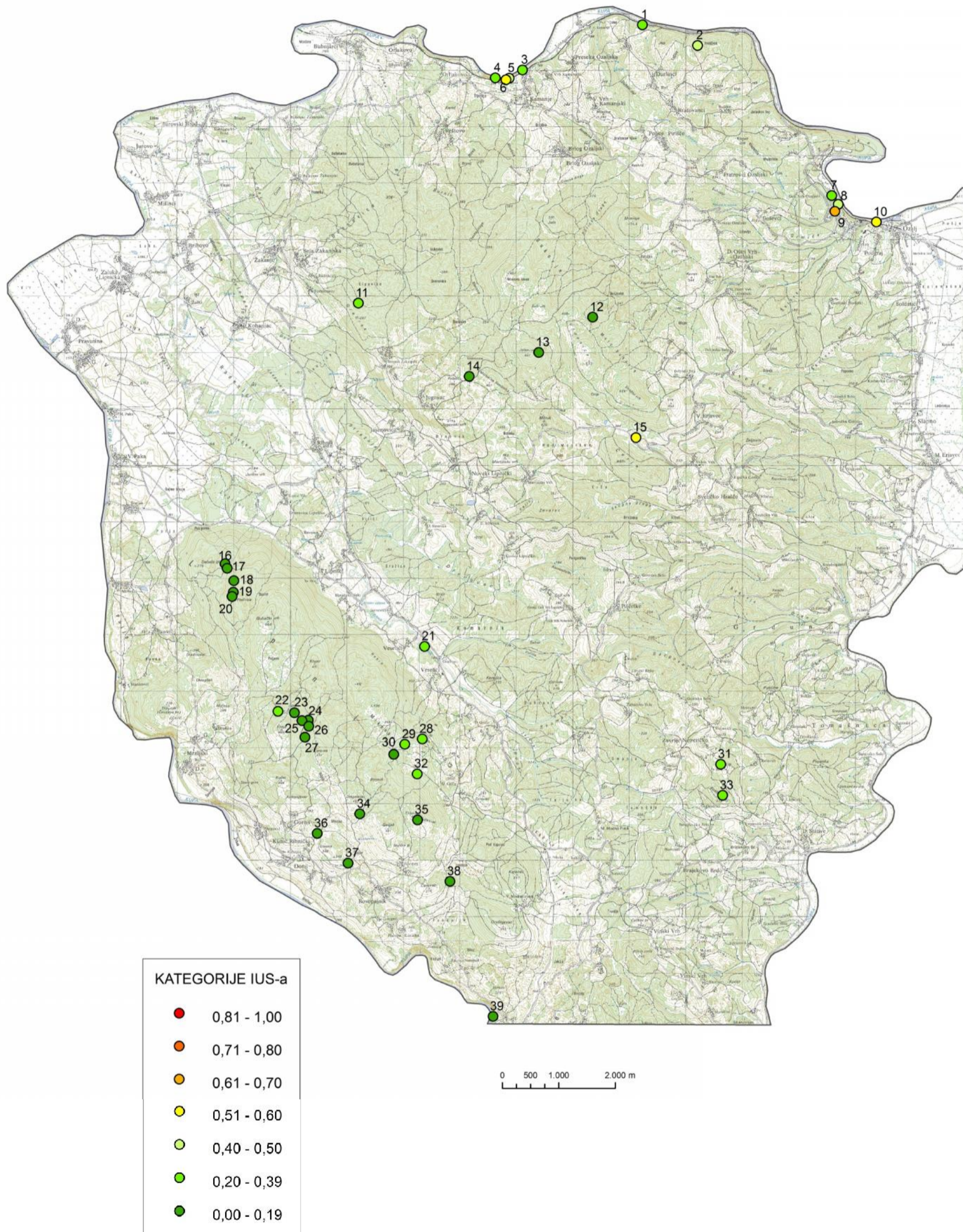
| RB | IME OBJEKTA | GEOSPELEOLOŠKA VRIJEDNOST | | | KRAJOBRAZNA | HIDROGEOLOŠKA | BIOSPELEOLOŠKA | PALEONTOLOŠKA | ARHEOLOŠKA I KULTURNA | ZBROJ VRIJEDNOSTI | MAX. BROJ BODOVA | IVS |
|----|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|----------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------|
| | | Duljina/dubina | Denudacijski oblici | Sedimenti | Vidljivost ulaza | Funkcija i karakter | | Fosili u sedimentu/stijeni | | | | |
| 1 | RIO BAMBA | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 24 | 0,33 |
| 2 | JAMA PRIŠČICA | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | x | 0 | 0 | 6 | 21 | 0,29 |
| 3 | KOZJAČA | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 8 | 24 | 0,33 |
| 4 | STANKOVA ŠPIIJA | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 24 | 0,13 |
| 5 | VRLOVKA | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 21 | 24 | 0,88 |
| 6 | ŠPIIJA KOD VRLOVKE | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | x | 0 | 0 | 5 | 21 | 0,24 |
| 7 | JAMA NAD KUPOM | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | 0 | 3 | 6 | 21 | 0,29 |
| 8 | ŠPIIJA IZNAD PRUGE - JAMA IZNAD LUKE | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | 0 | 0 | 4 | 21 | 0,19 |
| 9 | OZALJSKA ŠPIIJA | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 18 | 24 | 0,75 |
| 10 | POLUŠPIIJA ISPOD PRUGE | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 11 | PIVNICA | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 16 | 24 | 0,67 |
| 12 | BAZGOVICA | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | 0 | 1 | 6 | 21 | 0,29 |
| 13 | JAMA POD JELEN VRHOM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 21 | 0,00 |
| 14 | ŠČOKOVICA | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 15 | JAMA ORIK | x | x | x | 2 | 2 | x | 0 | 0 | 4 | 12 | 0,33 |
| 16 | ZDENČAJKA 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 1 | 21 | 0,05 |
| 17 | ZDENČAJKA 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | 0 | 0 | 5 | 21 | 0,24 |
| 18 | ZDENČAJKA 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | 0 | 0 | 4 | 21 | 0,19 |
| 19 | ZDENČAJKA 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 21 | 0,00 |
| 20 | ZDENČAJKA 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 3 | 21 | 0,14 |
| 21 | SLAKOVA ŠPIIJA | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 24 | 0,17 |
| 22 | ĐOT | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 15 | 24 | 0,63 |
| 23 | JAMA 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 1 | 21 | 0,05 |
| 24 | JAMA UZ BLATNI PUT | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 1 | 21 | 0,05 |
| 25 | VATRENA JAMA, MALI ĐOT | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7 | 24 | 0,29 |
| 26 | USKA JAMA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 1 | 21 | 0,05 |
| 27 | JAMA NA ŠKRILAMA | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 | 24 | 0,33 |
| 28 | ZVONEČKA 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | 0 | 0 | 4 | 21 | 0,19 |
| 29 | ZVONEČKA 2 | 3 | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 15 | 24 | 0,63 |
| 30 | PROZORNICA | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 5 | 21 | 0,24 |
| 31 | JAMA SVETI KRIŽ | 3 | x | x | 2 | 1 | x | 0 | 1 | 7 | 21 | 0,33 |
| 32 | TVORCOVA JAMA | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | 0 | 0 | 4 | 21 | 0,19 |
| 33 | JAMA ŠABAC | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 34 | JAMA BEZ IMENA | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 24 | 0,21 |
| 35 | JAMA NA TIČKOVCU | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 36 | JAMA KOPAR | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | 0 | 0 | 3 | 21 | 0,14 |
| 37 | JAMA NA GLAVICI | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 38 | JAMA U GVOZDAKU | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | 0 | 0 | 2 | 21 | 0,10 |
| 39 | ŠPIIJA U LADEŠIĆ DRAGI | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | x | 0 | 0 | 6 | 21 | 0,29 |

