

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Maja ZAGMAJSTER

ANALIZA RAZŠIRJENOSTI IZBRANIH SKUPIN
TROGLOBIOTSKE FAVNE NA DINARSKEM
OBMOČJU

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Maja ZAGMAJSTER

ANALIZA RAZŠIRJENOSTI IZBRANIH SKUPIN
TROGLOBIOTSKE FAVNE NA DINARSKEM
OBMOČJU

DOKTORSKA DISERTACIJA

ANALYSIS OF DISTRIBUTION PATTERNS OF MODEL
GROUPS OF TROGLOBIOTIC FAUNA IN THE
DINARIC REGION

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2007

Doktorska disertacija je zaključek podiplomskega študija biologije, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani. Raziskave so bile opravljene na Oddelku za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.

Tema disertacije je bila sprejeta na seji Senata Univerze z dne 14. 2. 2006.

Mentor prof. dr. Boris Sket je bil imenovan na seji Senata Univerze z dne 14. 2. 2006.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Andrej Blejec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Boris Sket
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Tone Novak
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 13. 7. 2007

Podpisana se strinjam z objavo naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Maja Zagmajster

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK 591.9:591.5:595.76(043.3)=863
KG Dinarski kras/jugovzhodne Alpe/podzemna biodiverziteteta/vzorci razširjenosti/troglobiotski hrošči/Coleoptera/Carabidae/Cholevidae/Pselaphidae/GIS/vpliv velikosti mreže/avtokorelacija/cenilke števila vrst/kriging/kladistična analiza/združevanje arealov/vpliv vzorčenja/okoljski dejavniki
KK
AV ZAGMAJSTER, Maja, univ. dipl. biol.
SA SKET, Boris (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2007
IN ANALIZA RAZŠIRJENOST IZBRANIH SKUPIN TROGLOBIOTSKE FAVNE NA DINARSKEM OBMOČJU
TD Doktorska disertacija
OP XII, 128 str., 27 pregl., 54 sl., 4 pril., 127 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Obravnavamo vzorce biodiverzitet in razširjenosti troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju in v delih sosednjih kraških območij v Alpah, vzhodni Srbiji in Makedoniji. Raziskovano območje smo prekrili s kvadratnimi mrežami 5x5 km, 10x10 km, 20x20 km, 40x40 km, 80x80 km in 120x120 km. V analizah, kjer smo uporabili mreže najmanjših kvadratov, smo upoštevali lokalitete s položajno natančnostjo najmanj 3 km, sicer pa tudi tiste z natančnostjo 6 km. Pozitivna avtokorelacija med števili vrst na kvadrat je bila na ozemlju Dinaridov najvišja pri mreži 20x20 km, to velikost kvadratov smo zato uporabili kot najprimernejšo za analize. V teh smo upoštevali 384 troglobiotskih vrst hroščev na širšem raziskovanem območju (298 le v Dinaridih), od tega 119 vrst iz družine Carabidae (77 v Dinaridih), 239 vrst iz Cholevidae (196 v Dinaridih) in 26 vrst iz Pselaphidae (25 v Dinaridih). Od 1865 podzemnih lokalitet s troglobiotskimi hrošči je le 55 jam takih, kjer smo našli pet ali več vrst hroščev. V Dinaridih sta dve območji visoke vrstne diverzitet troglobiotskih hroščev, prvo na severozahodu, v Sloveniji, in drugo na širšem območju tromeje med Hercegovino, južno Dalmacijo in zahodno Črno Goro. Carabidae so vrstno najbogatejši na severozahodu, medtem ko so Cholevidae najbogatejši na jugovzhodu Dinaridov. Vzorec biodiverzitet vrst se z upoštevanjem podvrst ne spremeni, medtem ko je vzorec števila rodov nekoliko drugačen. V Dinaridih krivulje kopičenja vrst niso dosegle asimptote pri nobeni velikosti mreže. Za ocene pričakovanega števila vrst smo uporabili cenilke jackknife 1, jackknife 2, Chao 2, bootstrap in ICE. S spreminjanjem velikosti mreže so se najmanj spreminjale napovedi cenilk jackknife 1 in bootstrap, slednjo pa obravnavamo kot najprimernejšo. S cenilkama Chao 2 in bootstrap smo izračunali pričakovano število vrst za posamezen kvadrat in to primerjali z znanim številom vrst. Največ dodatnih vrst lahko pričakujemo v vrstno bogatih kvadratih in v njihovih sosedih, pri čemer so bile ocene cenilke Chao 2 mnogo višje kot pri cenilki bootstrap. Opažen in pričakovan vzorec biodiverzitet smo prikazali z interpolacijskima metodama tehtanih drsečih sredin in osnovnega kriginga. S krigingom smo preverili vpliv manjkajočih in ničelnih vrednosti v kvadratih na napovedi vrstne diverzitet. Kvadrati z največjim številom vrst in kvadrati z največ podzemnimi lokalitetami, kjer so bili najdeni hrošči, se večinoma ne prekrivajo. 60 % variance števila vrst med kvadrati lahko razložimo z varianco števila vzorčenih lokalitet. Z razlikami v povzročeni ne moremo povsem razložiti vzorcev biodiverzitet. Preverili smo korelacije števila vrst z izbranimi okoljskimi dejavniki: padavinami, temperaturo, nadmorsko višino in vegetacijskim pokrovom. Statistično značilno pozitivno korelacijo smo dobili s količino povprečnih letnih padavin in z nadmorsko višino, negativno pa z najnižjo povprečno letno temperaturo v kvadratu. Število vrst je bilo statistično značilno pozitivno korelirano z deležem potencialnega vegetacijskega bioma gozdov v kvadratu. Prepoznali smo lahko izrazite vzorce razširjenosti troglobiotskih hroščev. Z uteženo analizo največje varčnosti smo prepoznali tri območja razširjenosti vrst: alpsko, severozahodno dinarsko in jugovzhodno dinarsko. Po podobnosti arealov so se vrste razvrščale v skupino italijanskih Alp, skupine na območju slovenskih Alp in severozahodnih Dinaridov, skupino severozahodnega dela Dinaridov, skupino osrednjega dela Dinaridov in skupine na območju jugovzhodnih Dinaridov. S temi analizami smo potrdili severozahodni in jugovzhodni merodinarski vzorec razširjenosti, holodinarsko pa ni razširjena nobena vrsta ali rod troglobiotskih hroščev.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC 591.9:591.5:595.76(043.3)=863
CX Dinaric karst/Southeastern Alps/subterranean biodiversity/distribution patterns/troglobiotic beetles/Coleoptera/Carabidae/Cholevidae/Pselaphidae/GIS/influence of grid size/ autocorrelation/species richness estimators/kriging/cladistic analysis/clustering of ranges/influence of sampling effort/environmental factors
CC
AU ZAGMAJSTER, Maja
AA SKET, Boris (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2007
TI ANALYSIS OF DISTRIBUTION PATTERNS OF MODEL GROUPS OF TROGLOBIOTIC FAUNA IN THE DINARIC REGION
DT Doctoral Dissertation
NO XII, 128 p., 27 tab., 54 fig., 4 ann., 127 ref.
LA sl
AL sl/en
AB FE explored patterns of biodiversity and distribution of troglobiotic beetles in the Dinaric area with parts of neighboring karstic regions of the Alps, eastern Serbia and Macedonia. The research area was covered with quadrates grids 5x5 km, 10x10 km, 20x20 km, 40x40 km, 80x80 km and 120x120 km. If smallest grids were included in the analyses, only localities with positional accuracy of at least 3 km were considered, while in other cases also the ones with accuracy of 6 km. Positive autocorrelation of number of species per quadrate in the Dinaric area was highest at quadrate 20x20 km, so this size was considered most suitable for further analyses. We included 384 troglobiotic beetle species in the whole research area (298 in Dinarides), of which 119 belong to family Carabidae (77 in Dinarides), 239 to Cholevidae (196 in Dinarides) and 26 to Pselaphidae (25 in Dinarides). Only 55 caves of the 1865 subterranean localities in the area had at least five or more troglobiotic beetle species recorded. In the Dinarides there are two areas of high troglobiotic beetles diversity: one in the northwest, in Slovenia, and the other in the southeastern parts, in the area of Herzegovina, southern Dalmatia and western Montenegro. Carabidae are most diverse in the northwestern parts, while Cholevidae are richest in the southeast. Pattern of species diversity is almost the same to pattern of subspecies, while genera exhibit somewhat different patterns of diversity. In Dinarides, species accumulation curves do not reach an asymptote at any quadrate size. We calculated jackknife 1, jackknife 2, Chao 2, bootstrap and ICE species richness estimators. Jackknife 1 and bootstrap changed least with the increase in quadrate size, and we considered bootstrap as most appropriate. We calculated expected numbers of species with Chao 2 and bootstrap estimators for quadrates with at least five localities know. Additional species can be expected in the species rich quadrates and also their neighbors. Chao 2 estimates were much higher than bootstrap. We used inverse distance weighting and ordinary kriging interpolation methods to present observed and expected patterns of biodiversity. Influence of zero and null values on the predictions by kriging were explored. Differences in sampling intensity cannot completely explain patterns of species diversity. Quadrates with higher numbers of species and quadrates with highest numbers of sampled subterranean localities with beetles mostly do not overlap. Quadrates with the comparative number of sampled localities had different numbers of species. 60 % of variance in number of species in quadrates can be explained by the variance in number of sampled localities. We compared species diversity pattern with the environmental correlates: precipitation, temperature, altitude and vegetation. Statistically significant positive correlation exists with the mean annual precipitation and with altitude, but negative with smallest mean annual temperature within the quadrate. Numbers of species were statistically significantly correlated with the proportion of potential forest vegetation biome within quadrates. Distribution patterns of troglobiotic beetles were recognised. With the weighed maximum parsimony analyses we discriminated three species distribution areas: alpine, northwestern dinaric and southeastern dinaric. In the analysis of the similarities of species ranges, species were delineated into a group of Italian Alps, groups of both Slovenian Alps and northwestern Dinarides, group of northwestern Dinarides, group of middle Dinarides and groups in the southeastern parts of Dinarides. We confirmed the northwestern and southeastern merodinaric distribution patterns, but no species or genus had holodinaric distribution.

KAZALO VSEBINE

| | |
|--|------------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION | IV |
| KAZALO VSEBINE | V |
| KAZALO PREGLEDNIC | VII |
| KAZALO SLIK | IX |
| KAZALO PRILOG | XII |
| | |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 IZHODIŠČE NALOGE IN CILJI RAZISKAVE | 1 |
| 1.2 PREGLED RAZISKAV | 2 |
| 1.2.1 Biodiverziteta podzemne favne | 2 |
| 1.2.1.1 Biodiverziteta podzemne favne Dinarskega območja | 6 |
| 1.2.2 Razširjenost podzemne favne | 7 |
| 1.2.2.1 Razširjenost podzemne favne na Dinarskem območju | 8 |
| 1.2.3 Podzemni hrošči kot izbrana skupina za analize na Dinarskem območju | 9 |
| | |
| 2 MATERIALI IN METODE | 12 |
| 2.1 OBMOČJE RAZISKAV | 12 |
| 2.2 PRIPRAVA PODATKOV | 13 |
| 2.2.1 Upoštevane skupine hroščev | 13 |
| 2.2.2 Priprava podatkovne zbirke | 14 |
| 2.2.3 Kartografska projekcija, priprava mrež in izbor podatkov | 15 |
| 2.3 VZORCI BIODIVERZITETE | 17 |
| 2.3.1 Kartiranje števila taksonov | 18 |
| 2.3.2 Prostorski vzorec razporeditve števila vrst | 18 |
| 2.3.2.1 Število upoštevanih sosedov | 18 |
| 2.3.2.2 Statistika črno-belih stikov | 19 |
| 2.3.2.3 Koeficienti avtokorelacije | 20 |
| 2.3.3 Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju | 21 |
| 2.3.3.1 Krivulje kopičenja vrst | 21 |
| 2.3.3.2 Neparometrične cenilke števila vrst | 22 |
| 2.3.4 Prikaz razporeditve opaženega in ocenjenega števila vrst z interpolacijo | 24 |
| 2.3.4.1 Prikaz biodiverzitete z metodo tehtanih drsečih sredin | 25 |
| 2.3.4.2 Prikaz biodiverzitete z metodo kriging | 25 |
| 2.4 VZORCI RAZŠIRJENOSTI | 26 |
| 2.4.1 Velikosti arealov | 26 |
| 2.4.2 Uporaba kladističnih metod za ugotavljanje vzorcev razširjenosti | 27 |
| 2.4.3 Združevanje arealov vrst | 28 |
| 2.5 RAZLAGA VZORCEV PODZEMNE BIODIVERZITETE | 29 |
| 2.5.1 Razlike v intenzivnosti vzorčenja | 29 |
| 2.5.2 Primerjava z izbranimi okoljskimi podatki | 30 |

| | |
|--|------------|
| 3 REZULTATI..... | 35 |
| 3.1 PREGLED PODATKOV | 35 |
| 3.2 VZORCI BIODIVERZITETE..... | 37 |
| 3.2.1 Vzorci razporeditve števila vrst | 37 |
| 3.2.1.1 Število vrst na lokaliteto | 37 |
| 3.2.1.2 Spreminjanje vzorca biodiverzitete pri različno velikih kvadratih mreže | 40 |
| 3.2.1.3 Vzorec biodiverzitete pri izbrani velikosti mreže | 46 |
| 3.2.2 Primerjava vzorcev biodiverzitete na različnih taksonomskih ravneh | 49 |
| 3.2.3 Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju | 54 |
| 3.2.3.1 Ocene števila vrst pri različno velikih kvadratih mreže | 54 |
| 3.2.3.2 Pričakovano število vrst na Dinarskem območju pri izbrani velikosti mreže | 56 |
| 3.2.5 Napovedi vzorcev biodiverzitete | 58 |
| 3.2.5.1 Pričakovan vzorec biodiverzitete troglobiotskih hroščev | 58 |
| 3.2.5.2 Plastnice razporeditve znanega in ocenjenega števila vrst | 59 |
| 3.3 VZORCI RAZŠIRJENOSTI..... | 71 |
| 3.3.1 Velikost arealov | 71 |
| 3.3.2 Vzorci razširjenosti, ugotovljeni s kladističnimi metodami | 74 |
| 3.3.3 Združevanje arealov vrst..... | 81 |
| 3.4 RAZLAGE VZORCEV BIODIVERZITETE | 87 |
| 3.4.1 Vpliv vzorčenja na vzorce biodiverzitete | 87 |
| 3.4.1.1 Vpliv vzorčenja pri različnih velikostih mreže | 87 |
| 3.4.1.2 Vpliv vzorčenja pri izbrani velikosti mreže | 91 |
| 3.4.2 Primerjava vzorcev biodiverzitete z izbranimi okoljskimi podatki | 93 |
| 4 RAZPRAVA IN SKLEPI..... | 96 |
| 4.1 RAZPRAVA | 96 |
| 4.1.1 Vpliv velikosti mreže na razporeditev in ocene števila vrst..... | 96 |
| 4.1.2 Vzorci biodiverzitete troglobiotskih hroščev | 98 |
| 4.1.3 Razporeditev ocenjenih števil troglobiotskih hroščev | 100 |
| 4.1.4 Uporaba interpolatorjev za prikaz razporeditve opaženih in ocenjenih števil troglobiotskih vrst hroščev..... | 101 |
| 4.1.5 Vpliv vzorčenja na opažen vzorec biodiverzitete | 102 |
| 4.1.6 Vzorci biodiverzitete in okoljski dejavniki..... | 103 |
| 4.1.7 Vzorci razširjenosti troglobiotskih vrst hroščev | 106 |
| 4.2 SKLEPI..... | 109 |
| 5 POVZETEK (SUMMARY)..... | 112 |
| 5.1 POVZETEK..... | 112 |
| 5.2 SUMMARY | 115 |
| 6 VIRI | 119 |

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|--|----|
| Preglednica 1: Razredi, v katere smo razvrstili lokalitete glede na natančnost koordinat. | 15 |
| Preglednica 2: Število vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju in širšem raziskovanem območju..... | 35 |
| Preglednica 3: Število geokodiranih lokalitet na Dinarskem območju ter širšem raziskovanem območju..... | 36 |
| Preglednica 4: Seznam jam, od koder je poznanih pet ali več troglobiotskih hroščev..... | 39 |
| Preglednica 5: Pogostost raznorodnih stikov pri različnih mrežah na širšem raziskovanem območju. | 40 |
| Preglednica 6: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran I in Geary c za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili širše raziskovano območje. | 41 |
| Preglednica 7: Pogostost raznorodnih stikov pri različnih mrežah na Dinarskem območju. | 43 |
| Preglednica 8: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran I in Geary c za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje 44 | 44 |
| Preglednica 9: Spearmanovi korelacijski koeficienti, izračunani za števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km iz obravnavanih družin: Carabidae, Cholevidae in Pselaphidae. | 49 |
| Preglednica 10: Število rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev, ki smo jih vključili v primerjavo biodiverzitete na različnih taksonomskih ravneh..... | 49 |
| Preglednica 11: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže..... | 55 |
| Preglednica 12: Število vrst, ki so prisotne v po enem kvadratu («uniques») in vrst, ki so prisotne v po dveh kvadratih («duplicates») na Dinarskem območju | 56 |
| Preglednica 13: Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju pri mreži 20x20 km. ... | 57 |
| Preglednica 14: Koren povprečja kvadratov napak napovedi (RMS) iz navzkrižnega preverjanja opaženih in predvidenih vrednosti z interpolacijsko metodo tehtanih drsečih sredin..... | 60 |
| Preglednica 15: Lastnosti modelov semivariogramov z različno razporeditvijo upoštevanih ničel in manjkajočih vrednosti za kvadrate brez podatkov. | 63 |
| Preglednica 16: Mere napake napovedi, dobljene z navzkrižnim preverjanjem opaženih in predvidenih vrednosti z metodo osnovni kriging..... | 70 |
| Preglednica 17: Povprečna absolutna razlika (MAD) in χ^2 vrednosti v primerjavi razporeditve znanih in napovedanih števil vrst za 118 kvadratov z osnovnim krigingom. | 71 |
| Preglednica 18: Število vrst troglobiotskih hroščev, ki so poznane iz le po ene lokalitete ali po enega kvadrata mreže na širšem raziskovanem območju..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Preglednica 19: Lastnosti dreves strogega soglasja v uteženi analizi maksimalne varčnosti, kjer so bili znaki uteženi glede na doprinos k razrešitvi drevesa..... | 76 |
| Preglednica 20: Vrstna sestava dveh skupin (EL1 in EL2, glej Sl. 48), v kateri smo razdelili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju..... | 83 |
| Preglednica 21: Vrstna sestava štirih skupin (EL1–4, glej Sl. 49), v katera smo delili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju..... | 84 |
| Preglednica 22: Vrstna sestava devetih skupin (EL1–9, glej Sl. 50), v katera smo delili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju..... | 86 |
| Preglednica 23: Spearmanov korelacijski koeficient med številom vrst troglobiotskih hroščev in številom povzorčenih podzemnih lokalitet na kvadrat pri različno velikih mrežah..... | 90 |
| Preglednica 24: Koeficient R^2 linearne regresije med številom troglobiotskih vrst hroščev in številom povzorčenih lokalitet v kvadratih 20x20 km..... | 93 |
| Preglednica 25: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in izbranimi okoljskimi dejavniki v kvadratih 20x20 km..... | 94 |
| Preglednica 26: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in deležem površine habitatnih tipov v kvadratih 20x20 km, določenih s snemanjem satelita SPOT 4..... | 95 |
| Preglednica 27: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in deležem biomovpo (Matvejevu in Puncerju (1989) v kvadratih 20x20 km..... | 95 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Razporeditev podzemnih lokalitet (jamski sistemi in vodnjaki) na svetu, kjer je bilo najdenih 20 ali več troglobiotskih vrst. | 3 |
| Slika 2: Razporeditev vrstno bogatih območij kopenske troglobiotske favne v Evropi. | 4 |
| Slika 3: Območje raziskav razširjenosti troglobiotskih hroščev. | 12 |
| Slika 4: Struktura relacijske baze, v katero smo vpisovali podatke o troglobiotskih vrstah hroščev | 14 |
| Slika 5: Mreža kvadratov, s katero smo prekrili širše raziskovano območje in Dinarsko območje. | 16 |
| Slika 6: Položaj kroga s polmerom 3 km, katerega središče sovpada s središčem kvadrata s stranico 5 km (a) in katerega središče je v kotu kvadrata s stranico 5 km (b). | 17 |
| Slika 7: Razporeditev povprečne letne količine padavin na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. | 31 |
| Slika 8: Razporeditev višine povprečnih letnih temperatur na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. | 31 |
| Slika 9: Razporeditev vegetacijskih tipov po klasifikaciji CORINE, povzeto iz satelitskega snemanja SPOT4, na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. | 32 |
| Slika 10: Razporeditev biotomov po Matvejevu in Puncerju (1989). | 33 |
| Slika 11: Število lokalitet v posameznem razredu glede na natančnost določene lege na Dinarskem območju (svetlo modro) in širšem raziskovanem območju (temno modro). | 36 |
| Slika 12: Razporeditev podzemnih lokalitet s hrošči na širšem raziskovanem območju. | 37 |
| Slika 13: Razporeditev števila podzemnih lokalitet na širšem raziskovanem območju glede na znano število troglobiotskih vrst hroščev v njih. | 38 |
| Slika 14: Jame, iz katerih je znanih pet ali več vrst troglobiotskih hroščev. | 38 |
| Slika 15: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran I in Geary c za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili širše raziskovano območje. | 41 |
| Slika 16: Vzorci razporeditve števila vrst troglobiotskih hroščev pri različno velikih mrežah na širšem raziskovanem območju. | 42 |
| Slika 17: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran I in Geary c za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje. | 44 |
| Slika 18: Vzorci razporeditve števila vrst troglobiotskih hroščev pri različno velikih mrežah na Dinarskem območju. | 45 |
| Slika 19: Razporeditev števila vseh obravnavanih troglobiotskih vrst hroščev na širšem raziskovanem območju. | 47 |
| Slika 20: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju, prikazano ločeno za tri obravnavane družine: Carabidae, Cholevidae in Pselaphidae. | 48 |

| | |
|---|----|
| Slika 21: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju..... | 50 |
| Slika 22: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev družine Carabidae na širšem raziskovanem območju | 51 |
| Slika 23: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev družine Cholevidae na širšem raziskovanem območju | 52 |
| Slika 24: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih družine Pselaphidae na širšem raziskovanem območju..... | 53 |
| Slika 25: Krivulje kopičenja vrst pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje..... | 54 |
| Slika 26: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže..... | 55 |
| Slika 27: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže s cenilko Chao2..... | 56 |
| Slika 28: Krivulje kopičenja vrst v družinah troglobiotskih hroščev pri velikosti mreže 20x20 km, s katero smo prekrili Dinarsko območje..... | 57 |
| Slika 29: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km, za katere smo imeli znanih najmanj po pet lokalitet | 58 |
| Slika 30: Razporeditev pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km, izračunana s cenilkama Chao2 in bootstrap, in razlike med znanim in pričakovanim številom vrst..... | 59 |
| Slika 31: Prikaz razporeditve biodiverzitete, kot smo jo dobili z interpolacijsko metodo tehtanih drsečih sredin..... | 60 |
| Slika 32: Prikaz določitve vrednosti v kvadratih z ali brez podatkov o troglobiotskih hroščih za primer upoštevanja vseh kvadratov s podatki in tistih kvadratov, od koder imamo najmanj pet lokalitet..... | 61 |
| Slika 33: Modeli semivariogramov z različno razporeditvijo upoštevanih ničel in manjkajočih vrednosti za kvadrate brez podatkov (glej. Sl. 32)..... | 62 |
| Slika 34 (nadaljevanje na str. 65): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednost 0..... | 64 |
| Slika 35 (nadaljevanje na str. 67): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim znotraj raziskovanega okvirja pa manjkajoče vrednosti (00n1)..... | 66 |
| Slika 36 (nadaljevanje na str. 69): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim v neposredni sosesčini kvadratov s podatki pa manjkajoče vrednosti (00n2)..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Slika 37: Število vrst troglobiotskih hroščev glede na število lokalitet na širšem raziskovanem območju..... | 72 |
| Slika 38: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev glede na število kvadratov 20x20 km na širšem raziskovanem območju. | 72 |
| Slika 39: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev glede na število kvadratov 40x40 km na širšem raziskovanem območju. | 73 |
| Slika 40: Razporeditev števila troglobiotskih vrst hroščev, ki so poznane le iz po ene lokalitete, iz po enega kvadrata 20x20 km ali iz po enega kvadrata 40x40 km na širšem raziskovanem območju | 74 |
| Slika 41: Razvrstitev kvadratov 80x80km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi (brez rodu <i>Duvalius</i>). | 75 |
| Slika 42: Skupine kvadratov 80x80 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja analize največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi (brez rodu <i>Duvalius</i>). | 75 |
| Slika 43: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevane vrste. | 77 |
| Slika 44: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi. | 78 |
| Slika 45: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi in vrste hkrati. | 79 |
| Slika 46: Skupine kvadratov 20x20 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja utežene analize največje varčnosti. | 80 |
| Slika 47: Grafi prve in druge dimenzije analize večdimenzionalnega lestvičenja ob delitvi vrst po podobnosti arealov v dve, štiri ali devet skupin. | 81 |
| Slika 48: Geografski položaj dveh skupin (označenih z EL1 in EL2), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. | 82 |
| Slika 49: Geografski položaj štirih skupin (označenih z EL1– 4), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. | 82 |
| Slika 50: Geografski položaj devetih skupin (označenih z EL1–9), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. | 85 |
| Slika 51: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči na širšem raziskovanem območju pri različnih velikostih mreže | 88 |
| Slika 52: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči na Dinarskem območju pri različnih velikostih mreže | 89 |
| Slika 53: Spearmanovi korelacijski koeficienti med števili vrst troglobiotskih hroščev in števili podzemnih lokalitet s hrošči v kvadratih pri različnih velikostih mreže. | 90 |
| Slika 54: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči in lokalitet s troglobiotskimi hrošči na širšem raziskovanem območju | 92 |

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Seznami troglobiotskih vrst in podvrst hroščev na raziskovanem območju
(A1: Cholevidae, A2: Carabidae, A3: Pselaphidae)

PRILOGA B: Viri, iz katerih smo povzeli podatke o hroščih iz podzemnih lokalitet na
Dinarskem območju z okolico

PRILOGA C: Razporeditev kvadratov 20x20km v skupine, ki smo jih dobili z analizo
največje varčnosti (C1 – kladogrami, C2 – prikaz skupin na kartah)

PRILOGA D: Prikaz manjših skupin kvadratov 20x20km, ki smo jih dobili z uteženo
analizo največje varčnosti

1 UVOD

1.1 IZHODIŠČE NALOGE IN CILJI RAZISKAVE

Spoznavanje živalstva v podzemnih habitatih se je pričelo šele v prvi polovici 19. stoletja. Odkritje hrošča drobnovratnika *Leptodirus hochenwartii* v Postojnski jami leta 1831 in leto kasnejši znanstveni opis (Schmidt, 1832), ko je bil prepoznan kot prava podzemna žival, sta sprožila veliko zanimanje za živalstvo podzemnega sveta. Raziskovalci so začeli odkrivati številne vrste, ki so se na posebnosti razmer v podzemlju tako dobro prilagodile, da jih v površinskih okoljih ni najti. Nekatere skupine so v podzemlju zastopane celo z večjim številom vrst kot na površini (Sket, 1999a, 1999b).

Podzemne živali so zanimiv predmet za biogeografske analize, saj so se po naselitvi v podzemlje možnosti njihovega razširjanja zelo zmanjšale. Njihova sedanja razširjenost je posledica preteklih dogodkov, ki so vplivali na razširjenost površinskih prednikov in njihovo vseljevanje v podzemlje, kot tudi ekoloških posebnosti posameznega taksona (Guéorguiev, 1977; Sket, 2002). Troglobionti so primerni za opredeljevanje biogeografskih regij in za preverjanje in potrjevanje paleogeografskih dogodkov nekega območja (Sket, 2002).

Razporeditev podzemne favne na svetu je neenakomerna. To je delno posledica disjunkcije primernih podzemnih habitatov, zlasti zaradi nepovezanosti ustrezne kamninske podlage. Vendar pa porazdelitev vrstnega bogastva tudi med takimi območji ni enakomerna, nekatera območja so mnogo bogatejša kot druga (Culver in sod., 2000). Med najbogatejšimi v raznolikosti podzemnih vrst je Dinarski kras (Sket, 2002; Sket in sod., 2004; Sket, 2005). Na tem ozemlju je bilo odkritih več kot 900 vodnih in kopenskih troglobiotskih vrst (Sket, 2005), kar je približno enako številu troglobiontov, najdenih na vseh kraških območjih Združenih držav Amerike skupaj (927 vrst, Culver in sod., 2000).

Kljub intenzivnim raziskavam podzemnega živalstva na Dinarskem krasu in izjemnem bogastvu njegove troglobiotske favne so vzorci raznolikosti in razširjenosti favne na tem območju še slabo poznani. Prvo obsežno študijo kopenske troglobiotske favne celotnega območja Balkana je naredil Guéorguiev (1977). Kasnejše raziskave biodiverzitete Dinaridov in okolice večinoma temeljijo na seznamih vrst za države ali večje geografske enote, v katere je bil Balkan razdeljen (Sket, 1999a, 1999b, 2005; Sket in sod., 2004). Na osnovi razširjenosti večinoma vodnih skupin troglobiotske favne je Sket (1970, 1988, 1994, 2002) definiral vzorce razširjenosti, v katere je razporedil tudi nekaj kopenskih troglobiontov. Recentne celovite študije razširjenosti kopenskih troglobiontov na tem območju, v kateri bi bile upoštevane novejšje najdbe in uporaba metod prostorskih analiz na celotnem Dinarskem krasu, ni.

Številni podatki o prisotnosti vrst v jamah in drugih podzemnih habitatih Dinarskega krasa z okolico so zbrani v bazi Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete (Sket in sod., 2004), vendar pa z izjemo slovenskih ostale lokacije niso geolocirane. Kot prvo skupino, za katero smo podatke pripravili v obliko, primerno za prostorske analize, smo izbrali podzemne

hrošče. Ti so najštevilčnejša skupina kopenskih troglobiontov na Dinarskem krasu (Sket in sod., 2004), z veliko literaturnimi viri o njihovi razširjenosti in taksonomiji.

V našem raziskovalnem delu smo želeli preveriti naslednje hipoteze:

- Najvišja diverziteta kopenske podzemne favne je na širšem območju tromeje Hercegovina - južna Dalmacija - Črna Gora, kot je bilo izpostavljeno v nekaterih študijah (Guéorguiev, 1977; Sket in sod., 2004).
- Centri visoke diverzitet kopenske podzemne favne bodo v korelaciji s povprečno letno temperaturo in povprečno letno količino padavin. Ta dva dejavnika bomo uporabili kot posredni meri za primarno produkcijo na površju, ki ima domnevno ključni vpliv na razporeditev podzemnih organizmov (Culver in sod., 2006). Višja površinska produkcija pomeni večji vnos hranil v podzemlje, s tem pa je povezana večja vrstna raznolikost (Culver in sod., 2006).
- Predvidevamo, da bodo areali nekaterih taksonov med seboj značilno bolj, drugih pa manj podobni, s čimer bomo prepoznali različne vzorce razširjenosti.
- Predvidevamo, da bodo vzorci razširjenosti kopenske podzemne favne taki, kot jih je za Dinarsko območje že definirala Sket (1994, 2002). Pri tem nas najbolj zanimajo holodinarski in merodinarski vzorci razširjenosti.

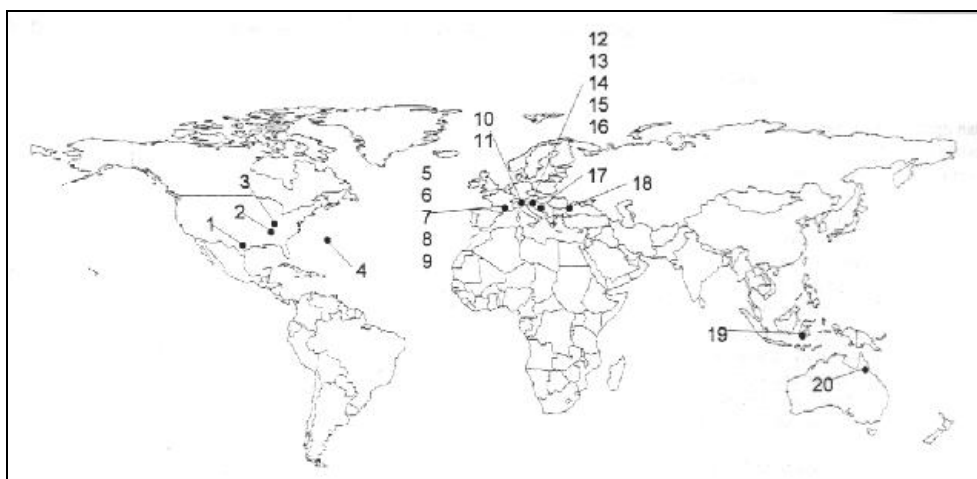
Poleg preverjanja predstavljenih hipotez bomo ugotavljali tudi, katera velikost kvadratov mreže je najprimernejša za analize ter uporabili različne metode za analize biodiverzitet in razširjenosti, med katerimi jih je nekaj prvič uporabljenih za študij podzemne favne.

1.2 PREGLED RAZISKAV

1.2.1 Biodiverziteta podzemne favne

Biodiverziteta v podzemlju je v primerjavi z biodiverzitetno v površinskih habitatih majhna (Sket, 1999a, 1999b). Razlogi za to so predvsem majhna raznolikost habitatov v podzemlju kot tudi omejenost virov hrane (Sket, 1999a, 1999b). Medtem ko so biodiverzitetno najbogatejši površinski ekosistemi na Zemlji v tropskih predelih, je pri podzemni favni drugače (Deharveng, 2005). Območja najvišje podzemne biodiverzitet so v zmernih geografskih širinah (Culver in sod., 2006). Na seznamu vrstno najbogatejših jam iz tropskega sveta nobena ne izstopa v vrstnem bogastvu troglobiontov (Deharveng, 2005).

Pri iskanju vročih točk podzemne biodiverzitet v svetovnem merilu sta Culver in Sket (2000) vzela za merilo skupno število vodnih in kopenskih troglobiontov v posameznem jamskem sistemu ali vodnjaku, ki jih je moralo biti 20 ali več. Temu pogoju je takrat ustrezalo 20 lokalitet na svetu (Sl. 1). Le dve jami sta bili iz tropskih predelov, kar 14 iz Evrope in od tega kar 6 z Dinarskega krasa.

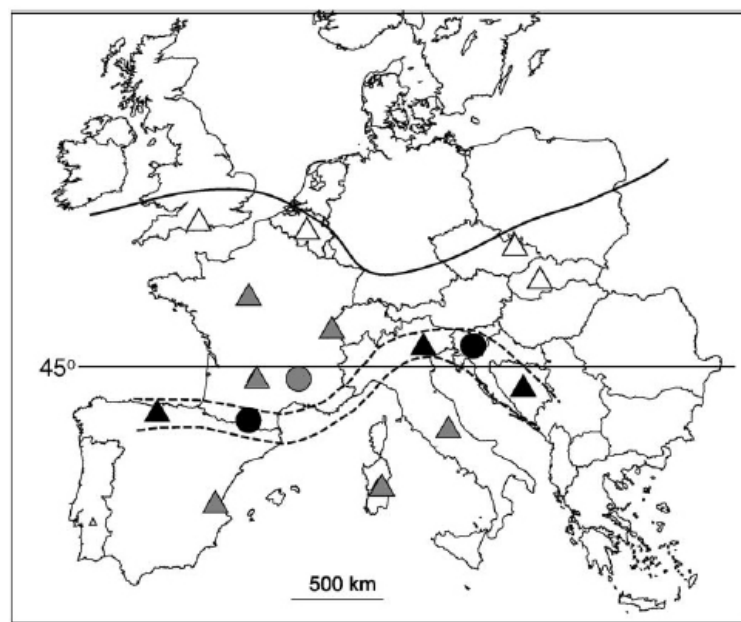


Slika 1: Razporeditev podzemnih lokalitet (jamski sistemi in vodnjaki) na svetu, kjer je bilo najdenih 20 ali več troglobiotskih vrst. Številke označujejo različne lokalitete, največ jih je na območju Evrope (povzeto po Culverju in Sketu, 2000, str. 12).

Figure 1: Distribution of subterranean localities (cave systems and wells) in the world, where 20 or more troglomorphic species were recorded. Numbers mark separate localities, most of which are in Europe. (taken from Culver and Sket 2000, p. 12).

V posamezni jami večinoma živi le majhen del vrst podzemne favne kraškega območja, v katerem je jama (Gibert in Culver, 2005). Tako na primer Postojnsko-planinski jamski sistem s 84 znanimi vrstami v letu 2005 predstavlja le 9 % troglobiotskih vrst celotnih Dinaridov ali 32 % vrst v slovenskem Dinarskem krasu (Sket in sod., 2004; Sket, 2005). Študije biodiverzitete ne temeljijo na vrstni raznolikosti posameznih jam, ampak na številih vrst na državo, kraško območje ali pa na del mreže, s katero je prekrito proučevano območje (npr. Culver in sod., 2000; Culver in sod., 2006; Deharveng in sod., 2007).

Evropa velja glede na število troglobiontov za najbogatejše območje na svetu. V letu 2000 je bilo znanih okoli 5000 evropskih troglobiotskih vrst, medtem ko jih je bilo iz Azije 1200, 500 iz Afrike in okoli 1000 iz severne Amerike (Gibert in Culver, 2005). Culver in sod. (2006) so primerjali biodiverzitetu kopenskih troglobiontov sedmih večjih kraških območij v severnih zmernih širinah: treh evropskih in štirih severnoameriških. Medtem ko v Ameriki le eno območje spada med najbogatejše v številu vrst (Alabama), sta bila prepoznana kot najbogatejša v Evropi kras v Ariègeu (Francija) in Dinarski kras v Sloveniji. Avtorji na osnovi podatkov iz teh območij ter tistih, kjer je visoko biodiverzitetu še mogoče pričakovati, predvidevajo, da je v Evropi podzemna biodiverzitetu najvišja v pasu zmernih širin med 42° in 46° (Sl. 2).



Slika 2: Razporeditev vrstno bogatih območij kopenske troglobiotske favne v Evropi. Oznake na sliki: prazni trikotniki – območja z malo troglobionti ali brez njih; sivi trikotniki – območja z manj kot 50 vrstami; siv krog – območje z manj kot 50 vrstami na 5000 km² (Ardèche); črna kroga – vroči točki podzemne biodiverzitete v Sloveniji in Ariègeu; črni trikotniki – predvidena območja visoke podzemne biodiverzitete (povzeto po Culver in sod., 2006, str. 125).

Figure 2: Distribution of species rich areas in terrestrial troglobiotic fauna in Europe. Signs on the figure: open triangles - areas with few if any troglobionts; gray triangles: areas with less than 50 troglobionts; gray circle – area of 5000 km², with less than 50 troglobionts (Ardèche); black circles – subterranean biodiversity hotspots in Slovenia and Ariège; black triangles - other possible subterranean biodiversity hotspots (taken from Culver et al., 2006, p. 125).

Razporeditev vodnih troglobiotskih organizmov je bila na območju celotne Evrope slabo raziskana, zato so organizacije iz šestih evropskih držav začele sistematično zbirati podatke v projektu PASCALIS (Protocols for the ASsessment and Conservation of Aquatic Life In the Subsurface). Namen je bil iz lokalnih baz in popisov stigobiotske favne dobiti podatke za primerjave tako na regionalni kot lokalni skali (Gibert in Culver, 2005). Podatki so bili za nekatere države že natančneje obdelani (Ferreira, 2005). V analizi, v katero je bilo zajeto ozemlje celotne Evrope, se je izkazalo, da kvadrati 0,2° x 0,2°, v katerih je bilo zabeleženih največ vrst, ležijo na Dinarskem krasu, eden pa je na območju Pirenejev (Deharveng in sod., 2007).

Podrobneje je bila razporeditev troglobiotske favne proučevana na ozemlju ZDA. V obsežnejši študiji (Culver in sod., 2000) so kartirali število vrst v okrožjih držav. Ugotovili so, da je število troglobiotskih vrst v nekaterih območjih zelo veliko. Tako so na površini, manjši od 1 % celotne površine ZDA, našli preko 50 % troglobiotskih vrst in podvrst ZDA. Razporeditev števila vodnih in kopenskih troglobiotskih taksonov se je razlikovala, zato so ju obravnavali ločeno. Pri obeh so zabeležili visoko stopnjo endemizma, saj je bilo preko 54 % vrst znanih le iz enega okrožja. Culver in sod. (1999) so primerjali število troglobiotskih vrst in jam v okrožjih držav ZDA. Vzorca gostote števila jam in vrstnega bogastva troglobiontov sta si bila zelo podobna.

Christman in Culver (2001) sta ta odnos podrobneje proučila na območju vzhodnega dela ZDA. Ugotovila sta, da je število jam, ki sta ga obravnavala kot merilo za razpoložljivost podzemnih habitatov v okrožju, povezano s številom troglobiotskih vrst. 45 % variance števila kopenskih troglobiontov v okrožju sta lahko razložila z varianco števila jam, pri vodnih pa 24 %. Ko so Culver in sod. (2003) primerjali število jam in troglobiotskih vrst v kraških regijah ZDA, je bilo število jam dober prediktor za število troglobiotskih vrst. Statistično značilne korelacije med številom vrst in deležem kraške podlage v regiji niso ugotovili, tako da so zaključili, da so s številom jam boljše povzeli razvitost krasa v regiji (Culver in sod., 2003). Iz primerjave razporeditve števila jam in števila troglobiotskih vrst sta Krow in Culver (2001) na primeru Zahodne Virginije v ZDA pokazala, da lahko tudi na nepovzorčenih območjih z velikim številom jam pričakujemo troglobionte.

Culver in sod. (2004b) so tudi na primeru slovenskega Dinarskega krasa pokazali povezavo med številom vrst in številom jam znotraj šesterokotnikov velikosti 100 km². Poleg tega pa so ugotovili tudi, da so najbogatejše jame po številu vrst na območjih, kjer je velika skupna dolžina jamskih rogov. Če je neka jama izolirana od drugih, ima v primerjavi z manj izolirano jamo manjše število troglobiotskih vrst. Dolžina jamskih rogov je dober prediktor za bogastvo troglobiotske favne, med drugim verjetno zato, ker je v daljših jamah več različnih habitatov (Culver in sod., 2004b). Vrste so lahko razporejene znotraj jamskih sistemov glede na ekološke potrebe, tako da združbe v posamičnem delu jame štejejo manj vrst kot jih je sicer prisotnih v celem jamskem sistemu (Sket, 1999a, 1999b).

Podzemni habitati so zaradi odsotnosti primarnih producentov (z izjemo kemoavtotrofnih sistemov) odvisni od vnosa organskih hranil s površja. Manjša količina hranil velja za enega od omejujočih dejavnikov, katerega posledica je, da je v podzemlju mnogo manj vrst kot na površju (Sket, 1999a, 1999b). V nekaj raziskavah biodiverzitete so preverjali ujemanje območij višje podzemne biodiverzitete z območji povišane primarne produkcije na površju. Christman in Culver (2001) v primerjavi med številom vrst in površinsko produkcijo v okrožjih v ZDA nista ugotovila povezave. Kljub temu pa so Culver s sod. (2006) kot razlago za obstoj pasu visoke diverzitete v zmernotoplih območjih navedli visoko površinsko produkcijo, saj je pas sovpadal z območjem, od koder so imeli podatke o visoki evapotranspiraciji. Tako naj bi glavni razlog za obstoj tega pasu bila poleg visoke gostote jam tudi dovolj visoka biotska produkcija na površini, ne le dandanašnja, temveč tudi v post-pleistocenski preteklosti.

Na to, kakšen vzorec biodiverzitete prepoznamo, lahko vpliva stopnja povzorčenosti nekega območja. Če smo nekje vzorčili večkrat ali pregledali več jamskih objektov, lahko tam zaradi boljše raziskanosti zabeležimo skupno večje število vrst. Z vprašanjem, v kolikšni meri so razlike v intenziteti vzorčenja vplivale na opaženo vrstno bogastvo, so se ukvarjali Culver in sod. (2004a) na primeru Dinarskega krasa Slovenije. Obravnavali so samo troglobiotske vrste, ki so jih razdelili glede na datum opisa vrste v tri obdobja: obdobje pred 1940, 1940–1970 in obdobje 1970–2000. V iste časovne kategorije so razdelili tudi jame glede na čas njihovega odkritja. Proučevano območje so prekrili z mrežo iz šesterokotnikov velikosti 100 km². Šesterokotniki, kjer favna ni bila povzorčena, so imeli večinoma manj jam kot tisti, kjer so bile najdene troglobiotske vrste. Med seboj so

primerjali tri časovna obdobja in ugotovili, da so se zgodaj odkrita območja visoke diverzitete ohranila tudi ko so v analize dodali podatke iz kasnejših obdobj.

Kot mero intenzitete vzorčenja so Deharveng in sod. (2007) upoštevali število lokalitet, kjer so bili najdeni stigobionti. Opaženih vzorcev diverzitete stigobiontov niso mogli razložiti izključno z razlikami v intenziteti vzorčenja. Tudi Christman in sod. (2005), ki so proučevali endemne vrste, znane le iz po ene lokalitete, njihove razporeditve niso mogli razložiti le z razlikami v intenziteti vzorčenja. Schneider in Culver (2004) sta intenzivno vzorčila majhno kraško območje v Virginiji v ZDA. Kljub intenzivnemu vzorčenju nista odkrila vseh vrst na tem območju, saj se naraščanje krivulje kopičenja vrst z vzorčenjem novih lokalitet ni ustavilo, ampak je kazalo, da je odkritje dodatnih vrst še mogoče pričakovati.

Pri kartiranju vrstne raznolikosti je treba upoštevati vpliv velikosti osnovne primerjalne površinske enote na prepoznani vzorec (Stoms, 1994). V študijah podzemne favne so nekateri avtorji uporabili izračune števila vrst na enako površino ozemlja za primerjave (Krow in Culver, 2001; Culver in sod., 2004a, 2004b; Christman in sod., 2005; Ferreira, 2005; Deharveng in sod., 2007), a le v redkih primerih je bil proučen vpliv velikosti osnovne enote na prepoznani vzorec razporeditve števila vrst (Krow in Culver, 2001; Christman in sod., 2005). Če so osnovne primerjalne celice prevelike, se lahko zabrišejo regionalni vzorci, če pa so celice premajhne, postanejo podatki preveč razdrobljeni (Noonan, 1999; Hausdorf in Hennig, 2003; Fortin in Dale, 2005).

1.2.1.1 Biodiverziteteta podzemne favne Dinarskega območja

Na Dinarskem območju je bilo najdenih kar okoli 600 kopenskih in 330 vodnih troglobiotskih vrst (Sket, 2005). Tako velika diverziteteta na tem območju je posledica več dejavnikov, med katerimi Sket (1996, 2005) izpostavlja izoliran položaj Dinarskega teritorija, tropsko preteklost tega območja kot tudi zelo dinamično geomorfološko spreminjanje ozemlja v preteklosti.

Poleg velike vrstne bogatosti pa so le na tem ozemlju prisotni troglobiotski predstavniki nekaterih skupin: cevkar (Polychaeta: Serpulidae) *Marifugia cavatica* Absolon in Hrabe, spužva (Porifera: Spongillidae) *Eunapius subterraneus* Sket in Velikonja, edina troglobiotska školjka (Bivalvia: Dreissenidae) *Congeria kusceri* Bole in edini troglobiotski ožigalkar (Hydrozoa: Bigainvilliidae) *Velkovrhia enigmatica* Matjašič in Sket.

Območji največje biodiverzitete vodne in kopenske favne na Dinarskem krasu ne sovpadata, takšno neujemanje je bilo ugotovljeno tudi za troglobiotsko favno ZDA (Culver in sod., 2000). Vrstno bogastvo vodnih troglobiontov je največje v severozahodnem delu Dinaridov – v Sloveniji, medtem ko je največje število kopenskih troglobiontov na jugovzhodu na ozemlju Bosne in Hercegovine, jugovzhodne Dalmacije (Hrvaška) in jugozahodne Črne Gore (Guéorguiev, 1977; Sket, 1999a, 1999b; Sket in sod., 2004). Pri vodni favni so vrstno zelo raznolike skupine Copepoda, Amphipoda (zlasti rod *Niphargus*) in polži (Sket in sod., 2004). V dinarskem krasu Slovenije, kjer je največje število vodnih troglobiotskih vrst in podvrst v Dinaridih, jih je od 169 kar 113 endemičnih (Sket, 1999a).

Od kopenske favne sta vrstno najbogatejši skupini Coleoptera in Arachnida (Culver in Sket, 2000). Pri hroščih je največ vrst v skupinah Leptodirinae (Cholevidae) in Trechinae (Carabidae). Vrstna raznolikost pajkov (Aranea) v Dinarskem območju je velika predvsem na račun velikega števila vrst rodu *Troglohyphantes* (Linyphiidae) in velikega števila rodov in vrst družine Dysderidae (Sket in sod., 2004). K veliki biodiverziteti veliko prispevajo tudi Pseudoscorpiones, Diplopoda in Oniscidea (Isopoda) (Sket in sod., 2004).

Dosedanje študije razporeditve troglobiotske favne na Dinarskem območju temeljijo na primerjavi seznamov vrst za države ali geografske enote brez prostorskih analiz. Te so bile doslej za celotno ozemlje prvič uporabljene v analizi razporeditve troglobiotskih hroščev iz družine Cholevidae (Zagmajster in sod., 2006). Gottstein-Matočec in sod. (2006) so kartirali razporeditev vrst, ki imajo tipske lokalitete na hrvaškem krasu, v enotah enake velikosti za Hrvaško, a brez nadaljnjih prostorskih analiz. Te so bile uporabljene na slovenskem delu Dinaridov, kjer so Culver in sod. (2004a) primerjali vroče točke biodiverzitet troglobiotske favne v različnih časovnih obdobjih, v drugi študiji (Culver in sod., 2004b) pa so raziskovali položaj najbogatejših jam glede na izbrane dejavnike.

1.2.2 Razširjenost podzemne favne

Za podzemno favno je značilno, da imajo taksoni majhne areale, med njimi je mnogo takih, ki so znani le iz ene lokalitete (Guéorguiev, 1977; Sket, 1999b; Christman in sod., 2005). Na območju ZDA je več kot polovica troglobiotskih vrst znana le iz ene države (Culver in sod., 2000). Na Balkanu je endemizem podzemnih vrst omejen na posamezne regije: zahodni Balkan, Grčijo in Bolgarijo; vrst, ki so razširjene v več kot eni regiji, je zelo malo (Sket in sod., 2004). Visok endemizem je izražen tudi znotraj območij (držav) Zahodnega Balkana (Sket in sod., 2004). Če ima država več kot 20 podzemnih troglobiotskih vrst, jih je kar 40–60 % od teh endemnih (Sket in sod., 2004). Izjema je Makedonija, kjer je endemne skoraj 90 % sicer revne troglobiotske favne. Preko 95 % endemizem je bil zabeležen v kopenski troglobiotski favni Egejskih otokov (Grčija), medtem ko pri stigobiotski favni na tem območju ni izrazite endemičnosti.

Troglobiotske vrste, ki imajo velike areale razširjenosti, so bile večinoma opisane pred letom 1900 (Culver in sod., 2000). Z genetskimi raziskavami nekaterih vodnih troglobiotskih skupin, ki so široko razširjene, so Trontelj in sod. (2007) ugotovili, da ne gre za enotne vrste, ampak za več genetsko različnih kriptičnih vrst, katerih areali večinoma nimajo premera večjega od 250 km (Trontelj in sod., 2007).

Razporeditev števila endemitov, znanih le iz ene lokalitete, je neenakomerna, kot so ugotovili v raziskavi kopenskih troglobiontov v ZDA (Christman in sod., 2005). Območja večjega endemizma niso povezana z razdrobljenostjo karbonatnih kamnin, kot bi pričakovali – večja razdrobljenost habitata namreč pomeni možnost večje izolacije in razvoja več ozko razširjenih vrst. Avtorji so ugotovili, da je bilo največje število endemitov tam, kjer je bilo ugotovljenih največ širše razširjenih troglobiotskih vrst.

Poleg tega, da so vzorci razširjenosti posledica paleogeografskih in paleoklimatskih dogajanj na nekem območju, so pomembne tudi ekološke značilnosti obravnavanega

taksona (Sket, 2002). Tako ni presenetljivo, da imata kopenska in vodna favna lahko različne vzorce razširjenosti (Culver in sod., 2000). Guéorguiev (1977) je za biogeografske analize izbral le kopenske taksoni, ker je menil, da imajo majhne možnosti migracij in da je bila migracija njihovih prednikov omejena s stabilnimi geografskimi ovirami (Guéorguiev, 1977, str. 8).

Jame predstavljajo med seboj slabo povezane ali nepovezane habitate, kar se kaže v velikem številu troglobiotskih vrst (Barr in Holsinger, 1985). Jame niso izolirani sistemi, med njimi obstajajo sistemi špranj, po katerih se majhne jamske živali lahko premikajo. Vendar pa se vzorci speciacije različnih taksonomskih skupin med seboj razlikujejo, saj se skupine razlikujejo glede na mobilnost in sposobnost razširjanja po majhnih špranjah ali preko podzemeljskih vod (Barr in Holsinger, 1985).

1.2.2.1 Razširjenost podzemne favne na Dinarskem območju

Endemizem podzemne favne Dinaridov je zelo velik, saj so le redki predstavniki prisotni tudi v drugih geografskih območjih (Sket, 2005). Tudi delež taksonov, omejenih le na ozemlje posameznih držav, kjer leži Dinarski kras, je zelo velik (Sket, 2005). V Dinarski Sloveniji je kar 75 % vrst poddružine Trechinae (Coleoptera: Carabidae) endemičnih, predvsem na račun velikega števila vrst znotraj rodu *Anophthalmus*. V primeru hroščev Leptodirinae (Coleoptera: Cholevidae) je kot območje visokega endemizma opredeljen del jugovzhodnih Dinaridov (Sket in sod., 2004).

V okviru širše študije kopenske troglobiotske favne Balkana je Guéorguiev (1977) Dinarsko območje obravnaval kot samostojno geografsko enoto. Dinarsko območje je razdelil na tri biogeografske podenote:

- *Severno Dinarsko območje* obsega ozemlje od Tržaškega krasa do Šibenika na jugu ter do rek Krke in Une na vzhodni in jugovzhodni meji. Kot značilne za to biogeografsko območje je Guéorguiev (1977) navedel 164 troglobiotskih vrst in podvrst, od tega kar 96 iz skupine hroščev.
- *Srednje Dinarsko območje* se razteza od Šibenika do Ploč, po dolini Neretve do Konjića in Sarajeva ter do rek Prača, Drina in Sava na vzhodu in severu. Sem je štel tudi otoke Hvar, Brač in Šolto. Na seznamu značilnih troglobiotskih taksonov tega območja jih je navedel 123, od tega 89 troglobiotskih hroščev.
- *Južno Dinarsko območje* obsega ozemlje jugovzhodne Hercegovine in Črne Gore, vse do zahodne in srednje Makedonije, vključeni pa so tudi južnodalmatinski otoki. V tej skupini je naštel največ značilnih, 252 troglobiotskih vrst in podvrst, od tega 207 hroščev.

Vzorce razširjenosti podzemne favne na Dinarskem območju je podrobneje obravnaval tudi Sket (1970, 1986, 1988, 1994, 2005). V analize je zajel pretežno vodne troglobiotske rake, a je upošteval tudi kopensko favno. Razširjenost je obravnaval z upoštevanjem različnih taksonomskih ravni (rodov, podrodov, vrst), saj za vsako velja, da je rezultat časa, ko je neka populacija bila izolirana in hitrosti njene speciacije. Tako je prepoznal naslednje vzorce razširjenosti:

- Širši vzorec razširjenosti imajo taksoni, ki prebivajo tudi zunaj Dinarskega območja (transdinarsko). Na vrstnem nivoju navaja primere za sicer široko razširjene površinske

vrste, ki ponekod tvorijo troglobiotske populacije (*Asellus aquaticus* (Linne), *Synurella ambulans* (F. Müller)). Tako široke razširjenosti troglobiotske vrste nimajo, je pa nekaj troglobiotskih rodov, ki so razširjeni tudi izven Dinaridov. Kozice rodu *Troglocaris* so prisotne tudi v Gruziji, kopenski polži rodu *Zospeum* pa so razširjeni vse do Pirenejev.

- Holodinarsko razširjeni taksoni so razširjeni po celotnih Dinaridih, pripadajo pa taksonomsko zelo različnim skupinam. Kot primere za tako razširjenost je navedel le vodne troglobionte, in sicer *Proteus anguinus* Laurenti, 1768, *Niphargus steueri* Schellenberg, 1935, *Marifugia cavatica* in *Congerina kusceri*. Vode, v katerih so prisotne, pripadajo tako jadranskemu kot črnorskemu povodju.

- Kot merodinarske je opisal tri vzorce razširjenosti, ki se med seboj deloma prekrivajo. Nekaj vrst je omejenih le na severozahodni del Dinaridov (severozahodni merodinarski vzorec), druge le na jugovzhodne dele Dinaridov (jugovzhodni merodinarski vzorec), tretje pa so razširjene ob obali Jadrana, z izjemo Kvarnerskega zaliva (paralitoralni ali anihialini vzorec). Center severozahodnega vzorca razširjenosti je v južni Sloveniji z bližnjimi sosednjimi deli Hrvaške, medtem ko je center jugovzhodnega Hercegovina in jugovzhodni deli Dalmacije (Sket, 1994). Severozahodno merodinarsko razširjenost imajo nekateri podrodovi troglobiotskih rakov *Monolistra* in rodova vodnih troglobiotskih polžev *Hadziella* in *Plagigeyeria*. Na severozahodu je prisoten rod visoko specializiranih podzemnih hroščev *Leptodirus*, na jugovzhod pa rod specializiranih podzemnih hroščev *Antroherpon*. Najznačilnejši element s paralitoralno razširjenostjo je postranica *Hadzia fragilis* S. Karaman, vendar nekaj njenih populacij živi tudi v od obale oddaljenih predelih v notranjosti celine.

- Vrste z manjšimi območji razširjenosti so prisotne večinoma znotraj večjih merodinarskih območij. Rak *Sphaeromides virei virei* ima epilitoralno razširjenost vzdolž ozkega pasu ob Jadranski obali, vendar ne v anihialinih vodah.

V novejših molekularskih filogenetskih študijah nekaterih holodinarskih vrst, kot sta *Proteus anguinus* in *Troglocaris anophthalmus* (Kollar, 1848) so ugotovili, da lahko pri njih prepoznamo več evolucijskih linij (Gorički, 2006; Zakšek in sod., 2007). Pri holodinarski vrsti *Niphargus steueri* so bile opisane štiri podvrste, ki se med seboj dobro morfološko razlikujejo in nakazujejo možnost, da bodo z molekularnimi metodami prepoznane kot dobro ločene vrste (Fišer in sod., 2007). Ti primeri kažejo, da holodinarski vzorec na ravni vrst ne dobiva podpore v genetskih analizah, vendar pa ostane veljaven za raven rodov ali agregatov vrst.

1.2.3 Podzemni hrošči kot izbrana skupina za analize na Dinarskem območju

Hrošči so vrstno najštevilčnejše živali, kar velja tudi za podzemlje, kjer so druge skupine žuželk maloštevilne. V podzemlju živi blizu 2000 vrst iz 15 družin, od katerih jih je večina v kopenskih habitatih, število vodnih vrst pa je zelo majhno (Decu in Juberthie, 1998). V svetovnem merilu so najštevilčnejši troglobiotski Carabidae s 1047 vrstami iz 105 rodov, sledijo pa jim Cholevidae s 562 troglobiotskimi vrstami iz 138 rodov (Moldovan, 2005). Le v 35 rodovih družine Pselaphidae so troglobiotske vrste (Moldovan, 2005), pri ostalih družinah pa je troglobiontov še manj. Te tri družine imajo največ troglobiotskih predstavnikov tudi na Dinarskem območju. Največ troglobiotskih vrst je iz poddružine Leptodirinae (Cholevidae), tej pa sledi poddružina Trechinae (Carabidae) (Sket in sod.,

2004). Število vrst Pselaphidae je majhno, nekaj pa je tudi predstavnikov iz drugih družin (Sket in sod., 2004).

Raziskovanje troglobiotskih hroščev ima v proučevanju podzemne favne najdaljšo tradicijo, saj se je začelo takoj po odkritju prvega troglobiotskega nevretenčarja drobnovratnika. V Sloveniji je odkritju drobnovratnika sledilo odkritje drugih vrst hroščev, raziskovanje pa je bilo takrat tako intenzivno, da je bila do leta 1860 odkrita že večina rodov in tudi vrst podzemnih hroščev v državi (Pretner, 1974a). Troglobiotski hrošči so bili kot prve prave podzemne živali odkriti tudi na Hrvaškem (leta 1862 *Typhlotrechus bilimeki kiessenwetteri* (Schaum, 1862) v jami Samograd v Liki), v Črni Gori (leta 1860 *Neotrechus suturalis* (Schaufuss, 1864) v jami pri Njegušu) in v Srbiji (leta 1902 *Magdelainella serbica* (J. Müller, 1904) v jami pri Čačku) (Pretner, 1963, 1973, 1977). V Bosni in Hercegovini so jame in njihova favna bile neraziskane vse do 1887, še kasneje pa so se tovrstne raziskave začele v Makedoniji – resnejše študije šele leta 1930, z delovanjem Stanka Karamana (Guéorguiev, 1977). V Albaniji so se prve sistematične študije podzemnih hroščev začele v tridesetih letih 20. stoletja (Guéorguiev, 1977).

Sprva so raziskave vodili tuji raziskovalci, pogosto ob pomoči domačinov, ki so bili vodniki do jam ali pa so v njih nabirali material (Pretner, 1974a). V pregledu razširjenosti podzemne favne, ki so bili objavljeni že konec 19. stoletja, je bilo vključeno tudi Dinarsko območje (Pretner, 1974a). Obsežnejše delo, kjer je bil podan seznam vrst iz evropskih jam, s poudarkom na favni jam tedanje Kranjske, je objavil Hamann (1896). V začetku 20. stoletja je izšlo nekaj del Müllerja in Jeannela, ki veljajo za klasična dela pri raziskavah podzemnih hroščev (npr. Müller, 1917; Jeannel 1924, 1926). Ta dva avtorja poleg seznamov hroščev za posamezne jame obravnavata tudi biogeografsko razširjenost hroščev. V letu 1938 je Wolf objavil obsežen katalog favne iz jam vsega sveta (Wolf, 1938). Podatke je povzel iz vse znane literature, vendar zelo nekritično, tako da je mnoga nahajališča navedel z različnimi imeni (Pretner, 1974a).

V začetku 20. stoletja so se z raziskovanjem podzemnih hroščev na ozemlju nekdanje Jugoslavije začeli resneje ukvarjati tudi domači entomologi. Čeprav je bilo raziskovalcev veliko, velja posebej izpostaviti enega najbolj aktivnih in plodovitih strokovnjakov za podzemne hrošče – slovenskega speleobiologa Egona Pretnerja. Podatke o hroščih na ozemlju nekdanje Jugoslavije je zbiral sistematično in objavil pregleda poznavanja podzemnih hroščev za Hrvaško (Pretner, 1973; Jalžić in Pretner, 1977) in Črno Goro (Pretner, 1977). Pripravljen je imel tudi rokopis za objavo pregleda podatkov za Slovenijo (Pretner, rokopis), zbrane pa je imel tudi številne podatke za Bosno in Hercegovino, ki jih je delno vključeval v druga dela (Pretner, 1968, 1973, 1977). Njegova izjemno intenzivno delo in bogata zapuščina nudita neprecenljivo osnovo za nadaljnje raziskave na troglobiotskih hroščih tega območja. Njegovo neobjavljeno delo za Slovenije bo kmalu urejeno v obliko atlasa podzemnih hroščev Slovenije, ki ga pripravlja Slavko Polak (Notranjski muzej Postojna) v sodelovanju z drugimi slovenskimi raziskovalci (Polak, 2004).

Jeanelovim revizijam poddružin Trechinae in Leptodirinae je sledilo še nekaj revizij posameznih rodov. Pomembne so obširne taksonomske revizije nekaterih skupin rodu *Anophthalmus*, ki jih je naredil Daffner (1996, 1998). Bognolo (2002) je revidiral rod *Bathyscimorphus*. Perreau (2000) je pripravil katalog vrst hroščev družine Cholevidae.

Čeprav je nekaj skupin še potrebnih revizije (Polak, 2001), je taksonomsko poznavanje troglobiotskih hroščev verjetno boljše kot je poznavanje večine drugih kopenskih troglobiontov.

Hrošči so bili na začetku del zbirateljske in trgovske dejavnosti, čemur verjetno velja pripisati relativno hitro odkrivanje novih vrst in najdišč. To je po eni strani spodbujalo raziskave jam in odkrivanje novih vrst, zaradi zaščite komercialnih interesov pa so si nekateri raziskovalci za jame izmišljevali svoja imena. Weirather je bil eden bolj aktivnih raziskovalcev, ki je zbiral hrošče za prodajo, vendar je za poimenovanja jam uporabljal izmišljena imena in oznake (Pretner 1974b, Giachino in Lana 2006). Za razjasnitev pravih imen ima zasluge Pretner (1974b), ki si je pri identifikaciji pomagal z Weiratherjevimi zapiski, ki so bili pred kratkim objavljeni z angleškim prevodom (Giachino in Lana, 2006).

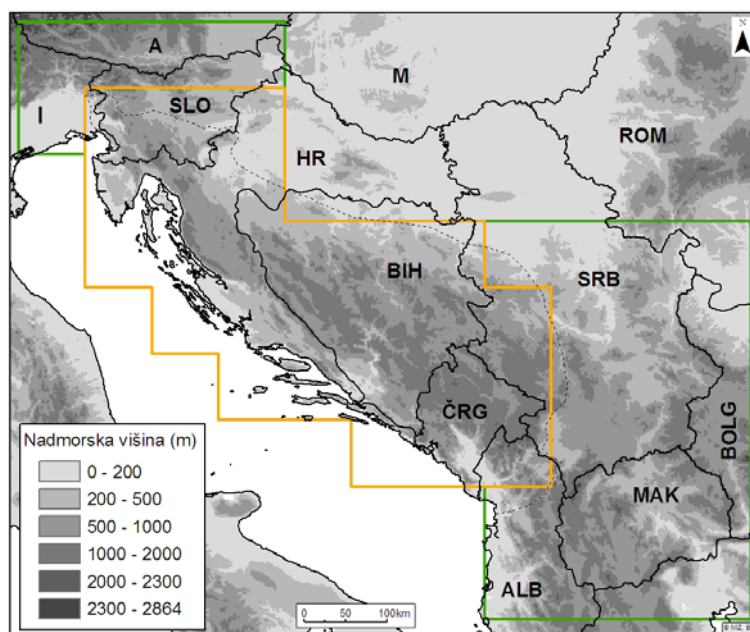
Podzemni hrošči predstavljajo blizu 42 % vseh kopenskih troglobiotskih vrst na Dinarskem območju (Sket in sod., 2004). Raziskovanje te skupine poteka najdlje v primerjavi z drugimi troglobionti, hkrati pa se je s hrošči ukvarjalo in se še ukvarja relativno veliko raziskovalcev. V skladu s tem je o njihovi razširjenosti veliko objavljenih podatkov v literarnih virih, tako da so bili izbrani kot najprimernejša modelna skupina za raziskave biodiverzitete in biogeografije kopenske podzemne favne.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 OBMOČJE RAZISKAV

Osrednje območje, ki nas je zanimalo, je *Dinarsko območje* (tudi Dinaridi, Dinarski kras, Dinarsko gorstvo). Leži na zahodnem delu Balkanskega polotoka. To je 600 km dolgo in 150 km široko območje gorskih grebenov s skupno površino večjo od 56.000 km² (Sket, 2005). Grebeni potekajo v smeri severozahod-jugovzhod vzdolž Jadranske obale in na severozahodu prehajajo v Južne Apneniške Alpe, na jugovzhodu v Helenide, na severovzhodu mejijo na Panonsko nižino, na vzhodu pa na Staro gorstvo (Sl. 3). Meje Dinarskega krasa smo določili s pomočjo karte v Oppitz in Mardešić (1961), v Sloveniji pa s karto v Gams (2003, str. 249). V prostorskih analizah je bilo upoštevano območje znotraj manjšega okvirja (Sl. 3). Kjer ta sega izven Dinarskega krasa, so bili upoštevani le podatki za Dinaride.

V nekaterih analizah smo poleg podatkov za Dinaride upoštevali tudi podatke s sosednjih območij držav na ozemlju nekdanje Jugoslavije ter deloma v Italiji in Avstriji (Sl. 3). V to, *širše raziskovano območje*, smo vključili del Južnih Apneniških Alp (severovzhodni del Italije, skrajni južni deli Avstrije, severni del Slovenije), kraška ozemlja Makedonije in večji del Srbije.



Slika 3: Območje raziskav razširjenosti troglobiotskih hroščev. Pikčasta črta označuje mejo Dinarskega gorstva (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003), ki smo ga prekrili z rumenim okvirjem. Širše raziskovano območje je znotraj rumenega in zelenega okvirja.

Figure 3: Research area for the study of distribution of troglobiotic beetles. Dotted line delimits the Dinaric mountains (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003), that were overlain by yellow frame. Wider research area includes area within yellow and green frame.

Dinarsko gorstvo je večinoma zgrajeno iz karbonatnih kamnin (apnenca in dolomita). V taki podlagi se je razvilo veliko podzemnih jam. Število jam za celotno Dinarsko gorstvo ni znano. V slovenskem delu Dinaridov, ki obsega približno 7000 km², je bilo do konca leta 2006 registriranih več kot 5700 jam, medtem ko je bilo v vsej državi odkritih skupno 9023 jam (Kataster jam Slovenije, IZRK ZRC SAZU, 2007). Kljub relativno dobri raziskanosti krasa v Sloveniji vsako leto še vedno odkrijejo in registrirajo nove jame (Kataster jam Slovenije, IZRK ZRC SAZU). Na Hrvaškem je bilo do leta 2002 registriranih več kot 7500 jam (Gottstein-Matočec in sod., 2002). V prvi popis jam v Bosni in Hercegovini jih je bilo do leta 2006 vključenih več kot 4000 (Mulaomerović in sod., 2006). Ocenjujemo, da skupno število jam na Dinarskem območju presega število 20.000.

2.2 PRIPRAVA PODATKOV

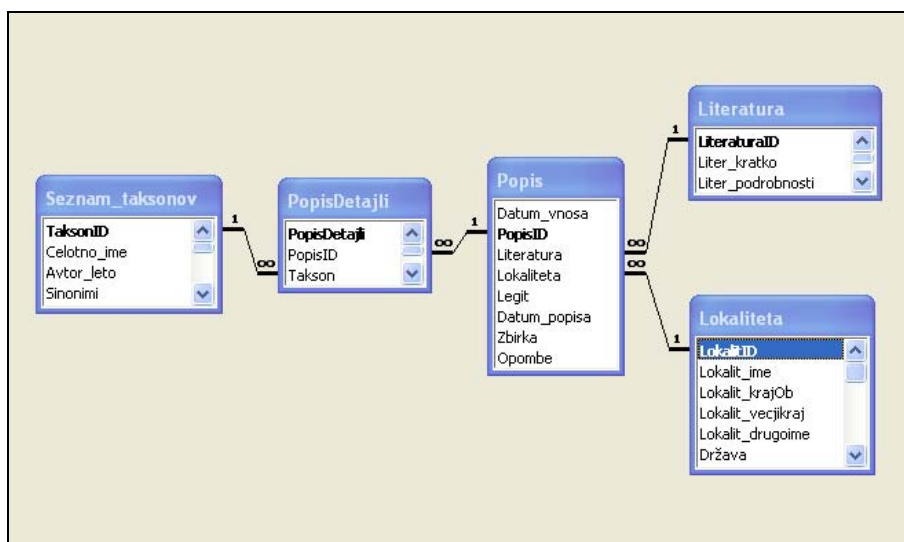
2.2.1 Upoštevane skupine hroščev

V analize smo zajeli troglobiotske vrste hroščev iz družin krešičev (Carabidae), mrharčkov (Cholevidae) in palčkov (Pselaphidae). Upoštevali smo taksonomijo, kot je podana v monografijah avtorjev Löbla in Smetane (2003) za Carabidae, Perreauja (2000) za Cholevidae in Löbla in Smetane (2004) za Pselaphidae. V obravnavo smo vključili tudi vrste, ki so bile opisane po izdaji teh del.

Za vsako vrsto hrošča smo opredelili, ali je troglobiotska ali ne, kar pa ni bilo enostavno. Vrsta je troglobiotska, če je obligatno vezana na podzemno okolje in tam preživi vse svoje življenje (Sket, 2004a). Pogosto imajo troglobiotske živali morfološke prilagoditve na podzemno okolje v zgradbi telesa (troglomorfoze), kar je lahko v pomoč pri ugotavljanju, če gre za pravo podzemno žival. Vendar pa imajo pri troglobiotskih hroščih nekatere vrste zelo malo troglomorfni telesnih znakov (bathyscioidni tip pri mrharčkih poddružine Leptodirinae), medtem ko so druge morfološko zelo specializirane (leptodiroidni tip pri mrharčkih Leptodirinae). Dodatna težava pri določanju ali je hrošč prava podzemna žival je, da so nekatere vrste hroščev prisotne v »površinskem podzemnem okolju« (dobeseden prevod »milieu souterrain superficiel«, krajše MSS; Juberthie, 1983). MSS ni vezan le na kraške kamenine in po Juberthieju (1983) tvori posebno podzemno okolje. Nekatere vrste hroščev so lahko v delu svojega areala le v jamah, v višjih nadmorskih višinah pa tudi pod kamni v MSS (Moldovan in Rajka, 2007; Polak, ustno). Za namene naših analiz smo vrsto hrošča šteli za troglobiotsko, če smo imeli večino navedb o njeni razširjenosti iz jam, čeprav bi bilo mogoče, da se slabo definirane lokacije nanašajo tudi na površje. V nekaj primerih smo uvrstitev vrste med troglobionte povzeli iz literaturnih virov.

2.2.2 Priprava podatkovne zbirke

Podatke o razširjenosti troglobiotskih hroščev smo uredili v preglednice, ki smo jih povezali med seboj v relacijski bazi programa Access (Microsoft Office) (Sl. 4). Preglednica »Popis« je osrednja v bazi, ki med seboj povezuje preglednice »Seznam_taksonov«, »Literatura« in »Lokaliteta«.



