

**ZAKLJUČNO POROČILO**  
**O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA**  
**NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA**  
**PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«**

**I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0497

3. Naslov projekta:

Prostorsko-populacijska dinamika prostoživečih živali v slovenskih gozdovih kot posledica klimatskih sprememb

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Prostorsko-populacijska dinamika prostoživečih živali v slovenskih gozdovih kot posledica klimatskih sprememb

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Spatial and population dynamics of wildlife in Slovenian forests as a consequence of climate changes

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

klimatske spremembe, gozdni ekosistem, prostoživeče gozdno živalstvo, populacijska dinamika, Slovenija,

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

climate change, forest ecosystem, forest wildlife animal, population dynamic, Slovenia

## Vpliv različnih klimatskih razmer na izbrane sesalčje plenilce

Hubert Potočnik, Miha Krofel, Ivan Kos

Za proučevanje potencialnega vpliva izbranih vretenčarskih plenilcev v različnih klimatskih razmerah smo izdelali tri študije. (1) V prvi študiji smo izdelali habitatni model potencialnega habitata predstavnika malih zveri – divje mačke, saj je njihova razširjenost v veliki meri neposredno odvisna od nekaterih klimatskih dejavnikov, ki vplivajo na dostopnost njihovega glavnega prehranskega vira. V prvi vrsti je to snežna odeja zlasti trajanje pa tudi globina. Poleg tega je divja mačka v primerjavi z drugimi malimi zvermi kot so jazbec, lisica in kuna belica precej izrazitejši prehranski specialist, ki je vezan predvsem na dostopen plen – male sesalce. Zaradi tega je bila najprimernejša modelana vrsta, kot predstavnik malih zveri, saj je najobčutljivejša za spreminjanje prehranskih razmer v okolju, kot posledice klimatskih sprememb. V drugi fazi pa smo izdelali različne modele spreminjanja velikosti območja kjer trajanje snežne odeje krajše od 100 dni, kot ekvivalent razširjenosti »malih zveri«. Z variiranjem povprečnih letnih temperatur za +1 oziroma +2 stopinji in jih vključili v modele preko razlik v trajanjau snežne odeje glede na današnje stanje. Dobljene vrednosti smo primerjali z razporeditvijo rastišč divjega petelina v Sloveniji na osnovi popisa iz leta 2000 (Čas, 2000)

(2) V drugi študiji smo proučevali potencialni vpliv plenilcev v različnih klimatskih razmerah s pomočjo 300 simuliranih talnih gnezd gozdnih kur na treh višinskih pasovih v okolici rastišč in območjih brez njih. Divji petelin je vrsta, ki je primarno vezana na borealna oziroma alpinska območja, zato velik del razširjenosti divjega petelina v Sloveniji spada v skrajni robni del njegovega areala. Relativno številčnost potencialnih plenilcev (kune, lisica, jazbec divja svinja) smo ugotavljali tudi z zbiranjem podatkov o prostorski distribuciji in pogostosti iztrebkov v različnih nadmorskih pasovih. Podobno kot pri simulaciji talnih gnezd smo tudi relativno številčnost malih zveri ugotavljali na treh višinskih pasovih.

(3) v tretji študiji smo proučevali vpliv temperaturnih sprememb na konzumacijo risa ter s tem povezanim vprašanjem stopnje plenjenja.

### **(1) Habitatni model divje mačke in simulacija spreminjanja razširjenosti malih zveri**

#### *Uvod*

Življenjski prostor evropske divje mačke so predvsem listopadni in mešani gozdovi, po čemer se bistveno loči od nekaterih sorodnih vrst, ki žive v stepah. Največkrat jo zasledimo v naravno razgibanih sredogorskih in gorskih območjih, sredozemski makiji (Ragni 1981), v obrežnih, poplavnih gozdovih velikih rek ter v nekaterih priobalnih območjih (Scott s sod.

1992). Ragni (1991) navaja, da se divja mačka ne pojavlja v območjih kjer je v zimskem času pokrovnost s snegom večja kot 50%, kjer je globina snega večja kot 20 cm ter pokritost s snežno odejo daljša od 100 dni. Skupna značilnost območij pojavljanja divje mačke je tudi nizka gostota prebivalstva ter ekstenziven način izkoriščanja naravnih virov.

Osrednje območje razširjenosti divje mačke v Sloveniji je zelo heterogeno saj so biotske in abiotske razmere na nizkem in visokem krasu zelo različne. Pri tem je potrebno upoštevati dejavnike kot so na primer: temperatura, padavine, relief, prisotne rastlinske in živalske združbe, prehranske razmere in številčna razmerja med vrstami. Med biotskimi dejavniki je najpomembnejši prisotnost plena, ki se med posameznimi območji precej razlikuje. V istem obdobju so lahko zato prehranske razmere zelo različne. To pomeni različno dostopnost hrane - plena, različno pojavljanje vrst ter razmerij med vrstami ter različna ciklična pojavljanja posameznih vrst plena, kar posledično določa nekatere druge dejavnike oziroma populacijske parametre kot so reprodukcijski potencial in preživetje. V raziskavah divjih mačk v Sloveniji so le te pokazale preferenco do strmih, JZ pobočij ter nadmorskih višin med 680 in 920 m (Potočnik 2002). V hladnem obdobju je bila preferenca še posebej izrazita. Na njih sneg hitreje kopni, zato nastajajo kopna mesta na katerih je plen v zimskem času lažje dosegljiv (Stahl 1986) in hkrati predstavlja pomemben prostor v obdobju kotitve (Heller 1987).

Kot vsi predstavniki družine mačk (Felidae) je tudi divja mačka izraziti mesojed in je predstavnik najvišje stopnje v prehranskem spletu. V pretežnem delu areala njene razširjenosti predstavljajo glodalci osnovno prehransko skupino (Lindemann 1953, Sladek 1973, Ragni 1978, Stahl 1986, Riols 1988, Fernandes 1993, Sarmento 1996, Biró s sod. 2005). V območjih kjer se pojavlja tudi kunec (*Oryctolagus cuniculus*), kot na primer v osrednji Španiji (Aymerich 1982, Moleon in Gil-Sanchez 2003) in na severovzhodu Škotske (Corbett 1979), le ta predstavlja glavno plensko vrsto. Na osnovi analiz vsebine želodcev divjih mačk iz Hartza so ugotovili le prisotnost različnih vrst miši in voluharic (Schuh 1971). Sladek (1970) je od leta 1958 do 1968 analiziral 257 želodcev na Slovaškem uplenjenih divjih mačk. Rovke so bile prisotne le v sedmih analiziranih želodcih, kar kaže na to, da so le občasen priložnosten plen. V prehrani so prevladovale predvsem različne vrste miši in voluharic značilne za gozdni prostor. Lindemann in Rieck (1953) sta ugotovila, da so miši in voluharice v vzhodnih Karpatih predstavljale 65% v prehrani divje mačke, veverice in polhi 12%, manjši delež pa so predstavljali še zajec, kunec, svizec (5%), gozdne kure 6,5% ter drugi manjši, na tleh gnezdeči ptiči (6%). V Franciji so bili mali sesalci zastopani v 99,5%, ptiči in zajci pa s 3% od skupno 373 analiziranih iztrebkov divje mačke (Stahl 1986). Najpogostejše so bile voluharice iz rodu *Microtus*, gozdna voluharica (*Clethrionomys glareolus*), navadni voluhar (*Arvicola terrestris*), miši iz rodu *Apodemus* ter navadni polh (*Myoxus glis*). Ti podatki

kažejo, da je divja mačka v veliki meri vezana na manjše število najpogostejših vrst, ki so prisotne na določenem območju (Stahl 1986, Sarmiento 1996). V sestavi plena med posameznimi sezonami so ugotovili manjše razlike (Nowell in Jackson 1996) kot v primerjavi med posameznimi leti kar je vezano na ciklično pojavljanje plena v naravi (Stahl 1986, Kožena 1990).

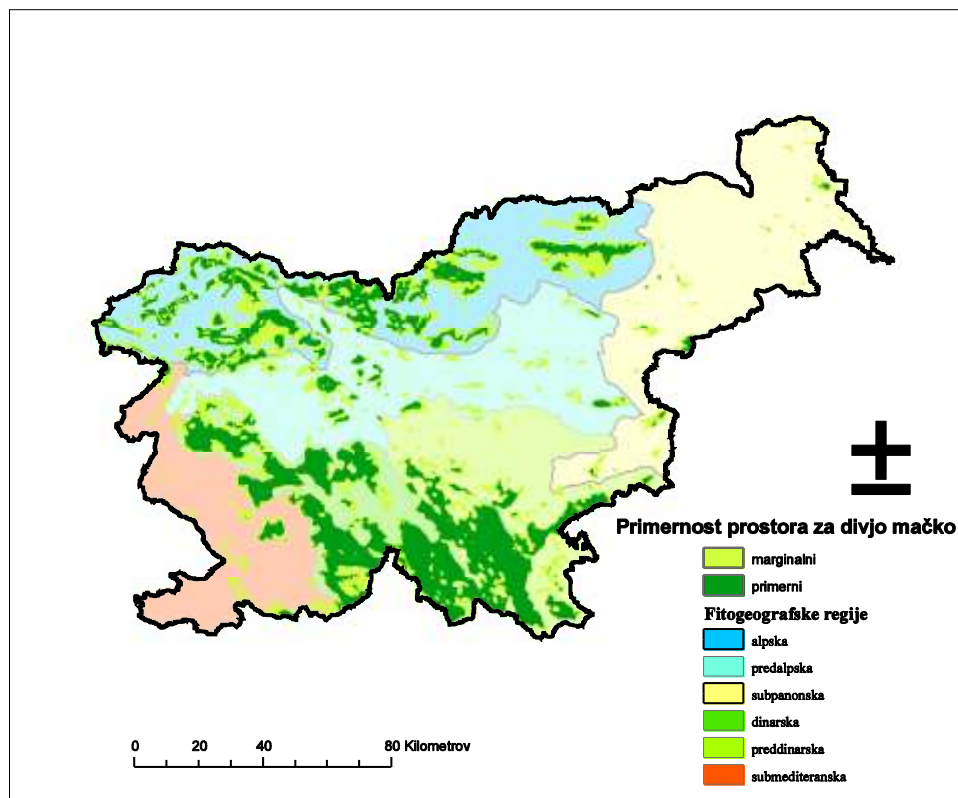
#### *Metode dela*

Učinkovite statistične tehnike in uporaba orodij geografskega informacijskega sistema (GIS) v ekologiji so v zadnjih letih omogočile hiter razvoj predikcijskih modelov razširjenosti primernega življenjskega prostora vrst. Z njimi proučujemo potencialno in dejansko geografsko razširjenost populacij, vrst oziroma združb v obstoječih okoljskih razmerah. So statične in probabilistične narave. Skupna značilnost vseh modelov je, da opisujejo poenostavljeno zgradbo, odnose in mehanizme v kompleksnem in heterogenem resničnostnem svetu.

Za izdelavo habitatnega modela smo uporabili faktorsko analizo ekološke niše (ENFA – Ecological Niche Factor Analysis) in logistično regresijo. ENFA analizo smo izpeljali s pomočjo statističnega in GIS orodja Biomapper 3.2, verzija 3.1.5.265 (Hirzel, Hausser in Perrin 2006), druge prostorske analize pa smo opravili v programskem paketu ArcGIS 9.3 (ESRI ®). Za izdelavo predikcijskih površin s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni ob različnih temperaturnih scenarijih smo uporabili korelacije iz literature po Rebetez (1996) in Bednorz (2004).

#### *Rezultati in razprava*

Modeli primernosti habitata divje mačke v Sloveniji so pokazali, da so divje mačke vezane predvsem na sklenjena gozdna območja z majhnim deležem površin gozdnega roba, oddaljena od neposredne bližine naselij in intenzivne kmetijske rabe prostora. To je skupna značilnost prostora, kjer se pojavlja večina populacij divje mačke v Evropi (Stahl 1986, McOrist in Kitchener 1994, Nowell in Jackson 1996, Randi 2003). Takšna območja so v Sloveniji predvsem na dinarskem območju, kjer so največje površine sklenjenega gozda. Po naših modelih je v Sloveniji skoraj četrtnina prostora (4396 km<sup>2</sup>).



Slika 1: Razporeditev marginalnega ( $10 \leq HS < 26$ ) in primernege ( $HS \geq 26$ ) prostora za divjo mačko (*Felis silvestris*) v Sloveniji po ENFA habitatnem modelu.

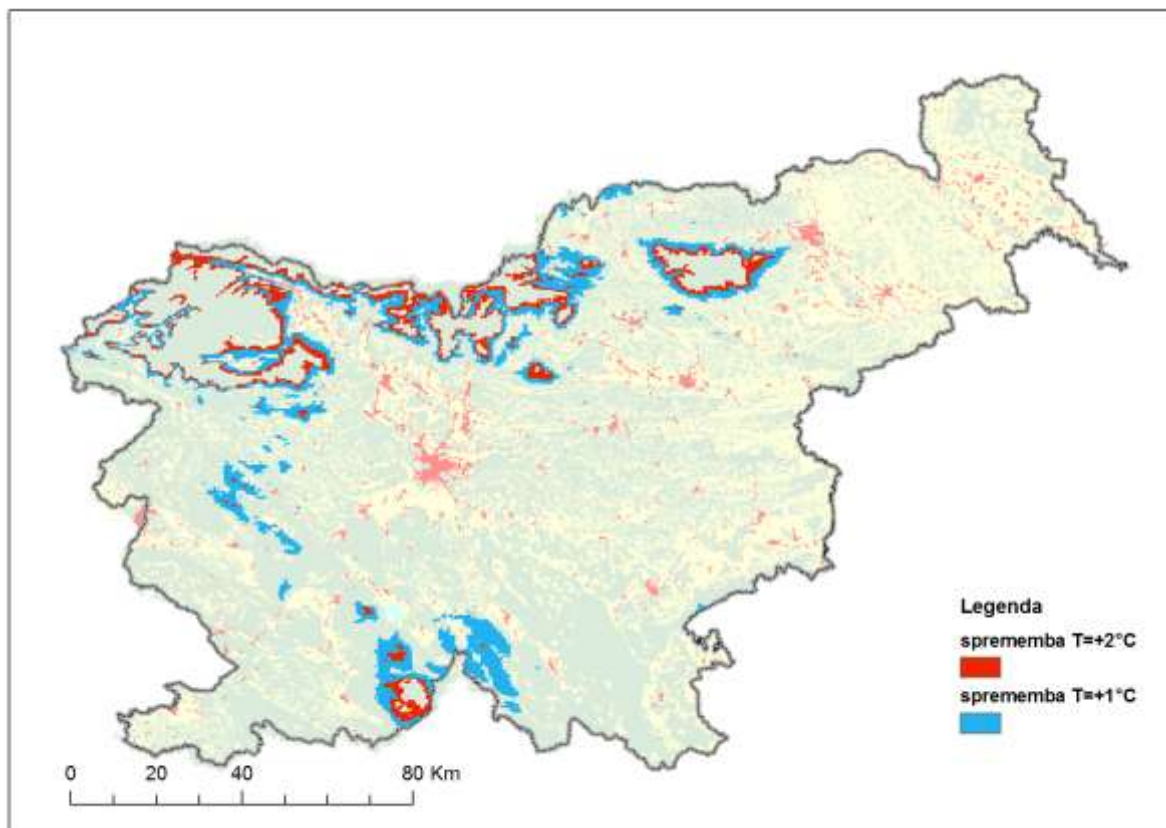
Poleg velikih območij primernege habitata za divjo mačko v dinarski in preddinarski fitogeografski regiji so po habitatnem modelu posamezna območja potencialno primernege habitata še v alpski fitogeografski regiji, kjer pa so divje mačke, po literarnih podatkih, redke ali pa se ne pojavljajo. To bi lahko razložili nižjimi vrednostmi primernosti habitata (HS) v alpski regiji kot so vrednosti habitatnih krp v dinarskem območju. Razlog za manjšo primernost habitata bi lahko bil v nižjih zimskih temperaturah, dolgotrajni globoki snežni odeji, velikem deležu iglastih (zasmrečenih) gozdov in posledično slabših prehranskih razmerah za divjo mačko.

Rezultati habitatnega modela kažejo, da je največ kvalitetnega habitata za divjo mačko v Sloveniji v dinarski in preddinarski fitogeografski regiji in je prostorsko razdeljen v posamezna jedra habitatnih krp. V alpski fitogeografski regiji smo identificirali 3 manjša jedra.

Območja potencialnega širjenja populacij malih zveri smo obravnavali po kriteriju opredeljenem za areal divje mačke, po katerem so snežne razmere tiste, ki določajo njeno prisotnost (Ragni 1991). Pri tem smo v modelu uporabili le kriterij trajanja snežne odeje, ki je odločilen za dostopnost do plena.

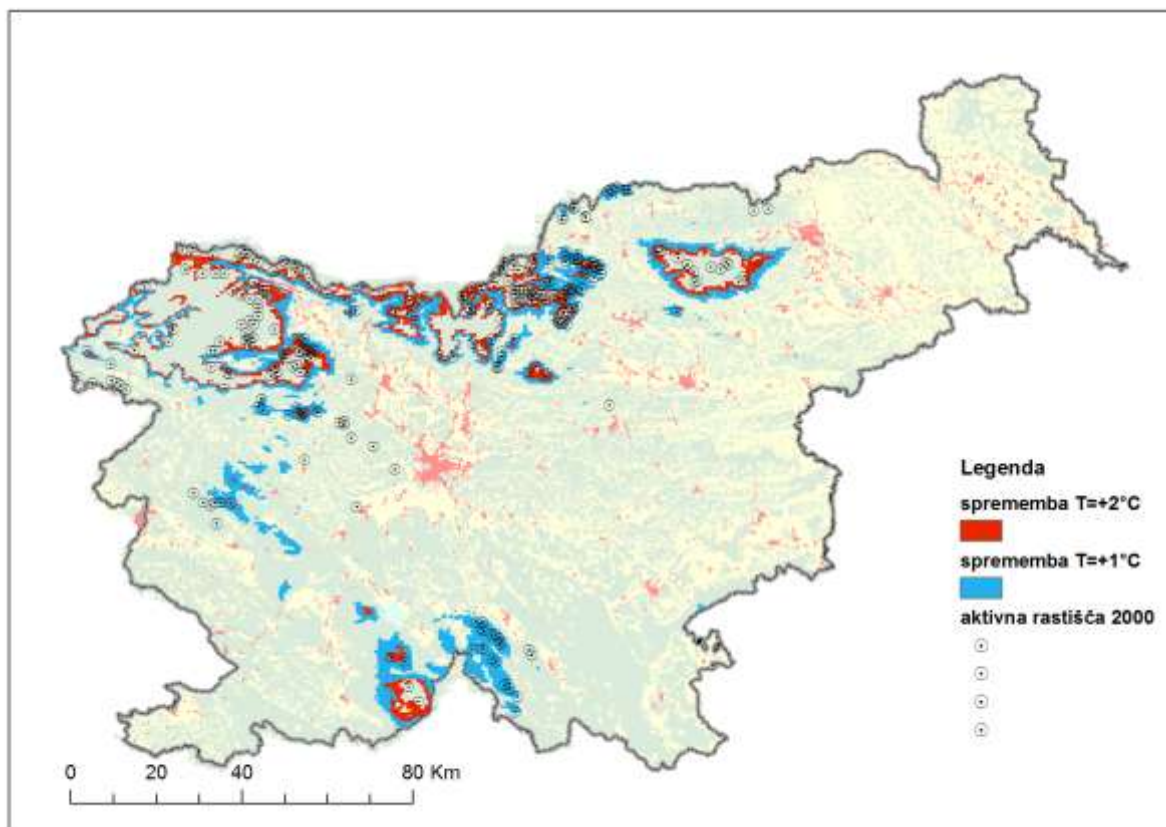
Izdelava modelov območij kjer trajanje snežne odeje ne presega 100 dni pri hipotetičnem dvigu povprečne letne temperature za eno oziroma za dve stopinji je pokazala, da bi se v

Sloveniji ob dvigu temperature povečala površina takšnih območij za 1155 km<sup>2</sup>, oziroma še dodatnih 542 km<sup>2</sup> v primeru dviga za dve stopinji Celzija (Slika 2).