Tab. 10. Kriteriji vrednovanja i ocjene IUS –a

| RB | IME OBJEKTA | POVRŠINA | | | | PODZEMLJE | | | | | | ZBROJ VRIJEDNOSTI | MAX. BROJ DODOVA | IUS |
|----|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------------|---------------------|---------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------|
| | | Udaljenost od naselja | Udaljenost od puta | Korištenje zemljišta | Blizina kamenoloma | Otpad | Oštećenja sige i stijena | Oštećenja sedimenta | Natpisi | Nasipavanje | Posjećivanje | | | |
| 1 | RIO BAMBA | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 0,20 |
| 2 | JAMA PRIŠČICA | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 13 | 30 | 0,43 |
| 3 | KOZJAČA | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 30 | 0,27 |
| 4 | STANKOVA ŠPILJA | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 30 | 0,27 |
| 5 | ŠPILJA KOD VRLOVKE | 2 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 | 30 | 0,50 |
| 6 | VRLOVKA | 2 | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 18 | 30 | 0,60 |
| 7 | JAMA NAD KUPOM | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 30 | 0,23 |
| 8 | ŠPILJA IZNAD PRUGE - JAMA IZNAD LUKE | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 15 | 30 | 0,50 |
| 9 | OZALJSKA ŠPILJA | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 20 | 30 | 0,67 |
| 10 | POLUŠPILJA ISPOD PRUGE | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 17 | 30 | 0,57 |
| 11 | PIVNICA | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 6 | 30 | 0,20 |
| 12 | BAZGOVICA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 13 | JAMA POD JELEN VRHOM | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 14 | ŠČOKOVICA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 15 | JAMA ORIK | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | x | x | x | 3 | 0 | 12 | 21 | 0,57 |
| 16 | ZDENČAJKA 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 17 | ZDENČAJKA 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 18 | ZDENČAJKA 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 19 | ZDENČAJKA 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0,00 |
| 20 | ZDENČAJKA 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0,00 |
| 21 | SLAKOVA ŠPILJA | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 6 | 27 | 0,22 |
| 22 | ĐOT | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 | 30 | 0,20 |
| 23 | JAMA 13 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 24 | JAMA UZ BLATNI PUT | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 25 | VATRENA JAMA, MALI ĐOT | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 26 | USKA JAMA | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 27 | JAMA NA ŠKRILAMA | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 28 | ZVONEČKA 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 30 | 0,27 |
| 29 | ZVONEČKA 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 0,20 |
| 30 | PROZORNICA | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 30 | 0,13 |
| 31 | JAMA SVETI KRIŽ | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | x | x | x | 3 | 0 | 8 | 21 | 0,38 |
| 32 | TVORCOVA JAMA | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 0,20 |
| 33 | JAMA ŠABAC | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 30 | 0,20 |
| 34 | JAMA BEZ IMENA | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 30 | 0,10 |
| 35 | JAMA NA TIČKOVCU | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0,00 |
| 36 | JAMA KOPAR | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0,07 |
| 37 | JAMA NA GLAVICI | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 30 | 0,10 |
| 38 | JAMA U GVOZDAKU | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0,03 |
| 39 | ŠPILJA U LADEŠIĆ DRAGI | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 30 | 0,13 |



Sl. 5. Prostorni raspored speleoloških objekata prema kategorijama IVS-a (podloga topografska karta 1 : 25000, izdanje VGI)



Sl. 6. Prostorni raspored speleoloških objekata prema kategorijama IUS-a (podloga topografska karta 1 : 25000, izdanje VGI)