Slika 4: Struktura relacijske baze, v katero smo vpisovali podatke o troglobiotskih vrstah hroščev.
Figure 4: The structure of relational database, where we collected data on troglobiotic beetles.

V preglednico »Seznam_taksonov« smo vpisali ime in uvrstitev taksonov. Vsako vrsto ali podvrsto smo vpisali le enkrat in jo poimenovali z zadnjim veljavnim imenom, v polje preglednice pa smo vpisali tudi sinonime. Če je bilo poimenovanje v literaturnem viru drugačno od veljavnega imena, smo to vpisali v povezovalno preglednico »PopisDetalji« (Sl. 4). Pri vrstah smo vnesli tudi oznako, ali je troglobiont.

V preglednico »Literatura« smo vpisali literaturne vire, iz katerih smo povzeli podatke o razširjenosti hroščev. Podatke o najdbah hroščev v podzemlju širšega raziskovanega območja smo povzeli iz 96 literaturnih virov, v več kot 80 med njimi so bili podatki o troglobiotskih hroščih (seznam v Prilogi B). Upoštevali smo predvsem recentnejše vire in pregledne študije, kjer so bile povzete tudi starejše najdbe.

Vsaka lokaliteta je vpisana v preglednico »Lokaliteta«, podan je njej najbližji kraj in večji kraj. Ista lokaliteta je lahko v literaturnih virih navedena z različnimi imeni, sinonimiko večine izmed njih smo ugotavljali iz preglednih študij (Pretner, 1973, 1977; Jalžić in Pretner, 1973). Prostorski položaj lokalitet smo določili z geografskimi koordinatami v WGS84 koordinatnem sistemu (World Geodetic System 1984, daljša polos: 6378137,000, krajša polos: 6356752,314, sploščenost: 298,257, izhodiščni poldnevnik: 0°).

Kadar zaradi pre slabih opisov v literaturi točnega položaja lokalitet nismo mogli določiti, smo določili koordinate po najbližjih toponimih na zemljevidu (vrh gore, zaselek, kraj). V preglednico »Lokaliteta« smo pri vsaki lokaliteti dodali kodo, s katero smo označili

natančnost koordinat (Pregl. 1). Razrede natančnosti smo povzeli po Čelikovi in sod. (2005). V prve tri razrede (od 1 do 3) smo uvrstili lokalitete, če je bila natančnost koordinat odvisna od natančnosti kartografskega vira, s katerega smo jih prebrali (Pregl. 1). V primerih, ko smo položaj lokalitet določili po bližnjem toponimu, smo jih glede na ocenjeno razdaljo od toponima uvrstili v razrede natančnosti, označene s 4 do 8. Če smo za lokacije poznali le večje geografsko območje ali državo, smo jih uvrstili v razred 9 (Pregl. 1).

Preglednica 1: Razredi, v katere smo razvrstili lokalitete glede na natančnost koordinat.

Table 1: Classes into which localities were delimited according to the positional accuracy of their coordinates.

| Koda | Opis |
|------|--|
| 1 | Lega določena na karti merila 1 : 5.000, GPS |
| 2 | Lega določena na karti merila 1 : 25.000 |
| 3 | Lega določena na karti merila 1 : 50.000 ali 1 : 100.000 |
| 4 | Centroid območja $r < 600$ m |
| 5 | Centroid območja $600\text{m} < r < 2000$ m |
| 6 | Centroid območja $2000\text{m} < r < 3000$ m |
| 7 | Centroid območja $3000 < r < 6000$ m; centroid kvadrata UTM 10x10 km |
| 8 | Centroid večjega območja (območje večje od 100 km ²) |
| 9 | Večje geografsko območje, država |

Kot vire za določanje geografskih koordinat lokalitet smo uporabili naslednje kartografske podlage ali podatkovne baze:

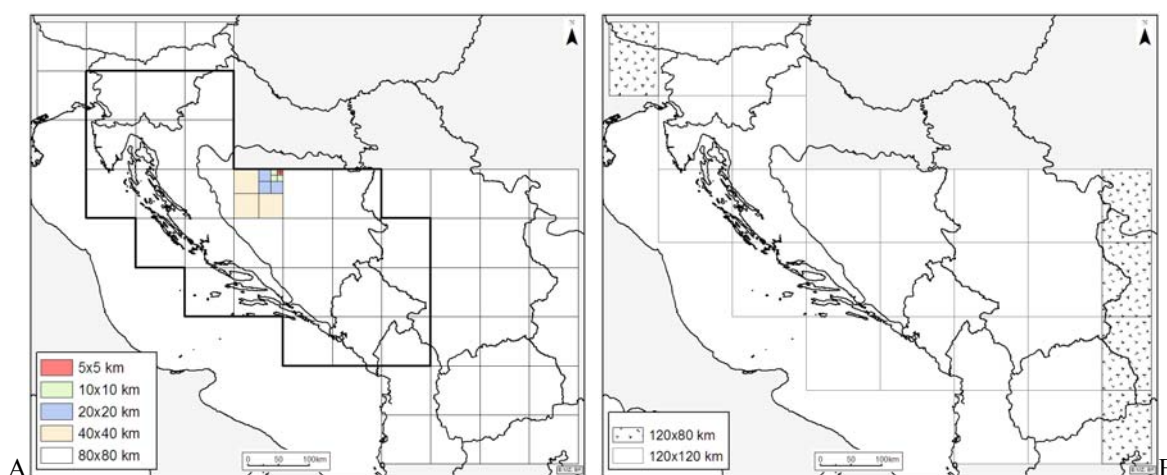
- Jamski kataster Slovenije (IZRK ZRC SAZU, 2007),
- karte v merilu 1 : 25.000 (Interaktivni naravovarstveni atlas Slovenije, ARSO, <http://kremen.arso.gov.si/NVatlas/>),
- karte v merilu 1 : 50.000 (Interaktivni atlas Slovenije, Mladinska knjiga),
- digitalizirane geokodirane karte v merilu 1 : 25.000 Republike Hrvaške,
- karte v merilu 1 : 100.000 (Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, 2004),
- karte v merilu 1 : 100.000 Vojaškega geografskega inštituta Kraljevine Jugoslavije,
- Local Gazetteer (Global Gazetteer Version 2.1, <http://www.fallingrain.com/world/>).

2.2.3 Kartografska projekcija, priprava mrež in izbor podatkov

Ozemlje, ki obsega širše raziskovano območje, smo kartirali v Lambertovi stožčni projekciji (centralni poldnevnik 18°, standardna vzporednika: 42° in 46°, faktor merila: 1, izhodiščni poldnevnik: 12°, odmik proti vzhodu: 600000, odmik proti severu: -3000000, na WGS84 elipsoidu). Izbrana projekcija je najprimernejša za prikaz, saj je v njej to ozemlje najmanj prostorsko popačeno (Podobnikar, ustno).

Raziskovano območje smo razdelili na osnovne delovne enote enakih velikosti, tako da smo ga prekrili z mrežo kvadratov (Sl. 5). Uporabili smo mreže z različno velikimi kvadrati (v nadaljevanju: različno velike mreže), da bi ugotovili, katera je najprimernejša za uporabo. Dinarsko območje smo prekrili s petimi mrežami s kvadrati velikimi 80x80

km, 40x40 km, 20x20 km, 10x10 in 5x5 km (Sl. 5). Večje kvadrate smo dobili z združevanjem po štirih manjših. Izjema je le največja mreža, s katero smo prekrili širše raziskovano območje, kjer smo posamezen kvadrat dobili z združitvijo devetih kvadratov velikih 40x40 km. Da bi prekrili enako območje kot pri manjših mrežah, je nekaj robnih enot te mreže velikih 120x80 km (Sl. 5).



Slika 5: Mreža kvadratov, s katero smo prekrili širše raziskovano območje in Dinarsko območje. Prikazano je združevanje kvadratov od 5x5 km do 80x80 km (A) in razporeditev kvadratov 120x120km in 80x120 km (B). Odebeljen okvir na delu A označuje mrežo, s katero smo prekrili Dinarsko območje.

Figure 5: Quadrates grid that covered the whole research area and the Dinaric area. Merging smaller cells into larger ones is shown (A) and the distribution of quadrates 120x120km and 120x80 km (B). Smaller frame in part A delimits the Dinaric area.

Vsakemu kvadratu smo pripisali število lokalitet v njem in skupno število vrst. Ker je položaj lokalitet določen različno natančno, smo njihov izbor v posamezni analizi omejili glede na velikost najmanjše uporabljene mreže. Pri tem smo upoštevali naslednja kriterija:

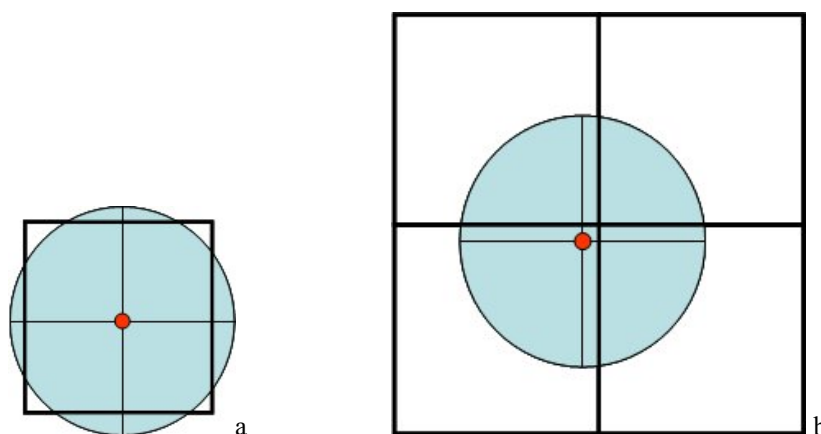
- Polmer kroga okoli centroida, s katerim smo imeli določen položaj lokalitete, ni smel biti večji od stranice kvadrata najmanjše mreže, ki smo jo uporabili;
- Tako je tudi pri najmanjši uporabljeni mreži veljalo, da je verjetnost, da je lokaliteta prisotna v kvadratu, v katerem leži centroid, vedno večja, kot verjetnost, da je prisotna v katerem od sosednjih kvadratov. Verjetnost, da je lokaliteta v kvadratu, smo izračunali iz površine, kjer se centroid kroga, s katerim je določen položaj lokalitete, in kvadrat, v katerem leži centroid, prekrivata.

Z upoštevanjem teh določil smo omejili izbor lokalitet in uporabili dva nabora podatkov.

- *Prvi nabor podatkov* smo uporabili v primerih, ko smo v analizi uporabili tudi mrežo s kvadrati 5x5 km. V te analize smo vključili le lokalitete, katerih položaj je bil določen vsaj na 3 km natančno (označene s kodami 1 do 6, glej. Pregl. 1). Kadar se centroida kvadrata in kroga s polmerom 3 km prekrivata (Sl. 6), je verjetnost, da lokaliteta leži znotraj kvadrata, 95 %, verjetnost, da leži v sosednjem kvadratu, pa le 1,25 %. V primeru, ko središče kroga leži blizu stranici kvadrata (Sl. 6), pa je verjetnost, da lokaliteta leži v kvadratu, kjer je središče kroga, večja od 25 %, verjetnost, da leži v katerem od sosednjih

kvadratov, pa je vedno manjša od 25 %. Nobenemu sosednjemu kvadratu ne moremo pripisati položaja lokalitete z večjo verjetnostjo kot kvadratu, kjer leži središče kroga.

- *Drugi nabor podatkov* smo uporabili v primerih, ko smo kot najmanjše uporabili kvadrate 20x20 km. V teh primerih smo prejšnjemu naboru podatkov dodali še lokalitete, katerih položaj je bil določen na 6 km natančno (označene s kodo 7, glej Pregl. 1). Če centroid takega kvadrata in središče kroga s polmerom 6 km sovpadata, se lokaliteta 100 % nahaja znotraj kvadrata. Če pa središče kroga blizu meji kvadrata, velja kot prej: verjetnost, da lokaliteta leži v kvadratu, kjer je središče kroga, je večja od 25 %, verjetnost, da leži v katerem od sosednjih kvadratov, pa je vedno manjša od 25 %.



Slika 6: Položaj kroga s polmerom 3 km, katerega središče sovpada s središčem kvadrata s stranico 5 km (a) in katerega središče je v kotu kvadrata s stranico 5 km (b).

Figure 6: Position of the circle with the radius of 3 km, which centroid lies in the centre (a) or at the edge (b) of the quadratic cell with the side of 5 km.

Za nekaj vrst nismo imeli dovolj natančnih lokalitet in jih v prostorske analize nismo vključili. Ne glede na to pa smo iz vseh analiz izključili podatek o najdbi troglobiotskega hrošča *Antroherpon brckoensis* Giachino in Guéorguiev, 1993, iz kraja Brčko na severu Bosne in Hercegovine. Nahajališče tako visoko specializiranega pravega podzemnega hrošča tako daleč od kraškega območja je dvomljivo, čeprav je na etiketi označen ta kraj (Giachino, Sket, ustno). Tudi če bi kraj pomenil lokaliteto v njegovi bližini, je najbližje kraško območje od njega oddaljeno vsaj 10 km. Vrsto sicer upoštevamo kot element Dinarske favne.

2.3 VZORCI BIODIVERZITETE

Najprej smo uporabili metode kartiranja števila troglobiotskih hroščev v vrstno bogatih lokalitetah in znotraj kvadratov mrež, s katerimi smo prekrili proučevano območje. Preverili smo prostorski vzorec razporeditve števila vrst na raziskovanem območju ter uporabili izračun avtokorelacije kot pomoč pri izbiri primerne velikosti mreže za analize. Da bi ugotovili, koliko vrst lahko še pričakujemo na Dinarskem območju, smo to

izračunali s petimi različnimi cenilkami in preverili rezultate pri različnih velikostih mrež. Kartirali smo tudi predviden vzorec razporeditve števila vrst, tako da smo izračunali dve cenilki števila vrst znotraj vsakega kvadrata. Zanimalo nas je, kako uporabne so interpolacijske metode za napovedi števila vrst iz znanih podatkov za območja, od koder podatkov nimamo.

Datoteke smo pripravili s programom Excell (Microsoft Office), za kartiranje in prostorske analize smo, kjer ni drugače navedeno, uporabili program ArcMap (ArcGIS, ver. 9.1, ESRI).

2.3.1 Kartiranje števila taksonov

Pripravili smo seznam jam, v katerih je bilo najdenih najmanj po pet vrst troglobiotskih hroščev, in njihov geografski položaj prikazali na karti. Na ta seznam smo uvrstili le v literaturnih virih natančno poimenovane jame.

Za ugotavljanje vzorcev biodiverzitete pri različno velikih mrežah smo uporabili prvi nabor podatkov o troglobiotskih vrstah hroščev. V prvi analizi smo uporabili podatke s širšega raziskovanega območja, v drugi pa le podatke z Dinarskega območja.

Pri izbrani velikosti mreže smo uporabili drugi nabor podatkov (kjer so vključene tudi manj natančno določene lokalitete). Poleg kartiranja števila vseh vrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju smo preverili tudi razporeditev vrst, ločeno po družinah.

Da bi preverili, kako se vzorec biodiverzitete spreminja glede na različne taksonomske ravni, smo na kartah prikazali razvrstitev števila podvrst, vrst in rodov posebej za vse troglobiotske hrošče skupaj in nato za vsako družino posebj. Pri kartiranju smo upoštevali le tiste podatke, za katere smo imeli znane vse taksonomske ravni, sicer podatkov v tej analizi nismo obravnavali. Vrste, kjer ni bilo opisanih več podvrst, smo upoštevali kot eno podvrsto.

Za prikaz razporeditve števila taksonov smo uporabili pet razredov glede na število taksonov v najbogatejšem kvadratu. V prvi razred smo uvrstili kvadrate z vsaj 85 % vrst najbogatejšega kvadrata, v drugi razred tiste s 60–84 % vrst, v tretjega s 30–59 %, v četrtega kvadrate z dvema vrstama ali do 29 % vrst najbogatejšega kvadrata ter v peti razred kvadrate z eno vrsto.

2.3.2 Prostorski vzorec razporeditve števila vrst

2.3.2.1 Število upoštevanih sosedov

V analizah smo kot osnovne enote, s katerimi smo prekrili območje, uporabljali kvadrate. Vsak izmed njih je v mreži obkrožen z osmimi sosedi (razen če leži na robu raziskovanega

območja), ki med seboj niso enakovredni. S štirimi sosedi si deli stranico, s štirimi pa se dotika v vogalih. Evklidska razdalja med središčema kvadrata in sosednjega kvadrata s skupno stranico je enaka dolžini stranice kvadrata, medtem ko je razdalja do središča vogalnega kvadrata enaka diagonali kvadrata. Tako lahko v analizah upoštevamo vseh osem sosedov (v smislu premikanja šahovskih figur tak primer imenujemo »kraljica«, iz »queen«), le štiri sosede s skupno stranico (»trdnjava«, iz »rook«) ali le štiri sosede s skupnimi vogali (»lovec«, iz »bishop«) (Fortin in Dale, 2005).

Da bi preverili, kakšen vpliv imajo različni sosedi na ugotovljen prostorski vzorec, smo naredili po dva izračuna. V enem smo upoštevali le štiri sosede, ki s kvadratom delijo stranico, v drugem pa vseh osem sosedov, ki obkrožajo kvadrat.

2.3.2.2 Statistika črno-belih stikov

S statistiko črno-belih stikov (»join-count statistics«) smo testirali, ali je razporejanje proučevane spremenljivke v prostoru naključno ali ne (Fortin in Dale, 2005). Izračunamo lahko tri vrste stikov (odslej okrajšano S) med vzorčevanimi enotami: enakorodni stiki so dveh tipov, med enotami s podatkom ($S_{\check{C}\check{C}}$; \check{C} za črno) ali med enotami brez podatkov (S_{BB} ; B za belo), medtem ko so raznorodni stiki tisti, kjer se enoti razlikujeta glede na prisotnost podatka ($S_{\check{C}B}$). Skupno število stikov je:

$$S = S_{\check{C}\check{C}} + S_{BB} + S_{\check{C}B}. \quad \dots(1)$$

Raznorodni stiki so izračunani po formuli:

$$S_{\check{C}B} = \frac{1}{2} \left[\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \delta_{ij} (x_i - x_j)^2 \right], \quad \dots(2)$$

kjer sta i in j enoti, ki ju primerjamo, x_i je lastnost enote (črno = 1, belo = 0) in δ_{ij} je spremenljivka, ki označuje, če sta enoti sosednji (1 če sta, 0 če nista) (Fortin in Dale, 2005).

Če je število raznorodnih stikov manjše od pričakovane vrednosti v statistiki, prostorski vzorec ni naključen, kar pomeni, da se podatki razporejajo v gruče (Fortin in Dale, 2005). Pričakovane vrednosti, s katerimi primerjamo opaženo število raznorodnih stikov, so izračunane iz deleža posameznih kategorij in števila vseh stikov na proučevanem območju (Sokal in Oden, 1978).

Izračune smo naredili v statističnem programskem okolju R, ver. 2.5.0 (<http://www.r-project.org>), v katerem je prosto dostopnih že veliko pripravljenih statističnih metod, mogoče pa je napisati tudi svoje statistične postopke. Za izračune statistike črno-belih stikov smo uporabili že napisan programski paket SPDEP (Bivand, 2006). V postopku

izračunov je treba pripraviti seznam sosedov za vsak kvadrat. Te smo priredili na dva načina. V prvem smo pripravili matriko geografskih razdalj med vsemi kvadrati, ki smo jih izračunali s pomočjo programskega dodatka »Hawth's Analysis Tools«, ver. 3.26 (Beyer, 2006), v programu ArcMap (ArcGIS, ver. 9.1, ESRI). Iz te smo nato z ukazi v okolju R izbrali le tiste razdalje, s katerimi smo zajeli po štiri ali vseh osem sosedov posameznega kvadrata. Pri velikih matrikah, kjer je bilo podatkov preveč za izračune glede na zmogljivost računalnika, smo za pripravo seznama sosedov uporabili prirejene ukaze v okolju R (pripravil Andrej Blejec).

V programskem paketu SPDEP je na voljo test Monte Carlo permutacij podatkov, ki testira statistično značilnost pogostosti enakorodnih stikov. Če je število enakorodnih stikov statistično značilno večje od pričakovanega, lahko sklepamo, da je število raznorodnih stikov statistično značilno manjše od pričakovanega. Čeprav natančne vrednosti za p za raznorodne stike nismo mogli izračunati, smo lahko iz statistike za enakorodne stike sklepali o njegovi velikosti. Uporabili smo 1000 permutacij, za p za raznorodne stike pa smo zapisali, ali je večji ali manjši od vrednosti 0,01 (Bivand, 2006).

2.3.2.3 Koeficienti avtokorelacije

Prostorski vzorec razporejanja števila vrst smo preverili z izračunoma dveh koeficientov avtokorelacije, Moranovega koeficienta I in Gearyjevega koeficienta c . Avtokorelacija (tudi samovzajemnost) pomeni, da prisotnost spremenljivke v eni enoti vpliva na verjetnost prisotnosti spremenljivke v drugi enoti (Fortin in Dale, 2005). Pozitivna avtokorelacija pomeni, da se spremenljivka pojavlja v skupaj ležečih enotah (gručasto), medtem ko negativna avtokorelacija pomeni, da se spremenljivka razporeja razpršeno, tako da je v enotah, ki so med seboj oddaljene. Če avtokorelacije ni, je vzorec naključen (Fortin in Dale, 2005).

Moranov koeficient I ponazarja povprečno vrednost prostorske avtokorelacije na določeni razdalji med kvadrati (tako razdaljo označimo z d) za celotno proučevano območje (Sokal in Oden, 1978; Fortin in Dale 2005). Za neko razdaljo d je Moranov koeficient I izračunan po formuli:

$$I(d) = \left[\frac{1}{W(d)} \right] \frac{\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_{ij}(d)(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}, \quad \dots(3)$$

kjer je sta x_i in x_j vrednosti spremenljivke x na vzorčevanih enotah i in j ; \bar{x} je povprečna vrednost spremenljivke; $w_{ij}(d)$ je matrika, kjer je označeno, če je par vzorčevanih enot na razdalji d ; $W(d)$ je seštevek $w_{ij}(d)$, kar pomeni število vseh parov vzorčevanih enot pri razdalji d ; n je število vzorčevanih enot.

Moranov koeficient I lahko zavzema vrednosti med -1 in 1 . Vrednosti blizu 1 pomenijo pozitivno avtokorelacijo, vrednosti blizu -1 negativno, vrednosti blizu 0 pa odsotnost avtokorelacije (Fortin in Dale, 2005).

Druga mera avtokorelacije, ki smo jo računali, je Gearyjev koeficient c . Koeficient meri razlike med vrednostmi spremenljivke na izbranih lokacijah, stopnja prostorske avtokorelacije pa temelji na razlikah kot funkcijah razdalje. Izračunan je po formuli:

$$c(d) = \left[\frac{1}{2W(d)} \right] \frac{\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_{ij}(d)(x_i - x_j)^2}{\frac{1}{n-1} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}, \quad \dots(4)$$

kjer oznake pomenijo enako kot pri formuli za Moranov koeficient I . Gearyjev koeficient c zavzema vrednosti med 0 in 2 . Vrednosti blizu 0 pomenijo pozitivno avtokorelacijo, vrednosti blizu 2 pomenijo negativno avtokorelacijo, vrednosti blizu 1 pa, da avtokorelacije ni (Fortin in Dale, 2005).

Statistično značilnost obeh koeficientov smo izračunali na temelju 1000 Monte Carlo permutacij. Izračune koeficientov in statistične značilnosti smo naredili s programskim dodatkom Rookcase za Excel (Sawada, 1999).

2.3.3 Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju

2.3.3.1 Krivulje kopičenja vrst

Da bi preverili, kako dobro je povzorčeno Dinarsko območje, smo izračunali krivuljo kopičenja vrst (»species accumulation curve«). To je graf naraščanja števila odkritih vrst kot funkcija mere truda, vloženega v njihovo iskanje (Colwell in Coddington, 1994). Trud je lahko predstavljen s številom vzorcev, površino kvadratov, z urami opazovanja itd. Ko se odkrivanje vrst kljub dodatnemu trudu ustavi, s čimer krivulja kopičenja vrst neha naraščati, na območju ne pričakujemo več odkritja novih vrst (Colwell in Coddington, 1994).

Pri vseh krivuljah kopičenja vrst zaporedje dodajanja vzorcev vpliva na obliko krivulje, zato izračunamo pričakovano krivuljo (Colwell in Coddington, 1994). Krivuljo kopičenja vrst, ki temelji na vzorčenju (»sample based accumulation curves«) dobimo s ponavljanjem vzorčenja iz nabora N vzorcev, tako da prikažemo povprečno število vrst v $1, 2, \dots, N$ številu vzorcev (Gotelli in Colwell, 2001). Taka krivulja je statistično pričakovanje naraščanja števila vrst, ki temelji na našem vzorcu, pri tem pa dobimo tudi intervale zaupanja (Gotelli in Colwell, 2001; Colwell in sod., 2004). Uporabili smo 100 naključnih izbir (randomizacij) in izračun krivulje Mao Tau, kot se taka krivulja imenuje v programu

EstimateS, ver. 7.52 (Colwell, 2005). Kot vzorčevano enote smo upoštevali kvadrate mreže, krivulje pa smo izračunali za vsako velikost mreže na Dinarskem območju.

2.3.3.2 Neparometrične cenilke števila vrst

Za napovedi števila vrst troglobiotskih hroščev, ki jih na Dinarskem območju lahko še pričakujemo, smo uporabili neparometrične cenilke. Ocenjevanje, koliko vrst lahko še pričakujemo na nekem območju, temelji na podobnih načelih, kot ocenjevanje velikosti populacije z metodo lova in ponovnega ulova. Verjetnost ulova med osebkami variira podobno kot relativna pogostost vrst v združbi (Colwell in Coddington, 1994). Opisanih je bilo veliko cenilk, od katerih so za nekatere potrebni podatki o pogostosti vrst (»abundance data«), za druge pa podatki o prisotnosti vrst v vzorcih (»incidence data«) (Bunge in Fitzpatrick, 1993; Colwell in Coddington, 1994; Colwell, 2005). V naših analizah smo uporabili le podatke o prisotnosti ali odsotnosti vrst.

Da bi ugotovili, koliko vrst lahko na Dinarskem območju še pričakujemo, smo izračunali ocene s petimi različnimi cenilkami; jackknife 1, jackknife 2, Chao2, ICE in bootstrap. Preverili smo vpliv velikosti kvadrata na napovedi in ocene izračunali za vse velikosti mreže.

Izračune dveh cenilk, Chao2 in bootstrap, smo opravili tudi za vsak kvadrat posebej pri izbrani velikosti mreže, pri čemer smo upoštevali le kvadrate z najmanj petimi znanimi lokalitetami. Izračune smo primerjali z opaženimi števili vrst na posamezen kvadrat.

Cenilka jackknife 1 (jackknife prvega reda) (Burnham in Overton, 1978; Heltsche in Forrester, 1983; Smith in van Belle, 1984) temelji na številu vrst, ki so prisotne le v eni vzorčevani enoti (L):

$$S_1 = S_{obs} + L \left(\frac{n-1}{n} \right), \quad \dots(5)$$

kjer je n število vzorčevanih enot, S_{obs} opaženo število vrst in S_1 vrednost cenilke.

Cenilka jackknife 2 (jackknife drugega reda) (Burnham in Overton, 1978; Heltsche in Forrester, 1983; Smith in van Belle, 1984) temelji na številu vrst, ki so prisotne v natanko eni vzorčevani enoti in številu vrst, ki so prisotne v natanko dveh enotah (M):

$$S_2 = S_{obs} + \left[\frac{L(2n-3)}{n} - \frac{M(n-2)^2}{n(n-1)} \right]. \quad \dots(6)$$

S_2 je vrednost cenilke jackknife 2.

Cenilka Chao 2 prav tako temelji na številu vrst, ki so prisotne le v eni vzorčevani enoti in tistih, ki so prisotne v natanko dveh (Chao, 1984):

$$S_3 = S_{obs} + \left[\frac{L^2}{2M} \right], \quad \dots(7)$$

kjer je S_3 vrednost cenilke. Cenilka je uporabna predvsem za vzorce, kjer je veliko vrst z majhnimi areali (Chao, 1984; Colwell in Coddington, 1994). Njena vrednost predstavlja spodnjo mejo pričakovanega števila vrst (Chao, 1984).

Cenilka bootstrap (Smith in van Belle, 1984) je izračunana iz deležev vzorčevanih enot p_j , ki vsebujejo vrsto j :

$$S_4 = S_{obs} + \sum_{j=1}^{S_{obs}} (1-p_j)^n \quad \dots(8)$$

S_4 je vrednost cenilke bootstrap.

Cenilka ICE (krajše za »incidence-based coverage estimator«) (Lee in Chao 1994; Chazdon in sod., 1998; Chao in sod., 2000) temelji na statističnem konceptu »pokritja vzorca« (»sample coverage«). Vsaka vrsta predstavlja določen delež od vseh vrst v obravnavanem prostoru. Pokritje vzorca je seštevek teh deležev za tiste vrste, ki so v vzorcu (Chazdon in sod., 1998). Ker resničnih deležev za vsako vrsto ne poznamo, moramo pokritje vzorca (C_{ice}) oceniti:

$$C_{ice} = 1 - \frac{Q_1}{N_{inf}}, \quad \dots(9)$$

kjer je Q_1 število vrst, prisotnih v natanko eni vzorčevani enoti in N_{inf} tehtana vsota vseh nepogostih vrst (pri tej cenilki so te definirane kot vrste, prisotne v 10 ali manj vzorčnih enotah):

$$N_{inf} = \sum_{j=1}^{10} jQ_j \quad \dots(10)$$

Opaženo število vrst (S_{obs}) je seštevek nepogostih vrst (S_{inf}) in pogostih vrst (S_{freq}). ICE cenilka (S_5) je izračunana po formuli

$$S_5 = S_{freq} + \frac{S_{inf}}{C_{ice}} + \frac{Q_1}{C_{ice}} \gamma_{ice}^2, \quad \dots(11)$$

kjer je γ_{ice}^2 ocena koeficienta variacije števila vrst, prisotnih v j vzorčevanih enotah (Q_j , Lee in Chao, 1994; Colwell, 2005). Formula za izračun γ_{ice}^2 je:

$$\gamma_{ice}^2 = \max \left\{ \frac{S_{inf}}{C_{ice}} \frac{m_{inf}}{(m_{inf} - 1)} \frac{\sum_{j=1}^{10} j(j-1)Q_j}{[N_{inf}]^2} - 1, 0 \right\}, \quad \dots(12)$$

kjer je m_{inf} število vzorčnih enot z najmanj eno nepogosto vrsto (Lee in Chao, 1994; Colwell, 2005). V primeru, da imamo v vzorcu med redkimi vrstami le take, ki so prisotne v natanko enem vzorcu, se cenilke ne da izračunati, saj je potem vrednost pokritja vzorca enaka 0 (Colwell, 2005).

Za izračune smo uporabili program EstimateS, ver. 7.52 (Colwell, 2005) in določili 100 naključnih izbir vzorčevanih enot pri izračunu cenilk.

2.3.4 Prikaz razporeditve opaženega in ocenjenega števila vrst z interpolacijo

Za izračun predvidene diverzitete za območja, od koder nimamo podatkov, smo preizkusili dve interpolacijski metodi: metodo tehtanih drsečih sredin («inverse distance weighting», IDW) in kriging (Davis, 2002).

Te izračune smo naredili za vsa opazovanja na izbranem območju, poleg tega pa tudi za število vrst s skrčenega nabora kvadratov, od koder smo imeli podatke za najmanj po pet lokalitet. V interpolacije smo zajeli tudi vrednosti ocen števila vrst, ki smo jih za te kvadrate izračunali s cenilkama Chao2 in bootstrap. V skrčenem naboru kvadratov ni nobenega kvadrata iz Makedonije ali vzhodne Srbije, zato smo ta del širšega raziskovanega območja izključili iz teh analiz.

Za kvadrate, od koder nismo imeli podatkov o številu vrst, smo določili, ali je število vrst enako 0 ali pa v takih primerih vrednosti nismo določili (manjkajoče vrednosti). Obe interpolacijski metodi smo uporabili za primere, ko smo za vse kvadrate brez vrst določili vrednost 0. Z metodo kriging pa smo izračunali tudi, kako je, če takim kvadratom, od koder bi sicer lahko pričakovali vrste, zaradi odsotnosti podatka ne določimo vrednosti 0, ampak pustimo manjkajoče vrednosti. Vrednosti 0 in manjkajoče vrednosti smo določili na dva načina. V prvem smo vrednosti 0 določili kvadratom izven našega raziskovanega območja in tistim, ki prekrivajo morje, medtem ko ostalim kvadratom brez podatka nismo določili vrednosti. V drugem načinu pa kvadratom brez podatka nismo določili vrednosti le v neposredni soseščini kvadratov s podatkom, medtem ko so ostali brez podatka imeli pripisano vrednost 0.

Za analize smo uporabili programsko razširitev Geostatistical Analyst programa ArcMap (ArcGIS, ver. 9.1, ESRI).

2.3.4.1 Prikaz biodiverzitete z metodo tehtanih drsečih sredin

Interpolacijska metoda tehtanih drsečih sredin (inverse distance weighting, IDW) izračuna vrednost v iskani točki z uporabo uteženega povprečja meritev na okoliških točkah z znanimi vrednostmi (Davis, 2002; Skok in Vrhovec, 2005). Velikost uteži pada s kvadratom evklidske razdalje med iskano in poznano točko. V izračunih lahko določimo velikost vplivne okolice, od koder zajemamo znane vrednosti za izračun neznanih vrednosti. Določimo lahko tudi število točk, ki so upoštevane in od kod v okolici so iskane točke so zajete.

V naših analizah smo najvišji pomen za določanje iskanih vrednosti določili bliže ležečim znanim vrednostim, zato smo za vplivno okolico določili krog s polmerom 40002 m okoli iskane točke. Vplivno okolico smo razdelili na štiri podenote, iz vsake smo upoštevali najmanj eno in največ štiri merjene vrednosti. Iskane vrednosti so bile skupno izračunane iz najmanj štirih in največ 16 znanih vrednosti števila vrst v okolici.

2.3.4.2 Prikaz biodiverzitete z metodo kriging

Kriging je interpolacijska metoda, ki upošteva avtokorelacijo opazovane spremenljivke, v čemer se razlikuje od klasične linearne regresije (Davis, 2002). Prostorsko odvisnost med dvema točkama lahko merimo s semivarianco, zato smo najprej pripravili model semivariograma, t.j. grafa semivarianc za različne razdalje med znanimi točkami (Davis, 2002). Če je razdalja med dvema točkama označena z Δ , potem lahko semivarianco ocenimo kot večkratnik razdalje Δ kot:

$$\gamma_h = \frac{\sum_i^{n-h} (x_i - x_{i+h})^2}{2n}, \quad \dots(13)$$

kjer je x_i vrednost izmerjene spremenljivke na lokaciji i , x_{i+h} je vrednost, ki je izmerjena h intervalov osnovne razdalje stran, n je število vseh točk, $n - h$ je število primerjav med pari točk, γ_h pa je vrednost variance na razdalji h intervalov (Davis, 2002). S postopkom iščemo vsoto kvadratov razlik med pari točk, med katerimi je razdalja $h \times \Delta$.

Če je $h \times \Delta$ majhna razdalja, so si vrednosti na točkah, ki jih primerjamo, bolj podobne in semivarianca je nizka. Z naraščanjem $h \times \Delta$ razdalje so si vrednosti na točkah vse manj podobne, tako da se semivarianca veča. Na določeni razdalji p so vrednosti na primerjanih točkah tako različne, da niso več povezane med seboj, njihovi kvadrati razlik pa postanejo enaki velikosti variance okoli povprečne vrednosti vseh točk. Vrednost semivariance, ko ta ne narašča več, se imenuje »prag semivariograma« (po Kastelec, 2001, iz »sill«), razdalja, pri kateri se semivarianca približa varianci, se imenuje semivariogramski razmik (po Kastelec, 2001, iz »range«) (Davis, 2002). Idealno naj bi model, izbran za semivariogram, začel v koordinatnem izhodišču, gladko naraščal do neke zgornje meje, nakar bi se naraščanje ustavilo (Davis, 2002). Lahko se zgodi, da se semivariogram začne pri vrednosti, višji od 0, kar imenujemo vpliv zlatega zrna (po Kastelec, 2001, iz »nugget

effect«). Čeprav bi morala biti semivarianca na razdalji 0 enaka nič, pa do vpliva zlatega zrna lahko pride zaradi napake pri vzorčenju ali pa velike variabilnosti spremenljivke na razdaljah, krajših od naše izbrane razdalje (Davis, 2002).

Iz znanih vrednosti lahko izmerimo semivarianco le med njimi, zato moramo za določitev semivariance za poljubne razdalje semivariogram modelirati v zvezno funkcijo (Davis, 2002). V naših analizah smo za modeliranje semivariograma vzeli sferični model (Davis 2002), kot razdaljo Δ pa velikost stranice izbrane mreže ter izračunali model za deset intervalov ($h = 10$).

Uporabili smo metodo osnovni kriging (po Kastelec, 2001, iz »ordinary kriging«). Za izračun meritev smo uporabili enako velikost vplivnega območja in število upoštevanih znanih točk kot pri IDW.

Poleg karte plastnic, ki smo jih izračunali z metodo kriging, smo podali tudi karto razporeditve standardne napake napovedi. Rezultate kriginga smo preverili s postopkom navzkrižnega preverjanja (»cross validation«). Pri tem v postopku izmerjene vrednosti izločimo in izračunamo interpolirano vrednost zanjo (Davis, 2002). Model lahko smatramo kot dober, če je

- povprečna napaka napovedi (»prediction error mean«) blizu 0;
- koren povprečja kvadratov napak napovedi (»root-mean-squared prediction errors«) majhen in zelo podobnih vrednosti povprečne standarizirane napake (»average standard error«);
- standariziran koren povprečja kvadratov napak napovedi (»standardized root-mean-squared prediction errors«) blizu 1 (ESRI 2005, Arc GIS Desktop Help).

2.4 VZORCI RAZŠIRJENOSTI

V analizi razširjenosti smo najprej preverili, kako velike areale imajo troglobiotske vrste hroščev na obravnavanem območju, in koliko vrst je endemnih za zelo majhna območja. Za ugotavljanje skupnih vzorcev razširjenosti smo uporabili kladistične metode, vzorce razširjenosti pa smo določili tudi z metodo združevanja vrst glede na podobnost arealov.

Uporabili smo drug nabor podatkov, kjer so upoštevane tudi lokalitete z manj natančno določenim položajem.

2.4.1 Velikosti arealov

Velikost arealov smo merili s številom kvadratov 20x20 km in 40x40 km, v katerih je prisotna posamezna vrsta. Pripravili smo pregled, za koliko vrst poznamo določeno število lokalitet. Na kartah smo prikazali razporeditev števila vrst, za katere imamo podatke le iz ene lokalitete ali le iz enega kvadrata mreže.

2.4.2 Uporaba kladističnih metod za ugotavljanje vzorcev razširjenosti

Kladistično analizo smo uporabili, da bi ugotovili, kako se kvadrati združujejo, če interpretiramo prisotnost ali odsotnost taksona v kvadratu kot stanje znaka kvadrata. V analize smo vključili tri nabore taksonov: samo rodove, samo vrste in v tretjem naboru rodove in vrste skupaj. Z vključitvijo rodov hkrati z vrstami smo v analizo vrst dodali tudi informacijo o sorodnosti vrst (Morrone in Escalante, 2002). Pripravili smo matrike, v katerih so bili v vrsticah razvrščeni kvadrati, v stolpcih taksoni, prisotnost ali odsotnost taksona v kvadratu pa je bila kodirana z 1 ali 0.

Najprej smo preverili večje vzorce razširjenosti, tako da smo analizirali razširjenost rodov v kvadratih velikih 80x80 km. Iz te analize smo izključili rod *Duvalius*, ker je široko razširjen na račun netroglobiotskih vrst. V drugih analizah smo uporabili kvadrate 20x20 km in vse tri nabore taksonov.

Za koreninjenje dreves smo uporabili hipotetični kvadrat, kjer ni prisoten noben obravnavan takson (Morrone, 1994; Morrone in Escalante, 2002).

Za izdelavo dreves smo uporabili metodo največje varčnosti (»parsimony analysis«) (Swofford, 2002). Drevesa smo iskali hevristično z naključnim dodajanjem kvadratov, pri čemer smo uporabili algoritem razreza in ponovnega združevanja – TBR (»tree bisection and reconnection«) (Swofford, 2002).

Najprej smo naredili drevesa največjega soglasja z metodo največje varčnosti, kjer je bila prisotnost/odsotnost taksonov obravnavana enakovredno. Za posamezne klade smo poiskali taksoni, ki so prisotni izključno v njih (sinapomorfni). Morrone (1994) je opisal postopek varčnostne analize endemizma (»parsimony analysis of endemism«, PAE), v katerem območja z najmanj dvema takimi taksoni definira kot območja endemizma (Morrone, 1994; Morrone in Crisci, 1995; Morrone in Escalante, 2002). V naših analizah smo preverili, v koliko kladah so prisotni taki sinapomorfni taksoni.

V drugi kladistični analizi smo znake utežili glede na njihov doprinos k razrešitvi oblike drevesa (Nei in Kumar, 2000; Swofford, 2002). Uporabili smo postopek utežene varčnostne analize (»dynamically weighted parsimony analysis«, Nei in Kumar, 2000). V tem postopku znaki glede na doprinos k razrešitvi drevesa največjega soglasja dobijo uteži. S tako uteženimi znaki ponovimo iskanje drevesa največjega soglasja, ponovno preverimo doprinos znakov k razrešitvi tega drevesa in ponovno določimo uteži (Farris, 1969; Nei in Kumar, 2000). Ponovno utežene znake spet vključimo v analizo iskanja najbolj varčnega drevesa. Ko se ob ponavljanju tega postopka struktura drevesa največjega soglasja ne spremeni, s postopkom končamo (Farris, 1969; Nei in Kumar, 2000). V našem postopku smo taksonom glede na doprinos k drevesom določili uteži med 1 in 100, struktura dreves pa se je ustalila že po dveh uteževanjih znakov.

Kvadrate, ki so bili združeni v posamezen klad v drevesih največjega soglasja smo prikazali na kartah.

S programom PRAP, ver. 1.21 (Müller, 2004), smo pripravili ukaze, ki jih za iskanje dreves rabi PAUP, ver. 401b (Swofford, 2002). Pri iskanju skupnih taksonov v kladih smo uporabili programski paket Mesquite (ver. 1.12) (Maddison in Maddison, 2006).

2.4.3 Združevanje arealov vrst

V analizi združevanja arealov po navodilih Hausdorfa in Henniga (2003) smo iskali tako imenovane biotske elemente (*sensu* Hausdorf, 2002), v katere se združujejo vrste glede na podobnost njihovih arealov.

V analizi smo pripravili naslednje datoteke:

- Matriko prisotnosti vrst v kvadratih 20x20 km kot v prej opisani kladistični analizi.
- Matriko geografskih razdalj med vsemi upoštevanimi kvadrati.
- Seznam sosednjih kvadratov za vsak upoštevan kvadrat, kjer smo kot sosede upoštevali osem kvadratov, ki obkrožajo določen kvadrat. Kvadrat je lahko imel največ osem sosedov in najmanj nobenega – v primeru, da v njegovi neposredni sosesčini ni bilo kvadrata, ki bi imel vsaj eno vrsto.

Hennig in Hausdorf (2006) priporočata transformacijo geografskih razdalj med vzorčevanimi enotami, ki so v našem primeru kvadrati. Velike geografske razdalje so večinoma manj pomembne za primerjavo arealov vrst kot krajše razdalje, katerim lahko damo s transformacijo večji pomen. V naših analizah smo uporabili odsekano linearno transformacijo (»piecewise linear transformation«). Pri tej vse razdalje od določene velikosti naprej dobijo vrednost 1, medtem ko manjšim pripišemo vrednosti med 0 in 1 (Hennig in Hausdorf, 2006). Kot mejo smo uporabili polovico največje razdalje med kvadrati z vrstami na območju, kar je bilo 481,7 km. Razdalje, krajše od te, so dobile vrednosti na skali od 0 do 1, vse večje pa vrednost 1.

V naslednjem koraku postopka smo pripravili matriko razlik med areali vrst (Hausdorf in Hennig, 2003). Za mero podobnosti/razlik med areali vrst smo uporabili *koeficient geco*, ki upošteva geografske razdalje med kvadrati (»geographic distance«) in tudi prekrivanje arealov (»congruence of ranges«) (Hennig in Hausdorf, 2006).

Testirali smo, če se areali vrst statistično značilno združujejo glede na podobnost (Hausdorf in Hennig, 2003). Če se vrste združujejo glede na podobnost arealov, so razdalje med areali vrst iste skupine majhne, medtem kot so razdalje med areali različnih gruč velike. Variacija razdalj homogeno razporejenih arealov je pričakovano majhna, saj ni razlikovanja med areali, ki spadajo skupaj, ter areali, ki naj bi bili ločeni. Uporabili smo testno statistiko, v kateri smo upoštevali razmerje med seštevkom 10 % najmanjših in 10 % največjih razdalj (Hennig in Hausdorf, 2004). Pričakovati je, da bo razmerje za primere, kjer se areali združujejo, majhno v primerjavi s homogeno razporeditvijo (Hausdorf in Hennig, 2003; Hennig in Hausdorf, 2004). V izdelavi modela za testno statistiko smo parameter verjetnosti za regije nastavili na TRUE, kar je pomenilo, da so verjetnosti za regije prirejene glede na verjetnosti sosednjih regij v simulirani matriki (Hennig, 2006). Izračunali smo 1000 Monte Carlo simulacij, s katero smo določili porazdelitev testne statistike (Hennig in Hausdorf, 2004).

Pri združevanju arealov vrst po podobnosti smo najprej uporabili metodo večdimenzionalnega lestvičenja (»multidimensional scaling«, MDS) na matriki geoco razdalj (Hennig, 2006), nato pa uporabili metodo združevanja z Gaussovimi modelom (»model-based gaussian clustering«, Hausdorf in Hennig, 2003). S to metodo smo določili, v koliko skupin želimo razdeliti areale, pri čemer smo tiste, ki niso bile razvrščene v nobeno izmed njih, uvrstili v skupino tako imenovanega šuma (»noise«). Če se vrste niso značilno združevale v skupine, velike vsaj 10 vrst, so pripadale šumu (Byers in Raftery, 1998). Na kartah smo prikazali razporeditev števila vrst, če smo iskali dve, štiri in devet skupin, v katere so se združevale vrste glede na podobnost arealov.

Za vse izračune smo uporabili programski paket PRABCLUST, ki je napisan v programskem okolju R (Hennig, 2006). Geografske razdalje med kvadrati smo izračunali s pomočjo programskega dodatka »Hawth's Analysis Tools«, ver. 3.26, v okolju ArcGIS (Beyer, 2006).

2.5 RAZLAGA VZORCEV PODZEMNE BIODIVERZITETE

2.5.1 Razlike v intenzivnosti vzorčenja

Na razlike pri razporeditvi števila vrst lahko vplivajo razlike v intenzivnosti vzorčenja, ki so lahko posledica razlik v številu pregledanih jam, razlik v številu obiskov posamezne jame, razlik v številu raziskovalcev, ki so živali iskali, razlik v času, ki so ga raziskovalci porabili za iskanje živali itd. Ker teh podatkov v literaturnih podatkih ni, smo kot mero za proučevanje razlik v intenzivnosti vzorčenja vzeli število podzemnih lokalitet, od koder imamo podatke o hroščih. Naša predpostavka je naslednja: za jame, v katerih so bili najdeni hrošči, ne glede na to, ali so bili troglobiotski ali netroglobiotski, predpostavljamo primerljivo metodologijo iskanja. Zato uporabljamo število jam z najdenimi hrošči kot osnovno mero truda, vloženega v iskanje troglobiotskih hroščev, tudi če slednji niso bili najdeni.

Razporeditev števila podzemnih lokalitet, od koder smo imeli podatke o hroščih, smo prikazali na tematskih kartah, pri čemer smo za razdelitev v razrede uporabili enake mejne vrednosti glede na število lokalitet v najbogatejšem kvadratu, kot pri kartah za razporeditev vrst (poglavje 2.3.1). Kartirali smo tudi število le tistih lokalitet, kjer so bili najdeni troglobiotski hrošči, za vse skupaj in ločeno za vsako družino.

Izračunali smo Spearmanov korelacijski koeficient med številom vrst in lokalitet na kvadrat pri vseh velikostih mrež (Fowler in sod., 1998). Z linearno regresijo smo izračunali, kolikšen delež variance v številu vrst lahko pojasnimo z varianco v številu vzorčenih lokalitet. Za izračune smo uporabili program SPSS, ver. 14.

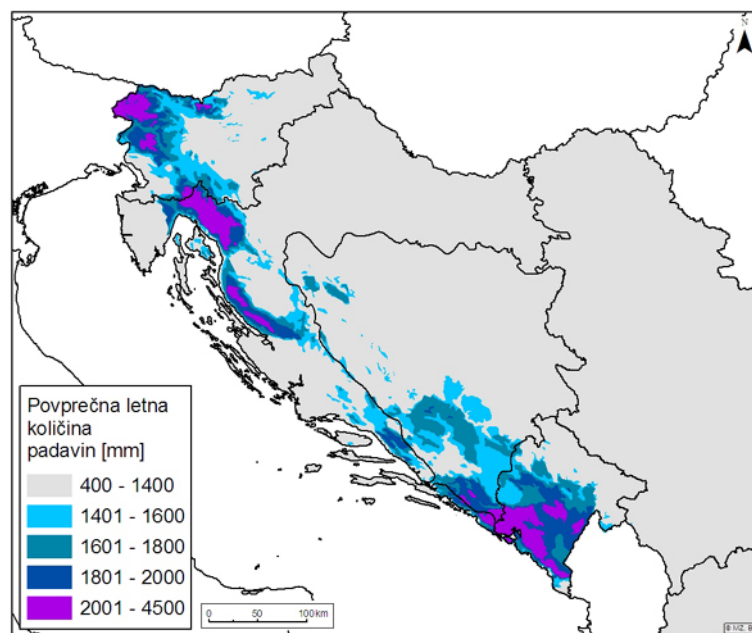
2.5.2 Primerjava z izbranimi okoljskimi podatki

Razporeditev števila vrst smo primerjali z razporeditvijo nekaterih izbranih okoljskih dejavnikov: s povprečno letno temperaturo in povprečno letno količino padavin, z nadmorsko višino in razporeditvijo vegetacijskega pokrova na območju. V te analize smo zajeli Dinarsko območje in celoten del Slovenije.

Podatke o nadmorski višini smo povzeli iz rastrskega sloja, kjer so podatki o višinah podani za celice velikosti 1x1 km (Vir: USGS, Center for Earth resources observation and science, http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/eu_dem.html) (Sl. 3).

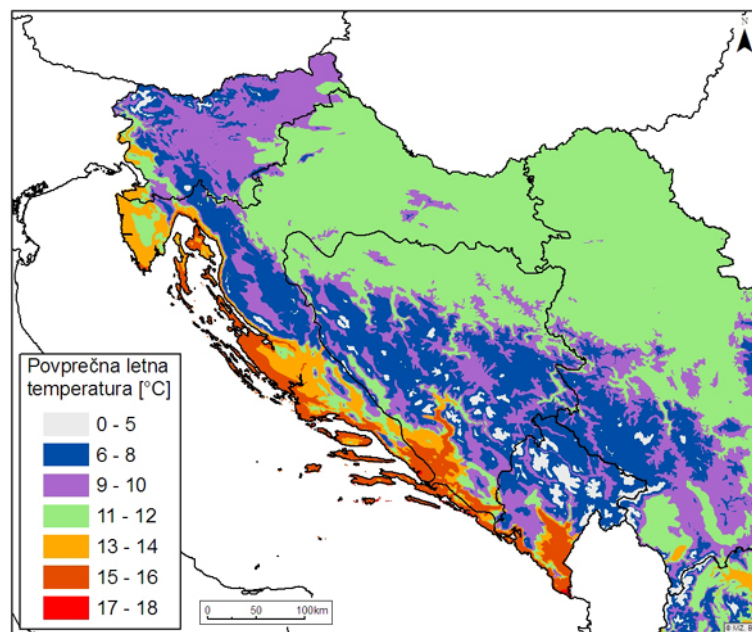
Kot vir za razporeditev povprečnih letnih temperatur in povprečne letne količine padavin smo vzeli edini vir, kjer smo našli podatke za celotno raziskovano območje, to je Atlas klime SFRJ, izdajatelja Hidrometeorološki zavod SFRJ iz leta 1969. Iz te zbirke zemljevidov s podatki za merilno obdobje za leta 1931–1960 smo vzeli karti povprečnih letnih temperatur (Pleško in Šinik, 1961) in povprečnih letnih padavin (Ranković, 1961) v merilu 1:1.000.000. Ta vir smo uporabili ker drugih dovolj natančnih virov o povprečnih letnih temperaturah in padavinah za celotno ozemlje Dinaridov ali ozemlje držav nekdanje Jugoslavije ni. Kljub časovni oddaljenosti merilnega obdobja menimo, da so temperaturna in padavinska razmerja dovolj reprezentativna in da se lege območij s temperaturnimi ali padavinskimi presežki po letu 1960 niso toliko spremenile, da bi bistveno vplivale na naše izračune. Naše stališče utemeljujemo tudi z dejstvom, da so v naši zbirki mnogi podatki o razširjenosti troglobiotskih hroščev iz obdobja, za katerega imamo klimatske podatke.

Karti smo digitalizirali, georeferencirali in prikazali v Lambertovi konični projekciji (s povprečno položajno napako okoli 1 km). Obe karti smo vektorizirali in med izotermami in izohetami izrisali poligone, katerim smo pripisali povprečne vrednosti mejnih izoterm/izohet (Sl. 7, 8). Iz karte razporeditve povprečnih letnih padavin (Sl. 7) je razvidno, da je največ padavin v Sloveniji, v Alpah in na Snežniku, proti jugovzhodu na območju Gorskega Kotarja, Velebita, v zaledju Splita ter na goratem območju južne Hercegovine in delu Črne Gore (Sl. 7). Razporeditev povprečnih letnih temperatur (Sl. 8) se sklada z nadmorskimi višinami (Sl. 3), temperature so najvišje v nižjih, obmorskih predelih, na predelu Dinaridov se znižajo in na višjih območjih gorovij padejo do 0°C (Sl. 8).



Slika 7: Razporeditev povprečne letne količine padavin na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. Prirejeno po viru: Karta povprečnih letnih padavin Jugoslavije (Pleško in Šinik, 1961), Atlas klime Jugoslavije (Hidrometeorološki zavod SFRJ, 1969).

Figure 7: Distribution of mean annual precipitation in the area of Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Serbia and Macedonia. Adapted from source: Map of mean annual precipitation of Yugoslavia (Pleško in Šinik, 1961), Atlas of climate of Yugoslavia (Hidrometeorološki zavod SFRJ, 1969).



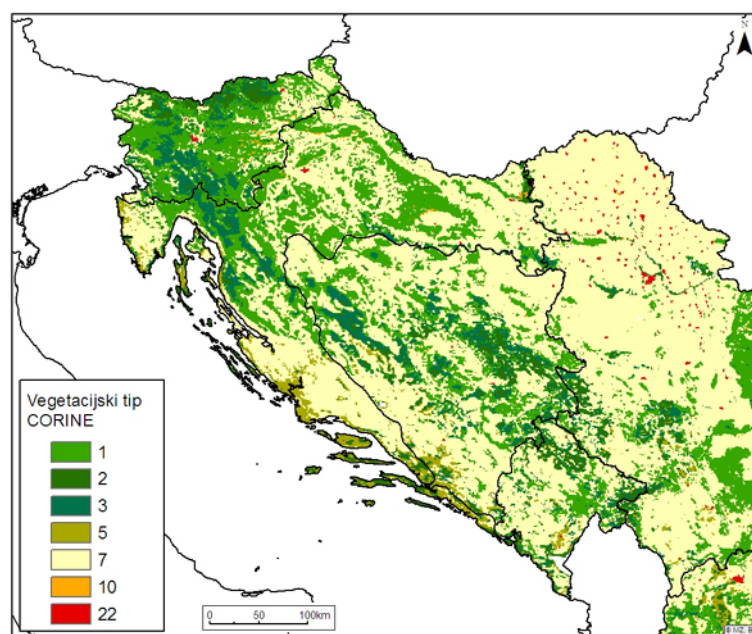
Slika 8: Razporeditev višine povprečnih letnih temperatur na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. Prirejeno po viru: Karta povprečnih letnih temperatur Jugoslavije (Radović, 1961), Atlas klime Jugoslavije (Hidrometeorološki zavod SFRJ, 1969).

Figure 8: Distribution of mean temperatures in the area of Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Serbia and Macedonia. Adapted from source: Map of mean annual temperature of Yugoslavia (Radović, 1961), Atlas of climate of Yugoslavia (Hidrometeorološki zavod SFRJ, 1969).

Podatke o vegetacijskem pokrovu smo določili iz rasterskega sloja »Land cover map for Europe 2000« (Institute for environment and sustainability, Global 2000 Landcover, <http://www-gem.jrc.it/glc2000/links.htm>). Karta je zajeta na podlagi interpretacij satelitskih posnetkov SPOT 4 z ločljivostjo 1x1 km, ki zajemajo obdobje snemanj 1. 11. 1999 - 31.12. 2000 (Bartholomé, 2000). V okviru našega raziskovalnega območja so s tem virom identificirani naslednji habitatni tipi (Sl. 9):

- listnati gozd
- iglasti gozd
- mešani gozd
- grmovnato vegetacija
- mešane kmetijske površine
- travišča
- urbane površine.

Kot ločena kategorija so prisotne tudi vode, vendar teh nismo vključili v analize. Na območju so večinoma kmetijsko obdelane površine ter gozdne površine (Sl. 9).



Slika 9: Razporeditev vegetacijskih tipov po klasifikaciji CORINE, povzeto iz satelitskega snemanja SPOT4, na ozemlju Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Črne Gore, Srbije in Makedonije. Oznake pomenijo: 1 – listnati gozd, 2 – iglasti gozd, 3 – mešani gozd, 5 – grmovnata vegetacija, 7 – mešane kmetijske površine, 10 – travišča, 22 – urbane površine.

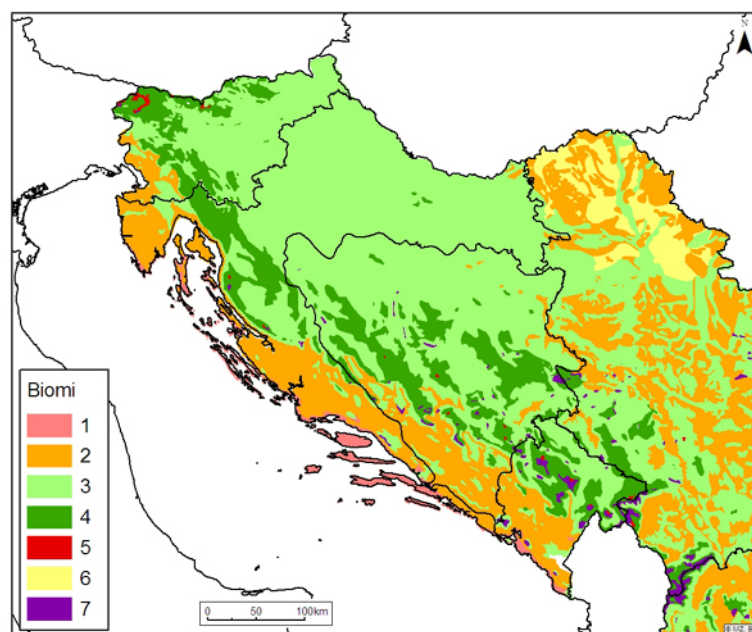
Figure 9: Distribution of vegetation types from CORINE classification, taken from satellite SPOT4, in the area of Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Serbia and Macedonia. Numbers: 1 – deciduous broadleaved forest, 2 – evergreen needleleaved forest, 3 – mixed needleleaved and broadleaved forest, 5 – closed shrubland, 7 – cultivated and managed areas, herbaceous crops, non-irrigated, 10 – grassland, 22 – urban.

Za primerjavo s potencialno vegetacijo na raziskovalnem območju smo uporabili karto biomov Jugoslavije (Matvejev in Puncer, 1989). Najprej smo karte digitalizirali,

posamezne sloje vektorizirali, nato pa naredili rasterski sloj s kvadrati velikimi 100x100 m (Sl. 10). Matvejev in Puncer (1989) razlikujeta več tipov biomov, od katerih so vsi na raziskovalnem območju:

- biom mediteranskih zimzelenih gozdov in makije;
- biom submediteranskih listnatih gozdov in grmičevja;
- biom južneevropskih pretežno listopadnih gozdov;
- biom evropskih pretežno iglastih gozdov borealnega tipa;
- biom visokoplaninskih kamnitih predelov, pašnikov, alpsko-visokonordijskega tipa;
- biom kamnitih predelov, pašnikov in gozdov na kamenju oromediteranskih planin.

V predelih ob Jadranskem morju je sredozemska vegetacija, medtem ko je večina drugih predelov porasla z južneevropskimi listnatimi in v višjih legah borealnimi iglastimi gozdovi (Sl. 10).



Slika 10: Razporeditev biomov po Matvejevu in Puncerju (1989). Oznake pomenijo: 1 – mediteranski zimzeleni gozdovi in makije, 2 – submediteranski listnati gozdovi in grmičevje, 3 – južneevropski pretežno listopadni gozdovi, 4 – evropski pretežno iglasti gozdove borealnega tipa, 5 – visokoplaninski kamniti predeli, pašniki, snežišča alpsko-visokonordijskega tipa, 6 – stepe in gozdne stepe, 7 – kamniti predeli, pašniki in gozdovi na kamenju oromediteranskih planin.

Figure 10: Distribution of biomes according to Matvejev and Puncer (1989). Numbers: 1 – mediterranean evergreen woodlands and maquis, 2 – submediterranean broad-leaved woodlands and shrubs, 3 – south-European mostly broadleaved woodlands, 4 – European mostly coniferous forests of boreal type, 5 – high mountain rocks, pastures, snow patches and avalanches of Alpine and High-Nordic type, 6 – steppes and woodland steppes, 7 – stony grounds, pastures and woods on stony grounds of oromediterranean mountains.

Korelacije med številom vrst in okoljskimi spremenljivkami smo naredili za kvadrate 20x20 km, znotraj katerih smo za merske okoljske spremenljivke (temperatura, padavine, nadmorska višina) izračunali:

- tehtano povprečno vrednost spremenljivke v kvadratu;
- najnižjo vrednost spremenljivke v kvadratu;
- najvišjo vrednost spremenljivke v kvadratu;
- število različnih vrednosti spremenljivke, ki so zajete v posameznem kvadratu.

Pri biomih smo za kvadrate 20x20 km izračunali:

- delež, ki ga posamezen razred spremenljivke zaseda v kvadratu;
- število različnih razredov spremenljivke v kvadratu.

Korelacije med številom vrst in okoljskimi spremenljivkami smo izračunali s Spearmanovim koeficientom korelacije (Fowler in sod., 1998). Za izračune korelacij smo uporabili program SPSS, ver. 14. Za pripravo kart in analize smo uporabili program ArcMap (ESRI) in programski dodatek »Hawth's Analysis Tools«, ver. 3.26, v okolju ArcGIS (Beyer, 2006).

3 REZULTATI

3.1 PREGLED PODATKOV

V marcu 2007 smo imeli v podatkovni bazi 8436 zapisov o hroščih (zapis = takson + lokaliteta + vir), od katerih se jih 6016 nanaša na troglobiotske taksone. S širšega raziskovanega območja smo pridobili 7816 zapisov z geografsko določenimi lokalitetami, od tega 5840 za troglobiotske hrošče. Brez ponovitev zaradi večkratnih navedb v literaturi se na troglobiotske vrste hroščev nanaša 3461 zapisov na širšem raziskovanem območju.

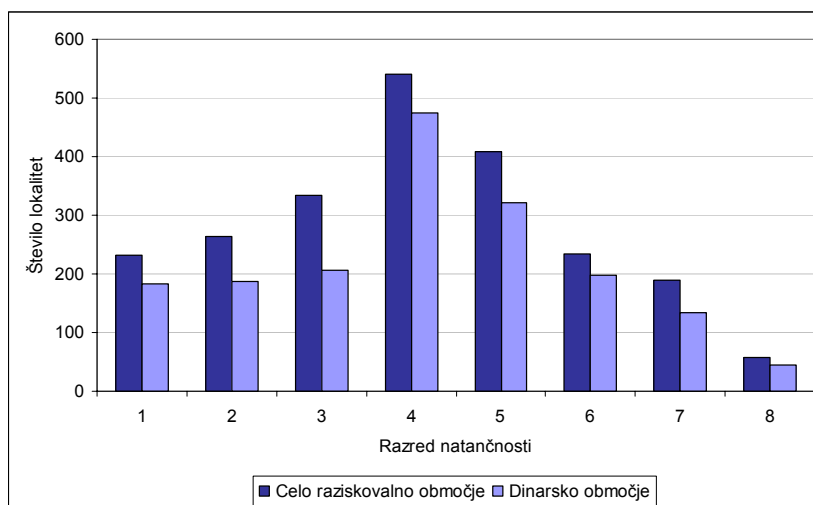
Število troglobiotskih vrst hroščev iz družin Carabidae, Cholevidae in Pselaphidae je prikazano v Pregl. 2. Na širšem raziskovanem območju smo kot troglobiotske upoštevali 395 vrst hroščev, od tega 312 na Dinarskem območju (Pril. A). V teh številih je upoštevana tudi vrsta *Antroherpon brckoensis* Giachino in Guéorguiev, 1993, ki pa v prostorske analize ni vključena (glej Pogl. 2.2.3).

Preglednica 2: Število vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju in širšem raziskovanem območju. Oznake: DIN – Dinarsko območje, RAZ – širše raziskovano območje, vsi – upoštewane so vse troglobiotske vrste, do 6 km – upoštewane so le vrste z lokalitetami, določenimi najmanj na 6 km natančno, do 3 km – upoštewane so le vrste z lokalitetami, določenimi najmanj na 3 km natančno, * – v tej številki je vključena tudi vrsta *Antroherpon brckoensis* Giachino in Guéorguiev, 1993.

Table 2: Number of troglobiotic beetles in Dinaric area in the wider research area. Abbreviations: DIN – Dinaric area, RAZ – wider research area, vsi – all troglobiotic species are considered, do 6 km – only species with localities with at least 6 km positional accuracy are considered, do 3 km – only species with localities with at least 3 km positional accuracy are considered, * – numbers include also the species *Antroherpon brckoensis* Giachino and Guéorguiev, 1993.

| | Carabidae | Cholevidae | Pselaphidae | SKUPAJ |
|--------------|-----------|------------|-------------|--------|
| DIN, vsi | 83 | 202* | 27 | 312* |
| DIN, do 6 km | 77 | 196 | 25 | 298 |
| DIN, do 3 km | 75 | 177 | 24 | 276 |
| RAZ, vsi | 124 | 243* | 28 | 395* |
| RAZ, do 6 km | 119 | 239 | 26 | 384 |
| RAZ, do 3 km | 116 | 214 | 26 | 356 |

Na Sl. 11 je prikazano število lokalitet, ki so uvrščene v posamezen razred natančnosti na Dinarskem in na širšem raziskovanem območju (razredi natančnosti so razloženi v Pogl. 2.2.2, Pregl. 1). Skupno število geokodiranih podzemnih lokalitet na širšem raziskovanem območju, za katere imamo podatke o hroščih, je 2259 (brez lokalitete za vrsto *A. brckoensis*) (Pregl. 3). Položaj 89 % lokalitet je določen najmanj na 3 km natančno (označene so s kodami 1 do 6). Če prištejemo lokalitete, določene na 6 km natančno (koda 7), dobimo 97 % geokodiranih lokalitet na širšem raziskovanem območju.



Slika 11: Število lokalitet v posameznem razredu glede na natančnost določene lege na Dinarskem območju (svetlo modro) in širšem raziskovanem območju (temno modro). Razredi natančnosti so razloženi v Pogl. 2.2.2, Pregl. 1.

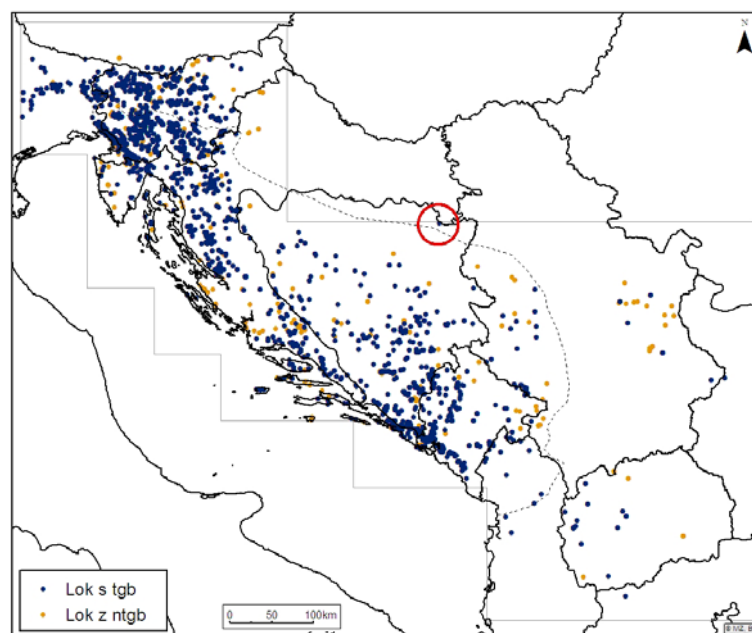
Figure 11: Number of localities in classes of positional accuracy in Dinaric area (light blue) and wider research area (dark blue). Classes of accuracy are described in Ch. 2.2.2, Tab. 1.

Preglednica 3: Število geokodiranih lokalitet na Dinarskem območju ter širšem raziskovanem območju. Oznake pomenijo: DIN – Dinarsko območje, RAZ – širše raziskovano območje, vsi – upoštevane so vse lokalitete, do 6 km – upoštevane so le vrste z lokalitetami, določenimi najmanj na 6 km natančno, do 3 km – upoštevane so le vrste z lokalitetami, določenimi najmanj na 3 km natančno, SKUP-tgb – število lokalitet vseh troglobiotskih hroščev, SKUP-vse – število podzemnih lokalitet vseh hroščev.

Table 3: Number of localities with geographic coordinates in Dinaric area and in the wider research area. Abbreviations: DIN – Dinaric area, RAZ – wider research area, vsi – all localities, do 6 km – only localities with at least 6 km positional accuracy are considered, do 3 km – only localities with at least 3 km positional accuracy are considered, SKUP-tgb – number of all localities with troglobiotic beetles, SKUP-vse – number of subterranean localities with beetles.

| Lokacije | Carabidae | Cholevidae | Pselaphidae | SKUP-tgb | SKUP-vse |
|--------------|-----------|------------|-------------|----------|----------|
| DIN, vsi | 808 | 1091 | 64 | 1496 | 1747 |
| DIN, do 6 km | 786 | 1057 | 63 | 1452 | 1703 |
| DIN, do 3 km | 729 | 976 | 60 | 1333 | 1568 |
| RAZ, vsi | 1122 | 1352 | 72 | 1922 | 2258 |
| RAZ, do 6 km | 1094 | 1310 | 71 | 1865 | 2201 |
| RAZ, do 3 km | 1014 | 1202 | 68 | 1701 | 2012 |

Razporeditev podzemnih lokalitet s hrošči na širšem raziskovanem območju je prikazana na Sl. 12.



Slika 12: Razporeditev podzemnih lokalitet s hrošči na širšem raziskovanem območju. Prikazane so lokalitete, določene najmanj na 6 km natančno, pikčasta črta omejuje Dinarsko območje (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003). Oznake: Lok s tgb – podzemna lokaliteta, kjer so bili najdeni troglobiotski hrošči, Lok z ntgb – podzemna lokaliteta, kjer so bili najdeni le netroglobiotski hrošči. Z rdečo je označena lokaliteta, ki je nismo upoštevali.

Figure 12: Distribution of subterranean localities with beetles in wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy are considered, dotted line delimits the border of Dinaric area (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003). Abbreviations: Lok s tgb – subterranean localities, where troglobiotic beetles were found, Lok z ntgb – subterranean localities, where non-troglobiotic beetles were found. Locality, which was not included in the spatial analyses, is marked with the red circle.

3.2 VZORCI BIODIVERZITETE

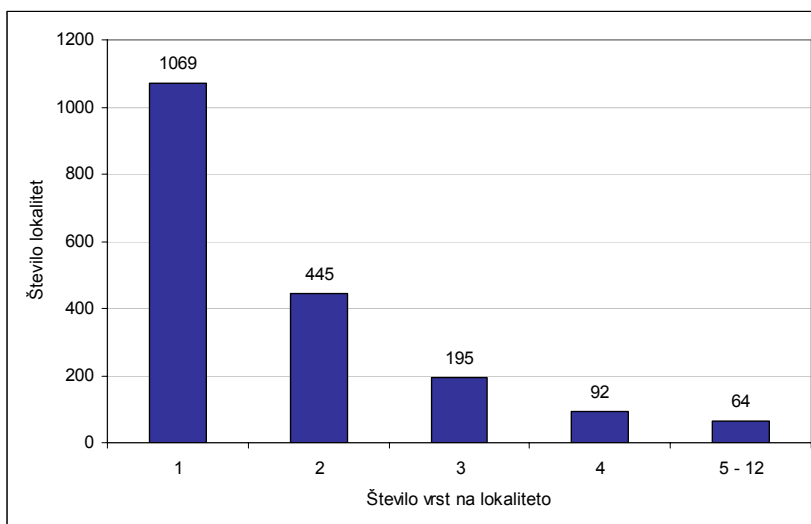
3.2.1 Vzorci razporeditve števila vrst

3.2.1.1 Število vrst na lokaliteto

Za izračun števila vrst na lokaliteto smo uporabili drugi nabor podatkov, v katerem so lokalitete določene najmanj 6 km natančno. Med 1865 lokalitetami jih je le 64 s po pet ali več znanimi vrstami troglobiotskih hroščev (Sl. 13). Z več kot polovice lokalitet (57,3 %) imamo podatek le za po eno troglobiotsko vrsto.