Slika 2: Povečanje območja v Sloveniji s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni v primerjavi z današnjim stanjem ob povišanju temperature za eno oziroma dve stopinji Celzija. To je območje, ki bi sovpadalo s prostorskim in številčnim večanjem populacij malih sesalcev in posledično malih zveri.

Tako dobljeno prostorsko sliko potencialnega širjenja malih zveri smo primerjali z razporeditvijo lokacij rastišč divjega petelina iz popisa leta 2000 (Čas 2000) (Slika 3). V popisu je bila evidentirana 501 lokacija aktivnih in neaktivnih rastišč. Od tega je bilo 211 lokacij neaktivnih in 32% le teh je bilo na območjih, kjer je trajanje snežne odeje krajše od 100 dni. Aktivna rastišča se le v 11 odstotkih nahajajo na območjih s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni. Ob dvigu temperature za eno stopinjo bi v območje prostorskega in številčnega širjenja malih zveri uvrstili 112 leta 2000 aktivnih rastišč oziroma 39%. Ob dvigu temperature za 2 stopinji Celzija pa kar 177 oziroma 58,6% aktivnih rastišč divjega petelina leta 2000. (Slika 3)



Slika 3: Prekrivanje evidentiranih rastišč divjega petelina v Sloveniji in povečanega območja s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni v primerjavi z današnjim stanjem ob povišanju temperature za eno oziroma dve stopinji Celzija.

Rezultati habitatnega modela divje mačke ter območij širjenja populacij malih zveri ob nadaljnjem segrevanju ozračja kažejo, da bi se lahko številčnost in prostorska razporeditev malih zveri v prihodnje povečala. Do povečanja bi lahko prišlo tako zaradi povečane dostopnosti njihovega plena - malih sesalcev v hladni polovici leta, kot tudi zaradi povečanja populacij glodalcev, kot posledice izboljšanja prehranskih razmer zanje. Slednje predvsem na račun povečanja primarne produkcije ter povečanja deleža plodonosnih drevesnih in grmovnih vrst listavcev (npr.: bukev, gaber, jerebika). Nasprotno pa bi takšne podnebne spremembe, zlasti preko povečanega plenilskega pritiska, negativno vplivale na vrste z borealno in alpinsko razširjenostjo kakršni sta divji petelin in gozdni jereb.

## **(2) Ocena relativnih gostot malih zveri in vpliv plenilcev na simulirana gnezda talnih gnezdilcev na različnih nadmorskih višinah**

### *Uvod*

V Srednji Evropi se številčnost in razširjenost gozdnih kur vztrajno zmanjšuje. Primarno borealne vrste so v Srednji Evropi izpostavljene krčenju in drobljenju potencialnega habitata. Poleg tega naj bi bil eden izmed glavnih razlogov tudi velik plenilski pritisk nanje. Številčnost potencialnih plenilcev (kune, lisica, divja svinja) je v listnatih in mešanih gozdovih srednje

Evrope relativno visoka, še zlasti po postopnem zmanjševanju velikega večstoletnega antropogenega pritiska na te plenilce ter postopnem višanju temperatur in krajšanju trajanja snežne odeje (dostopnost plena).

Divji petelin pada med koconoge kure, v Sloveniji med njimi gnezdijo tudi belka, ruševac in gozdni jereb. Njihova skupna značilnost je, da so izjemno neprilagodljive živali, izjemno slabo se odzivajo na spremembe v okolju (Adamič 1987). Na njih se največkrat odzovejo z odmikom iz okolja. Zato so izjemno dobri bioindikatorji (predvsem jereb in divji petelin, ki sta najbolj ogrožena, saj se največ sprememb dogaja ravno v njunem okolju).

Adamič je leta 1987 v študiji razširjenosti divjega petelina v Sloveniji ugotovil, da je ta razširjen tako v alpskem kot tudi v dinarskem prostoru, vendar da je stabilno jedro populacije ohranjeno le še na Koroškem (Zgornja Mežiška dolina; Peca, Smrekovec) in v Zgornji Savinski dolini (Smrekovec, Raduha, Mozirske planine) ter delno na Gorenjskem (Jelovica, Pokljuka, Mežaklja). Stanje v alpskem habitatu je slabo (le še 50% aktivnih rastišč), v dinarskem prostoru pa je že kritično (35% aktivnih rastišč) (Čas, 2001). Po popisu iz leta 2000 je živelo kar 92% vseh ptic slovenske populacije v alpskem arealu (Čas, 2008). V preteklosti je bil divji petelin v Sloveniji doma praktično v vseh sredogorskih gozdovih, celo v neposredni okolici večjih mest.

V Sloveniji je okolje, kjer divji petelin živi, zelo različno. Na Pokljuki, Pohorju, Jelovici so to večinoma smrekovi gozdovi, v severni Primorski bukovi, v okolici Ljubljane borovi, na Notranjskem in Kočevskem mešani z bukvijo in jelko (Mikuletič 1984). Je prebivalec gorskih gozdnih ekosistemov. Predstavljajo jih avtohtoni bukovi-jelovi ali umetno nastali sekundarni mešani iglasti gozdovi s smreko, ki jih po značaju enačimo z borealnimi tipi gozdov v severnoevropskem subpolarnem pasu tajge. Poimenujemo jih tudi v listopadni gozd premaknjena tajga (Tarman 1992) z ostanki avtohtone vegetacije (Čas, 2008).

V srednji Evropi je prebivalec starih, mešanih gozdov borealnega tipa v višjih nadmorskih višinah, kjer raste dovolj plodovnega rastlinja in vlada mir (Perat in Vilfan, 1983). Tu živi v odmaknjenih, mirnih gozdnih krajinah, v še naravnih, presvetljenih vrzelastih strukturah starih mešanih in iglastih gozdovih z zakisanimi tlemi z veliko jagodičevja (borovnica, brusnica, malina...), predvsem borovnice (Storch, 1994).

V alpskem prostoru je divji petelin najbolj pogost v gorskih iglastih gozdovih s smreko, ki so marsikje nastali s pomočjo človeka (Žnidaršič in Čas, 1999). V osrednjem območju naravne razširjenosti živi na nižjih nadmorskih višinah v obsežnih območjih ravninskih gozdov. Spodnja meja je pogojena z zemljepisno lego območja, stopnjo ohranjenosti gozdov in intenzivnostjo človekove dejavnosti, zgornja pa z višino in zgradbo gozdne meje (Adamič, 1987). V nižinah se zadržuje manj, kljub ustreznosti teh habitatov. To je verjetno posledica večjega pritiska plenilcev v nižinah (Storch, 2002), večje obljudenosti, nemira, sečnje... Nižje



ležeče gozdove divji petelin verjetno naseljuje le takrat, ko je reprodukcijski uspeh populacije tako velik, da se lahko razširi tudi na suboptimalna območja. Ker populacija danes upada, naseljuje predvsem optimalne habitate in ti so večinoma na višjih nadmorskih višinah (Bevk, 2007).

Obdobje gnezditve sledi obdobju rasti. Gnezdo je izjemno preprosto; gre za plitko v tla izgrebeno jamico, rahlo nastlano z okoliškim materialom (listi...) ter kakšnim trebušnim peresom. Kura naredi gnezda v zavetja korenin debelejših dreves, pod veje majhne jelke ali smreke ali pod podrtim deblom debelega drevesa (Mikuletič, 1984). Za gnezdišča so primerni stari, mirni gozdovi, z veliko podrtic, bogatim pritalnim rastlinjem in mravljišči, kjer lahko kebkci po izvalitvi najdejo hrano.

Nosi od 6 do 12 jajc, ki so kokošje velikosti in barve, le da so na gosto posejane z drobnimi temnorjavimi lisami. Valjenje traja do 28 dni. Samica med valjenjem gnezdo za kratek čas zapusti dvakrat do trikrat na dan, da se nahrani (Saniga, 1998), a le za 20-30 minut. Hranjenje je tedaj zelo intenzivno. Zunaj gnezda prebijejo le 2,4 do 6,1% skupnega časa valjenja (Pulliainen 1982; Adamič 1987). Kure med odsotnostjo z gnezda, jajc ne prekrivajo (Storaas et. Al. 1982; Pulliainen, 1982) zato so zaradi velikosti in svetle barve dobro vidna in nezavarovana pred plenilci, ki lahko v posameznih letih uničijo tudi do 80% gnezd (Linden 1981; Wegge 1983; Marckstrom 1979).

Največ izgub gnezd je na začetku Maja (74%). Zato je več razlogov. En od njih je, da zelo malo ptic vali takrat kot petelin (večji plenilski pritisk). Poleg petelina valijo še ujede in sove. Poleg tega so gnezda postavljena na tla, ni še razvite talne vegetacije, gnezda so prej opazna in vidna (Fuller, 1995).

Možnih razlogov za ogrožanje divjega petelina je veliko, od izgube habitata, vplivov gozdarjenja, turizma, pašništva, nabiralništva, do onesnaževanja zraka in podnebnih sprememb. Podnebne spremembe so torej le eden od vzrokov, ko ogrožajo populacije vrst borealno in alpinsko razširjenostjo kot je divji petelin. Naraščanje povprečnih letnih temperatur se odraža v hitrejšem propadanju sekundarnih iglastih gozdov in vraščanju avtohtonih listavcev. To zmanjšuje primernost habitata za divjega petelina. Otoplitev vpliva na povečanje količine padavin in števila dni s padavinami (Rebetez 1996) v obdobju reprodukcije. Dviganje temperatur pa vpliva zlasti na krajšanje obdobja s snežno odejo in omogoča prostorsko in številčno širjenje populacij malih sesalcev. Skandinavski raziskovalci so v času epidemije lisičjih garij (1970-1980) ugotovili, da je številčnost lisic kritični dejavnik, ki določa meje številčnosti gozdnih kur in zajca, ter da je zmotno prepričanje, da plenilci lovijo le višek populacije (Lindstrom in sod; 1994). Obenem ugotavljajo 3-4 letne fluktuacije v vzorcu malih sesalcev in vpliv na rast populacij plenilskih vrst.

Sanigo (2002) v raziskavi plenilcev jajc in kebkov v Krpatih od leta 1983-2001 ugotavlja negativen vpliv lisice, obeh kun in dihurja. 22% vseh gnezd (od 75) je bilo plenjenih.

Analiza deležev izropanih jajc čez leto je pokazala odvisnost od fluktuacij malih sesalcev (predvsem voluharic), večji delež ob upadnih fazah velikosti populacije. Lisice plenijo divjega petelina takrat, ko pride do pomanjkanja njihove primarne hrane. Upad gostote malih sesalcev, kot primernege plena plenilcev povzroči povečan pritisk na drugotne prehranske vire. Njihov upad je povezan z fluktuacijo v količini obroda bukve oziroma količine žira (prehranski dejavnik številčnosti malih sesalcev in divjega prašiča).

### *Metode*

Od 20.05.-20.06.2009 je na širšem območju Menine potekala terenska raziskava v kateri smo preučevali stopnjo plenjenja talnih umetnih gnezd ter ugotavljali relativno gostoto malih zveri na osnovi številčnosti najdenih iztrebkov. Vzorčenje smo razvrstili v tri nadmorske pasove s katerimi smo simulirali različne klimatske (okoljske) razmere: A 1200 – 1500 m, B 800 – 1100 m, in C 400 – 700 m. V vsakem pasu smo določili 10 naključnih transektov s po desetimi simuliranimi talnimi gnezdi na razdalji od 50 – 70 m. Vsa postavljena gnezda so bila locirana najmanj 50 m od roba gozda v gozdni prostor. Skupaj smo tako postavili 300 gnezd v treh višinskih pasovih. Podobno smo za ugotavljanje relativne gostote malih zveri v vsakem pasu naključno izbrali 40 km transektov, ki so praviloma potekali po gozdnih cestah in vlakah na katerih smo iskali njihove iztrebke. Število najdenih iztrebkov smo nato izrazili kot indeks glede na referenčni višinski pas A 1200 – 1500 m.

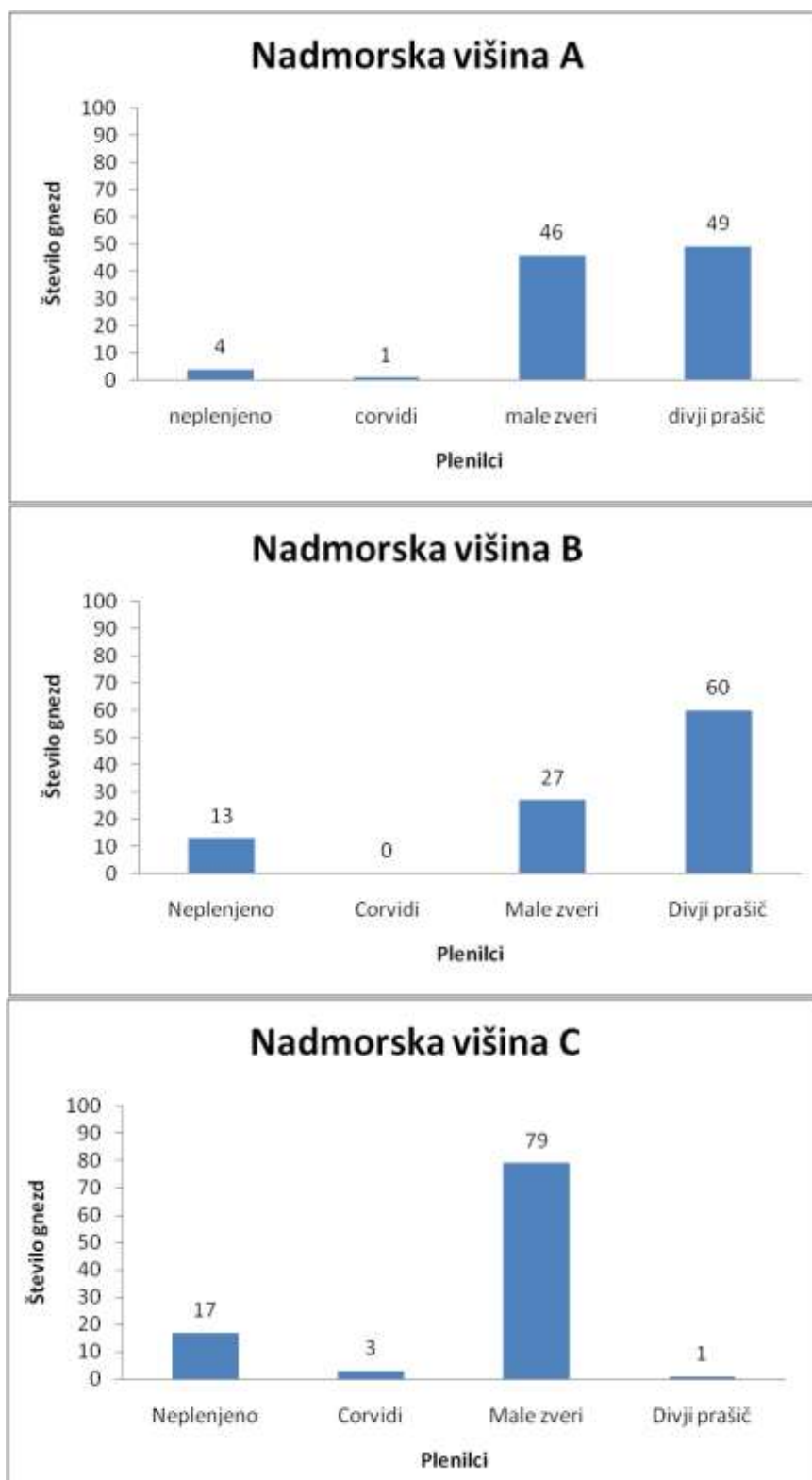
Umetno gnezdo smo formirali tako, da smo v preprosto vdolbino na čim bolj primerno/skrito mesto, pod deblo drevesa, korenine, pod kupe vej, med skale, dali 2 kuhani kokošji in eno umetno jajce. Umetno jajce smo naredili tako, da smo stiroporno jajce pobarvali z akrilnimi barvami in povoskali s parafinom kar je omogočilo boljše puščanje sledi zob, krempljev in kljuvanja. Tako pripravljena umetna jajca smo pustili v naravnem okolju 1 mesec, da se »razvonjajo«

Postavljena gnezda smo prvič obiskali od 5-8 dni po postavitvi gnezda. Nato pa smo v nadaljnjih treh tedenskih intervalih preverjali in beležili plenjenje. Vse ostanke plenjenih jajc smo pobrali za kasnejše analize in determinacijo plenilcev. Determinacijo smo izvajali po Rearden (1951) in Trevor s sod. (1997), nato pa smo plenilce razdelili v tri skupine: korvidi, male zveri in divji pršič. V neposredni bližini gnezd radij = 2 m smo preverjali in beležili tudi prisotnost sledi (stopinje, ritine) divjih prašičev. V primeru prisotnosti znakov divjega prašiča in hkratnem izginotju jajc iz gnezda smo plenjenje gnezda pripisali divjemu prašiču.

### *Rezultati in razprava*

Štiritedensko spremljanje plenjenja simuliranih gnezd je pokazalo izredno visok delež plenjenja. Presenetljivo je bila stopnja plenjenja najvišja na najvišji nadmorski višini (pas A), kjer so bila plenjena vsa gnezda razen štirih. Stopnja plenjenja gnezd v tem pasu je bila torej

96%. V višinskem pasu B je bila stopnja plenjenja 87%, v višinskem pasu C pa 83% (Slika 1). Struktura plenjenja talnih gnezd je pokazala, da so vrani (Corvidae) (sive vrane, krokarji, srake, šoje) zanemarljiva skupina plenilcev talnih gnezd. Nasprotno pa so bile male zveri in divji prašič izredno pomembni plenilci simuliranih gnezd. V višinskem pasu A sta obe skupini predstavljali približno enak delež: male zveri 46%, divji prašič 49%. V višinskem pasu B, 800



Slika 1: Intenzivnost in struktura plenjenja simuliranih talnih gnezd na treh nadmorskih pasovih (A 1200 - 1500m), (B 800 – 1100m) in (C 400 – 700m).

do 1200 m, so največ gnezd plenili divji prašiči 60 (69%), število plenjenih gnezd s strani malih zveri pa je bilo 27 (31%). V višinskem pasu C 400 do 700 m so male zveri plenile v kar 95% vseh plenjenih gnezd, pri tem pa je bil delež plenjenja s strani vranov in divjega prašiča zelo majhen (4, 8% in 1,2%).