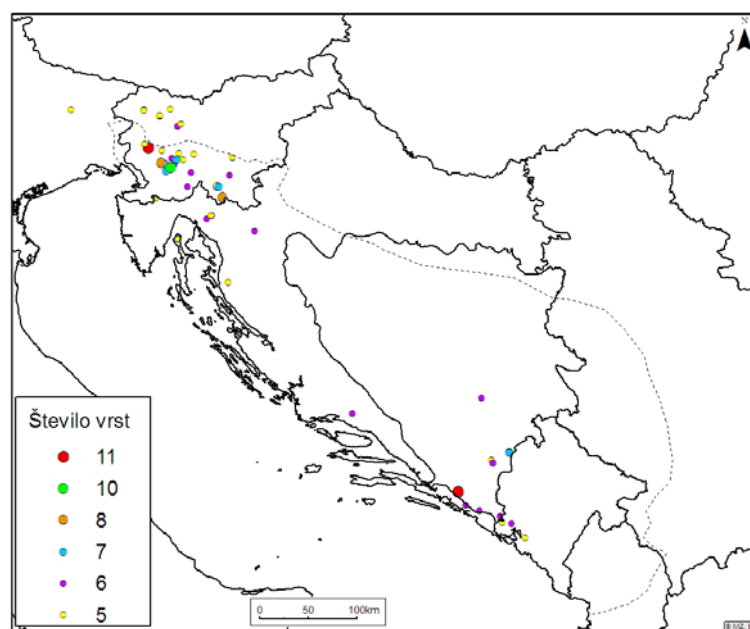
Vrstno najbogatejša je jama Treskavice planine v BIH, z 12 vrstami, vendar gre v tem primeru zaradi navedb v različnih literaturnih virih lahko za več neimenovanih jam planine. Zato smo v Pregl. 4 uvrstili le natančno poimenovane jame. Od nedvoumnihih lokalitet sta najbogatejši s favno troglobiotskih hroščev jami Lednica pri Dolu v Sloveniji

in Vjetrenica v Bosni in Hercegovini, le vrsta manj pa je bila najdena v Postojnsko-planinskem jamskem sistemu. Jame, kjer je bilo najdenih najmanj pet troglobiontov, so zgoščene v severozahodnem in jugovzhodnem delu Dinarskega območja z Alpami, nekaj pa jih je tudi v osrednjih Dinaridih (Sl. 14).



Slika 13: Razporeditev števila podzemnih lokalitet na širšem raziskovanem območju glede na znano število troglobiotskih vrst hroščev v njih.

Figure 13: Number of localities of the wider research area, according to the number of troglotic beetle species that were found in them.



Slika 14: Jame, iz katerih je znanih pet ali več vrst troglobiotskih hroščev. Pikčasta črta omejuje Dinarsko območje (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003).

Figure 14: Caves, where at least five species of troglotic beetles were recorded. Dotted line delimits the border of Dinaric area (Oppitz in Mardešić, 1961; Gams, 2003).

Preglednica 4: Seznam jam, od koder je poznanih pet ali več troglobiotskih hroščev. Oznake: V – število vrst,
* – oznaka jam, ki so del Postojnsko-planinskega jamskega sistema.

Table 4: List of the caves with at least five troglotibiotic beetle species. Abbreviations: V – number of species,
* – mark of the caves, which are part of the Postojna-Planina cave system.

| Št. | Jama | V | Št. | Jama | V |
|-----|--|----|-----|---|---|
| 1 | Ledenica pri Dolu, Dol-Otlica, SLO | 11 | 29 | Torina vuči jama, Gacko, BIH | 6 |
| 2 | Vjetrenica, Zavala, BIH | 11 | 30 | Vilina pečina, Crkvice, ČRG | 6 |
| 3 | Postojnsko-planinski jamski sistem, Postojna, SLO | 10 | 31 | Vranjača, Kotlenice, HRV | 6 |
| 4 | Lukova jama pri Zdihovem, Kočevje, SLO | 8 | 32 | Vrelo špilja, Fužine pri Delnicah, HRV | 6 |
| 5 | Volčja jama, Bukovje, SLO | 8 | 33 | Častitljiva luknja, Radovljica, HRV | 5 |
| 6 | Žegnana jama, Orehek, SLO | 7 | 34 | Boljanovica jama, Kotor, ČRG | 5 |
| 7 | Đatlo pečina, Lebršnik, BIH | 7 | 35 | Brezno ob novi cesti na SV vznožju Črnega vrha, Radovljica, SLO | 5 |
| 8 | Eleonorina jama, Kočevje, SLO | 7 | 36 | Ciganska jama pri Predgrizah, Idrija, SLO | 5 |
| 9 | Jama Treh bratov, Kočevje, SLO | 7 | 37 | Grotta della Foos, Pordenone, ITA | 5 |
| 10 | Mačkovića, Laze, SLO | 7 | 38 | Jama severno od ledenika, Kočevje, SLO | 5 |
| 11 | Predjamski sistem, Postojna, SLO | 7 | 39 | Jama v Bihki, Radovljica, SLO | 5 |
| 12 | Vilina pečina, Lebršnik, BIH | 7 | 40 | Jama za križem, Bohinjska Bistrica, SLO | 5 |
| 13 | Blatna jama pri Zgornji Lenčajevi cesti, Snežnik, SLO | 6 | 41 | Koševka, Verd, SLO | 5 |
| 14 | Bukova rupa na JZ pobočju Gubara, Trebinje, BIH | 6 | 42 | Čampari pečina, Cres, HRV | 5 |
| 15 | Gluha Smokva pečina, Trebinje, BIH | 6 | 43 | Črna jama, Postojna, SLO* | 5 |
| 16 | Grabovica pečina, Grebci, BIH | 6 | 44 | Novačka pečina, Buzet, HRV | 5 |
| 17 | Jama pri Mali ledeni jami, Lokve, SLO | 6 | 45 | Štinetova jama, Škofja Loka, SLO | 5 |
| 18 | Kevderca na Lubniku, Škofja Loka, SLO | 6 | 46 | Pečina kod lokvarskog igrališta, Lokve pri Delnicah, HRV | 5 |
| 19 | Klokočevica pri Babinem Dolu, Bjelašnica pri Sarajevu, BIH | 6 | 47 | Pečina u Kučericama, Orjen, ČRG | 5 |
| 20 | Križna jama, Lož, SLO | 6 | 48 | Postojnska jama, Postojna, SLO* | 5 |
| 21 | Ledena jama pri Kunču, Novo mesto, SLO | 6 | 49 | Slovačka jama, Velebit, HRV | 5 |
| 22 | Ledenica kod Lokva, Delnice, HRV | 6 | 50 | Sniježnica u Tišovom kršu, Bjelašnica pri Gackem, BIH | 5 |
| 23 | Logarček, Laze, SLO | 6 | 51 | Ulenca jama, Cerknica, SLO | 5 |
| 24 | Lokvarska pečina, Lokve pri Delnicah, HRV | 6 | 52 | Velika jama nad Trebnjem, Trebnje, SLO | 5 |
| 25 | Mesarjevo brezno, Postojna, SLO | 6 | 53 | Velika ledena jama v Paradani, Lokve, SLO | 5 |
| 26 | Pečina u Mekoti, Oštarije, HRV | 6 | 54 | Velika Pasica, Iška vas, SLO | 5 |
| 27 | Planinska jama, Planina, SLO* | 6 | 55 | Zlatica, Radovljica, SLO | 5 |
| 28 | Siljevi Kom pečina, Gacko, BIH | 6 | | | |

3.2.1.2 Spreminjanje vzorca biodiverzitete pri različno velikih kvadratih mreže

Najprej predstavljamo rezultate izračunov za širše raziskovano območje, zatem pa sledijo rezultati le za Dinarsko območje.

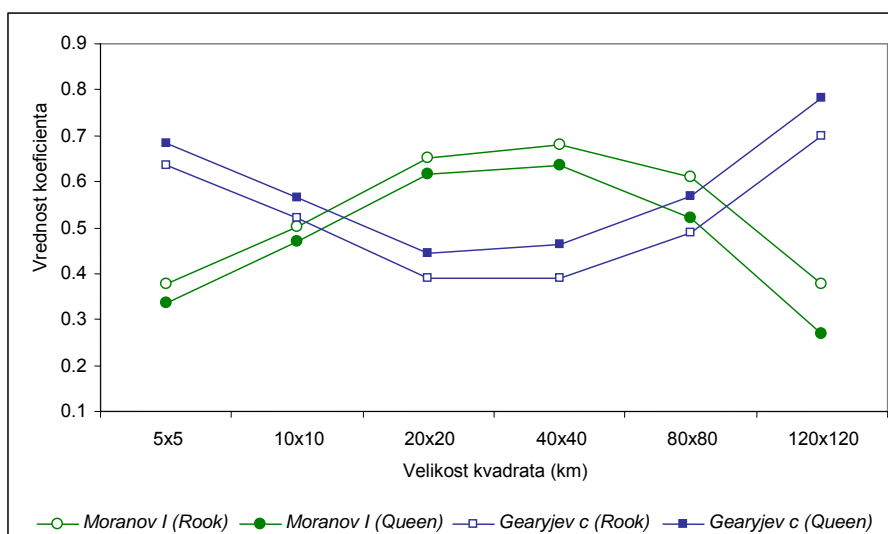
S statistiko črno-belih stikov smo ugotovili, da je bila pogostost raznorodnih stikov pri vseh velikostih mreže na širšem raziskovanem območju manjša od pričakovane (Pregl. 5). To pomeni, da razporeditev kvadratov z vrstami v prostoru ni naključna (Fortin in Dale, 2005). Razlika med pričakovano in opaženo frekvenco raznorodnih stikov je bila največja pri mreži 40x40 km, sledila ji je razlika pri mreži 20x20 km. Pri kvadratih 120x120 km je bila pogostost raznorodnih stikov manjša od pričakovane, vendar ta razlika ni bila statistično značilna (Pregl. 5). Čeprav je bilo pričakovano absolutno število raznorodnih stikov pri upoštevanju štirih ali osmih sosedov različno, sta bila izračuna pričakovane vrednosti pogostosti glede na število vseh stikov za oba primera enaka (Pregl. 5).

Preglednica 5: Pogostost raznorodnih stikov pri različnih mrežah na širšem raziskovanem območju. Izračuni opaženih vrednosti so bili narejeni ob upoštevanju 4 stranskih sosedov (»Rook«) in ob upoštevanju vseh 8 sosedov (»Queen«) okoli kvadratov. Pričakovana frekvenca je v obeh primerih enaka, zato je podana enkrat. Vse vrednosti raznorodnih stikov so bile statistično značilne ($p < 0,01$), razen za mrežo 120x120 km.

Table 5: Frequency of black-white joins at different grid sizes of the wider research area. Observed values were calculated for the cases, when 4 side neighbours (»Rook«) were considered, and when all 8 neighbours (»Queen«) of the quadrates were considered. Expected frequency was the same for both cases, so it is given only once. All values were statistically significant ($p < 0,01$), with exception of 120x120 km grid.

| Mreža (km) | Opažena (»Rook«) | Opažena (»Queen«) | Pričakovana |
|------------|------------------|-------------------|-------------|
| 120x120 | 0,184 | 0,188 | 0,271 |
| 80x80 | 0,226 | 0,218 | 0,401 |
| 40x40 | 0,213 | 0,254 | 0,502 |
| 20x20 | 0,194 | 0,211 | 0,415 |
| 10x10 | 0,141 | 0,149 | 0,253 |
| 5x5 | 0,076 | 0,079 | 0,112 |

Odvisnost avtokorelacije razporeditve števila vrst od velikosti mreže in vrste stikov je prikazana na Sl. 15. Pri najmanjših kvadratih je bila pozitivna prostorska avtokorelacija nizka, z večanjem kvadratov je naraščala, pri največjih pa je zopet padla. Vrednost pozitivne avtokorelacije je bila najvišja pri kvadratih velikosti 40x40 km in 20x20 km (Pregl. 6).



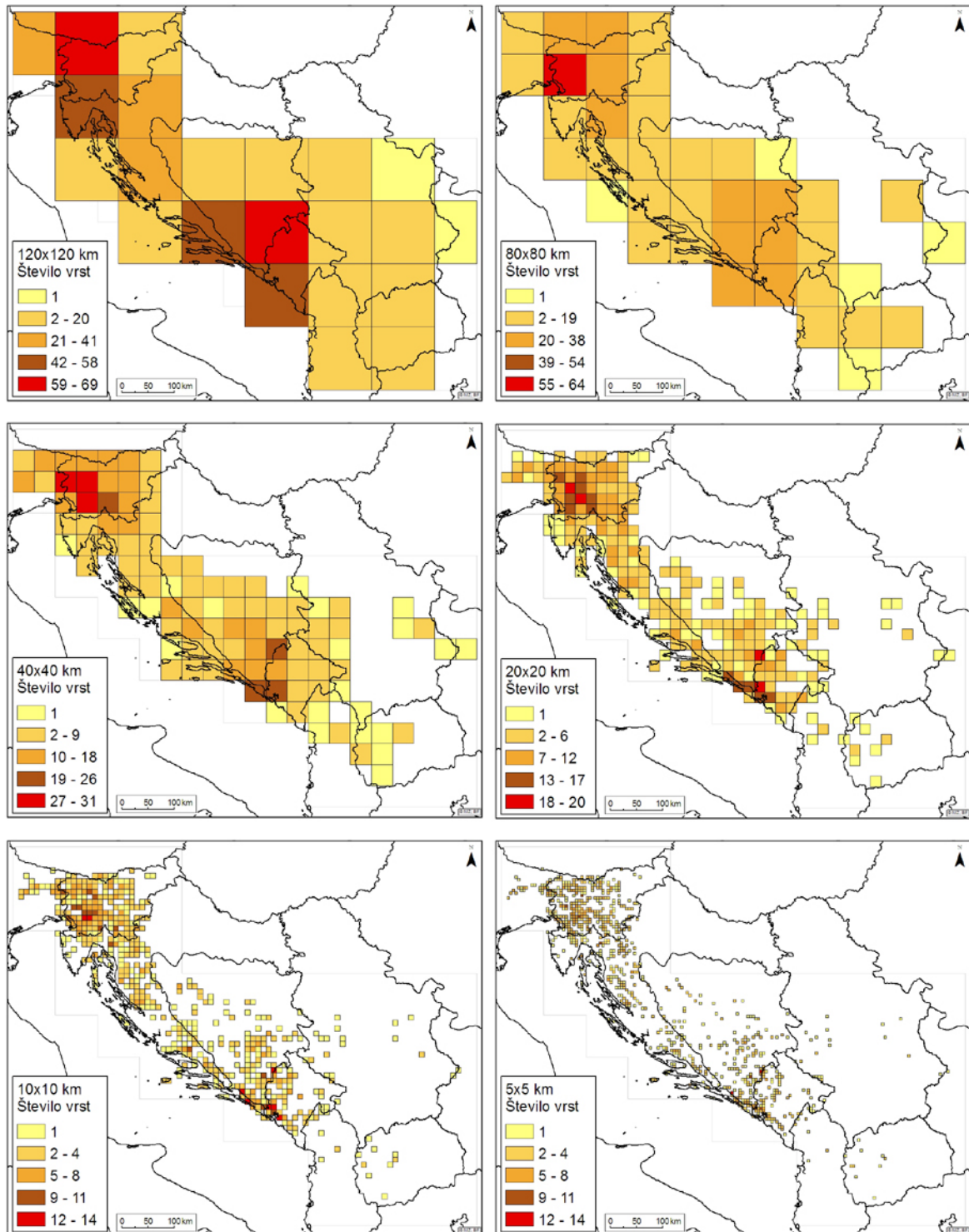
Slika 15: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran *I* in Geary *c* za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili širše raziskovano območje. »Rook« – upoštevani so bili štirje stranski sosednji kvadrati, »Queen« – upoštevanih je bilo vseh osem sosedov kvadratov.

Figure 15: Autocorrelation coefficients Moran's *I* and Geary's *c* for species' numbers per quadrat, calculated for different grid sizes which covered the wider research area. »Rook« – 4 side neighbours of the quadrates were considered, »Queen« – all 8 neighbors of the quadrat were considered.

Preglednica 6: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran *I* in Geary *c* za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili širše raziskovano območje. »Rook« – upoštevani so bili štirje stranski sosednji kvadrati, »Queen« – upoštevanih je bilo vseh osem sosedov kvadratov. Vse vrednosti so statistično značilne.

Table 6: Autocorrelation coefficients Moran's *I* and Geary's *c* for species' numbers per quadrat, calculated for different grid sizes which covered the wider research area. »Rook« – 4 side neighbours of the quadrat were considered, »Queen« – all 8 neighbors of the quadrat were considered. All values were statistically significant.

| Mreža (km) | Moran <i>I</i> | | Geary <i>c</i> | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | »Rook« | »Queen« | »Rook« | »Queen« |
| 120x120 | 0,376 (<i>p</i> =0,006) | 0,269 (<i>p</i> =0,017) | 0,700 (<i>p</i> =0,021) | 0,782 (<i>p</i> =0,055) |
| 80x80 | 0,610 (<i>p</i> =0,001) | 0,521 (<i>p</i> =0,001) | 0,488 (<i>p</i> =0,001) | 0,567 (<i>p</i> =0,001) |
| 40x40 | 0,679 (<i>p</i> =0,001) | 0,634 (<i>p</i> =0,001) | 0,391 (<i>p</i> =0,001) | 0,464 (<i>p</i> =0,001) |
| 20x20 | 0,652 (<i>p</i> =0,001) | 0,617 (<i>p</i> =0,001) | 0,389 (<i>p</i> =0,001) | 0,444 (<i>p</i> =0,001) |
| 10x10 | 0,501 (<i>p</i> =0,001) | 0,469 (<i>p</i> =0,001) | 0,521 (<i>p</i> =0,001) | 0,564 (<i>p</i> =0,001) |
| 5x5 | 0,376 (<i>p</i> =0,001) | 0,335 (<i>p</i> =0,001) | 0,635 (<i>p</i> =0,001) | 0,682 (<i>p</i> =0,001) |



Slika 16: Vzorci razporeditve števila vrst troglobiotskih hroščev pri različno velikih mrežah na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 3 km natančnostjo.

Figure 16: Patterns of species richness of troglomorphic beetles for different grid sizes which covered the wider research area. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered.

S spreminjanjem velikosti mreže, s katero smo prekrili raziskovano območje, se vzorec biodiverzitete spreminja (Sl. 16). Pri največji mreži sta dva centra, kjer so kvadrati z največjim številom vrst – na severozahodu in na jugovzhodu. Pri mreži 80x80 km pa po vrstnem bogastvu tako izstopa le še en kvadrat na severozahodu. Medtem ko je pri največjih celicah najbogatejši kvadrat na severozahodu na delu severne Slovenije in Avstrije, pa je pri 80x80 km vrstno najbogatejši kvadrat postavljen južneje v zahodno Slovenijo. Pri manjših mrežah pa zopet lahko prepoznamo dve večji območji, kjer so vrstno bogati kvadrati. Pri nobeni velikosti mrež pa ni vrstno bogatih kvadratov na območjih zunaj Dinaridov in Alp, to je v vzhodni Srbiji in na skrajnem jugovzhodnem delu v Makedoniji.

Položaji vrstno najbogatejših kvadratov v mrežah različnih velikosti na širšem raziskovanem območju se ne prekrivajo vedno (Sl. 16). V nekaterih primerih z večanjem kvadratov mreže vrstna pestrost upada, v drugih pa narašča. Tako so bili npr. nekateri kvadrati 10x10 km glede števila vrst uvrščeni v prvi ali drugi razred, iz njih združen kvadrat v mreži 20x20 km pa se je uvrstil v vrstno revnejši razred. Podobno se je zgodilo z vrstno najbogatejšimi kvadrati 40x40 km, ki so se združeni v mreži 80x80 km uvrstili v drugi ali tretji razred. Obratno pri mreži 10x10 km v skrajni jugovzhodni Bosni in Hercegovini noben kvadrat posebej ni izstopal po številu vrst, v mreži 20x20 km pa se je pokazal vrstno bogat kvadrat (Sl. 12). V tem primeru so bile v sosednjih kvadratih 10x10 km različne vrste, tako da je bil skupni seštevek vrst v večjem kvadratu večji.

Trend pri spreminjanju pogostosti raznorodnih stikov pri različnih velikostih mreže, izračunan za Dinarsko območje (Pregl. 7), je bil enak kot pri širšem raziskovanem območju (Pregl. 5). Za mrežo 80x80 km statistike nismo izračunali, saj so imeli vsi kvadrati v mreži, s katero smo prekrili Dinarsko območje, prisotno vsaj eno troglobiotsko vrsto in raznorodnih stikov ni bilo. Pogostost opaženih raznorodnih stikov je bila pri vseh velikostih mreže manjša od pričakovanih (Pregl. 7). Razlika med pričakovano in opaženo frekvenco raznorodnih stikov je bila največja pri mreži 20x20 km.

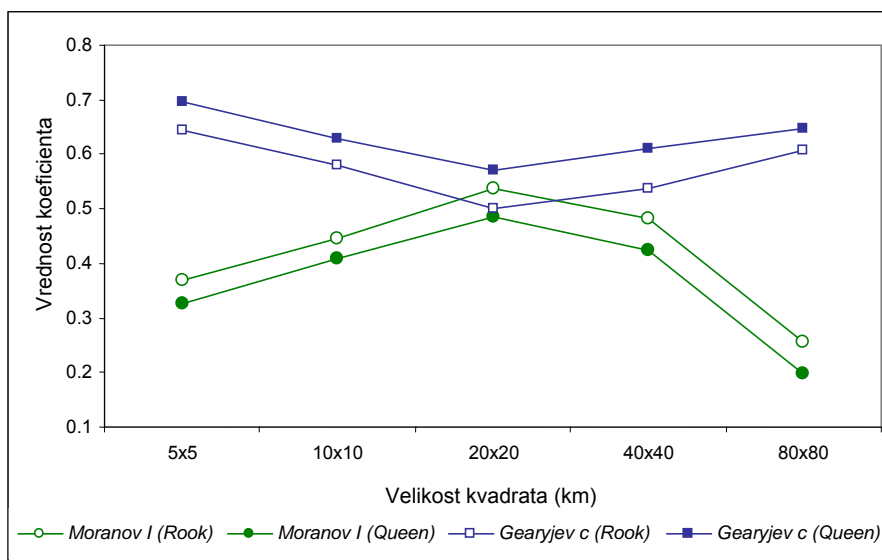
Preglednica 7: Pogostost raznorodnih stikov pri različnih mrežah na Dinarskem območju. Izračuni opaženih vrednosti so bili narejeni ob upoštevanju 4 stranskih sosedov (»Rook«) in ob upoštevanju vseh 8 sosedov (»Queen«) okoli kvadratov. Pričakovana frekvenca je v obeh primerih enaka, zato je podana enkrat. Vse vrednosti raznorodnih stikov so bile statistično značilne ($p < 0,01$).

Table 7: Frequency of black-white joins at different grid sizes of the wider research area. Observed values were calculated for the cases, when 4 side neighbours (»Rook«) were considered, and when all 8 neighbors (»Queen«) of the quadrats were considered. Expected frequency was the same for both cases, so it given only once. All values were statistically significant ($p < 0,01$).

| Mreža (km) | Opažena (»Rook«) | Opažena (»Queen«) | Pričakovana |
|------------|------------------|-------------------|-------------|
| 40x40 | 0,187 | 0,217 | 0,388 |
| 20x20 | 0,279 | 0,499 | 0,499 |
| 10x10 | 0,233 | 0,360 | 0,360 |
| 5x5 | 0,121 | 0,170 | 0,170 |

Višina avtokorelacije med kvadrati glede na število vrst se je pri upoštevanju Dinarskega območja pri različnih mrežah spreminjala podobno, kot smo to ugotovili za širše

raziskovano območje (Pregl. 8). Tudi v tem primeru je bila avtokorelacija manjša, če smo upoštevali osem sosedov, kot če smo upoštevali le štiri stranske sosede kvadratov. Vendar je bila pozitivna avtokorelacija najvišja pri mreži 20x20 km, sledila ji pri mreži 40x40 km (Sl. 17).



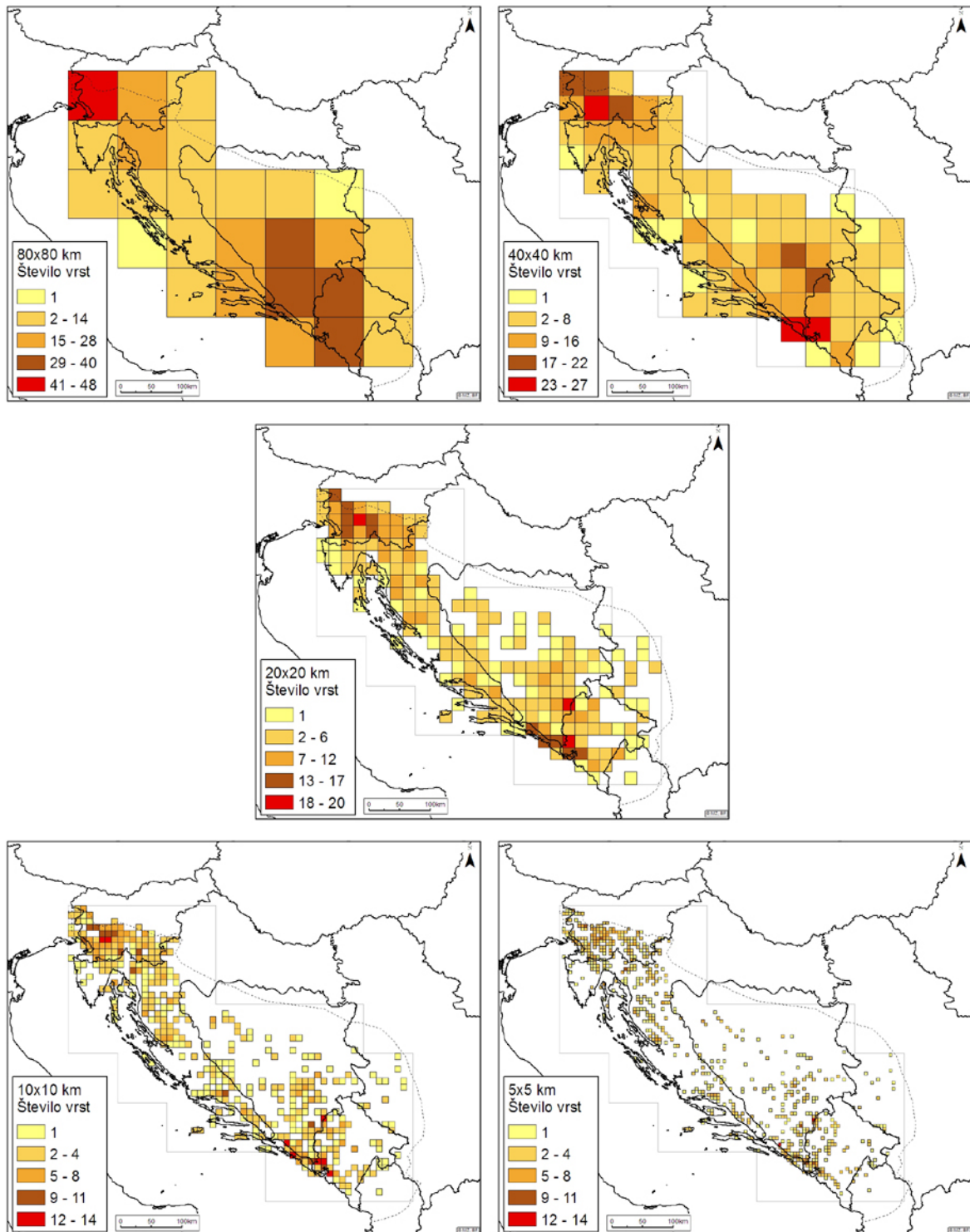
Slika 17: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran *I* in Geary *c* za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje. »Rook« – upoštevani so bili štiri stranski sosednji kvadrati, »Queen« – upoštevanih je bilo vseh osem sosedov kvadratov.

Figure 17: Autocorrelation coefficients Moran's *I* and Geary's *c* for species' numbers per quadrat, calculated for different grid sizes which covered Dinarcic area. »Rook« – 4 side neighbours of the quadrates were considered, »Queen« – all 8 neighbors of the quadrat were considered.

Preglednica 8: Vrednosti koeficientov avtokorelacije Moran *I* in Geary *c* za razporeditev števila vrst, izračunane pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje. »Rook« – upoštevani so bili štiri stranski sosednji kvadrati, »Queen« – upoštevanih je vseh osem sosedov kvadratov. Vse vrednosti so statistično značilne.

Table 8: Autocorrelation coefficients Moran's *I* and Geary's *c* for species' numbers per quadrat, calculated for different grid sizes which covered. »Rook« – 4 side neighbours of the quadrat were considered, »Queen« – all 8 neighbors of the quadrat were considered. All values were statistically significant.

| Mreža (km) | Moran <i>I</i> | | Geary <i>c</i> | |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | »Rook« | »Queen« | »Rook« | »Queen« |
| 80x80 | 0,256 (<i>p</i> =0,013) | 0,198 (<i>p</i> =0,012) | 0,606 (<i>p</i> =0,005) | 0,647 (<i>p</i> =0,007) |
| 40x40 | 0,483 (<i>p</i> =0,001) | 0,423 (<i>p</i> =0,001) | 0,537 (<i>p</i> =0,001) | 0,610 (<i>p</i> =0,001) |
| 20x20 | 0,538 (<i>p</i> =0,001) | 0,486 (<i>p</i> =0,001) | 0,501 (<i>p</i> =0,001) | 0,572 (<i>p</i> =0,001) |
| 10x10 | 0,446 (<i>p</i> =0,001) | 0,410 (<i>p</i> =0,001) | 0,580 (<i>p</i> =0,001) | 0,628 (<i>p</i> =0,001) |
| 5x5 | 0,370 (<i>p</i> =0,001) | 0,325 (<i>p</i> =0,001) | 0,645 (<i>p</i> =0,001) | 0,697 (<i>p</i> =0,001) |



Slika 18: Vzorci razporeditve števila vrst troglobiotskih hroščev pri različno velikih mrežah na Dinarskem območju. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer so lokalitete določene najmanj na 3 km natančno.

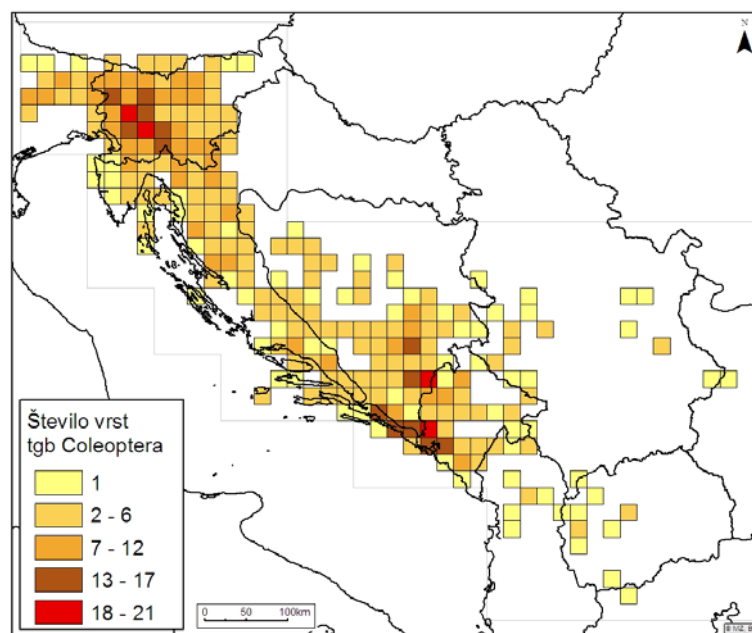
Figure 18: Patterns of species richness of troglobiotic beetles for different grid sizes which covered the Dinaric area. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered.

Razporejanje števila vrst pri različno velikih mrežah, če upoštevamo le troglobiotske vrste Dinarskega območja, je prikazano na Sl. 18. Razlike v razporeditvi vrst, če upoštevamo le Dinarsko ali pa širše raziskovano območje, so največje pri mreži 80x80 km. V tem primeru sta se števili vrst v najbogatejših kvadratih razlikovali, kar je vplivalo na nadaljnjo razporeditev kvadratov v razrede. Pri širšem raziskovanem območju je bilo število vrst v najbogatejšem kvadratu 80x80 km tako veliko, da se noben naslednji kvadrat ni uvrstil v drugi razred, medtem ko so se na Dinarskem območju kvadrati razporedili tudi v drugi razred. Razlike v razporeditvi števila vrst pri obeh raziskovanih območjih, so tudi pri mreži 40x40 km, saj so vrstno najbogatejši različni kvadrati. Pri mreži 20x20 km pa se vrstno najbogatejši kvadrati prekrivajo tako pri upoštevanju Dinarskega kot pri upoštevanju širšega raziskovanega območja.

Pri vseh velikostih mrež lahko prepoznamo večji območji z vrstno najbogatejšimi kvadrati: na severozahodu ter jugovzhodu Dinaridov. Kot pomoč pri odločitvi, kateri kvadrat bi bil najpomembnejši za analize biodiverzitete, predlagata Fortin in Dale (2005) kot kriterij vrednost avtokorelacije. Mreža, kjer je največja pozitivna avtokorelacija, je predvidoma najprimernejša za analize (Fortin in Dale, 2005). Ugotovili smo, da je bila na Dinarskem območju, ki je bilo osrednje območje naših raziskav, avtokorelacija največja pri velikosti kvadrata 20x20 km. Pri tej velikosti mreže je bila avtokorelacija zelo visoka tudi pri upoštevanju širšega raziskovanega območja, zato smo jo izbrali kot najprimernejšo za analize.

3.2.1.3 Vzorec biodiverzitete pri izbrani velikosti mreže

Pri velikosti mreže 20x20 km smo kartirali drugi nabor podatkov, kjer so vključene tudi lokalitete, določene na 6 km natančno (Sl. 19). Na širšem raziskovanem območju prepoznamo dve območji, kjer je veliko vrstno bogastvo troglobiotskih hroščev. Dva najbogatejša kvadrata sta na severozahodu, v Sloveniji, eden v širši okolici Postojne, drugi pa v severnem delu Dinaridov, kjer je prehod v alpski kras. Tudi v kvadratih okoli teh dveh je vrstno bogastvo veliko, saj so okoliški kvadrati večinoma uvrščeni v drugi razred. Drugo območje velike raznolikosti troglobiotskih hroščev je na jugovzhodnem delu Dinaridov. Tudi tu sta dva kvadrata v prvem razredu po bogastvu vrst, a je v njuni neposredni sosesčini za razliko od severozahodnega dela manj bogatih kvadratov.

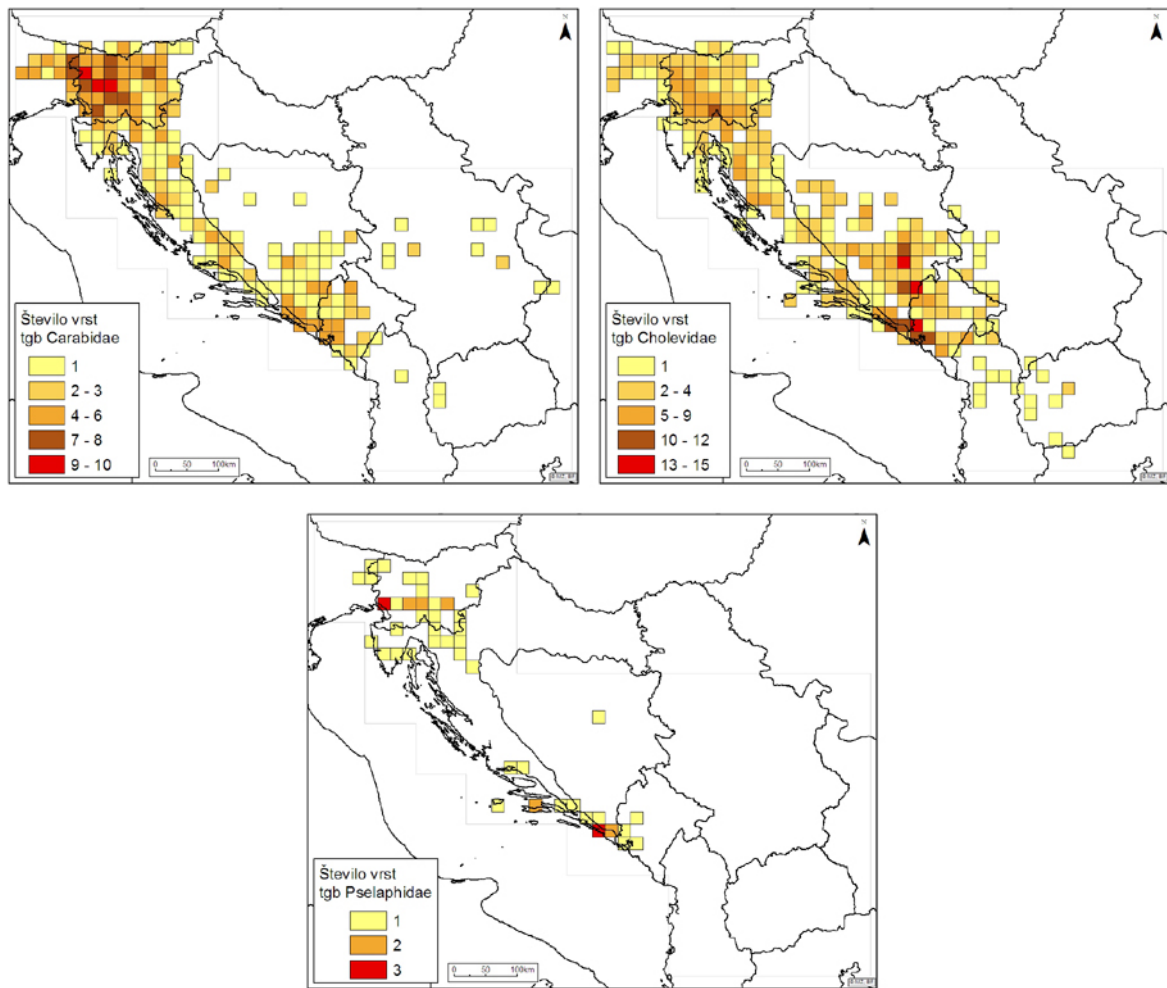


Slika 19: Razporeditev števila vseh obravnavanih troglobiotskih vrst hroščev na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 6 km natančnostjo.

Figure 19: Distribution of species richness of troglomorphic beetles in wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.

Vzorca biodiverzitete troglobiotskih vrst za mrežo 20x20 km, ki smo ju ugotovili pri uporabi prvega in drugega nabora podatkov (glej Pogl. 2.2.3), se bistveno ne razlikujeta. Vrstno bogati kvadrati pri prvem, manjšem naboru podatkov (glej Sl. 16), so se ohranila tudi, ko smo upoštevali drugi, večji nabor podatkov (Sl. 19). Z drugim naborom podatkom smo ugotovili dodatne vrstno bogate kvadrate v vzhodni in jugovzhodni Bosni in Hercegovini.

Vzorec razporeditve troglobiotskih vrst hroščev se med družinami razlikuje (Sl. 20). Troglobiotske vrste družine Pselaphidae so maloštevilne in razporejene v malo kvadratih v severozahodnem in jugovzhodnem delu Dinaridov. Troglobiotski Cholevidae so vrstno najbogatejši na jugovzhodu Dinaridov, to je v predelu med jugovzhodno Bosno in Hercegovino, Črno Goro in skrajnim jugovzhodnim delom Hrvaške. Družina je vrstno bogatejša le še v kvadratu na območju Snežnika, sicer pa drugi kvadrati po številu vrst ne izstopajo. Drugačna razporeditev vrstno najbogatejših kvadratov je značilna za troglobiotske hrošče iz družine Carabidae, saj so najbogatejši kvadrati le na severozahodnem delu v Sloveniji. Na jugovzhodu noben kvadrat ne izstopa po vrstni pestrosti karabidov.



Slika 20: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju, prikazano ločeno za tri obravnavane družine: Carabidae, Cholevidae in Pselaphidae. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 6 km natančnostjo. Okrajšava: tgb – troglobiotski.
Figure 20: Distribution of species richness of troglotic beetle species in the wider research area, shown separately for all families considered: Carabidae, Cholevidae and Pselaphidae. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered. Abbreviation: tgb – troglotic.

Spearmanovi korelacijski koeficienti med številu troglobiotskih vrst različnih družin na kvadrat 20x20 km niso veliki, a so statistično značilni (Pregl. 9). Družina Pselaphidae je najslabše korelirana z ostalima družinama, o njej imamo tudi najmanj podatkov.

Preglednica 9: Spearmanovi korelacijski koeficienti, izračunani za števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km iz obravnavanih družin: Carabidae, Cholevidae in Pselaphidae. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen najmanj na 6 km natančno. Okrajšava: tgb – troglobiotski.

Table 9: Spearman's correlation coefficients for number of troglobiotic beetle species per quadrat 20x20 km between pairs of families considered: Carabidae, Cholevidae and Pselaphidae. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered. Abbreviation: tgb – troglobiotic.

| Skupine | Korelacijski koeficient |
|----------------------------------|-------------------------|
| tgb Cholevidae – tgb Carabidae | 0,445 ($p=0,000$) |
| tgb Cholevidae – tgb Pselaphidae | 0,248 ($p=0,000$) |
| tgb Carabidae – tgb Pselaphidae | 0,233 ($p=0,002$) |

3.2.2 Primerjava vzorcev biodiverzitete na različnih taksonomskih ravneh

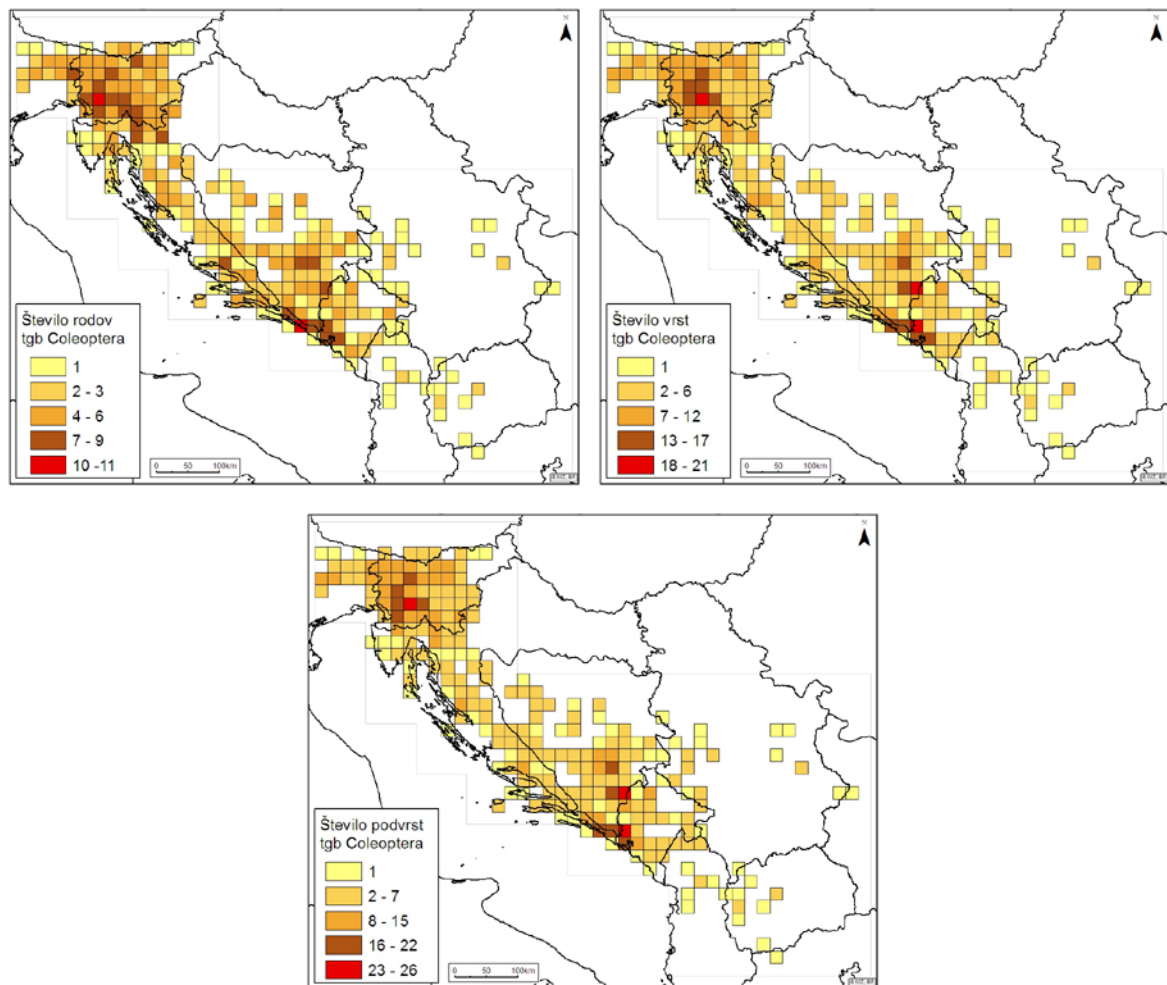
V Pregl. 10 je podano število rodov, vrst in podvrst, ki smo jih vključili v to analizo. Ker v nekaj primerih podvrsta ni bila znana ali ni bila nedvoumno navedena, smo nekaj podatkov izključili. Tako se vzorec razporeditve števila troglobiotskih vrst hroščev, za katere imamo podatek o podvrsti (Sl. 21), nekoliko razlikuje od vzorca razporeditve troglobiotskih vrst, kjer upoštevamo vse podatke (glej Sl. 19).

Preglednica 10: Število rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev, ki smo jih vključili v primerjavo biodiverzitete na različnih taksonomskih ravneh. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen najmanj na 6 km natančno.

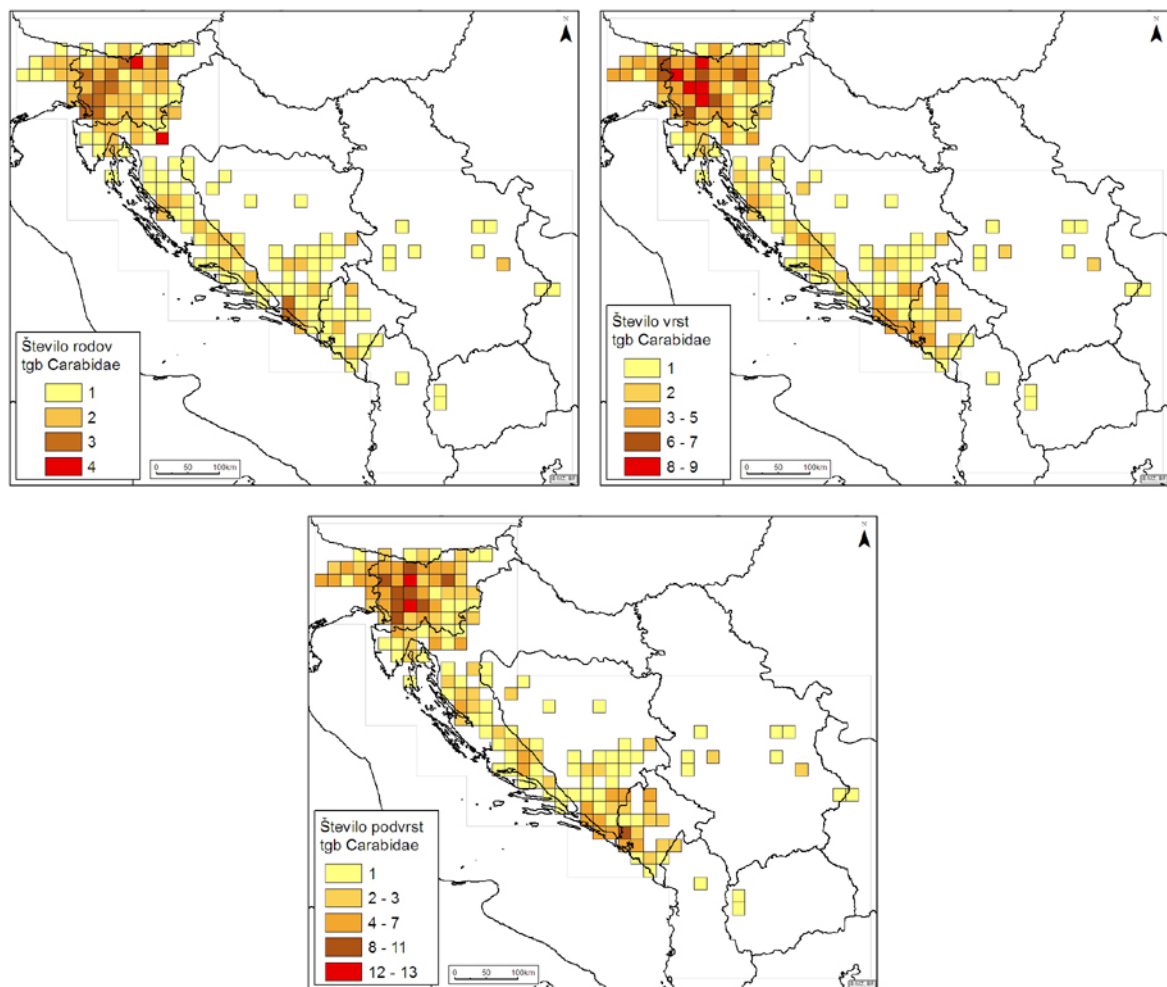
Table 10: Number of genera, species and subspecies of troglobiotic beetles, that were used for comparison of biodiversity patterns at different taxonomic levels. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.

| | Rodovi | Vrste | Podvrste |
|-------------|--------|-------|----------|
| Carabidae | 19 | 119 | 235 |
| Cholevidae | 69 | 239 | 380 |
| Pselaphidae | 10 | 26 | 28 |
| SKUPAJ | 98 | 384 | 643 |

Najbolj se razlikujeta vzorca razporeditve števila rodov in vrst (Sl. 21), enako pa velja, če primerjamo razporeditev pri vsaki družini posebej (Sl. 22–24). Kvadrati z največjim številom rodov so na severozahodnem in jugovzhodnem delu Dinarskega območja ter na območju Gorskega Kotarja in v osrednji Dalmaciji. Pri družini Carabidae najbogatejši kvadrati z rodovi ter z vrstami ne sovpadajo (Sl. 22). Pri Cholevidae rodovno najbogatejši kvadrati deloma sovpadajo z vrstno bogatimi na jugovzhodnem delu raziskovanega območja. V Sloveniji, kjer je na splošno manj vrst mrharčkov kot v jugovzhodnih Dinaridih, smo prepoznali več kvadratov, ki se po številu rodov uvrščajo v drugi razred (Sl. 23).

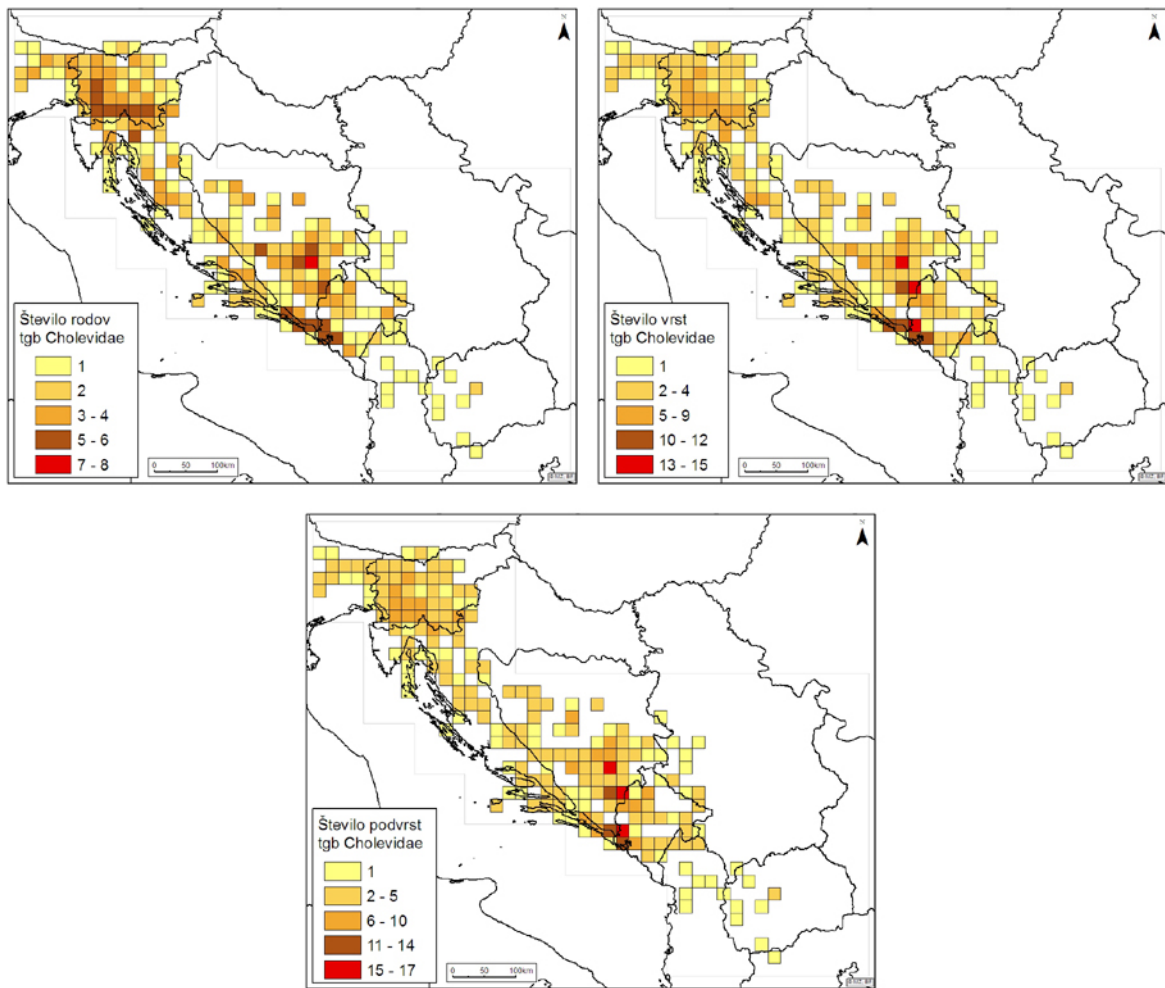


Slika 21: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen na najmanj 6 km natančno.
Figure 21: Distribution of numbers of genera, species and subspecies of troglomorphic beetles in the wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.



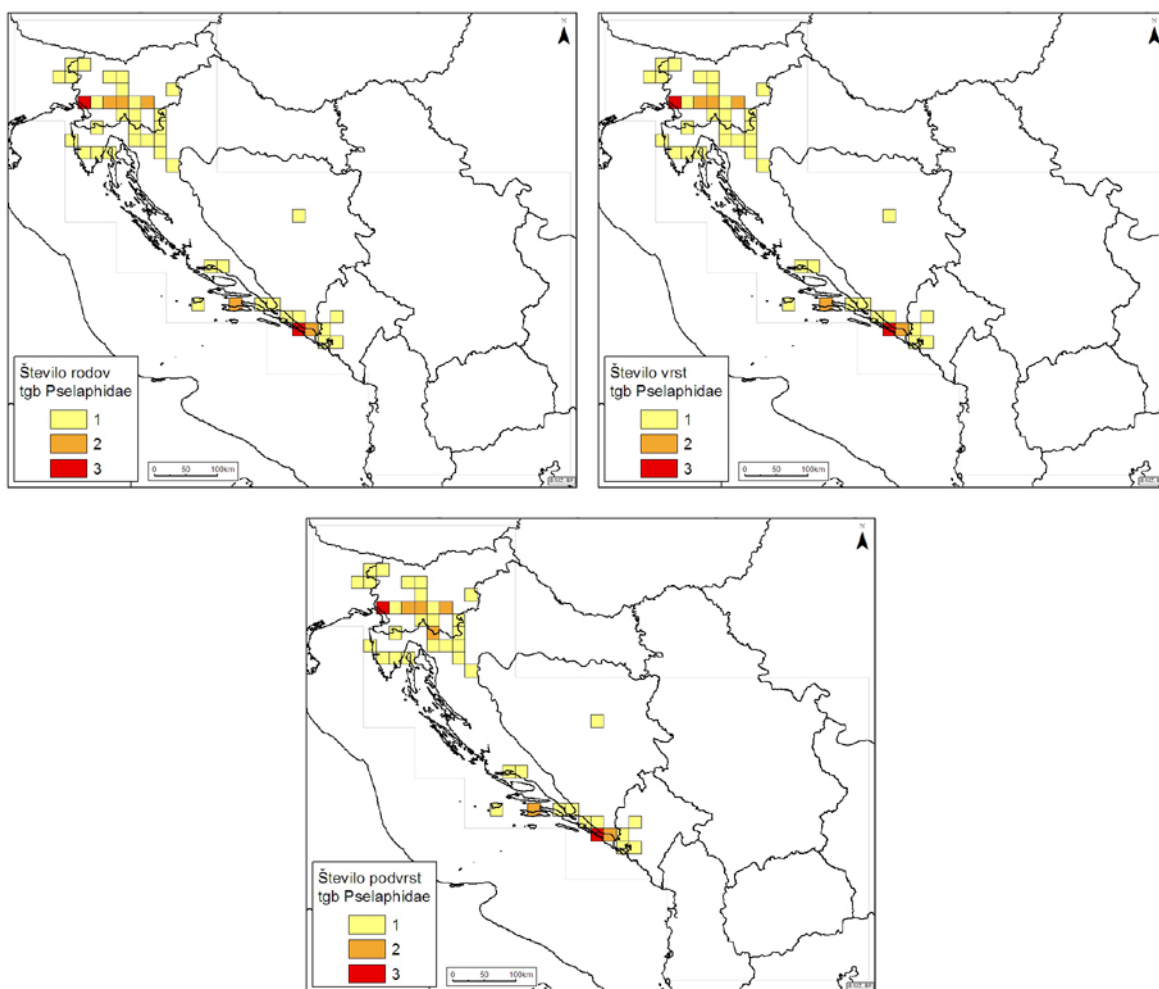
Slika 22: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev družine Carabidae na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen na najmanj 6 km natančno.

Figure 22: Distribution of numbers of genera, species and subspecies of troglotic beetles of the family Carabidae in the wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.



Slika 23: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih hroščev družine Cholevidae na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen na najmanj 6 km natančno.

Figure 23: Distribution of numbers of genera, species and subspecies of troglobiotic beetles of the family Cholevidae in the wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.



Slika 24: Razporeditev števila rodov, vrst in podvrst troglobiotskih družine Pselaphidae na širšem raziskovanem območju. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 6 km natančnostjo.

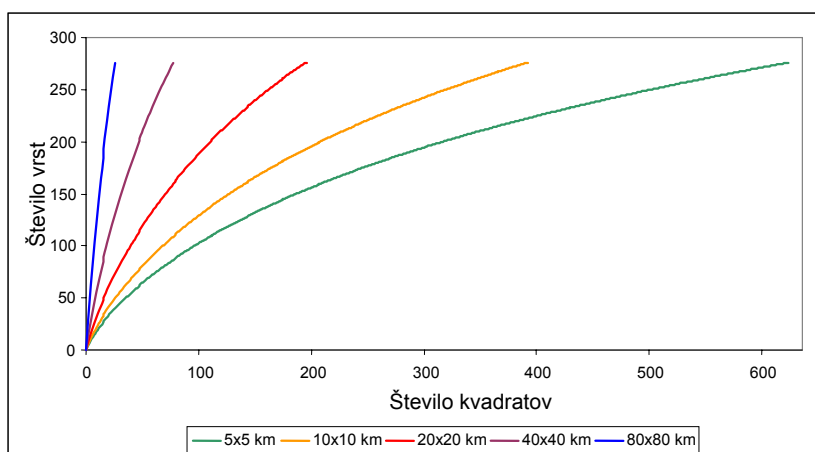
Figure 24: Distribution of numbers of genera, species and subspecies of troglobiotic beetles of the family Pselaphidae in the wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.

Vzorca biodiverzitete vrst in podvrst sta skoraj enaka, kar velja za število vrst vseh treh družin skupaj kot za števila v posameznih družinah. Če primerjamo razporeditev števila vrst in podvrst, je v nekaj primerih število podvrst znotraj kvadrata večje od števila vrst. To pomeni, da so podvrste opisane iz lokalitet, ki so zelo blizu skupaj, tako da v kvadratu 20x20 km zajamemo več podvrst iste vrste.

3.2.3 Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju

3.2.3.1 Ocene števila vrst pri različno velikih kvadratih mreže

Krivulje kopičenja vrst, ki smo jih izračunali za različno velike mreže, niso dosegle asimptote pri nobeni velikosti kvadrata (Sl. 25). Z večanjem mreže se je naklon krivulje vse bolj večal.



Slika 25: Krivulje kopičenja vrst pri različnih velikostih mreže, s katerimi smo prekrili Dinarsko območje.
Figure 25: Species accumulation curves at various grid sizes in the Dinaric area.

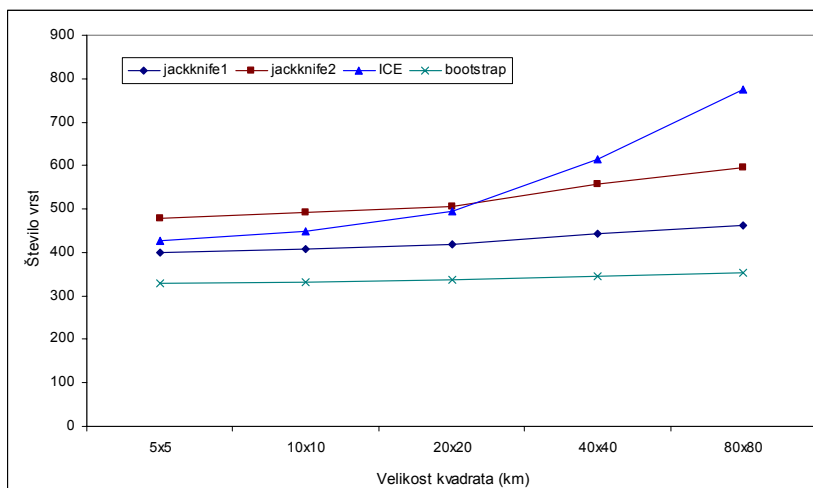
Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju se razlikujejo glede na cenilko, ki smo jo uporabili, kot tudi glede na velikost kvadratov, ki so bili osnovna enota v izračunih (Pregl. 11). Najnižje napovedi smo dobili s cenilko bootstrap, njene napovedi so se pri različnih velikostih mreže najmanj spreminjale. Cenilki jackknife 1 in jackknife 2 sta naraščali postopoma do kvadrata 20x20 km, pri večjih mrežah pa je cenilka jackknife 2 začela mnogo hitreje naraščati (Sl. 26). Najbolj se je z večanjem mreže spreminjala cenilka ICE. Cenilka Chao 2 ni stalno naraščala z večanjem mreže (Sl. 27), ampak je pri kvadratih 20x20 km ocenila nižjo vrednost kot pri kvadratih 10x10 km.

Kako se delež vrst, ki so znane iz natanko enega kvadrata, in tistih, ki so znane iz natanko dveh, spreminja z večanjem mreže, je prikazano v Pregl. 12. Število vrst iz natanko enega kvadrata je že pri majhnih kvadratih zelo veliko (predstavljajo 44,5 % vseh upoštevanih vrst). Z večanjem velikosti kvadrata ta delež naraste na 70,3 % vseh upoštevanih vrst pri kvadratih 80x80km. Število vrst iz natanko dveh kvadratov je največje pri mreži 20x20 km.

Preglednica 11: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z natančnostjo najmanj 3 km, kar je zajelo 276 vrst. V oklepaju je prikazan odstotek povečanja sedaj znanega števila vrst.

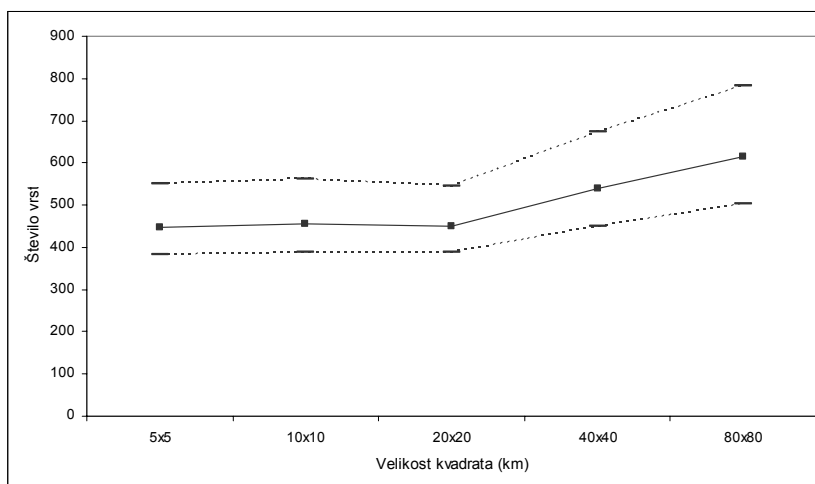
Table 11: Estimated species richness of troglobiotic beetles in Dinaric area, calculated at different grid sizes. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered, which included 276 species. Numbers in parentheses are the percentage, for which the number of species increased.

| Mreža (km) | jackknife 1 | jackknife 2 | Chao 2 | ICE | bootstrap |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 5x5 | 398,80 (44,5 %) | 478,62 (73,4 %) | 446,25 (61,5 %) | 428,2 (55,1 %) | 328,88 (19,2 %) |
| 10x10 | 406,67 (47,3 %) | 491,35 (78,0 %) | 456,71 (65,5 %) | 447,75 (62,2 %) | 332,32 (20,4 %) |
| 20x20 | 419,26 (51,9 %) | 504,68 (82,9 %) | 449,61 (62,9 %) | 494,75 (79,3 %) | 338,2 (22,5 %) |
| 40x40 | 443,79 (60,8 %) | 558,43 (102,3 %) | 538,56 (95,1 %) | 614,72 (122,7 %) | 346,48 (25,5 %) |
| 80x80 | 462,54 (67,6 %) | 595,54 (115,8 %) | 615,64 (123,1 %) | 774,92 (180,8 %) | 353,11 (27,9 %) |



Slika 26: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 3 km natančnostjo, kar je zajelo 276 vrst.

Figure 26: Estimated species richness of troglobiotic beetles in Dinaric area, calculated at different grid sizes. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered, which included 276 species.



Slika 27: Ocene pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju, izračunane pri različnih velikostih mreže s cenilko Chao2. Prikazana sta tudi zgornja in spodnja 95 % meja intervala zaupanja. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 3 km natančnostjo, kar je zajelo 276 vrst.

Figure 27: Estimated species richness of troglobiotic beetles in Dinaric area, calculated at different grid sizes, using Chao 2 estimator. Upper and lower 95 % limit of confidence interval are also presented. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered, which included 276 species.

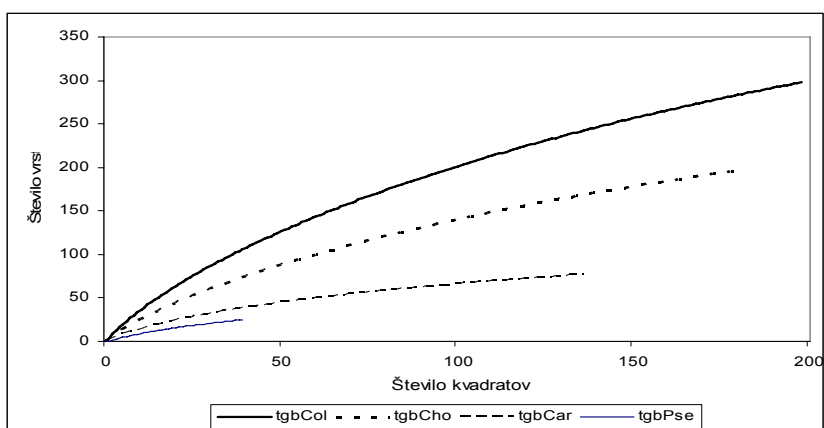
Preglednica 12: Število vrst, ki so prisotne v po enem kvadratu (»uniques«) in vrst, ki so prisotne v po dveh kvadratih (»duplicates«) na Dinarskem območju. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 3 km natančnostjo, kar je zajelo 276 vrst.

Table 12: Number of species, present in exactly one quadrat (uniques) and species, present in exactly two quadrats (duplicates) in Dinaric area. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered, which included 276 species.

| Mreža (km) | Uniques | Duplicates |
|------------|---------|------------|
| 5x5 | 123 | 43 |
| 10x10 | 131 | 46 |
| 20x20 | 144 | 58 |
| 40x40 | 170 | 53 |
| 80x80 | 194 | 52 |

3.2.3.2 Pričakovano število vrst na Dinarskem območju pri izbrani velikosti mreže

Pri mreži 20x20 km smo upoštevali drugi nabor podatkov z 298 upoštevanimi vrstami. S tem smo v analizo vključili dodatne vrste in lokalitete, s čimer smo simulirali nova odkritja. Krivulja kopičenja troglobiotskih vrst hroščev se ni pričela približevati asimptoti (Sl. 28), na Dinarskem območju lahko pričakujemo nove vrste.



Slika 28: Krivulje kopičenja vrst v družinah troglobiotskih hroščev pri velikosti mreže 20x20 km, s katero smo prekrili Dinarsko območje. Okrajšave: tgb – troglobiotski, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Figure 28: Species accumulation curves at 20x20 km grid size in the Dinaric area, separately for families and all the trogllobiotic beetles together. Abbreviations: tgb – trogllobiotic, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Izračunali smo ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju pri mreži 20x20 km za vse troglobiotske hrošče skupaj in ločeno po družinah (Pregl. 13). Največ dodatnih vrst je ocenjenih za družino Pselaphidae z zelo majhnim številom znanih vrst. Različne cenilke so dale različne ocene, ki se gibljejo med 20 % do 80 % povečanja znanih vrst na Dinarskem območju.

Preglednica 13: Ocene pričakovanega števila vrst na Dinarskem območju pri mreži 20x20 km. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 6 km natančnostjo, kar je zajelo 298 vrst. V oklepaju je prikazan odstotek, za katerega se poveča sedaj znano število vrst.

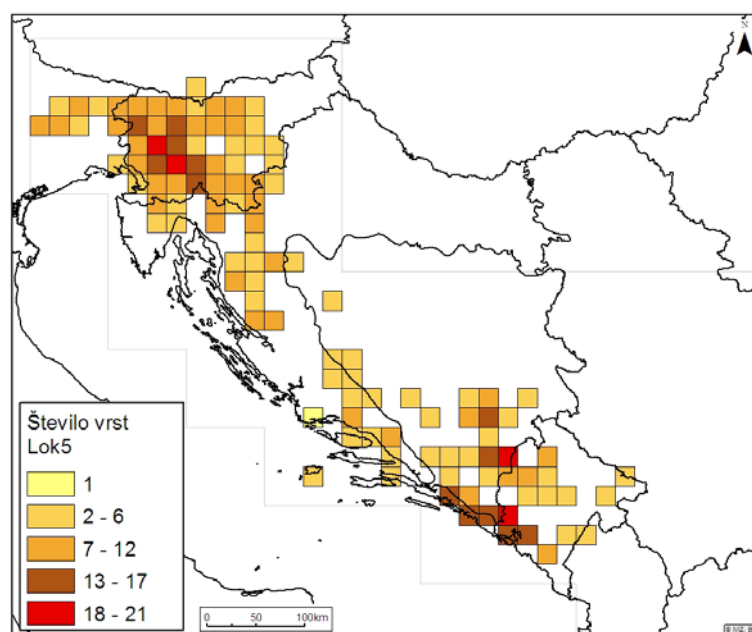
Table 13: Estimated species richness of trogllobiotic beetles in Dinaric area at grid size of 20x20 km. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered, which included 298 species. Numbers in parentheses are the percentage, for which the number of species increased.

| | jackknife 1 | jackknife 2 | Chao 2 | ICE | bootstrap |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Coleoptera | 452,22 (51,8 %) | 544,59 (82,8 %) | 486,49 (63,3 %) | 526,90 (76,8 %) | 365,00 (22,5 %) |
| Pselaphidae | 40,58 (62,3 %) | 52,97 (111,9 %) | 54,21 (116,8 %) | 52,97 (111,9 %) | 31,32 (25,3 %) |
| Cholevidae | 297,43 (51,8 %) | 354,04 (80,6 %) | 307,35 (56,8 %) | 349,79 (78,5 %) | 240,66 (22,8 %) |
| Carabidae | 113,73 (47,7 %) | 136,49 (77,3 %) | 121,07 (57,2 %) | 125,80 (63,4 %) | 92,88 (20,6 %) |

3.2.5 Napovedi vzorcev biodiverzitete

3.2.5.1 Pričakovan vzorec biodiverzitete troglobiotskih hroščev

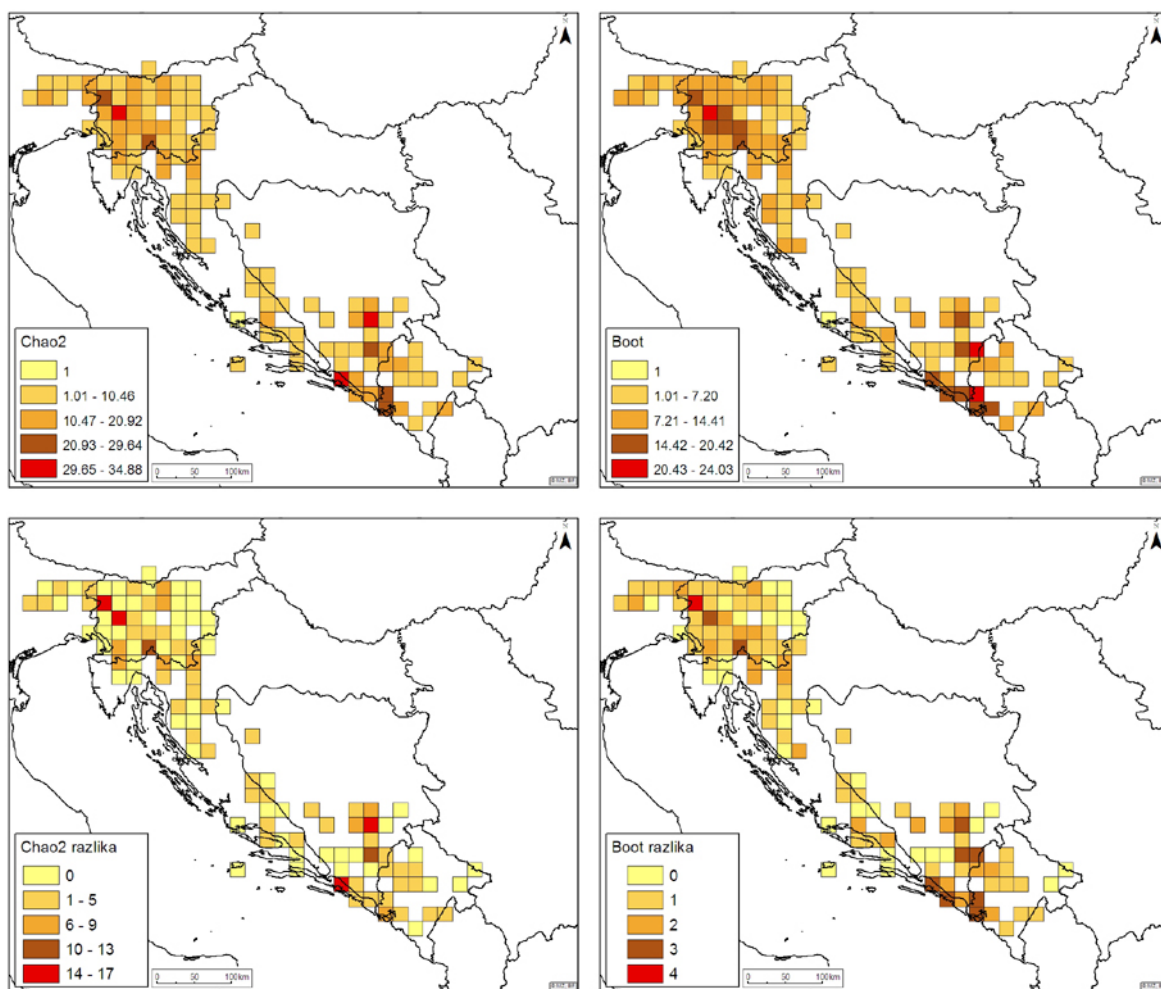
Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih, od koder poznamo najmanj po pet lokalitet, je prikazana na Sl. 29. Takih kvadratov je bilo 115, kar je manj od polovice vseh, kjer so bili najdeni troglobiotski hrošči na širšem raziskovanem območju. Kvadratov z vsaj petimi lokalitetami ni bilo na območjih v vzhodni Srbiji in Makedoniji, zato teh predelov nismo mogli vključiti v analize.



Slika 29: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km, za katere smo imeli znanih najmanj po pet lokalitet. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj na 6 km natančno.

Figure 29: Distribution of species richness of troglobiotic beetles in wider research area. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered.

Cenilki Chao2 in bootstrap sta se zelo razlikovali v napovedih pričakovanega števila vrst znotraj kvadratov z najmanj petimi lokalitetami (Sl. 30). S cenilko Chao2 smo napovedali največ dodatnih vrst, to je 17, s cenilko bootstrap pa le 4 (Sl. 30). Večje razlike smo ugotovili za kvadrate, kjer je bilo večje število vrst (Sl. 31). Napovedi cenilke bootstrap so bile manj odvisne od znanega števila vrst v kvadratih kot pri cenilki Chao2.



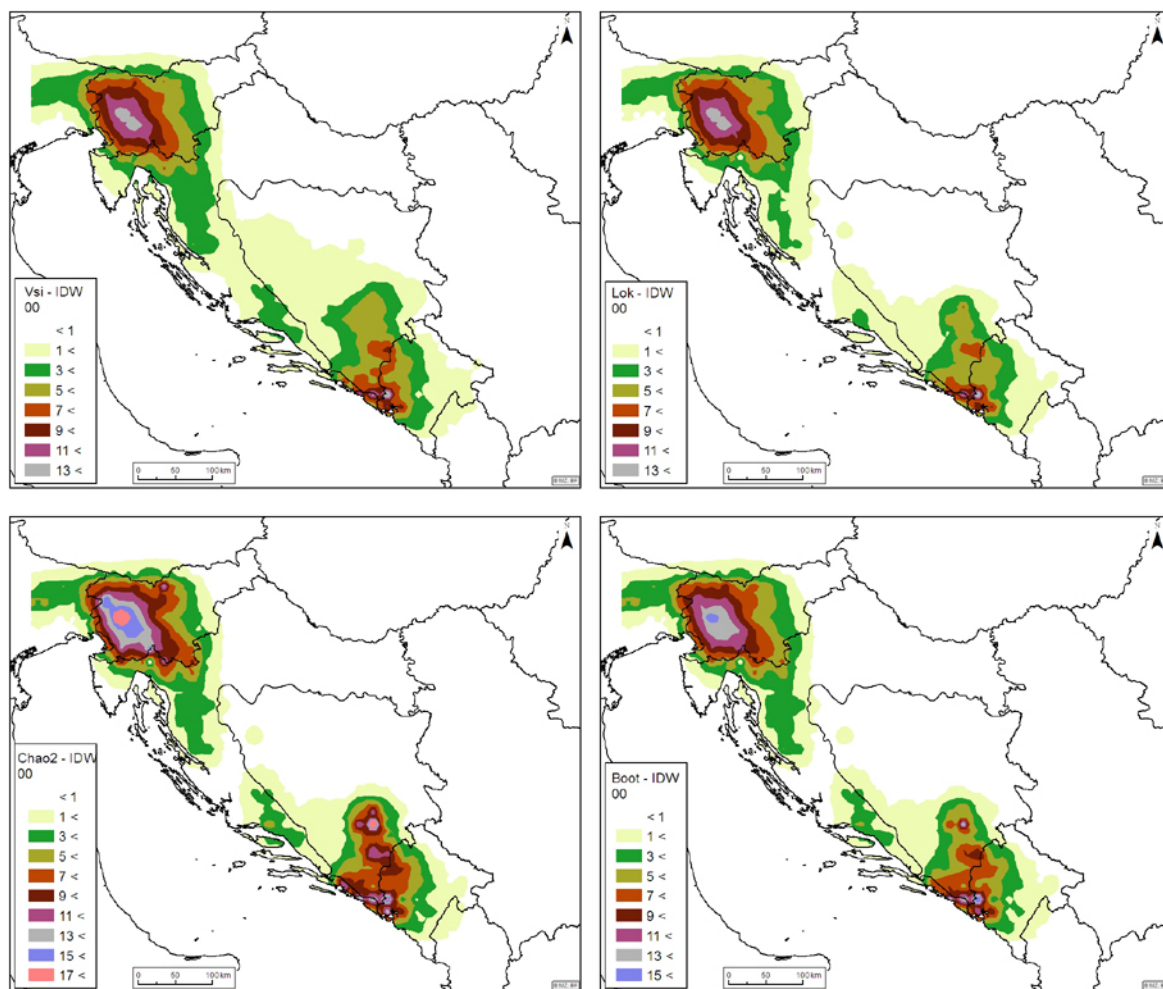
Slika 30: Razporeditev pričakovanega števila vrst troglobiotskih hroščev v kvadratih 20x20 km, izračunana s cenilkama Chao2 in bootstrap, in razlike med znanim in pričakovanim številom vrst. Upoštevan je bil drugi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen z najmanj 6 km natančnostjo. Okrajšave: Boot – cenilka bootstrap.

Figure 30: Distribution of expected species richness of troglobiotic beetles in grid cells of 20x20 km, where at least five localities were known, and differences between observed and expected species numbers. Only localities with at least 6 km positional accuracy were considered. Abbreviation: Boot – bootstrap.

3.2.5.2 Plastnice razporeditve znanega in ocenjenega števila vrst

Z metodo tehtanih drsečih sredin (IDW) smo pripravili karte pričakovanih vrednosti za mesta, od koder nimamo podatkov (Sl. 31). Na kartah lahko prepoznamo dve večji območji večje diverzitete, na severozahodu in jugovzhodu, ter nekaj vmesnih manjših območij z večjim številom vrst (Sl. 31). Na severozahodu je to območje Velebita, medtem ko je na jugovzhodu večje število vrst v širši okolici Splita. Vzorca razporeditve števila vrst po izračunih iz vseh podatkov ter izračunih iz podatkov, kjer smo imeli najmanj pet lokalitet, sta si zelo podobna.

Koren povprečja kvadratov napak napovedi je najmanjši pri upoštevanju vseh kvadratov z vrstami, največji pa pri izračunih cenilke Chao2 (Pregl. 14).



Slika 31: Prikaz razporeditve biodiverzitete, kot smo jo dobili z interpolacijsko metodo tehtanih drsečih sredin. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

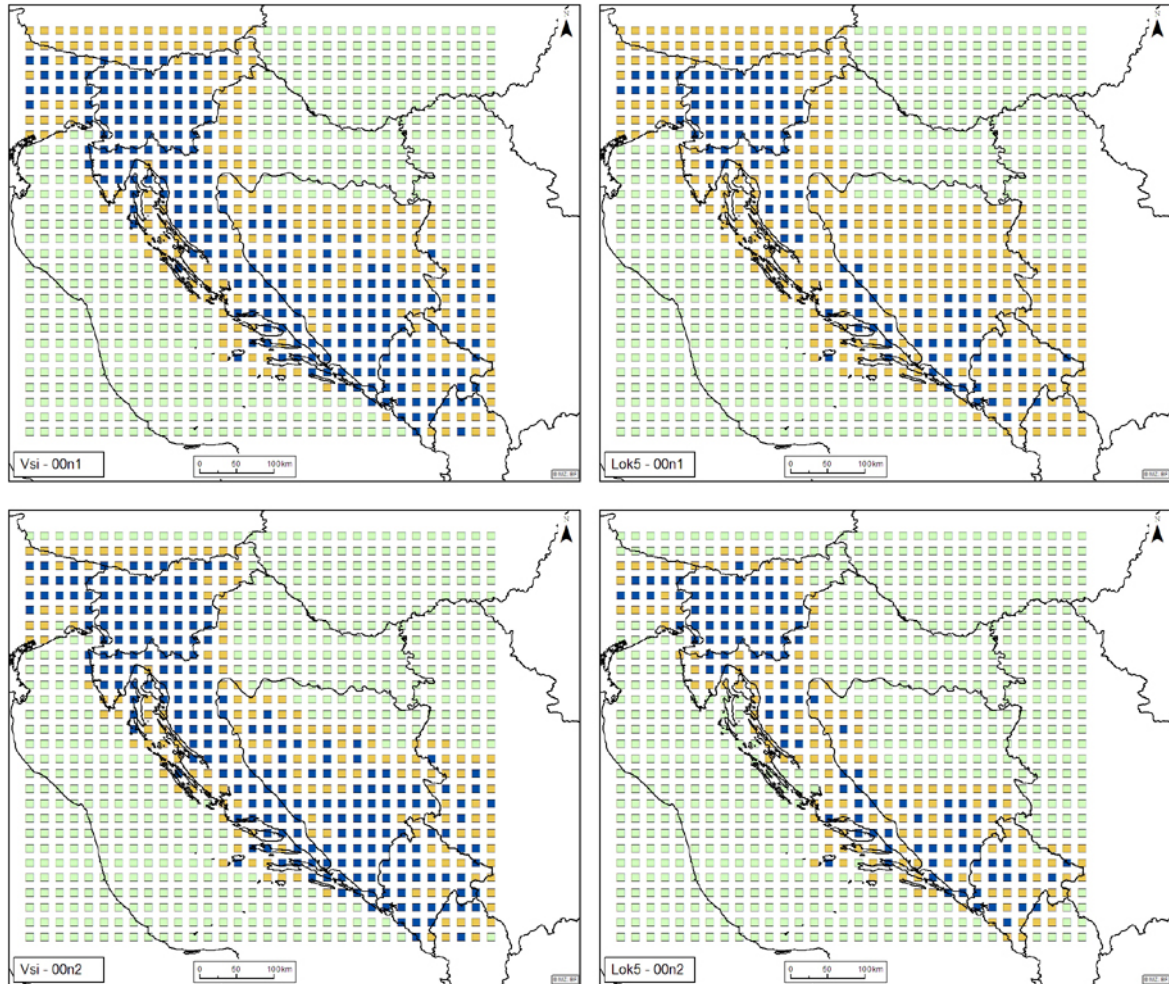
Figure 31: Biodiversity patterns, as revealed by inverse distance weighting method. Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.

Preglednica 14: Koren povprečja kvadratov napak napovedi (RMS) iz navzkrižnega preverjanja opaženih in predvidenih vrednosti z interpolacijsko metodo tehtanih drsečih sredin. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Table 14: Square root median error (RMS), deriving from the cross-validation of observed and predicted values revealed by inverse distance weighting method. Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities; Chao 2 – Chao 2 estimates for, Boot – bootstrap estimates.

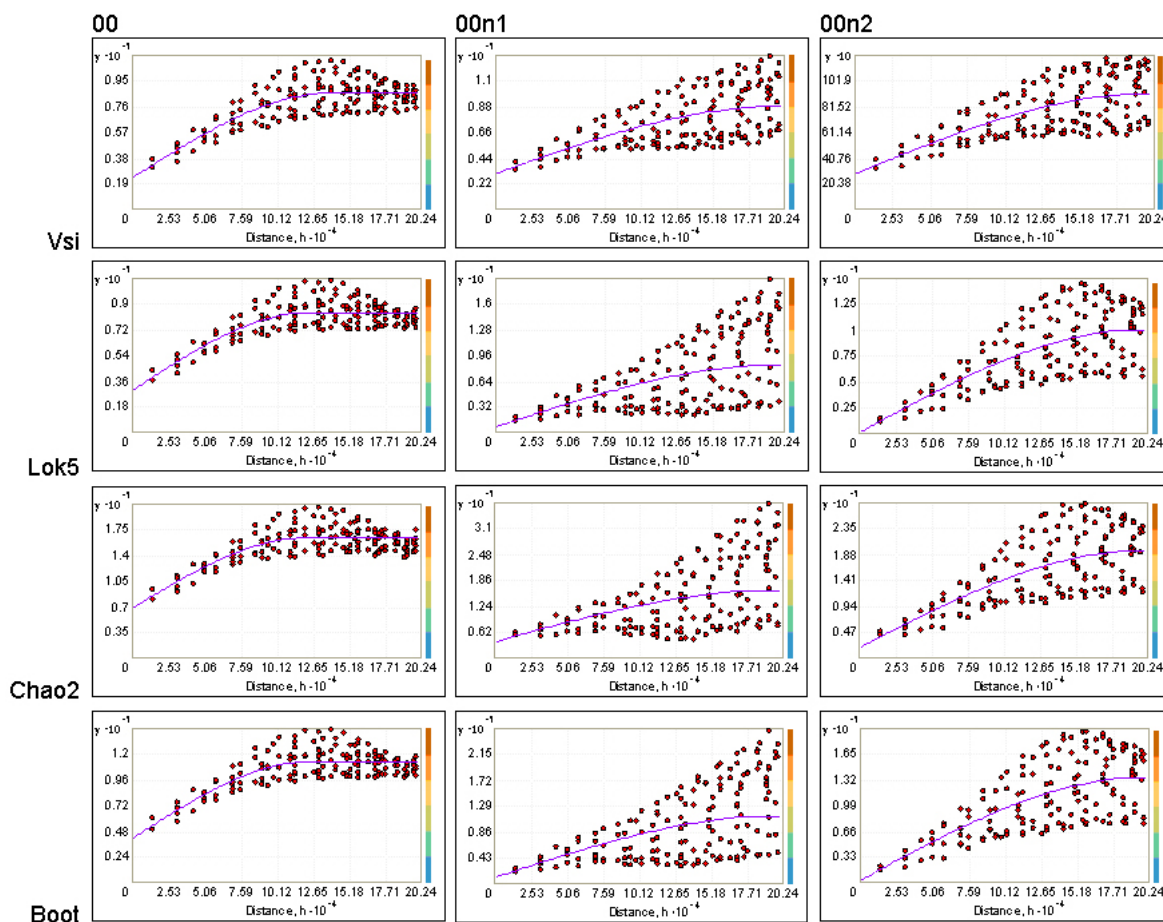
| | Vsi | Lok5 | Chao 2 | Boot |
|-----|-------|-------|--------|-------|
| RMS | 1,836 | 2,012 | 2,999 | 2,367 |

Razporeditev vrednosti 0 in nedoločenih (manjkajočih) vrednosti za kvadrate brez podatkov je prikazana na Sl. 32.



Slika 32: Prikaz določitve vrednosti v kvadratih z ali brez podatkov o troglobiotskih hroščih za primer upoštevanja vseh kvadratov s podatki in tistih kvadratov, od koder imamo najmanj pet lokalitet. Modro – imamo podatek za vsaj eno troglobiotsko vrsto hrošča, oranžno – vrednost ni določena (manjkajoča vrednost), svetlo zelena – določena je vrednost 0. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, 00n1 – kvadratom brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le znotraj raziskovanega okvirja, 00n2 – kvadratom brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le v sosesčini kvadratov s podatkom.

Figure 32: Determination of values in quadrates with or without the record of troglotic beetles, for the whole and truncated dataset. Colors: blue – we had a record of troglotic species, orange – there was no value determined (null value), light green – the value 0 was determined. Vsi – included were all quadrates with data on troglotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there were at least five localities, 00n1 – quadrates without the record had null values if within the research frame, 00n2 – quadrates without the records had null values, only if neighboring quadrates with the records.



Slika 33: Modeli semivariogramov z različno razporeditvijo upoštevanih nižel in manjkajočih vrednosti za kvadrate brez podatkov (glej. Sl. 32). Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke, 00 – vsem kadratam brez podatka smo pripisali vrednost 0, 00n1 – kvadratom brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le znotraj raziskovanega okvirja, 00n2 – kvadratom brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le v sosesčini kvadratov s podatkom.

Figure 33: Models of semivariograms for different ratios of zero and null values for quadrats without the records. Vsi – included are all quadrats with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrats, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations, 00 – all quadrats without the record had the value 0, 00n1 – quadrats without the record had null values if within the research frame, 00n2 – quadrats without the records had null values, only if neighboring quadrats with the records.

Modeli semivariogramov za vse tri primere upoštevanja manjkajočih in vrednosti 0 so prikazani na Sl. 33, lastnosti modelov v Pregl. 15. Ugotovimo lahko, da je avtokorelacija največja pri manjših razdaljah, kjer so si vrednosti najbolj podobne (zato je varianca tam majhna). Z večanjem razdalj variance naraščajo in podatki niso več prostorsko korelirani. Če kvadratom brez podatka pustimo nedoločeno vrednosti, je razdalja, pri kateri ni več prostorske avtokorelacije, največja (Pregl. 15). Velikost zlatega zrna je bila manjša, če je imelo manj kvadratov pripisano vrednost 0.

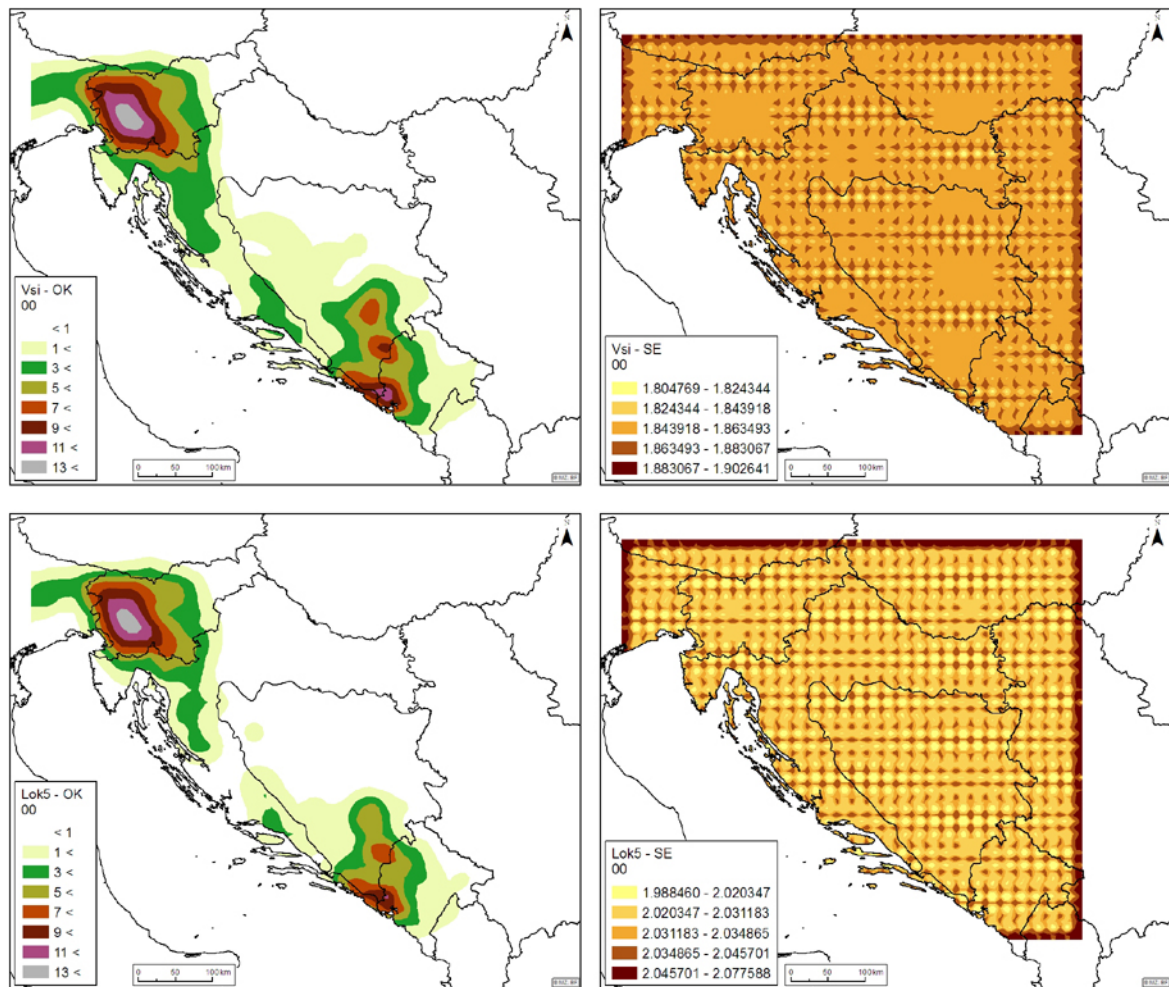
Preglednica 15: Lastnosti modelov semivariogramov z različno razporeditvijo upoštevanih ničel in manjkajočih vrednosti za kvadrate brez podatkov. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke, 00 – vsem kadratoma brez podatka smo pripisali vrednost 0, 00n1 – kvadratoma brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le znotraj raziskovanega okvirja, 00n2 – kvadratoma brez podatka smo pripisali manjkajoče vrednosti le v soseščini kvadratov s podatkom.

Table 15: Characteristics of models of semivariograms for different ratios of zero and null values for quadrates without the record. Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations, 00 – all quadrates without the record had the value 0, 00n1 – quadrates without the record had null values if within the research frame, 00n2 – quadrates without the records had null values, only if neighboring quadrates with the records.

| | | Zlato zrno | Prag | Razmik |
|--------|------|------------|---------|--------|
| Vsi | 00 | 3,3223 | 8,6086 | 140559 |
| | 00n1 | 3,0552 | 8,8080 | 198504 |
| | 00n2 | 2,8425 | 9,1652 | 198504 |
| Lok5 | 00 | 2,9244 | 8,4004 | 125182 |
| | 00n1 | 0,7035 | 8,4162 | 198504 |
| | 00n2 | 0,1360 | 10,0529 | 198504 |
| Chao 2 | 00 | 6,7863 | 16,4036 | 122715 |
| | 00n1 | 3,9586 | 16,2736 | 198504 |
| | 00n2 | 1,9555 | 19,5035 | 198504 |
| Boot | 00 | 4,1034 | 11,2997 | 125694 |
| | 00n1 | 1,0689 | 11,2889 | 198504 |
| | 00n2 | 0,2750 | 13,4910 | 198504 |

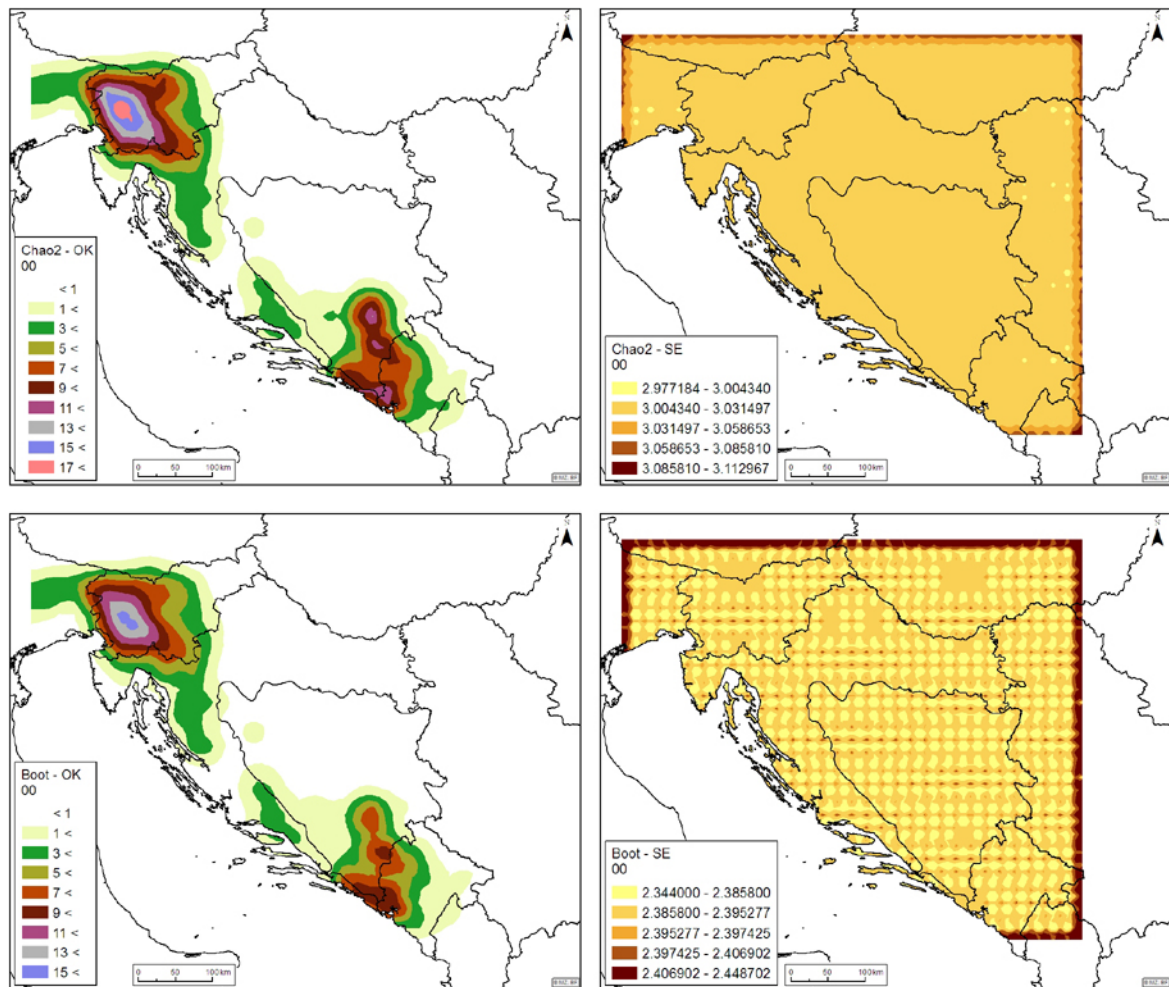
Plastnice števila vrst, ki smo jih dobili z metodo kriging, z upoštevanjem različnega števila vrednosti 0 in manjkajočih vrednosti, so prikazane na Sl. 34, 35 in 36. Na nobeni karti nismo dobili napovedi za tako veliko število vrst, kot smo ga opazili. Nižje napovedi v teh primerih so posledica velikega števila ničel, ki napovedi modela »vlečejo« navzdol (Christman, Culver, ustno). Tudi ko smo zmanjšali število vrednosti 0 na račun manjkajočih vrednosti (Sl. 35, 36), napovedi niso dosegle največjih opaženih vrednosti.

Iz vseh kart standardne napake napovedi lahko razberemo, da so te najmanjše za mesta blizu opaženim številom vrst. Iz manj vrednosti opaženih točk, kot je narejena napoved za neko točko, večja je standardna napaka napovedi. Kako dobro je naš model napovedal vrednosti pa smo ugotavljali z navzkrižnim preverjanjem (Pregl. 16).



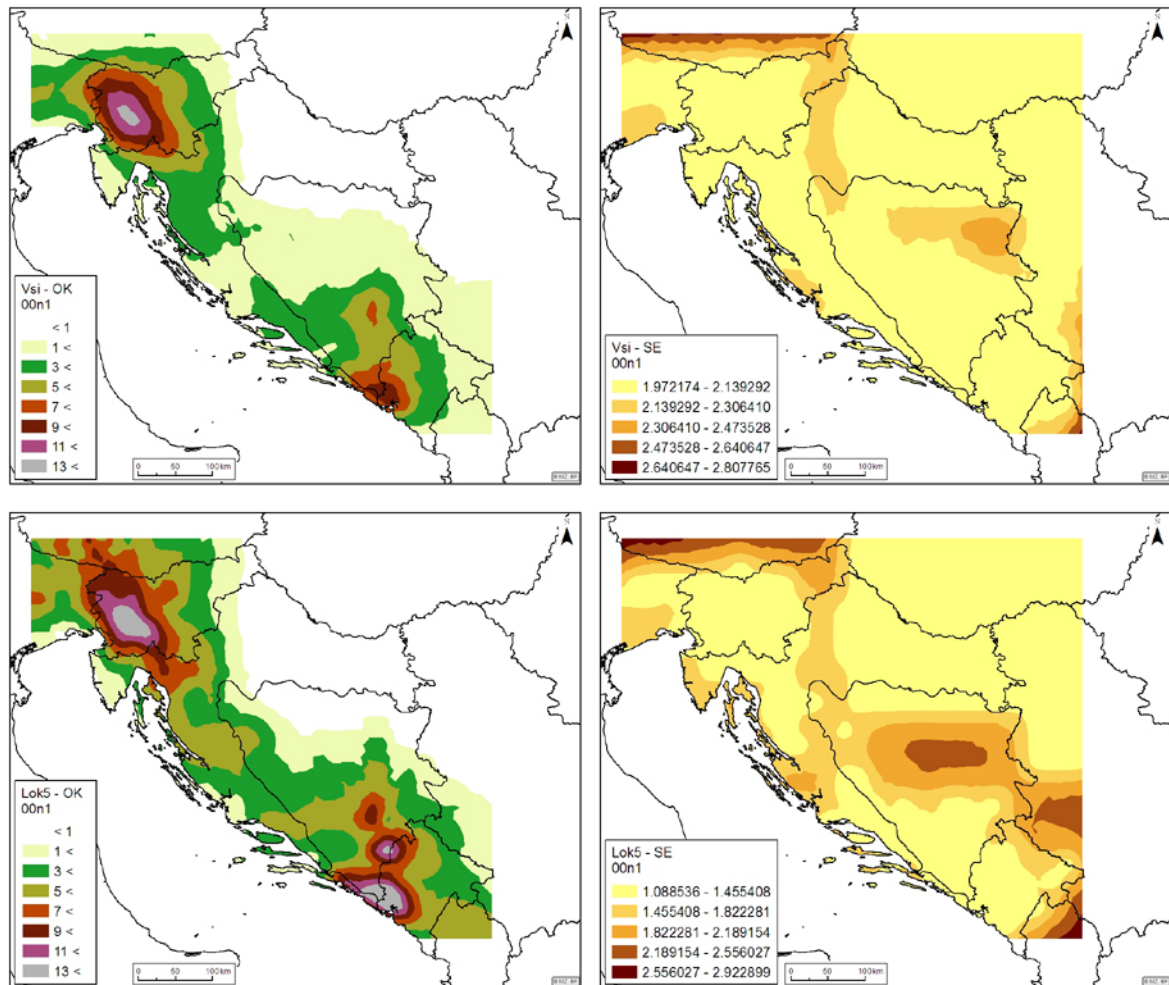
Slika 34 (nadaljevanje na str. 65): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratoma brez podatkov pripisali vrednost 0. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 34 (continuation on p. 65): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard errors maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given the value zero. Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.



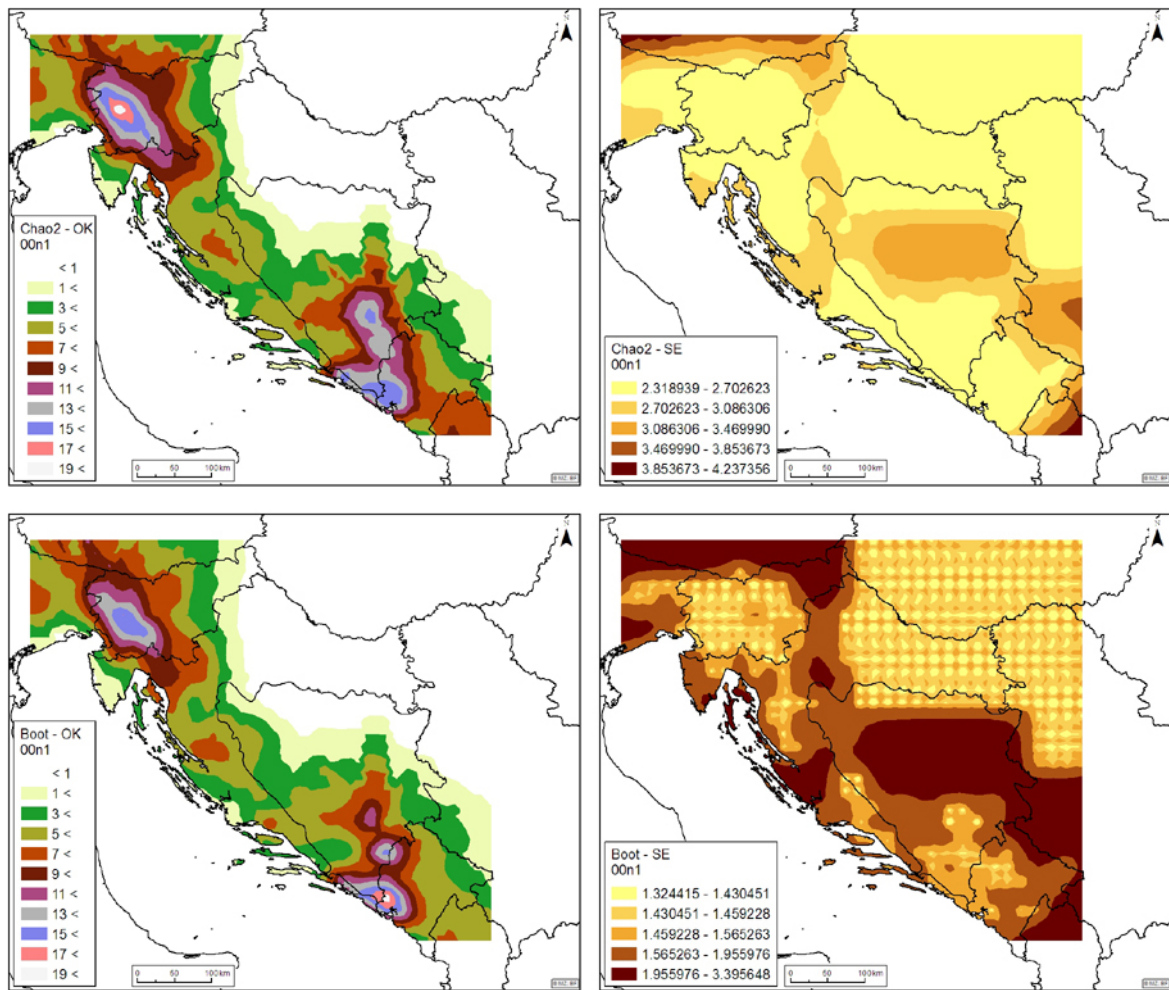
Slika 34 (nadaljevanje s str. 64): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratoma brez podatkov pripisali vrednost 0. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 34 (continuation from the p. 64): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard errors maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given the value zero. Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.



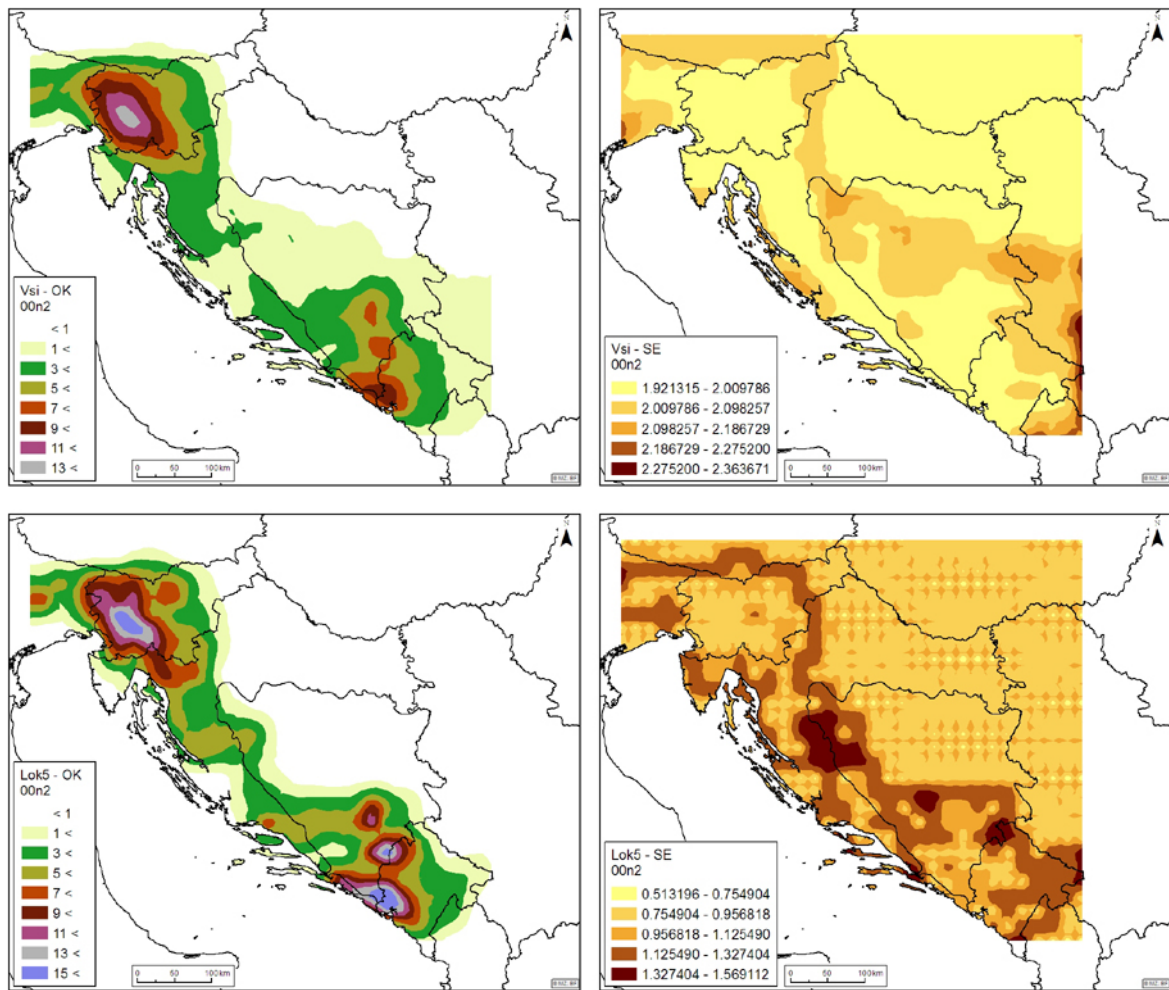
Slika 35 (nadaljevanje na str. 67): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim znotraj raziskovanega okvirja pa manjkajoče vrednosti (00n1). Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 35 (continuation on the p. 67): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard error maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given zero value and null value if located within the research frame (00n1). Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.



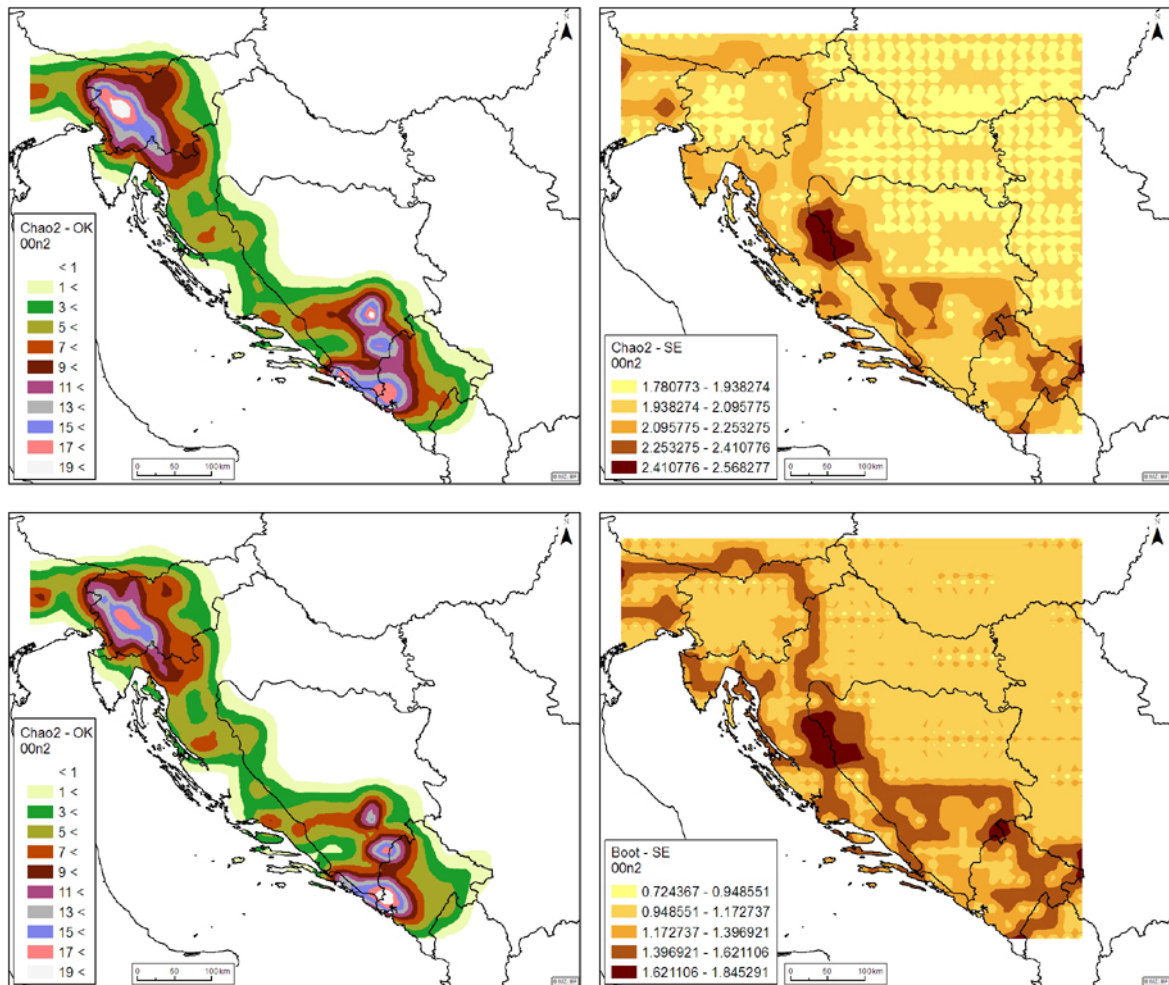
Slika 35 (nadaljevanje s str. 66): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim znotraj raziskovanega okvirja pa manjkajoče vrednosti (00n1). Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 35 (continuation from the p. 66): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard error maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given zero value and null value if located within the research frame (00n1). Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.



Slika 36 (nadaljevanje na str. 69): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim v neposredni soseščini kvadratov s podatki pa manjkajoče vrednosti (00n2). Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 36 (continuation on the p. 69): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard errors maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given zero value and null values if located near the quadrates with records (00n2). Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.



Slika 36 (nadaljevanje s str. 68): Prikaz plastnic interpoliranih vrednosti z osnovnim krigingom (OK) in standardnih napak napovedi (SE) števila vrst na kvadrat 20x20 km, kjer smo kvadratom brez podatkov pripisali vrednosti 0, tistim v neposredni soseščini kvadratov s podatki pa manjkajoče vrednosti (00n2). Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke.

Figure 36 (continuation on the p. 68): Contours of interpolated values with ordinary kriging (OK) and prediction standard errors maps (SE) of number of species per quadrat 20x20 km, where quadrates without species were given zero value and null values if located near the quadrates with records (00n2). Vsi – included are all quadrates with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included is truncated set of quadrates, where there are at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations.

Preglednica 16: Mere napake napovedi, dobljene z navzkrižnim preverjanjem opaženih in predvidenih vrednosti z metodo osnovni kriging. Vsi – zajeti so vsi podatki na izbranem območju, Lok5 – upoštevani so kvadrati, za katere imamo podatke iz najmanj petih lokalitet, Chao 2 – izračuni Chao 2 cenilke, Boot – izračuni bootstrap cenilke, 00 – vsi kvadrati brez podatka so imeli vrednost 0, 00n1 – kvadrati brez podatka so imeli manjkajoče vrednosti le znotraj raziskovanega okvirja, 00n2 – kvadrati brez podatka so imeli manjkajoče vrednosti le v soseščini kvadratov s podatkom, PE Mean – povprečna napaka napovedi, RMS – koren povprečja kvadrata napovedi, Av. SE – povprečna standardizirana napaka, RMS St.– standardiziran koren povprečja kvadrata napovedi.

Table 16: Measures of errors of prediction, as calculated in the cross validation of measured and predicted values in ordinary kriging. Vsi – included were all quadrats with data on troglobiotic beetles in the area, Lok5 – included was truncated set of quadrats, where there were at least five localities, Chao 2 – Chao 2 estimations, Boot – bootstrap estimations, 00 – all quadrats without the record had the value 0, 00n1 – quadrats without the record had null values if within the research frame, 00n2 – quadrats without the records had null values, only if neighboring quadrats with the records, PE Mean – mean prediction error, RMS – root-mean square of prediction error, Av.SE – average standard error, RMS St. – root-mean-square standardised.

| | | PE Mean | RMS | Av. SE | RMS St. |
|--------|------|---------|-------|--------|---------|
| Vsi | 00 | 0,0001 | 1,777 | 1,953 | 0,9144 |
| | 00n1 | 0,0228 | 1,962 | 2,071 | 0,9502 |
| | 00n2 | 0,0171 | 1,891 | 2,034 | 0,9353 |
| Lok5 | 00 | 0,0005 | 1,972 | 2,114 | 0,9375 |
| | 00n1 | 0,0081 | 1,574 | 1,377 | 1,1150 |
| | 00n2 | 0,0041 | 1,419 | 1,204 | 1,1330 |
| Chao 2 | 00 | 0,0001 | 2,963 | 3,120 | 0,9543 |
| | 00n1 | 0,0099 | 2,861 | 2,515 | 1,1240 |
| | 00n2 | 0,0022 | 2,566 | 2,161 | 1,1720 |
| Boot | 00 | 0,0007 | 2,322 | 2,482 | 0,9404 |
| | 00n1 | 0,0113 | 1,884 | 1,636 | 1,1260 |
| | 00n2 | 0,0060 | 1,701 | 1,433 | 1,1480 |

V vseh primerih je bila povprečna vrednost napake napovedi najmanjša, če smo kvadratoma, od koder nismo imeli podatka o vrsti, pripisali vrednost 0. S tem so bile napovedi bolj točne na račun večjega števila opaženih vrednosti, saj je bilo v primerih, ko smo kvadratoma brez podatka določili manjkajoče vrednosti (00n1 in 00n2), vrednosti za napovedi manj.

V primeru, ko smo upoštevali le manjši nabor kvadratov, od koder smo imeli znanih najmanj pet lokalitet, smo izključili 118 kvadratov z vrstami, a premalo znanimi lokalitetami. Za te kvadrate smo število vrst napovedali z interpolacijo iz manjšega nabora podatkov in napovedi primerjali z znanim številom vrst (Pregl. 17). Povprečna absolutna razlika med izmerjenim številom vrst in napovedanim številom vrst (Christman, ustno) je bila najmanjša, če smo kvadratoma brez vrednosti določili vrednost 0. Z izračunom statistike χ^2 pa smo ugotovili, da so vrednosti opaženih in napovedanih števil vrst na primeru 118 kvadratov statistično značilno enako razporejene pri vseh kombinacijah ničel in manjkajočih vrednosti (Pregl. 17).

Preglednica 17: Povprečna absolutna razlika (MAD) in χ^2 vrednosti v primerjavi razporeditve znanih in napovedanih števil vrst za 118 kvadratov z osnovnim krigingom. Za izračun napovedi nismo uporabili znanih vrednosti iz teh kvadratov, ampak le iz tistih kvadratov, od koder je bilo znanih najmanj pet lokalitet. 00 – vsi kvadrati brez podatka so imeli vrednost 0, 00n1 – kvadrati brez podatka so imeli manjkajoče vrednosti le znotraj raziskovanega okvirja, 00n2 – kvadrati brez podatka so imeli manjkajoče vrednosti le v soseščini.

Table 17: Mean absolute difference (MAD) and χ^2 statistics in comparison of the known and predicted numbers of species for 118 quadrates with ordinary kriging. These quadrates were excluded from calculations of predictions, which included only the quadrates with at least five known localities. 00 – all quadrates without the record had the value 0, 00n1 – quadrates without the record had null values if within the research frame, 00n2 – quadrates without the records had null values, only if neighboring quadrates with the records.

| | MAD | χ^2 |
|------|--------|----------|
| 00 | 1,6925 | 395,567 |
| 00n1 | 3,0505 | 268,387 |
| 00n2 | 2,3787 | 602,166 |

3.3 VZORCI RAZŠIRJENOSTI

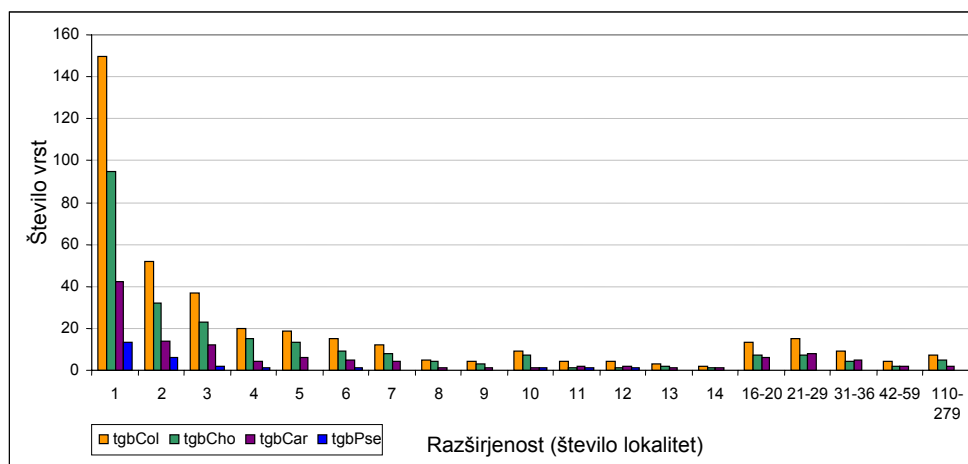
3.3.1 Velikost arealov

Od 384 vrst troglobiotskih hroščev na širšem raziskovanem območju jih je 150 znanih le iz po ene lokalitete (Pregl. 18). Le 35 (9,1 %) vrst je znanih iz po več kot 20 lokalitet, med temi pa imamo za 7 (1,8 %) podatke o prisotnosti v najmanj 110 lokalitetah (Sl. 37).

Preglednica 18: Število vrst troglobiotskih hroščev, ki so poznane iz le po ene lokalitete ali po enega kvadrata mreže na širšem raziskovanem območju. V oklepaju je delež glede na celotno število obravnavanih vrst.

Table 18: Number of troglobiotic beetles, known from one locality or one grid quadrate wider research area. In parentheses is the percentage of such species according to all species considered.

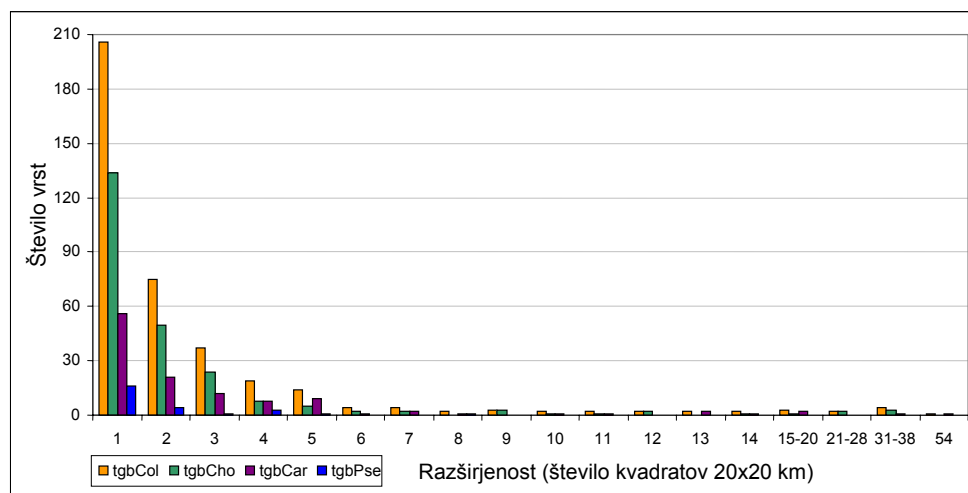
| Družina | 1 lokaliteta | 1 kvadrat 20x20 km | 1 kvadrat 40x40 km |
|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Carabidae | 42 (35,3 %) | 56 (47,1 %) | 69 (58,0 %) |
| Cholevidae | 95 (39,8 %) | 134 (56,1 %) | 158 (66,1 %) |
| Pselaphidae | 13 (50,0 %) | 16 (61,5 %) | 16 (61,5 %) |
| SKUPAJ | 150 (39,0 %) | 206 (53,6 %) | 243 (63,3 %) |



Slika 37: Število vrst troglobiotskih hroščev glede na število lokalitet na širšem raziskovanem območju. Upoštevane so troglobiotske vrste iz lokalitet, določenih najmanj na 6 km natančno (384 vrst). Okrajšave: tgb – troglobiotski, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

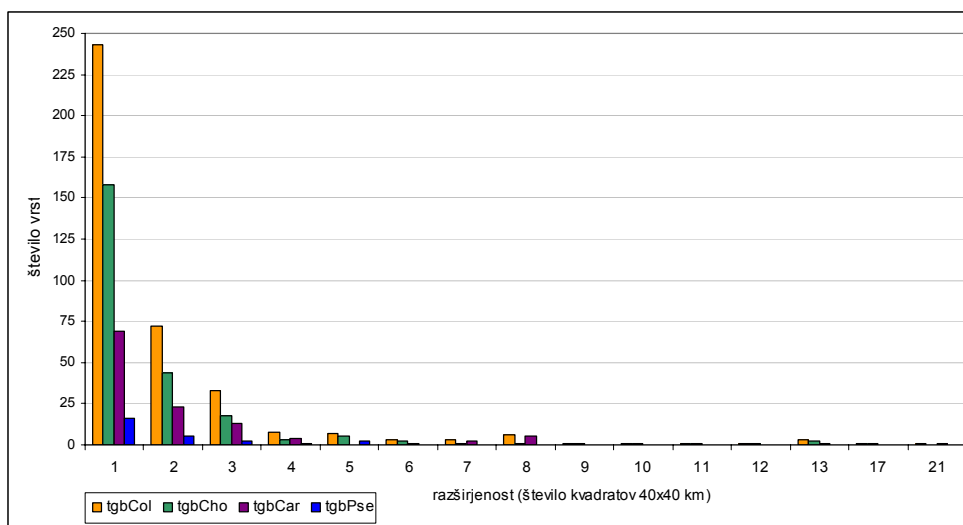
Figure 37: Number of troglotic beetle species according to the number of localities in wider research area. Species with localities with at least 6 km positional accuracy were considered (384 species). Abbreviations: tgb – troglotic, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Območje razširjenosti posamezne vrste je večinoma majhno, četudi je znanih več lokalitet. 206 od 384 vrst živi le v po enem kvadratu 20x20 km in 243 le v po enem kvadratu 40x40 km (Pregl. 18, Sl. 38, 39). V več kot po 10 kvadratih 20x20 km je razširjenih le 18 (4,7 %) vseh vrst, v več kot 10 kvadratih 40x40 km pa 7 (1,8 %) vrst.



Slika 38: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev glede na število kvadratov 20x20 km na širšem raziskovanem območju. Upoštevane so troglobiotske vrste, z lokalitetami, določenimi z najmanj 6 km natančnostjo (384 vrst). Okrajšave: tgb – troglobiotski, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Figure 38: Number of troglotic beetle species according to number of quadrates 20x20 km they occupy in wider research area. Species with localities with at least 6 km positional accuracy were considered (384 species). Abbreviations: tgb – troglotic, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

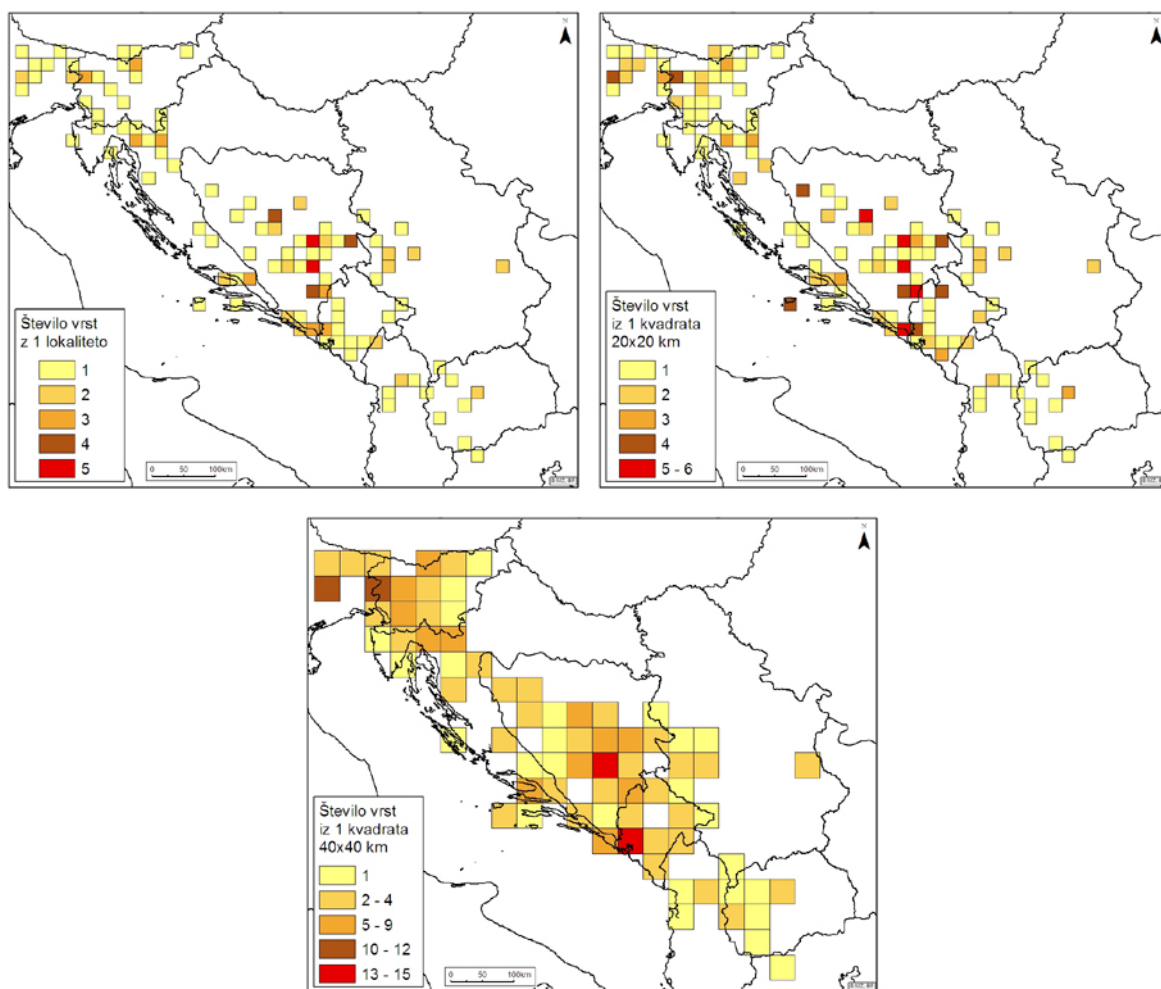


Slika 39: Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev glede na število kvadratov 40x40 km na širšem raziskovanem območju. Upoštevane so troglobiotske vrste, z lokalitetami, določenimi z najmanj 6 km natančnostjo (384 vrst). Okrajšave: tgb – troglobiotski, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Figure 39: Number of troglotrophic beetle species according to number of quadrates 40x40 km they occupy in wider research area. Species with localities with at least 6 km positional accuracy were considered (384 species). Abbreviations: tgb – troglotrophic, Col – Coleoptera, Cho – Cholevidae, Car – Carabidae, Pse – Pselaphidae.

Delež ozko razširjenih troglobiotskih vrst je velik pri vseh treh proučevanih družinah (Pregl. 18). Največ jih je v družini Cholevidae, kjer je več kot polovica znanih le iz enega kvadrata 20x20 km ali 40x40 km. Podobno je v družini Carabidae, čeprav je delež ozko razširjenih vrst nekoliko manjši. Najmanj polovica troglobiotskih vrst družine Pselaphidae je ozko razširjenih, znanih le iz ene lokalitete ali enega kvadrata mreže.

Največje število vrst, znanih le iz po ene lokalitete, je v osrednjem in vzhodnem delu Bosne in Hercegovine, veliko število takih vrst je tudi na severozahodu, v Sloveniji in na območju Gorskega Kotarja (Sl. 40). Večje število vrst, omejenih na kvadrat 20x20 km, je razporejeno v več kvadratih v več osrednji in vzhodni Bosni in Hercegovini. Z vključitvijo vrst, ki so znane le iz posameznega kvadrata 40x40 km, sta taka dva izrazita centra velikega števila takih vrst dva: v jugozahodni Bosni in Hercegovini in drugi na meji s Črno Goro.

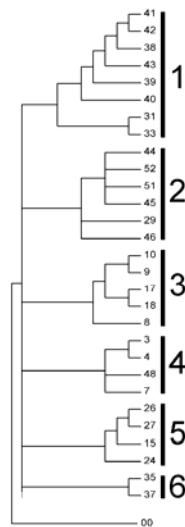


Slika 40: Razporeditev števila troglobiotskih vrst hroščev, ki so poznane le iz po ene lokalitete, iz po enega kvadrata 20x20 km ali iz po enega kvadrata 40x40 km na širšem raziskovanem območju. Upoštevane so troglobiotske vrste, z lokalitetami, določenimi z najmanj 6 km natančnostjo (384 vrste).

Figure 40: Distribution of number of troglodytic beetles, that are known from one locality only, one quadrat of 20x20 km or one quadrat of 40x40 km. Species with localities with at least 6 km positional accuracy were considered (384 species).

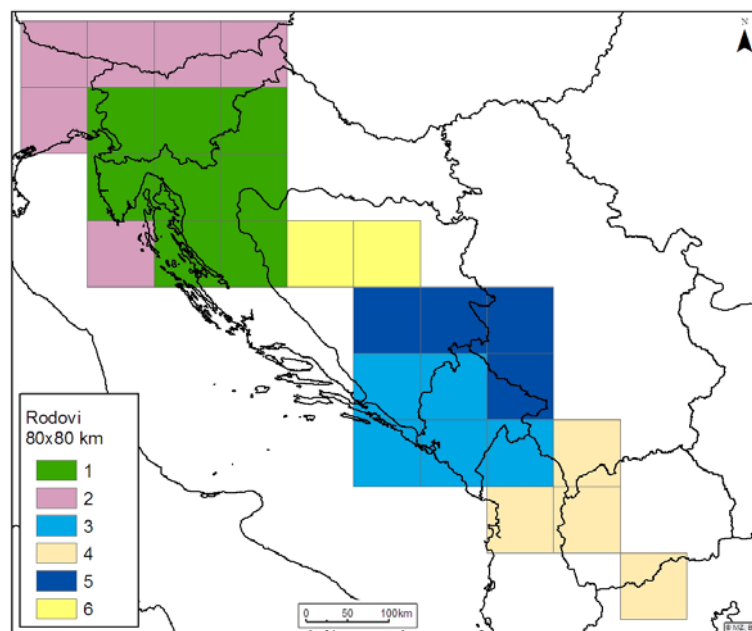
3.3.2 Vzorci razširjenosti, ugotovljeni s kladističnimi metodami

Na drevesu strogega soglasja analize največje varčnosti smo kvadrate 80x80 km z upoštevanjem prisotnosti rodov lahko razdelili v šest skupin, v katere sta se razvrščala najmanj po dva kvadrata (Sl. 41). Prepoznamo lahko dve območji na Dinaridih, severozahodni in jugovzhodni del. Kvadrati, ki povezujejo Alpe, pridružen pa jim je tudi kvadrat na koncu Istre. Ločene skupine kvadratov so tudi v osrednjem in severovzhodnem delu BIH, ter na skrajnem jugovzhodu. Le za četrto skupino smo našli en sinapomorfní rod (*Ceuthophyes*), sicer pa pri kvadratih ne moremo govoriti o »območjih endemizma« *sensu* Morrone (1994).



Slika 41: Razvrstitev kvadratov 80x80km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi (brez rodu *Duvalius*). Manjše številke označujejo posamezne kvadrate, skupna črta in večja številka pa označujeta skupino, prikazano na karti (Sl. 42).

Figure 41: Classification of quadrates 80x80 km in strict consensus trees, calculated with maximum parsimony analysis, wither genera were considered as characters (without *Duvalius*). Smaller numbers refer to individual quadrates, larger numbers with the line delimit separate groups, presented on the map (Fig. 42).



Slika 42: Skupine kvadratov 80x80 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja analize največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi (brez rodu *Duvalius*). Oznake skupin kvadratov enake barve so nanašajo na oznake na Sl. 41.

Figure 42: Groups of quadrates 80x80 km, as were delimited in strict consensus trees, calculated with maximum parsimony analysis, wither genera were considered as characters (without *Duvalius*). Groups of quadrates of the same colour refer to marks in Fig. 41.

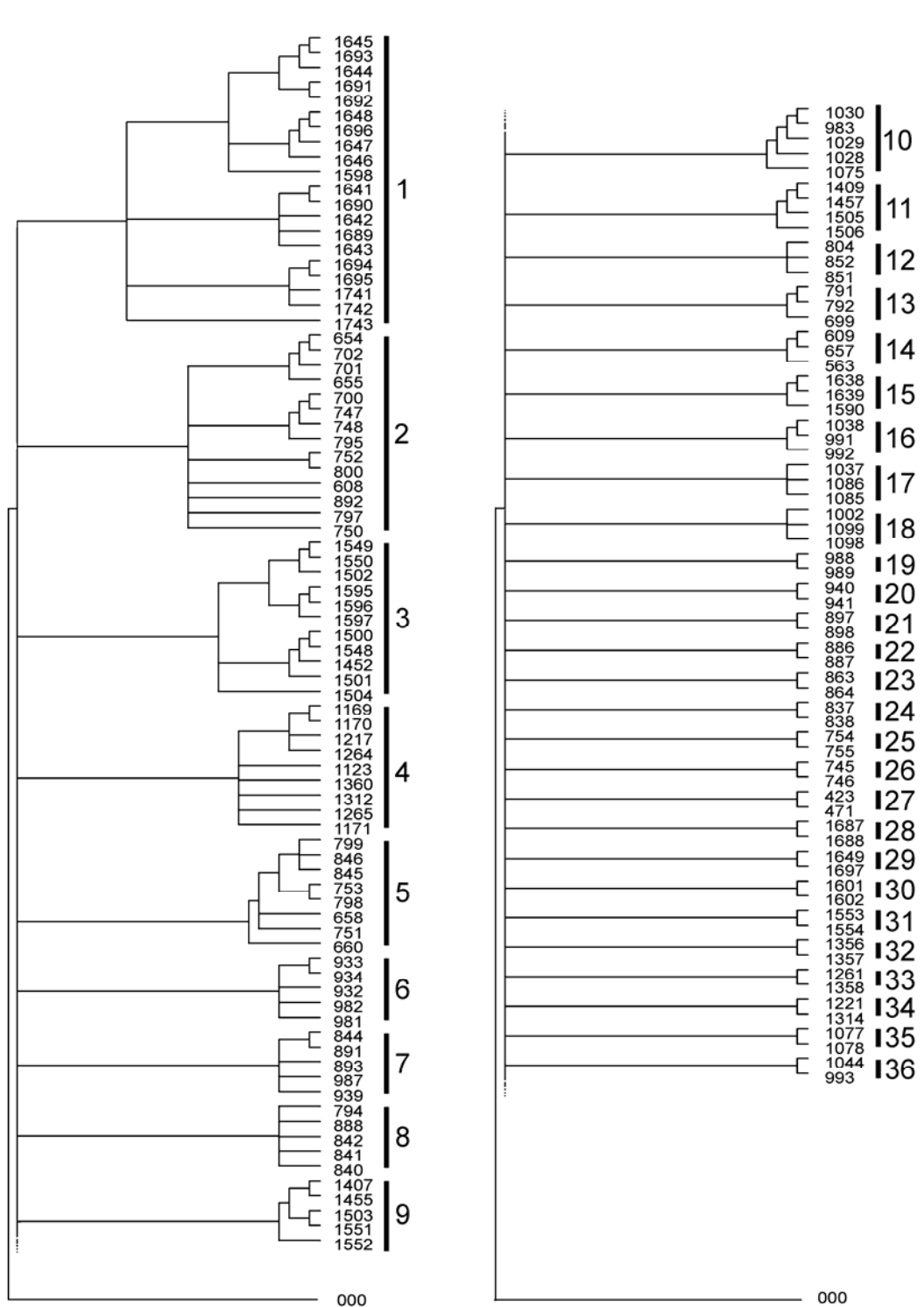
Drevesa strogega soglasja analize največje varčnosti, kjer smo vključili kvadrate 20x20 km in kot znake upoštevali prisotnosti rodov (98 znakov), vrst (384 znakov) ali rodov in vrst hkrati (482 znakov), so bila slabo razrešena (Priloga C1). Posamezne skupine so bile v vseh treh primerih majhne in so štele po največ pet kvadratov. Tako na karti večjih območij nismo razločili (Priloga C2). V vseh treh primerih je bila več kot polovica kvadratov, kjer je prisotna vsaj ena troglobiotska vrsta, nerazvrščenih v klade. Prav tako smo le v redkih primerih odkrili najmanj dva sinapomorfna taksona, ki po Morrone (1994) določata »območje endemizma«.

V analizi kvadratov 20x20km, kjer smo znake ponovno obtežili glede na prispevek k razrešitvi dreves strogega soglasja, smo po dveh ponovitvah postopka prepoznali večje skupine kvadratov (Sl. 43, 44, 45). Lastnosti takih dreves so v Pregl. 19. V analizi utežene analize največje varčnosti smo prepoznali večje skupine kvadratov, kot brez uteževanja.

Preglednica 19: Lastnosti dreves strogega soglasja v uteženi analizi maksimalne varčnosti, kjer so bili znaki uteženi glede na doprinos k razrešitvi drevesa. Postopek uteževanja smo ponovili dvakrat. Kot znake smo upoštevali 384 vrst (A), 98 rodov (B) ter 483 vrst in rodov skupaj (C).

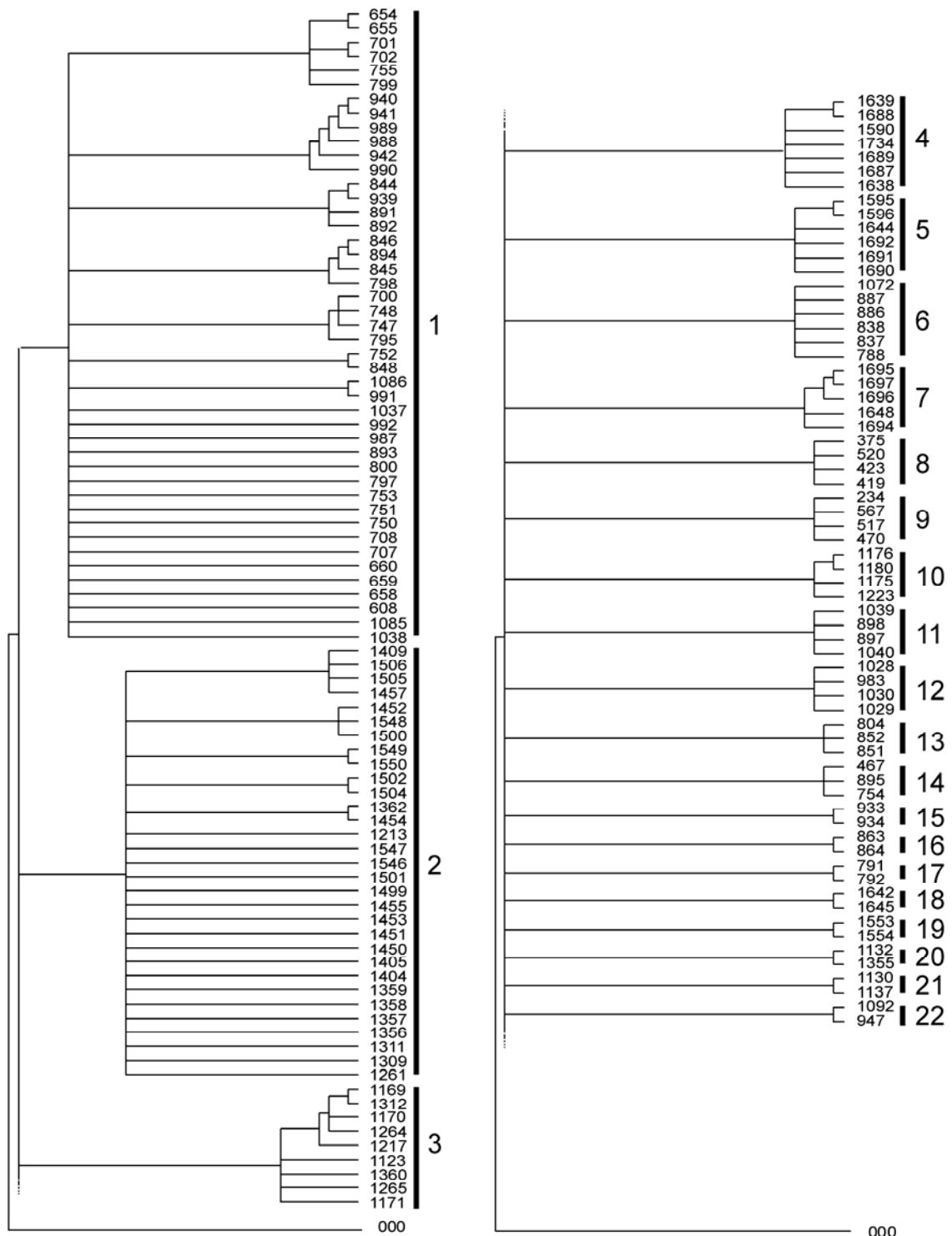
Table 19: Characteristics of the strict consensus trees that were calculated in the weighted maximum parsimony analysis, where characters were weighted according to their contribution to the trees. The reweighing procedure was done twice. As the characters we considered 384 species (A), 98 genera (B) and 482 species and genera together (C).

| Nabor znakov | Število dreves | Dolžina drevesa strogega kosenza | Število znakov | Število skupin |
|--------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| A | 225 | 32087 | 384 | 36 |
| B | 106 | 7155 | 98 | 22 |
| C | 138 | 37339 | 482 | 33 |



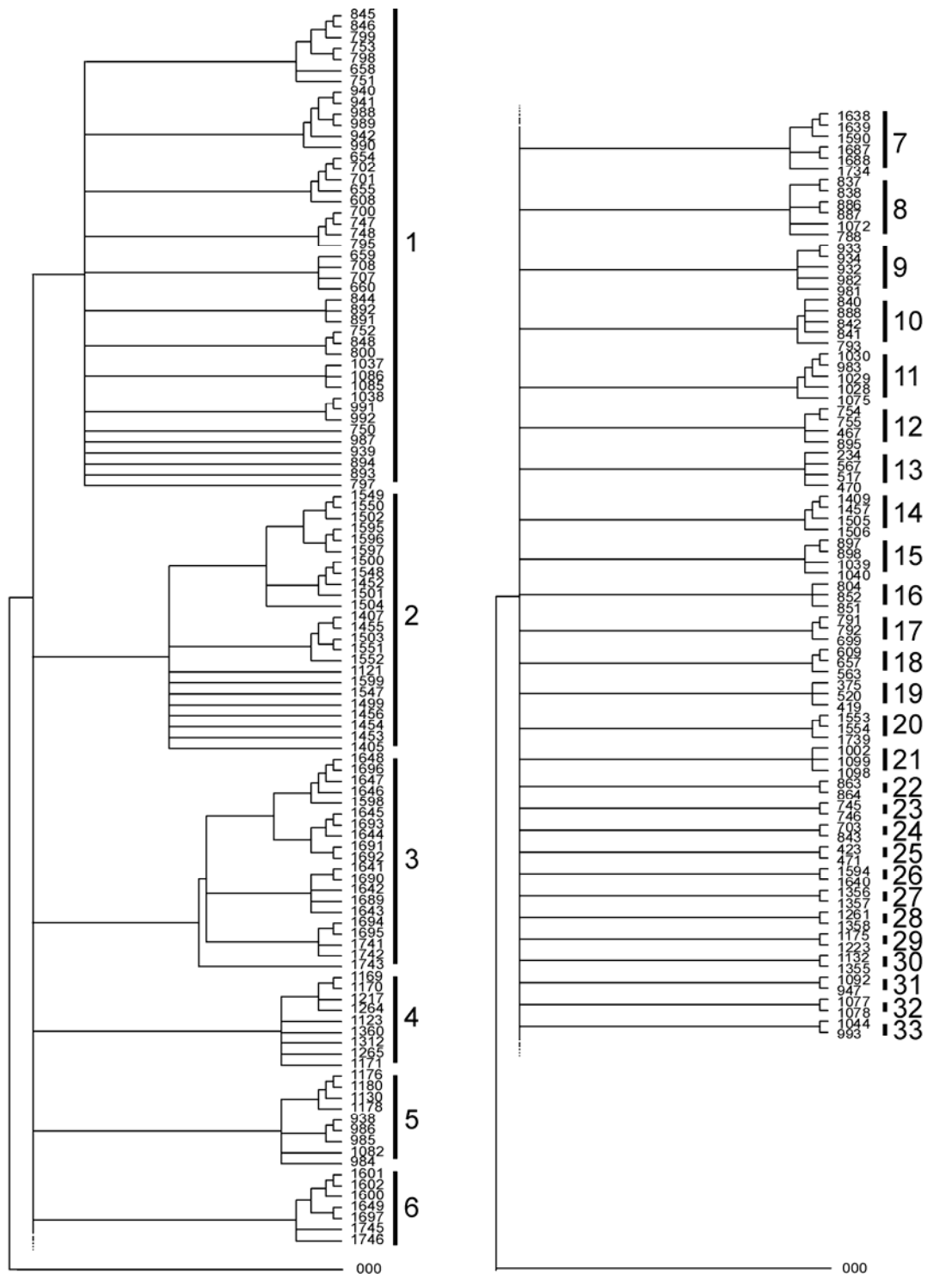
Slika 43: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevane vrste. Manjše številke označujejo posamezne kvadrate, skupna črta in večja številka pa označujeta skupino, prikazano na karti (Sl. 46).