Na osnovi zbranih iztrebkov na transektih v posameznem višinskem pasu smo dobili podatke o relativnih gostotah malih zveri. Največ iztrebkov malih zveri smo dobili v višinskem pasu C, 117 iztrebkov oziroma 2,92 iztrebka na km transekta, v višinskem pasu B smo našli 59 iztrebkov oziroma 1,47/km transekta, v višinskem pasu A pa 65 iztrebkov oziroma 1,62/km transekta. Indeks gostote malih zveri v višinskih pasovih B in C je bil glede na višinski pas A 0,907 za pas B in 1,8 za pas C. Iztrebke smo ločevali na tri kategorije: jazbec, kune, lisica. Ločevanje jazbečjih iztrebkov je bilo relativno enostavno saj se običajno nahajajo v latrinah ob poteh, poleg tega se od kunjih (kuna belica, kuna zlatica, dihur) in lisičjih razlikujejo po obliki. Lisičje in kunje iztrebke smo razvrščali glede na velikost iztrebka.

Preglednica 1: Relativna gostota in vrstna zastopanost malih zveri v treh višinskih pasovih na osnovi pogostosti najdenih iztrebkov na 40 kilometrskih transektih.

Takson	Višinski pas A (%)	Višinski pas B (%)	Višinski pas C (%)
kune	48	56	49,2
jazbec	17,5	14,3	9,7
lisica	34,5	29,7	41,1
<b>Indeks gostote</b>	<b>1,00</b>	<b>0,907</b>	<b>1,80</b>

Razporejanje deležev iztrebkov glede na vrsto/skupino se med višinskimi pasovi ni statistično razlikoval (Chi kvadrat test). Primerjalno indeksi gostot malih zveri sovpadajo z intenzivnostjo plenjenja simuliranih gnezd. V grobem oba parametra nakazujeta na večjo številčnost malih zveri na nižjih nadmorskih višinah (pas C 400-700). Seveda bi lahko bil večji delež kakor tudi višja relativna gostota malih zveri posledica številnih drugih dejavnikov in ne le z nadmorsko višino povezanih prehranskih pogojev. Talni gnezdilci so plenilec največkrat izpostavljeni v času valjenja in vzgoje mladičev. Tu je pomembna velika prostorska heterogenost, ki zmanjšuje možnost, da bi plenilci odkrili gnezdo ali samico z mladiči; poleg tega pestrost okolja učinkuje na povečanje pestrosti živalskih vrst, ki lahko plenilec predstavljajo alternativni plen. Z večanjem fragmentiranosti gozda se plenjenje gnezd povečuje. Kulturna krajina namreč omogoča večjo gostoto plenilcev generalistov. Povečan pritisk plenilcev na gnezda seže vsaj 4 km od roba kulturne krajine v gozd (Storch in sod. 2005, Woitke 2002).

V raziskavi Sanige (2002) na Slovaškem so plenilci uničili 65% gnezd. Predacijski pritisk je bil večji v prvi polovici gnezdenja. Manj gnezd je bilo uničenih v notranjosti gozda kot na gozdnem robu. Plenjenje je bilo odvisno tudi od nihanja številčnosti malih glodalcev (najmanjše takrat, ko je bilo glodalcev največ). Spremljanje števila mladičev divjega petelina junija od leta 1983-2001 je pokazal upad s 5,0 na 2,6. Kauhala in Helle (2002) ugotavljata, da je gnezditveni uspeh koconogih kur (na Finskem) obratno sorazmeren številčnosti plenilcev. Za višinski pas C v naši raziskavi lahko rečemo, da je bil ob vznožju sklenjenih gozdov, ki prehajajo v strma severna pobočja Menine s fragmentiranostjo, ki se ni razlikovala od višinskega pasa B, večja je bila fragmentiranost gozda le v najvišjem pasu A, kjer so prisotni pašniki. Na osnovi dane raziskave lahko izpostavimo, da predstavljata tako divji prašič kot skupina malih zveri zelo pomembnega plenilca talnih gnezdilcev. Pri tem je bilo plenjenje s strani malih zveri izredno intenzivno v nižinskem pasu 400 – 700 m. Najbolj intenzivno plenjenje s strani divjega prašiča je bilo v višinskem pasu med 800 in 1100 metri na strmih pobočjih sklenjenega gozda kjer je prisotnost divjega prašiča največja (dnevna počivališča). Prisotnost in relativno velika populacijska gostota divjih prašičev na Menini (1200- 1500m) izstopa v primerjavi s primerljivimi območji na tej nadmorski višini. To je verjetno posledica pretežno bukovih sestojev, ki poraščajo pobočja Menine in posledično dobrih prehranskih razmer zanj. Vsekakor je obstoj štirih preostalih rastišč na Menini (Purnat, 2002) zelo ogrožen, dodatno pa ga lahko ogrozi še segrevanje podnebja z vsemi posledicami, ki ga le to prinaša.

### **3. Potencialni vpliv klimatskih razmer na konzumacijo plena pri evrazijskem risu**

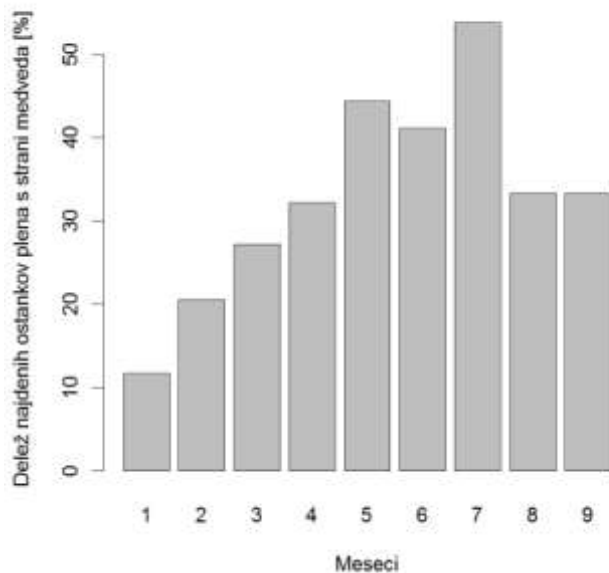
Analizirali smo podatke o poteku konzumacije plena pri evrazijskem risu (*Lynx lynx*), ki smo jih v okviru prejšnjih projektov pridobili s pomočjo GPS-GSM-VHF telemetrije posameznih osebkov risa (n=3), pregledovanju ostankov risovega plena in beleženju prisotnosti mrhovinarjev (n=79) ter monitoringu konzumacijskega procesa s pomočjo samodejnega video sistema (n=8). Poskusi odlova novih risov v okviru CRP projekta niso bili uspešni.

Pri evrazijskem risu v severnih Dinaridih evropska srna (*Capreolus capreolus*) predstavlja glavno njegovega plena (Krofel 2006). Zaradi podobne velikosti plenilca in plena konzumacija poteka relativno dolgo časa in risi se k plenu vračajo povprečno 3.27 dni (Skrbinšek & Krofel, 2008). Posledično bi lahko imeli mrhovinarji zaradi kleptoparazitizma pomemben vpliv na izkoristek posameznega plena in posledično tudi na stopnjo plenjenja pri risu. Med kleptoparazite z največjim potencialom vplivanja na konzumacijo risa spadajo rjavi medved (*Ursus arctos*) in dvokrilci (Diptera). Tako se na primer, kadar ostanke risovega plena najde medved, čas trajanja konzumacije plena (in posledično izkoristek plena) zmanjša za 41 % (Krofel et al., v pripravi). Aktivnost tako rjavega medveda kot dvokrilcev je sezonsko pogojena, zato lahko ob večjih klimatskih spremembah pričakujemo tudi

spremembe v njihovi aktivnosti. Ob potencialnem podaljšanju trajanja njihove letne aktivnosti lahko pričakujemo tudi povečan vpliv na konzumacijo plena pri risih (Krofel & Kos, 2010). V okviru projekta smo ugotavljali, ali se čas hranjenja s plenom spreminja glede na sezono. Pri tem smo ugotavljali, ali je verjetnost najdbe ostankov plena s strani medveda povezan s sezono, glede na čas zimskega mirovanja medvedov (december-marec) in obdobja, ko so večinoma vsi medvedi aktivni (april-november). Poleg tega smo potencialen vpliv dvokrilcev, ki so v toplem delu leta prisotni pri praktično vsakem plenu, ugotavljali tako, da smo primerjali čas hranjenja risa z ostanki plena, ki jih niso našli medvedi, med hladnim (januar-april) in toplim (maj-september) delo leta. Analizirali smo tudi celoten vpliv sezone (in s tem temperature) na konzumacijo ostankov risovega plena. Za analize smo uporabili programski paket R 2.10.1 (R Development Core Team, 2009).

## MEDVED

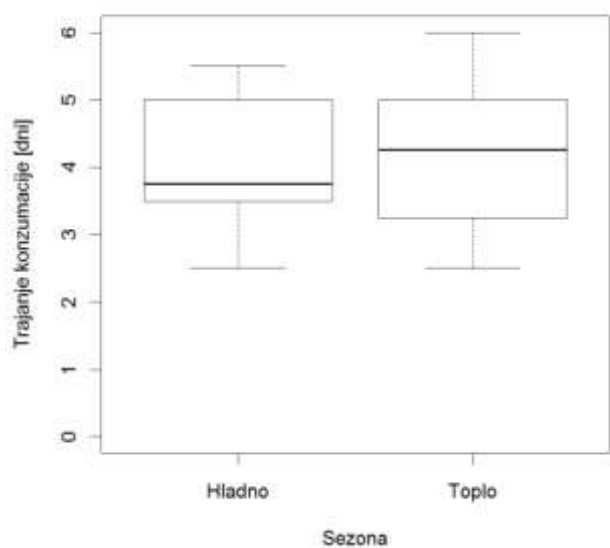
Ugotavljali smo verjetnost, da bo medved našel ostanke plena risa glede na sezono. Skupaj so medvedi našli 29,7 % ostankov risovega plena (n=64). V času zimskega mirovanja je bila verjetnost prisotnosti medveda ob risovem plenu za polovico manjša kot izven tega obdobja (delež najdenih ostankov risovega plena s strani medveda: čas mirovanja medveda (dec.-mar.): 20,4 %, obdobje aktivnosti (apr-nov): 40,0 %; n = 64). Trend naraščanja deleža ostankov plena, ki jih je našel medved, v toplejših obdobjih smo opazili tudi v primerjavi med posameznimi meseci (Slika 1).



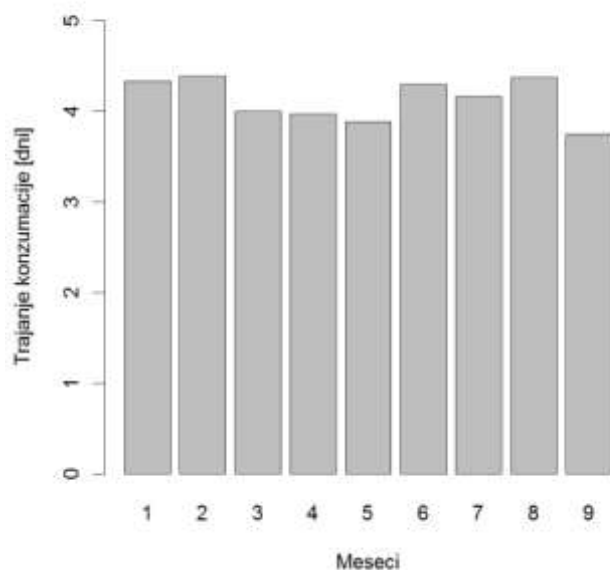
Slika 1: Delež ostankov risovega plena, ki so jih medvedi našli v posameznih mesecih (jan.-sep., n = 64). Prikazani deleži so drseče sredine treh mesecev (X-1, X, X+1), razen za prvi in zadnji mesec, ko je predstavljeno povprečje za prva dva oziroma zadnja dva meseca. Za obdobje oktober-december podatki niso bili na voljo.

## NEVRETENČARJI

Primerjava časa hranjenja risa s posameznim plenom med toplim in hladnim delom leta za primere, ko ni bilo zaznati prisotnosti medveda, ni pokazal statistično značilnih razlik (Mann-Whitney,  $W = 79$ ,  $n = 26$ ,  $p = 0.814$ ). Risi so se celo malenkostno dlje vračali k plenu v toplejšem delu leta (povprečje – toplo: 4.21, hladno: 4.07; Slika 2). Podobno tudi čas trajanja konzumacije po mesecih ni pokazal večjih razlik (Slika 3).



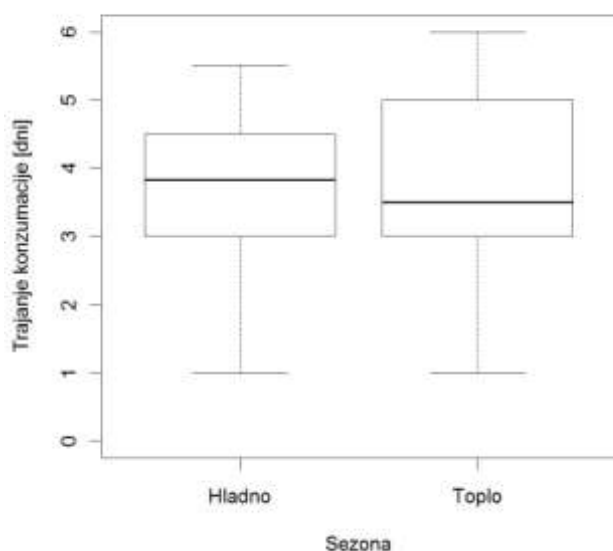
Slika 2: Primerjava časa trajanja konzumacije risovega plena med hladnim (jan.-apr.) in toplim delom leta (maj-sep.) za ostanke plena, ki jih ni našel medved ( $n = 26$ ). Za obdobje oktober-december podatki niso bili na voljo.



Slika 3: Čas trajanja konzumacije risovega plena v posameznih mesecih (jan.-sep.) za ostanke plena, ki jih ni našel medved ( $n = 26$ ). Prikazane vrednosti so drseče sredine za povprečje treh mesecev ( $X-1, X, X+1$ ), razen za prvi in zadnji mesec, ko je predstavljeno povprečje za prva oziroma zadnja dva meseca. Za obdobje oktober-december podatki niso bili na voljo.

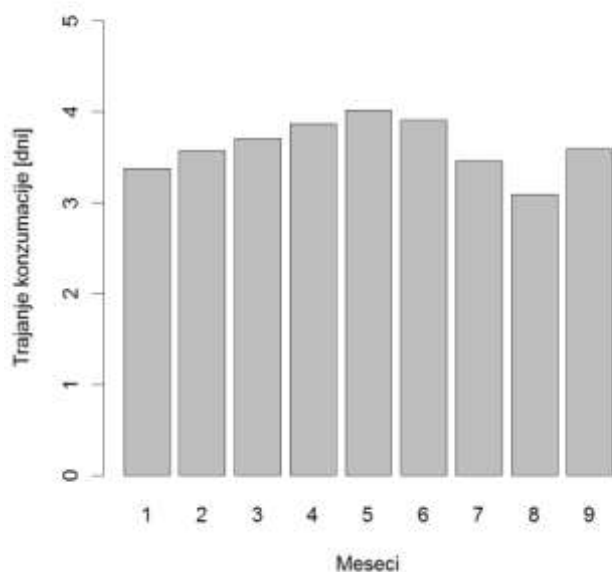
#### CELOTEN VPLIV SEZONE NA ČAS KONZUMACIJE PLENA

Primerjava časa hranjenja risa s posameznim plenom med toplim in hladnim delom leta, ni pokazal statistično značilnih razlik in risi so se malenkostno dlje vračali k plenu v toplejšem delu leta (povprečje – toplo: 3.76, hladno: 3.58; Mann-Whitney,  $W = 157$ ,  $n = 40$ ,  $p = 0.94$ ; Slika 4). Podobno tudi čas trajanja konzumacije po mesecih ni pokazal večjih razlik (Slika 5).



Slika 4: Primerjava časa trajanja konzumacije risovega plena med hladnim (jan.-mar.) in toplim delom leta (apr.-sep.) za vse ostanke plena ( $n = 40$ ). Za obdobje oktober-december podatki niso bili na voljo.





Slika 3: Čas trajanja konzumacije risovega plena v posameznih mesecih (jan.-sep.) za vse ostanke plena ( $n = 40$ ). Prikazane vrednosti so drseče sredine za povprečje treh mesecev ( $X-1$ ,  $X$ ,  $X+1$ ), razen za prvi in zadnji mesec, ko je predstavljeno povprečje za prva oziroma zadnja dva meseca. Za obdobje oktober-december podatki niso bili na voljo.

Prisotnost nevretenčarskih mrhovinarjev, med katerimi po številčnosti močno prevladujejo dvokrilci, je v veliki meri odvisna od zunanje temperature okolja. Ta vpliva predvsem na aktivnost odraslih živali, medtem ko na razvoj ličink pri truplih velikih živali, kot so parkljarji, nima tolikšnega učinka, saj se ob razpadu trupla sprošča precej toplote. Ob večjih klimatskih spremembah in povišanju okoljske temperature, bi lahko pričakovali večjo aktivnost nevretenčarskih mrhovinarjev. Vendar naši rezultati kažejo, da to ne bi imelo večjega vpliva na potek konzumacije plena pri evrazijskemu risu. Čeprav dvokrilci najdejo praktično vsako truplo in v poletnem času poteče razvoj od odlaganja jajčec do razvitih ličink v nekaj urah, je očitno ris sposoben preprečiti večjo infestiranost trupla s pomočjo zakopavanja plena. Risi redno zakopavajo ostanke svežega plena z listjem, zemljo, vejami in ostalimi objekti v okolici plena. Tekom naših raziskav smo opazili, da so risi zakopali plen v 85 % primerov. Zakopavanje je bilo bolj redno v prvih dneh po uplenitvi in zakopani so bili predvsem deli z izpostavljenim mesom. Na ta način ris prepreči dostop odraslim dvokrilcem, da bi odložili jajčeca, kar mu omogoča nemoteno konzumacijo plena. To je pokazala primerjava časa trajanja konzumacije, ki je enak v hladnim delom leta, ko so nevretenčarji neaktivni, in toplim delom leta.