Figure 43: Classification of quadrates 20x20km in strict consensus tree, calculated with the weighed maximum parsimony analysis, where characters were species. Smaller numbers refer to individual quadrates; larger numbers with the line delimit separate groups, presented on the map (Fig. 46).



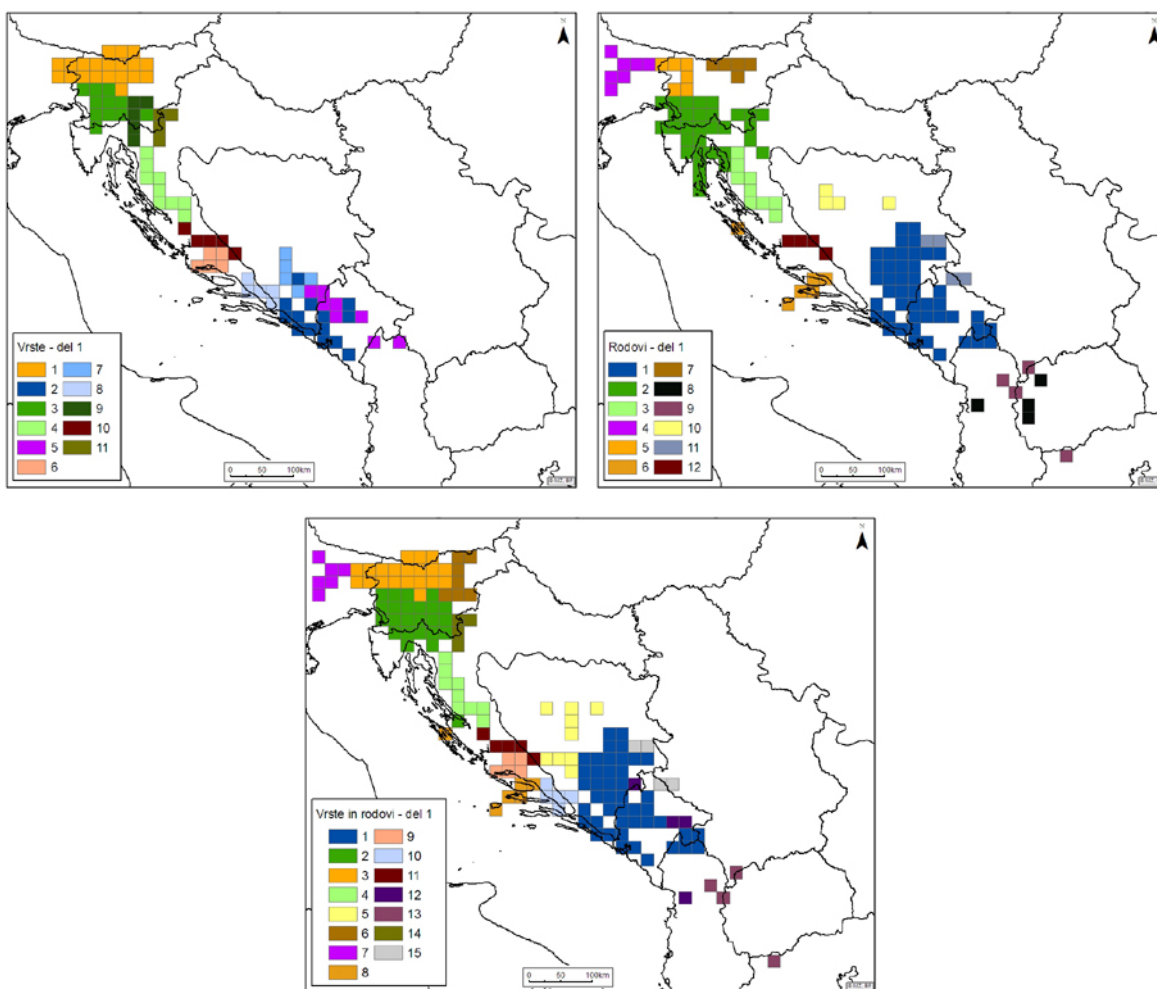
Slika 44: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi. Manjše številke označujejo posamezne kvadrate, skupna črta in večja številka pa označujeta skupino, prikazano na karti (Sl. 46).

Figure 44: Classification of quadrats 20x20km in strict consensus tree, calculated with the weighed maximum parsimony analysis, where characters were genera. Smaller numbers refer to individual quadrats, larger numbers with the line delimit separate groups, presented on the map (Fig. 46).



Slika 45: Razporeditev kvadratov 20x20 km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z uteženo analizo največje varčnosti, kjer so bili kot znaki upoštevani rodovi in vrste hkrati. Manjše številke označujejo posamezne kvadrate, skupna črta in večja številka pa označujeta skupino, prikazano na karti (Sl. 46).
 Figure 45: Classification of quadrates 20x20km in strict consensus tree, calculated with the weighed maximum parsimony analysis, where characters were genera and species together. Smaller numbers refer to individual quadrates, larger numbers with the line delimit separate groups, presented on the map (Fig. 46).

V primeru utežitve taksonov smo dobili večje skupine, v katere so združeni kvadrati (Sl. 46), pa tudi skupine po štiri kvadrate ali manj (Priloga D). Če upoštevamo le vrste, lahko med večjimi območji razločimo slovensko-alpsko skupino, severozahodno-dinarsko v Sloveniji, velebitsko ter jugovzhodno dinarsko (Sl. 46). Če upoštevamo le rodove, so nekatere skupine večje, prepoznamo pa lahko severozahodno dinarsko ter jugovzhodno dinarsko, medtem ko se kvadrati alpskega v Sloveniji ne razločijo v enotno skupino. Če smo upoštevali vrste in rodove, lahko v združenih kvadratih prepoznamo skupine, ki so se razločile že pri ločenem upoštevanju vrst in rodov.



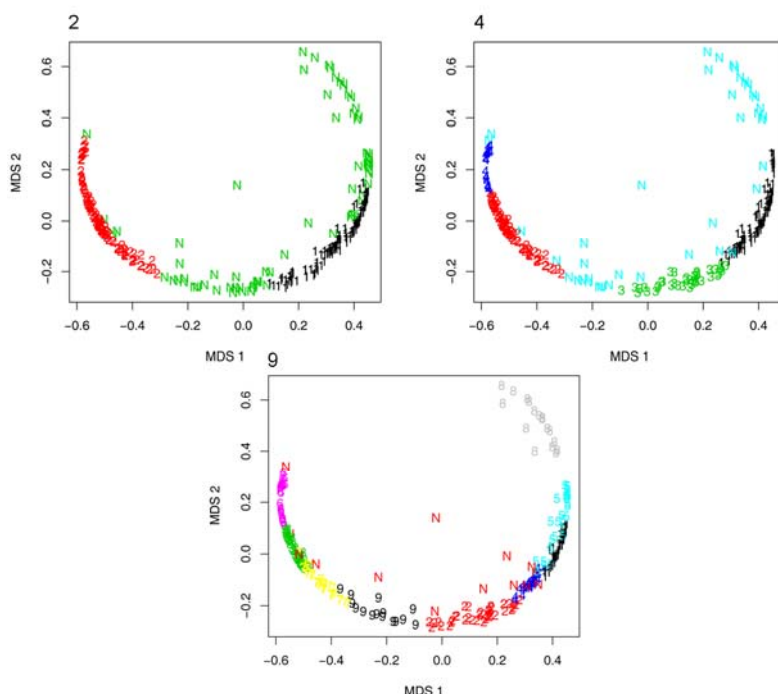
Slika 46: Skupine kvadratov 20x20 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja utežene analize največje varčnosti. Postopek uteževanja smo ponovili dvakrat. Kot znake smo upoštevali 384 vrst, 98 rodov ter vrst in rodove skupaj. Številke skupin so enake kot v drevesih (Sl. 43, 44, 45). Manjše skupine so prikazane v Prilogi D.

Figure 46: Groups of quadrates 20x20 km, as they were delimited in strict consensus tree, calculated with maximum parsimony analysis. The reweighing procedure was done twice. As the characters we considered 384 species, 98 genera and both species and genera. Groups of quadrates of the same colour refer to marks in Fig. 43, 44, 45. Smaller groups are presented in the Appendix D.

3.3.3 Združevanje arealov vrst

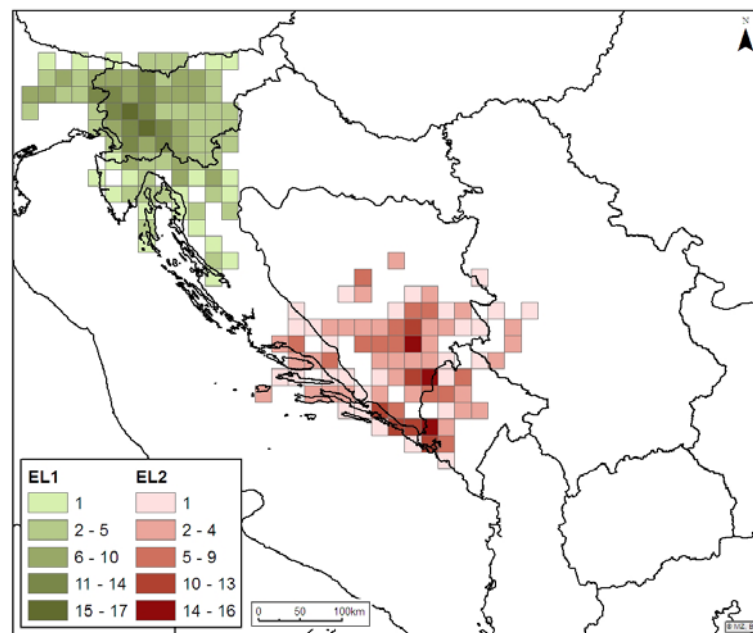
Vrednost T , izračunana iz razmerja vsote 10 % najmanjših in vsote 10 % največjih razdalj med areali vrst (geco razdalje) je bila 0,068. To je statistično značilno drugače od pričakovanih vrednosti, ki smo jih izračunali iz ničelnega modela (1000 simuliranih populacij, T je zajela vrednosti od 0,079 do 0,102, povprečje = 0,090). To pomeni, da se areali vrst na območju statistično značilno združujejo.

Ločevanje vrst v skupine glede na prvo in drugo dimenzijo večdimenzionalnega lestvičenja je prikazano na Sl. 47, za primere ko smo vrste delili v dve, štiri ali devet skupin. Razširjenost vrst, ki pripadajo posameznim skupinam (»biotskim elementom«, *sensu* Hausdorf, 2002), smo prikazali na tematskih kartah (Sl. 48, 49, 50).



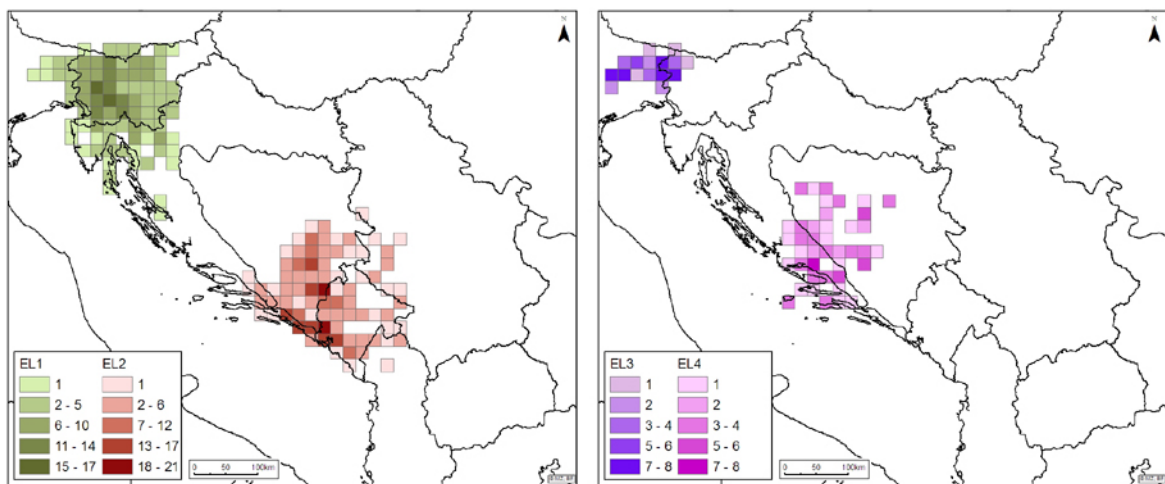
Slika 47: Grafi prve in druge dimenzije analize večdimenzionalnega lestvičenja ob delitvi vrst po podobnosti arealov v dve, štiri ali devet skupin. Z oznako N so označene nerazvrščene vrste, ki niso bila uvrščene v nobeno od skupin.

Figure 47: Plots of the first and the second dimension in the analysis of multidimensional scaling, if species were delineated into two, four or nine groups. Character »N« refers to species, that were not classified into any of the groups.



Slika 48: Geografski položaj dveh skupin (označenih z EL1 in EL2), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. Prikazali smo tudi razporeditev števila vrst vsake skupine.

Figure 48: Geographical position of the two groups (marked as EL1 and EL2), that troglobiotic beetles were delimited too according to similarities of their ranges. For every group distribution of numbers of species is presented.



Slika 49: Geografski položaj štirih skupin (označenih z EL1–4), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. Prikazali smo tudi razporeditev števila vrst vsake skupine.

Figure 49: Geographical position of the four groups (marked EL–4), that troglobiotic beetles were delimited too according to similarities of their ranges. For every group distribution of numbers of species is presented.

Preglednica 20: Vrstna sestava dveh skupin (EL1 in EL2, glej Sl. 48), v kateri smo razdelili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju. Poudarjeno so označeni rodovi, katerih vse troglobiotske vrste so del ene skupine.

Table 20: Species of two groups (EL1 and EL2, see Fig. 48), into which we were separating troglobiotic beetles in wider research area. Bold are the genera, of which all troglobiotic species belong to the same group.

| EL | Vrste |
|----|--|
| 1 | <p>Carabidae: <i>Anophthalmus alphonsi</i>, <i>A. amplus</i>, <i>A. baratellii</i>, <i>A. bernhaueri</i>, <i>A. besnicensis</i>, <i>A. bohiniensis</i>, <i>A. bojani</i>, <i>A. bukoveci</i>, <i>A. capillatus</i>, <i>A. daffneri</i>, <i>A. driolii</i>, <i>A. egonis</i>, <i>A. erebus</i>, <i>A. fabbrii</i>, <i>A. fallaciosus</i>, <i>A. gridellii</i>, <i>A. haraldianus</i>, <i>A. hauckei</i>, <i>A. heteromorphus</i>, <i>A. hirtus</i>, <i>A. hitleri</i>, <i>A. jalzici</i>, <i>A. kahleni</i>, <i>A. kerteszi</i>, <i>A. kofleri</i>, <i>A. leander</i>, <i>A. maderi</i>, <i>A. manhartensis</i>, <i>A. mayeri</i>, <i>A. meggiorai</i>, <i>A. micklitzii</i>, <i>A. paciuchensis</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. ravasinii</i>, <i>A. sanctaeluciae</i>, <i>A. schaumii</i>, <i>A. schmidtii</i>, <i>A. seppenhofferi</i>, <i>A. severi</i>, <i>A. spectabilis</i>, <i>A. tolminensis</i>, <i>Aphaenopidius kannikensis</i>, <i>A. treulandi</i>, Croatotrechus <i>tvrtkovi</i>, <i>Duvalius exaratus</i>, <i>D. langhofferi</i>, <i>D. springeri</i>, <i>Orotrechus carinthiacus</i>, <i>O. forojulensis</i>, <i>O. gigas</i>, <i>O. globulipennis</i>, <i>O. haraldi</i>, <i>O. holdhausi</i>, <i>O. jamae</i>, <i>O. koflerianus</i>, <i>O. lucensis</i>, <i>O. muellerianus</i>, <i>O. puchneri</i>, <i>O. robustus</i>, <i>O. schwienbacheri</i>, <i>O. slapniki</i>, <i>O. torretassoi</i>, <i>O. venetianus</i></p> <p>Cholevidae: Aphaobiella <i>budnarlipoglavseki</i>, <i>A. mlejniki</i>, <i>A. tisnicensis</i>, Aphaobius <i>heydeni</i>, <i>A. milleri</i>, <i>A. mullerianus</i>, Aphaotus <i>cadamuroi</i>, <i>Astagobius angustatus</i>, Bathyscinorphus <i>adriaticus</i>, <i>B. byssinus</i>, <i>B. croaticus</i>, <i>B. globosus</i>, <i>B. kladniki</i>, <i>B. likanensis</i>, <i>B. posarinii</i>, <i>B. pretneri</i>, <i>B. sagarum</i>, <i>B. serkoi</i>, <i>B. slavkoi</i>, <i>B. trifurcatus</i>, <i>B. uskokensis</i>, Bathysciotes <i>khevenhuelleri</i>, Cansiliella <i>servadeii</i>, <i>C. tonielloi</i>, <i>Ceuthmonocharis freyeri</i>, <i>C. matjasici</i>, <i>C. netolitzkyi</i>, <i>C. pusillus</i>, <i>C. robici</i>, <i>Croatodirus bozicevici</i>, <i>C. ozimeci</i>, Leptodirus <i>hochenwartyi</i>, Lotharia <i>angulicollis</i>, <i>Orostygia amicorum</i>, <i>O. doderoi</i>, <i>O. moczarskii</i>, <i>O. pampaninii</i>, <i>O. pretneri</i>, <i>O. rossi</i>, Oryotus <i>ausmeieri</i>, <i>O. dreoni</i>, <i>O. indentatus</i>, <i>O. micklitzii</i>, <i>O. raduhensis</i>, <i>O. ravasinii</i>, <i>O. schmidtii</i>, <i>O. tragoniae</i>, Pretneria <i>latitarsis</i>, <i>P. metkai</i>, <i>P. saulii</i>, Prospelaebates <i>bognoloi</i>, <i>P. brelihi</i>, <i>P. vrezeci</i>, Spelaodromus <i>sneznikensis</i>, Sphaerobathyscia <i>hoffmanni</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Bryaxis casalei</i>, <i>B. crepsensis</i>, Bythoxenus <i>italicus</i>, <i>B. subterraneus</i>, Gasparobythus <i>tergestinus</i>, <i>Machaerites cognatus</i>, <i>M. croaticus</i>, <i>M. curvistylus</i>, <i>M. intermedius</i>, <i>M. mekotiensis</i>, <i>M. novissimus</i>, <i>M. ravasinii</i>, <i>M. spelaeus</i>, Pauperobythus <i>globuliventris</i>, <i>Tychobythinus croaticus</i></p> |
| 2 | <p>Carabidae: <i>Adriaphaenops antroherponomimus</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. stirni</i>, <i>A. zupcensis</i>, Aphaenopsis <i>apfelbecki</i>, <i>A. pfeiferi</i>, Dalmataphaenops <i>chiarae</i>, <i>Duvalius brevipilosus</i>, <i>D. erichsoni</i>, <i>D. lucidus</i>, <i>D. schatzmayri</i>, <i>D. semecensis</i>, <i>D. winneguthi</i>, <i>Javorella javorensis</i>, <i>Lovricia aenigmatica</i>, <i>Neotrechus augustae</i>, <i>N. hilfi</i>, <i>N. ivicensis</i>, <i>N. lupoglavensis</i>, <i>N. muharnicensis</i>, <i>N. noesskei</i>, <i>N. otonis</i>, <i>N. paganettii</i>, <i>N. parvicollis</i>, <i>N. setniki</i>, <i>N. silvaticus</i>, <i>N. speluncarius</i>, <i>N. striatipennis</i>, Rascioduvalius <i>stopicensis</i>, Scotoplanetes <i>arenstorffianus</i></p> <p>Cholevidae: Radziella <i>styx</i>, Roubaliella <i>biokovensis</i>, Serbopholeuonopsis <i>cvijici</i>, Setnikia <i>leonhardi</i>, <i>Spelaebates bachofeni</i>, <i>S. czernyi</i>, <i>S. kraussi</i>, <i>S. peneckeii</i>, <i>S. pharensis</i>, Spelaetes <i>grabowskii</i>, <i>Speonesiotes brachycerus</i>, <i>S. gobanzi</i>, <i>S. hummleri</i>, <i>S. issensis</i>, <i>S. koritoensis</i>, <i>S. matchai</i>, <i>S. mulleri</i>, <i>S. paganettii</i>, <i>S. rambouseki</i>, <i>S. remyi</i>, <i>S. schweitzeri</i>, <i>S. septentrionalis</i>, <i>S. spalacis</i>, Speoplanes <i>giganteus</i>, Tartariella <i>durmitorensis</i>, Zariquieyella <i>biokovensis</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Bryaxis issensis</i>, Nonveilleria <i>lepida</i>, <i>N. romani</i>, Seracamaurops <i>grandis</i>, Thaumastocephalus <i>folliculipalpus</i>, Troglamaurops <i>ganglbaueri</i>, <i>T. leptoderinus</i>, <i>T. scheibeli</i>, <i>Tychobythinus neumanni</i></p> |

Pri razdelitvi vrst v dve skupini se je vanju porazdelilo 77,9 % vseh vrst na območju (Pregl. 20). Razlikujemo severnodinarsko skupino, v katero sta vključena tudi slovenski in italijanski del Alp, ter jugovzhodno dinarsko skupino, ki se razporeja po srednji Dalmaciji, južni, zahodni in jugozahodni BIH ter severozahodnem delu Črne Gore (Sl. 48).

Ko smo vrste delili v štiri skupine, se je v eno izmed njih razporedilo 88 % vseh vrst (Pregl. 21). Vrste so se razvrstile v severnodinarsko skupino in jugovzhodno dinarsko skupino ter v skupino na italijanskem delu Alp in v skupino v osrednjem delu Dinaridov (Sl. 49).

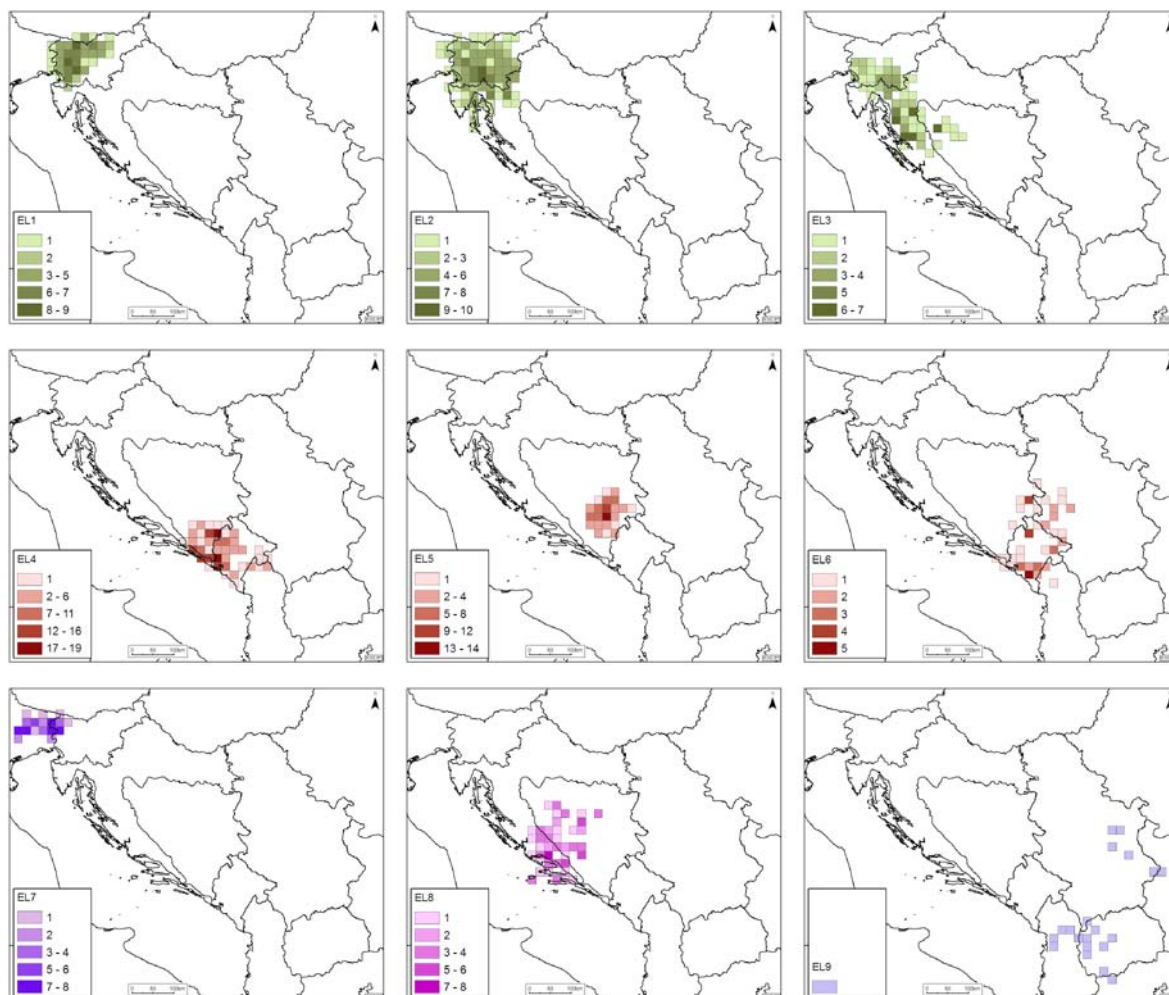
Preglednica 21: Vrstna sestava štirih skupin (EL1–4, glej Sl. 49), v katera smo delili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju. Poudarjeno so označeni rodovi, katerih vse troglobiotske vrste so del ene skupine.

Table 21: Species of four groups (EL1 – 4, see Fig. 49), into which we were separating troglobiotic beetles in wider research area. Bold are the genera, of which all troglobiotic species belong to the same group.

| EL. | Vrste |
|-----|---|
| 1 | <p>Carabidae: <i>Anopthalmus aidovskanus</i>, <i>A. alphonsi</i>, <i>A. amplus</i>, <i>A. bernhaueri</i>, <i>A. besnicensis</i>, <i>A. bohiniensis</i>, <i>A. bojani</i>, <i>A. bukoveci</i>, <i>A. capillatus</i>, <i>A. daffneri</i>, <i>A. driolii</i>, <i>A. egonis</i>, <i>A. erebus</i>, <i>A. fallaciosus</i>, <i>A. hauckei</i>, <i>A. heteromorphus</i>, <i>A. hirtus</i>, <i>A. hitleri</i>, <i>A. jalzici</i>, <i>A. kerteszi</i>, <i>A. kofleri</i>, <i>A. maderi</i>, <i>A. mayeri</i>, <i>A. micklitzii</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. ravasini</i>, <i>A. sanctaeluciae</i>, <i>A. schaumii</i>, <i>A. schmidtii</i>, <i>A. severi</i>, <i>A. spectabilis</i>, <i>Aphaenopidius</i> <i>kamnikensis</i>, <i>A. treulandi</i>, <i>Croatotrechus</i> <i>tvrtkovici</i>, <i>Duvalius exaratus</i>, <i>D. langhofferi</i>, <i>D. springeri</i>, <i>Orotrechus carinthiacus</i>, <i>O. globulipennis</i>, <i>O. haraldi</i>, <i>O. koflerianus</i>, <i>O. lucensis</i>, <i>O. muellerianus</i>, <i>O. novaki</i>, <i>O. slapniki</i></p> <p>Cholevidae: <i>Aphaobiella</i> <i>budnarlipoglavseki</i>, <i>A. mlejniki</i>, <i>A. tisnicensis</i>, <i>Aphaobius</i> <i>heydeni</i>, <i>A. milleri</i>, <i>A. mullerianus</i>, <i>Bathyscimorphus</i> <i>adriaticus</i>, <i>B. byssinus</i>, <i>B. croaticus</i>, <i>B. globosus</i>, <i>B. kladniki</i>, <i>B. likanensis</i>, <i>B. posarinii</i>, <i>B. pretneri</i>, <i>B. sagarum</i>, <i>B. serkoi</i>, <i>B. slavkoi</i>, <i>B. trifurcates</i>, <i>B. uskokensis</i>, <i>Bathysciotes</i> <i>khevenhuelleri</i>, <i>Ceuthmonocharis</i> <i>freyeri</i>, <i>C. matjasici</i>, <i>C. netolitzky</i>, <i>C. pusillus</i>, <i>C. robici</i>, <i>Croatodirus bozicevici</i>, <i>C. ozimeci</i>, <i>Leptodirus</i> <i>hochenwarti</i>, <i>Lotharia</i> <i>angulicollis</i>, <i>Oryotus micklitzii</i>, <i>O. raduhensis</i>, <i>O. schmidtii</i>, <i>Pretereria latitarsis</i>, <i>Prospelaobates</i> <i>bognoloi</i>, <i>P. brelihi</i>, <i>P. vrezeci</i>, <i>Spelaodromus sneznikensis</i>, <i>Sphaerobathyscia</i> <i>hoffmanni</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Bryaxis crepsensis</i>, <i>Bythoxenus subterraneus</i>, <i>Gasparobythus</i> <i>tergestinus</i>, <i>Machaerites cognatus</i>, <i>M. croaticus</i>, <i>M. curvistylus</i>, <i>M. intermedius</i>, <i>M. mekotiensis</i>, <i>M. novissimus</i>, <i>M. ravasini</i>, <i>M. spelaeus</i>, <i>Pauperobythus</i> <i>globuliventris</i>, <i>Tychobythinus croaticus</i></p> |
| 2 | <p>Carabidae: <i>Adriaphaenops</i> <i>antroherponomimus</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. staudacheri</i>, <i>A. stirni</i>, <i>A. zupcensis</i>, <i>Aphaenopsis</i> <i>apfelbecki</i>, <i>A. pfeiferi</i>, <i>Duvalius brevipilosus</i>, <i>D. semecensis</i>, <i>D. winneguthi</i>, <i>Javorella</i> <i>javorensis</i>, <i>Neotrechus augustae</i>, <i>N. hilfi</i>, <i>N. ivicensis</i>, <i>N. lonae</i>, <i>N. lupoglavensis</i>, <i>N. noesskei</i>, <i>N. ottonis</i>, <i>N. paganettii</i>, <i>N. parvicollis</i>, <i>N. setniki</i>, <i>N. silvaticus</i>, <i>N. speluncarius</i>, <i>N. striatipennis</i>, <i>N. suturalis</i>, <i>Rascioduvalius</i> <i>stopicensis</i>, <i>Scotoplanetes</i> <i>arenstorffianus</i></p> <p>Cholevidae: <i>Anillocharis</i> <i>hawelkai</i>, <i>A. ottonis</i>, <i>A. stenopterus</i>, <i>A. tenuilimbatus</i>, <i>Antroherpon</i> <i>absoloni</i>, <i>A. apfelbecki</i>, <i>A. charon</i>, <i>A. cylindricollis</i>, <i>A. elongatum</i>, <i>A. erebus</i>, <i>A. ganglbaueri</i>, <i>A. garbellii</i>, <i>A. gueorguievi</i>, <i>A. harbichi</i>, <i>A. hoermanni</i>, <i>A. hossei</i>, <i>A. latipenne</i>, <i>A. matulici</i>, <i>A. matzenaueri</i>, <i>A. piesbergeni</i>, <i>A. pozi</i>, <i>A. primitivum</i>, <i>A. pygmaeum</i>, <i>A. scutulatum</i>, <i>A. stenocephalum</i>, <i>A. subalpinum</i>, <i>A. taxi</i>, <i>A. weiratheri</i>, <i>A. winneguthi</i>, <i>A. zariquievi</i>, <i>Antrosedes speluncarius</i>, <i>Apholeuonus</i> <i>leonhardi</i>, <i>A. longicollis</i>, <i>A. nudus</i>, <i>Bathyscidius</i> <i>remyi</i>, <i>B. tristiculus</i>, <i>Blattochaeta</i> <i>hawelkai</i>, <i>B. marianii</i>, <i>B. matchai</i>, <i>B. montenegrina</i>, <i>B. remyi</i>, <i>Blattodromus</i> <i>herculeanus</i>, <i>Charonites</i> <i>matzenaueri</i>, <i>C. orlovacensis</i>, <i>C. scheibeli</i>, <i>C. weiratheri</i>, <i>C. zoppai</i>, <i>Hadesia</i> <i>asamo</i>, <i>H. lakotai</i>, <i>H. vasiceki</i>, <i>H. weiratheri</i>, <i>Icharonia</i> <i>leonhardiana</i>, <i>Laneyriella andrijevicensis</i>, <i>L. ganglbaueri</i>, <i>L. matchai</i>, <i>L. scutarensis</i>, <i>L. stussineri</i>, <i>Leonhardella angulicollis</i>, <i>L. antennaria</i>, <i>L. jeanneli</i>, <i>L. montenegrina</i>, <i>L. roseni</i>, <i>L. setnikana</i>, <i>L. setniki</i>, <i>Leptomesson loreki</i>, <i>L. svircevi</i>, <i>Magdelainella</i> <i>bozidarcurcici</i>, <i>M. hussoni</i>, <i>M. kauti</i>, <i>M. serbica</i>, <i>Nauticiella</i> <i>stygivaga</i>, <i>Parantrophilon</i> <i>spelaebatoides</i>, <i>Pholeuonella</i> <i>bosnicola</i>, <i>P. erberi</i>, <i>Pholeuonopsis ganglbaueri</i>, <i>P. grabowskii</i>, <i>P. intermedius</i>, <i>P. magdelainei</i>, <i>P. pfeiferi</i>, <i>P. spaethi</i>, <i>P. weiratheri</i>, <i>Proleonhardella</i> <i>adolphi</i>, <i>P. apfelbecki</i>, <i>P. hirtella</i>, <i>P. leonhardi</i>, <i>P. matzenaueri</i>, <i>P. neumanni</i>, <i>P. remyi</i>, <i>P. weiratheri</i>, <i>Protobracharthron</i> <i>reitteri</i>, <i>Remyella</i> <i>scaphoides</i>, <i>Serbopholeuonopsis</i> <i>cvjijci</i>, <i>Setnikia</i> <i>leonhardi</i>, <i>Speonesiotes brachycerus</i>, <i>S. dorotkanus</i>, <i>S. gobanzi</i>, <i>S. hummleri</i>, <i>S. koritoensis</i>, <i>S. laticollis</i>, <i>S. lonai</i>, <i>S. matchai</i>, <i>S. mulleri</i>, <i>S. narentinus</i>, <i>S. pretneri</i>, <i>S. rambouseki</i>, <i>S. reissi</i>, <i>S. remyi</i>, <i>S. schweitzeri</i>, <i>S. scutariensis</i>, <i>S. septentrionalis</i>, <i>Tartariella</i> <i>durmitorensis</i>, <i>Weiratheria</i> <i>bocki</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Seracamaurops</i> <i>grandis</i>, <i>Troglamaurops ganglbaueri</i>, <i>T. scheibeli</i>, <i>Tychobythinus neumanni</i></p> |
| 3 | <p>Carabidae: <i>Anopthalmus baratellii</i>, <i>A. fabbrii</i>, <i>A. gridellii</i>, <i>A. haraldianus</i>, <i>A. kahleni</i>, <i>A. leander</i>, <i>A. manhartensis</i>, <i>A. meggiorai</i>, <i>A. paciuchensis</i>, <i>A. seppenhofferi</i>, <i>A. tolminensis</i>, <i>Orotrechus forojulensis</i>, <i>O. gigas</i>, <i>O. holdhausi</i>, <i>O. jamae</i>, <i>O. puchneri</i>, <i>O. robustus</i>, <i>O. schwienbacheri</i>, <i>O. torretassoi</i>, <i>O. venetianus</i></p> <p>Cholevidae: <i>Aphaotus</i> <i>cadamuroi</i>, <i>Cansiliella</i> <i>servadeii</i>, <i>C. tonielloi</i>, <i>Orostygia amicorum</i>, <i>O. doderoi</i>, <i>O. moczarskii</i>, <i>O. pampaninii</i>, <i>O. pretneri</i>, <i>O. rossi</i>, <i>Oryotus ausmeieri</i>, <i>O. dreoni</i>, <i>O. indentatus</i>, <i>O. ravasini</i>, <i>Pretereria metkai</i>, <i>P. saulii</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Bryaxis casalei</i>, <i>Bythoxenus italicus</i></p> |
| 4 | <p>Carabidae: <i>Dalmataphaenops</i> <i>chiarae</i>, <i>Duvalius erichsoni</i>, <i>D. lucidus</i>, <i>D. neumanni</i>, <i>D. novaki</i>, <i>D. schatzmayri</i>, <i>Lovricia</i> <i>aenigmatica</i>, <i>L. jalzici</i>, <i>Neotrechus muharnicensis</i>, <i>Spelaedytes</i> <i>mirabilis</i></p> <p>Cholevidae: <i>Adelopidius</i> <i>boksevicensis</i>, <i>A. bufonis</i>, <i>A. kuchtai</i>, <i>A. neumanni</i>, <i>A. ovatus</i>, <i>A. sequensi</i>, <i>A. weiratherianus</i>, <i>Anisoscapha</i> <i>klimeschi</i>, <i>Antrosedes longicollis</i>, <i>Apholeuonus absoloni</i>, <i>A. insignis</i>, <i>Augustia</i> <i>weiratheri</i>, <i>Bathysciopsis</i> <i>sternalis</i>, <i>Dalmatiola</i> <i>curzolensis</i>, <i>Delemania</i> <i>pretneri</i>, <i>Haplotropidius</i> <i>cadeki</i>, <i>H. mariani</i>, <i>H. pubescens</i>, <i>H. taxi</i>, <i>H. vranensis</i>, <i>Katobatzon</i> <i>antennarium</i>, <i>Laneyriella staudacheri</i>, <i>Leonhardia</i> <i>delminiumica</i>, <i>L. droveniki</i>, <i>L. hilfi</i>, <i>L. reitteri</i>, <i>Leptomesson dombrowskii</i>, <i>L. leonhardi</i>, <i>Parapropus brevicollis</i>, <i>P. ganglbaueri</i>, <i>P. insignis</i>, <i>P. neumanni</i>, <i>P. nonveilleri</i>, <i>P. pfeiferi</i>, <i>Radziella</i> <i>styx</i>,</p> |

| EL. | Vrste |
|-----|---|
| | Roubaliella <i>biokovensis</i> , <i>Spelaebates bachofeni</i> , <i>S. czernyi</i> , <i>S. kraussi</i> , <i>S. peneckeii</i> , <i>S. pharensis</i> , Spelaetes <i>grabowskii</i> , <i>Speonesiotes issensis</i> , <i>S. spalacis</i> , Speoplanes <i>giganteus</i> , Zariquiyella <i>biokovensis</i> Pselaphidae : <i>Bryaxis issensis</i> , Nonveilleria <i>romani</i> , Thaumastocephalus <i>folliculipalpus</i> , <i>Troglamaurops leptoderinus</i> |

Pri razporeditvi vrst v devet skupin (Sl. 50) se je vanje razporedilo 96,6 % vseh troglobiotskih vrst (Pregl. 22). Vrste so se razvrstile v manjša območja, od katerih se nekatera prekrivajo. Kljub temu sta skupini v italijanskih Alpah in v osrednjem delu Dinaridov taki, kot smo ju dobili pri razdelitvi v štiri skupine. Kot ločena skupina so se združile vrste v severozahodnem delu Dinaridov. Poleg tega v Sloveniji obstajata še dve skupini, ki se med seboj prekrivata, obe pa zavzemata Alpe in del Dinaridov. Tudi na jugovzhodnem delu dobimo več manjših skupin, ki se med seboj prekrivajo. Vrste vzhodne Srbije in Makedonije se razporejajo v ločeno skupino.



Slika 50: Geografski položaj devetih skupin (označenih z EL1–9), v katere smo po podobnosti arealov razdelili troglobiotske hrošče. Prikazali smo tudi razporeditev števila vrst vsake skupine.

Figure 50: Geographical position of the nine groups (marked EL1–9), that troglobiotic beetles were delimited to according to similarities of their ranges. For every group distribution of number of species is presented.

Preglednica 22: Vrstna sestava devetih skupin (EL1–9, glej Sl. 50), v katera smo delili troglobiotske hrošče na širšem raziskovanem območju. Poudarjeno so označeni rodovi, katerih vse troglobiotske vrste so del ene skupine.

Table 22: Species of nine groups (EL1–9, see Fig. 50), into which we were separating troglobiotic beetles in wider research area. Bold are the genera, of which all troglobiotic species belong to the same group.

| EL. | Vrste |
|-----|---|
| 1 | <p>Carabidae: <i>Anopthalmus alphonsi</i>, <i>A. amplus</i>, <i>A. bernhaueri</i>, <i>A. besnicensis</i>, <i>A. bohiniensis</i>, <i>A. bojani</i>, <i>A. bukoveci</i>, <i>A. daffneri</i>, <i>A. driolii</i>, <i>A. egonis</i>, <i>A. erebus</i>, <i>A. fallaciosus</i>, <i>A. hauckei</i>, <i>A. hitleri</i>, <i>A. kofleri</i>, <i>A. mayeri</i>, <i>A. micklitzii</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. ravasini</i>, <i>A. sanctaeluciae</i>, <i>A. severi</i>, <i>A. spectabilis</i>, <i>Aphaenopidius</i> <i>kamnicensis</i>, <i>A. treulandi</i>, <i>Duvalius springeri</i>, <i>Orotrechus carinthiacus</i>, <i>O. haraldi</i>, <i>O. koflerianus</i>, <i>O. lucensis</i>, <i>O. muellerianus</i>, <i>O. novaki</i>, <i>O. slapniki</i></p> <p>Cholevidae: <i>Aphaobiella</i> <i>budnarlipoglavseki</i>, <i>A. mlejneki</i>, <i>A. tiscnensis</i>, <i>Aphaobius heydeni</i>, <i>A. mullerianus</i>, <i>Bathyscimorphus adriaticus</i>, <i>B. globosus</i>, <i>B. kladniki</i>, <i>B. posarinii</i>, <i>B. pretneri</i>, <i>B. sagarum</i>, <i>Ceuthmonocharis freyeri</i>, <i>C. pusillus</i>, <i>C. robici</i>, <i>Lotharia</i> <i>angulicollis</i>, <i>Oryotus micklitzii</i>, <i>O. raduhensis</i>, <i>O. schmidtii</i>, <i>Pretneria latitarsis</i>, <i>Prospelaebates vrezeci</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Gasparobythus</i> <i>tergestinus</i>, <i>Machaerites ravasini</i></p> |
| 2 | <p>Carabidae: <i>Anopthalmus aidovskanus</i>, <i>A. capillatus</i>, <i>A. heteromorphus</i>, <i>A. hirtus</i>, <i>A. jalzici</i>, <i>A. kerteszi</i>, <i>A. maderi</i>, <i>A. schaumii</i>, <i>A. schmidtii</i>, <i>Croatotrechus</i> <i>tvrtkovici</i>, <i>Duvalius exaratus</i>, <i>D. langhofferi</i></p> <p>Cholevidae: <i>Aphaobius milleri</i>, <i>Bathyscimorphus byssinus</i>, <i>B. croaticus</i>, <i>B. serkoi</i>, <i>B. slavkoi</i>, <i>B. trifurcatus</i>, <i>B. uskokensis</i>, <i>Bathysciotes</i> <i>khevenhuelleri</i>, <i>Ceuthmonocharis matjasici</i>, <i>C. netolitzky</i>, <i>Croatodirus bozicevici</i>, <i>C. ozimeci</i>, <i>Prospelaebates bognoi</i>, <i>P. brelihi</i>, <i>Spelaodromus sneznicensis</i>, <i>Sphaerobathyscia hoffmanni</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Bryaxis crepsensis</i>, <i>Bythoxenus subterraneus</i>, <i>Machaerites cognatus</i>, <i>M. croaticus</i>, <i>M. curvistylus</i>, <i>M. intermedius</i>, <i>M. mekotiensis</i>, <i>M. novissimus</i>, <i>M. spelaeus</i></p> |
| 3 | <p>Carabidae: <i>Duvalius eurydice</i>, <i>D. neumanni</i>, <i>D. opermanni</i>, <i>D. styx</i>, <i>Typhlotrechus velebiticus</i></p> <p>Cholevidae: <i>Astagobius angustatus</i>, <i>A. hadzii</i>, <i>Bathyscimorphus likanensis</i>, <i>Bathysciopsis</i> <i>sternalis</i>, <i>Croatodirus casalei</i>, <i>Leptodirus</i> <i>hochenwarty</i>, <i>Parapropus brevicollis</i>, <i>P. neumanni</i>, <i>P. sericeus</i>, <i>Redensekia</i> <i>likana</i>, <i>Spelaebates novaki</i>, <i>Spelaodromus pluto</i>, <i>Velebitodromus</i> <i>smidai</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Machaerites udrzali</i>, <i>Tychobythinus croaticus</i></p> |
| 4 | <p>Carabidae: <i>Adriaphaenops antroherponomimus</i>, <i>A. pretneri</i>, <i>A. stirni</i>, <i>Neotrechus noesskei</i>, <i>N. ottonis</i>, <i>N. paganettii</i>, <i>N. parvicollis</i>, <i>N. hilfi</i>, <i>N. setniki</i>, <i>N. silvaticus</i>, <i>N. speluncarius</i>, <i>N. striatipennis</i>, <i>N. suturalis</i>, <i>Scotoplanetes</i> <i>arenstorffianus</i></p> <p>Cholevidae: <i>Anillocharis</i> <i>hawelkai</i>, <i>A. ottonis</i>, <i>A. stenopterus</i>, <i>A. tenuilimbatus</i>, <i>Antroherpon apfelbecki</i>, <i>A. elongatum</i>, <i>A. gueorguievi</i>, <i>A. hossei</i>, <i>A. latipenne</i>, <i>A. matulici</i>, <i>A. matzenaueri</i>, <i>A. piesbergeni</i>, <i>A. primitivum</i>, <i>A. scutulatum</i>, <i>A. taxi</i>, <i>Blattochaeta hawelkai</i>, <i>B. marianii</i>, <i>B. matchai</i>, <i>B. montenegrina</i>, <i>Blattodromus</i> <i>herculeanus</i>, <i>Hadesia</i> <i>asamo</i>, <i>H. lakotai</i>, <i>H. vasiceki</i>, <i>H. weiratheri</i>, <i>Laneyriella matchai</i>, <i>L. stussineri</i>, <i>Leonhardella angulicollis</i>, <i>L. montenegrina</i>, <i>L. roseni</i>, <i>L. setniki</i>, <i>Nauticiella</i> <i>stygivaga</i>, <i>Parantrophilon</i> <i>spelaebatooides</i>, <i>Pholeuonella erberi</i>, <i>Pholeuonopsis spaethi</i>, <i>Speonesiotes brachycerus</i>, <i>S. hummleri</i>, <i>S. koritoensis</i>, <i>S. matchai</i>, <i>S. mulleri</i>, <i>S. rambouseki</i>, <i>S. remyi</i>, <i>S. schweitzeri</i>, <i>S. septentrionalis</i></p> <p>Pselaphidae: <i>Nonveilleria lepida</i>, <i>Seracamaurops</i> <i>grandis</i>, <i>Troglamaurops ganglbaueri</i>, <i>T. scheibeli</i>, <i>Tychobythinus neumanni</i></p> |
| 5 | <p>Carabidae: <i>Aphaenopsis</i> <i>apfelbecki</i>, <i>A. pfeiferi</i>, <i>Duvalius brevipilosus</i>, <i>D. winneguthi</i>, <i>Neotrechus ivicensis</i>, <i>N. lupoglavensis</i></p> <p>Cholevidae: <i>Adelopidius</i> <i>boksevicensis</i>, <i>Antroherpon charon</i>, <i>A. cylindricollis</i>, <i>A. erebus</i>, <i>A. ganglbaueri</i>, <i>A. harbichi</i>, <i>A. hoermanni</i>, <i>A. pozi</i>, <i>A. pygmaeum</i>, <i>A. stenocephalum</i>, <i>A. subalpinum</i>, <i>A. weiratheri</i>, <i>A. winneguthi</i>, <i>Antrosedes speluncarius</i>, <i>Apholeuonus longicollis</i>, <i>A. nudus</i>, <i>Charonites</i> <i>matzenaueri</i>, <i>C. orlovacensis</i>, <i>C. scheibeli</i>, <i>C. weiratheri</i>, <i>C. zoppai</i>, <i>Icharonia</i> <i>leonhardiana</i>, <i>Leonhardella setnikana</i>, <i>Leptomeson loreki</i>, <i>L. svircevi</i>, <i>Pholeuonella bosnicola</i>, <i>Pholeuonopsis ganglbaueri</i>, <i>P. grabowskii</i>, <i>P. intermedius</i>, <i>P. pfeiferi</i>, <i>Proleonhardella adolfi</i>, <i>P. apfelbecki</i>, <i>P. leonhardi</i>, <i>P. matzenaueri</i>, <i>Protobracharthron</i> <i>reitteri</i>, <i>Setnikia</i> <i>leonhardi</i></p> |
| 6 | <p>Carabidae: <i>Adriaphaenops staudacheri</i>, <i>A. zupcensis</i>, <i>Duvalius semecensis</i>, <i>Javorella</i> <i>javorensis</i>, <i>J. suvoborensis</i>, <i>Neotrechus augustae</i>, <i>N. lonae</i>, <i>Rascioduvalius</i> <i>stopicensis</i>, <i>Serboduvalius</i> <i>dragacevensis</i>, <i>S. starivlahi</i></p> <p>Cholevidae: <i>Antroherpon absoloni</i>, <i>A. garbellii</i>, <i>A. zariquieyi</i>, <i>Apholeuonus leonhardi</i>, <i>Bathyscidius remyi</i>, <i>Blattochaeta remyi</i>, <i>Laneyriella andrijevicensis</i>, <i>L. ganglbaueri</i>, <i>L. scutarensis</i>, <i>Leonhardella antennaria</i>, <i>L. jeanneli</i>, <i>Magdelainella</i> <i>bozidarcurcici</i>, <i>M. hussoni</i>, <i>M. kauti</i>, <i>M. serbica</i>, <i>Pholeuonopsis magdelainei</i>, <i>P. weiratheri</i>, <i>Proleonhardella</i> <i>hirtella</i>, <i>P. neumanni</i>, <i>P. remyi</i>, <i>P. weiratheri</i>, <i>Remyella</i> <i>scaphoides</i>, <i>Serbopholeuonopsis</i> <i>cvijici</i>, <i>Speonesiotes dorotkanus</i>, <i>S. laticollis</i>, <i>S. lonai</i>, <i>S. pretneri</i>, <i>Speonesiotes reissi</i>, <i>S. scutariensis</i>, <i>Tartariella</i> <i>durmitorensis</i>, <i>Weiratheria</i> <i>bocki</i></p> |
| 7 | <p>Carabidae: <i>Anopthalmus baratellii</i>, <i>A. fabbrii</i>, <i>A. gridellii</i>, <i>A. haraldianus</i>, <i>A. kahleni</i>, <i>A. leander</i>, <i>A. manhartensis</i>, <i>A. meggiorai</i>, <i>A. paciuchensis</i>, <i>A. seppenhofferi</i>, <i>A. tolminensis</i>, <i>Orotrechus forojulensis</i>, <i>O.</i></p> |

| EL. | Vrste |
|-----|--|
| | <p><i>gigas</i>, <i>O. holdhausi</i>, <i>O. jamae</i>, <i>O. puchneri</i>, <i>O. robustus</i>, <i>O. schwienbacheri</i>, <i>O. torretassoi</i>, <i>O. venetianus</i> Cholevidae: <i>Aphaotus cadamuroi</i>, <i>Cansiliella servadeii</i>, <i>C. tonielloi</i>, <i>Orostygia amicornum</i>, <i>O. doderoi</i>, <i>O. moczarskii</i>, <i>O. pampaninii</i>, <i>O. pretneri</i>, <i>O. rossi</i>, <i>Oryotus ausmeieri</i>, <i>O. dreoni</i>, <i>O. indentatus</i>, <i>O. ravasinii</i>, <i>O. tragoniae</i>, <i>Pretneria metkae</i>, <i>P. saulii</i> Pselaphidae: <i>Bryaxis casalei</i>, <i>Bythoxenus italicus</i></p> |
| 8 | <p>Carabidae: <i>Dalmataphaenops chiarae</i>, <i>Duvalius erichsoni</i>, <i>D. lucidus</i>, <i>D. novaki</i>, <i>D. schatzmayri</i>, <i>Lovricia aenigmatica</i>, <i>L. jalzici</i>, <i>Neotrechus muharnicensis</i>, <i>Spelaeodytes mirabilis</i> Cholevidae: <i>Adelopidius bufonis</i>, <i>A. kuchtai</i>, <i>A. neumanni</i>, <i>A. ovatus</i>, <i>A. sequensi</i>, <i>A. weiratherianus</i>, <i>Anisoscapha klimeschi</i>, <i>Antrosedes longicollis</i>, <i>Apholeuonus absoloni</i>, <i>A. insignis</i>, <i>Augustia weiratheri</i>, <i>Dalmatiola curzolenis</i>, <i>Deelemania pretneri</i>, <i>Haplotropidius cadeki</i>, <i>H. mariani</i>, <i>H. pubescens</i>, <i>H. taxi</i>, <i>H. vranensis</i>, <i>Katobatizon antennarium</i>, <i>Laneyriella staudacheri</i>, <i>Leonhardia delminiumica</i>, <i>L. droveniki</i>, <i>L. hilfi</i>, <i>L. reitteri</i>, <i>Leptomeson dombrowskii</i>, <i>L. leonhardi</i>, <i>Parapropus ganglbaueri</i>, <i>P. insignis</i>, <i>P. nonveilleri</i>, <i>P. pfeiferi</i>, <i>Radziella styx</i>, <i>Roubaliella biokovenski</i>, <i>Spelaeobates bachofeni</i>, <i>S. czerny</i>, <i>S. kraussi</i>, <i>S. penecke</i>, <i>S. pharensis</i>, <i>Spelaetes grabowskii</i>, <i>Speonesiotes issensis</i>, <i>S. spalacis</i>, <i>Speoplanes giganteus</i>, <i>Zariquiyella biokovenski</i> Pselaphidae: <i>Bryaxis issensis</i>, <i>Nonveilleria romani</i>, <i>Thaumastocephalus folliculipalpus</i>, <i>Troglamauropus leptoderinus</i></p> |
| 9 | <p>Carabidae: <i>Albanotrechus beroni</i>, <i>Curcicia bolei</i>, <i>Duvalius gogalai</i>, <i>D. stankovitchi</i>, <i>D. winkleri</i>, <i>Pheggomisetes globiceps</i> Cholevidae: <i>Albaniola merditana</i>, <i>A. moravec</i>, <i>A. rambouseki</i>, <i>A. ulbrichi</i>, <i>Albanodirus beroni</i>, <i>Ceuthophyes bischoffi</i>, <i>C. bukoviki</i>, <i>C. karamani</i>, <i>C. lazarepolensis</i>, <i>Hussonela prouzai</i>, <i>H. ovata</i>, <i>Laneyriella milotana</i>, <i>Leptostagus babunae</i>, <i>Petkovskiella stygius</i>, <i>Purkynella rambouseki</i></p> |

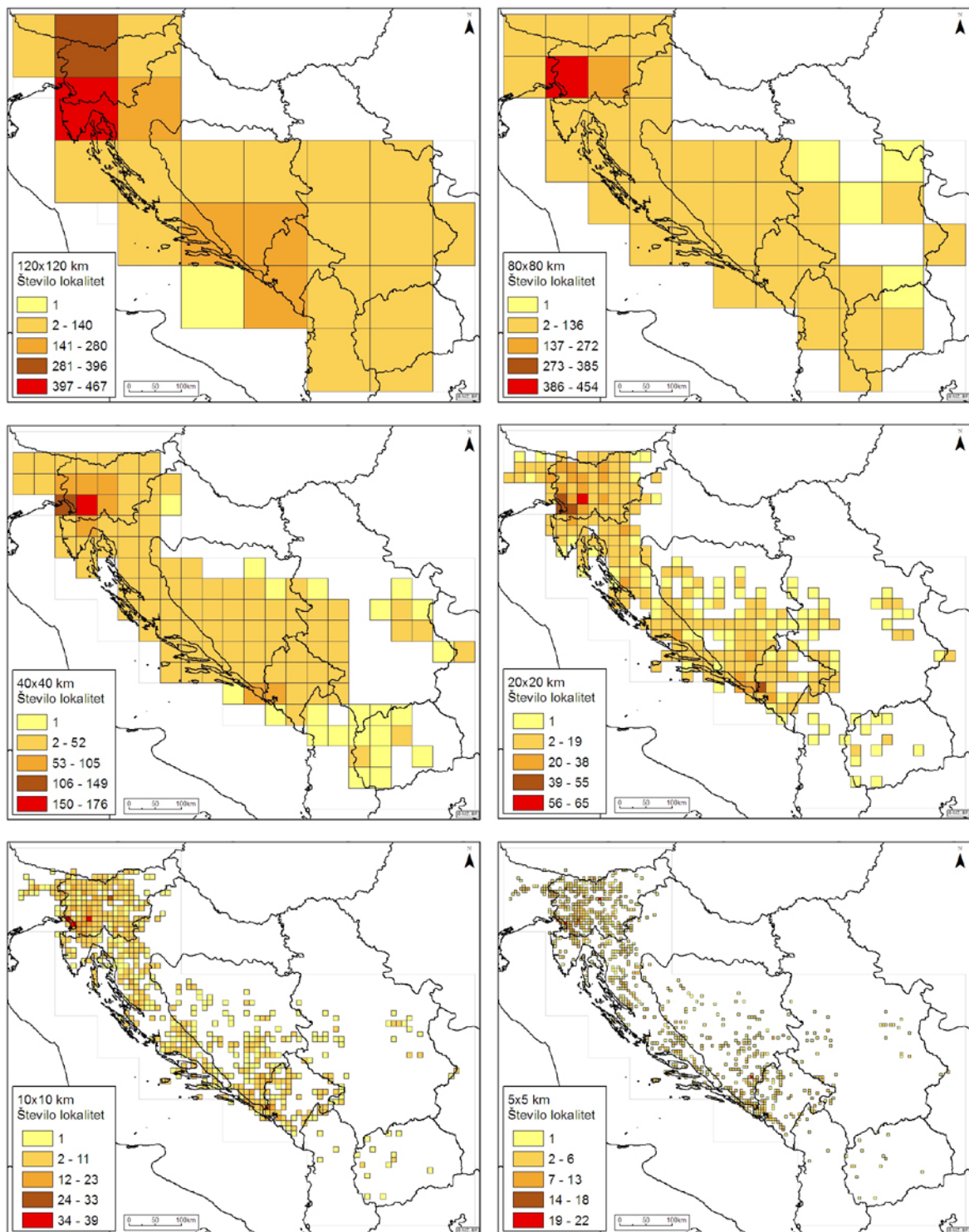
3.4 RAZLAGE VZORCEV BIODIVERZITETE

3.4.1 Vpliv vzorčenja na vzorce biodiverzitete

3.4.1.1 Vpliv vzorčenja pri različnih velikostih mreže

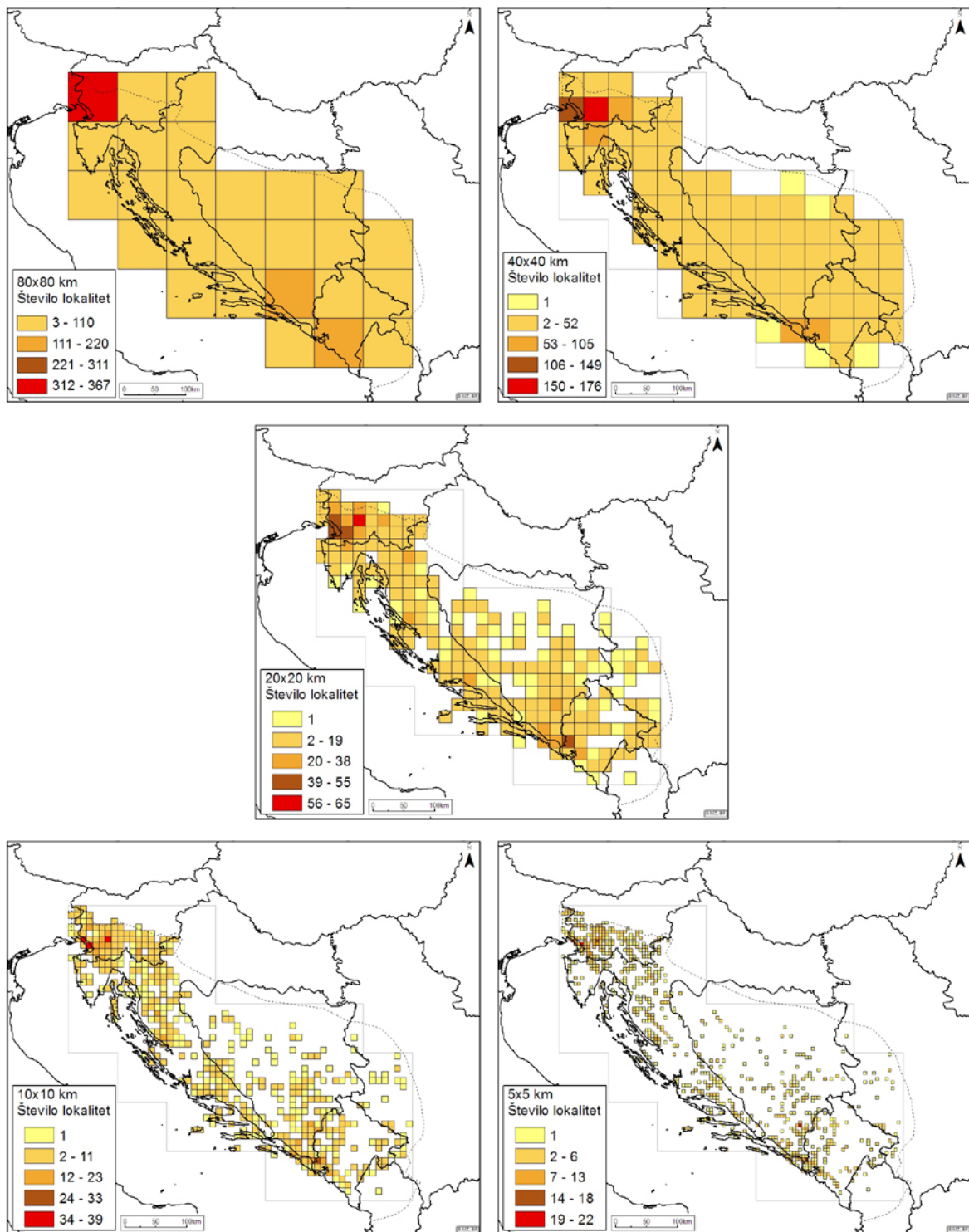
Kvadrati, kjer je največje število podzemnih lokalitet z najdbami hroščev, so pri vseh velikostih mreže na severozahodu Dinaridov (Sl. 51, 52). Pri mreži 80x80 km je v enem kvadratu število lokalitet tako veliko, da se naslednji kvadrat po številu lokalitet uvrsti šele v tretji razred. Pri manjših mrežah po številu vzorčenih lokalitet izstopijo tudi kvadrati na jugovzhodnem delu Dinaridov.

Severozahodni del raziskovanega območja je bolje povzorčen kot preostali deli. Večja območja, od koder nimamo podatkov za nobeno podzemno lokaliteto, so v zahodnih delih Bosne in Hercegovine ter v predelih srednje Dalmacije.



Slika 51: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči na širšem raziskovanem območju pri različnih velikostih mreže. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen najmanj na 3 km natančno.

Figure 51: Distribution of number of localities at different grid sizes which covered the wider research area. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered.



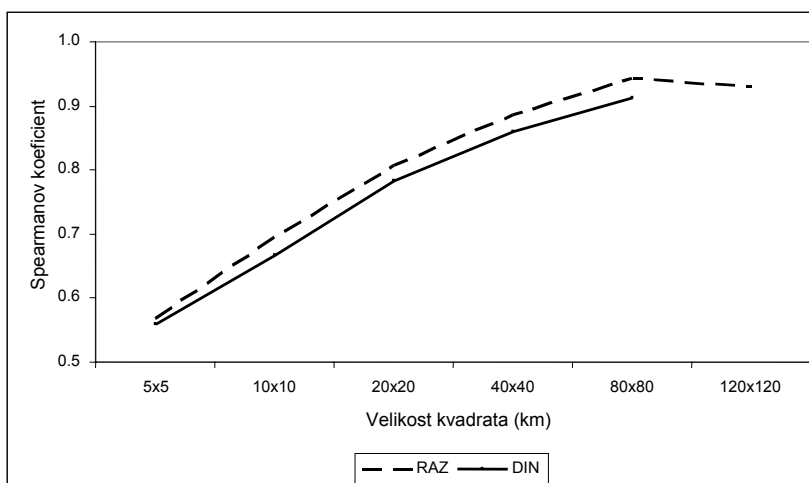
Slika 52: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči na Dinarskem območju pri različnih velikostih mreže. Upoštevan je bil prvi nabor podatkov, kjer je položaj lokalitet določen najmanj na 3 km natančno.
Figure 52: Distribution of number of localities at different grid sizes which covered the Dinaric area. Only localities with at least 3 km positional accuracy were considered.

Korelacija med številom vrst in številom lokalitet je z večanjem velikosti kvadratov naraščala (Pregl 23, Sl. 53). Najnižja je pri najmanjši mreži 5x5 km, najvišja pa pri kvadratih velikih 80x80 km, ko se zelo približa vrednosti 1. Pri največji mreži pa je nekoliko padla.

Preglednica 23: Spearmanov korelacijski koeficient med številu vrst troglobiotskih hroščev in številu povzročeni podzemnih lokalitet na kvadrat pri različno velikih mrežah.

Table 23: Spearman's correlation coefficients between number of troglobiotic beetle species and numbers of sampled localities per quadrates at different grid sizes.

| Mreža (km) | Širše raziskovano območje | Dinarsko območje |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 120x120 | 0,930 (<i>p</i> =0,000) | / |
| 80x80 | 0,943 (<i>p</i> =0,000) | 0,912 (<i>p</i> =0,000) |
| 40x40 | 0,886 (<i>p</i> =0,000) | 0,859 (<i>p</i> =0,000) |
| 20x20 | 0,807 (<i>p</i> =0,000) | 0,782 (<i>p</i> =0,000) |
| 10x10 | 0,696 (<i>p</i> =0,000) | 0,666 (<i>p</i> =0,000) |
| 5x5 | 0,567 (<i>p</i> =0,000) | 0,560 (<i>p</i> =0,000) |



Slika 53: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številu vrst troglobiotskih hroščev in številu podzemnih lokalitet s hrošči v kvadratih pri različnih velikostih mreže. Okrajšave: RAZ – širše raziskovano območje, DIN – Dinarsko območje.

Figure 53: Spearman's correlation coefficients between number of troglobiotic beetle species and number of sampled localities per quadrants of different size. Abbreviations: RAZ – wider research area, DIN – Dinaric area.

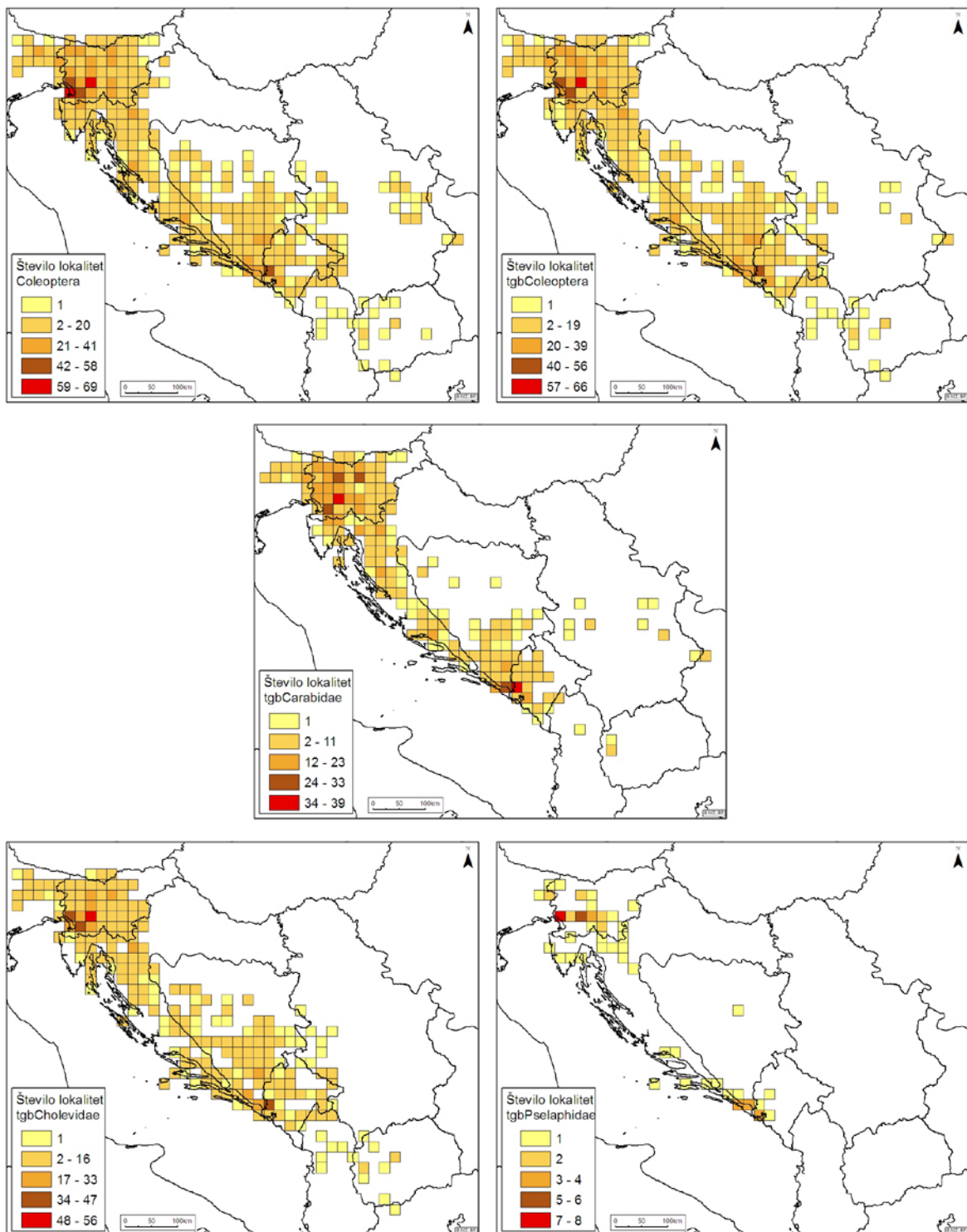
Če primerjamo razporeditev števila vrst in števila vzorčevanih lokalitet, se tako v primeru širšega raziskovanega območja kot v primeru Dinarskega območja le nekatera dobro povzročena območja prekrivajo z vrstno bogatimi kvadrati (primerjava Sl. 16 in Sl. 51, Sl.