Očiten vpliv je imela sezona na verjetnost, ali bo medved našel ostanke risovega plena ali ne. Po pričakovanjih, so medvedi v zimskem času, ko del medvedov (predvsem samic) ni

aktivnih, našli manjši delež ostankov risovega plena, kot v obdobju, ko so vsi medvedi aktivni. Poleg tega ob višjih temperaturah truplo hitreje razpada, zaradi česar ga medved s pomočjo voha v toplejšem delu leta hitreje najde. Nedvomno na verjetnost, da bo medved našel ostanke risovega plena vplivajo tudi mnogi drugi dejavniki (npr. trenutna razpoložljivost drugih prehranskih virov, gostota medvedov, spolna in starostna struktura populacije). Glede na verjetnost, kdaj medved najde ostanke risovega plena in povprečne izgube zaradi kleptoparazitizma s strani medveda, bi pričakovali, da bo izkoristek plena za risa v toplejšem delu leta manjši za 6 %. Vendar zaradi velike variabilnosti v trajanju konzumacije, na katero vplivajo številni drugi dejavniki (npr. starost, spol in reproduktivni status risa, velikost plena, prisotnost drugih mrhovinarjev, motnje, razpoložljivost plena), te razlike z našim vzorcem nismo uspeli zaznati.

V kolikor bo prišlo do večjih klimatskih sprememb, zaradi česar bi se lahko skrajšal čas zimskega mirovanja oziroma bi medvedi povsem prenehali z zimovanjem, lahko pričakujemo, da bi se povečal delež ostankov risovega plena, ki ga medvedi najdejo. Zaradi svoje velikosti medvedi običajno v nekaj urah pojedjo večino užitnih delov plena ali pa truplo odvedejo, tako da je plen za risa izgubljen. To pomembno vpliva na risov izkoristek posameznega plena in stopnjo plenjenja. Kljub temu pa v tej raziskavi nismo opazili očitnega vpliva sezone na čas konzumacije pri risu, kar nakazuje, da tudi preko kleptoparazitizma s strani medveda ne moremo pričakovati večjih vplivov klimatskih sprememb na konzumacijo in stopnjo plenjenja evrazijskega risa v dinarskih gozdovih.

#### Viri:

- Adamič M. 1986. Ekologija divjega petelina v Sloveniji. Opisi in situacija inventariziranih rastišč. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 443 str.
- Adamič M. 1987. Ekologija divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 93 str.
- Bednorz, E. 2004. Snow cover in eastern Europe in relation to temperature, precipitation and circulation. *International Journal of Climatology*, 24: 591–601.
- Corbett L.K. 1979. Feeding ecology and social organization of wild cats (*Felis silvestris*) and domestic cats (*Felis catus*) in Scotland. Ph.D. Thesis, Aberdeen: 296 str.
- Čas M. 1996. Vpliv spreminjanja gozda v alpski krajini na primernost habitata divjega petelina (*Tetrao urogallus*), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Magistrsko delo: 144 str.
- Čas M. 2006. Fluktuacije populacij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v odvisnosti od pretekle rabe tal in strukture gozdov v jugozahodnih Alpah. Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 263 str.
- Čas M. in Adamič M. 1998. Vpliv spreminjanja gozda na razporeditev rastišč divjega petelina (*Tetrao urogallus*) v vzhodnih Alpah. *Zbornik lesarstva in gozdarstva*, 57: 5 – 57.
- Čas M., Tavčar I., Kralj A. 2000. Razporeditev in aktivnost rastišč divjega petelina (*Tetrao urogallus*) v Sloveniji v letih 1998-2000 (stanje za leto 1999) - (topografske 144 str. )

- Genovesi P. in Boitani L. 1992. Spacing pattern and activity rhythms of a wildcat (*Felis silvestris*) in Italy. V: Seminaire sur la biologie et la conservation du chat sauvage (*Felis silvestris*), Nancy, France, 23-25 sept. 1992. Conseil de l'Europe : 94 – 97.
- Heller M. 1987. Die Wildkatze (*Felis s. silvestris*) in Baden-Württemberg. Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 62: 307-323.
- Hirzel A.H., Hausser J. in Perrin N. 2002. Biomapper 3.1. Laboratory for Conservation Biology, University of Lausanne. URL: <http://www.unil.ch/biomapper>
- Hirzel A.H., Hausser J., Chessel D. in Perrin N. 2002. Ecological-Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data?. Ecology, 83: 2027 – 2036.
- Hirzel A.H., Helfer V. Metral F. 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological modelling 145: 111 – 121.
- Hirzel A.H., Le Lay G., Helfer V., Randin C. in Guisan A. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. Ecological modelling, 161: 100 – 110.
- Janžekovič F. in Čas M. 2001. Mali sesalci v gozdni krajini in pestrost njihove združbe v alpskem gozdu na Smrekovcu in Peci. Gozdarski vestnik, 59: 322 – 327.
- Kauhala K., Helle P. 2002. The impact of predator abundance on grouse populations in mixed spruce-beech-fir and mountain spruce forest. Folia Zoologica, 47, 2: 115-124.
- Kitchener A.C. 1992. The Scottish wildcat *felis silvestris*: decline and recovery. V: Conference of the Association of British Wild Animal Keepers and Redgeway Trust for Endangered Cats. Ridgeway Trust. U.K., Hastings: 21 – 41.
- Klimatološki letopisi 1999-2004. <http://www.mop.gov.arso/hmz/klimatoloskiletopisi>
- Krofel, M. 2006. Plenjenje in prehranjevanje evrazijskega risa (*Lynx lynx*) on območju Dinarskega krasa v Sloveniji. Diplomaska naloga. Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana. 100 str.
- Krofel, M., Kos, I. 2010. Modeling potential effects of brown bear kleptoparasitism on the predation rate of Eurasian lynx. – Acta Biologica Slovenica (v tisku)
- Leyhausen P. 1979. Carnivore behaviour. The predatory and social behavior of domestic and wild cats. Garland STPM Press, New York, London: 340 str.

- Lopez-Martin J.M. 2005. Home range and habitat use by the European wildcat in a Mediterranean landscape. V: Biology and Conservation of the European Wildcat (*Felis silvestris silvestris*), Abstracts, 21. – 23.1. 2005, Germany: 26.
- McOrist S. in Kitchener A.C. 1994. Current threats to the European Wild cat, *Felis silvestris*, in Scotland. *Ambio*, 23: 243 – 245.
- Mikuletič V. 1984 Gozdne kure. Biologija in gospodarjenje. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 194 str.
- Moleon M. in Gill-Sanchez J.M. 2003. Food habits of the wild cat (*Felis silvestris*) in a peculiar habitat: the Mediterranean high mountain. *Journal of Zoology (London)*, 260: 17 – 22.
- Nowell K. and Jackson P. 1996. European wildcat, *Felis silvestris silvestris* group Schreber, 1775. V: Wild cats: Status survey and conservation action plan. K. Nowell in P. Jackson, (ur.), IUCN, Gland: 110 – 113.
- Potočnik, H. 2002. Prostorsko razporejanje in socialna organizacija divje mačke (*Felis silvestris*) v dinarskih gozdovih južne Slovenije. Magistrsko delo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo, Ljubljana: 125 str.
- Purnat Z. 2002. Stanje in ogroženost subpopulacij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) na Menini. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 122 str.
- R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ragni B. 1981. Gatto selvatico, *Felis silvestris* Schreber, 1777. V: Distribuzione e biologia di 22 mammiferi in Italia, Consiglio de la Ricerche, Roma: 105 – 113.
- Randi E. 2003. Conservation genetics of carnivores in Italy. *C.R. Biologies*, 326: 54 – 60.
- Randi E. in Ragni B. 1991. Genetic variability and biochemical systematics of domestic and wild cat populations (*Felis silvestris*: Felidae). *J. of Mamm.* 72:79 – 88.
- Randi E., Pierpaoli M., Beaumont M., Ragni B. in Sforzi A. 2001. Genetic identification of wild and domestic cats (*Felis silvestris*) and their hybrids using Bayesian clustering methods. *Molecular Biology and Evolution*, 18: 1679 – 1693.
- Rearden, J. D. 1951. Identification of waterfowl nest predators. *J. Wildl. Manage.* 15:386-395.
- Rebetez M. 1997. Seasonal relationship between temperature, precipitation and snow cover in a mountainous region, *Theoretical and Applied Climatology* 54: 110 – 119.
- Riols C. 1988. Etude du regime alimentaire du Chat forestier (*Felis silvestris*) dans l'est de la France. *Bull. Mens. O.N.C.*, 121: 22 – 27.
- Saniga M. 1998. Daily activity rhythm of capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Folia Zoologica*, 47, 3: 161-172.
- Saniga, M. 1998. Diet of capercaillie (*Tetrao uro-gallus*) in Central-European mixed Spruce – beech - fir and mountain spruce forest. *Folia Zoologica*, 47: 115-124.
- Saniga M. 2002. Nest loss and chick morality in capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in West Carpathians. *Folia Zoologica*, 51, 3: 204-214.
- Sarmento P. 1996. Feeding ecology of the European wildcat *Felis silvestris* in Portugal, *Acta Theriologica*, 41 (41): 409 – 414.

- Schauenberg P. 1981. Element d'ecologie du chat forestier d'Europe (*Felis silvestris* Schreber 1777). *Terre et Vie*, 35: 3 – 36.
- Scott R., Easterbee N. in Jefferies D. 1992. A radiotracking study of wild cats in western Scotland. V: *Seminaire sur la biologie et la conservation du chat sauvage (Felis silvestris)*, Nancy, France, 23-25 sept. 1992. Conseil de l'Europe: 90 – 93.
- Skrbinšek, T. Krofel, M. 2008. Analiza kvalitete habitata, hrana in kompeticija. Projekt DinaRis, končno poročilo. Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 17 str.
- Stahl P. 1986. Le Chat forestier d'Europe (*Felis silvestris* Schreber, 1777). Exploitation des ressources et organisation spatiale. These Universite Nancy I, 357 str.
- Storaas T., Kastdalen L., Wegge P. 1999. The detection of forest grouse by mammalian predators – a possible process for high brood losses in fragmented landscapes. – *Wildlife Biology* 5(3): 187-192.
- Storch I. 1993. Patterns and strategies of winter habitat selection in alpine capercaillie. *Ecography* 16: 351 – 359.
- Storch I. 2002. On Spatial Resolution in Habitat Models: Can Small-scale Forest Structure Explain Capercaillie Numbers? *Conservation Ecology* 6, 1:6
- Trevor, J. T., R. W. Seabloom, and R. D. Saylor. 1991. Identification of mammalian predators at artificial waterfowl nests. *Prairie Nat.* 23:93–99.
- Trilar T. 1991. Populacijska gostota, biomasa in reprodukcija malih sselcev v dinarskem bukovo-jelovem gozdu na Snežniku v letih 1988 do 1990. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 84 str.
- Wegge P., Olstad T., Gregersen H., Hjeljord O., Sivkov A.V. 2005. Capercaillie broods in pristine boreal forest in northwestern Russia: the importance of insects and cover in habitat selection. *Canadian Journal of Zoology* 83:1545–1555.

# Potencialne spremembe življenjskih združb glede na klimatske spremembe v gozdnem ekosistemu: primerjalna študija združb v višinskem gradientu

Al Vrezec & Maarten de Groot

## Uvod

Klimatske spremembe ogrožajo biodiverzitetu na globalnem nivoju. Glede globalno segrevanje ozračja je pričakovana širitev areala južnih vrst proti severu in krčenje areala severnih in gorskih vrst. Prav pri slednjih je zaradi izolacije kot posledice fragmentiranega habitata selitev onemogočena. Zaradi tega je pričakovati, da bodo te vrste ob pospešenem segrevanju ozračja izumrle, kar vodi v propadanje biodiverzitet.

Nova priseljevanja južnih vrst in izumiranja obstoječih imajo lahko velike posledice na strukturo (zgradba naravnih združb) in funkcijo (interakcijske povezave) ekosistema ter posledično na ekosistemske storitve. Na primer, upadanje populacij plenilcev se lahko odrazi na povečevanju populacij herbivorega plena, kar ima lahko negativne posledice na rastlinske vrste zaradi povečanega plenjenja oziroma objedanja. Ali na primer upad populacij opraševalskih vrst ima direktne negativne posledice za rastlinstvo zaradi mutualističnih povezav med vrstami. Zaradi kaskadnih efektov v ekosistemu se tako lahko zmanjšujejo tudi ekosistemske storitve, na primer opraševanje ali biokontrola. V koliki meri pa lahko novo doseljene vrste, na primer južne vrste, ki se širijo pod vplivom klimatskih sprememb, zapolnijo niše izumrlih vrst in s tem kompenzirajo učinke izumrtij v združbah in ekosistemi, je slabo poznano.

V pričujoči študiji smo raziskovali spremembe v naravnih združbah pod vplivom klimatskih sprememb v dinarskem bukovem gozdu z jelko (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.). Kot simulacijo klimatskih sprememb smo študirali spremembe združb vzdolž višinskega gradienta, ki odraža temperaturne spremembe in temu ustrezne habitatne spremembe v gozdnem ekosistemu. Za modelne združbe so bile izbrane tri živalske skupine, ki odražajo različne funkcije v ekosistemu: ptice (*Aves*) kot plenilci, bodisi insektivori (ptice pevke *Passeriformes*) ali končni plenilci (sove *Strigidae*), krešiči (*Carabidae*) kot edafski plenilci in muhe trepetavke (*Syrphidae*) kot opraševalci. Namen naloge je bil ugotoviti razlike v strukturi združb in sezonski dinamiki vrst glede na klimatske razmere v različnih višinskih pasovih ter primerjava med različnimi tipi združb. Z zbranimi rezultati smo skušali sklepati na potencialne ekosistemske učinke klimatskih sprememb na sestavo združb in posledično na delovanje ekosistema.

## Materijal in metode

## Opis območja

Raziskava je bila opravljena na Krimu pri Ljubljani, kjer v strnjem območju prevladuje dinarski bukov gozd z jelko (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.). Raziskave združb smo opravili na treh višinskih pasovih: spodnji pas (300-600 m n.v.), srednji pas (600-850 m n.v.) in zgornji pas (850-1100 m n.v.). Povprečne temperature v rastni sezoni med 22. aprilom in 11. oktobrom so bile 15,8°C v spodnjem, 14,2°C v srednjem in 13,0°C v zgornjem višinskem pasu.

## Metode

Ptice (Aves) smo popisovali s točkovno popisno metodo, pri kateri v zgodnjem jutranjem popisu popisovali ptičje teritorije. Z takšnim dnevnim popisom zajamemo večino ptic pevk (Passeriformes), detle in žolne (Picidae), kukavico (*Cuculus canorus*), golobe (Columbidae) in nekatere ujede, na primer kanjo (*Buteo buteo*). Dnevni popis smo izvedli dvakrat v sezoni in sicer zgodnji pomladanski popis konec marca oziroma na začetku aprila ter drugič pozno pomladi v juniju. Na ta način v popis zajamemo zgodaj v sezoni aktivne ptice, zlasti stalnice, in kasnejše gnezditelce, zlasti selivke. Popisovali smo na 16 točkah razporejenih stratificirano od vznožja do vrha Krima, si čimer smo zajeli celoten višinski gradient. Za potrebe analize smo točke razdelili v tri višinske pasove (za kriterij glej opis območja). V tovrsten dnevni popis pa ne zajamemo nekaterih pogostejših in za razumevanje delovanja ekosistema pomembnih vrst ptic. Takšne so nočno aktivne sove (Strigidae), ki predstavljajo kot plenilci sesalcev in ptic končne plenilce v ekosistemu, pri katerih se je izkazala močna povezava z območij z visoko biotsko pestrostjo. Sove smo popisovali s prilagojenim točkovnim popisom v nočnem času z uporabo predvajanja posnetka teritorialnega oglašanja samca (playback method). Na ta način popišemo teritorije gozdnih sov, pri čemer smo se na Krimu osredotočili na predhodno znane vrste na območju, kozačo (*Strix uralensis*), lesno sovo (*Strix aluco*) in koconogega čuka (*Aegolius funereus*). Sove smo popisovali na 25 popisnih točkah razporejenih od vznožja do vrha Krima. Popis smo izvajali v času gnezditvene sezone od januarja do junija in sicer s po tremi ponovitvami za kozačo in koconogega čuka ter dvema za lesno sovo. Relativne abundance vseh ptic smo izrazili kot število teritorijev na popisno točko v danem višinskem pasu.

Med hrošči (Coleoptera) smo vzorčili skupino krešičev (Carabidae) z dobro poznano in testirano metodo lova v talne ali zemeljske pasti. Vzorčenje s talnimi pastmi je ena najširše uporabljenih metod za vzorčenje talnih in edafskih hroščev ter drugih členonožcev. Uporabili smo past, ki je sestavljena iz do roba v prst zakopanega lončka z vabo ter fiksirnim sredstvom. Kot fiksirno sredstvo in vaba smo uporabili 4 % vinski kis. Vzorčno mesto oziroma lokacijo v

posameznem višinskem pasu je predstavljala linija 5 do 10 pasti, ki so bile postavljene na vsakih 10 metrov. Aktivnost hroščev se prek sezone spreminja zato obstaja nevarnost podcenitve populacij ali napačnega opisa vrstne sestave združbe, če opravimo lov v neustrezni sezoni. V Sloveniji je bilo ugotovljeno, da je vrh aktivnosti krešičev v juniju, ko smo opravili vzorčenja za primerjave med leti. Dodatno smo za potrebe razlik v sezonski dinamiki vrst opravili mesečna vzorčenja z lovnim časom 5 do 7 dni opravili med aprilom in avgustom v vseh treh višinskih pasovih v letu 2010. Pri izračunu relativne abundance posameznih vrst na eni vzorčni lokaciji je poleg števila ujetih osebkov pomemben tudi vloženi napor vzorčenja, to je število pobranih pasti in časovni interval vzorčenja. Število pasti in časovni interval izražata enoto lovne noči, ki pomeni ulov ene pasti v eni noči (izraženo kot št. osebkov / 10 lovnih noči).

Za vzorčenje muh trepetavk (Syrphidae) smo uporabili transektni popis in lov z malajskimi pastmi. V vsakem višinskem pasu smo popisali deset 100 merskih transektov in postavili po eno malajsko past. Transektne popise smo izvajali med začetkom junija do konca avgusta. Vzorcili smo med 10. in 15. uro v dneh s temperaturo nad 18°C in v jasnem vremenu z oblačnostjo pod 2/8. Z malajskimi pastmi smo vzorcili kontinuirano, pri čemer smo vzorce pobirali vsakih 12 do 15 dne med drugo polovico aprila in koncem avgusta. Etanol je bil uporabljen kot prezervativno sredstvo. Malajske pasti so bile postavljene v gozdu na mestih nesklenjene krošnje, da je bila vsaj del dneva past izpostavljena soncu. Relativne abundance vrst smo izrazili v standardizirani vrednosti števila osebkov na 12 lovnih dni.

### Analiza podatkov

Za analizo smo izračunali vrstno pestrost (število vrst) in relativno abundanco na višinski pas. Razlike med združbami po posameznih pasovih smo iskali kot število vrst, ki so se pojavljale le na eni višini. Dodatno smo obravnavali tudi pojavljanje vrst glede na različne višine. Za številnejše vrste smo testirali vzorec razširjenosti glede na višinske pasove s  $\chi^2$ -testom, pri čemer smo ugotavljali, koliki delež vrst pri posamezni obravnavani skupini kaže značilne višinske preference. Sezonsko dinamiko glede na višinske pasove smo ugotavljali le pri nevretenčarskih skupinah (krešiči, muhe trepetavke), kjer je to smiselno. Pri tem so nas zanimale relativne primerjave med višinskimi pasovi in časovno pojavljanje vrhov aktivnosti žuželk, pri čemer smo krivulje standardizirali (delež abundance v izbranem času glede na celokupno abundanco v času vzorčenja). Na ta način je bilo mogoče direktno primerjati vzorce sezonske dinamike med višinskimi pasovi ne glede na numerične razlike med združbami na različnih višinah.

### Rezultati in diskusija



## Zgradba združb

Med leti 2009 in 2010 smo na popisih na Krimu registrirali 37 vrst ptic, med katerimi je večji del ptic pevk (Passeriformes), 73 % (tabela 1). Med pogostejšimi vrstami smo značilne višinske preference ugotovili le pri štirih vrstah, 13 %. Pri tem smo kot značilni nižinski vrsti zabeležili lesno sovo (*Strix aluco*) in veliko sinico (*Parus major*), kot značilni višinski vrsti pa koconogega čuka (*Aegolius funereus*) in drevesno cipo (*Anthus trivialis*).

Tabela 1: Rezultati popisa ptic (Aves) na Krimu pri Ljubljani v letih 2009 in 2010 stratificirano glede na tri višinske pasove. Predstavljene so relativne gostote teritorijev (št. teritorijev na popisno točko). Vzorec razporeditve ptičjih teritorijev glede na vrste po višinskih pasovih je testiran s  $\chi^2$ -testom. (\* - ocena relativne abundance je bila narejena s posebno metodo za ugotavljanje teritorijev sov, zato številke niso neposredno primerljive z ostalimi vrstami; X – vzorec števila ugotovljenih teritorijev je bil premajhen za testiranje).

Višinski pas	2009			2010			Skupaj			$\chi^2$ -test
	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	
<i>Buteo buteo</i>	0,4	0,3			0,2		0,2	0,2		$\chi^2=0,0$ , ns
<i>Columba palumbus</i>	0,8	0,7	0,4	0,8	0,5	0,2	0,8	0,6	0,3	$\chi^2=1,5$ , ns
<i>Columba oenas</i>		0,2						0,1		X
<i>Cuculus canorus</i>	0,4	0,8	0,4	0,8	1,2	0,2	0,6	1,0	0,3	$\chi^2=2,6$ , ns
<i>Strix aluco</i> *	0,6	0,3		0,7	0,3		0,7	0,3		$\chi^2=3,9$ , p<0,05
<i>Strix uralensis</i> *	0,4	0,6	1,2	0,1	0,7	0,6	0,2	0,7	0,9	$\chi^2=3,5$ , ns
<i>Aegolius funereus</i> *		0,2	0,4		0,3	0,8		0,2	0,6	$\chi^2=4,5$ , p<0,05
<i>Dendrocopos major</i>	0,6	0,3		0,4	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	$\chi^2=2,2$ , ns
<i>Picus canus</i>	0,4	0,2		0,4			0,4	0,1		$\chi^2=2,4$ , ns
<i>Dryocopus martius</i>		0,2	0,4	0,4	0,2		0,2	0,2	0,2	$\chi^2=0,0$ , ns
<i>Anthus trivialis</i>	0,2		0,6		0,2	0,8	0,1	0,1	0,7	$\chi^2=6,3$ , p<0,05
<i>Troglodytes troglodytes</i>	0,6	0,8		0,2	0,5		0,4	0,7		$\chi^2=0,0$ , ns
<i>Turdus merula</i>	1,8	0,7	1,6	2,4	2,0	1,8	2,1	1,3	1,7	$\chi^2=0,7$ , ns
<i>Turdus philomelos</i>	0,8	1,5	1,4	1,6	1,0	2,2	1,2	1,2	1,8	$\chi^2=0,6$ , ns
<i>Turdus viscivorus</i>	0,2	0,3	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	0,4	0,3	$\chi^2=0,6$ , ns
<i>Erithacus rubecula</i>	4,2	3,5	3,0	4,6	4,0	4,2	4,4	3,7	3,6	$\chi^2=0,2$ , ns
<i>Sylvia atricapilla</i>	2,0	2,5	2,2	2,2	2,7	2,6	2,1	2,6	2,4	$\chi^2=0,2$ , ns
<i>Phylloscopus collybita</i>	1,4	0,8	1,2		1,0	1,2	0,7	0,9	1,2	$\chi^2=0,7$ , ns
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>						0,2			0,1	X
<i>Regulus regulus</i>	0,6	0,3	0,6	1,0	0,7	0,4	0,8	0,5	0,5	$\chi^2=0,6$ , ns

<i>Regulus ignicapilla</i>	0,8	0,3	0,6	0,6		0,8	0,7	0,2	0,7	$\chi^2=3,2$ , ns
<i>Parus major</i>	1,6	0,7	0,2	1,2	0,3	0,2	1,4	0,5	0,2	$\chi^2=6,4$ , $p<0,05$
<i>Periparus ater</i>	2,8	2,3	3,0	1,8	2,0	2,6	2,3	2,2	2,8	$\chi^2=0,3$ , ns
<i>Lophophanes cristatus</i>	0,4	0,5	0,2	1,0		0,2	0,7	0,2	0,2	$\chi^2=2,7$ , ns
<i>Poecile palustris</i>	0,8	0,3	0,4	0,2	0,2	0,6	0,5	0,2	0,5	$\chi^2=0,9$ , ns
<i>Sitta europaea</i>	0,6			0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	$\chi^2=3,9$ , ns
<i>Certhia familiaris</i>	0,2		0,6		0,2		0,1	0,1	0,3	$\chi^2=1,6$ , ns
<i>Oriolus oriolus</i>	0,2						0,1			X
<i>Garrulus glandarius</i>	1,4		1,0	1,2	0,7	1,4	1,3	0,3	1,2	$\chi^2=4,4$ , ns
<i>Nucifraga caryocatactes</i>			0,4		0,3	0,2		0,2	0,3	$\chi^2=0,5$ , ns
<i>Corvus corax</i>		0,3				0,2		0,2	0,1	$\chi^2=0,3$ , ns
<i>Corvus cornix</i>	0,4			0,2			0,3			X
<i>Fringilla coelebs</i>	4,0	4,3	4,4	3,8	5,2	4,6	3,9	4,7	4,5	$\chi^2=0,2$ , ns
<i>Carduelis chloris</i>	0,2						0,1			X
<i>Coccothraustes</i>	0,2			0,2			0,2			X
<i>coccothraustes</i>										
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>		0,3						0,2		X
<i>Loxia curvirostra</i>			0,2	0,8		0,2	0,4		0,2	$\chi^2=1,2$ , ns

Vrstna pestrost, celokupna abundanca in struktura združbe ptic pevk (Passeriformes) se v višinskem razponu med 300 in 1100 metri oziroma okoli 2,8°C povprečne temperaturne razlike ni bistveno razlikovala (tabeli 2 & 3).

Tabela 2: Vrstna pestrost in celokupna relativna abundanca teritorijev ptic pevk (Passeriformes) v treh višinskih pasov na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.

Višinski pas	2009			2010			Skupaj		
	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji
Vrstna pestrost	18	17	20	22	16	18	23	21	21
Relativna abundanca	23,6	21,5	24,8	20,0	19,7	22,0	22,0	21,1	23,9

Tabela 3: Razlike v združbah ptic pevk (Passeriformes) glede na vrstno sestavo v treh višinskih pasovih na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.



<i>Carabus coriaceus</i>	0,1	0,1	0,1				0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Cychrus attenuatus</i>	0,1			0,2			0,1			0,1	
<i>Nebria dahli</i>		1,0	0,4		6,6	0,4		2,1	0,2		3,0
<i>Leistus piceus</i>	0,1										0,1
<i>Pterostichus metallicus</i>		1,0	0,6		2,4	0,2		1,8	0,4		1,5
<i>Pterostichus transversalis</i>				0,4	0,2		0,1	0,1		0,1	0,1
<i>Abax parallelepipedus</i>		0,6	1,8	0,6	0,4	0,8	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5
<i>Abax carinatus</i>	0,1			0,6			0,2			0,3	
<i>Abax ovalis</i>	1,3	0,8	0,2	1,4	1,4		0,6	0,4		1,4	1,0
<i>Abax parallelus</i>	0,1	0,1		0,4	0,4		0,1	0,2		0,2	0,2
<i>Molops ovipennis</i>							0,1	0,1			
<i>Molops piceus</i>	0,3	0,2			0,2		0,2	0,2		0,2	0,2
<i>Molops striolatus</i>	0,3	1,2	0,4	0,2	0,8	0,2	0,1	0,6	0,2	0,3	1,1
<i>Licinus hoffmanseggi</i>					0,2			0,1			0,1
<i>Trechus sp.</i>								0,1			
<i>Aptinus bombardia</i>	17,3	32,3	34,0	26,4	18,0	8,6	9,2	6,8	5,2	20,6	27,2

Vrstna pestrost in celokupna abundanca v združbi krešičev (Carabidae) se v višinskem razponu med 300 in 1100 metri oziroma okoli 2,8°C povprečne temperaturne razlike ni bistveno razlikovala (tabela 5). Vendar pa so bile razlike v strukturi združb med spodnjim in zgornjim pasom precej večje kot pri pticah (tabela 6).

Tabela 5: Vrstna pestrost in celokupna relativna abundanca krešičev (Carabidae) v treh višinskih pasov na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.

Višinski pas	2009			2010			Skupaj		
	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji
Vrstna pestrost	10	13	12	13	14	8	14	17	12
Relativna abundanca	20,2	39,0	40,9	11,9	12,8	6,8	14,6	21,3	17,9

Tabela 6: Razlike v združbah krešičev (Carabidae) glede na vrstno sestavo v treh višinskih pasovih na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.

	2009	2010	Skupaj
Različne vrste med spodnjim in srednjim pasom	9	7	9
Različne vrste med srednjim in zgornjim pasom	3	8	7
Različne vrste med spodnjim in zgornjim pasom	12	11	12
Št. vrst prisotnih v vseh pasovih	5	5	7
Št. vrst prisotnih v dveh pasovih	8	7	8
Št. vrst prisotnih v enem pasu	4	6	6
Št. vrst le v zgornjem pasu	1	1	1
Št. vrst le v srednjem pasu	0	2	2
Št. vrst le v spodnjem pasu	3	3	3

Na Krimu smo med leti 2009 in 2010 popisali 109 vrst muh trepetavk (Syrphidae), med katerimi sta bili najbolj abundantni vrsti *Meliscaeva cinctella* in *Episyrphus balteatus* (tabela 7). Med pogostejšimi vrstami smo značilne višinske preference ugotovili pri le treh vrstah, 8 % vrst.

Tabela 4: Rezultati popisa muh trepetavk (Syrphidae) na Krimu pri Ljubljani v letih 2009 in 2010 stratificirano glede na tri višinske pasove. Predstavljene so relativne abundance (št. osebkov na 12 lovnih dni). Predstavljene so rezultati transektnih popisov za obe leti in celokupni rezultati polmesečnih vzorčenj med aprilom in avgustom za leto 2010. Vzorec razporeditve vrst glede na abundance po višinskih pasovih je testiran s  $\chi^2$ -testom. (X – vzorec števila ugotovljenih teritorijev je bil premajhen za testiranje).

Višinski pas	2010 – malajska past			2009 – transekt			2010 - transekt			
	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji
<i>Baccha elongate</i>	1	1		4		1	2		1	6
<i>Brachyopa dorsata</i>	1									
<i>Brachypalpus laphriformis</i>	1	1								
<i>Caliprobola speciosa</i>	3				1	1				



<i>Epistrophe eligans</i>							1			1
<i>Epistrophe grossulariae</i>							1	2	2	1
<i>Episyrphus balteatus</i>	8	32	25	49	62	90	27	11	63	76
<i>Eristalis interrupta</i>									1	
<i>Eristalis nemorum</i>				1						1
<i>Eristalis pertinax</i>					1	6			2	
<i>Eristalis similis</i>						20		2	11	
<i>Eristalis tenax</i>					1	1		1	2	
<i>Eumerus amoenus</i>							1			1
<i>Eumerus flavitarsis</i>		2		2						2
<i>Eumerus ornatus</i>				1						1
<i>Eumerus strigatus</i>				3		1				3
<i>Eupeodes lapponicus</i>		1	4	2	4	4		1	1	2
<i>Eupeodes luniger</i>	1									
<i>Helophilus pendulus</i>					1	2				
<i>Leucozona laternarius</i>						1				
<i>Leucozona lucorum</i>						1				
<i>Megasyrphus erratica</i>						1				
<i>Melangyna cincta</i>		2	1		5	3				
<i>Melangyna cingulata</i>	1	1								
<i>Melangyna compositarum</i>						3			1	
<i>Melangyna lasiophthalma</i>		1	1							
<i>Melangyna umbellatorum</i>			3							
<i>Melanostoma mellinum</i>					1	1				
<i>melanostoma scalare</i>	2		3	1	3	2			1	1
<i>Meligramma guttata</i>				1						1
<i>Meliscaeva auricollis</i>	3	1	1			1	1			1
<i>Meliscaeva cinctella</i>	4	17	33	95	166	278	5	1	23	100
<i>Merodon aeneus</i>					1					
<i>Merodon cinereus</i>								1		
<i>Merodon constans</i>					5			1		
<i>Merodon equestris</i>			1		10	1		5	1	
<i>Microdon devius</i>							1			1
<i>Myathropa florea</i>	1		2	1	2	3	5	1	1	6
<i>Neocnemodon sp.</i>				1						1
<i>Orthonevra nobilis</i>						1				
<i>Paragus albifrons</i>				1			1			1
<i>Paragus haemorrhous</i>							1			1

<i>Parasyrphus annulatus</i>				1					
<i>Parasyrphus lineolus</i>					2				
<i>Parasyrphus macularis</i>	1	1							
<i>Parasyrphus malinellus</i>						1			1
<i>Parasyrphus punctulatus</i>	1		1						
<i>Pipiza quadrimaculata</i>					1			3	
<i>Pipizella bispina</i>				8			6		
<i>Pipizella sp.</i>					1			1	
<i>Pipizella virens</i>					1				
<i>Platycheirus albimanus</i>			3		4	1	2	2	1
<i>Platycheirus scutatus</i>	1	1						1	
<i>Scaeva pyrastris</i>			1		2			1	1
<i>Scaeva selenitica</i>					1				
<i>Sphegina clunipes</i>			2			2			4
<i>Sphegina montana</i>			2	1					2
<i>Sphegina sibirica</i>			3	1	1			4	3
<i>Sphegina verecunda</i>						1			1
<i>Syrpitta pipiens</i>								1	
<i>Syrphus ribesii</i>	2	5		1	7	2	22	10	2
<i>Syrphus torvus</i>			1		1		2	3	1
<i>Syrphus vitripennis</i>		4			2	1	4	6	1
<i>Temnostoma bombylans</i>			1						1
<i>Temnostoma vespiforme</i>			3	3	1	4	2		7
<i>Volucella inanis</i>				2	6		1		
<i>Volucella pellucens</i>	1		1	3	10	10	1	3	11
<i>Xanthogramma laetum</i>	1	2	1	1					
<i>Xanthogramma pedissequum</i>		1							
<i>Xylota segnis</i>			9	9	5	3	1		12
<i>Xylota sylvarum</i>	1	1		5					

V splošnem je bila vrstna pestrost in celokupna abundanca v združbi muh trepetavk (Syrphidae) večja na višjih nadmorskih višinah (tabela 8). Po pričakovanjih je bila razlika med vrstami med spodnjim in zgornjim pasom največja (tabela 9). Malo je bilo tudi vrst, ki bi se pojavljale na vseh višinskih pasovih in večina vrsta je bila pravzaprav omejenih na en višinski pas.

Tabela 8: Vrstna pestrost in celokupna relativna abundanca muh trepetavk (Syrphidae) v treh višinskih pasovih na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.



Višinski pas	2009			2010			Skupaj		
	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	srednji	zgornji	spodnji	Srednji	zgornji
Vrstna pestrost	29	32	51	25	22	35	45	40	62
Relativna abundanca	2.4	3.2	3.7	1.3	1.3	1.6	2.0	2.5	2.8

Tabela 9: Razlike v združbah muh trepetavk (Syrphidae) glede na vrstno sestavo v treh višinskih pasovih na Krimu pri Ljubljani glede na vzorčenja v letih 2009 in 2010.

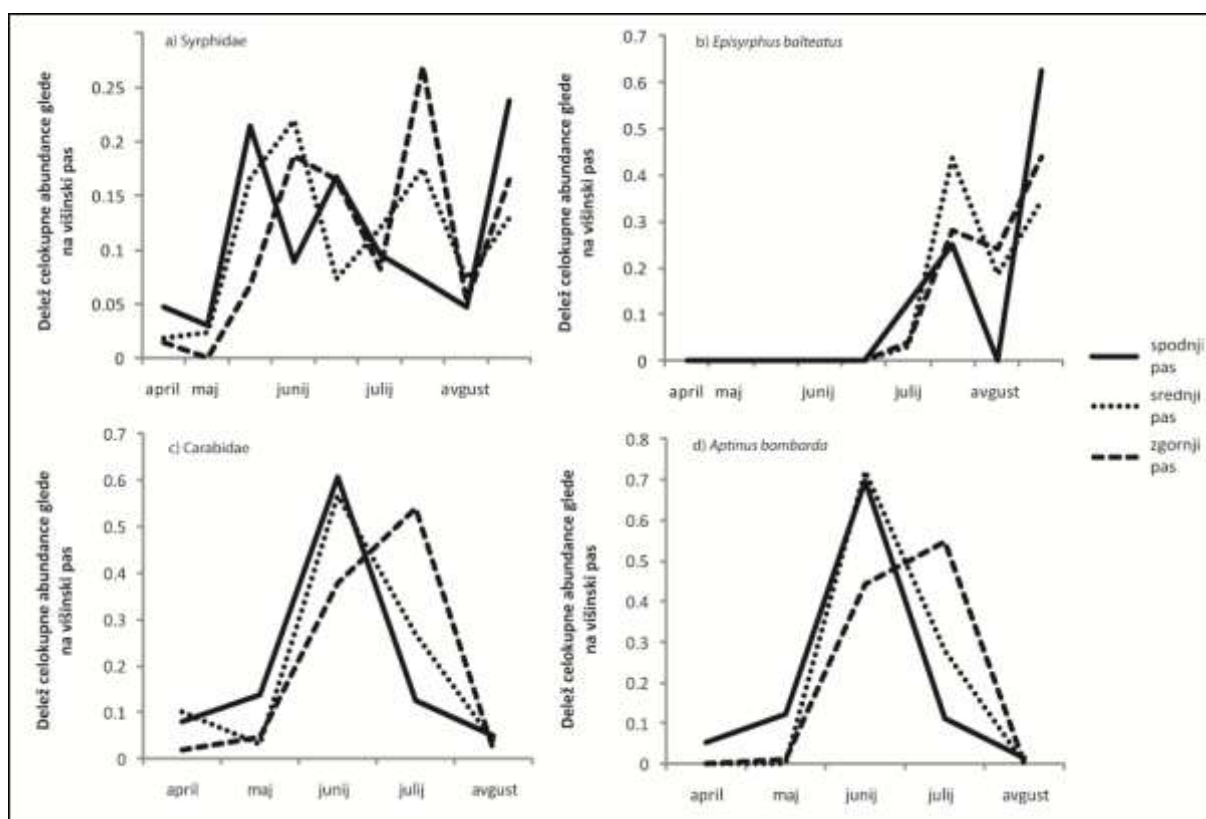
	2009	2010	Skupaj
Različne vrste med spodnjim in srednjim pasom	35	27	50
Različne vrste med srednjim in zgornjim pasom	37	29	43
Različne vrste med spodnjim in zgornjim pasom	46	34	59
Št. vrst prisotnih v vseh pasovih	12	8	18
Št. vrst prisotnih v dveh pasovih	17	13	22
Št. vrst prisotnih v enem pasu	42	32	52
Št. vrst le v zgornjem pasu	22	16	25
Št. vrst le v srednjem pasu	8	6	9
Št. vrst le v spodnjem pasu	12	16	20

Največji delež višinsko omejenih vrst smo odkrili pri krešičih, pri pticah in muhah trepetavkah pa podoben nizek delež tovrstnih vrst. Zadnji dve sta skupini precej bolj mobilnih in krilatih vrst. Obe žuželčni skupini pa v splošnem kažeta večji odziv na klimatske spremembe, kot ptice.