18 in 52). Na jugovzhodnem delu, kjer imamo pri vseh velikostih mreže vrstno bogatejše kvadrate, ima le nekaj kvadratov večje število vzorčevanih lokalitet. Med kvadrati, ki smo jih glede na povzorčenost uvrstili v isti razred, so glede števila vrst večje razlike, kar velja za vse velikosti mreže.

3.4.1.2 Vpliv vzorčenja pri izbrani velikosti mreže

Vzorca razporeditve števila vseh podzemnih lokalitet s hrošči ter tistih lokalitet, kjer so bili najdeni troglobiotski hrošči, sta si zelo podobna (Sl. 54). Oba se razlikujeta od vzorcev razporeditve števila troglobiotskih vrst hroščev (glej Sl. 19). Le v severozahodnem delu en kvadrat z velikim številom lokalitet sovпада s kvadratom največjega števila vrst. Na jugovzhodu kvadrati z največjim številom vrst niso kvadrati, od koder bi bilo znanih tudi največje število lokalitet. Le v primeru enega kvadrata na meji Bosne in Hercegovine in Črne Gore se bolje povzorčen kvadrat prekriva s kvadratom, kjer je najvišje število vrst.

Primerjali smo razporeditev števila troglobiotskih vrst hroščev posameznih družin (glej Sl. 20) z intenzivnostjo vzorčenja (Sl. 54), merjeno s številom podzemnih lokalitet vseh hroščev in s številom lokalitet, kjer so bili najdeni le predstavniki posamezne družine. Pri družini Cholevidae je najvišje število vrst na jugovzhodnem delu Dinaridov, kvadrati z najvišjim številom lokalitet, kjer so bili najdeni hrošči te družine, pa se nahajajo na severozahodu Dinaridov. Večje prekrivanje med števili vrst in številom lokalitet je razvidno pri družini Carabidae na severozahodnem delu Dinaridov. Kvadrati z veliko lokalitetami s hrošči te družine se nahajajo tudi na jugovzhodnem delu, kjer pa v nobenem kvadratu ni bilo visokega števila vrst.



Slika 54: Razporeditev števila podzemnih lokalitet s hrošči in lokalitet s troglobiotskimi hrošči na širšem raziskovanem območju. Okrajšava: tgb – troglobiotski.

Figure 54: Distribution of numbers of subterranean localities with beetles and localities for troglobiotic beetles in wider research area. Abbreviations: tgb – troglobiotic.

Z linearnim regresijskim modelom smo ugotovili, da smo le 60 % variance števila vrst lahko razložili z varianco števila povzorčenih podzemnih lokalitet (Pregl. 24). Za pogledali posamezne družine ločeno je bil ta delež še manjši.

Preglednica 24: Koeficient R^2 linearne regresije med številom troglobiotskih vrst hroščev in številom povzorčenih lokalitet v kvadratih 20x20 km. Okrajšava: tgb – troglobiotski.

Table 24: Coefficient R^2 of linear regression between number of species and number of sampled localities in the quadrates of 20x20 km. Abbreviation: tgb – troglobiotski.

| Odvisna spremenljivka | R^2 |
|-----------------------|-------|
| tgbColeoptera | 0,607 |
| tgbCholevidae | 0,412 |
| tgbCarabidae | 0,523 |
| tgbPselaphidae | 0,211 |

3.4.2 Primerjava vzorcev biodiverzitete z izbranimi okoljskimi podatki

Razporeditev števila vrst troglobiotskih hroščev je statistično značilno pozitivno korelirana z razporeditvijo količine povprečnih letnih padavin (Pregl. 25). Največjo korelacijo smo ugotovili z uteženim povprečjem padavin znotraj kvadratov 20x20 km, le malo manjša je bila korelacija z največjo in z najmanjšo vrednostjo povprečnih padavin znotraj kvadrata. Primerjali smo razporeditev območij, kjer povprečne letne padavine presegajo količine 1400 mm (glej Sl. 7) s sliko interpoliranih vrednosti števila troglobiotskih vrst hroščev (glej Sl. 34 ali 35). Razporeditvi območij tako visokih padavin in območij, kjer je pričakovati najmanj tri vrste troglobiotskih hroščev, sta si zelo podobni. Na jugovzhodu območje najvišje vrstne diverzitete sovпада z območjem, kjer je povprečna letna količina padavin višja od 2000 mm. Vendar pa takega prekrivanja med območji z najvišjimi padavinami in območji z najvišjim številom vrst na severozahodu, v Sloveniji, ni.

Pri primerjavi števila troglobiotskih vrst in povprečno letno temperaturo v mreži 20x20 km, smo statistično značilno negativno korelacijo ugotovili le z najnižjo povprečno letno temperaturo znotraj kvadrata (Pregl. 25). Večje število vrst je v kvadratih, kjer so bile prisotne nižje minimalne povprečne letne temperature. Če razporeditev interpoliranih vrednosti števila vrst troglobiotskih hroščev primerjamo s sliko razporeditve temperatur na območju (glej Sl. 8), lahko ugotovimo, da se območja, kjer je pričakovati najmanj tri troglobiotske vrste (glej Sl. 34 ali 35), večinoma prekrivajo z območji, kjer je povprečna letna temperatura nižja od 10°C.

Preglednica 25: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in izbranimi okoljskimi dejavniki v kvadratih 20x20 km. Okrajšave: P – povprečne letne padavine, T – povprečna letna temperatura, N – nadmorska višina, p – uteženo povprečje vrednosti v kvadratu, št – število različnih kategorij spremenljivke v kvadratu, min – najmanjša vrednost spremenljivke v kvadratu, max – najvišja vrednost spremenljivke v kvadratu. V oklepaju so *p* vrednosti.

Table 25: Spearman's correlation coefficients between number of species of troglobiotic beetles and measures of environmental variables in quadrates 20x20 km. Abbreviations: P – mean annual precipitation, T – mean annual temperatures, N – altitude, p – weighed average per cell, št – number of different categories within the quadrant, min – smallest value of the variable in the quadrant, max – largest value of the variable in the quadrant. Numbers in parentheses are *p* values.

| | tgBCol | P-p | P-min | P-max | P-št | T-p | T-min | T-max | T-št | N-p | N-min | N-max |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| P-p | 0,487 (0,000) | | | | | | | | | | | |
| P-min | 0,464 (0,000) | 0,875 (0,000) | | | | | | | | | | |
| P-max | 0,479 (0,000) | 0,934 (0,000) | 0,792 (0,000) | | | | | | | | | |
| P-št | 0,205 (0,002) | 0,336 (0,000) | 0,097 (0,155) | 0,481 (0,000) | | | | | | | | |
| T-p | -0,114 (0,093) | -0,066 (0,331) | -0,033 (0,625) | -0,026 (0,700) | 0,116 (0,087) | | | | | | | |
| T-min | -0,208 (0,002) | -0,312 (0,000) | -0,225 (0,001) | -0,285 (0,000) | -0,027 (0,687) | 0,818 (0,000) | | | | | | |
| T-max | -0,060 (0,381) | 0,228 (0,001) | 0,148 (0,030) | 0,220 (0,001) | 0,240 (0,000) | 0,762 (0,000) | 0,470 (0,000) | | | | | |
| T-št | 0,120 (0,077) | 0,365 (0,000) | 0,24 (0,000) | 0,332 (0,000) | 0,335 (0,000) | -0,111 (0,103) | -0,461 (0,000) | 0,279 (0,000) | | | | |
| N-p | 0,141 (0,038) | 0,249 (0,000) | 0,174 (0,010) | 0,192 (0,005) | -0,039 (0,564) | -0,897 (0,000) | -0,885 (0,000) | -0,522 (0,000) | 0,339 (0,000) | | | |
| N-min | 0,071 (0,301) | -0,017 (0,808) | 0,014 (0,835) | -0,054 (0,428) | -0,215 (0,001) | -0,866 (0,000) | -0,703 (0,000) | -0,749 (0,000) | 0,046 (0,504) | 0,855 (0,000) | | |
| N-max | 0,212 (0,002) | 0,379 (0,000) | 0,268 (0,000) | 0,345 (0,000) | 0,058 (0,398) | -0,768 (0,000) | -0,935 (0,000) | -0,381 (0,000) | 0,485 (0,000) | 0,905 (0,000) | 0,695 (0,000) | |
| N-št | 0,204 (0,003) | 0,061 (0,375) | 0,118 (0,082) | 0,057 (0,406) | -0,169 (0,013) | -0,425 (0,000) | -0,372 (0,000) | -0,408 (0,000) | -0,086 (0,205) | 0,400 (0,000) | 0,481 (0,000) | 0,348 (0,000) |

Pozitivna korelacija števila troglobiotskih hroščev z največjo in uteženo povprečno nadmorsko višino ter številom različnih nadmorskih višin v kvadratih 20x20 km (Pregl. 24) je statistično značilno pozitivna, vendar nizka. Na višjih nadmorskih višinah smo ugotovili večje število troglobiotskih vrst.

Število troglobiotskih vrst na kvadrat 20x20 km smo primerjali tudi s površinskimi deleži vegetacijskih tipov znotraj kvadratov na obravnavanem ozemlju (glej Sl. 9), ki so bila določena s snemanji s satelitom SPOT4. Nobena od korelacij ni bila statistično značilna (Pregl. 26).

Preglednica 26: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in deležem površine habitatnih tipov v kvadratih 20x20 km, določenih s snemanjem satelita SPOT 4.

Table 26: Spearman's correlation coefficients between number of species of troglobiotic beetles and proportion of the habitat types in the quadrates 20x20 km, as determined with the satellite SPOT 4.

| Habitatni tip | Korelacijski koeficient |
|---------------------------|------------------------------|
| listnati gozd | -0,118 (<i>p</i> =0,080) |
| iglasti gozd | -0,068 (<i>p</i> =0,315) |
| mešani gozd | -0,085 (<i>p</i> =0,208) |
| gozd (skupaj) | -0,109 (<i>p</i> =0,106) |
| grmovnata vegetacija | -0,016 (<i>p</i> =0,814) |
| mešane kmetijske površine | -0,051 (<i>p</i> =0,454) |
| travišča | -0,042 (<i>p</i> =0,536) |
| urbane površine | 0,003 (<i>p</i> =0,960) |

Število troglobiotskih vrst na kvadrat 20x20 km smo primerjali s površinskimi deleži vegetacijskih biomov (glej Sl. 10). Ugotovili smo statistično značilno korelacijo med številom vrst in biomi južноеvropskih pretežno listopadnih gozdov ter evropskih pretežno iglastih gozdov borealnega tipa (Pregl. 27). Večje število vrst smo našli v kvadratih, kjer je delež potencialne površine teh gozdov večji.

Preglednica 27: Spearmanovi korelacijski koeficienti med številom vrst troglobiotskih hroščev in deležem biomov po Matvejevu in Puncerju (1989) v kvadratih 20x20 km.

Table 27: Spearman's correlation coefficients between number of species of troglobiotic beetles and proportion of the biomes according to Matvejev and Puncer (1989) in the quadrates 20x20 km.

| Biom | Korelacijski koeficient |
|---|------------------------------|
| mediteranski zimzeleni gozdovi in makija | -0,132 (<i>p</i> =0,052) |
| submediteranski listopadni gozdovi in grmičevje | -0,086 (<i>p</i> =0,207) |
| južноеvropski pretežno listopadni gozdovi | 0,192 (<i>p</i> =0,004) |
| evropski pretežno iglasti gozdovi borealnega tipa | 0,159 (<i>p</i> =0,019) |
| visokoplaninske kamnite površine, pašniki visoko-nordijskega tipa | 0,085 (<i>p</i> =0,212) |
| kamnite površine, pašniki in gozdovi na mediteranskih planinah | 0,044 (<i>p</i> =0,517) |

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

4.1 RAZPRAVA

4.1.1 Vpliv velikosti mreže na razporeditev in ocene števila vrst

Problem, da se vzorec razporeditve števila vrst lahko spreminja pri različno velikih osnovnih enotah površine, s katerimi smo prekrili območje (Stoms, 1994), je bil redko obravnavan v študijah biodiverzitete (Whittaker in sod., 2005). Z izračunom števila vrst na enoto površine podatke združujemo, s čimer lahko zmanjšamo vpliv nepovzorčenih površin. Pri iskanju primerne velikosti mreže za uporabo je treba izhajati iz lastnosti nabora podatkov, s katerim delamo, in območja, ki nas zanima. V ta namen sta Fortin in Dale (2005) predlagala uporabo izračuna stopnje avtokorelacije med osnovnimi enotami, kar se je izkazalo kot zelo uporabno tudi v našem primeru.

Osrednje območje našega zanimanja je bil Dinarski kras, v analizo pa smo zajeli tudi dele sosednjih kraških območij. Z razširitvijo območja smo vključili predele, na katere Dinaridi neposredno mejijo (Južne Alpe v Sloveniji in Italiji) ter dele drugih sosednjih območij za primerjavo vrstnega bogastva (Makedonija, vzhodna Srbija). Tako je širše raziskovano območje bolj heterogeno in je vanj vključenega več nekraškega sveta. Analize prostorskega razporejanja števila vrst smo naredili tako za širše raziskovalno območje kot za izključno dinarski del.

S statistiko črno-belih stikov smo ugotovili, da je bila pogostost raznorodnih stikov pri vseh velikostih mreže na širšem raziskovanem območju manjša od pričakovane (Pregl. 5). To pomeni, da razporeditev kvadratov z vrstami v prostoru ni naključna (Fortin in Dale, 2005), in da se kvadrati z vrstami združujejo v skupine. Stopnja avtokorelacije med števili vrst na kvadrat se je z večanjem velikosti kvadrata spreminjala. Pri manjših kvadratih je bila pozitivna avtokorelacija nizka, s povečevanjem velikosti kvadrata je naraščala, pri večjih kvadratih pa se je zopet zmanjšala. Vendar so razlogi za nizke in skorajda enake vrednosti koeficientov avtokorelacije pri majhnih in velikih kvadratih različni (Fortin in Dale, 2005). Pri majhnih kvadratih je v posamezno enoto zajetih relativno malo podatkov, hkrati je veliko število kvadratov praznih in je zato stopnja avtokorelacije nizka. Pri velikih kvadratih pa je manjša avtokorelacija posledica več procesov na tem območju (Fortin in Dale, 2005). Najvišja stopnja pozitivne avtokorelacije je bila na Dinarskem območju pri mreži 20x20 km, kar smo potrdili tako z Moranovim koeficientom I kot z Gearyjevim koeficientom c pri upoštevanju štirih ali osmih sosedov kvadratov. Pri razširjenem raziskovalnem območju pa smo najvišjo vrednost pozitivne avtokorelacije dobili pri velikosti 40x40 km, a je primerljivo visoka tudi pri 20x20 km. V izračunih Gearyjevega koeficienta c je bila stopnja avtokorelacije najvišja pri velikosti 20x20 km in ob upoštevanju osmih sosedov. Ni presenetljivo, da smo pri večjem raziskovanem območju dobili najvišjo avtokorelacijo pri večjem kvadratu, 40x40 km. Z razširitvijo območja raziskovanja smo namreč zajeli veliko slabše povzorčenih območij in več območij, kjer troglobiotskih hroščev ni pričakovati zaradi neustrezne podlage. V naši raziskavi je

osrednje območje obravnave Dinarski kras, kjer želimo ugotoviti območja višjega vrstnega bogastva z največjo možno natančnostjo. Ker smo okoliška območja imeli le za primerjavo, smo se pri izbiri velikosti kvadrata ravnali po rezultatih največje avtokorelacije na osrednjem Dinarskem območju, to je pri mreži s kvadrati 20x20 km. Pri tej velikosti mreže je bila pozitivna avtokorelacija tudi na širšem raziskovanem območju zelo visoka.

Uporabili smo mrežo s kvadrati, ki imajo neenakovredne sosedne. Vpliv štirih robnih sosedov je drugačen kot vpliv štirih vogalnih sosedov, zato so razlike med koeficienti pričakovane. V študiji, kjer so bili raziskani le troglobiotski Cholevidae na območju Dinaridov in slovenskih Alp, sta bila koeficienta avtokorelacije najvišja pri 40x40km ob upoštevanju štirih ter pri 20x20 km ob upoštevanju osmih sosedov (Zagmajster in sod., 2006). Rezultati sicer niso neposredno primerljivi, saj je bilo vključeno drugačno raziskovano območje in manjši nabor podatkov, kljub temu pa se kaže vpliv razlik med izračuni glede na različne sosedne. Temu problemu se je mogoče deloma izogniti z uporabo šesterokotniških enot (White in sod., 2000), kjer je vsak šesterokotnik obkrožen z enakovrednimi sosedmi. Šesterokotne enote so bile uporabljene v številnih analizah biodiverzitete v ZDA (Christman, 2005), tudi v analizah podzemne favne (Christman, 2005; Christman in sod., 2005). Šesterokotna mreža je bila uporabljena tudi za analize podzemne favne v Evropi (Culver in sod., 2006) in na slovenskem Dinarskem krasu (Culver in sod., 2004a, 2004b). Poleg enakega števila sosednih kvadratov je prednost take mreže tudi v tem, da prekrije zemeljsko površje z manj prostorskimi popačenji, kar je sicer bolj pomembno pri raziskavah obsežnejših območij (White s sod., 2000). V naših raziskavah smo uporabili kvadrate predvsem zato, ker jih je mogoče s preprostim geometrijskim ukazom razdeliti na štiri manjše in s tem lažje predstaviti razlike v razporeditvi števila vzorcev, manjši kvadrati pa so lahko vedno v celoti vsebovani v večjih. Kljub temu, da naše območje raziskav ni zelo veliko, smo popačenja zmanjšali še z izbiro Lambertove stožčne projekcije, ki je najprimernejša za prikaz ozemlja nekdanje Jugoslavije (Podobnikar, ustno). Pri upoštevanju štirih ali osmih sosedov kvadratov so bile razlike v izračunih, a ugotovljen vpliv različnih velikosti kvadrata na avtokorelacijo in raznorodne stike, je bil enak.

Pet cenilk je pokazalo različne pričakovane vrednosti vrstnega bogastva na območju Dinarskega krasa kot tudi različno občutljivost na spreminjanje velikosti kvadratov. S spreminjanjem velikosti kvadratov se je najmanj spreminjala cenilka bootstrap, sledila mu je cenilka jaccknife 1, največje razlike pa so bile pri cenilki ICE. Za razliko od naših rezultatov sta Guralnick in van Cleve (2005) zaznala malo razlik med cenilkami pri različnih merilih. V njunem primeru je bilo ob različno velikih kvadratih zelo malo razlik v številu vrst, prisotnih izključno v enem ali izključno v dveh kvadratih. Pri naših podatkih so vrste, prisotne le v enem kvadratu, zelo številčne in predstavljajo velik del vseh opaženih vrst. Pri najmanjših kvadratih je takih vrst 44,6 %, pri največjih pa 70,3 %. Veliko število vrst, prisotnih le v enem kvadratu, lahko le delno razložimo z nezadostnim vzorčenjem na območju, kar trdi Longino s sod. (2002). Pri podzemnih živalih je stopnja endemizma na sploh zelo visoka (Guéorguiev, 1977; Sket, 1999b; Christman s sod., 2005), mnogo takih organizmov je znanih le z ene lokacije ali imajo majhna območja razširjenosti (Guéorguiev, 1977; Trontelj s sod., 2007). To velja tudi troglobiotske hrošče v naši raziskavi, zato je zelo malo verjetno, da bi se število vrst, prisotnih izključno v enem

kvadratu mreže kdaj približalo številu nič. Glede na poznavanje razširjenosti podzemnih živali je pričakovati le, da se bo število takih vrst stabiliziralo.

Uporabo mrež z različno velikimi kvadrati v naši študiji lahko pretehtamo tudi z vidika različnega števila vzorcev, vzeti iz iste populacije istega raziskovanega območjih. S tem, ko smo večali površino kvadratov na območju, se je njihovo število zmanjševalo – manjše število kvadratov obravnavamo tudi kot manjše število vzorcev. Število vzorcev iz določene populacije vpliva na oceno števila vrst, dokler se to pri določenem številu vzorcev ocena ne stabilizira (Chazdon in sod., 1998). Ob tem, ko smo zmanjševali velikost osnovnega kvadrata in hkrati povečevali število vzorcev, se je pokazala neka stopnja stabilizacije ocen pri kvadratih velikosti 20x20 km in manjših, saj so se vrednosti ocen manj razlikovale kot pri večjih kvadratih. Stabilizacija ocen od določene velikosti kvadrata dalje je lahko dodatna podpora pri izboru optimalne velikosti kvadratov za analizo. Pri kvadratih 20x20 km sta cenilka ICE in jackknife 2 dali podobne predvidene vrednosti, medtem ko je Chao 2 dal nižjo oceno kot pri manjšem kvadratu. Brose in sod. (2003) so pokazali, da prostorski vzorec naj ne bi imel vpliva na natančnost cenilk pri določeni velikosti kvadrata, s spreminjanjem velikosti kvadrata pa to ne drži.

Cenilke jackknife 2, Chao 2 in ICE upoštevajo kar dve meri redkosti vrst (število vrst, prisotnih v natanko enem kvadratu, vrst, prisotnih natanko v dveh ter vrst, prisotnih v manj kot 10 vzorcih) in se tako najbolj spreminjajo ob različnih velikostih kvadratov. Jackknife 1 je naraščal počasneje z naraščanjem velikosti kvadrata. Najmanj odvisna od velikosti kvadratov je bila cenilka bootstrap. Cenilka bootstrap je najprimernejša za primere, ko je v vzorcih veliko redkih vrst (Poulin, 1998). Poulin (1998) je pripravil simulacije parazitskih združb, kjer je tudi veliko redkih vrst, in ugotovil, da je bootstrap podal najboljše ocene. Tako so tudi v našem primeru bootstrap napovedi verjetno najprimernejše.

Izračuni ocenjenega števila vrst so lahko različni, če uporabimo različno velike kvadrate, s katerimi prekrijemo proučevano območje. Iz naših podatkov je razvidno, da se napovedi nekaterih cenilk od velikosti kvadrata 20x20 km proti manjšim zelo ne razlikujejo. Velikost 20x20 km je bila izbrana kot najprimernejša v primerjalni analizi stopnje avtokorelacije pri razporejanju števila vrst, zato smo najprimernejše obravnavali ocene napovedi pri tej velikosti kvadrata. Napovedi različnih cenilk so različne, vendar menimo, da so tiste, ki so manj odvisne od redkih vrst in se njihove napovedi najmanj spreminjajo ob spreminjanju velikosti kvadratov, bolj primerne za obravnavo. V našem primeru so se najmanj spreminjali jackknife 1 in bootstrap. Napovedi slednjih dveh, predvsem pa bootstrap, smo upoštevali kot najprimernejše za naš nabor podatkov.

4.1.2 Vzorci biodiverzitete troglobiotskih hroščev

Na eni lokaliteti sta bili v več kot 80 % lokalitet največ dve troglobiotski vrsti hroščev, medtem ko so jame, kjer je bilo najdenih vsaj pet vrst, maloštevilne. Podatke o troglobiotskih hroščih smo v nekaj primerih navezali tudi na lokalitete, kjer je položaj jam manj natančno določen. Tako smo storili, ko so bili podatki navedeni za jamo ali jame večjega predela, in čeprav smo v teh primerih lahko dobili višje število vrst troglobiotskih hroščev, tega nismo mogli pripisati le eni jami. S pripisom števila vrst kvadratom smo se

temu problemu natančno določenih lokalitet lahko izognili. Iz geografske razporeditve jam, od koder smo imeli znanih najmanj pet troglobiotskih vrst hroščev, pa smo lahko razbrali, da se te združujejo v dve območji biodiverzitete troglobiotskih hroščev, kar postane razvidno ob analizah na enako površinsko enoto.

Pri primerjavah vzorcev biodiverzitete pri različnih velikostih mreže smo ugotovili, da sta na Dinarskem območju z okolico dve območji vrstno bogatih kvadratov, ne glede na gostoto uporabljene mreže. Poleg tega, da se je velikost kvadrata 20x20 km izkazala kot najprimernejša za izračun biodiverzitete, je bila njena prednost tudi v tem, da smo lahko razširili nabor vključenih podatkov z upoštevanjem manj natančno lociranih lokalitet. S tem smo lahko upoštevali več lokacij in skoraj vse vrste.

Po dosedanjih ocenah (Guéorguiev, 1977; Sket in sod., 2004; Sket 2005) je diverziteta kopenske troglobiotske favne največja na jugovzhodu Dinarskega območja. Z našimi natančnejšimi raziskavami z novimi podatki smo pokazali, da imajo troglobiotski hrošči na Dinarskem območju dva centra visoke vrste diverzitete – v severozahodnem delu in v jugovzhodnem delu, vendar se razlikujeta glede deležev prevladujočih hroščev. Medtem ko je troglobiotskih Carabidae največ v severozahodnem delu, je v jugovzhodnih delih najbogatejša družina Cholevidae. To so že nakazali Sket (2005) in v preliminarni analizi poddružine Leptodirinae Zagmajster in sod. (2006). Raznolikost troglobiotskih predstavnikov družine Pselaphidae je majhna, prisotni pa so v obeh delih. Iz srednjega območja Dinaridov nimamo podatka o prisotnosti troglobiotskih vrst te družine.

Korelacija med številom vrst vseh treh družin ni zelo visoka, je pa višja med najštevilčnejšima družinama, Carabidae in Cholevidae. Raznovrstnost pri obeh je različna. Medtem ko obstaja pri krešičih veliko število vrst znotraj nekaj rodov, izkazujejo troglobiotski Cholevidae – glede na trenutno veljavno taksonomijo – že pri rodovih mnogo večjo diverzifikacijo.

Vzorec biodiverzitete, kot ga dobimo pri upoštevanju vrst, in vzorec, kjer upoštevamo tudi podvrste, se bistveno ne razlikujeta. Pri troglobiotskih hroščih je bilo opisano veliko število podvrst (npr. Perreau, 2000), med katerimi so lahko zelo majhne geografske razdalje. Tako smo tudi v naši analizi z upoštevanjem ravni podvrst pri kvadratih 20x20 km dobili povečanje števila taksonov na kvadrat – kar pomeni, da je v nekaterih primerih znotraj enega kvadrata za eno vrsto opisanih več podvrst. Vzorec biodiverzitete, če upoštevamo rodove, je nekoliko drugačen. Najmanj razlik lahko ugotovimo v jugovzhodnem delu, večje pa v severozahodnem. V slednjem je število vrst krešičev največje, hkrati pa je rodovna raznolikost znotraj te družine majhna. Vzorec razporeditve je zato drugačen kot pri vrstah. Nasprotno so na jugovzhodu, kjer prevladujejo troglobiotski Cholevidae, številni rodovi z malo vrstami, zato so razlike v primerjavi z diverzitetjo vrst manjše.

Po napovedih vseh cenilk števil vrst lahko na Dinarskem območju pričakujemo odkritje novih vrst troglobiotskih hroščev. Jackknife 1 in bootstrap ocenjujeta odkritje še 23 % do 52 % novih vrst glede na dosedanje znano število. To se sklada z dejstvi, da še vedno odkrivajo in opisujejo nove vrste (npr. Giachino in Vailati, 2006) ter da se nekatere domnevne podvrste molekularno močno razlikujejo med seboj (Polak, ustno). Največji

porast števila novoodkritih vrst lahko pričakujemo pri družini Pselaphidae, sledijo pa ji troglobiotski Cholevidae.

Troglobiotski hrošči so primerna skupina za obravnavo kot indikatorsko skupino za centre kopenske troglobiotske diverzitete na Dinarskem krasu in v okolici. Predstavljajo skoraj polovico kopenske troglobiotske favne, v kateri so ena najbolj proučenih skupin. Vroče točke vrstnega bogastva troglobiotskih hroščev na Dinarskem krasu predstavljajo prve kandidate za določitev pomembnih podzemnih območij za varstvo kopenske troglobiotske favne.

4.1.3 Razporeditev ocenjenih števil troglobiotskih hroščev

Da bi lahko računali cenilke števila vrst znotraj vsakega kvadrata, smo za analize izbrali le kvadrate, iz katerih smo imeli po pet ali več lokalitet. S tem smo izločili le take kvadrate, ki so po številu vrst uvrščali v četrti ali peti razred. Kljub temu, da smo na ta način izločili 118 kvadratov, smo jih še vedno obdržali dovolj, da se prepoznani vzorec biodiverzitete med celotnim in omejenim izborom kvadratov ni bistveno spremenil.

Ocene števila vrst v vsakem kvadratu smo izračunali s cenilkama Chao 2 in bootstrap. S cenilko Chao 2 smo dobili veliko višje ocene kot s cenilko bootstrap. Najvišje vrednosti Chao 2 so bile skoraj dvakrat tako visoke kot najvišje število znanih vrst v kvadratu. Tako visoke napovedi s to cenilko nakazujejo, da je v posameznih kvadratih veliko vrst znanih le iz ene lokalitete. Napovedi, ki smo jih dobili s cenilko bootstrap, so precej nižje. Najvišja vrednost koeficienta je le za tri vrste višja od opažene vrednosti v najbogatejšem kvadratu. Glede na visoko stopnjo endemizma podzemne favne lahko dajo ocene, temelječe na vrstah iz ene vzorčne enote, zelo velike napovedi, na kar smo že opozorili pri primerjavi ocen števila vrst pri različnih velikostih mreže. V primeru, ko imamo veliko redkih vrst, je Poulin (1998) s simulacijsko študijo pokazal, da bootstrap poda najtočnejše napovedi, medtem ko so cenilke Chao podale precenjene ocene števila vrst. Tako menimo, da so tudi v našem primeru bootstrap ocene primernejše.

Kljub temu, da cenilki napovedujeta različno veliko število dodatnih vrst na kvadrat, pa lahko opazimo tudi nekaj podobnosti. Po napovedih obeh lahko največ dodatnih vrst pričakujemo v kvadratih, kjer je znanih največ vrst. To pomeni, da ta območja še niso dovolj povzorčena glede troglobiotske favne. Na območju smo prepoznali tudi veliko kvadratov, znotraj katerih razlike med ocenjenim in opaženim številom vrst niso bile velike. Tako smo ugotovili, da večje število vrst lahko pričakujemo znotraj vrstno bogatejših in ne znotraj vrstno revnejših kvadratov. Poleg tega je dodatno število vrst mogoče pričakovati tudi v kvadratih, ki so sosednji najbogatejšim kvadratom, kar je razvidno v nekaj primerih v Bosni in Hercegovini. To pomeni, da je večja verjetnost, da bomo našli dodatne vrste v bližini bogatih kvadratov in ne daleč stran od njih ter da so razpoložljivi podatki za ta območja najverjetneje pomankljivi. Čeprav naši izračuni temeljijo le na troglobiotskih vrstah hroščev, lahko najdemo podporo za to v dveh vrstno najbogatejših jamskih sistemih na Dinarskem območju. V Postojnsko-planinskem jamskem sistemu (PPJS), ki velja za najbogatejšega na svetu (Sket, 2005), še vedno odkrivajo nove vrste – pred kratkim je bila na primer odkrita nova vrsta jamske strige (Ramšak, 2007). V drugem najbogatejšem jamskem sistemu, Vjetrenici na Popovem polju, so z novejšimi

raziskavami ugotovili še nove vrste, predvsem na račun skupine *Oligochaeta* (Sambugar, ustno), s čimer je skupno število vrst že doseglo ali preseгло število v PPJS (Lučić, ustno). V letu 2006 je bila v Vjetrenici odkrita tudi nova vrsta jamskega hrošča iz rodu *Nonweilleria* (<http://bljesak.info>, 2006).

4.1.4 Uporaba interpolatorjev za prikaz razporeditve opaženih in ocenjenih števil troglobiotskih vrst hroščev

S cenilkami števila vrst na kvadrat smo lahko preverili, koliko dodatnih vrst lahko pričakujemo znotraj izbranih kvadratov, vendar pa smo te ocene lahko naredili le za tiste kvadrate, ki so ustrezali pogoju najmanjšega števila lokalitet. Ocen pričakovanega števila vrst nismo mogli izračunati za kvadrate, kjer nismo imeli dovolj lokalitet ali od koder nimamo podatkov. Z uporabo metod interpolacije pa lahko iz znanih vrednosti predvidimo tudi vrednosti med vzorčevanimi mesti (Davis, 2002).

V geostatistiki je veliko metod, s katerimi lahko modeliramo prostorske vzorce in ocenjujemo vrednosti na nepovzorčenih lokacijah (Siska in sod., 2005). Kriging je metoda, ki pri ocenjevanju predvidenih vrednosti iz izmerjenih upošteva tudi prostorsko avtokorelacijo med spremenljivkami. Uporaben je v analizah geoloških ter klimatoloških podatkov, pri izdelavi digitalnih modelov terena, modelov razporeditve padavin ipd. (Davis, 2002). Metoda se začneja uveljavljati tudi v postopkih kartiranja bioloških podatkov, vendar njena uporabnost in problemi pri kartiranju podzemne favne še niso dobro preverjeni (Christman, 2005).

Pri prostorski razširjenosti podatkov o podzemnih živalih imamo lahko območja, od koder ni podatkov, kar je lahko resnično stanje (npr. da tam ni primerne habitat) ali pa gre za nepovzorčenost ozemlja. Problem presežka ničel je pri obravnavi podzemne favne zelo pogost, na kar opozarja tudi Christman (2005). Ena od lastnosti metode kriging je, da v točkah z znanimi vrednostmi poda napovedi, ki so enake znanim vrednostim (Davis, 2002; Christman, 2005). Na naših interpoliranih kartah biodiverzitete troglobiotskih hroščev pa smo dobili nižje vrednosti števila vrst tudi v znanih točkah. Do teh odstopanj je prišlo najverjetneje zaradi velikega števila ničel in manjkajočih vrednosti v vhodnih podatkih, te nizke vrednosti pa »vlečejo« napovedi modela navzdol (Christman, 2005; Culver, ustno).

Pri modeliranju reliefa površja so Siska in sod. (2005) ugotovili, da je bila napaka napovedi kriginga večja v goratih predelih, kjer na napovedi vplivajo hitre spremembe v nadmorskih višinah. Tudi v našem primeru so razlike med števili vrst v sosednjih kvadratih lahko precejšnje. V jugovzhodnem delu Dinaridov smo opazili primere, ko so kvadrati poleg vrstno bogatih kvadratov prazni ali imajo zelo malo zabeleženih vrst. Mogoče je, da so odstopanja med izmerjenimi in napovedanimi vrednostmi v našem primeru tudi posledica zelo neenakomerne razporeditve števila vrst.

Kljub opisanim odstopanjem napovedi menimo, da je metoda uporabna za prikaz podzemne biodiverzitete. Dobili smo napovedi za nepovzorčene predele, ki jih lahko razumemo kot napovedi minimalnega pričakovanega vrstnega bogastva. S prikazom biodiverzitete s plastnicami smo lažje primerjali razporeditve biodiverzitete in okoljskih

dejavnikov. Poleg tega smo s takim prikazom izpostavili območja z več vrstno bogatimi kvadrati. Izkazalo se je, da je center biodiverzitete v severozahodnem delu – v Sloveniji – večji, saj so vrstno najbogatejši kvadrati obdani z vrstno dokaj bogatimi. Na jugovzhodu vrstno bogati kvadrati niso obdani s podobno bogatimi kvadrati, ta razlika je pri prikazu z interpoliranimi vrednostmi še bolj opazna.

Interpolirane vrednosti iz vseh kvadratov z vrstami in le tistega izbora kvadratov, od koder smo imeli znanih najmanj pet podzemnih lokalitet, so dale podobne slike. Območja najvišje diverzitete smo lahko prepoznali v obeh primerih. Tako smo ugotovili, da že nabor bolje povzorčenih kvadratov zaobjame splošno ugotovljene vzorce biodiverzitete iz celotnega nabora podatkov. Interpolirane vrednosti so si bile najbolj podobne, ko smo za kvadrate brez podatka o troglobiotskih hroščih v analizi dali vrednost 0, razlike pa so bile večje, če smo take kvadrate obravnavali kot kvadrate z manjkajočimi vrednostmi.

Z izračuni cenilk se je pokazalo, da lahko največje povečanje števila vrst pričakujemo na vrstno najbogatejših območjih, kot so severozahodni Dinaridi, pa tudi na jugovhodnem delu. Število vrst na jugovzhodu se je povečalo tudi v vmesnih »dolinah« med vrhovi najvišjega števila vrst. V primerjavi s severozahodnim delom območja je pričakovano število vrst na tem območju manjše. Kljub temu, da so porasti pričakovanega števila vrst z izračuni cenilke bootstrap nižji, je največ pričakovanih vrst prav tako v slovenskem delu Dinaridov.

4.1.5 Vpliv vzorčenja na opažen vzorec biodiverzitete

Na razporeditev ugotovljenega števila vrst v prostoru lahko vplivajo razlike v povzorčenosti. Če je neko območje bolj povzorčeno, lahko pričakujemo najdbo več vrst, ker je od tam več podatkov. Severozahodni del Dinaridov velja za bolj raziskano območje (Culver in sod., 2004a), kar pa še ni bilo podprto s podatki o vzorčenju z drugih območij Dinaridov. S primerjavo števila lokalitet, kjer so bili najdeni troglobiotski hrošči, na poenoteno površinsko enoto za celotno raziskovano območje smo to lahko potrdili. Ostalo Dinarsko območje je večinoma povzorčeno primerljivo, z bolj povzorčenimi območji v jugovzhodnem delu Dinaridov. Hkrati se je pokazalo, da iz nekaterih območij – predvsem v zahodnem delu Bosne in Hercegovine – še ni podatkov o hroščih iz podzemnih lokalitet.

Na odnos med številom vrst in številom lokalitet vpliva velikost osnovnega kvadrata mreže. Pri večjih kvadratih je bila pozitivna korelacija med obema večje, vendar se vzorci vrstnega bogastva troglobiotskih hroščev in povzorčenosti razlikujejo. Območja na Hrvaškem in v jugovzhodnih Dinaridih so povzorčena podobno intenzivno, vendar so kvadrati z visokim številom vrst le na jugovzhodu. Razlike v številu vrst so torej le delno delno razložljive z razlikami v povzorčenosti. Vpliv povzorčenosti smo primerjali pri izbrani optimalni velikosti kvadratov 20x20 km tudi za vsako družino hroščev ločeno. S obravnavo vzorcev diverzitete ločeno po družinah smo ugotovili, da so variance njihovega vrstnega bogastva še manj razložene z intenziteto vzorčenja kot pri obravnavi vseh vrst skupaj. Odstopanja med številu vrst in lokalitet so najbolj razvidna pri družini Cholevidae. Največ lokalitet s podzemnimi hrošči te družine je na slovenskem dinarskem krasu,

največje število vrst pa v jugovzhodnem delu Dinaridov. Območij najvišjega vrstnega bogastva troglobiotskih hroščev ne moremo razložiti le z njihovo boljšo povzorčenostjo.

Razporeditvi števila ozko endemnih vrst v kvadratu z razporeditvijo in povzorčenost lokalitet v teh kvadratih se ne ujemata, hkrati na primerljivo povzorčenih območjih v osrednjem in tudi jugovzhodnem delu Dinaridov ni tako ozko endemnih vrst. To nakazuje, da velikega števila ozko razširjenih vrst ne moremo razložiti s preslabo povzorčenostjo določenih območij in njihove okolice.

V analizah, kjer smo primerjali različne velikosti mreže, smo uporabili omejen nabor podatkov glede na natančnost določene lege lokalitet. Pri izbrani velikosti kvadrata 20x20 km smo lahko dodali manj natančne lokalitete in s tem tudi nekaj dodatnih troglobiotskih vrst, s čimer smo pravzaprav simulirali dodatna odkritja na območju. Tako smo lahko preverili, kakšen vpliv imajo nova odkritja na vzorce biodiverzitete. Vsi kvadrati največjega vrstnega bogastva so ostali najbogatejši, vidneje se je povečalo število vrst le pri dveh kvadratih na jugovzhodnem delu Dinaridov – enem v vzhodni Bosni in Hercegovini in enem tik ob kvadratu, je po številu vrst uvrščen v prvi razred. Tudi pri izračunih ocen pričakovanega števila vrst na kvadrate smo ugotovili, da je več odkritij novih vrst mogoče pričakovati na območjih v bližini vrstno bogatih kvadratov. Vrstno najbogatejša območja so ostala ista, kar so ugotovili tudi na slovenskem dinarskem krasu pri primerjavah števila odkritih vrst in jam v različnih časovnih obdobjih (Culver in sod., 2004a). Na tej osnovi menimo, da se opažen vzorec biodiverzitete troglobiotskih hroščev, ki smo ga odkrili, z dodatnim vzorčenjem in odkrivanjem novih vrst ne bo bistveno spremenil.

Pri biodiverzitetnih študijah se vedno soočamo z bolj ali manj nepopolnimi podatki o razširjenosti vrst. Vsakič ugotavljamo vzorce, ki odražajo trenutno stanje poznavanja. Ugotovljeni vzorec vrstnega bogastva se v času lahko spreminja (2004a). O stopnji raziskanosti na Dinarskem krasu lahko sklepamo tudi po številu raziskanih jam, od koder imamo podatke o kopenski favni. V Sloveniji je gostota povzorčenih lokalitet, od koder imamo podatke za izbrane skupine hroščev, velika. Kljub temu so območja z največjim številom vrst pri vseh mrežah pojavljajo tudi v jugovzhodnih Dinaridih. Opaženi vzorci torej niso posledica razlik v vzorčenju, kar je pri naravovarstvenem vrednotenju območij precejšnjega pomena.

4.1.6 Vzorcji biodiverzitete in okoljski dejavniki

Vlaga je bila izpostavljena kot eden glavnih dejavnikov, ki pogojuje življenje v podzemlju (Nikolić, 1954; Guéorguiev, 1977), saj živi v suhih jamah le malo organizmov (Matjašič, 1952). Ugotovili smo, da je med količino povprečnih letnih padavin in številom troglobiotskih vrst hroščev srednje velika statistično značilna pozitivna korelacija. Ko primerjamo vzorec interpoliranih števil troglobiotskih hroščev in vzorec razporejenosti padavin, opazimo, da so območja z najmanj tremi napovedanimi vrstami hroščev v predelih, kjer je povprečna letna količina padavin najmanj 1400 mm. Večja količina padavin na površju vpliva na dotok vode v podzemlje in s tem na vlažnostne razmere v jamah. Za vrste hroščev, ki se prehranjujejo v jamskem higropetrikumu (Sket, 2004b) je bilo

nedavno ugotovljeno, da so prisotne v jamah v območjih z večjimi količinami letnih padavin (Giachino in Vailati, 2006). Povezanost večjega števila vrst na območjih večjih padavin lahko torej razumemo z vidika njihove potrebe po vlažnem podzemne okolju kot enem najpomembnejših dejavnikov za kopenske živali v podzemlju (Matjašič, 1952). Kljub temu je treba opazeno ujemanje med vzorci razporeditve padavin presojudi previdno. V jugovzhodnem delu Dinaridov, na območju Orjena, ki je eno najbogatejših območij po bogastvu vrst, povprečna letna količina padavin presega 2000 mm. Za razliko od tega primera pa območja največjega števila troglobiotskih vrst hroščev na kvadrat v Sloveniji, kjer so tudi najvišje interpolirane vrednosti, ne sovpadajo z območji najvišje količine padavin.

O temperaturnih razmerah v jamah lahko sklepamo po zunanjih temperaturah – temperature v jamah se praviloma ujemajo s povprečnimi letnimi temperaturami območja, kjer so obravnavani podzemni habitati. Troglobiotski hrošči živijo v temperaturno zelo različnih jamah, nekaj vrst se redno pojavlja v ledenicah (Pretner 1970; Polak 2001). Temperatura naj ne bi bila pomembnejši dejavnik, ki vpliva na prisotnost vrst (Moldovan in Rajka, 2007). Kljub temu smo v naših raziskavah odkrili nizko, a statistično značilno negativno korelacijo števila vrst z najnižjimi temperaturami znotraj kvadratov. V seznamu lokalitet z najmanj pet vrstami hroščev je veliko ledenic a tudi toplejših jam.

V primerjavi nadmorskih višin in števila vrst smo dobili nizko a pozitivno korelacijo, kar se sklada z rezultati korelacij s povprečno letno temperaturo. Ob ugotavljanju položaja vrstno najbogatejših jam s kopenskimi troglobionti na slovenskem Dinarskem krasu so Culver in sod. (2004a) ugotovili, da sedem najbogatejših jam leži v nižjih nadmorskih višinah. Naši rezultati, kjer smo namesto posameznih jam primerjali število vrst v kvadratu z uteženo povprečno nadmorsko višino znotraj kvadratov, kažejo drugače.

Primerjava števila vrst s sedanjim stanjem vegetacije ne privede do enakih rezultatov kot primerjava s potencialno vegetacijo. Vrstna raznolikost troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju ne kaže značilne povezave z nobenim vegetacijskim tipom, povzetem po satelitskih posnetkih iz leta 2000 (Bartholomé, 2000). Drugače je, ko za primerjavo vzamemo biome, kot sta jih za ozemlje nekdanje Jugoslavije določila Matvejev in Puncer (1989). Ugotovili smo statistično značilno, čeprav nizko, povezavo števila vrst z deležem biomov listopadnih in iglastih gozdov znotraj kvadrata. Pri opredelitvi biomov sta avtorja izhajala iz karte potencialne recentne vegetacije in upoštevala tudi klimatološke podatke. S tem sta zajela splošne značilnosti vegetacije brez vplivov človeka na okolje. Na satelitski sliki vegetacije je velik del ozemlja uvrščen med obdelovano zemljo. Mogoče je, da je izbran podatkovni sloj satelitskih podatkov o habitatnih tipih premalo natančen za izbrano območje in ne povzema dobro pokrajinske raznolikosti območja. Satelitski podatki so zajemali informacije v ločljivosti 1x1 km, medtem ko so za ozemlja nekaterih Evropskih držav vegetacijski pokrov snemali natančneje z razvrščanjem v kvadrate 250x250 m, žal pa za Hrvaško, Črno Goro in Srbijo to še ni bilo narejeno ali nam ni bilo dostopno. Zaradi delovanja človeka se lahko pokrajina na površju zelo hitro spreminja, tako da bi na naše ugotovitve lahko vplivalo tudi leto, v katerem so bila posamezna snemanja vegetacijskega pokrova narejena. Po drugi strani pa prikazi potencialne vegetacije nekega območja kažejo sliko vegetacije, ki je ob prisotnosti človeka večinoma ne more biti.

Korelacije z določenimi spremenljivkami so lahko posledica slučajnega ujemanja in ne pomenijo vzročne povezave. V naši raziskavi smo najvišjo pozitivno korelacijo izračunali s količino povprečnih letnih padavin, kar pa hkrati vpliva na vegetacijo. Culver in sod. (2006) so prepoznali pas s povečano podzemno diverzitetno kopenskih troglobiontov v zmernih geografskih širinah Evrope, kar so povezali z visoko primarno bioprodukcijo na površju. Tudi v preteklih obdobjih ta ni smela biti bistveno nižja (Culver in sod., 2006). Večja površinska bioprodukcija pomeni tudi potencialno večji vnos organskih snovi v podzemlje, kar potencialno omogoča bivanje večjega števila vrst. (Culver in sod., 2006). Po drugi strani pa Christman in Culver (2001) v primerjavah raznolikosti troglobiotske favne in primarne bioprodukcije na površju nista ugotovila značilne povezave. V našem primeru smo ugotovili pozitivno povezavo med številom vrst troglobiotskih hroščev in površino listnatih in iglastih biomov znotraj kvadrata. Gotovo je za preživetje živali v podzemlju doprinos hranilnih snovi v podzemlje ključnega pomena za njihovo preživetje, vendar so te živali prilagojene na prisotnost majhnih količin hranil. Nadalje so nekateri dejavniki, npr. vlaga, bolj pomembni za njihov obstoj v podzemlju. Padavine v kombinaciji s primernimi temperaturami vplivajo na razporeditev gozdnega rastja, tako da lahko posledično dobimo korelacijo s številom vrst v podzemlju.

Gotovo je najpomembnejši recentni dejavnik, ki omogoča obstoj kopenskih troglobiontov, prisotnost primerne habitata in primerne števila jam (Guéorguiev 1977). Zanimivo je, da se v nekaterih raziskavah kot dober prediktor števila vrst ni izkazal delež kraške podlage v območju, ampak število podzemnih jam (Christman in Culver 2001, Culver in sod., 2003). Velika gostota jam je tudi eden od razlogov, s katerim Culver in sod. (2006) utemeljujejo obstoj zmernotoplega pasu velike biodiverzitete kopenskih troglobiontov. Natančno število jam na Dinarskem krasu ni znano, iz posameznih popisov in ocen za države pa lahko sklepamo, da gotovo presega število 20.000. Domnevamo, da je odnos med številom podzemnih lokalitet in številom troglobiotskih hroščev na enako površinsko enoto tudi na vsem Dinarskem območju pozitivno koreliran, kot je to bilo ugotovljeno na ozemlju ZDA (Christman in Culver 2001, Culver in sod., 2003).

Vandel (1965) je troglobiotske organizme označil kot »reproduktivne aktualne enote, ki imajo starodavne distribucije«. Primerjava vrstne raznolikosti z današnjimi razmerami v okolju nam pove, v kakšnih recentnih okoljih večja števila vrst najdemo in v kakšnih lahko obstojijo. Pri razlagah biodiverzitetnih vzorcev moramo upoštevati paleogeološke in paleoklimatološke dogodke v območju, saj so ti vplivali na razmere, ki so omogočile razširjanje in speciacijo troglobiotske favne. Guéorguiev (1977) kopenske troglobionte označuje kot relikte, ki med orogenezo ali klimatskimi spremembami v preteklih geoloških obdobjih preživeli v izoliranih predelih, ki predstavlja začetna območje njihove disperzije. Njihovi neposredni predniki so povsem izginili iz favne tamkajšnjega površja. Med pomembnimi pogoji v preteklih dogodkih, ki vplivajo na prisotnost kopenskih troglobiontov, navaja dovolj dolg obstoj kopenskega okolja, primerne paleoklimatološke spremembe ter prisotnost tropskih gozdov in humusne plasti v terciarju.

Klima Dinarskega območja je bila do začetka miocena subtropska, z obilnimi padavinami in visoko vlago. V začetku miocena se je pojavila sezonskost, kar pomeni, da so zime postale hladne, poletja pa so ostala toplejša z bolj mediteranskimi vplivi (Guéorguiev 1977). V srednjem miocenu so bila zlasti na jugovzhodnem delu Dinaridov številna jezera,

katerih gladina se je dvigala in spuščala in s tem povzročala nastanek in izginjanje otokov (Krstić in sod., 2003). Velika razdrobljenost kopenskega ozemlja je pomenila »otoški efekt« za razvoj favne, saj so bili vsaj občasno deli kopnega izolirani. Take razmere so trajale od spodnjega do srednjega miocena (Krstić in sod., 2003). V jugovzhodnem delu Dinaridov smo našli več centrov povišanega vrstnega bogastva troglobiotskih hroščev kot tudi več centrov večjega števila endemitov z majhnimi areali kakor na severozahodnem delu.

Za današnjo razširjenost troglobiontov pa so pomembne tudi pleistocenske poledenitve in vmesne otoplitve, saj so z razmerami na površju vplivale na obstoj površinskih populacij prednikov podzemnih živali. Ledeniki, ki so prekrivali ozemlje severne in srednje Evrope, so negativno vplivali na površinsko in tudi podzemno favno. Holdhaus (1954) je definiral severno mejo strnjene razširjenosti troglobiontov v Evropi, ki poteka skladno z najjužnejšo mejo teh ledenikov. Pri analizah nekaterih vodnih troglobiotskih vrst na področju Jure v Franciji so ugotovili, da se razširjenost nekaterih vrst ujema z mejo, do koder je segal ledenik, katere kasneje niso prešle (Castellarini s sod., 2007). Na našem raziskovanem ozemlju so bile z ledeniki povsem prekrite le Alpe, medtem ko so bila v jugovzhodnem delu manjša ledeniška. Na razširjanje troglobiotskih hroščev so lahko vplivale tudi razmere v medledenih dobah, ko so bile toplejše razmere. Sušne razmere so imele za hrošče na površini bolj negativen vpliv kot na njihove predstavnike v podzemnih habitatih, kar bi lahko povzročilo njihovo izginotje, hkrati pa izoliranost in speciacijo vrst v podzemlju.

V analizah razporeditve bogastva in razširjenosti troglobiotskih hroščev smo ugotovili, da je zelo očitna razdelitev na severozahodni in jugovzhodni del Dinaridov. Že Sket je opazil razdelitev nekaterih troglobiotskih taksonov glede na njihovo razširjenost na ta dva centra (Sket, 1970, 1994). Mnogi vzorci razširjenosti troglobiotskih hroščev se skladajo z razdelitvijo na ti dve območji, vendar ju z znanimi podatki o paleogeografskem razvoju na tem območju še ni mogoče dobro razložiti. Sket (1994) je kot možnost navedel domnevo, da se je karstifikacija v začetku pliocena začela v dveh ločenih centrih – kar je vodilo do razvoja različnih favn. Medtem ko je povezava Paratetide s Tetisom preko Slovenije dokumentirana in je ločevala Alpe in Dinaride (Popov in sod. 2004), o taki prekinitvi v osrednjem območju Dinaridov ni podatkov. Krstić in sod. (2003) so na prikazu razporeditve otokov in kopnega v osrednjem in jugovzhodnem delu Dinaridov navedli tudi vodno povezavo Paratetisa z Jadranom severno od Splita (Krstić in sod., 2003, str. 295). Čeprav je ta vodna povezava le hipotetična, pa bi lahko pomenila pomembno bariero za razširjanje površinskih prednikov kopenske podzemne favne in posledično vsaj nekaj časa ločen razvoj favne v obeh centrih diverzitet.

4.1.7 Vzorci razširjenosti troglobiotskih vrst hroščev

Visoka stopnja endemizma je značilna za podzemno favno tudi zato, ker so možnosti razširjanja živali v podzemlju zelo omejene (Guéorguiev, 1977; Sket, 1999b; Christman in sod., 2005). Hrošči se lahko premikajo v sistemih špranj, pri čemer ima lahko vlogo povezovalnih habitatov tudi MSS, po katerem se lahko selijo med jamskimi sistemi (Juberthie, 1983). Kljub temu so velikosti arealov troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju z okolico zelo majhne. Areali več kot polovice vrst ne presegajo velikosti enega

kvadrata 20x20km in več kot 60 % je omejenih le na eno območje 40x40km. Ozko endemne vrste so v vseh Dinaridih, vendar so večja števila zgoščena predvsem na območju Bosne in Hercegovine. Tu je kar pet kvadratov, ki imajo najmanj po pet endemičnih vrst, prisotnih zgolj v njih. Kvadrat z največ endemnimi taksoni je hkrati kvadrat, kjer smo tudi sicer zabeležili največje število troglobiotskih taksonov. Tako razdrobljen vzorec območij endemizma lahko pojasnujemo s spreminjanjem ozemlja v geološki preteklosti. V prejšnjem poglavju smo kot razlago za več centrov diverzitete na jugovzhodnem delu Dinaridov navedli obstoj jezer na tem ozemlju v času spodnjega miocena (Krstić in sod., 2003). Ti procesi so lahko vplivali izolacije prednikov, kar je lahko vodilo do nastanka novih vrst, po naselitvi v podzemlje pa populacije ostale izolirane.

Glede na razširjenost hroščev smo poiskali območja z bolj podobno favno, za kar smo uporabili »analize endemizma z metodo varčnosti« (Morrone, 1994). Metoda na najbolj varčen način klasificira geografska območja glede na taksone, ki so v območjih skupni. Uporabljena je bila za potrebe določanja odnosov med različnimi biogeografskimi enotami, ki so lahko lokalitete, kvadrati mreže, večja geografska območja itd. (Lomolino in sod., 2006). Rezultate avtorji interpretirajo različno. Mnogi menijo, da takšna odkrita območja lahko razložimo s primerno razlago skupnega historičnega razvoja, medtem ko je drugi nimajo za historično metodo (Morrone in Escalante, 2002). Doslej njena uporabnost pri proučevanju razširjenosti troglobiotske favne še ni bila preverjena. V analizah smo ločeno uporabili kot znake vrste, rodove ter vrste in rodove skupaj. Slednjo kombinacijo so nekateri avtorji uporabili kot način, da se v nabor znakov vpelje tudi informacija o filogenetski sorodnosti vrst (Morrone in Crisci, 1995).

Ko smo upoštevali rodove in velike kvadrate, smo na območju lahko prepoznali nekaj podenot. Na Dinarskem območju so se kvadrati združili v tri večje skupine, eno v severozahodnem delu, dve pa na jugovzhodu. Posebej so se v glavnem razvrstili kvadrati, ki v celoti pokrivajo alpski del. Pri uporabi tako velikih kvadratov smo hkrati zajeli večja območja Dinarskega in Alpskega sveta, tako da morebitne meje med obema v razširjenosti rodov nismo prepoznali. Smo pa lahko ugotovili ločevanje Dinarskega območja na severozahodni in jugovzhodni merodinarski vzorec, kar je prepoznal že Sket (1970, 1994, 2002). Ugotovili smo, da po postopku za iskanje »območij endemizma« (Morrone, 1994), ki jih določata najmanj dva sinapomorfna taksona (Morrone, 1994; Morrone in Escalante, 2002; Lomolino in sod., 2006), takih skupin kvadratov ne moremo določiti.

Ko smo v analizo zajeli manjše kvadrate, so se ti v prvi analizi združevali v maloštevilne klade. Prav tako smo dobili le tri skupine, ki jih določata dva sinapomorfna taksona (Morrone, 1994). Ne glede na to, ali smo upoštevali le vrste, le rodove ali vrste in rodove skupaj, niso bila drevesa strogega ujemanja nič bolje razrešena. Postopek analize endemizma z metodo varčnosti v našem primeru ni razločil manjših območij, ki bi bila podprta s sinapomorfniimi taksoni. Pri manjših kvadratih bi to lahko bila posledica izbire premajhne velikosti kvadratov (Morrone in Escalante, 2002), vendar pri velikih kvadratih prav tako nismo razločili takih skupin. V postopku bi torej morali najti taksone, ki so prisotni v vseh kvadratih nekega klada. To je pri proučevanju podzemne favne malo verjetno, saj imajo tako vrste kot rodovi večinoma majhne areale.

Ker taksoni različno veliko prispevajo k razrešitvi odnosov med kvadrati, smo v kladistično analizo dodali utežitev znakov (Swofford, 2002). S tem smo dali manjši pomen tistim taksonom (znakom), ki ne prispevajo k razreševanju drevesa. V teh analizah smo lahko prepoznali večje geografske enote. Večji geografski območji, ki smo ju razločili z uporabo večjih kvadratov ali z dodatnim uteževanjem znakov v analizi, sta bili v vseh primerih severozahodni ter jugovzhodni del Dinaridov. Kot tretja enota se pojavlja alpski del, ki je sicer pri upoštevanju samo rodov manj prepoznaven. Ves čas se kot ločen klad ločijo kvadrati na širšem območju Velebita. Delitev hroščev na alpske in dinarske rodove je bila v Slovenije že ugotovljena (Matjašič, 1952; Pretner, 1953), kar smo pokazali tudi c naših analizah. Skupine rodov in vrst, ki so prisotne v obeh (Matjašič, 1952; Pretner, 1953), s tovrstno analizo nismo prepoznali, saj je vsak kvadrat lahko uvrščen le v en klad. S to analizo smo tudi prepoznali severozahodni in jugovzhodni dinarski merodinarski vzorec razširjenosti (Sket 1994, 2002).

V kladistični analizi smo med seboj primerjali kvadrate glede na vrste in/ali rodove, ki so razširjeni v njih. S tem je vsak kvadrat v analizi opredeljen le enkrat, kot »sestavni« del le enega klada oz. geografskega območja. Vendar pa so mnogi taksoni v tako določenih skupinah prisotni tudi v drugih kvadratih, ki so lahko del drugega klada. Zato smo preverili, kakšne vzorce razširjenosti dobimo, če med seboj primerjamo areale troglobiotskih vrst (Hausdorf in Hennig, 2003). V tej analizi je predmet razvrščanja vrsta, medtem ko so kvadrati, kjer je prisotna, njihova "lastnost". Tu smo po podobnosti arealov razvrščali vrste, pri čemer smo upoštevali tudi geografski položaj kvadratov in avtokorelacijo med kvadrati. Določali smo lahko, v koliko skupin (elementov *sensu* Hausdorf, 2002) smo združevali vrste. Če smo vrste delili v dve skupini, smo dobili dve večji območji, s premerom takega območja okoli 310 km, če pa smo vrste delili v štiri ali devet skupin, so bile velikosti takih vzorcev razširjenosti manjše. To kaže, da območja skupne razširjenosti troglobiotskih hroščev na raziskovanem območju niso velika.

Ko smo vrste razdelili v dve skupini, smo lahko razločili dva večja centra, v katera se uvršča skoraj 78 % vrst – severozahodni dinarski in alpski del ter jugovzhodni dinarski del. Z nadaljnjim deljenjem na štiri skupine sta se od teh dveh skupin izločili skupina v italijanskih Alpah in skupina vrst v osrednjem delu Dinaridov. Ti dve skupini sta se obdržali tudi, ko smo vrste delili v devet skupin. Italijanske Alpe imajo značilno drugačne troglobiotske vrste kot slovenski del Alp. Osrednji del Dinaridov se je glede na vrstno sestavo kopenskih troglobiontov izoblikoval kot samostojna biogeografska enota, ki jo je prepoznal že Guéorguiev (1977), vključno z značilnimi vrstami tega območja.

Skupina vrst, ki žive v slovenskih Alpah, se glede na njihove areale ni povsem razločila od skupine vrst slovenskih Dinaridov. Na ravni, na kateri lahko razlikujemo severozahodno Dinarsko območje, ne moremo razločiti ločenih skupin vrst slovenskih Alp in Dinaridov. Ugotovimo lahko torej skupino vrst v slovenskih Alpah in v zahodnem delu slovenskih Dinaridov ter skupino vrst razširjenih na celotnem slovenskem ozemlju. V teh skupinah so vrste rodov, ki sta jih Matjašič (1952) in Pretner (1953) opredelila kot »mešane«, saj poseljujejo Alpe ter Dinaride.

Kljub delnemu prekrivanju alpske in dinarske favne v Sloveniji lahko na severozahodu Dinaridov prepoznamo skupino vrst, ki oblikuje ločen severozahodno dinarsko skupino. Več skupin, v katere se združujejo vrste smo prepoznali tudi v jugovzhodnem delu

Dinaridov. Poleg ene večje skupine sta na tem predelu še dve manjši skupini vrst. Ena skupina je v osrednjem in vzhodnem delu Bosne in Hercegovine, druga pa na tromeji južne Hercegovine, Črne Gore in južne Dalmacije. Ker gre za prekrivajoče skupine, lahko celotno območje opredelimo kot skupno enoto. O trehlinih, razširjenih na severozahodnem območju, je pisal že Jeannel (1928). Tudi Guéorguiev (1977) je prepoznal severno in južno dinarsko skupino kopenskih troglobiontov. Severozahodni in jugovzhodni merodinarski vzorec razširjenosti je opisal Sket (1970, 1994, 2002). Razporejanje troglobiotskih hroščev ustreza tem biogeografskim razdelitvam.

Na območju nismo prepoznali nobene skupine vrst troglobiotskih hroščev, ki bi imela holodinarsko razširjenost *sensu* Sket (1994, 2002). Le rod *Duvalius* poseljuje celotne Dinaridih a tudi druga območja (transdinarska razširjenost, Sket 1994). Poleg tega je v tem rodu zelo veliko površinskih vrst, tako da kot rod ne more biti obravnavan kot troglobiotski.

Prednost analize razširjenosti vrst pred kladistično analizo podobnosti kvadratov vidimo v tem, da je pri analizi arealov poudarek na raziskavi posameznih vrst. S tem je mogoče, da se posamezna območja razširjenosti, v katera lahko razporedimo vrste, med seboj prekrivajo – kar je smiselno, saj so se lahko vrste razširjale preko meja takih območij potem, ko so se vzorci razširjenosti v grobem že izoblikovali. Z uporabo postopka Hausdorfa in Henniga (2003) ter izračunom razdalje *geco* smo v analizah arealov upoštevali tudi prostorski vzorec razporeditve arealov, kar v drugih merah razdalj (Jaccardova, Kulczynskijeva) ni upoštevano (Hausdorf in Hennig, 2006). To vidimo kot prednost, saj je tako zmanjšan vpliv kvadratov znotraj areala vrste, kjer vrste nismo našli, a obstaja verjetnost, da bi jo (Hausdorf in Hennig, 2006).

Z analizo arealov smo dobili smiselna geografska območja razširjenosti, ki se večinoma ujemajo z že ugotovljenimi (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1977; Sket, 1970). Raznoliko geološko in klimatsko dogajanje v preteklosti razvoja obravnavanega ozemlja, zlasti Dinarskega, je omogočilo razvoj raznolike favne. Raznolikost dogajanj v geološki preteklosti na območju se odraža tudi v kompleksnih vzorcih arealov, ki smo jih na območju prepoznali. Vzorca razdelitve na severozahodni in jugovzhodni del, ki je tako izrazit tako z vidika števila vrst kot njihovih arealov ob sedanjem poznavanju paleogeografije še ne znamo dodobra pojasniti. Gotovo je na oblikovanje današnjih vzorcev razširjenosti in raznolikosti vplivalo mnogo dejavnikov, od katerih smo jih nekaj obravnavali tudi v našem delu.

4.2 SKLEPI

Pri ugotavljanju vzorcev biodiverzitete je izbira primerno velikih osnovnih enot za analize pomembna, saj smo pokazali, da se s spreminjanjem velikosti mreže, s katero smo prekrili območje, vzorci lahko razlikujejo. V naši raziskavi se je to izkazalo na primeru razporeditve števila troglobiotskih vrst hroščev. Fortin in Dale (2005) sta pri izbiri najprimernejše velikosti enote za prostorske analize predlagala upoštevanje tiste velikosti, kjer je prostorska avtokorelacija pozitivna in najvišja. S primerjavo velikosti avtokorelacije med števili vrst troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju pri mrežah od 5x5 km do 80x80 km smo ugotovili, da je največja pozitivna avtokorelacija pri mreži 20x20 km. Pri

izračunih za širše raziskovano območje, kjer smo v izračune vključili tudi mrežo 120x120 km, je bila pozitivna avtokorelacija pri velikosti 20x20 km skorajda enako velika kot pri nekoliko večji vrednosti za mrežo 40x40 km. Ker je bilo Dinarsko območje naše osrednje območje zanimanja, smo kot najprimernejšo za prostorske analize biodiverzitete na tem območju upoštevali velikost mreže 20x20 km.

Pri velikosti mreže 20x20 km smo lahko upoštevali tudi podatke z manj natančno določenimi lokalitetami. Tako smo v analizo vključili še nekaj dodatnih lokalitet, ki jih pri mrežah 5x5 km nismo mogli vključiti. Z dodatkom podatkov pa smo dosegli tudi učinek simulacije novih odkritij na območju, kar je omogočilo analizo vpliva novih najdb na prepoznane vzorce. Najbogatejši kvadrati, odkriti pri manjšem naboru podatkov, se z novimi podatki niso spremenili, prepoznali pa smo nekaj novih vrstno bogatih kvadratov. To kaže, da z novimi podatki o troglobiotskih hroščih na Dinarskem območju lahko pričakujemo odkrivanje novih vrstno bogatih območij, vendar pa se pomen sedaj odkritih vrstno bogatih območij zelo verjetno ne bo zmanjšal. Podobno so na primeru slovenskih Dinaridov ugotovili tudi Culver in sod. (2004a), ki so pokazali, da se pomen vročih točk diverzitete troglobiotske favne, ki so jih ugotovili iz podatkov pred letom 1940 ni zmanjšal tudi z dodajanjem podatkov v dveh kasnejših obdobjih do leta 1970 in do leta 2000.

Na Dinarskem območju lahko pričakujemo odkritje novih vrst troglobiotskih hroščev, saj krivulje kopičenja vrst pri nobeni velikosti mreže niso dosegle asimptote. Napovedi petih cenilk pričakovanega števila vrst so se med seboj razlikovale, ker so bile cenilke različno odvisne od velikosti osnovnih enot. Cenilka jackknife 1 in bootstrap sta se s spreminjanjem velikosti mreže najmanj spreminjali. Cenilka bootstrap je bila najmanj odvisna od števila redkih vrst v vzorcu, ki pa so pri podzemnih favni zelo pogoste (Christman in sod. 2005). Cenilka bootstrap je najprimernejša za primere, ko je v vzorcih veliko redkih vrst (Poulin, 1998). Enako smo ugotovili tudi na primeru troglobiotskih hroščev Dinaridov.

Vrstna pestrost troglobiotskih hroščev na lokaliteto je zelo majhna. Na širšem raziskovanem območju je le približno 3 % jam od vseh obravnavanih lokalitet takih, kjer je prisotnih pet troglobiotskih vrst ali več. Posamezne jame torej niso primerne za ugotavljanje prostorskih vzorcev v razporeditvi števila vrst. Na seznamu najbogatejših jam je mnogo ledenih jam.

Z izračuni cenilk Chao 2 in bootstrap smo ugotovili, da večje število vrst lahko pričakujemo znotraj vrstno bogatejših in ne znotraj vrstno revnejših kvadratov. Poleg tega je dodatno število vrst mogoče pričakovati tudi v kvadratih, ki so sosednji najbogatejšim kvadratom. To je razvidno v nekaj primerih v Bosni in Hercegovini. To pomeni, da je večja verjetnost, da bomo našli dodatne vrste v bližini bogatih kvadratov in ne daleč stran od njih ter da so razpoložljivi podatki za ta območja najverjetneje pomankljivi.

Metoda interpolacije kriging za vrednosti biodiverzitete so se pokazale za zelo koristne, vendar pa je vpliv manjkajočih podatkov in ničelnih vrednosti na napovedi zelo velik. Preizkusili smo različne kombinacije primerov, kjer smo imeli za manjkajoče vrednosti določene ničle in v dveh primerih tudi manjkajoče vrednosti. Različna razporeditev teh vrednosti vpliva na napovedi interpolacije.

Na Dinarskem območju smo ugotovili dva centra visoke vrstne raznolikosti troglobiotskih hroščev, s čimer smo le delno potrdili hipotezo, da je center kopenske troglobiotske favne na jugovzhodu. V primeru troglobiotskih hroščev je en center visoke vrstne raznolikosti na severozahodu in drugi pa na jugovzhodu Dinaridov. Na severozahodu je večja vrstna raznolikost troglobiotskih Carabidae, na jugovzhodu pa troglobiotskih Cholevidae. Razporeditve območij največje vrstne raznolikosti ne moremo razložiti le z razlikami v intenziteti vzorčenja. Severozahodni predel je na širšem raziskovanem območju najbolj povzorčen, medtem ko so bolj povzorčena območja na jugovzhodu redka. Kljub temu je tam območje najvišje vrstne pestrosti troglobiotskih hroščev. Ta center so izpostavili že drugi avtorji (Guéorguiev, 1977; Sket in sod. 2004). V naši raziskavi smo poleg dodatnega centra visoke diverzitete troglobiotskih hroščev pokazali tudi, da teh centrov ne moremo razložiti le z intenziteto vzorčenja.

Hipoteza o obstoju izrazitih vzorcev razširjenosti troglobiotskih hroščih se je izkazala za pravilno. Območja, ki so si po vrstni sestavi bolj podobna, smo ugotovili tako s kladističnimi metodami kot z metodo združevanja vrst po podobnosti arealov. Z uteženo metodo največje varčnosti in upoštevanjem prisotnosti vrst in rodov kot lastnosti kvadratov v analizi, smo lahko prepoznali tri večja območja: alpsko, severozahodno dinarsko ter jugovzhodno dinarsko območje. Z analizo podobnosti vrst glede na njihove areale smo ugotovili, da te se razvrščajo v več skupin. Ugotovili smo, da lahko prepoznamo skupine vrst, ki imajo severozahodno in jugovzhodno dinarsko razširjenost, s čimer smo potrdili obstoj severozahodnega in jugovzhodnega merodinarskega vzorca razširjenosti (Sket 1994). Poleg teh pa smo potrdili tudi skupino vrst z razširjenostjo v osrednjih Dinaridih, kot jo je opisal že Guéorguiev (1977). Holodinarske razširjenosti vrst ali rodov nismo ugotovili. Po celotnih Dinaridih najdemo razširjene le troglobiotske vrste rodu *Duvalius*, vendar je ta razširjen tudi izven Dinaridov (transdinarsko; Sket 1994, 2002). Večina hroščev ima majhne areale znotraj večjih merodinarskih območij.

Hipoteza o ugodnem vplivu temperature in padavin kot pokazateljema visoke produkcije na površju, se je pokazala kot neustrezna. Visoka diverziteteta hroščev je tam, kjer je višja količina padavin, to pa so obenem območja višjih nadmorskih višin in nižje povprečne letne temperature. Visoka površinska produkcija na površju naj bi preko doprinosa hranil v podzemlje podpirala višja števila kopenskih troglobiontov (Culver in sod., 2006). Čeprav smo ugotovili korelacijo z deležem potencialnih vegetacijskih biomov gozdov (Matvejev in Puncer, 1989), pa korelacije z opaženim vegetacijskim pokrovom, izmerjeno s satelitskimi snemanji, ni bilo.

5 POVZETEK (SUMMARY)

5.1 POVZETEK

Dinarsko območje je po raznolikosti podzemne favne najbogatejše ozemlje na svetu. Tu je bilo najdenih kar okoli 600 kopenskih in 330 vodnih troglobiotskih vrst (Sket, 2005), kar je približno enako številu troglobiontov, najdenih na vseh kraških predelih Združenih držav Amerike skupaj (927 vrst, Culver in sod., 2000). V našem delu smo kot modelno skupino za raziskave kopenske troglobiotske favne izbrali hrošče. Podzemni hrošči predstavljajo blizu 42 % vseh kopenskih troglobiotskih vrst na Dinarskem območju (Sket in sod., 2004). Raziskovanje te skupine poteka najdlje v primerjavi z drugimi troglobionti, hkrati pa se je s hrošči ukvarjalo in se še ukvarja relativno veliko raziskovalcev. V skladu s tem je o njihovi razširjenosti veliko objavljenih podatkov v literaturnih virih, dobro je poznana tudi njihova taksonomija. Preveriti smo želeli, (a) ali je najvišja diverziteteta kopenske favne na širšem območju tromeje Hercegovina – južna Dalmacija – Črna Gora, (b) ali so območja najvišje diverzitetete v korelaciji s temperaturo in padavinami na površju, in posredno z visoko biotsko produkcijo (Culver in sod. 2006), (c) ali se areali vrst združujejo v značilne vzorce razširjenosti in (d) ali se ti vzorci ujemajo z že opisanimi vzorci razširjenosti (holodinarski, merodinarski) v preteklih študijah za Dinaride (Sket 1970, 1994, 2002). Ugotavljali smo tudi, katera velikost kvadrata mreže je najprimernejša za analize biodiverzitetete, v nalogi pa smo preizkusili različne metode, med katerimi jih je veliko prvič uporabljenih za študij podzemne favne.