### Sezonska dinamika

Tako pri krešičih kot pri muhah trepetavkah so se pokazale razlike v sezonski dinamiki celokupne abundance združbe med višinskimi pasovi. V splošnem so se vrhovi v abundanci

pokazali na višjih višnah kasneje kot na nižjih (slika 1a, c). Pri krešičih smo med aprilom in avgustom registrirali le en vrh, ki se je v spodnjem in srednjem pasu pojavil v juniju, v zgornjem pasu pa v juliju (slika 1c). Tej celokupni dinamiki je dobro sledila tudi dinamika najpogostejše vrste v krešičji združbi, vrsta *Aptinus bombardarda* (slika 1d). Sezonska dinamika združbe muh trepetavk pa je izkazala tri vrhove v abundanci (slika 1a). Prva dva vrhova sta se pojavila najbolj zgodaj v spodnjem višinskem pasu. Tretji vrh se je pojavil v vseh treh višinskih pasovih v približno enakem času konec avgusta. Konec junija in v začetku avgusta je verjetno zaradi večje ohladitve in dežja prišlo do večjega upada abundance v vseh treh višinskih pasovih. Sezonska dinamika najpogostejše vrste *Episyrphus balteatus* je bila podobna v vseh treh višinskih pasovih in ni sledila celokupni dinamiki združbe (slika 1b). Pri vrsti smo ugotovili dva vrhova in sicer v drugi polovici julija in konec avgusta. Očitno je izrazito povečevanje številčnosti vrste *E. balteatus* vplivalo tudi na celokupno dinamiko združbe ob koncu avgusta.



Slika 1: Sezonska dinamika v združbi muh trepetavk (*Syrphidae*; a) in krešičev (*Carabidae*, c) po treh višinskih pasovih v letu 2010. Sezonska dinamika najpogostejšega krešiča (*Aptinus bombardarda*; b) precej bolj ustreza celokupni dinamiki v primerjavi z muhami trepetavkami (*Episyrphus balteatus*; b)

Glede na pričujočo primerjalno študijo različnih združb v višinskem (klimatskem) gradientu ugotavljamo, da ima sprememba klime pomemben vpliv na strukturo združb, pri čemer so

spremembe večje na primeru združb manjših in manj mobilnih nevretenčarskih organizmov kot pa na primeru ptičjih združb. Pri pticah se kažejo učinki klimatskih sprememb zlasti pri posameznih vrstah, t.i. južnih ali nižinskih vrstah oziroma severnih in višinskih vrstah. Največjo spremembo strukture združbe smo ugotovili pri najmanj mobilni obravnavani skupini, krešičih. Pri obeh žuželčjih skupinah pa so očitne razlike v sezonski dinamiki med posameznimi višinskimi pasovi. Časovni zamiki imajo tako lahko vplive na strukturo in delovanje ekosistema, saj omogočajo nekaterim specializiranim, višinskim in hladnoljubnim vrstam preživetje spričo zmanjšane kompeticije v zgodnejši sezoni.

Za spremljanje in napovedovanje učinkov predvidenih klimatskih sprememb na ekosisteme in življenjske združbe bi bila nujna vzpostavitev dolgoročnega monitoringa. Glede na rezultate te študije zaključujemo, da bi moral biti monitoring ekosistemskih učinkov klimatskih sprememb zasnovan tako, da bi vključeval reprezentativne organizme v ekosistemu. Pri vretenčarskih in bolj mobilnih organizmih, na primer pticah, bi moral biti monitoring osredotočen na posamezne indikatorske vrste glede na njihovo višinsko razširjenost (npr. ugotavljanje širjenja in povečevanja populacij južnih in/ali nižinskih vrst ter krčenja areala in zmanjševanja populacije severnih in/ali višinskih vrst) in vlogo v ekosistemu (npr. končni plenilci kot so sove). Pri tem se je potrebno osredotočiti na ugotavljanje populacijskih nihanj v višinskem gradientu kot tudi demografskih parametrov (npr. rodnost, smrtnost), pri čemer je pri pticah ugodna uporaba gnezdilnic. Nasprotno bi se bilo potrebno v okviru manjših, manj mobilnih izbranih nevretenčarskih skupin, kjer najdemo večji delež specialistov, osredotočiti na spremljanje celotnih združb po višinskem gradientu. Pri tem gre za ugotavljanje spreminjanja življenjskih združb z doseljevanjem novih (južni in/ali nižinskih vrst) in lokalnim izumiranjem obstoječih vrst (severne in/ali višinske vrste).

# **Gnezditveni uspeh ptic (Aves) v višinskem gradientu: osnova za oblikovanje demografskih študij kot vpliv klimatskih sprememb na zgradbo in delovanje ekosistemov**

Davorin Tome, Al Vrezec & Dejan Bordjan

## Uvod

V projektu smo raziskovali razlike v relativni gnezditveni gostoti/abundanci in gnezditvenem uspehu izbranih vrst v odvisnosti od nadmorske višine. Znano je, da se z naraščanjem nadmorske višine temperature znižujejo za okoli 0,5 °C na vsakih 100 m. Različne nadmorske višine tako predstavljajo gradient toplotnih razmer, s pomočjo katerega lahko okvirno predvidimo nekatere spremembe pri pticah, ki bodo nastale kot posledica globalnih podnebnih sprememb. Opozoriti velja le, da vseh razlik predstavljenih v tem poročilu ne gre pripisovati neposrednim vplivom temperature, temveč tudi posrednim – različne temperaturne razmere vplivajo na razlike v sestavi in strukturi gozda, fenologiji, sestavi in abundanci plena, vplivajo na kompeticijske odnose med vrstami, itd. To so vse načini posrednega vpliva temperature.

## Metode dela

Raziskovano območje je bilo pobočje Krima, ki ima razpon nadmorskih višin od 300 do 1100 m. Temperaturne razmere smo spremljali z avtomatskimi termometri na treh nadmorskih višinah (350, 650 in 950 m) v pred-gnezditvenem in gnezditvenem obdobju (januar – junij) v letih 2009 in 2010. Termometri so beležili temperaturo štirikrat dnevno. Opoldan, ob 18.00 ob polnoči in ob 6.00 zjutraj.

Gnezditvene abundance in gnezditveni uspeh smo ugotavljali v gnezdilnicah in sicer za veliko sinico (*Parus major*), ki je insektivori plenilec nižjega reda, in sove rodu *Strix* (kozača – *Strix uralensis* in lesna sova – *Strix aluco*), ki predstavljajo plenilce višjega reda oziroma končne plenilce v gozdnem ekosistemu, ki plenijo sesalce in ptice.

Gnezditveni uspeh in abundanco sinic smo ugotavljali v gnezdilnicah, ki smo jih postavili na treh nadmorskih višinah (350, 650 in 950 m) jeseni in pozimi 2008. Na vsaki višini smo postavili 2 x 8 gnezdilnic v medsebojni oddaljenosti 50 – 100 m. Na vsaki nadmorski višini smo imeli tako 16 gnezdilnic. Gnezdilnice so bile postavljene ob drevesna debla na višinah 3-5 m od tal. Abundanca, ki jo predstavljamo, je relativna, v obliki števila zasedenih gnezdilnic. Gnezditveni uspeh predstavljamo z velikostjo legla.

Gnezditveni uspeh in abundanco pri sovah smo ugotavljali v gnezdilnicah, ki so enakomerno razporejene po Krimu že več let. Smiselno smo jih združili v tri višnske pasove: 300-600m, 610-850m in 860-1100m. Na najnižji nadmorski višini smo imeli 12 gnezdilnic, 12 na srednji in 4 na najvišji. Gnezdilnice so bile postavljene ob drevesna debla na višinah 5-10m od tal. Abundanca, ki jo predstavljamo, je relativna, v obliki števila zasedenih gnezdilnic! Gnezditveni uspeh predstavljamo z velikostjo legla.

## Rezultati

### Temperature

Kakor pričakovano so bile temperature na višjih nadmorskih višinah nižje od temperatur na nižjih višinah (tabela 1). Povprečna temperatura v obdobju januar – junij na višini 350 m je bila 7,6 °C, na višini 650 m 6,3 °C in na 950 m 4,6 °C (tabela 1). Upadanje povprečne temperature z nadmorsko višino opiše linearna regresija z enačbo  $y = -0,005x + 9,417$  ( $R^2 = 0,994$ ), kar pomeni, da je na raziskovanem območju na Krimu v povprečju na vsakih 100m višine temperatura upadla za 0,5 °C.

Tabela 1. Povprečne temperature (°C) na treh nadmorskih višinah (nmv)

nmv (m)	jan	feb	mar	apr	maj	jun
950	-4,7	-1,7	1,4	7,1	10,4	15,0
650	-3,5	-1,1	3,2	8,5	14,3	16,2
350	-2,2	-0,2	5,3	10,4	14,2	18,1

### Relativna abundanca in gnezditveni uspeh velike sinice

Ločeno predstavljamo prva in druga gnezda velikih sinic v sezoni, ločeno predstavljamo tudi podatke iz let 2009 in 2010 (tabela 2).

Tabela 2. Število gnezdilnic v katerih je gnezdila velika sinica (*Parus major*) (relativna abundanca) in delež (podatek v oklepaju) od vseh na določeni višini.

nmv (m)	2009	2009	2010	2010
	prvo gn. (%)	drugo gn. (%)	prvo gn. (%)	drugo gn. (%)
350	13(81)	1(6)	14(87)	3(19)
650	6 (37)	6(31)	6 (37)	2(12)
950	4 (25)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Relativna abundanca gnezdečih velikih sinic je z nadmorsko višino upadala (tabela 2). Če združimo podatke za obe leti skupaj ugotovimo, da upadanje z višino dobro opiše logaritemska regresija z enačbo  $y = -23,15 \ln(x) + 162,43$  ( $R^2 = 0,99$ ). Linearna regresija opiše upad nekoliko slabše ( $y = -0,038x + 39,25$ ;  $R^2 = 0,97$ ), na podlagi te regresije pa lahko enostavno ocenimo, da na vsakih 100m nadmorske višine relativna abundanca velike sinice upade za okoli 3,8 gnezdeče pare. V kolikor predpostavimo, da je ugotovljen logaritemski trend realen in da ga lahko ekstrapoliramo, bi to pomenilo, da je abundanca nič (0) velikih sinic na nadmorski višini 1115m. Višje od te nadmorske višine velike sinice ne bi zasedle nobene gnezdilnice. Opozarjamo, da je to le teoretičen izračun!

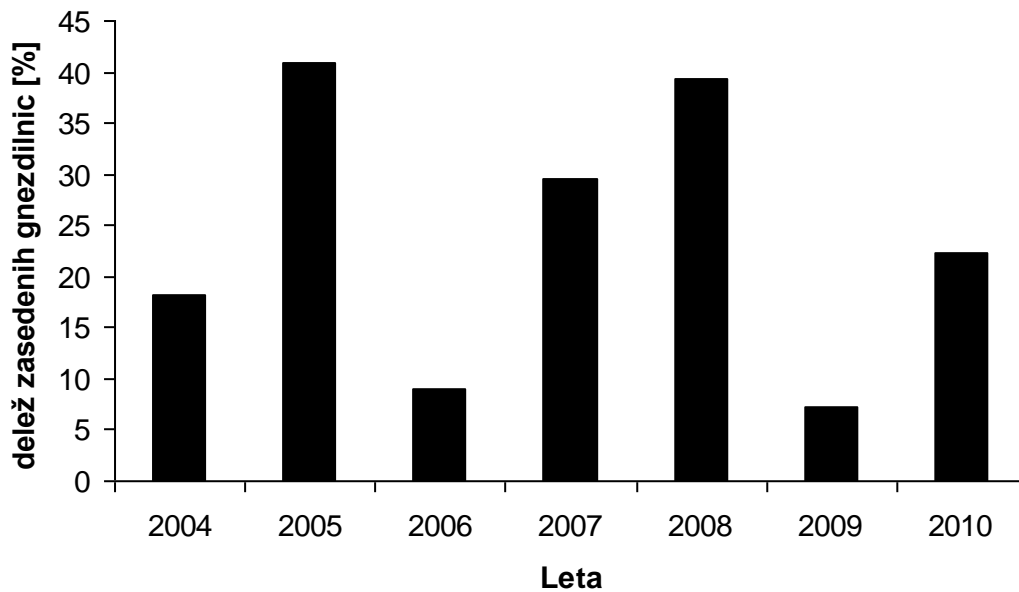
Tabela 3. Povprečna velikost legla velike sinice (*Parus major*) (v oklepaju je število gnezd)

nmv (m)	2009	2009	2010	2010
	prvo gn	drugo gn.	prvo gn.	drugo gn.
350	9,4(13)	6,0(1)	8,2(14)	6,3(3)
650	9,8 (6)	6,7(5)	8,6(6)	8,0(2)
950	9,5 (4)	- (0)	- (0)	- (0)

Gnezditveni uspeh velike sinice predstavljamo s številom znesenih jajc (velikost legla). Gnezditveni uspeh posameznih parov velike sinice se z nadmorsko višini ni značilno spreminjal (tabela 3). V prvih gnezdih so imele sinice na vseh višinah v letu 2009 v povprečju 9,5 jajc, v drugem 6,5. Leta 2010 so bila legla nekoliko manjša kakor leta 2009, na najvišji lokaciji tudi ni bilo zasedenih gnezdilnic. V prvih gnezdih leta 2010 je bilo na vseh višinah v povprečju 8,4 jajc, v drugem 7.

#### Relativna abundanca in gnezditveni uspeh sov rodu *Strix*

Leti 2009 in 2010 sta bili za sove prehransko slabi leti, zato je gnezdilo le malo osebkov (slika 1). V najnižjem pasu je gnezdilo 5 lesnih sov, na srednjem 2 in v najvišjem nobena. Kozača je gnezdila le v letu 2010 – en par v srednjem pasu. Sodeč na zasedenost gnezdilnic je bilo leto 2009 eno najslabših v obdobju 2004-2010 (slika 1), kar se je pokazalo tudi na velikosti legel lesne sove. Ta so bila v letu 2009 manjša (mediana 2 jajci na gnezdo) kot v letu 2010 (mediana 4 jajca na gnezdo). Lesne sove so imele v obeh letih skupaj v spodnjem pasu v povprečju 3,8 jajc na gnezdo, v srednjem pa 3. Razlika, zaradi majhnega vzorca ni dovolj značilna, da bi jo lahko posplošili kot splošno zakonitost. Sicer pa se je pri popisu teritorijev izkazalo, da je lesna sova značilno nižinska vrsta ( $\chi^2=3,9$ ,  $p<0,05$ ), kozača pa ni kazala značilnih višinskih preferenc ( $\chi^2=3,5$ , ns).



Slika 1: Zasedenost gnezdilnic s sovami rodu *Strix* na Krimi pri Ljubljani za obdobje od 2004 do 2010, ki kaže na to, da sta bili leti 2009 in 2010 gnezditveno slabši.

#### Zaključek

Razmere na nižjih nadmorskih višinah, ki so neposredno ali posredno povezane s temperaturo vplivajo na večjo abundanco in s tem gostoto gnezdečih velikih sinic. Na višjih nadmorskih višinah se abundanca in gostota močno zmanjšata. Gnezditveni uspeh posameznih parov od nadmorske višine ni bil odvisen.

Zaradi slabih let je na območju gnezdilo zelo malo sov. V dvoletni raziskavi nismo pridobili dovolj podatkov za smiselno ovrednotenje glede na zastavljen cilj raziskave. Okvirno lahko zaključimo le, da je nadmorska višina vplivala na abundanco lesne sove – na nižjih nadmorskih višinah je bila zasedenost gnezdilnic večja kakor na višjih.

# **Zgradba združb strig v odvisnosti od geografske razporeditve, nadmorske višine in habitatnega tipa**

Ivan Kos, Tanja Grgič, Blanka Ravnjak

## **UVOD**

### **PROBLEMATIKA**

Pri talnih plenilcih poskušamo ugotoviti, ali bodo s pomočjo populacijske dinamike sposobni dovolj hitro slediti spremembam v okolju, do katerih bi prišlo zaradi klimatskih sprememb. Poleg tega ugotavljamo kako razlike v klimatskih razmerah na različnih nadmorskih višinah vplivajo na biodiverziteti, abundanco, fenologijo in na populacijske procese pri prostoživečih gozdnih živalih na različnih trofičnih nivojih v prehranski piramidi dinarskega jelovo-bukovega gozda (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.) v Sloveniji. Ključnega pomena bodo raziskave populacijskih procesov, saj le ti na dinamiko populacij vplivajo neposredno. Predvidevamo, da bomo z rezultati lahko predvideli velikostne razrede sprememb v ekosistemih ob različnih scenarijih napovedanih podnebnih sprememb. Poznavanje odziva gozdnega ekosistema in posameznih ključnih vrst na klimatske spremembe je bistveno za uspešno trajnostno upravljanje z gozdnim ekosistemom.

Vpliv podnebnih sprememb na združbe v naslednjih desetletjih bomo predvideli na dva načina. Prvi je izdelava ustreznih habitatnih in populacijskih modelov, ki temeljijo na obstoječih in na novo pridobljenih podatkih o ekoloških značilnostih posamezne vrste in iz njih izpeljanih modelnih scenarijih različnih stopenj za vrsto pomembnih klimatskih sprememb. Drugi pa je primerjalna ekosistemska študija (Pianka 1981), pri kateri bomo na ozkem oziroma biogeografsko enotnem območju opisali stanje ekosistema glede na strukturo in funkcijo ter spremljali spremembe prek klimatskega gradienta. Na vsakih 100 m nadmorske višine se temperatura okolja zniža za 0,5 °C (Tome 2006). Na pobočjih višjih hribov imamo tako zvezen klimatski gradient, od vznožja do vrha, s katerim lahko simuliramo več desetletni časovni gradient predvidenih sprememb temperatur in podnebja. Na pobočjih visokih hribov lahko torej v relativno kratkem času izpeljemo naravni eksperiment, pri katerem lahko sklepamo o odzivih ekosistema na podnebne spremembe.

Večina raziskav povezanih z vplivi pričakovanih podnebnih sprememb na naravo skuša ugotoviti posledice na spremembe arealov razširjenosti vrst (zbrano v: Reemer et al. 2005, Huntley et al. 2007) in prek tega na spremembe v biodiverziteti (Lovejoy in Hannah 2005). Pri tem je potrebno opozoriti, da sta sprememba areala vrst in sprememba biodiverzitet le posredni posledici spremenjene klime na populacije posameznih vrst, ki se povrh vsega odvijata zelo počasi prek sukcesivnih ali prehodnih faz, zato je napovedovanje sprememb



prek teh dveh dejavnikov dokaj nezanesljivo in dolgotrajno. Veliko bolj zanesljiv pokazatelj so raziskave, ki preučujejo vplive podnebja neposredno na živa bitja v ekosistemih oziroma njihovo spremenjeno rabo prostora. Neposredno populacije reagirajo na vplive iz okolja le s populacijskimi procesi, kot npr. rodnost, umrljivost, selitve in fenologijo (npr. Begon et al. 2006, Menzel et al. 2006).

Strige imajo kot plenilci eno izmed najpomembnejših vlog v gozdnih ekosistemih, saj plenilci predstavljajo krovne in ključne vrste v ekosistemu. Po mnenju mnogih znanstvenikov so plenilci ključni za regulacijo številnih vrst v nižjih trofičnih nivojih prehranskega spleta (npr. Krebs 2001, Jedrzejewska in Jedrzejewski 1998, Carbone in Gittleman 2002). Zaradi klimatskih sprememb, ki vplivajo na plenjenje in plenske vrste, bi lahko prišlo do sprememb v populacijah številnih vrst prostoživečih živali preko vpliva na vrstno sestavo in abundanco posameznih vrst. Strige so ene izmed ključnih nevretenčarskih talnih plenilcev gozdnih ekosistemov zmernih klimatov. Njihova številčnost, status in medvrstne interakcije so le posredno odvisne od človeka in v večji meri posledica funkcioniranja celotnega ekosistema, precej bolj pa so tudi podvržene spremembam abiotičnih sprememb v okolju. Kot takšne lahko pomembno vplivajo na populacijsko dinamiko drugih nevretenčarjev v gozdnem ekosistemu, zlasti pogostih vrst katerih gradacija v spremenjenih klimatskih razmerah bi lahko imela resne negativne učinke.

## **STRIGE IN NJIHOV POMEN V NAŠIH GOZDOVIH**

Strige (Chilopoda) so kopenski členonožci (Arthropoda) in spadajo skupaj z dvojnonogami (Diplopoda), drobnonožkami (Symphyla) in pauropodi (Pauropoda) v skupino stonog (Myriapoda). Od dvojnonog se razlikujejo po enojnih, jasno ločenih telesnih členih. Drobnonožke imajo za razliko od strig dvanajst parov nog in na zadnjem delu telesa razvita dva značilna cerka. Pauropodi se od strig razlikujejo po številu členov v anteni (pauropodi 4, redkeje 6, strige najmanj 7) in tudi po velikosti, saj ne presegajo 1,9 mm. Strige se od ostalih treh skupin stonog razlikujejo tudi po močnih, kleščasto razvitih maksilipedijih. V tej skupini imajo posebno mesto zaradi svojega roparskega načina prehranjevanja (Kos 1995). Po dosedanjem poznavanju se prehranjujejo predvsem z mesno hrano. Večji del mesne hrane predstavlja plen, preostali del pa dobijo z mrhovino. Hranijo se z glistami, enhitrejami, deževniki, pršicami, skakači, hrošči, dvokrilci in drugimi (Fründ 1987, Kos 1995). Njihov plen so v splošnem vse živali, ki jih lahko premagajo. Pri lovu jim uspešno služijo maksilipediji z razvitimi strupnimi žlezami.

Razširjene so po vseh kontinentih, manjkajo le na Antarktiki. Živijo v zemlji, v stelji, opadu, pod kamni, debli, pod lubjem, v trhljih drevesih, štorih in v rovih drugih živali, pa tudi na drevju in v zgradbah. Njihova velikost je med 3 mm (*Lithobius lagrecai* Matic) in 270 mm (*Scolopendra gigantea* Leach). Trenutno je znanih preko 3100 vrst strig. Poseljujejo praktično

vse kopenske habitate od morskih obal pa vse do snežne meje oziroma do najvišjih vrhov nekaterih gorstev (Minelli 1993). Pojavljajo se občasno tudi v nekaterih poplavljenih predelih rek (Adiz 1992, Zulka 1991), osebki nekaterih vrst poseljujejo pas bibavice (Eason 1964, Barber 1992, Barber in Keay 1988). Posamezni taksoni so uspešno naselili tudi kraške jame (Attems 1959, Minelli 1982). Med dejavniki, ki določajo vrstno sestavo strig, ima odločilen vpliv zoogeografski položaj nekega območja.

Pri strigah lahko glede na embrionalni in postembrionalni razvoj ločimo podrazred Epimorpha, za katerega je značilno, da se iz jajc praviloma izležejo mladiči s končnim številom telesnih členov, medtem ko se pri podrazredu Anamorpha izležejo mladiči s sedmimi telesnimi členi in jim v larvalnem razvoju priraščajo novi. Vsi predstavniki skupine Anamorpha imajo 15 parov nog. Ločimo reda Scutigeromorpha in Lithobiomorpha. Predstavniki prvega imajo zelo dolge noge, živijo na drevesih, skalnih stenah in v človeških bivališčih. Stigme so nameščene na posteriornem robu dolgih tergite. Skupina je razširjena v toplejših predelih. V zmernem podnebju je bolj zastopan red Lithobiomorpha. Predstavniki tega imajo krajše noge in izmenjujoče se kratke in dolge tergite. Stigme so na boku členov z dolgimi tergiti. Samice lithobiidov odlagajo jajca skozi vse leto. Posamezno jajce samica z gonopodi prenaša več dni, v tem času ga zaščiti s fungicidnimi in baktericidnimi snovmi in oblepi s koščki prsti. Reprodukativni potencial je majhen, saj se izleže le eno jajce na več dni. Postlarvalni razvoj do spolne zrelosti traja približno dve leti. Smrtnost je relativno visoka za jajca in mlade osebke in majhna za postlarvalne stadije razen za zelo stare osebke. Lithobiidi dosežejo starost 4 leta in več (Albert 1983). V skladu z njihovim dolgim razvojem, pozno dosego reprodukativne faze, dolgim reprodukativnim obdobjem, nizkim reprodukativnim potencialom, dolgo življenjsko dobo, nizko mortaliteto postlarvalnih faz, lahko Lithobiidae obravnavamo kot *K*-stratege, ali bolje ravnotežne vrste med členonožci (Albert 1983). Variabilnost v času razvoja je pri njih zelo pomembna za ohranjanje populacijske velikosti na določenem nivoju. Skupino Epimorpha predstavljata dva reda. Predstavniki reda Scolopendromorpha imajo stalno število hodilnih nog (21 oziroma 23 parov). Živijo v tleh, pod kamni in v trhljih ostankih dreves. Stigme so nameščene na boku. Vrste iz reda Geophilomorpha pa imajo med 31 in 179 pari hodilnih nog in živijo predvsem v prsti. Pri njih so stigme nameščene na boku členov s hodilnimi nogami, razen na prvem in zadnjem. Pri epimorfih samica leže jajčeca enkrat letno, njihovo število pa je odvisno od teže samice (Radl 1992). Geophilomorphi imajo na splošno počasen razvoj in dolgo življenjsko dobo. Samice ščitijo svoj zarod (Radl 1992). Reprodukcijski potencial in umrljivost zaradi predatorjev in parazitov sta nizka (Lewis 1961, cit po Albert 1983). Tudi ta skupina je v primerjavi z ostalimi členonožci na *K*-strani *r-K*-strategij.

Strige so ektotermne živali in so občutljive na spremembe v temperaturi okolja (Grgič in Kos 2001), zaradi kutikularne zgradbe površine telesa pa tudi na izsušitev, saj je kutikula zelo slaba zaščita proti izgubljanju vode. Zaradi tega so prilagojene na vlažna območja, na

površini, kjer je suho pa hitro poginejo. Na strige pa poleg teh dveh fizikalnih faktorjev vplivajo še drugi abiotski (svetloba, veter, slanost, padavine), pa tudi biotski dejavniki (kompeticija, vegetacija, razpoložljivost plena in drugi).

Na nekem območju lahko živi večje število sorodnih vrst strig. To jim omogoča različno vedenje, različne zahteve posameznih vrst do okolja in prehrane. Zaradi mozaično razporejenih fizikalno-kemijskih in biotskih dejavnikov omogoča osnovni ekosistem sobivanje velikega števila vrst. Koeksistenco različnih vrst strig omogoča tudi različna preferenca do mikrohabitatov, ki pa je v večini primerov nepopolna in prihaja do prekrivanj (Fründ 1987). Prostorsko ločevanje je lahko horizontalno ali vertikalno, kar je posledica različnih klimatskih pogojev, ki pa sami neposredno ne morejo biti dejavnik, ki omogoča koeksistenco v skupnem okolju (Lewis 1965). Različni dejavniki vplivajo na osebkke v njihovem konkretnem okolju, vplivajo pa tudi na geografsko razširjenost vrste oziroma meje areala.

Strige imajo predvsem v gozdu pomembno vlogo v prehranjevalnih mrežah. Kot predatorji kontrolirajo populacije vrst, ki so njihov plen. Same strige pa so pogosto plen drugih predatorjev, žužkojedov, posebno rovk, pa tudi krtov in ježev. Tudi pri analizi prehrane strig v njihovih prebavilih ali iztrebkih dobimo pogosto ostanke strig.

V naših gozdovih sta raznovrstnost in gostota strig (tudi do 900 osebkov/m<sup>2</sup>) mnogo višji kot na primer v gozdovih Nemčije (do 171 osebkov/m<sup>2</sup>, Fründ 1983, Albert 1982), ter Anglije (Roberts 1957), Madžarske (Loksa 1968) in Poljske (Tuf 2000, Leśniewska 2000, Tracz 2000, Wytwer 2000), kjer ne presega 430 osebkov/m<sup>2</sup>, večinoma pa znaša okoli 100 osebkov/m<sup>2</sup>. Visoke gostote strig v naših gozdovih kažejo na pomembnost strig v gozdnih tleh v Sloveniji. Zaradi svoje številčnosti (v gozdnih ekosistemih zmernega pasu predstavljajo do 50% plenilske makrofavne tal) in mobilnosti imajo pomembno regulacijsko vlogo v kopenskih habitatih zmernih klimatov (Albert 1979, 1983, Fründ 1983, Kos 1988). Zaradi majhnega reprodukcijskega potenciala in plenilskega načina prehranjevanja so zelo občutljive na spremembe v okolju (Albert 1983, Fründ 1983, Lewis 1965). Porušenje nekaterih populacijskih parametrov (npr. starostna struktura) ima zelo dolgotrajen vpliv na njihovo združbo. Zaradi močne odvisnosti od vlažnostnih razmer v okolju, več let trajajočih razvojnih ciklov in relativne odsotnosti preference do hrane ter zaradi predatorskega načina življenja so strige relativno homogena skupina z ekološkega vidika (Lewis 1980, cit. po Lock in sod. 2001). Strige in njihove združbe v naših gozdovih označujejo mnoge značilnosti dobrega bioindikatorja (Grgič in Kos 2005b), zato jih lahko uporabimo pri ugotavljanju posledic sprememb v gozdu na talno favno.

Naši gozdovi so razmeroma dobro ohranjeni in imajo še številne naravne značilnosti, med katere lahko štejemo tudi talno favno z veliko vrstno diverziteto. Slovenija ima zaradi svojega geografskega položaja v primerjavi z mnogimi drugimi območji v Evropi, mnogo več

različnih vrst talnih živali iz različnih biogeografskih območij (Kos 1987, Tarman 1970). V gozdovih v Sloveniji tako najdemo na isti lokaciji do 44 vrst strig (Grgič 2005), medtem ko jih je v podobnih gozdovih Nemčije do 15. Pri nas najdemo v alpskem območju, ki je bilo v pleistocenu poledenelo, mnoge arkoalpinske vrste in boreoalpinske vrste talnih živali (Tarman 1970). Nekatere od teh vrst so se ohranile v predelih, ki niso bili v pleistocenu pod ledom (npr. južna ostenja) in so imele ugodne klimatske razmere. Drugo skupino sestavljajo balkanske vrste, ki se severneje v Evropi ne pojavljajo. Te so bile sestavni del periglacialne favne in so se ohranile v zatočiščih mezofilnih gozdov. Severneje v Evropi manjkajo vrste, značilne za balkanski polotok, čeprav so osnovni življenjski pogoji v srednje in severnoevropskih gozdovih primerni za večino od njih. Domnevamo, da razlog za to ni niti fizična bariera niti klimatski pogoji, ki bi preprečevali prehod teh vrst proti severu, temveč čas, ki je potreben, da vrste osvojijo ta območja. Zaradi svoje lokacije, reliefa in geološke zgodovine, je balkanski polotok in tako tudi območje današnje Slovenije, predstavljal zatočišče strig, kjer so termofilne in mezofilne vrste preživele ledene dobe (Kos 1992). Le v takšnih zatočiščih mezofilnih gozdov so se lahko ohranile tudi slabo mobilne vrste, ki so pomemben del talnih gozdnih združb. Zatočišča so eden izmed glavnih razlogov za veliko vrstno bogastvo združb posameznih živalskih skupin, predvsem v naših dinarskih gozdovih (Kos 1996). Pomemben razlog za veliko vrstno bogastvo združbe na zatočiščnih območjih je tudi sobivanje vrst in njihov vzajemni razvoj v procesu evolucije (koevolucija), ki je razmeroma počasen. Zato je vrstno bogastvo združbe odvisno tudi od njene starosti (Brewer 1994). Populacije so bile v zatočiščih geografsko ločene, kar je lahko povzročilo speciacijo in tako nastanek endemnih balkanskih vrst. Pomemben razlog za prisotnost velikega deleža endemnih vrst v združbah talnih živali slovenskih gozdov (Mršič 1997, Kos 2000) lahko iščemo prav v takšnih izolacijah populacij. Pretežni del endemnih balkanskih vrst je tako najverjetneje nastal v pleistocenu z alopatrično speciacijo. S spremembo klime v medledenih obdobjih ob koncu pleistocena in v holocenu poteka ponovna naselitev širšega evropskega prostora iz zatočišč (Culiberg in Šercelj 1998, Hewitt 1996). Vrste kolonizirajo nov prostor in širijo svoje areale. Toda balkanske vrste strig na primer niso kolonizirale območja srednje in severne Evrope, število vrst postopoma pada proti severu. Strige imajo praviloma nizek reproduktivni potencial, in več let trajajoče razvojne cikle (Albert 1983), glede na laboratorijske poskuse pri litobiidih pa sklepamo tudi na splošno nizko disperzno moč. Zaradi počasnega razvoja je prilagajanje in razširjanje strig in verjetno tudi mnogih drugih talnih živali počasno v primerjavi z razširjanjem rastlinskih združb, ki tudi že severneje predstavljajo potencialno primerno okolje za mnoge živalske vrste, ki pa jih tam še ni.

Združbe strig in drugih talnih organizmov pa se razlikujejo tudi znotraj slovenskega prostora. Ta raznolikost je pogojena z geografsko in geološko raznolikostjo pokrajin, na sestavo gozdne talne favne pa neposredno vpliva tudi strukturiranost in heterogenost gozdnega ekosistema (Grgič in Kos 2003, 2005a).

Talna favna pa je odvisna tudi od trajnosti gozda. Pri proučevanju združb strig in deževnikov na izbranih rastiščih divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v različno ohranjenih gozdnih tipih glede na preteklo rabo tal so ugotovili (Kos in sod. 2000) znatne razlike v njihovi sestavi med starim trajnim gozdom ter mlajšim gozdom na predhodno degradiranih površinah nekdanjih pašnikov. Primerjava med ploskvami je pokazala, da se pojavlja statistično značilna razlika med pari. Razlike so v pojavljanju posameznih vrst, kakor tudi v njihovih gostotah (Kos in sod. 2000).

## **GEOGRAFSKI DEJAVNIK RAZŠIRJENOSTI STRIG**

Organizme najdemo skoraj povsod na Zemlji. Nobena vrsta pa ne živi povsod. Vsaka vrsta ima določeno geografsko območje, kjer so omejene okoljske razmere. Večina geografskih in fizikalnih sprememb v okolju je predvidljivih. Mnoge vrste so omejene vsaj na delu njihovega areala z fizikalnimi faktori, kot so temperatura, vlažnost, kemija tal in vode, meje areala pa so odvisne tudi od vplivov drugih vrst organizmov. Trenutno stanje arealov torej določajo fizikalni (abiotski) dejavniki in efekti drugih organizmov (biotski dejavniki). Večina avtorjev proučuje enega ali dva faktorja na majhnem območju na meji geografskega območja, saj je geografsko območje večine vrst veliko, znanstvene raziskave pa so omejene. Lega današnjih arealov in potek njihovih meja pa so vezani tudi na dogajanja v zemeljski zgodovini, ki so vplivala na nekdanje območje areala (tektonika plošč, klimatske spremembe), ter na naravne meje. Nobeno živo bitje pa ni tako neodvisno, da ne bi bili njegova abundanca in distribucija odvisni od ostalih vrst (Brown in Lomolino 1998).

Rekonstrukcija globalnih temperatur zadnjih 2 milijonov let kaže, da je bilo na Zemlji najmanj deset velikih ledenih dob (doba, med katero je bila temperatura najmanj 4°C pod tisto v medledeni). Pred to rekonstrukcijo z veliko resolucijo, so geologi in paleontologi ločevali le štiri glacialne kroge v pleistocenu. Od vrha zadnje ledene dobe, Würm v Evropi, so se temperature dvignile za približno 4,5°C, kar se je zgodilo v obdobju 4000let. Klimatske spremembe so lahko torej zelo hitre (Brown in Lomolino 1998).

Biogeografska dinamika pleistocenskega življenja se je odražala v treh glavnih spremembah v okolju:

1. Spremembe v lokaciji, razprostrtosti in konfiguraciji primarnega habitata.
2. Spremembe v razporeditvi klimatskih pasov.
3. Formaciji in razkroju razpršenih poti.