Naše raziskovano območje je poleg Dinarskega kras zajelo tudi dele sosednjih kraških območij v Alpah, vzhodni Srbiji in Makedoniji. Raziskovano ozemlje smo kartirali v Lambertovi stožčni projekciji in ga prekrili s kvadratnimi mrežami 5x5 km, 10x10 km, 20x20 km, 40x40 km, 80x80 km in 120x120 km. Lokalitetam smo določili geografske koordinate in jih glede na položajno natančnost razvrstili v več razredov. Pri analizah, kjer smo uporabili tudi najmanjšo mrežo, smo upoštevali le lokalitete z najmanj 3 km natančnostjo, sicer pa tudi lokalitete s 6 km natančnostjo. Podatke o razširjenosti troglobiotskih hroščev smo povzeli iz več kot 80 literaturnih virov in razpoložljivih seznamov vrst ter jih uredili v relacijsko bazo. V analize smo vključili hrošče iz družin krešičev (Carabidae), mrharčkov (Cholevidae) in palčkov (Pselaphidae), s čimer smo vključili skoraj vse troglobiotske hrošče na območju. V marcu 2007 smo imeli v podatkovni bazi 8436 zapisov o hroščih (zapis = takson + lokaliteta + vir), od katerih se jih 6016 nanaša na troglobiotske taksone. S širšega raziskovanega območja smo pridobili 7816 zapisov z geografsko določenimi lokalitetami, od tega 5840 za troglobiotske hrošče. Brez ponovitev zaradi večkratnih navedb v literaturi se na troglobiotske vrste hroščev nanaša 3461 zapisov na širšem raziskovanem območju. V Dinaridih smo našli 312 troglobiotskih hroščev (1496 lokalitet), na širšem raziskovanem območju pa 395 troglobiotskih hroščev (1922 lok.). V naboru podatkov, kjer smo vključili lokacije določene do 3 km natančno, smo upoštevali 356 vrst iz 1701 lokalitet na celem raziskovalnem območju (276 vrst iz 1333 lokalitet na Dinarskem krasu). V nabor podatkov z natančnostjo lokalitet 6 km smo lahko dodali lokalitete in tudi nekaj vrst, tako da smo v analize celotnega raziskovanega območja zajeli 384 vrst znanih iz 1865 lokalitet (298 vrst iz 1453 lokalitet na Dinarskem

krasu). Od slednjih je 119 vrst družine Carabidae (77 v Dinaridih), 239 vrst Cholevidae (196 v Dinaridih) in 26 vrst Pselaphidae (25 v Dinaridih).

Najprej smo izračunali število vrst na posamezno jamo. Med 1865 lokalitetami z najmanj 6 km natančnostjo jih je le 55 takih jam, kjer je bilo najdenih najmanj 5 troglobiotskih vrst hroščev. Vse so na Dinarskem in Alpskem krasu. Podatke o več kot deset vrstah troglobiotskih hroščev imamo za jame Ledenica pri Dolu, Postojnsko-planinski jamski sistem v Sloveniji in Vjetrenico v Hercegovini. Iz več kot polovice vseh lokalitet poznamo le po eno troglobiotsko vrsto hroščev.

Število vrst smo preračunali na kvadrat vseh velikosti mrež in jih glede na bogastvo vrst uvrstili v pet razredov. Da bi ugotovili, katera velikost mreže je najprimernejša za analize, smo izračunali statistiko črno-belih stikov in dva koeficienta avtokorelacije. S statistiko črno-belih stikov smo ugotovili, da je bila pogostost raznorodnih stikov pri vseh velikostih mreže na širšem raziskovanem območju manjša od pričakovane. To pomeni, da razporeditev kvadratov z vrstami v prostoru ni bila naključna (Fortin in Dale, 2005). Z Moranovim koeficientom I in Gearyjevim koeficientom c smo ugotovili, da se pozitivna prostorska avtokorelacija z večanjem mreže sprva viša, z nadaljnjim večanjem mreže pa začne padati. Pri upoštevanju Dinarskega območja je bila najvišja avtokorelacija pri kvadratih velikosti 20x20 km, če smo upoštevali širše raziskovano območje, pa je bila pri velikosti 40x40 km nekoliko višja od manjšega kvadrata. Mreža, kjer je najvišja pozitivna avtokorelacija, naj bi bila najprimernejša za nadaljnje analize (Fortin in Dale, 2005). Ker so bili naše ciljno območje raziskav Dinaridi, smo v nadaljnjih analizah uporabljali kvadrate 20x20 km.

Pri vseh velikostih mreže smo lahko prepoznali dve območji visoke biodiverzitete troglobiotskih hroščev na Dinarskem območju. Eno je na severozahodu Dinaridov v Sloveniji, drugo pa na jugovzhodu, na širšem območju med Hercegovino, južno Dalmacijo in zahodno Črno Goro. Doslej je veljalo, da je najbogatejše območje kopenske troglobiotske favne le na jugovzhodnem delu (Sket in sod. 2004), pri troglobiotskih hroščih pa je zelo bogat tudi severozahodni del. Tam so vrstno najbogatejši troglobiotski hrošči iz družine Carabidae, medtem ko so Cholevidae najbogatejši na jugovzhodu Dinaridov. Vzorec razporeditve števila podvrst na kvadrat mreže 20x20 km se ni razlikoval bistveno od vzorca razporeditve vrst. Drugače je pri rodovih, kjer se vzorec razporeditve njihovega števila bolj razlikuje od vrstnega.

Na Dinarskem območju lahko pričakujemo odkritje novih troglobiotskih vrst, saj krivulje kopičenja vrst niso dosegle asimptote. Število pričakovanih vrst smo ocenili s petimi cenilkami: jackknife 1, jackknife 2, Chao 2, bootstrap in ICE. Z večanjem mreže so vse ocene naraščale, le v primeru cenilke Chao 2 pri mreži 20x20 km je ocena padla glede na mrežo 10x10 km. Število vrst, znanih z enega kvadrata, že pri mreži 5x5 km dosega skoraj polovico celotnega števila vseh vrst, z večanjem mreže pa število takih vrst še narašča. Pri podzemni favni imajo vrste večinoma zelo majhne areale razširjenosti (Christman in sod., 2005). Tako so cenilke, ki uporabljajo več mer redkosti vrst in se najbolj spreminjajo z velikostjo mreže, manj primerne za proučevanje podzemne favne. Najbolj sta z večanjem mreže narasli cenilki ICE in jackknife 2, najmanj pa cenilki bootstrap in jackknife 1. Poulin (1998) je pokazal, da cenilka bootstrap da najprimernejše ocene, če je prisotnih

veliko redkih vrst, zato menimo, da je najprimernejša tudi za študije podzemne favne. Pri mreži 20x20 km je cenilka bootstrap napovedala povečanje števila vrst na Dinarskem območju za 22,5 %. Največ novih vrst je pričakovati pri troglobiotskih vrstah Pselaphidae, tem pa sledijo Cholevidae in Carabidae.

Izračune ocen števila vrst smo naredili tudi za posamezne kvadrate mreže 20x20 km, iz katerih smo imeli znanih najmanj pet lokalitet. Za to smo uporabili cenilke Chao 2 in bootstrap. Čeprav so bile napovedi cenilke Chao 2 veliko višje od cenilke bootstrap, pa obe kažeta, da lahko največ dodatnih vrst pričakujemo v vrstno bogatih kvadratih. Veliko dodatnih vrst lahko pričakujemo tudi v kvadratih, ki so sosednji najbogatejšim.

Za prikaz razporeditve opaženega in pričakovanega števila vrst, izračunanega s cenilkami, smo preizkusili dve interpolacijski metodi: metod tehtanih drsečih sredin in osnovni kriging (Davis, 2002). Z metodo kriging smo preverili vpliv različnih števil ničelnih in manjkajočih števil vrst za kvadrate, od koder nismo imeli podatka. Problem vpliva teh vrednosti je pri podzemni favni lahko velik (Christman, 2005). Napovedi števila vrst z interpolacijskimi metodami so bile nižje od tistih na znanih točkah, verjetno prav zaradi velikega števila ničel in manjkajočih vrednosti v analizi (Christman, 2005; Culver, ustno). Kljub temu se je prikaz razporeditve biodiverzitete z interpolacijskimi metodami pokazal kot koristen pri primerjavah z izbranimi okoljskimi dejavniki.

Preverili smo, kakšen vpliv ima različna intenzivnost vzorčenja na opažene vzorce biodiverzitete. Vpliv vzorčenja smo merili s številom podzemnih lokalitet, kjer so bile najdeni hrošči najdeni, na kvadrat mreže. Korelacija med številu vrst in lokalitet se je z večanjem mreže večala. Razmestitvi največjega števila vrst in povzorčenih lokalitet pri optimalni mreži 20x20 km sta se večinoma razlikovali. 60 % variance v številu vrst med kvadrati lahko razložimo z varianco v številu vzorčenih lokalitet, delež pa je še manjši, če smo obravnavali družine posebej. Vzorcev biodiverzitete troglobiotskih hroščev ne moremo pojasniti le z razlikami v vzorčenju.

Razporeditev števila troglobiotskih vrst na Dinarskem območju in predelu slovenskih Alp smo primerjali z izbranimi okoljskimi podatki. Ugotovili smo statistično značilno pozitivno korelacijo s povprečnimi letnimi količinami padavin, nizko pozitivno korelacijo z nadmorsko višino in negativno korelacijo z najnižjo vrednost povprečnih letnih temperatur v kvadratu 20x20 km. Visoka diverziteta hroščev je tam, kjer je višja količina padavin, to pa so obenem območja višjih nadmorskih višin in nižje povprečne letne temperature. Visoka površinska produkcija na površju naj bi preko doprinosa hranil v podzemlje podpirala višja števila kopenskih troglobiontov (Culver in sod., 2006). Čeprav smo ugotovili korelacijo z deležem potencialnih vegetacijskih biomov gozdov (Matvejev in Puncer, 1989), pa korelacije z opaženim vegetacijskim pokrovom, izmerjeno s satelitskimi snemanji, nismo našli. Na razporeditev števila vrst vplivajo tudi drugi dejavniki, kot npr. prisotnost primerne kamninske podlaga ter paleogeološki in paleoklimatski dogodki (Sket, 2002). Krstić in sod. (2003) so predstavili zanimivo hipotezo o razporeditvi miocenskih jezer na območju Dinaridov in vodnih povezav med Paratetisom in Jadranom. S tako razporeditvijo vode in kopna v obliki otokov bi lahko razložili občasne izolacije in postopno speciacijo prednikov današnjih kopenskih troglobiontov. Karta Krstića in sod. (2003) pa ima zaenkrat malo podpore v fosilnih

najdbah, zato jo je treba obravnavati previdno. Z današnjim poznavanjem paleogeoloških dogodkov še ne moremo dobro pojasniti vzorcev biodiverzitete.

Preverili smo, kakšne vzorce razširjenosti lahko prepoznamo pri troglobiotskih hroščih. Veliko število vrst ima zelo majhna območja razširjenosti, 150 vrst od 384 na širšem raziskovanem območju je znanih le iz ene lokalitete in kar 243 le iz enega kvadrata 40x40 km. Kljub visoki stopnji endemičnosti smo lahko prepoznali značilne vzorce razširjenosti. V kladističnih analizah smo prisotnost ali odsotnost vrste in/ali rodov obravnavali kot lastnost kvadratov, ki smo jih združevali v skupine. Z analizo največje varčnosti se kvadrati na drevesih strogega soglasja niso združevali v večje skupine. Ko smo uporabili uteženo analizo največje varčnosti, smo lahko prepoznali večje skupine kvadratov glede na podobnost v sestavi vrst: alpsko, severozahodno dinarsko in jugovzhodno dinarsko območje. Vzorce razširjenosti smo preverili z analizo združevanja arealov vrst po postopku Hausdorfa in Henninga (2003). Po podobnosti arealov so se vrste razvrščale v skupino italijanskih Alp, skupine na območju slovenskih Alp in severozahodnih Dinaridov, skupino severozahodnega dela Dinaridov, skupino osrednjega dela Dinaridov in skupine na območju jugovzhodnih Dinaridov. Potrdili smo obstoj severozahodnega in jugovzhodnega merodinarskega vzorca razširjenosti (Sket 1970, 1994, 2002), medtem ko holodinarske razširjenosti nima nobena vrsta niti rod troglobiotskih hroščev.

5.2 SUMMARY

Dinaric karst is the richest area in the world according to diversity of subterranean fauna. Around 600 terrestrial and 330 aquatic troglobiotic species (Sket, 2005) were found there, which is comparable to numbers species recorded in all karstic regions of USA (927 species, Culver et al., 2000). In our study, we chose beetles as a model group for the study of terrestrial troglobiotic fauna. Subterranean beetles present nearly 42 % of all terrestrial troglobiotic species (Sket et al., 2004). Research of this group has long tradition, and there are many researchers that worked and still work on it. There are many published records on their distribution in the Dinarides, with relatively well resolved taxonomy. We wanted to explore, whether (a) highest diversity of terrestrial troglobiotic fauna is located in the area of wider Herzegovina – south Dalmatia – Montenegro, (b) whether the species rich areas are correlated with the temperature and precipitation on the surface, and consequently with the high biotic productivity (Culver et al., 2006), (c) whether species ranges are clustering into distribution patterns and (d) whether their distribution patterns are in accordance with already described patterns (holodinaric, merodinaric) for the Dinaric fauna (Sket 1970, 1994, 2002). We studied, which grid size is most suitable for such analyses, and used some statistical methods, that are used in analyses of subterranean fauna for the first time.

Our research area included Dinarides, but also parts of neighboring karstic regions in the Alps, Eastern Serbia and Macedonia. The research area was presented in the Lambert conical projection and overlaid by the quadratic grids of different sizes: 5x5 km, 10x10 km, 20x20 km, 40x40 km, 80x80 km and 120x120 km. We determined the coordinates of each locality, and separated them in classes according to positional accuracy. In the comparative analyses, where also smallest quadrates were used, we included only localities with least 3 km accuracy, while in other analyses also localities with 6 km accuracy were

included. Records on beetles' distribution were taken from more than 80 published references and available species lists, and organised in the form of relational database. We considered troglobiotic beetles of the families Carabidae, Cholevidae and Pselaphidae and herewith included almost all troglobiotic beetles in the area. In March 2007, our database consisted of 8436 records of beetles (a record = taxon + locality + reference), of which 6016 were related to troglobiotic beetles. We had 7816 records with georeferenced localities from wider research area, of which 5840 referred to troglobiotic beetles. If we excluded the repetitions due to multiple literature references, we had 3461 records on troglobiotic beetles in the wider research area. In the Dinaric karst there are 312 troglobiotic beetles (from 1496 localities) and in the wider research area 395 species (from 1922 localities). In the dataset, where localities of positional accuracy up to 3 km were considered, we included 356 species from 1702 localities in the wider research area (and 276 species from 1334 from the Dinaric part). In the dataset with the localities with at least 6 km accuracy, 384 species from 1865 localities were considered on the wider research area (with 298 species from 1453 localities in the Dinarides). These include 119 species of the family Carabidae (77 in Dinarides), 239 species of Cholevidae (196 in Dinarides) and 26 species of Pselaphidae (25 in Dinarides).

We calculated number of species per individual cave. Among 1865 localities with at least 6 km accuracy, only 55 caves had five or more troglobiotic beetles species. They are located in the Alpine and Dinaric karst. There are three caves with at least ten species of troglobiotic beetles: Ledenica pri Dolu cave and Postojna-Planina cave system in Slovenia and Vjetrenica cave in Herzegovina. Only one species per cave is known from more than a half of all localities.

For every quadrat in the grid we calculated the number of species and classified the quadrat relatively to the number of species of the richest cell. Black-white joins statistics showed, that species presence is distributed randomly only at the smallest quadrates 5x5 km, and in the case of 10x10 km quadrates, when eight neighboring quadrates and the whole research area was considered. The pattern at larger quadrates was not random. We calculated two indices of autocorrelation, Moran's *I* and Geary's *c*. The height of positive autocorrelation is increasing with increasing quadrat size, reaches its peak, and lowers down at largest quadrates. When only Dinaric karst was considered, the highest autocorrelation was at the quadrates of 20x20 km. It was very high also when the whole research area was included, but then the autocorrelation at 40x40 km higher. As our target research area was Dinaric karst, where highest positive autocorrelation among number of species per quadrat was at 20x20 km quadrat, we considered this size as most suitable for further analyses.

We calculated number of species per quadrates of all grid sizes and separated them in five classes according to the number of species. Join-count statistics and two autocorrelation coefficients were calculated to determine most suitable grid size for analyses. Results of join-count statistics revealed, that frequency of observed black-white joins was lower than expected. This meant that quadrates with species are not distributed randomly (Fortin and Dale, 2005). Value of Moran's *I* and Geary's *c* autocorrelation coefficients first increased with the increase of quadrat size, and begin to decrease after certain quadrat size. When Dinaric areas is considered, the highest positive autocorrelation was at 20x20 km quadrat

size, but with wider research area the autocorrelation at 40x40 km was somewhat higher than at 20x20 km quadrates. Grid size, where positive autocorrelation was highest, should be considered as most appropriate for analyses (Fortin and Dale, 2005). As Dinaric area was our primary research area, we chose quadrate size of 20x20 km for further analyses.

There are two areas, where we recognised highest troglobiotic beetle diversity at all grid sizes. One is in the northwest in Slovenia and the other in the southeastern parts, in the area of Herzegovina, southern Dalmatia and western parts of Montenegro. It was previously suggested, that highest diversity of terrestrial troglobiotic fauna is in southeastern parts of the Dinarides (Sket et al. 2004). In case of troglobiotic beetles, there is another peak in biodiversity in northwestern parts of Dinarides. Troglobiotic beetles of the family Carabidae have areas of highest diversity in the northwestern areas of Dinarides, while Cholevidae in the southeastern parts. Pattern of subspecies numbers per quadrates of 20x20 km was not very different from the pattern of species numbers. There are bigger differences, when pattern of genera numbers are compared.

More troglobiotic beetle species can be expected in the Dinaric area, as species accumulation curves did not reach an asymptote at any quadrate size. We estimated expected species numbers with five species richness estimators: jackknife 1, jackknife 2, Chao 2, bootstrap and ICE. All estimators increased as the grid size increased, only in the case of Chao 2 estimator value at 20x20 km was smaller compared to 10x10 km. Number of unique species, known from one quadrate only, presented almost half of all the species known at the 5x5 km grid size. Number of uniques increased with the increase of quadrate size. This is not surprising when subterranean fauna is considered, as most of the species have very small distribution ranges (Christman et al. 2005). Therefore estimators, that use more measures of rare species and change most with different grid size, can be considered less appropriate for studies of cave fauna. Estimators ICE and jackknife 2 changed most with the increase in grid size, while bootstrap and jackknife 1 changed least. Poulin (1998) showed that bootstrap estimator gave most accurate estimations when there are many rare species present, so we consider this estimator as most appropriate for analysis of subterranean fauna. At quadrate 20x20 km bootstrap estimated 22,5 % increase in present number of species. Most new species can be expected within Pselaphidae, followed by Cholevidae and Carabidae.

We calculated estimates of species richness for each individual quadrate 20x20 km, in which there were at least five localities known. We calculated Chao 2 and bootstrap estimators. Even though estimations of Chao 2 were much higher than bootstrap, both revealed similarly, that most species can be expected within species rich quadrates and their neighboring quadrates.

We mapped the observed and expected richness patterns of biodiversity with the use of two interpolation methods: inverse distance weighing and ordinary kriging (Davis, 2002). With kriging we compared the predictions, at different proportions of missing and zero values. Problem of these values can be big in subterranean fauna (Christman, 2005). Large amount of zero values influenced the kriging predictions of species richness, so that they were lower than actually observed in species rich quadrates (Christman, 2005; Culver,

personally). Despite that presentations of biodiversity with interpolation methods proved valuable for comparisons with environmental correlates.

Influence of sampling intensity on biodiversity patterns was measured by the number of subterranean localities where beetles were sampled per quadrat. Correlation between numbers of species and numbers of localities increased with larger grid sizes. Distribution of quadrates, richest in the number of species and quadrates, richest in the number of sampled localities, at 20x20 km grid was mostly different. 60 % of variance in number of species among the quadrates can be explained by the variance in number of sampled localities, but this portion is smaller if individual families were considered. Patterns of biodiversity cannot be explained by differences in sampling intensity only.

Distributions of number of species in the Dinarides and Slovenian Alps were compared with some environmental correlates. We discovered statistically significant positive correlation of species numbers with the amount of mean annual precipitation, low positive correlation with the altitude and negative correlation with the lowest value of mean annual temperatures within the quadrat 20x20 km. High diversity of troglobiotic beetles is in the areas with higher precipitation, higher altitude and lower mean annual temperatures. Such conditions do not support high surface productivity, which was suggested to support high subterranean biodiversity through higher income of organic matter into the subsurface (Culver et al. 2006). Even though we discovered significant though low correlation with the potential vegetation biomes of forests (Matvejev and Puncer, 1989), we did not discover statistically significant correlations with recent vegetation types from satellites recordings. There are other possible influences on species richness patterns, like presence of suitable rock and paleoclimatic and paleogeological events (Sket, 2002). Krstić et al. (2003) presented a hypothetical map of lower Miocene lakes in the southeastern Dinarides and water connection among Paratethys and Adriatic sea. Such distribution of water and land, distributed in islands, could explain the possibility of isolation events and speciation of ancestors of terrestrial troglobionts. At present, Krstić et al (2003) map has little support in fossil findings, so present knowledge on paleogeological events on the Dinarides still does not give support to explain the diversity patterns.

We tested whether significant distribution patterns of troglobiotic beetles exist. Most of the species have small distribution ranges, 150 species out of 384 of the wider research area are known from one locality only and 243 from one quadrat 40x40 km only. Despite high level of endemism we could recognise distribution patterns. In cladistical analyses presence or absence of species and/or genera was considered a character of the quadrates. With the maximum parsimony analysis of quadrates of 80x80 km including genera only, we recognised some groups. If we used quadrates 20x20 km, quadrates formed very small groups. If we used weighted parsimony analysis (Farris, 1969; Nei and Kumar, 2004) with this quadrat size, we could recognise alpine, northwestern dinaric and southeastern dinaric group. We analysed species according to the similarities of their ranges (Hausdorf and Hennig, 2003). In this analysis, species were delineated into a group of Italian Alps, of both Slovenian Alps and northwestern Dinarides, of northwestern Dinarides, of middle Dinarides and groups in the southeastern parts of Dinarides. We confirmed the northwestern and southeastern merodinaric distribution patterns (Sket, 1970, 1994, 2002) but no species or genus of troglobiotic beetles had holodinaric distribution.

6 VIRI

Barr T.C., Holsinger J.R. 1985. Speciation in cave faunas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 313-337

Bartholomé E., 2000. The VEGA 2000 datat set description of data properties (draft). GLC 2000 Workshop, Ispra 29-30 Nov 2000.
http://www-gem.jrc.it/glc2000/input_data.htm

Beyer H.L., 2006. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS.
Vir: <http://www.spatial ecology.com/htools>

Bivand R. 2006. The spdep package.
Vir: <http://cran.r-project.org/src/contrib/Descriptions/spdep.html>

Bognolo M. 2002. Il genere *Bathyscimorphus* (Coleoptera: Cholevidae). *Coleoptera*, 6: 1-33

Brose U., Martinez N.D., Williams R.J. 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, 84: 2364-2377

Bunge J., Fitzpatrick M. 1993. Estimating the number of species: a review. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 421: 364-373

Burnham K.P., Overton W.S. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65, 3: 625-633

Byers S., Raftery A.E. 1998. Nearest-neighbor clutter removal for estimating features in spatial point processes. *Journal of the American statistical association*, 93, 442: 577-584

Castellarini F., Malard F., Dole-Olivier M-J., Gibert J., 2007. Modelling the distribution of stygobionts in the Jura Mountains (eastern France). Implications for the protection of ground waters. *Diversity and Distributions*, 13: 213-224

Chao A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classess in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270

Chao A., Hwang W.-H., Chen Y.-C., Kuo C.-Y. 2000. Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica sinica*, 10, 227-246

Chazdon R.L., Colwell R.K., Denslow J.S., Guariguata M.R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of Northeastern Costa Rica. V: Forest biodiversity research, monitoring and modelling. Dallmeier F., Comiskey J.A. (ur.). The Parthenon Publishing Group, Washington DC: 285-309

Christman M.C., Culver D.C., 2001. The relationship between cave biodiversity and available habitat. *Journal of Biogeography*, 28: 367-380

Christman M.C., Culver D.C., Madden M.K., White D. 2005. Patterns of endemism of the eastern North American cave fauna. *Journal of Biogeography*, 32: 1441-1452

Christman M.C. 2005. Mapping Subterranean Biodiversity. V: *Encyclopedia of Caves*. Culver D.C., White W.B. (ur.). Oxford, Elsevier Academic Press: 355-361

Colwell R.K., Coddington J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society in London, B*, 345: 101-118.

Colwell R.K., Xuan M.C., Jing C. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85, 10: 2717-2727

Colwell R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application. Vir: <http://purl.oclc.org/estimates>.

Culver D.C., Sket B. 2000. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62, 1: 11-17

Culver D.C., Master L.L., Christman M.C., Hobbs H.H. III. 2000. Obligate cave fauna of the 48 contiguous United States. *Conservation Biology*, 14, 2: 386 - 401

Culver D.C., Hobbs H.H. III, Christman M.C., Master L.L. 1999. Distribution map of caves and cave animals in the United States. *Journal of cave and karst studies*, 61, 3: 139-140.

Culver D.C., Christman M.C., Elliot W.R., Hobbs H.H. III, Reddell J.R. 2003. The North American obligate cave fauna: regional patterns. *Biodiversity and Conservation*, 12: 441-468

Culver D.C., Christman M.C., Sket B., Trontelj P. 2004a. Sampling adequacy in an extreme environment: species richness patterns in Slovenian caves. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1209-1229

Culver D.C., Christman M.C., Šereg I., Trontelj P., Sket B. 2004b. The location of terrestrial species-rich caves in a cave-rich area. *Subterranean Biology*, 2: 27-32

Culver D.C., Deharveng L., Bedos A., Lewis J.J., Madden M., Reddell J.R., Sket B., Trontelj P., White D. 2006. The mid-latitude biodiversity ridge in terrestrial cave fauna. *Ecography*, 29: 120-128

Čelik T., Verovnik R., Gomboc S., Lasan M. 2005. *Natura 2000 v Sloveniji: Metulji (Lepidoptera)*. Založba ZRC SAZU, Ljubljana: 288 str.

Daffner H. 1996. Revision der *Anopthalmus* - Arten und - Rassen miz lang und dicht behaarter Korperoberseite (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). Mitteilungen Munchner Entomologische Gesellschaft, 86: 33-78

Daffner H. 1998. Die Arten und Rassen der *Anopthalmus schmidti* und *-mariae* Gruppe (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). Acta entomologica slovenica, 6, 2: 99-128

Davis J.C. 2002. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons: 638 str.

Decu V., Juberthie C. 1998. Coleopteres (generalites et synthese). V: Encyclopaedia biospeologica, Tome II. Juberthie C., Decu V. (ur.). Societe de Biospelologie Moulis – Bucharest: 1163-1173

Deharveng L. 2005. Diversity patterns in the tropics. V: Encyclopaedia of Caves. Culver D.C., White W.B. (ur.). Oxford, Elsevier Academic Press: 166-170.

Deharveng L., Stoch F., Gibert J., Bedos A., Galassi D., Zagmajster M., Brancelj A., Camacho A., Fiers F., Martin P., Giani N., Magniez G., Marmonier P. 2007. Insight into the groundwater biodiversity of western Europe. Freshwater Biology (v tisku).

Farris J.S. 1969. A successive approximations approach to character weighting. Systematic Zoology, 18:374-385

Ferreira D. 2005. Biodiversite aquatique souterraine de France: base de donnees, patrons de distributions et implications en termes de conservation. Doktorska disertacija, Univerza Claude Bernard-Lyon 1: 230 str.

Fišer C., Zakšek V., Zagmajster M., Sket B. 2007. Taxonomy and biogeography of *Niphargus steuerei* (Crustacea: Amphipoda). Limnology (v tisku)

Fortin M.-J., Dale M. 2005. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge University Press, Cambridge: 365 str.

Fowler J., Cohen L., Jarvis P. 1998. Practical statistics for field biology. Second Edition. John Wiley & Sons Ltd.: 259 str.

Fukarek, Jovanović (ur.) 1983. Karta prirodne potencijalne vegetacije SFR Jugoslavije, 1:1.000.000. Naučno veće vegetacijske karte Jugoslavije, Šumarski fakultet Univerziteta Kiril I Metodije, Skopje.

Gams I. 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. ZRC SAZU Publishing, Ljubljana: 516 str.

Giachino P.M., Lana E. (ur.) 2006. Leo Weirather (1887-1965), Diaries of a biospeleologist at the beginning of the XX century. Edizioni Belvedere: 264 str.

Giachino P.M., Vailati D. 2006. *Kircheria beroni*, a new genus and new species of subterranean hygropetricolous Leptodirinae from Albania (Coleoptera, Cholevidae). *Subterranean Biology*, 4: 103-116

Gibert J., Culver D.C. 2005. Diversity patterns in Europe. V: *Encyclopaedia of Caves*. Culver D.C., White W.B. (ur.). Oxford, Elsevier Academic Press: 196-201

Gorički Š. 2006. Filogeografska in morfološka analiza populacij močerila (*Proteus anguinus*). Disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 76 str.

Gotelli G.N., Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391

Gottstein-Matočec S., Bakran-Petricioli T., Bedek J., Bukovec D., Buzjak S., Franičević M., Jalžić B., Kerovec M., Kletečki E., Kralj J., Kružić P., Kučinić M., Kuhta M., Matočec N., Ozimec R., Rađa T., Štamol V., Ternjej I., Tvrtković N. 2002. An overview of the cave and interstitial biota of Croatia. *Natura Croatica*, 11, Suppl. 1: 1-112

Guéorguiev V.B. 1977. La faune troglobie terrestre de la péninsule Balkanique. Origine formation et zoogéographie. Izdatelstvo na B'lgarska Akademija na Naukite, Sofija: 182 str.

Guralnick R., van Cleve J. 2005. Strengths and weaknesses of museum and national survey data sets for predicting regional species richness: comparative and combined approaches. *Diversity and Distributions*, 11: 349-359

Hamann O. 1896. *Europäische Höhlenfauna. Eine Darstellung der in den Höhlen Europas lebenden Tierwelt mit besonderer Berücksichtigung der Höhlenfauna Krains*. Costenoble, Jena.

Hausdorf B. 2002. Units in biogeography. *Systematic Biology*, 51, 4: 648-652

Hausdorf B., Hennig C. 2003. Biotic element analysis in biogeography. *Systematic Biology*, 52: 717-723

Heltshe J.F., Forrester N.E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, 39: 1-11

Hennig C., Hausdorf B. 2004. Distance-based parametric bootstrap tests for clustering of species ranges. *Comput. Statist. Data Anal.* 45: 875-895

Hennig C., Hausdorf B. 2006. A robust distance coefficient between distribution areas incorporating geographic distances. *Systematic Biology*, 55, 1: 170-175

Hennig C. 2006. Prabclus package.

Vir: <http://cran.r-project.org/src/contrib/Descriptions/prabclus.html>

Holdhaus K. 1954. Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, XVIII, 493 str.

Jalžić B., Pretner E. 1977. Prilog poznavanju faune koleoptera pećina i jama Hrvatske. Krš Jugoslavije, 9, 5: 33 str.

Jeannel R. 1924. Monographie des Bathyscinae. Archives de Zoologie Experimentale et generale, 63, 1-436.

Jeannel R. 1928. Monographie des Trechinae. Morphologie comparee et distribution geographique d'un groupe de Coleopteres. Troisieme Livraison. Les Trechini cavernicoles. Journal d'Entomologie, XXXV, 800 str.

Juberthie C. 1983. Le milieu souterrain: étendue et composition. Mémoires de biospéologie. Tome X: 17-65

Kastelec D. 2001. Objektivna prostorska interpolacija meteoroloških spremenljivk in njihovo kartiranje. Disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko. 152 str.

Krow S., Culver D.C. 2001. Gaps in sampling cave fauna. International Journal of Subterranean Biology, 28: 129-136

Krstić N., Savić L., Jovanović G., Bodor E. 2003. Lower miocene lakes of the Balkan Land. Acta Geologica Hungarica, 46, 3: 291-299

Lee S.-M., Chao A. 1994. Estimating population size via sample coverage fro closed capture-recapture models. Biometrics, 50, 1: 88-97

Löbl I., Smetana A. 2003. Catalogue of Palearctic Coleoptera, vol. 1. Apollo Books: 600 str.

Löbl I., Smetana A. 2004. Catalogue of Palearctic Coleoptera, vol. 2. Apollo Books: 600 str.

Lomolino M.V., Riddle B.R., Brown J.H. 2006. Biogeography, Third edition. Sinauer Associates Inc., Sunderland, massachusetts: 845 str.

Longino J.T., Coddington J., Colwell R.K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. Ecology, 83: 689-702

Maddison W.P., Maddison D.R. 2006. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 1.12. Vir: <http://mesquiteproject.org>

Matjašič J. 1952. Izvor in zoogeografija jamskih hroščev Slovenije. Biološki vestnik 1: 90-98

Matvejev S.D., Puncer I.J. 1989. Karta bioma, predeli Jugoslavije i njihova zaštita. prirodnjački muje, Beograd: 76 str.

Moldovan O. 2005. Beetles. V: Encyclopaedia of Caves. Culver D.C., White W.B. (ur.). Oxford, Elsevier Academic Press: 45-51

Moldovan O.T., Rajka G. 2007. Historical biogeography of subterranean beetles – “Plato’s cave” or scientific evidence? Acta carsologica, 36, 1: 77-86

Morrone J.J., Crisci J.V. 1995. Historical biogeography –Introduction to methods. Annual review of ecology and systematics, 26. 373-401

Morrone J.J., Escalante T. 2002. Parsimony analysis of endemism (PAE) of mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. Journal of Biogeography, 29: 1095-1104

Morrone J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. Systematic Biology, 43, 3: 438-441.

Müller J. 1917. Systematisch-faunistische Studien über Blindkäfer. Beiträge zur Höhlen- und Subterranfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel. S.B. Akad. Wissensch. Wien, Math-nat. Kl., Abt. I, 126, 8, 1-50

Müller K. 2004. PRAP – calculation of Bremer support for large data sets. Molecular Phylogenetics and Evolution, 31, 2: 780-782.

Mulaomerović J., Zahirović D., Handžić E. 2006. Katastar speleoloških objekata Bosne i Hercegovine. Sarajevo, Speleološko društvo “Speleo dodo”: 274 str.

Nei M., Kumar S. 2000. Molecular evolution and phylogenetics. Oxford University press, 333 str.

Nikolić F. 1954. Evolucija životinjskog svijeta podzemlja. Speleolog, II, 3-4:68-73.

Noonan G.R. 1999. GIS analysis of the biogeography of the beetles of the subgenus *Anisodactylus* (Insecta: Coleoptera: Carabidae: genus *Anisodactylus*). Journal of Biogeography, 26: 1147-1160

Oppitz O., Mardešić P. 1961. Atlas svijeta. Leksikografski zavod FNRJ, Zagreb.

Perreau M. 2000. Catalogue des Coléoptères Leiodidae Cholevinae et Platypsyllinae. Mémoires de la Société entomologique de France, 4: 461 str.

Pleško N., Šinik N. 1961. Srednja temperatura vazduha za godinu, period 1931-1960. Zbirka Atlas klime Jugoslavije, Hidrometeorološka služba SFR Jugoslavije. Karta.

Polak S. 2001. Analize stanja biotske raznovrstnosti – jamski hrošči. V: Ekspertne študije za Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Agencija RS za okolje: 172-186

Polak S. 2004. Preliminary atlas, habitat preference and biogeography of subterranean beetles (Coleoptera) of Slovenia. XVII International Symposium on Biospeleology, Book of abstracts: 55

Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A. Yu., Steininger, F.F., Shcherba, I.G., Kovac, M. 2004. Lithological-Paleographic maps of Paratethys. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 250:1-46; maps 1-10

Poulin R. 1998. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. Journal of Parasitology, 84: 485-490

Pretner E. 1953. Die geographische Verbreitung der Höhlenkafer in Slowenien. Premier Congres international de Speleologie, Paris. Extrait des publications du Congres, III, 3: 179-184

Pretner E. 1963. Biospeleološka istraživanja u Srbiji. Acta carsologica, III: 139-147

Pretner E. 1968. Catalogus faunae Jugoslaviae III/6. Coleoptera, Catopidae, Bathysciinae. SAZU: 60 str.

Pretner E. 1970. *Leptodirus hohenwarti velebiticus* ssp. n. in *Astagobius hadzii* sp. n. z Velebita, *Astagobius angustatus deelemani* ssp.n. in *Astagobius angustatus driolii* ssp. n. iz Like (Coleoptera). Poročila - Acta Carsologica, V, 9: 323-340

Pretner E. 1973. Koleopterološka fauna pećina i jama Hrvatske s historijskim pregledom istraživanja. Krš Jugoslavije, 8, 6: 101-239

Pretner E. 1974a. Zgodovinski pregled koleopteroloških raziskovanj v jamah Slovenije. Acta carsologica, VI: 307-316

Pretner E. 1974b. Zasluge Leona Weiratherja za jugoslavansko biospeleologijo. Acta entomologica Jugoslavica, 10, 1-2: 7-13

Pretner E. 1977. Pregled podzemne faune koleoptera Crne Gore (Übersicht der unterirdischen Kolepterenfauna Montenegros). Glasnik Odjelenja prirodnih Nauka, CANU, 2: 91-186

Pretner E., rokopis. Neobjavljeno gradivo o jamskih (podzemeljskih) hroščih Slovenije.

Ramšak L. 2007. Vpliv turizma na kopensko favno Postojnske in Otoške jame. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. 52 str.

Ranković S. 1961. Srednja količina padavina za godinu, period 1931-1960. Zbirka Atlas klime Jugoslavije, Hidrometeorološka služba SFR Jugoslavije. Karta.

Sawada M. 1999. Rookcase: an Excell 97/2000 Visual basic (VB) Add-in for exploring global and local spatial autocorrelation. Bulletin of the Ecological Society of America, 80, 231-234

Schmidt F. 1832. *Leptodirus hohenwarti* n. g. n. sp. Illyrisches Blatt, 21, 3: 9

Schneider K., Culver D.C. 2004. Estimating subterranean species richness using intensive sampling and rarefaction curves in a high density cave region in West Virginia. Journal of cave and karst studies, 66: 39-45

Siska P.P., Goovaerts P., Hung I-K., Bryant V.M. 2005. Predicting ordinary kriging errors caused by surface roughness and dissectivity. Earth surface processes and landforms, 30: 601-612

Sket B. 1970. Über Struktur und Herkunft der unterirdischen Fauna Jugoslawiens. Biološki vestnik, 18: 69-78

Sket B. 1986. Evaluation of some taxonomically, zoogeographically, or ecologically interesting finds in the hypogean waters of Yugoslavia (in the last decades). Communic., 9. Congr. Int. Espeleol., 1: 126-128

Sket B. 1988. Zoogeografija sladkovodnih in somornih rakov (Crustacea) v kvarnersko-velebitskem območju. Biološki vestnik, 36, 2: 63-76

Sket B. 1994. Distribution patterns of some subterranean Crustacea in the territory of the former Yugoslavia. Hydrobiologia, 287: 65-75

Sket B. 1996. Biotic diversity in hypogean habitats in Slovenia and its cultural importance. V: International Biodiversity Seminar Ecco XIV. Meeting. Cimerman A., Gunde-Cimerman N. (ur.).

Sket B. 1999a. High biodiversity in hypogean waters and its endangerment - the situation in Slovenia, the Dinaric Karst, and Europe. Crustaceana, 72, 8: 767-779

Sket B. 1999b. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. Biodiversity and Conservation, 8: 1319-1338

Sket B. 2002. The evolution of the karst versus the distribution and diversity of the hypogean fauna. Evolution of Karst: from Prekarst to Cessation, 225-232

Sket B. 2004a. Can we agree in an ecological classification of subterranean animals? XVII International Symposium on Biospeleology 2004, Book of abstracts: 30

Sket B. 2004b. The cave hygropetric – a little known habitat and its inhabitants. *Archiv für Hydrobiologie*, 160(3): 413-425

Sket B. 2005. Dinaric karst, diversity in. V: *Encyclopaedia of Caves*. Culver D.C., White W.B. (ur.). Oxford, Elsevier Academic Press: 158-165

Sket B., Paragamian K., Trontelj P., 2004. A census of the obligate subterranean fauna of the Balkan peninsula. V: *Balkan biodiversity. Pattern and process in Europe's biodiversity hotspot*. Griffiths H.I., Kryštufek B., Reed J.M. (ur.). Kluwer Academic Publishers: 309-322

Skok G., Vrhovec T. 2005. Interpolacija izmerjenih 24-urnih padavin v pravilno mrežo za namen primerjave z numeričnim modelom za napovedovanje vremena. *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2004: zbornik predavanj*. Kozmus K., Kuhar M. (ur.). Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 23-29.

Smith E.P., van Belle G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119-129

Sokal R.R., Oden N.L. 1978. Spatial autocorrelation in biology. 1. Methodology. *Biological journal fo the Linnean society*, 10: 199-228

Stoms, D.M. 1994. Scale dependence of species richness maps. *Professional Geographer*, 46: 346-358

Swofford D. L. 2002. PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony (* and other methods). Version 4.0b10. Sinauer Associates, Sunderland.

Trontelj P., Douady C.J., Fišer C., Gibert J., Gorički S., Lefébure T., Sket B., Zakšek V. 2007. A molecular test for cryptic diversity in groundwater: how large are the ranges of macro-stygobionts? V: *Freshwater Biology Special Issue, Assessing and Conserving Groundwater Biodiversity*. Gibert J., Culver D.C. (ur.). Blackwell Publishing, Oxford (v tisku).

Vandel A. 1965. *Biospeleology – The biology of cavernicolous animals*. Pergamon press.

White D. 2000. Global grids from recursive diamond subdivisions of the surface of an octahedron or icosahedron. *Environmental monitoring and assessment* 64: 93-103.

Whittaker R.J., Araújo M.B., Jepson P., Ladle R.J., Watson J.E.M., Willis K.J. 2005. Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11: 3-23.

Wolf B. 1938. *Animalium cavernarum catalogus*. Junk's Gravenhage.

Zagmajster M., Sket B., Podobnikar T. 2006. Izbira mreže za prostorsko analizo podzemeljske biodiverzitete. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji. Perko D, Nared J., Čeh M., Hladnik D., Krevs M., Podobnikar T. (ur.). Ljubljana, Založba ZRC SAZU: 261-269

Zakšek V., Sket B., Trontelj P. 2007. Phylogeny of the cave shrimp *Troglocaris*: evidence of a young connection between Balkans and Caucasus. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42, 223-235

ZAHVALA

Izdelava dela ne bi bila mogoča brez obsežne zbirke podatkov o hroščih Dinarskega območja z okolico, ki jih je zbiral in večinoma tudi objavil pokojni speleobiolog Egon Pretner. Za dostop do literaturnih del s podatki o troglobiotskih hroščih, ki jih že vrsto let na enem mestu zbira, sem iskreno hvaležna mentorju prof. dr. Borisu Sketu. Pri pridobivanju pomembnih literaturnih virov mi je zelo pomagal tudi mag. Slavko Polak, ki je bil mnogokrat pripravljen deliti z mano svoje bogato znanje o podzemnih hroščih Dinarskega območja.

Zahvaljujem se prof. dr. Davidu Culverju, ki je bil vedno odprt za pogovore o načinih obdelave podatkov, mi odpiral nove poglede na obravnavano tematiko in mi pomagal pri pridobivanju literature. V decembru 2006 sem imela priložnost delati z njim na univerzi American University v Washingtonu D.C., kjer me je usmerjal pri spoznavanju interpolacijskih metod za analizo biodiverzitete. Obema z Glorijo hvala tudi za ponujeno prenočišče za čas mojega bivanja v ZDA.

Za kritičen pregled naloge se zahvaljujem mentorju prof. dr. Borisu Sketu, doc. dr. Andreju Blejcu in prof. dr. Tonetu Novaku. Tonetu še posebej hvala za kritičen jezikovni pregled.

Podatke o osnovni projekciji za prikaz raziskovanega območja, osnovne mreže za analize in datoteke za pretvarjanje koordinate je pripravil dr. Tomaž Podobnikar (Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU), ki me je tudi seznanil z nekaterimi prostorskimi analizami. Hvala tudi Petru Pehaniju z istega inštituta, ki me je znal napotiti na prave ljudi.

Najlepša hvala dr. Cenetu Fišerju, ki mi je zelo pomagal pri izdelavi kladističnih analizah in uporabi programa PAUP.

Karte s klimatskimi podatki je digitaliziral Tomaž Gvozdanovič (DFG Consulting d.o.o.), vektoriziral sta jih je Jani Kozina. Karte biomov mi je deloma pomagal vektorizirati Predrag Rajčič. Hvala tudi Gregorju Bračku za številne skene natisnjenih kart.

Za pojasnitev statističnih postopkov sem hvaležna prof. dr. Mary Christman (Univerza na Floridi), doc. dr. Damijani Kastelec Virant (Biotehniška fakulteta) in doc. dr. Andreju Blejcu. Slednji mi je pomagal premagovati težave pri uporabi programskega okolja R, s čimer mi je omogočil izdelavo mnogih analiz. Mary Christman mi je razjasnila lastnosti metode kriging.

Tomaž Skrbinšek mi je pomagal pri spoznavanju s programi GIS ter me reševal iz računalniških zagat tudi ob nenavadnih urah.

Za literaturo in debate v zvezi s tematiko moje naloge se zahvaljujem tudi prof. dr. Petru Trontelju, dr. Cenetu Fišerju, dr. L'ubomiru Kovaču, Miloš Bartolu, Alji Pirnat in Valeriji Zakšek. Hvala Jasminku Mulaomeroviću za kataster jam Bosne in Hercegovine.

In nenazadnje, za podporo v tem času hvala mojim najbližjim, staršema Karlu in Metki ter Tini in Ninotu. Hvala tudi družini Rajčič, in seveda vsem prijateljem za bodrenje!

Prav posebna hvala Predragu, ki me je tekom izdelave naloge neprestano podpiral in mi kuhal najboljše župice.

Izdelavo disertacije je omogočila finančna podpora Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, v okviru programa mladi raziskovalci.

PRILOGE

Priloga A Seznami troglobiotskih vrst in podvrst hroščev na raziskovanem območju (A1: Cholevidae, A2: Carabidae, A3: Pselaphidae)

Oznake v tabelah pomenijo:

- D: vrste, katerih lokalitete so na Dinarskem območju;
- d: podvrste, katerih lokalitete so na Dinarskem območju;
- *: zvezdica označuje tiste vrste, katerih lokalitete so izven mreže, s katero smo prekrili Dinarsko območje;
- Y: vrste, za katere imamo lokaliteto določene s 6 km natančnostjo. Če je dodana oznaka D, to velja le za lokalitete na Dinarskem območju;
- N: vrste, ki zaradi nenatančnih ali nezanesljivih lokalitet (slednje velja le za vrsto *A. brckoensis*) niso bile vključene v prostorske analize.

Priloga A1 Cholevidae

| Št. | Ime | Oznake |
|---------------------|---|--------|
| Leptodirinae | | |
| 1 | <i>Adelopidius boksevicensis</i> Knirsch, 1928 | D |
| 2 | <i>Adelopidius bufonis</i> Knirsch, 1928 | D Y |
| 3 | <i>Adelopidius kuchtai</i> Breit, 1911 | D |
| 4 | <i>Adelopidius neumanni</i> J. Müller, 1911 | D |
| 5 | <i>Adelopidius ovatus</i> Jeannel, 1934 | D Y |
| 6 | <i>Adelopidius sequensi</i> (Reitter, 1902) | D |
| 7 | <i>Adelopidius weiratherianus</i> Reitter, 1913 | D |
| 8 | <i>Adelopsella bosnica</i> (Reitter, 1885) | D |
| | - <i>bosnica</i> (Reitter, 1885) | d |
| | - <i>jezerensis</i> Jeannel, 1911 | d |
| 9 | <i>Albaniola merditana</i> (Apfelbeck, 1907) | D* Y |
| 10 | <i>Albaniola moraveci</i> Udržal & Moravec, 1995 | |
| 11 | <i>Albaniola rambouseki</i> Knirsch, 1931 | |
| 12 | <i>Albaniola ulbrichi</i> Jeannel, 1929 | Y |
| 13 | <i>Albanodirus beroni</i> Giachino & Vailati, 2001 | D* |
| 14 | <i>Anillocharis hawelkai</i> (G. Müller, 1937) | D |
| 15 | <i>Anillocharis ottonis</i> Reitter, 1903 | D |
| 16 | <i>Anillocharis stenopterus</i> Formanek, 1906 | D |
| | - <i>matzenaueri</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>stenopterus</i> Formanek, 1906 | d |
| 17 | <i>Anillocharis tenuilimbatus</i> Jeannel, 1934 | D |
| 18 | <i>Anisoscapa klimeschi</i> (J. Müller, 1917) | D |
| | - <i>klimeschi</i> (J. Müller, 1917) | d |
| | - <i>misella</i> G. Müller, 1934 | d |
| 19 | <i>Antroherpon absoloni</i> Guéorguiev 1990 | D |
| 20 | <i>Antroherpon apfelbecki</i> (J. Müller, 1910) | D |
| | - <i>apfelbecki</i> (J. Müller, 1910) | d |
| | - <i>lahneri</i> (Matcha, 1916) | d |
| | - <i>metohijensis</i> Zariquiev, 1928 | d |
| | - <i>schwienbacheri</i> Giachino & Vailati, 2005 | d |
| | - <i>sculptifrons</i> Winkler, 1925 | d |
| 21 | <i>Antroherpon brckoensis</i> Giachino & Guéorguiev, 1993 | D N |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| 22 | <i>Antroherpon charon</i> Reitter, 1911 | D |
| 23 | <i>Antroherpon cylindricollis</i> (Apfelbeck, 1889) | D |
| | - <i>cyndricollis</i> (Apfelbeck, 1889) | d |
| | - <i>scaphium</i> Reitter, 1908 | d |
| | - <i>thoracicum</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| 24 | <i>Antroherpon elongatum</i> Giachino & Guéorguiev 1993 | D |
| 25 | <i>Antroherpon erebus</i> Breit, 1913 | D |
| | - <i>erebus</i> Breit, 1913 | d |
| | - <i>scheibeli</i> Jeannel, 1924 | d |
| 26 | <i>Antroherpon ganglbaueri</i> Apfelbeck, 1894 | D |
| | - <i>alticola</i> (Knirsch, 1927) | d |
| | - <i>distinguendum</i> J. Müller, 1913 | d |
| | - <i>ganglbaueri</i> Apfelbeck, 1894 | d |
| | - <i>intermedium</i> Winkler, 1938 | d |
| 27 | <i>Antroherpon garbellii</i> Giachino & Vailati, 2005 | D |
| 28 | <i>Antroherpon gueorguievi</i> Giachino & Vailati, 2005 | D |
| 29 | <i>Antroherpon harbichi</i> Reitter, 1913 | D Y |
| 30 | <i>Antroherpon hoermanni</i> (Apfelbeck, 1889) | D |
| | - <i>hoermanni</i> (Apfelbeck, 1889) | d |
| | - <i>hoffmanni</i> Giachino & Guéorguiev 1993 | d |
| | - <i>hypsophilum</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>orlovacensis</i> Guéorguiev 1990 | d |
| | - <i>sericeum</i> Jeannel, 1930 | d |
| 31 | <i>Antroherpon hossei</i> Winkler, 1925 | D |
| 32 | <i>Antroherpon latipenne</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| | - <i>attenuatum</i> (Jeannel, 1934) | d |
| | - <i>gottli</i> (Zariquiey, 1928) | d |
| | - <i>latellai</i> Giachino & Vailati, 2005 | d |
| | - <i>latipenne</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>punctipennis</i> (Jeannel, 1930) | d |
| 33 | <i>Antroherpon matulici</i> Reitter, 1903 | D |
| 34 | <i>Antroherpon matzenaueri</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| | - <i>augustae</i> (Zariquiey, 1928) | d |
| | - <i>matzenaueri</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>taliensis</i> (Zariquiey, 1928) | d |
| | - <i>udrzali</i> Giachino & Vailati, 2005 | d |
| 35 | <i>Antroherpon piesbergeni</i> Zariquiey, 1928 | D |
| 36 | <i>Antroherpon pozi</i> Absolon, 1913 | D |
| 37 | <i>Antroherpon primitivum</i> (Absolon, 1913) | D |
| | - <i>jeanneli</i> (Winkler, 1925) | d |
| | - <i>primitivum</i> (Absolon, 1913) | d |
| | - <i>pygmaeum</i> (Apfelbeck, 1889) | d |
| | - <i>stricticolle</i> Jeannel, 1930 | d |
| 38 | <i>Antroherpon pygmaeum</i> (Apfelbeck, 1889) | D |
| | - <i>pygmaeum</i> (Apfelbeck, 1889) | d |
| | - <i>stricticolle</i> Jeannel, 1930 | d |
| 39 | <i>Antroherpon scutariensis</i> Giachino & Guéorguiev 1993 | D |
| 40 | <i>Antroherpon scutulatum</i> Giachino & Guéorguiev 1993 | D |
| 41 | <i>Antroherpon stenocephalum</i> Apfelbeck, 1901 | D |
| | - <i>noesskei</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>stenocephalum</i> Apfelbeck, 1901 | d |
| 42 | <i>Antroherpon subalpinum</i> Jeannel, 1924 | D |
| 43 | <i>Antroherpon taxi</i> | D |
| | - <i>albanicum</i> (Apfelbeck, 1919) | d |
| | - <i>boschi</i> Zariquiey, 1928 | d |
| | - <i>hercegovinum</i> Winkler, 1938 | d |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| | - <i>lemur</i> Knirsch, 1929 | d |
| | - <i>muelleri</i> Zariquiey, 1928 | d |
| | - <i>pretneri</i> Giachino & Vailati, 2005 | d |
| | - <i>remyi</i> Jeannel 1931 | d |
| | - <i>sydowi</i> Zariquiey 1928 | d |
| | - <i>taxi</i> J. Müller, 1913 | d |
| | - <i>trezzii</i> Giachino & Vailati, 2005 | d |
| | - <i>winkleri</i> Zariquiey 1928 | d |
| 44 | <i>Antroherpon weiratheri</i> Reitter, 1913 | D Y |
| 45 | <i>Antroherpon winneguthi</i> Apfelbeck, 1919 | D |
| 46 | <i>Antroherpon zariquieyi</i> Jeannel, 1930 | D |
| 47 | <i>Antrosedes longicollis</i> Pretner, 1970 | D |
| 48 | <i>Antrosedes speluncarius</i> Reitter, 1912 | D |
| 49 | <i>Aphaobiella budnarlipoglavseki</i> Pretner, 1949 | |
| | - <i>budnarlipoglavseki</i> Pretner, 1949 | |
| | - <i>mozirjensis</i> Pretner, 1949 | |
| 50 | <i>Aphaobiella mlejneki</i> Moravec, 1996 | |
| 51 | <i>Aphaobiella tisnicensis</i> Pretner, 1949 | |
| 52 | <i>Aphaobius heydeni</i> Reitter, 1885 | |
| | - <i>heydeni</i> Reitter, 1885 | |
| | - <i>robustus</i> J. Müller, 1914 | |
| 53 | <i>Aphaobius milleri</i> (Schmidt, 1855) | D |
| | - <i>alphonsi</i> J. Müller, 1914 | |
| | - <i>alpinus</i> Drovenik & Mlejnek & Moravec, 1995 | |
| | - <i>brevicornis</i> Mandl, 1940 | |
| | - <i>forojulensis</i> G. Müller, 1931 | |
| | - <i>fortesculptus</i> G. Müller, 1925 | |
| | - <i>grabowskii</i> J. Müller, 1917 | d |
| | - <i>hoelzeli</i> Mandl, 1957 | |
| | - <i>knirschi</i> J. Müller, 1913 | |
| | - <i>kraussi</i> J. Müller, 1910 | |
| | - <i>longipennis</i> G. Müller, 1931 | d |
| | - <i>lubnicensis</i> J. Müller, 1914 | |
| | - <i>milleri</i> (Schmidt, 1855) | d |
| | - <i>pretneri</i> J. Müller, 1913 | |
| | - <i>springeri</i> J. Müller, 1910 | d |
| | - <i>winkleri</i> Mandl, 1944 | |
| 54 | <i>Aphaobius mullerianus</i> Pretner, 1963 | |
| 55 | <i>Aphaotus cadamuroi</i> Busulini, 1958 | |
| 56 | <i>Apholeuonus absoloni</i> Giachino & Guéorguiev, 1995 | D |
| 57 | <i>Apholeuonus insignis</i> Giachino & Guéorguiev, 1995 | D Y |
| 58 | <i>Apholeuonus leonhardi</i> Giachino & Guéorguiev, 1995 | D |
| 59 | <i>Apholeuonus longicollis</i> Reitter, 1904 | D |
| | - <i>longicollis</i> Reitter, 1904 | d |
| | - <i>pretneri</i> Giachino & Guéorguiev, 1995 | d |
| | - <i>sequensis</i> Reitter, 1906 | d |
| 60 | <i>Apholeuonus nudus</i> (Apfelbeck, 1889) | D |
| | - <i>cryophilus</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>nudus</i> (Apfelbeck, 1889) | d |
| | - <i>petrovici</i> Pretner, 1963 | d |
| | - <i>sturanyi</i> Apfelbeck, 1906 | d |
| | - <i>winkleri</i> Jeannel, 1924 | d |
| 61 | <i>Astagobius angustatus</i> (Schmidt, 1852) | D |
| | - <i>angustatus</i> (Schmidt, 1852) | d |
| | - <i>deelemani</i> Pretner, 1970 | d |
| | - <i>driolii</i> Pretner, 1970 | d |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| | - <i>glacialis</i> Pretner, 1955 | d |
| | - <i>langhofferi</i> Obenberger, 1916 | d |
| | - <i>laticollis</i> Pretner, 1955 | d |
| | - <i>vukusici</i> Jalžić 1982 | d |
| 62 | <i>Astagobius hadzii</i> (Pretner, 1970) | D |
| 63 | <i>Augustia weiratheri</i> Zariquiey, 1928 | D Y |
| 64 | <i>Bathyscidius remyi</i> Jeannel, 1934 | D |
| 65 | <i>Bathyscidius tristiculus</i> (Apfelbeck, 1907) | D |
| | - <i>fallaciosus</i> (J. Müller, 1910) | d |
| | - <i>tristiculus</i> (Apfelbeck, 1907) | d |
| 66 | <i>Bathyscimorphus adriaticus</i> (J. Müller, 1914) | D |
| 67 | <i>Bathyscimorphus byssinus</i> (Schiodte, 1848) | D |
| | - <i>acuminatus</i> (L. Miller, 1855) | d |
| | - <i>byssinus</i> (Schiodte, 1848) | d |
| 68 | <i>Bathyscimorphus croaticus</i> Bognolo 2002 | D |
| 69 | <i>Bathyscimorphus globosus</i> (L. Miller, 1855) | D |
| 70 | <i>Bathyscimorphus kladniki</i> Bognolo 2002 | D |
| 71 | <i>Bathyscimorphus likanensis</i> (Reitter, 1890) | D |
| | - <i>likanensis</i> (Reitter, 1890) | d |
| | - <i>stilleri</i> Bognolo 2002 | d |
| 72 | <i>Bathyscimorphus posarinii</i> Bognolo 2002 | D |
| 73 | <i>Bathyscimorphus pretneri</i> Bognolo 2002 | D |
| 74 | <i>Bathyscimorphus sagarum</i> Bognolo 2002 | D |
| 75 | <i>Bathyscimorphus serkoi</i> Bognolo 2002 | D |
| 76 | <i>Bathyscimorphus slavkoi</i> Bognolo 2001 | D |
| 77 | <i>Bathyscimorphus trifurcatus</i> Jeannel, 1924 | D |
| 78 | <i>Bathyscimorphus uskokensis</i> (J. Müller, 1911) | D |
| 79 | <i>Bathysciopsis sternalis</i> G. Müller, 1941 | D |
| 80 | <i>Bathysciotes khevenhuelleri</i> (L. Miller, 1852) | D |
| | - <i>crepsensis</i> (G. Müller, 1922) | d |
| | - <i>croaticus</i> (L. Miller, 1867) | d |
| | - <i>horvathi</i> (Csiki, 1901) | d |
| | - <i>khevenhuelleri</i> (L. Miller, 1852) | d |
| | - <i>tergestinus</i> G. Müller, 1922 | d |
| 81 | <i>Blattochaeta hawelkai</i> Knirsch, 1929 | D |
| 82 | <i>Blattochaeta marianii</i> (Reitter, 1910) | D |
| | - <i>brevipennis</i> Jeannel, 1930 | d |
| | - <i>marianii</i> (Reitter, 1910) | d |
| | - <i>paganettii</i> (Jeannel, 1924) | d |
| 83 | <i>Blattochaeta matchai</i> Jeannel, 1924 | D |
| 84 | <i>Blattochaeta montenegrina</i> Jeannel, 1930 | D |
| 85 | <i>Blattochaeta remyi</i> Jeannel, 1931 | D |
| 86 | <i>Blattodromus herculeanus</i> (Reitter, 1904) | D |
| 87 | <i>Cansiliella servadeii</i> Paoletti, 1980 | |
| 88 | <i>Cansiliella tonielloi</i> Paoletti, 1972 | |
| 89 | <i>Ceuthmonocharis freyeri</i> (L. Miller, 1855) | |
| 90 | <i>Ceuthmonocharis matjasici</i> Pretner, 1959 | |
| 91 | <i>Ceuthmonocharis netolitzky</i> (J. Müller, 1908) | |
| | - <i>kodrici</i> (G. Müller, 1932) | |
| | - <i>netolitzky</i> (J. Müller, 1908) | |
| 92 | <i>Ceuthmonocharis pusillus</i> Jeannel, 1924 | |
| 93 | <i>Ceuthmonocharis robici</i> (Ganglbauer, 1899) | |
| | - <i>robici</i> Ganglbauer, 1899 | |
| | - <i>staudacheri</i> (J. Müller, 1919) | |
| 94 | <i>Ceuthophyes bischoffi</i> Müller | Y |
| 95 | <i>Ceuthophyes bukoviki</i> Z. Karaman, 1968 | |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| 96 | <i>Ceuthophyes karamani</i> Jeannel, 1924 | |
| 97 | <i>Ceuthophyes lazarepolensis</i> Z. Karaman, 1954 | |
| 98 | <i>Charonites matzenaueri</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| | - <i>apfelbecki</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>matzenaueri</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| 99 | <i>Charonites orlovacensis</i> (Reitter, 1913) | D |
| 100 | <i>Charonites scheibeli</i> Apfelbeck, 1919 | D Y |
| 101 | <i>Charonites weiratheri</i> Reitter, 1911 | D |
| | - <i>prosternalis</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>pygmaeus</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>weiratheri</i> Reitter, 1911 | d |
| 102 | <i>Charonites zoppai</i> J. Müller, 1912 | D Y |
| 103 | <i>Croatodirus bozicevici</i> Casale, Giachino, Jalžić2000 | D |
| 104 | <i>Croatodirus casalei</i> Giachino & Jalžić2004 | D |
| 105 | <i>Croatodirus ozimeci</i> Casale, Giachino & Jalžić2004 | D |
| 106 | <i>Dalmatiola curzolensis</i> (Ganglbauer, 1902) | D |
| 107 | <i>Deelemania pretneri</i> Perreau 1999 | D |
| 108 | <i>Hadesia asamo</i> Perreau & Pavičević, 2006 | D |
| 109 | <i>Hadesia lakotai</i> Perreau & Pavičević, 2006 | D |
| 110 | <i>Hadesia vasiceki</i> (J. Müller, 1911) | D |
| 111 | <i>Hadesia weiratheri</i> Zariquiey, 1927 | D |
| 112 | <i>Haplotropidius cadeki</i> Jeannel, 1927 | D |
| 113 | <i>Haplotropidius mariani</i> J. Müller, 1913 | D |
| | - <i>cabuljensis</i> G. Müller, 1930 | d |
| | - <i>cvrstnicensis</i> G. Müller, 1930 | d |
| | - <i>mariani</i> J. Müller, 1913 | d |
| 114 | <i>Haplotropidius pubescens</i> | D |
| | - <i>livnensis</i> J. Müller, 1926 | d |
| | - <i>pubescens</i> J. Müller, 1903 | d |
| | - <i>svilajensis</i> J. Müller, 1917 | d |
| 115 | <i>Haplotropidius taxi</i> J. Müller, 1903 | D |
| | - <i>novaki</i> J. Müller, 1926 | d |
| | - <i>subinflatus</i> (Apfelbeck, 1907) | d |
| | - <i>taxi</i> J. Müller, 1903 | d |
| 116 | <i>Haplotropidius vranensis</i> Knirsch, 1927 | D |
| | - <i>heteromorphus</i> Knirsch, 1929 | d |
| | - <i>vranensis</i> Knirsch, 1927 | d |
| 117 | <i>Hussonella prouzai</i> Udržal & Moravec, 1999 | |
| 118 | <i>Hussonella ovata</i> Z.Karaman, 1954 | |
| 119 | <i>Icharonia leonhardiana</i> Reitter, 1912 | D |
| | - <i>leonhardiana</i> Reitter, 1912 | d |
| | - <i>trescavicensis</i> J. Müller, 1925 | d |
| 120 | <i>Katobatzon antennarium</i> Knirsch, 1928 | D Y |
| 121 | <i>Laneyriella andrijevicensis</i> (Jeannel, 1924) | D |
| 122 | <i>Laneyriella ganglbaueri</i> (Apfelbeck, 1907) | D |
| 123 | <i>Laneyriella matchai</i> (Jeannel, 1924) | D |
| 124 | <i>Laneyriella milotana</i> Reitter, 1918 | D N |
| 125 | <i>Laneyriella scutarensis</i> (G. Müller, 1934) | D |
| 126 | <i>Laneyriella staudacheri</i> (G. Müller, 1934) | D |
| 127 | <i>Laneyriella stussineri</i> (J. Müller, 1914) | D |
| 128 | <i>Leonhardella angulicollis</i> Reitter, 1903 | D |
| 129 | <i>Leonhardella antennaria</i> | D |
| | - <i>acutangula</i> Jeannel, 1948 | d |
| | - <i>antennaria</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>brevis</i> Jeannel, 1948 | d |
| 130 | <i>Leonhardella jeanneli</i> (Winkler, 1933) | D |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| 131 | <i>Leonhardella montenegrina</i> Jeannel, 1948 | D |
| 132 | <i>Leonhardella roseni</i> (G. Müller, 1937) | D |
| 133 | <i>Leonhardella setnikana</i> | D |
| | - <i>kyselyi</i> (Jeannel, 1924) | d |
| | - <i>setnikana</i> Reitter, 1908 | d |
| 134 | <i>Leonhardella setniki</i> | D |
| | - <i>bjelasicensis</i> G. Müller, 1937 | d |
| | - <i>setniki</i> Reitter, 1907 | d |
| 135 | <i>Leonhardia delminiumica</i> Nonveiller, 2002 | D Y |
| 136 | <i>Leonhardia droveniki</i> Perreau 1999 | D |
| 137 | <i>Leonhardia hilfi</i> Reitter, 1901 | D |
| | - <i>hilfi</i> Reitter, 1901 | d |
| | - <i>robusta</i> Knirsch, 1928 | d |
| 138 | <i>Leonhardia reitteri</i> Breit, 1912 | D |
| | - <i>mersa</i> Knirsch, 1928 | d |
| | - <i>reitteri</i> Breit, 1902 | d |
| | - <i>zariquieyi</i> G. Müller, 1937 | d |
| 139 | <i>Leptodirus hohenwartii</i> Schmidt, 1832 | D |
| | - <i>croaticus</i> Pretner, 1955 | d |
| | - <i>hohenwartii</i> Schmidt, 1832 | d |
| | - <i>pretneri</i> (G. Müller, 1926) | d |
| | - <i>velebiticus</i> Pretner 1970 | d |
| | - <i>reticulatus</i> J. Müller, 1905 | d |
| | - <i>schmidti</i> Motschoulsky, 1856 | d |
| 140 | <i>Leptomeson dombrowskii</i> (Apfelbeck, 1907) | D |
| | - <i>dombrowskii</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>pubipenne</i> G. Müller, 1941 | d |
| 141 | <i>Leptomeson leonhardi</i> (Reitter 1902) | D |
| 142 | <i>Leptomeson loreki</i> (Zoufal 1904) | D |
| 143 | <i>Leptomeson svircevi</i> (G. Müller, 1929) | D |
| | - <i>knirschi</i> Guéorguiev 1990 | d |
| | - <i>svircevi</i> (G. Müller, 1929) | d |
| 144 | <i>Leptostagus babunae</i> Z. Karaman, 1954 | |
| 145 | <i>Lotharia angulicollis</i> Mandl, 1944 | |
| 146 | <i>Magdelainella bozidarcurcici</i> Čurčić & Brajković, 2002 | D |
| 147 | <i>Magdelainella hussoni</i> Jeannel, 1934 | D |
| 148 | <i>Magdelainella kauti</i> (Apfelbeck, 1907) | D |
| 149 | <i>Magdelainella serbica</i> (J. Müller, 1904) | D |
| 150 | <i>Nauticiella stygivaga</i> Moravec & Mlejnek, 2002 | D |
| 151 | <i>Orostygia amicorum</i> Etonti & Bognolo, 1997 | |
| 152 | <i>Orostygia bonomettoi</i> Etonti, 1993 | Y |
| 153 | <i>Orostygia doderoi bucciarellii</i> Tamanini, 1955 | Y |
| 154 | <i>Orostygia moczarskii</i> J. Müller, 1912 | |
| | - <i>moczarskii</i> J. Müller, 1912 | |
| | - <i>tibialis</i> Paoletti, 1979 | |
| 155 | <i>Orostygia pampaninii</i> Paoletti, 1968 | Y |
| 156 | <i>Orostygia pretneri</i> J. Müller, 1931 | |
| 157 | <i>Orostygia rossi</i> Porro & Quaia, 1969 | |
| 158 | <i>Oryotus ausmeieri</i> Perreau, 2003 | D |
| 159 | <i>Oryotus dreoni</i> Piva & Zoia, 1989 | |
| 160 | <i>Oryotus indentatus</i> Pretner, 1955 | D |
| 161 | <i>Oryotus micklitzi</i> Reitter, 1885 | |
| 162 | <i>Oryotus raduhensis</i> Drovenik & Mlejnek & Moravec, 1995 | |
| 163 | <i>Oryotus ravasinii</i> Müller, 1922 | |
| 164 | <i>Oryotus schmidtii</i> | D |
| | - <i>schmidtii</i> L. Müller, 1856 | d |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|---|--------|
| | - <i>subdentatus</i> J. Müller, 1905 | d |
| 165 | <i>Oryotus sebenelloi</i> Daffner, 1988 | |
| 166 | <i>Oryotus tragoniae</i> G. Müller, 1934 | |
| 167 | <i>Parantrophilon spelaeobatoides</i> Noesske, 1914 | D |
| 168 | <i>Parapropus brevicollis</i> J. Müller, 1911 | D |
| 169 | <i>Parapropus ganglbaueri</i> | D |
| | - <i>ganglbaueri</i> Ganglbauer, 1899 | d |
| | - <i>humeralis</i> (Apfelbeck, 1907) | d |
| | - <i>obenbergeri</i> Maran, 1943 | d |
| | - <i>weiratheri</i> G. Müller, 1941 | d |
| | - <i>zepcensis</i> Maran, 1943 | d |
| 170 | <i>Parapropus insignis</i> G. Müller, 1937 | D |
| 171 | <i>Parapropus neumanni</i> (J. Müller, 1911) | D Y |
| 172 | <i>Parapropus nonveilleri</i> G. Müller, 1937 | D |
| 173 | <i>Parapropus pfeiferi</i> Apfelbeck, 1908 | D |
| 174 | <i>Parapropus sericeus</i> Schmidt, 1852 | D |
| | - <i>augustae</i> G. Müller, 1941 | d |
| | - <i>intermedius</i> (Hampe, 1870) | d |
| | - <i>minutus</i> Absolon & Maran, 1943 | d |
| | - <i>mulleri</i> Jeannel, 1924 | d |
| | - <i>sericeus</i> (Schmidt, 1852) | d |
| | - <i>simplicipes</i> J. Müller, 1911 | d |
| | - <i>sinuaticollis</i> Absolon & Maran, 1943 | d |
| | - <i>stilleri</i> (Reitter, 1914) | d |
| | - <i>taxi</i> J. Müller, 1911 | d |
| | - <i>zavaljensis</i> Padewieth | d |
| 175 | <i>Petkovskiella stygius</i> (Z. Karaman, 1954) | |
| 176 | <i>Pholeuonella bosnicola</i> (Reitter, 1913) | D Y |
| 177 | <i>Pholeuonella erberi</i> | D |
| | - <i>epidaurica</i> Z. Karaman, 1953 | d |
| | - <i>erberi</i> (Schaufuss, 1863) | d |
| 178 | <i>Pholeuonopsis ganglbaueri</i> Apfelbeck, 1901 | D |
| 179 | <i>Pholeuonopsis grabowskii</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| | - <i>grabowskii</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| | - <i>lupoglavensis</i> Knirsch, 1928 | d |
| | - <i>ottonis</i> (Breit, 1913) | d |
| | - <i>setniki</i> Jeannel, 1930 | d |
| 180 | <i>Pholeuonopsis intermedius</i> Knirsch, 1929 | D Y |
| 181 | <i>Pholeuonopsis magdelainei</i> Jeannel, 1924 | D |
| 182 | <i>Pholeuonopsis pfeiferi</i> (Breit, 1914) | D |
| 183 | <i>Pholeuonopsis setipennis</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| | - <i>fuchsi</i> Zariquiey, 1928 | d |
| | - <i>setipennis</i> Apfelbeck, 1907 | d |
| 184 | <i>Pholeuonopsis spaethi</i> Knirsch, 1929 | D Y |
| 185 | <i>Pholeuonopsis weiratheri</i> (Reitter, 1913) | D |
| 186 | <i>Pretneria latitarsis</i> (G. Müller, 1931) | D |
| | - <i>latitarsis</i> | d |
| | - <i>soriscensis</i> Perreau, 2003 | |
| 187 | <i>Pretneria metkae</i> Bognolo, 2000 | |
| | - <i>metkae</i> Bognolo, 2000 | |
| | - <i>mirae</i> Bognolo, 2000 | |
| 188 | <i>Pretneria saulii</i> (G. Müller, 1941) | |
| 189 | <i>Proleonhardella adolfi</i> (Reitter, 1911) | D Y |
| 190 | <i>Proleonhardella apfelbecki</i> Jeannel, 1924 | D |
| 191 | <i>Proleonhardella hirtella</i> Jeannel, 1934 | D |
| 192 | <i>Proleonhardella leonhardi</i> (Breit, 1913) | D |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| 193 | <i>Proleonhardella matzenaueri</i> (Apfelbeck, 1907) | D |
| | - <i>matzenaueri</i> (Apfelbeck, 1907) | d |
| | - <i>ottonis</i> J. Müller, 1917 | d |
| 194 | <i>Proleonhardella neumanni</i> (Apfelbeck, 1901) | D |
| 195 | <i>Proleonhardella remyi</i> Jeannel, 1934 | D |
| 196 | <i>Proleonhardella weiratheri</i> (Reitter, 1913) | D |
| 197 | <i>Prospelaebates bognolei</i> Giachino & Etonti 1996 | D |
| 198 | <i>Prospelaebates brelihi</i> Polak & Bognolo 2003 | D |
| 199 | <i>Prospelaebates vrezeci</i> Giachino & Etonti 1996 | D |
| 200 | <i>Protobracharthron reitteri</i> (Apfelbeck, 1889) | D |
| 201 | <i>Purkynella rambouseki</i> Knirsch, 1926 | |
| 202 | <i>Radziella styx</i> Casale & Jalžić, 1988 | D Y |
| 203 | <i>Redensekia likana</i> Z. Karaman, 1953 | D |
| | - <i>kosiniensis</i> Pretner, 1958 | d |
| | - <i>likana</i> Z. Karaman, 1953 | d |
| 204 | <i>Remyella scaphoides</i> Jeannel, 1931 | D |
| | - <i>borensis</i> Winkler, 1933 | d |
| | - <i>droveniki</i> Giachino & Etonit 1995 | d |
| | - <i>hussoni</i> Jeannel, 1934 | d |
| | - <i>propiformis</i> Winkler, 1933 | d |
| | - <i>scaphoides</i> Jeannel, 1931 | d |
| 205 | <i>Roubaliella biokovensis</i> Jeannel, 1925 | D |
| 206 | <i>Serbopholeuonopsis cvijici</i> (Čurčić & Brajković, 2002) | D |
| 207 | <i>Setmikia leonhardi</i> Breit, 1913 | D Y |
| 208 | <i>Spelaebates bachofeni</i> Breit, 1913 | D |
| 209 | <i>Spelaebates czerny</i> Breit, 1913 | D |
| 210 | <i>Spelaebates kraussi</i> J. Müller, 1903 | D |
| 211 | <i>Spelaebates novaki</i> J. Müller, 1901 | D |
| 212 | <i>Spelaebates penecke</i> J. Müller, 1903 | D |
| 213 | <i>Spelaebates pharensis</i> J. Müller, 1901 | D |
| | - <i>langhofferi</i> G. Müller, 1931 | d |
| | - <i>pharensis</i> J. Müller, 1901 | d |
| 214 | <i>Spelaedromus pluto</i> (Reitter, 1885) | D |
| 215 | <i>Spelaedromus sneznikensis</i> Polak, 2002 | D |
| 216 | <i>Spelaetes grabowskii</i> Apfelbeck, 1907 | D |
| 217 | <i>Speonesiotes brachycerus</i> Jeannel, 1924 | D Y |
| 218 | <i>Speonesiotes dorotkanus</i> Reitter, 1881 | D |
| | - <i>dorotkanus</i> (Reitter, 1881) | d |
| | - <i>matchai</i> Fagniez 1922 | d |
| | - <i>noesskei</i> Zariquiey, 1928 | d |
| 219 | <i>Speonesiotes gobanzi</i> (Reitter, 1898) | D |
| 220 | <i>Speonesiotes hummleri</i> Jeannel, 1924 | D Y |
| 221 | <i>Speonesiotes insularis</i> (Apfelbeck, 1907) | D N |
| 222 | <i>Speonesiotes issensis</i> (J. Müller, 1903) | D |
| 223 | <i>Speonesiotes koritoensis</i> | D |
| | - <i>brevicornis</i> Jeannel, 1941 | d |
| | - <i>koritoensis</i> Winkler, 1936 | d |
| | - <i>planaensis</i> Jeannel, 1941 | d |
| 224 | <i>Speonesiotes laticollis</i> (G. Müller, 1934) | D |
| 225 | <i>Speonesiotes lonai</i> | D |
| | - <i>lonai</i> J. Müller, 1914 | d |
| | - <i>zoufali</i> (Reitter, 1918) | d |
| 226 | <i>Speonesiotes matchai</i> Fagniez, 1922 | D |
| 227 | <i>Speonesiotes mulleri</i> Jeannel, 1941 | D |
| 228 | <i>Speonesiotes narentinus</i> L. Miller, 1861 | D |
| | - <i>latitarsis</i> (Apfelbeck, 1919) | d |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|---|--------|
| | - <i>narentinus</i> (L. Miller, 1861) | d |
| | - <i>simplicipes</i> Jeannel, 1924 | d |
| 229 | <i>Speonesiotes paganettii</i> (Ganglbauer, 1902) | D |
| 230 | <i>Speonesiotes pretneri</i> G. Müller, 1934 | D |
| 231 | <i>Speonesiotes rambouseki</i> Jeannel, 1941 | D |
| 232 | <i>Speonesiotes reissi</i> Zariquiey, 1928 | D |
| 233 | <i>Speonesiotes remyi</i> Jeannel, 1941 | D |
| | - <i>divinensis</i> Jeannel, 1941 | d |
| | - <i>remyi</i> Jeannel, 1941 | d |
| | - <i>winkleri</i> Jeannel, 1941 | d |
| 234 | <i>Speonesiotes schweitzeri</i> Jeannel, 1941 | D |
| 235 | <i>Speonesiotes scutariensis</i> G. Müller, 1934 | D |
| 236 | <i>Speonesiotes septentrionalis</i> Winkler, 1936 | D |
| 237 | <i>Speonesiotes spalacis</i> Jeannel, 1941 | D |
| 238 | <i>Speoplanes giganteus</i> (J. Müller, 1911) | D |
| | - <i>biocovensis</i> G. Müller, 1934 | d |
| | - <i>giganteus</i> (J. Müller, 1911) | d |
| 239 | <i>Sphaerobathyscia hoffmanni</i> (Motschoulsky, 1856) | D |
| 240 | <i>Tartariella durmitorensis</i> | D |
| | - <i>durmitorensis</i> Nonveiller & Pavičević, 1999 | d |
| | - <i>zephyrensis</i> Nonveiller & Pavičević, 1999 | d |
| 241 | <i>Velebitodromus smidai</i> Casale, Giachino & Jalžić 2004 | D |
| 242 | <i>Weiratheria bocki</i> Zariquiey, 1928 | D |
| 243 | <i>Zariquieyella biokovensis</i> (Knirsch, 1928) | D |

Priloga A2
Carabidae

| Št. | Ime | Oznake |
|-------------------|--|--------|
| Scaritinae | | |
| 1 | <i>Spelaeodytes mirabilis</i> L. Miller, 1863 | D |
| Trechinae | | |
| 2 | <i>Adriaphaenops antroherponomimus</i> Noesske, 1928 | D Y |
| 3 | <i>Adriaphaenops pretneri</i> Scheibel, 1935 | D |
| 4 | <i>Adriaphaenops staudacheri</i> Scheibel, 1939 | D |
| 5 | <i>Adriaphaenops stirni</i> Pretner, 1959 | D |
| 6 | <i>Adriaphaenops zupcensis</i> Pavičević, 1990 | D |
| | - <i>zupcensis</i> Pavičević, 1990 | d |
| | - <i>tartariensis</i> Pavičević, 2001 | d |
| 7 | <i>Albanotrechus beroni</i> Casale & Guéorguiev 1994 | D* |
| 8 | <i>Anophthalmus aidovskanus</i> (Ganglbauer, 1913) | D |
| | - <i>aidovskanus</i> (Ganglbauer, 1913) | |
| | - <i>concupinus</i> (G. Müller, 1931) | |
| | - <i>gorjancensis</i> Daffner, 1996 | |
| | - <i>kaplai</i> Daffner, 2000 | |
| | - <i>muelleri</i> Jeannel, 1926 | |
| 9 | <i>Anophthalmus alphonsi</i> (J. Müller, 1914) | |
| | - <i>alphonsi</i> (J. Müller, 1914) | |
| | - <i>ljubnicensis</i> (J. Müller, 1914) | |
| | - <i>skofjeloscensis</i> Daffner, 1996 | |
| 10 | <i>Anophthalmus amplus</i> Joseph, 1871 | D |
| | - <i>amplus</i> Joseph, 1871 | d |
| | - <i>knirschianus</i> Daffner, 1996 | d |
| | - <i>sedulus</i> (Knirsch, 1926) | d |
| 11 | <i>Anophthalmus baratellii</i> Sciaky, 1985 | |
| 12 | <i>Anophthalmus bernhaueri</i> Ganglbauer, 1895 | |
| | - <i>bernhaueri</i> Ganglbauer, 1895 | |
| | - <i>broderi</i> Daffner, 1992 | |
| 13 | <i>Anophthalmus besnicensis</i> Pretner, 1949 | |
| | - <i>besnicensis</i> Pretner, 1949 | |
| | - <i>frater</i> Daffner, 1998 | |
| 14 | <i>Anophthalmus bohiniensis</i> Ganglbauer, 1903 | |
| | - <i>bohiniensis</i> Ganglbauer, 1903 | |
| | - <i>nonveilleri</i> Scheibel, 1933 | |
| | - <i>stolfai</i> Jeannel, 1930 | |
| 15 | <i>Anophthalmus bojani</i> Daffner, 1998 | |
| 16 | <i>Anophthalmus bukoveci</i> Pretner, 1949 | D |
| 17 | <i>Anophthalmus capillatus</i> Joseph, 1871 | D |
| 18 | <i>Anophthalmus daffneri</i> Broder, 1994 | |
| 19 | <i>Anophthalmus driolii</i> Bognolo & Etonti, 1996 | D |
| 20 | <i>Anophthalmus egonis</i> (J. Müller, 1923) | |
| 21 | <i>Anophthalmus erebus</i> Krauss, 1906 | |
| | - <i>bozoi</i> Mlejnek & Moravec, 1995 | |
| | - <i>erebus</i> Krauss, 1906 | |
| | - <i>kraussi</i> Winkler, 1923 | |
| 22 | <i>Anophthalmus fabbrii</i> J. Müller, 1931 | D |
| | - <i>chiappai</i> Sciaky, 1987 | d |
| | - <i>fabbrii</i> J. Müller, 1931 | |
| | - <i>linicola</i> Sciaky, 1987 | |
| 23 | <i>Anophthalmus fallaciosus</i> (J. Müller, 1914) | |
| | - <i>fallaciosus</i> (J. Müller, 1914) | |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|---|--------|
| | - <i>jozei</i> Daffner, 1996 | |
| 24 | <i>Anophthalmus gridellii</i> | D |
| | - <i>gridellii</i> (J. Müller, 1931) | |
| | - <i>terminalis</i> (Sciaky, 1987) | |
| 25 | <i>Anophthalmus haraldianus</i> (Daffner, 1992) | |
| 26 | <i>Anophthalmus hauckei</i> Moravec & Lompe, 2003 | D |
| 27 | <i>Anophthalmus heteromorphus</i> (J. Müller, 1923) | D |
| 28 | <i>Anophthalmus hirtus</i> (Sturm, 1853) | D |
| 29 | <i>Anophthalmus hitleri</i> Scheibel, 1937 | |
| 30 | <i>Anophthalmus jalzici</i> Daffner, 1996 | D |
| 31 | <i>Anophthalmus kahleni</i> Daffner, 1998 | D |
| 32 | <i>Anophthalmus kerteszi</i> | D |
| | - <i>inhumeralis</i> (J. Müller, 1923) | d |
| | - <i>kerteszi</i> (Csiki, 1912) | d |
| | - <i>suhensis</i> Daffner, 1996 | d |
| 33 | <i>Anophthalmus kofleri</i> Daffner, 1996 | D |
| 34 | <i>Anophthalmus leander</i> Sciaky, Monguzzi & Trezzi, 1999 | D |
| 35 | <i>Anophthalmus maderi</i> | D |
| | - <i>maderi</i> Winkler, 1914 | d |
| | - <i>sucainus</i> J. Müller, 1924 | d |
| 36 | <i>Anophthalmus manhartensis</i> | |
| | - <i>fuartensis</i> (Colla, 1993) | |
| | - <i>manhartensis</i> Meschnigg, 1943 | |
| 37 | <i>Anophthalmus mayeri</i> (J. Müller, 1909) | D |
| 38 | <i>Anophthalmus meggiolaroi</i> Moravec & Lompe, 2003 | |
| 39 | <i>Anophthalmus micklitzii</i> | |
| | - <i>micklitzii</i> (Ganglbauer, 1913) | |
| | - <i>rasicensis</i> Daffner, 1996 | |
| | - <i>rovnicensis</i> Daffner, 1996 | |
| | - <i>staudacheri</i> J. Müller, 1923 | |
| 40 | <i>Anophthalmus paciuchensis</i> Monguzzi, 1995 | D |
| 41 | <i>Anophthalmus pretneri</i> (J. Müller, 1913) | |
| | - <i>ceji</i> Vrezec, 2001 | |
| | - <i>fodinae</i> (Mandl, 1940) | |
| | - <i>mixanigi</i> (Daffner, 1985) | |
| | - <i>naraglavi</i> Mlejnek & Moravec, 1995 | |
| | - <i>pretneri</i> (J. Müller, 1913) | |
| 42 | <i>Anophthalmus ravasinii</i> (J. Müller, 1922) | D |
| | - <i>alpestris</i> Daffner, 1996 | |
| | - <i>ravasinii</i> (J. Müller, 1922) | d |
| | - <i>sontiacus</i> (J. Müller, 1935) | |
| | - <i>soriscensis</i> Daffner, 1996 | |
| | - <i>springeri</i> (J. Müller, 1931) | d |
| | - <i>zvani</i> Daffner, 1996 | |
| 43 | <i>Anophthalmus sanctaeluciae</i> | D |
| | - <i>fabioi</i> Daffner, 1996 | d |
| | - <i>sanctaeluciae</i> (J. Müller, 1931) | d |
| 44 | <i>Anophthalmus schaumii</i> Schaum, 1860 | D |
| | - <i>angusticeps</i> Scheibel, 1937 | |
| | - <i>hochetlingeri</i> Winkler, 1912 | d |
| | - <i>knirschi</i> Winkler, 1912 | |
| | - <i>kumensis</i> Fischhuber, 1975 | |
| | - <i>leptonotus</i> Jeannel, 1926 | d |
| | - <i>macromelus</i> Jeannel, 1926 | |
| | - <i>orientalis</i> Jeannel, 1926 | |
| | - <i>schaumi</i> Schaum, 1860 | |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|---|--------|
| | - <i>silvicola</i> Jeannel, 1928 | d |
| 45 | <i>Anophthalmus schmidtii</i> Sturm, 1844 | D |
| | - <i>flachi</i> (Winkler, 1912) | d |
| | - <i>gspani</i> (Reitter, 1918) | d |
| | - <i>insignis</i> (J. Müller, 1912) | d |
| | - <i>istriensis</i> (J. Müller, 1909) | d |
| | - <i>motschulskyi</i> Schmidt, 1860 | d |
| | - <i>schmidtii</i> Sturm, 1844 | d |
| | - <i>soosi</i> Csiki, 1912 | d |
| | - <i>trebicianus</i> (J. Müller, 1914) | d |
| 46 | <i>Anophthalmus seppenhofferi</i> Bognolo, 1997 | |
| 47 | <i>Anophthalmus severi</i> | D |
| | - <i>confusus</i> (J. Müller, 1935) | d |
| | - <i>severi</i> (Ganglbauer, 1897) | d |
| 48 | <i>Anophthalmus spectabilis</i> (Joseph, 1871) | D |
| | - <i>istrianus</i> (Ganglbauer, 1913) | d |
| | - <i>orehovscensis</i> Daffner, 1996 | d |
| | - <i>spectabilis</i> (Joseph, 1871) | d |
| | - <i>stygicus</i> (Drioli, 1982) | d |
| | - <i>vrhovci</i> Bognolo, 2001 | d |
| 49 | <i>Anophthalmus tolminensis</i> (J. Müller, 1922) | |
| 50 | <i>Aphaenopidius kamnikensis</i> Drovenik, 1987 | |
| | - <i>kamnikensis</i> Drovenik, 1987 | |
| | - <i>tonklij</i> Drovenik, 1989 | |
| 51 | <i>Aphaenopidius treulandi</i> (J. Müller, 1909) | D |
| | - <i>cephalotes</i> Knirsch, 1926 | d |
| | - <i>profundus</i> Mlejnek & Moravec, 1996 | |
| | - <i>treulandi</i> (J. Müller, 1909) | |
| 52 | <i>Aphaenopsis apfelbecki</i> Ganglbauer, 1891 | D |
| 53 | <i>Aphaenopsis pfeiferi</i> | D |
| | - <i>gracilis</i> Winkler, 1927 | d |
| | - <i>pfeiferi</i> Apfelbeck, 1908 | d |
| 54 | <i>Croatotrechus tvrtkovići</i> Casale & Jalžić, 1999 | D |
| 55 | <i>Curcicia bolei</i> (Pretner, 1963) | |
| 56 | <i>Dalmataphaenops chiarae</i> Monguzzi, 1993 | D Y |
| 57 | <i>Duvalius brevipilosus</i> Knirsch, 1927 | D |
| 58 | <i>Duvalius erichsoni</i> Schaufuss, 1864 | D |
| | - <i>erichsoni</i> Schaufuss, 1864 | d |
| | - <i>netolitzkyi</i> J.Müller, 1908 | d |
| 59 | <i>Duvalius eurydice</i> (Schaufuss, 1881) | D |
| 60 | <i>Duvalius exaratus</i> Schaum, 1860 | |
| | - <i>exaratus</i> Schaum, 1860 | |
| | - <i>lubnicensis</i> Scheibel, 1934 | |
| | - <i>scheibeli</i> Winkler, 1927 | |
| 61 | <i>Duvalius gogalai</i> Pretner, 1963 | |
| 62 | <i>Duvalius langhofferi</i> Csiki, 1913 | D |
| 63 | <i>Duvalius lucidus</i> J. Müller, 1903 | D |
| 64 | <i>Duvalius neumanni</i> J.Müller, 1911 | D |
| 65 | <i>Duvalius novaki</i> J.Müller, 1911 | D |
| | - <i>giromettae</i> J.Müller, 1912 | d |
| | - <i>novaki</i> J.Müller, 1911 | d |
| | - <i>sinjanus</i> J.Müller, 1913 | d |
| | - <i>sutinensis</i> Winkler, 1926 | d |
| 66 | <i>Duvalius opermanni</i> Scheibel, 1933 | D |
| 67 | <i>Duvalius schatzmayri</i> J. Müller, 1912 | D |
| 68 | <i>Duvalius semecensis</i> Winkler, 1926 | D |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|---------------------------------|
| 69 | <i>Duvalius springeri</i> J. Müller, 1921 | D |
| 70 | <i>Duvalius stankovitchi</i> - <i>devoensis</i> Jeannel, 1924 - <i>georgevitchi</i> Jeannel, 1924 - <i>stankovitchi</i> Jeannel, 1924 | |
| 71 | <i>Duvalius styx</i> Apfelbeck, 1904 | D |
| 72 | <i>Duvalius winkleri</i> Jeannel, 1924 | |
| 73 | <i>Duvalius winneguthi</i> Apfelbeck, 1907 - <i>kautianus</i> Apfelbeck, 1907 - <i>winneguthi</i> Apfelbeck, 1907 | D d d |
| 74 | <i>Javorella javorensis</i> S.B. Čurčić, Brajković & B.P.M. Čurčić, 2003 | D |
| 75 | <i>Javorella suvoborensis</i> (Pavičević & Popović, 2001) | D |
| 76 | <i>Neotrechus amabilis</i> Schaufuss, 1863 | D |
| 77 | <i>Neotrechus augustae</i> Winkler, 1926 | D |
| 78 | <i>Neotrechus dalmatinus</i> L.Müller, 1861 - <i>dalmatinus</i> L.Müller, 1861 - <i>dinaricus</i> J.Müller, 1912 | D d d |
| 79 | <i>Neotrechus ganglbaueri</i> - <i>bluhweissi</i> Hoffmann, 1913 - <i>ganglbaueri</i> (Padewieth, 1891) - <i>svilajensis</i> Winkler, 1926 - <i>svircevi</i> J.Müller, 1925 | D d d d d |
| 80 | <i>Neotrechus hilfi</i> Reitter, 1903 - <i>brevipennis</i> Winkler, 1926 - <i>convexipennis</i> Winkler, 1925 - <i>grossi</i> Jeannel, 1928 - <i>hilfi</i> Reitter, 1903 - <i>jeanneli</i> Winkler, 1933 - <i>schuleri</i> Jeannel, 1928 | D d d d d d d |
| 81 | <i>Neotrechus ivicensis</i> Knirsch, 1929 | D |
| 82 | <i>Neotrechus lonae</i> J.Müller, 1914 - <i>lonae</i> J.Müller, 1914 - <i>atavus</i> J.Müller, 1934 - <i>shkodrensis</i> Scheibel, 1936 | D d d d |
| 83 | <i>Neotrechus lupoglavensis</i> Knirsch, 1927 | D |
| 84 | <i>Neotrechus malissorum</i> J.Müller, 1914 | D |
| 85 | <i>Neotrechus muharnicensis</i> Knirsch, 1927 | D |
| 86 | <i>Neotrechus noesskei</i> - <i>longicollis</i> Winkler, 1927 - <i>meixneri</i> J.Müller, 1912 - <i>noesskei</i> Apfelbeck, 1908 - <i>trogломontanus</i> Absolon & Mařan, 1947 | D d d d d |
| 87 | <i>Neotrechus oreophilus</i> Knirsch, 1927 | D |
| 88 | <i>Neotrechus ottonis</i> Reitter, 1905 - <i>bjelasicensis</i> Winkler, 1933 - <i>ottonis</i> Reitter, 1905 | D d d |
| 89 | <i>Neotrechus paganettii</i> - <i>lapidicola</i> Absolon & Mařan, 1947 - <i>matchae</i> Breit, 1917 - <i>montanus</i> Absolon & Mařan, 1947 - <i>paganettii</i> Ganglbauer, 1896 - <i>winneguthi</i> Scheibel, 1937 | D d d d d d |
| 90 | <i>Neotrechus parvicollis</i> Winkler, 1926 | D |
| 91 | <i>Neotrechus setniki</i> Reitter, 1904 - <i>elongatus</i> Winkler, 1926 - <i>setniki</i> Reitter, 1904 | D d d |

| Št. | Ime | Oznake | |
|-----|---|--------|---|
| 92 | <i>Neotrechus silvaticus</i> Winkler, 1926 | D | |
| 93 | <i>Neotrechus speluncarius</i> Reitter, 1916 | D | |
| 94 | <i>Neotrechus striatipennis</i> G.Muller, 1931 | D | |
| 95 | <i>Neotrechus suturalis</i> (Schaufuss, 1864) | D | |
| | - <i>amplipennis</i> J.Müller, 1911 | d | |
| | - <i>crnuljensis</i> Absolon & Mařan, 1947 | d | |
| | - <i>fatnickensis</i> Absolon & Mařan, 1947 | d | |
| | - <i>halmai</i> Apfelbeck, 1904 | d | |
| | - <i>otiosus</i> (Obenberger, 1917) | d | |
| | - <i>pentheri</i> Winkler, 1926 | d | |
| | - <i>pretneri</i> Scheibel, 1936 | d | |
| | - <i>suturalis</i> Schaufuss, 1864 | d | |
| | - <i>trebinjensis</i> Apfelbeck, 1904 | d | |
| 96 | <i>Neotrechus terrenus</i> Knirsch, 1929 | D | N |
| 97 | <i>Neotrechus weiratheri</i> Winkleri, 1926 | D | N |
| 98 | <i>Orotrechus carinthiacus</i> Mandl, 1940 | | |
| 99 | <i>Orotrechus forojulensis</i> Busulini, 1959 | | |
| 100 | <i>Orotrechus gigas</i> Vigna Taglianti, 1981 | | |
| 101 | <i>Orotrechus globulipennis</i> Schaum 1860 | D | |
| | - <i>chendae</i> Schatzmayr, 1922 | d | |
| | - <i>globulipennis</i> Schaum, 1860 | d | |
| | - <i>kalisi</i> Müller G., 1931 | | |
| | - <i>tarcentinus</i> Meggiolaro, 1961 | | |
| 102 | <i>Orotrechus haraldi</i> Daffner, 1990 | | |
| 103 | <i>Orotrechus holdhausi</i> | | |
| | - <i>donazzoloi</i> Daffner, 1988 | | |
| | - <i>fortii</i> J. Müller, 1963 | | |
| 104 | <i>Orotrechus jamae</i> G.Etonti & M. Etonti, 1979 | | |
| 105 | <i>Orotrechus koflerianus</i> Daffner, 2000 | | |
| 106 | <i>Orotrechus lucensis</i> Scheibel, 1935 | | |
| 107 | <i>Orotrechus muellerianus</i> Schatzmayr 1907 | D | |
| | - <i>muellerianus</i> Schatzmayr, 1907 | d | |
| | - <i>primigenius</i> J. Müller, 1919 | d | |
| 108 | <i>Orotrechus novaki</i> Mlejnek, Moravec, Udržal, 1994 | | |
| 109 | <i>Orotrechus puchneri</i> Lebenbauer, 1998 | | |
| 110 | <i>Orotrechus robustus</i> Jeannel, 1928 | | Y |
| 111 | <i>Orotrechus schwienbacheri</i> Grottollo & Martinelli, 1991 | | |
| 112 | <i>Orotrechus slapniki</i> Drovenik, Mlejnek, Moravec, 1997 | | |
| 113 | <i>Orotrechus subpannonicus</i> Daffner, 1994 | | |
| 114 | <i>Orotrechus torretassoi</i> J. Müller, 1928 | | |
| 115 | <i>Orotrechus venetianus</i> | | |
| | - <i>cellinae</i> J. Müller, 1963 | | |
| 116 | <i>Pheggomisetes globiceps ilandjevi</i> Georgiev, 1964 | | |
| 117 | <i>Rascioduvalius stopicensis</i> (Jeannel, 1924) | D | |
| 118 | <i>Scotoplanetes arenstorffianus</i> Absolon, 1913 | D | |
| | - <i>arenstorffianus</i> | d | |
| | - <i>weiratherianus</i> Noesske, 1928 | d | |
| 119 | <i>Serboduvalius dragacevensis</i> Ćurčić, Pavičević & Ćurčić, 2001 | D | |
| 120 | <i>Serboduvalius starivlahi</i> (Guéorguiev, Ćurčić & Ćurčić, 2000) | D | |
| 121 | <i>Typhlotrechus bilimeki</i> Sturm, 1847 | D | |
| | - <i>arcuatus</i> Jeannel, 1928 | d | |
| | - <i>bilimeki</i> Sturm, 1847 | d | |
| | - <i>circovichii</i> J. Müller, 1922 | d | |
| | - <i>croaticus</i> Hampe, 1871 | d | |
| | - <i>droveniki</i> Etonti, 1995 | d | |
| | - <i>fassati</i> Mařan, 1947 | d | |

| Št. | Ime | Oznake |
|-----|--|--------|
| | - <i>frigens</i> Jeannel, 1928 | d |
| | - <i>haquetii</i> Sturm, 1853 | d |
| | - <i>hauckei</i> Ganglbauer, 1913 | d |
| | - <i>istrus</i> J. Müller, 1926 | d |
| | - <i>jureceki</i> Mařan, 1947 | d |
| | - <i>kiesenwetteri</i> Schaum, 1862 | d |
| | - <i>likanensis</i> (Schaufuss, 1882) | d |
| | - <i>prochazkai</i> Obenberger, 1913 | d |
| | - <i>tergestinus</i> J. Müller, 1905 | d |
| 122 | <i>Typhlotrechus velebiticus</i> Ganglbauer, 1904 | D |
| | - <i>parcestriatus</i> (Scheibel, 1938) | d |
| | - <i>velebiticus</i> Ganglbauer, 1904 | d |
| 123 | <i>Lovricia aenigmatica</i> Lakota, Mlejnek & Jalžić, 2002 | D |
| 124 | <i>Lovricia jalzici</i> Pretner, 1979 | D |

Priloga A3 Pselaphidae

| Št. | Ime | Oznake | |
|-------------------|--|--------|----|
| Batrisinae | | | |
| 1 | <i>Seracamaurops frieseni</i> Winkler, 1925 | D | N |
| 2 | <i>Seracamaurops grabowskii</i> (J. Müller, 1926) | D | N |
| 3 | <i>Seracamaurops grandis</i> (Winkler, 1925) | D | |
| 4 | <i>Troglamaurops ganglbaueri</i> Winkler, 1925 | D | |
| 5 | <i>Troglamaurops leptoderinus</i> Reitter, 1901 | D | |
| 6 | <i>Troglamaurops scheibeli</i> J. Müller, 1944 | D | |
| Bythinini | | | |
| 7 | <i>Bryaxis casalei</i> Poggi, 1992 | | |
| 8 | <i>Bryaxis crepsensis</i> | D | |
| | - <i>crepsensis</i> J. Müller, 1947 | d | |
| | - <i>histrus</i> Agazzi, 1961 | d | |
| 9 | <i>Bryaxis issensis</i> J. Müller, 1901 | D | |
| 10 | <i>Bryaxis scapularis</i> Reitter, 1881 | D | |
| 11 | <i>Bythoxenus italicus</i> Poggi, 1992 | D | YD |
| 12 | <i>Bythoxenus subterraneus</i> Motschoulsky, 1860 | D | |
| 13 | <i>Gasparobythus tergestinus</i> Poggi, 1992 | D | |
| 14 | <i>Machaerites cognatus</i> Nonveiller & Pavičević, 2001 | D | |
| 15 | <i>Machaerites croaticus</i> Nonveiller & Pavičević, 2001 | D | |
| 16 | <i>Machaerites curvistylus</i> Nonveiller & Pavičević 2001 | D | |
| 17 | <i>Machaerites intermedius</i> Nonveiller & Pavičević 2001 | D | |
| 18 | <i>Machaerites mekotiensis</i> Nonveiller & Pavičević, 2001 | D | |
| 19 | <i>Machaerites novissimus</i> Nonveiller & Pavičević, 2001 | D | |
| 20 | <i>Machaerites ravasinii</i> (J. Müller, 1922) | D | |
| 21 | <i>Machaerites spelaeus</i> | D | |
| | - <i>orientalis</i> Nonveiller & Pavičević, 2001 | d | |
| | - <i>spelaeus</i> Miller, 1855 | d | |
| 22 | <i>Machaerites udrzali</i> Hlavač & Lakota, 2004 | D | |
| 23 | <i>Pauperobythus globuliventris</i> Nonveiller, Pavičević & Ozimec, 2002 | D | |
| 24 | <i>Tychobythinus croaticus</i> Karaman, 1954 | D | |
| 25 | <i>Tychobythinus neumanni</i> J. Müller, 1909 | D | |
| 26 | <i>Thaumastocephalus folliculipalpus</i> Poggi et al, 2001 | D | |
| 27 | <i>Nonveilleria lepida</i> Pavičević & Besuchet, 2000 | D | |
| 28 | <i>Nonveilleria romani</i> Pavičević & Besuchet, 2003 | D | |

Priloga B

Viri, iz katerih smo povzeli podatke o hroščih iz podzemnih lokalitet na Dinarskem območju z okolico. Z oznako "T" so označeni tisti viri, ki vsebujejo podatke o troglobiotskih hroščih in lokalitetah, ki smo jih upoštevali v analizah.

- Bakšić D., Munić J. 1999. Tajne Slovačke jame kod Hajdučkih kukova - tisuću metara u utrobi Velebita. Hrvatski zemljopis, 42: 20-22 (T)
- Bedek J., Gottstein Matočec S., Jalžić B., Ozimec R., Štamol V. 2006. Katalog tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske. Natura Croatica, 15, Suppl.1, 1-154 (T)
- Bognolo M. 2000. Il genere *Pretneria* (Coleoptera Cholevidae). Boll. Soc. entomol. ital., 132, 1: 29-42 (T)
- Bognolo M. 2001. *Anophthalmus spectabilis vrhovci* ssp.n. from Kačna jama (Slovenia) (Coleoptera: Carabidae). Acta entomologica slovenica, 9, 1: 13-20 (T)
- Bognolo M. 2001. Hrošči (Insecta: Coleoptera) v jamah na Sežanskem krasu. Naše jame, 43: 128-133 (T)
- Bognolo M. 2002. Il genere *Bathyscimorphus* (Coleoptera: Cholevidae). Coleoptera, 6: 1-33 (T)
- Bognolo M., Etonti M. 1996. *Anophthalmus driolii* sp. nov. di Slovenia (Coleoptera: Carabidae, Trechinae). Venezia, 46: 179-186 (T)
- Bognolo M., Kofler B. 2001. *Pretneria metkae mirae* ssp. n. (Coleoptera: Cholevidae) from mount Prisojnik, Slovenia. Acta entomologica slovenica, 9, 2: 113-118 (T)
- Boldori L. 1936. Larve dei Trechini V. XIX Comunicazione della Societa di speleologia di Lubiana. Atti Soc. It. Scienze Nat., vol. LXXIV: 389-393 (T)
- Boldori L. 1936. Larve di Trechini VII. XXVII Comunicazione della Societa di Speleologia di Ljubljana (Lubiana) - Jugoslavia. Le grotte d'Italia, ser. 2a, I, XV: 93-99 (T)
- Boldori L. 1939. Larve di coleotteri in caverne Italiane e Iugoslave. XXIX Comunicazione della Societa Speleologica di Ljubljana, XVII: 3-9 (T)
- Bordoni A., Oromi P. 1998. Coleoptera Staphylinidae. V: Encyclopaedia biospeologica. Juberthie C., Decu V. (ur.). Tome II: 1147-1162
- Broder J. 1978. *Bythoxenus subterraneus* Motschoulsky 1859 (Coleoptera. Pselaphidae) ponovno najden v Sloveniji leta 1975. Naše jame, 19(1977): 59-61 (T)
- Broder J. 1994. *Anophthalmus daffneri* sp.n. aus Slowenien (Coleoptera: Carabidae, Trechinae). Acta entomologica slovenica, 2: 5-12 (T)
- Casale A. 1983. Nuovi Carabidae e Catopidae endogei e cavernicoli dei Balcani meridionali e dell'Asia Minore (Coleoptera) I. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino, 1, 2: 243-278 (T)
- Casale A., Giachino P.M., Jalžić B. 2000. *Croatodirus* (nov.gen.) *bozicevici* n.sp., an enigmatic new leptodirine beetle from Croatia (Coleoptera, Cholevidae). Natura Croatica, 9, 2: 83-92 (T)
- Casale A., Giachino P.M., Jalžić B. 2004. Three new species and one new genus of ultraspecialized cave dwelling Leptodirinae from Croatia (Coleoptera, Cholevidae). Natura Croatica, 13, 4: 301-317 (T)

- Casale A., Giachino P.M., Jalžić B., Vailati D. 1998. Reiceiina nuovi o poco noti dell'area mediterranea orientale. *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia*, 31(1995): 87-104 (T)
- Casale A., Giachino P.M., Monguzzi R. 1993. On the systematic position of *Roubaliella* Jeannel, 1925 (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirinae). *Elytron*, 7: 171-177 (T)
- Casale A., Guéorguiev V. 1994. *Albanotrechus beroni*, nuovo genere nuova specie de Trechini cavernicoli di Albania (Coleoptera: Carabidae). *Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*, 12, 2: 413-423 (T)
- Ćurčić B.P.M. 2004. The cave fauna of Serbia: from origins to the present and perspectives. *Zbornik radova Odbora za kras i speleologiju SANU, VIII*: 71-81
- Ćurčić B.P.M., Boškova T. 2002. *Serbopholeuonopsis*, a new endemic genus of Cholevid beetles (Cholevidae, Coleoptera) based on *Pholeuonopsis cvijici* S.B. Ćurčić & M.M. Brajković. *Archives of Biological sciences*, 54, 1-2: 11-12 (T)
- Ćurčić B.P.M., Dimitrijević R.N., Makarov S.E., Lučić L.R., Karamata O.S., Tomić V.T. 1997. The Zlot cave - a unique faunal refuge (Serbia, Yugoslavia). *Archives of Biological Sciences*, 49, 3-4: 29-30 (T)
- Ćurčić S.B. 2000. On the diversity of some carabid beetles (Coleoptera: Carabidae: Carabinae and Harpalinae) in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 52, 4: 219-226 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M. 2002. *Magdelainella bozidarcurcici* n.sp. (Coleoptera, Cholevidae), a new endemic beetle from Southwest Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 54, 3-4: 97-100 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M. 2002. *Pholeuonopsis cvijici*, a new troglobitic Bathysciine beetle from West Serbia (Coleoptera, Cholevidae). *Archives of Biological Sciences*, 54, 1-2: 43-48 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M. 2003. *Curcicia*, a new genus of endemic ground beetles (Trechini, Carabidae, Coleoptera) based on *Duvalius bolei* Pretner. *Archives of Biological Sciences*, 55, 3-4: 27-28 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M., Ćurčić B.P.M. 2003. *Javorella suvodolensis*, a new endogean species of ground beetles (Trechini, Carabidae, Coleoptera) from southwest Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 55, 3-4: 113-116 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M., Ćurčić B.P.M., Mitić M. 2003. *Javorella*, a new genus of endemic ground beetles (Trechini, Carabidae, Coleoptera) from West and Southwest Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 55, 1-2: 15-22 (T)
- Ćurčić S.B., Brajković M.M., Mitić B.M., Ćurčić B.P.M. 2003. *Rascoduvalius*, a new genus of cave and endogean Trechines (Trechini, Carabidae, Coleoptera) from the Balkan Peninsula. *Periodicum biologorum*, 105, 4: 483-486 (T)
- Ćurčić S.B., Pavićević D., Ćurčić B.P.M. 2001. *Serboduvalius dragacevensis*, a new genus and a new species of Trechines from caves in Southwestern Serbia (Trechinae, Carabidae, Coleoptera). *Archives of Biological Sciences*, 53, 1-2: 51-56 (T)
- Ćurčić S.B., Pecelj J.M., Stojkoska E. 2002. A redescription of *Charonites orlovacensis* Reitter (Bathysciinae, Cholevidae, Coleoptera), with some notes on its systematic position and ecology. *Archives of Biological Sciences*, 54, 3-4: 129-132 (T)
- Daffner H. 1994. *Orotrechus subpannonicus* sp.n. aus Slovenien (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Acta coleopterologica*, X, 1: 19-23 (T)

Daffner H. 1996. Revision der *Anopthalmus* - Arten und - Rassen mit lang und dicht behaarter Körperoberseite (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). Mitteilungen Münchner Entomologische Gesellschaft, 86: 33-78 (T)

Daffner H. 1998. Die Arten und Rassen der *Anopthalmus schmidti* und *-mariae* Gruppe (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). Acta entomologica slovenica, 6, 2: 99-128 (T)

Daffner H. 2000. *Orotrechus koflerianus* sp.n. aus Slowenien (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). Acta entomologica slovenica, 8, 2: 95-100 (T)

Decu V., Juberthie C., Nitzu E. 1998. Coleoptera (varia).V: Encyclopaedia biospeologica. Juberthie C., Decu V. (ur.). Tome II: 1163-1173

Drovenik B. 1971. O jamski favni Domžal in Moravč. Naše jame, 13: 41-43 (T)

Drovenik B. 1974. Enoletno opazovanje jamskih hroščev v dveh jamah na Dobrovljah. Acta carsologica, VI: 317-324 (T)

Drovenik B. 1987. Eine neue Art der Gattung *Aphaenopidius* Müller 1913 (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). Entomologische Zeitschrift, 97, 5: 49-64 (T)

Drovenik B. 1989. Eine neue Unterart aus der Gattung *Aphaenopidius* aus dem Bereich der Savinjske Alpe (Coleoptera: Carabidae). Entomologische Zeitschrift, 99, 6: 65-80 (T)

Drovenik B. 1999. Nove vrste jamskih hroščev v Sloveniji. Naše jame, 41: 105-110 (T)

Drovenik B., Mlejnek R., Moravec J. 1997. Eine neue *Orotrechus*-Art aus den Steiner Alpen in Slowenien (Coleoptera: Carabidae: Trechini). Acta entomologica slovenica, 5, 2: 71-78 (T)

Drovenik B., Peks H. 1999. Catalogus faunae Carabiden der Balkanländer (Coleoptera Carabidae). Coleoptera Schwanfelder Coleopterologische Mitteilungen, Neuauflage Sonderheft I: 1-123 (T)

Etonti M. 2001. *Pretneria droveniki* sp. n. della Slovenia occ. (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirinae). Acta entomologica slovenica, 9, 1: 21-26 (T)

Feletar D., Škramić S., Raguž J., Ozimec R. 2003. Nove vrste u Hrvatskoj, Iz podzemlja Dinarida - Špiljski kornjaši. Meridijani, X, 75:11 (T)

Giachino P.M., Etonti E. 1995. Il genere *Remyella* Jeannel, 1931 (Coleoptera Cholevidae Leptodirinae). Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste, 46: 77-98 (T)

Giachino P.M., Etonti M. 1996. *Prospelaebates* gen. nov. e due sp. nov. di Leptodirinae delle Isole del Quarnero e dell'Istria (Coleoptera: Cholevidae). Acta entomologica Slovenica, 4, 2: 63-71 (T)

Giachino P.M., Guéorguiev V.B. 1993. Note sul genere *Antroherpon* Reitter (Coleoptera Cholevidae Leptodirinae). Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 28(1992): 287-329 (T)

Giachino P.M., Guéorguiev V.B. 1995. Il genere *Apholeuonus* Reitter, 1889 (Coleoptera, Cholevidae, Leptodirinae). Riv. Piem. St. Nat., 16:169-216 (T)

Giachino P.M., Vailati D. 2001. Una nova specie di *Albanodirus* dell'Albania (Coleoptera, Cholevidae, Leptodirinae). Bollettino-museo regionale di scienze naturali, 18, 1: 99-105 (T)

Giachino P.M., Vailati D. 2005. Nuovi dati sul genere *Antroherpon* Reitter, 1889 (Coleoptera Cholevidae Leptodirinae). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 29: 149-163 (T)

- Guéorguiev V.B. 1976. Recherches sur la taxonomie, la classification et la phylogenie des Bathysciinae (Coleoptera: Catopidae). SAZU Razprave, razred IV, XIX/4: 1-59 (T)
- Guéorguiev V.B. 1990. Recherches sur les Bathysciinae (Coleoptera: Catopidae) de Yougoslavie. Acta entomologica musei nationalis Pragae, 43: 237-273 (T)
- Guéorguiev V.B., Ćurčić S.B., Ćurčić B.P.M. 2000. A new troglotrophic ground-beetle, *Duvalius (Neoduvalius) starivlahi* (Coleoptera: Carabidae: Trechini), from Southwestern Serbia. Archives of Biological Sciences, 52, 4: 227-230 (T)
- Hlavač P., Lakota J. 2004. A new species of cavernicolous genus *Machaerites* Miller, 1855 (Coleoptera, Staphylinidae, Pselaphinae) from Croatia. Natura croatica, 13, 2: 137-141 (T)
- Jalžič B. 1982. Prvi nalaz roda *Spelaeobates* J. Muller (Col., Catopidae, Bathysciinae) na kopnu. Acta entomologica Jugoslavica, 21-22 (T)
- Jalžič B. 1982. Über die Verbreitung der Höhlen-Gattung *Astagobius* Reitter (Col., Catopidae) in Velebit Gebirge (Kroatien, Jugoslawien) mit der Beschreibung von *A. angustatus vukisici* ssp. nov. Acta entomologica Jugoslavica, 15-20 (T)
- Jalžič B. 1983. Pregled istraživanja faune kornjaša (Coleoptera) spilja i jama Biokova. Acta biokovica, II: 171-178 (T)
- Jalžič B. 1984. Noviji rezultati istraživanja faune spiljskih kornjaša (Coleoptera) karlovačke okoline. Deveti jugoslavenski speleološki kongres Karlovac, Zbornik predavanja, 535-538 (T)
- Jalžič B. 1984. Ponovni nalaz slijepog kornjaša *Spelaeodytes mirabilis* Miller, 1863 (Coleoptera, Carabidae, Scaritinae), novi element u fauni kornjaša Hrvatske. Acta entomologica Jugoslavica, 20, 1-2: 113-114 (T)
- Jalžič B. 1984. Prilog poznavanju rasprostranjenja i ekologije spiljskih kornjaša (Coleoptera) Velebita. Bilten Društva ekologa Bosne i Hercegovine. Serija B - Naučni skupovi i savjetovanje, broj 2 - III Kongres ekologa Jugoslavije. Knjiga I: 397-401
- Jalžič B. 1984. Rod *Antroherpon* Reitter (Catopidae, Coleoptera) u Hrvatskoj. Naš Krš, X, 16-17: 57-60 (T)
- Jalžič B., Pretner E. 1977. Prilog poznavanju faune koleoptera pećina i jama Hrvatske. Krš Jugoslavije, 9, 5: 33 str. (T)
- Kapla A. 2001. Favna jamskih hroščev v jami Štangovc (Kisovec, osrednja Slovenija). Acta entomologica slovenica, 9, 1: 27-33 (T)
- Karaman Z. 1953. Über neue Coleopteren aus Jugoslawien, insbesondere aus Mazedonien. Acta musei macedonici scientiarum naturalium, I, 5: 91-116 (T)
- Karaman Z. 1954. Über die Jugoslavischen unterirdischen Bythininen (Col.). Acta musei macedonici scientiarum naturalium, I, 8: 169-194 (T)
- Karaman Z. 1954. Über einige neue Coleopteren der Balkanfauna. Fragmenta balcanica, 1: 45-54 (T)
- Karaman Z. 1954. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Mazedonischen Coleopteren-Fauna. Acta musei macedonici scientiarum naturalium, II, 4/15: 65-91 (T)
- Karaman Z. 1957. Die balkanischen Bythininen (Col. Pselaphidae), Ihre Systematik, Zoogeographie und Phylogenie. Biološki glasnik, 10, 3-4: 161-193 (T)
- Karaman Z. 1968. Neue Vertreter der Höhlenfauna Mazedoniens. Fragmenta balcanica, VI, 22/157: 197-205 (T)

- Karaman Z. 1970. Prilog poznavanju špiljske favne Makedonije. 5. Jugosl. Speleol. Kongr., Skopje i Ohrid 15-20.IX.1968, 243-246 (T)
- Kofler B. 1996. Raziskave podzemeljske favne hroščev v Štinetovi jami. Acta entomologica slovenica, 4, 1: 23-29 (T)
- Kofler B. 1997. Hrošči v jamah radeljskega krasa in novi nahajališči vrste *Orotrechus novaki* (Coleoptera: Carabidae, Trechinae). Acta entomologica slovenica, 5, 1: 25-31 (T)
- Kofler B. 1998. Mravljetovo brezno v Gošarjevih rupah. Naše jame, 40: 141-148 (T)
- Kofler B. 1999. Podzemeljska favna hroščev v opuščenih rudarskih rovih v bližnji okolici Železnikov (severozahodna Slovenija). Acta entomologica slovenica, 7, 2: 129-136 (T)
- Kofler B. 2003. Prisankova jama in njena podzemeljska favna hroščev. Acta entomologica slovenica, 11, 2: 163-170 (T)
- Kofler B. 2005. Nova nahajališča podvrste *Pretneria latitarsis soriscensis* Perreau, 2003 (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirinae). Acta entomologica slovenica, 13, 2: 167-170 (T)
- Kofler B. 2005. Prispevek k poznavanju podzemeljske favne hroščev v Šentanskem rudniku. Acta entomologica Slovenica, 13, 1: 53-58 (T)
- Kranjc A., Novak T. 1978. Golarjev ali Jamniški pekel pod Olševo. Naše jame, 19(1977): 29-36 (T)
- Löbl I., Smetana A. 2003. Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 1, Archostemata - Myxophaga - Adephaga. Apollo Books: 819 str.
- Magrini P., Vanni S., Inguscio S. 1996. Brevi note su *Duvalius muelleri* Winkler, 1933 dell' Albania. Thalassia salent., 21(1995): 25-28
- Matjašič J. 1952. Izvor in zoogeografija jamskih hroščev Slovenije. Biološki vestnik, I: 90-98 (T)
- Mlejnek R., Moravec J. 2003. Description of the female of *Nauticiella stygivaga* (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae: Leptodirini). Acta Soc. Zool. Bohem., 67: 199-202 (T)
- Mlejnek R., Moravec J., Udržal R. 1994. *Orotrechus novaki* sp. n. from isolated subalpine karst in Slovenia. Klapalekiana, 30: 173-177 (T)
- Moravec J., Mlejnek R. 2002. *Nauticiella stygivaga* gen.n. et sp. n., a new amphibiontic cavernicolous beetle from the Vjetrenica Cave, Herzegovina (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae: Leptodirini). Acta Soc. Zool. Bohem., 66: 293-302 (T)
- Nonveiller G. 1983. Endogejska i troglobiotska fauna tvrdokrilaša Srbije (Insecta, Coleoptera) I. Zbornik radova o fauni SR Srbije, vol. II: 267-299 (T)
- Nonveiller G., Pavičević D. 2001. Description d'une sous-espece nouvelle et de six especes nouvelles du genre *Machaerites* Miller, 1855 de Slovenie et de Croatie (Coleoptera, Pselaphinae, Bythinini). Nouv. Revue Ent. (N.S.), 18, 4: 317-333 (T)
- Nonveiller G., Pavičević D. 2002. Une nouvelle espece de *Pseudamaurops* Jeannel, 1948 du Montenegro, et remarques sur les genres voisins (Coleoptera: Pselaphinae: Amauropini). Ann. Soc. entomol. Fr., 38, 4: 435-442

Nonveiller G., Pavićević D., Ozimec R. 2002. Description d'un nouveau Pselaphidae cavernicole d'Istrie (Croatie): *Pauperobythus globuliventris* n. gen., n. sp. (Coleoptera, Pselaphinae, Bythinini). Bulletin de la Societe entomol de France, 107, 1: 13-18 (T)

Nonveiller G., Pavićević D., Popović M. 1999. Les Cholevinae der territoires de l'ancienne Yougoslavie. Zavod za zaštitu prirode Srbije, Posebna izdaja, 18: 127 str.

Novak T. 1981. Prispevek k poznavanju dinamike treh štajerskih jam. Diplomaska naloga, Oddelek za biologijo Biotehniške fakultete. 93 str. (T)

Novak T. 2005. Terrestrial fauna from cavities in Northern and Central Slovenia, and a review of systematically ecologically investigated cavities. Acta carsologica, 34/1, 10: 169-210

Novak T., Kuštor V., Kranjc A., Sivec I. 1981. Prispevek k poznavanju razporeditve favne v velikih rovih. Acta carsologica, IX/6(1980): 152-179 (T)

Novak T., Sambol J., Janžekovič F. 2004. Faunal dynamics in the Železna jama cave. Acta carsologica, 33/2, 15: 249-267

Novak T., Sivec N. 1977. Biološke raziskave v pegmatitnih jamah pri Ravnah. Naše jame, 18(1976): 39-45

Ozimec R. 2000. Tajni život hrvatskog podzemlja - plakat. Hrvatski zemljopis: 47 (T)

Ozimec R. 2001. Flora i fauna otoka Cres. Hrvatski zemljopis, 57: 58-59 (T)

Ozimec R. 2002. Podzemni svijet otoka Mljeta. Hrvatski zemljopis, IX, 62: 62-65

Ozimec R. 2002. Pronađen špiljski medved na Biokovu. Meridijani, 67: 13.

Ozimec R. 2002. U podzemlju Poreštine. Hrvatski zemljopis, IX, 66: 48-51 (T)

Ozimec R. 2003. Biospeleology of Barac's Caves. V: Barac's caves. Kovačević T. Tourist Association of Rakovica Municipality: 35-43 (T)

Ozimec R. 2003. Iznimni biološki nalazi u Špilji za gromačkom vlakom. Meridijani, 78: 12 (T)

Ozimec R. 2003. Špilja Samograd. Meridijani, 73: 6-9 (T)

Ozimec R. 2004. *Nonveillera* - otkriven novi rod špiljskog kornjaša. Meridijani, XI, 84: 17 (T)

Ozimec R. 2004. *Nonveillera* otkriven novi rod špiljskog kornjaša pselafida. Subterranea croatica, II, 3: 69 (T)

Ozimec R. 2004. Špilja Samograd kod Račišća i njen živi svet. Godišnjak Grada Korčule, 9: 299-314 (T)

Ozimec R. 2005. Novi špiljski kornjaši opisani iz Hrvatske. Subterranea croatica, III, 4: 58-59 (T)

Ozimec R. 2005. Stopama gromačkog pračovjeka: život u podzemlju dubrovačkog krša. Grad Dubrovnik, Upravni odjel za zaštitu okoliša i prostorno uređenje i Hrvatsko biospeleološko društvo: 29 str. (T)

Ozimec R. 2005. U riznici Zmajeve jame. More magazin: magazin za plovību i plovila. 119: 106-111 (T)

Ozimec R., Jalžić B. 2003. Hvarska Živa voda. Meridijani, X, 77: 22-25

Pavićević D. 1990. *Aphaenopsis (Adriaphaenops) zupcense*. Fauna Durmitora 3, CANU 23, Odd. prir. n., 14: 355-362 (T)

- Pavičević D. 2001. A new subspecies of *Aphaenops* (*Adriaphaenops*) *zupcense* Pavičević, 1990 from Durmitor, Montenegro (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Acta entomologica serbica*, 6, 1/2: 33-36 (T)
- Perica D., Karadžić R. 1994. Najdublji speleološki objekt u Hrvatskoj - Lukina jama u Velebitu. *Hrvatski zemljopis*, 1: 6-28
- Perreau M. 1999. Nouveaux genres et nouvelles especes de Leptodirini (Coleoptera, Leiodidae). *Bulletin de la Societe entomologique de France*, 104, 4: 399-406 (T)
- Perreau M. 2000. Catalogue des Coleopteres Leiodidae Cholevinae et Platypsyllinae. *Memoires de la Societe entomologique de France*, 4, 461 str. (T)
- Perreau M. 2003. Contribution a la connaissance des Bathysciina de la "serie d'*Aphaobius*" (sensu Jeannel, 1924) (Coleoptera: Leiodidae, Cholevinae, Leptodirini). *Ann. Soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 39, 3: 211-224 (T)
- Perreau M., Pavičević D. 2006. The genus *Hadesia* Müller (Coleoptera Leiodidae Leptodirini). *International Symposium of Biospeleology, Cluj, Jul. 2006. Poster.* (T)
- Poggi R., Decu V., Juberthie C. 1998. Coleoptera Pselaphidae.V: Encyclopaedia biospeologica. Juberthie C., Decu V. (ur.). Tome II: 1139-1146
- Poggi R., Nonveiller G., Colla A., Pavičević D., Rađa T. 2001. Thaumastocephalini, a new tribe of Pselaphinae for *Thaumastocephalus folliculipalpus* n. gen., n. sp., an interesting new troglobius species from Central Dalmatia (Croatia). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria"*, vol. XCIV: 1-20 (T)
- Polak S. 1997. Prispevek k poznavanju podzemeljske favne nekaterih jamskih objektov Matarskega podolja, jugozahodna Slovenija. V: *Raziskovalni tabor študentov biologije Podgrad '96*. Bedjanič, M. (ur.). ZOTKS, Gibanje znanost mladini: 45-54 (T)
- Polak S. 2002. *Spelaeodromus sneznikensis* sp. nov. from Slovenia (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirinae). *Acta entomologica slovenica*, 10, 1: 5-12 (T)
- Polak S. 2005. Seznam slovenskih troglobiontov, januar 2005. (Seznam SLO-troglobiont-II.xls) (T)
- Polak S., Bognolo M. 2003. *Prospelaebates brelihi* sp. nov., a new Leptodirine beetle from Slovenia (Coleoptera: Cholevidae). *Acta entomologica slovenica*, 11, 1: 17-30 (T)
- Pretner E. 1949. *Aphaobius* (*Aphaobiella* subgen nov.) *budnar-lipoglavški* spec. no., *A. (A.) tisnicensis* spec. nov. in opis samca vrste *Pretneria saulii* G. Muller (Coleoptera, Silphidae). *Razprave SAZU, Prirodoslovni odsek*, IV: 143-158 (T)
- Pretner E. 1949. Prispevek k poznavanju anoftalmov (Coleoptera, Carabidae) iz Slovenije. *Razprave SAZU, Prirodoslovni odsek*, IV: 121-141 (T)
- Pretner E. 1953. Die geographische Verbreitung der Höhlenkafer in Slowenien. *Premier Congres international de Speleologie, Paris. Extrait des publications du Congres*, III, 3: 179-184 (T)
- Pretner E. 1955. Rodovi *Oryotus* L.Millerr, *Pretneria* G. Muller, *Astagobius* Reitter in *Leptodirus* Schmidt (Coleoptera). *Poročila acta carsologica*, razred 4: 43-71 (T)
- Pretner E. 1958. Appunti sugli *Aphaobius* Abeille (Coleoptera, Bathysciitae) della regione di Scofja Loka (Carniola superiore). *Deuxieme congres international de speleologie, Actes du Congres, Tome II, Section 3*: 59-66 (T)
- Pretner E. 1958. *Tranteviella bulgarica* gen. nov. spec. nov. iz Bolgarije in *Redenskia likana* subsp. *kosiniensis* nov. iz Like. (Coleoptera, Bathysciitae). *Fragmenta balcanica*, 59-66 (T)

- Pretner E. 1959. Doneski k poznavanju rodu *Aphaenopsis* J. Müller. Acta carsologica, II: 79-95 (T)
- Pretner E. 1959. Rod *Ceuthmonocharis* Jeannel (Coleoptera, Catopidae). Acta carsologica, II: 265-284 (T)
- Pretner E. 1963. Biološke najdbe v Skakavcu. Acta carsologica, III: 131-135 (T)
- Pretner E. 1963. Biospeleološka istraživanja u Srbiji. Acta carsologica, III: 139-147 (T)
- Pretner E. 1963. Novi *Duvalius* iz Makedonije (Coleoptera, Trechinae). Fragmenta balcanica, IV, 24/108: 185-190 (T)
- Pretner E. 1968. Catalogus faunae Jugoslaviae III/6. Coleoptera, Catopidae, Bathysciinae. SAZU, 60 str. (T)
- Pretner E. 1970. *Antrosedes longicollis* sp. n. iz Bosne, razprostranjenost vrste *Blattodromus herculeus* Reitter in rod *Pheggomisetes* v Srbiji (Coleoptera: Bathysciinae in Trechinae). Razprave IV. razreda SAZU, XIII/4: 155-164 (T)
- Pretner E. 1970. *Leptodirus hohenwarti velebiticus* ssp. n. in *Astagobius hadzii* sp. n. z Velebita, *Astagobius angustatus deelemani* ssp.n. in *Astagobius angustatus driolii* ssp. n. iz Like (Coleoptera). Poročila - Acta Carsologica, V/9: 323-340 (T)
- Pretner E. 1973. Koleopterološka fauna pečina i jama Hrvatske, s historijskim pregledom istraživanja. Krš Jugoslavije, 8, 6: 101-239 (T)
- Pretner E. 1974. Zgodovinski pregled koleopteroloških raziskovanj v jamah Slovenije. Acta carsologica, VI: 307-316 (T)
- Pretner E. 1977. Pregled podzemne faune koleoptera Crne Gore. Glasnik odjeljenja prirodnih nauka, Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, knjiga 2. (T)
- Pretner E. 1979. *Lovricia jalzici* gen. nov. spec. nov. (Coleoptera, Carabidae) ein neuer unterirdischer Kafer aus Dalmatien. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Knj. 383; Razred za prirodne znanosti, Knj. 18: 377-385 (T)
- Pretner E. Kartoteke s podatki za Bosno in Hercegovino, Srbijo, Makedonijo, Črno Goro. (T)
- Pretner E. Pregled poznavaja podzemnih hroščev Slovenije, rokopis (T)
- Remy P.A. 1953. Description des Grottes Yougoslaves (Herzegovine, Dalmatie, Crna Gora et ancien Sandjak de Novi Pazar). Glasnik prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, Serija B, knjiga 5-6: 175-233 (T)
- Ruffo S., Stoch F. (ur.) 2005. Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2.serie, Sezione Scienze della Vita, 16. CKMap - CD. (T)
- Sbordoni V. 1971. *Ochridiola marinae*: nuovo genere e nuova species di Bathysciinae endogei della Macedonia. Fragmenta entomologica, VIII, 1: 29-40
- Scheibel O. 1935. Eine neue Untergattung zu *Orotrechus* aus Jugoslawien. Koleopterologische Rundschau, 21, 1/2: 80-83 (T)
- Sket B. 2003. Životinjski svijet Vjetrenice. V: Vjetrenica, pogled u dušu Zemlje. Lučić, I. Zagreb – Ravno: 149-202 (T)
- Sket B. 2004. The cave hygropetric - a little known habitat and its inhabitants. Arch. Hydrobiol., 160, 3: 413-425 (T)

Udržal R., Moravec J. 1999. New species of the genera *Albaniola* and *Hussonella* (Coleoptera: Leiodidae: Leptodirini) from Macedonia. *Folia Heyrovskyana*, 7, 1: 33-44 (T)

Vit S., Hlavač P. 2005 New cavernicolous ant-like beetle of the genus *Euconnus* (subg. *Tetramelus*) from Croatia (Coleoptera: Scydmaenidae). *Natura croatica*, 14, 1: 29-38.

Vrezec A., 2001. Description of the new subspecies *Anophthalmus pretneri ceji* (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) from Slovenia. *Acta entomologica slovenica*, 9, 1: 5-12 (T)

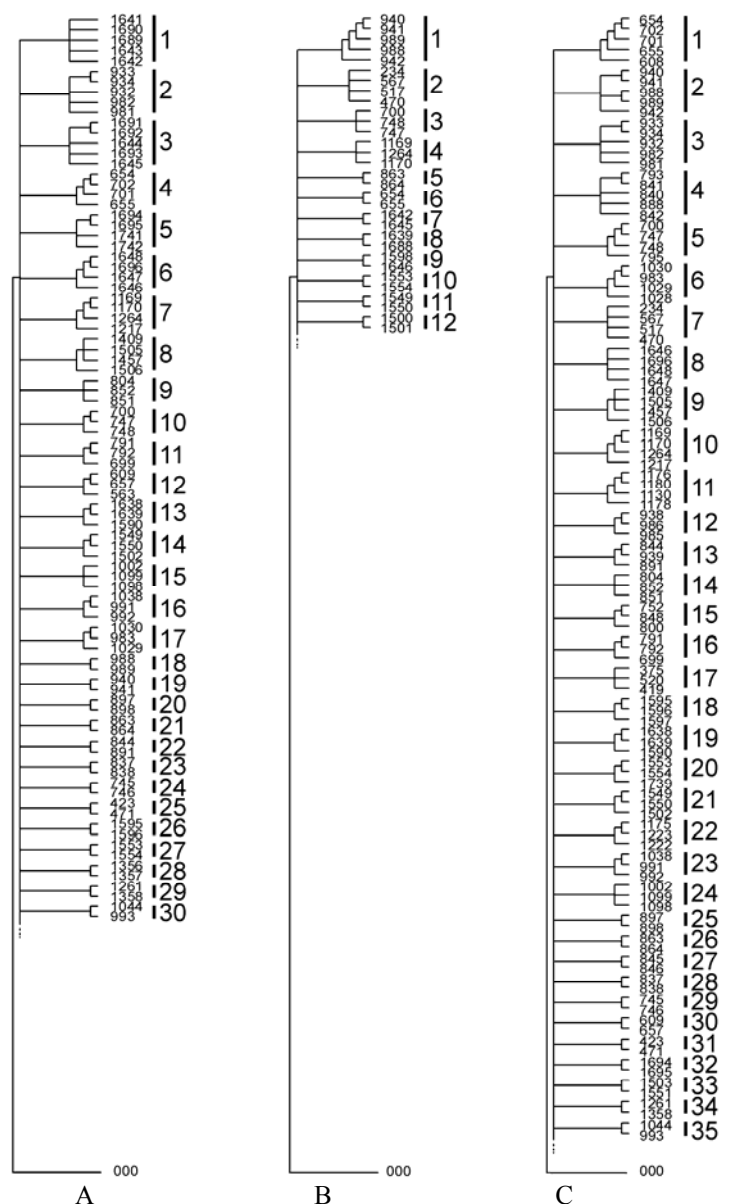
Vujčić-Karlo S., Rađa T. 2004. Biospeleološka istraživanja na području Nacionalnog parka Paklenica. *Paklenički zbornik*, 2: 65-74 (T)

Priloga C

Razporeditev kvadratov 20x20km v skupine, ki smo jih dobili z analizo največje varčnosti (C1 – kladogrami, C2 – prikaz skupin na kartah)

Priloga C1

Kladogrami razporeditve kvadratov 20x20 km

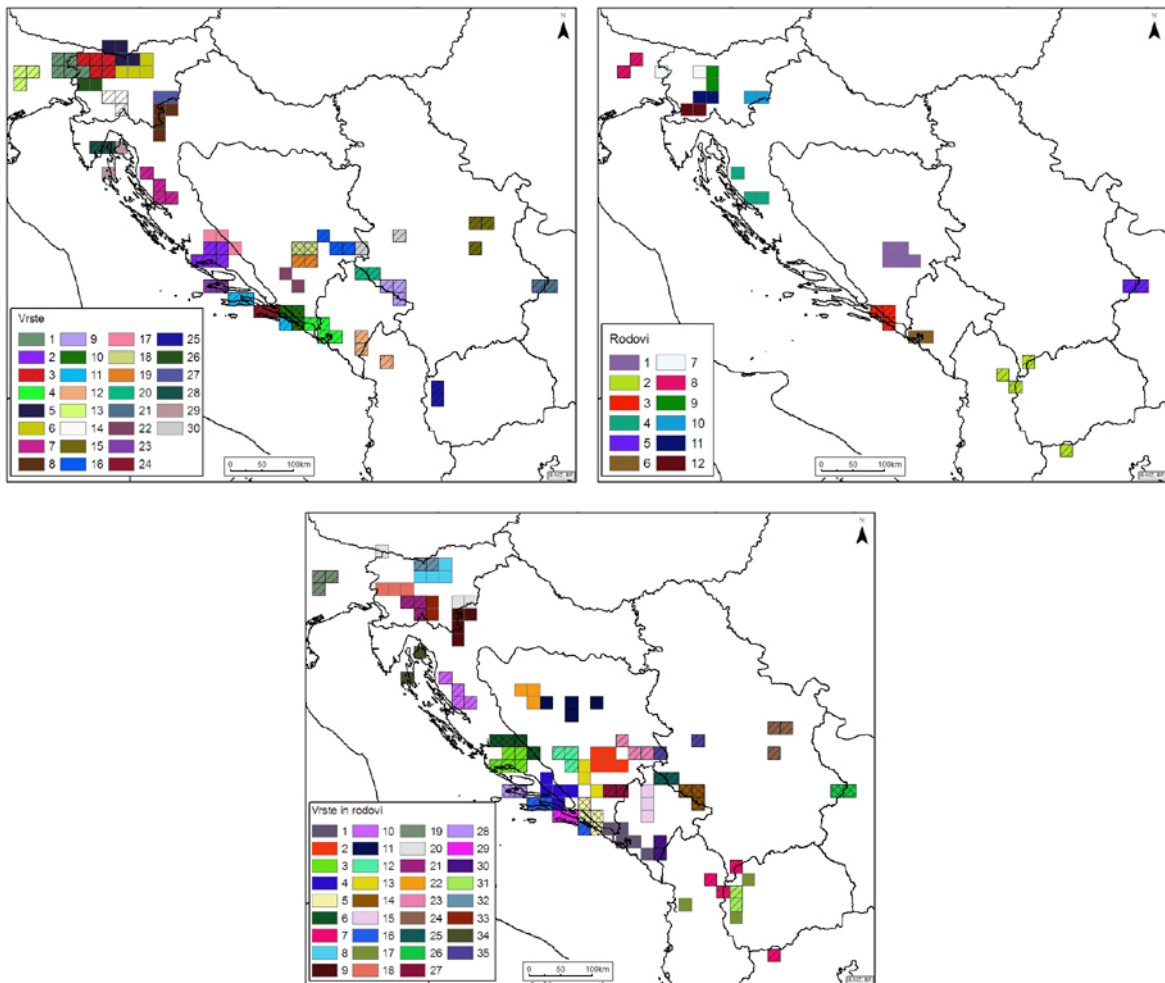


Razporeditev kvadratov 20x20km v drevesu strogega ujemanja, dobljena z analizo največje varčnosti. Kot znake smo upoštevali 384 vrste (A), 98 rodov (B) ter vse vrste in rodove skupaj (C). Manjše številke označujejo posamezne kvadrate, skupna črta in večja številka pa označujeta skupino, prikazano na karti v Prilogi C2.

Classification of quadrates 20x20km in strict consensus tree, calculated with the maximum parsimony analysis. As the characters we considered 384 species (A), 98 genera (B) and all species and genera together (C). Smaller numbers refer to individual quadrates, larger numbers with the line delimit separate groups, presented on the map in Appendix C2.

Priloga C2

Prikaz kladov, v katere so se razporejali kvadrati 20x20 km, na kartah

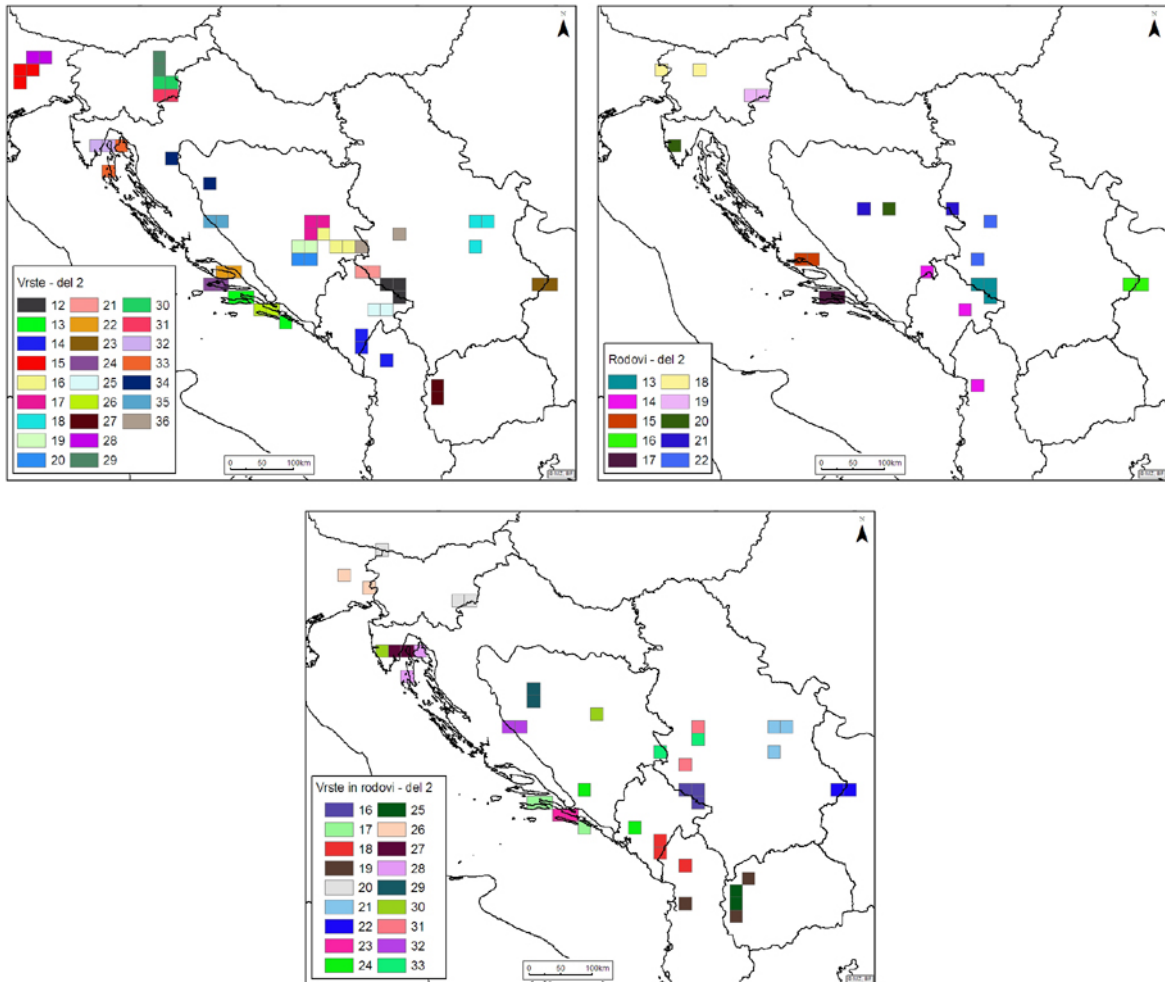


Skupine kvadratov 20x20 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja analize največje varčnosti. Kot znake smo upoštevali 384 vrste, 98 rodov ter vse vrste in rodove skupaj. Številke skupin so enake kot v drevesih v Prilogi C1. V kvadratih enake barve, prečrtanih s poševnimi črtami, je prisoten en endemičen takson, v prečrtanih z mrežo pa najmanj dva.

Groups of quadrates 20x20 km, as they were delimited in strict consensus tree, calculated with maximum parsimony analysis. As the characters we considered 384 species, 98 genera and all species and genera together. Groups of quadrates of the same colour refer to marks on the trees in Appendix C1. Quadrate groups of the same colour and striked with parallel lines have one endemic takson (occurring exclusively in all of them), while the ones of the same colour and striked with network, have two such taxons.

Priloga D

Prikaz manjših skupin kvadratov 20x20km, ki smo jih dobili z uteženo analizo največje varčnosti



Manjše skupine kvadratov 20x20 km, kot smo jih dobili v drevesu strogega soglasja utežene analize največje varčnosti. Postopke uteževanja smo ponovili dvakrat. Kot znake smo upoštevali 384 vrst, 98 rodov ter vrst in rodove skupaj. Številke skupin so enake kot v drevesih (Sl. 43, 44, 45). Večje skupine so prikazane na Sl. 46 (str. 80).

Smaller groups of quadrates 20x20 km, as they were delimited in strict consensus tree, calculated with weighed maximum parsimony analysis. The reweighing procedure was done twice. As characters we considered 384 species, 98 genera and both species and genera. Groups of quadrates of the same colour refer to marks in Fig. 43, 44, 45. Bigger groups are presented in the Fig. 46 (p. 80).