Odgovori vrst, dolgo adaptiranih na relativno stabilne razmere so bili tudi treh tipov:

1. Nekatere vrste so "potovale" skupaj z optimalnim habitatom.

2. Nekatere so ostale, kjer so bile in se adaptirale na nove razmere.
3. Ostale vrste pa so se reducirale ali izumrle.

## **VPLIV TEMPERATURE IN VLAŽNOSTI NA STRIGE**

Klimatske spremembe vplivajo na življenje na Zemlji, saj sta temperatura in vlažnost pomembna limitirajoča faktorja geografskih območij organizmov. Organizmi različno tolerirajo ta dva faktorja. Vsak organizem ima spodnjo in zgornjo letalno temperaturo, ki pa nista konstanti za vrsto. Organizmi pa se lahko tudi fiziološko aklimirajo na različne razmere. Vsak osebek določene vrste ima določeno fiziološko toleranco. Vemo pa, da lahko pride do lokalne adaptacije in posamezna vrsta ni fiziološko popolnoma uniformna.

Pri mnogih vrstah, ki doživljajo strese zaradi mraza ali vročine v okolju, prihaja do sprememb v fiziologiji, ki pomaga osebkem premagati stres (npr. biokemična adaptacija na nizke temperature v zimskem času). Takšne spremembe pri živalih v naravnem okolju imenujemo aklimatizacija. Za razliko od tega je aklimacija izraz, ki se nanaša na specifične fiziološke spremembe, ki se razvijejo v laboratoriju in drugem nenaravnem okolju kot odgovor na spremembo enega dejavnika okolja, na primer temperaturo. Opisana je za posamezna tkiva, kot tudi za celotni organizem (Eckert 1988).

Temperatura in vlažnost vplivata na katerikoli stadij življenjskega kroga in lahko omejujeta distribucijo vrste z delovanjem na preživetje, reprodukcijo, razvoj mladih organizmov ter interakcijo z drugimi organizmi blizu mej tolerance (kompeticija, predacija, parazitizem, bolezni). V primeru omejevanja distribucije se lahko vprašamo, kateri vidik temperature ali vlažnosti je relevanten - maksimum, minimum, povprečje ali stopnja variabilnosti. Vendar tukaj ne moremo sprejeti splošnega pravila, saj je to odvisno od mehanizmov, s katerimi faktorja delujeta na vrsto. Organizmi v različnih stopnjah razvoja različno odgovarjajo na iste spremembe v okolju. Iz tega razloga povprečna temperatura in padavine niso vedno povezani z omejevanjem distribucije, čeprav sta kritični spremenljivki (Krebs 1994).

Na krajevne toplotne razmere vplivajo meteorološki pojavi, kot so oblaki in oblačnost, megla, padavine in vetrovi, dalje geološka podlaga, nadmorska višina, bližina morij, jezer, velikih rek in močvirij in v veliki meri rastlinska odeja. Ob natančnem pregledu globalnih vzorcev fizikalnih razmer v okolju lahko ugotovimo, da nam ti povedo zelo malo o konkretnih razmerah, ki so v osebkovi ožji okolici. V kopenskih habitatih imenujemo klimo manjših prostorov mikroklima in kaže šibko zvezo s klimatskim vzorcem širšega območja. Po eni strani lahko dva organizma, ki sta le par centimetrov narazen, živita v popolnoma različnih fizikalnih okoliščinah - vlažno ali sušno, hladno ali toplo, vetrovno ali v zaveterju. Po drugi strani pa so lahko ob izbiranju ustreznega mikrookolja osebki razporejeni po velikem območju različnih širin in višin, a so kljub temu deležni dejansko identičnih fizikalnih razmer.

Najbolj značilna mikrookolja so tipični majhni in daleč razširjeni kraji. Kapaciteta organizmov v specifičnem mikrookolju je odvisna od njihove mobilnosti ali prenosljivosti (glede na aktivnost in pasivnost transporta), telesne velikosti, specialnih fizioloških zahtev in vedenjske selektivnosti. Da lahko organizem živi na območju z njemu primerno klimo, mora biti sposoben najti in zasedati takšen prostor. Mnoge živali uporabljajo svoj senzorni in lokomotorni sistem za iskanje izoliranih krajev. Poiščejo si okolje, ki ustreza njihovemu življenjskemu stilu. Nekatere vrste organizmov pa so si sposobne same ustvariti primerno mikrookolje.

Dejstvo, da mnoge organizme najdemo le v določenih mikrookoljih je pomembno za razumevanje geografskih vzorcev. Po eni strani to pomeni, da ima vrsta veliko širšo geografsko razširjenost, kot bi lahko predvidevali po kratkem pregledu fiziološke tolerance in klimatskih vzorcev, ki jih zahteva. Po drugi strani pa natančnejša študija pokaže, da je lokalna porazdelitev mnogih organizmov izrazito točkasta, ker so znotraj geografskega območja vezani na mikrohabitate z zelo specifično mikroklimo.

Telesna temperatura živali je odvisna od lastne proizvodnje toplote in izmenjave toplote z okoljem. Ko obravnavamo žival v njenem toplotnem okolju, mislimo na temperaturne razlike, ki obstajajo med telesno temperaturo živali in temperaturo okolja. Toplotno stanje okolja je še posebej pomembno za ektotermne (poikilotermne) živali, ki so toplotno popolnoma odvisne od okolja. V evoluciji živali so se zato razvili fiziološki mehanizmi, ekološke in etološke prilagoditve, ki prispevajo k optimalnemu vzdrževanju telesne temperature. Glede na stabilnost telesne temperature so strige poikilotermne živali, katerih telesna temperatura niha bolj ali manj z temperaturo okolja. Mnogi tako imenovani poikilotermi lahko dokaj dobro regulirajo svojo telesno temperaturo v naravnem okolju s kontroliranjem izmenjave toplote z okoljem, vendar je ta sposobnost omejena z razpoložljivostjo toplote v okolju. Druga klasifikacija uvršča strige glede na vir telesne toplote med ektotermne živali. Odvisne od energetskih virov v okolju. Strige metabolno producirajo zelo malo toplote. Zanje je veliko pomembnejša izmenjava toplote z okoljem. Imajo nizko stopnjo metabolične produkcije toplote in visoko toplotno prevodnost - so slabo izolirane. Tako je toplota, ki jo dobijo od metabolnih procesov hitro izgubljena v okolju. Po drugi strani pa jim visoka toplotna prevodnost omogoča absorpcijo toplote iz okolja. Tudi te živali pa lahko regulirajo telesno temperaturo, vendar ne v metaboličnem smislu. Sposobne so namreč vedenjskega reguliranja toplote. Toploto sprejemajo s sončenjem in gretjem na soncu z orientacijo telesa, ki omogoča največjo absorpcijo, dokler temperatura telesa ni zadostna za učinkovito lokomocijo. Na splošno pa je najefektivnejše termoregulatorno dejanje ektotermov izbira primerne mikrokline v okolju.

Izbira ožjega temperaturnega območja ali termopreferenca je značilnost ektotermnih živali in je zunanji izraz njihove ekološke valence. Z izbiro primerno ogretyh mest poskrbijo za

optimalno telesno temperaturo ter za izbiro optimalnega termičnega okolja za preživetje in razmnoževanje. Izraženost temperaturne preference je od vrste do vrste strig različna (Grgič 1999). Tudi temperaturno območje, ki ga osebkci izbirajo, se razlikuje med vrstami.

Na termopreferenco lahko vpliva tudi predhodna toplotna aklimacija. Osebkci, ki so aklimirani na nižje temperature, praviloma izbirajo okolja z ustreznimi nižjimi temperaturami in obratno (Tarman 1992). Ekološke posledice aklimacije in aklimatizacije prav tako ne smemo prezreti pri obravnavanju prostorske razširjenosti vrst. Aklimatizacija je pogost sezonski pojav in odgovor na periodična spremembe v okolju. Aklimacija različno vpliva na posamezno vrsto osebkov. Pri ugotavljanju temperaturne preference strig v laboratoriju (Grgič in Kos 2001) pri vrstah *L. dentatus* in *L. mutabilis* ni bilo opaznega vpliva aklimacije, pri *L. forficatus* in *L. validus* je aklimacija na nižje temperature izzvala izbiro nižjih temperatur, pri vrstah *L. stygius*, *L. latro* in *L. nodulipes* pa obratno. Raziskovane vrste predstavljajo značilno skupno mezofilno favno. Areali se prekrivajo, osebkci pa si delijo iste habitate. Pri tem pride do izraza temperaturna preferenca. Osebkci različnih vrst lahko izbirajo različno temperaturo in s tem različne mikrolokacije. S tem se zmanjša interspecifična kompeticija in je omogočena koeksistenca sorodnih vrst. Glede na razlike v temperaturni preferenci in različen vpliv aklimacije lahko vrste izbirajo tudi različne habitate v različnih časovnih obdobjih (Grgič in Kos 2001).

## **MATERIAL IN METODE DELA**

### **IZBOR IN OPIS VZORČNIH MEST**

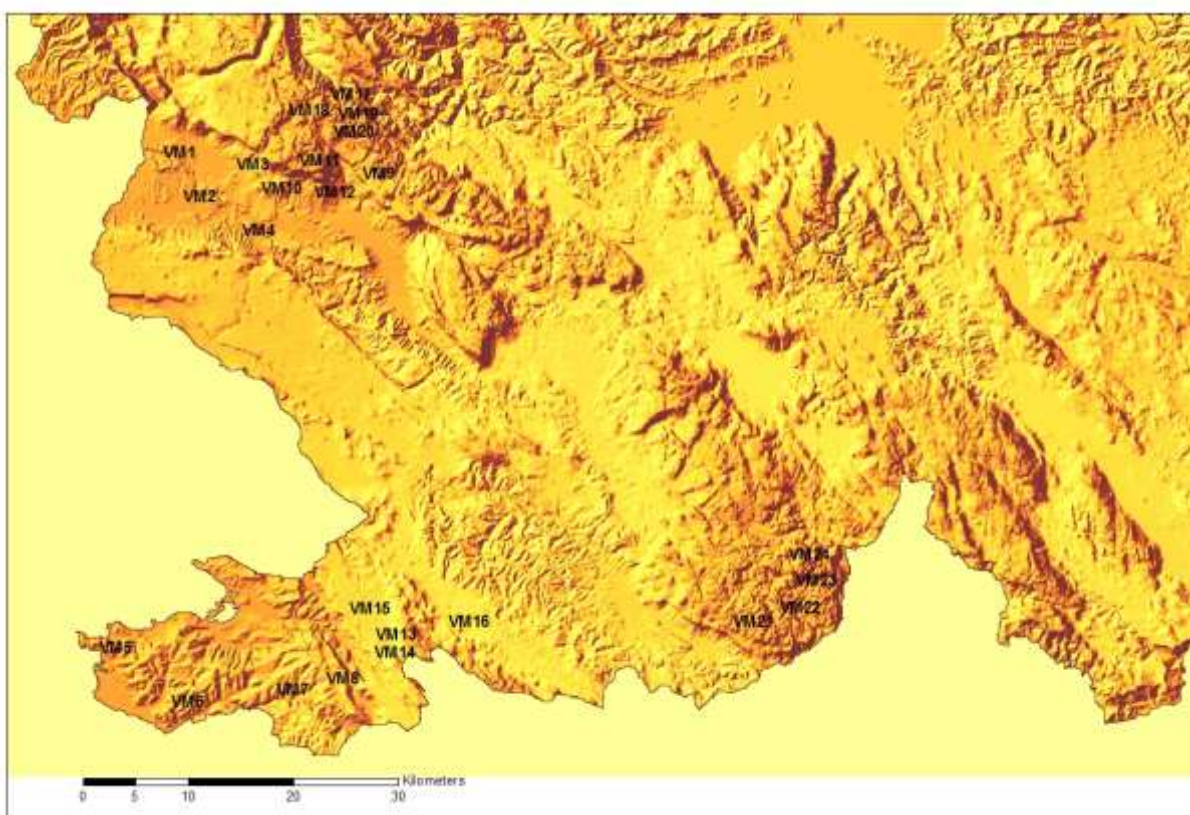
Vzorčna mesta, na katerih smo v letu 2009 vzorčili favno strig, smo izbrali na transektu od slovenske obale pa do Snežnika ter na Goriškem. Vzorčenja smo izvedli 4.2., 18.3., 24.4., 19.6., 7.8. ter 9.9. 2009 pri čemer smo vsakokrat odvzeli vzorce na štirih vzorčnih mestih. Skupno smo torej vzorčili na 24 različnih vzorčnih mestih (osnovni podatki o vzorčnih mestih so v Tabeli 1). Vzorčna mesta smo izbrali tako, da so se nahajala na različnih nadmorskih višinah, v različnih klimatskih razmerah in v različnih habitatih.



**Tabela 1:** Seznam vzorčnih mest kjer smo izvedli vzorčenja favne strig v letu 2009. Za vsako vzorčno mesto so v tabeli podani: UTM kvadrant, nadmorska višina, ekspozicija terena in habitatni tip.

<b>VM</b>	<b>LOKACIJA</b>	<b>DATUM</b>	<b>UTM</b>	<b>NM.V.</b>	<b>EKSP.</b>	<b>HAB. TIP</b>
1	Batuje	4.2.2009	VL08	100 m	J	hrastov gozd
2	Opade	4.2.2009	VL08	294 m	JZ	hrastov gozd
3	Panovec	4.2.2009	UL98	124 m	JV	hrastov gozd
4	Vogrsko	4.2.2009	UL98	115 m	J	hrastov gozd
5	Bernetiči	18.3.2009	VL03	216 m	J	hrastov gozd
6	Fiesa	18.3.2009	UL84	90 m	JZ	lovorov sestoj
7	Kubed	18.3.2009	VL14	256 m	J	hrastov gozd
8	Orešje	18.3.2009	UL93	100 m	JZ	hrastov gozd
9	Križec	24.4.2009	VL18	630 m	JZ	termofilni gozd
10	Kucelj	24.4.2009	VL08	1175 m	JZ	star gozd
11	Kucelj	24.4.2009	VL08	1190 m	JZ	sušni travnik
12	Otlica	24.4.2009	VL18	950 m	JV	sušni travnik
13	Praproče	19.6.2009	VL14	426 m	planota	sušni travnik
14	Praproče	19.6.2009	VL14	466 m	J	termofilni gozd
15	Skadanščina	19.6.2009	VL24	534 m	JV	termofilni gozd
16	Velika Gobovica	19.6.2009	VL14	860 m	JV	termofilni gozd
17	Golaki	7.8.2009	VL19	1388 m	V	bukov gozd
18	Smrekova Draga	7.8.2009	VL19	1110 m	dno vrtače	ruševje
19	Smrekova Draga	7.8.2009	VL19	1150 m	J	smrekov gozd
20	Smrekova Draga	7.8.2009	VL19	1230 m	Z	bukov gozd
21	Dno pekla	9.9.2009	VL55	1193 m	dno mrazišča	smrekov gozd
22	Lom	9.9.2009	VL54	1405 m	V	bukov gozd
23	Okroglina	9.9.2009	VL54	1155 m	J	bukov gozd
24	Snežnik	9.9.2009	VL54	1550 m	JV	ruševje

Prvo vzorčenje smo izvedli 4.2.2009 v Vipavski dolini na vzorčnih mestih Panovec, Vogrsko, Opade in Batuje. Vreme je bilo v času vzorčenja oblačno, tla pa so bila zaradi preteklega deževja dobro namočena. Našteta vzorčna mesta se nahajajo na nadmorski višini med 100 m in 294 m. Matična podlaga treh mest je fliš, na vzorčnem mestu Opade pa apnenec. Na vseh vzorčnih mestih prevladuje sestoj starejših hrastovih dreves. Gozd Panovec je celo zavarovan kot naravna znamenitost. Med prvo in drugo svetovno vojno je bil gozd močno uničen, zato je kasneje prišlo do vnašanja tujerodnih drevesnih vrst. Na samem območju se prepletajo štirje tipi gozdov: mešani sestoji listavcev, starejši sestoji iglavcev, mlajši sestoji iglavcev in panjevci robinije. Ostala tri vzorčna mesta pa so predvsem gozdni ostanki med njivami, pašniki in vinogradi.



Slika: Vzorčna mesta za analizo združb strig (Chilopoda)

Vzorčenje 18.3.2009 je potekalo na vzorčnih mestih v Fiesi, Orešju, Bernetičih in Kubedu. Vremenske razmere so bile ugodne, bilo je sončno in toplo. Kljub temu je bila zaradi predhodnega dežja prst dobro namočena. Vsa vzorčna mesta so na apnenčasti matični podlagi na nadmorski višini med 90 m in 256 m. Na vseh vzorčnih mestih razen v Fiesi je v gozdnem sestoji prevladujoča drevesna vrsta puhasti hrast (*Quercus pubescens*) v fazi drogovnjaka ali debeljaka. V podrasti sta prevladujoči rastlinski vrsti bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) ter špargelj (*Asparagus acutifolius*), mestoma pa lahko najdemo še navadni brin (*Juniperus*

*communis*). Vzorčno mesto v Fiesi se od ostalih kar precej razlikuje. Izmed vseh naštetih lokacij je to najnižje in najbolj zahodno ležeče vzorčno mesto. Nahaja se na strmi in zaraščeni globeli nad dvema umetno nastalima jezeroma ob morski obali. V drevesnem sloju prevladuje navadni lovor (*Laurus nobilis*) v razvojni fazi mladovja in letvenjaka. Tu in tam so prisotna še stara drevesa puhastega hrasta in črnega bora (*Pinus nigra*). Med drevesi in grmičevjem so gosti prepleti robide (*Rubus sp.*) in srobota (*Clematis sp.*), kar povzroča težko prehodnost sestoja. Tudi plast rastlinskega opada je tam zelo debela.

Vzorčenje na vzorčnih mestih v Otlici, na Križcu in Kuclju smo opravili 24.4.2009. V času vzorčenja je pihala močna burja in vreme je bilo oblačno. Tla pa so bila zaradi dežja dobro namočena. Vse lokacije se nahajajo na območju Trnovskega gozda na nadmorski višini med 630 m in 1190 m, pri čemer sta kar dve vzorčni mesti v bližini Kuclja. Mesti se med seboj razlikujeta le v habitatnem tipu. Tako se eno izmed njih nahaja cca 850 m stran od Kuclja v starem bukovem gozdu (*Fagus sylvatica*), kjer rastejo tudi posamezna drevesa gorskega javora (*Acer pseudoplatanus*). Domnevamo, da je kasneje tam prišlo do poseke, saj so bila nekatera starejša bukova drevesa v času našega vzorčenja že označena za sečnjo. Podrast v omenjenem gozdu ni gosta, opazili smo le nekaj primerkov navadnega jagodnjaka (*Fragaria vesca*), črne čmerike (*Veratrum nigrum*) spomladanskega jegliča (*Primula veris*), podlesne vetrnice (*Anemone nemorosa*) in spiralastolistnega vraničnika (*Chrysosplenium alternifolium*). Drugo vzorčno mesto se nahaja prav na Kuclju. Prerašča ga kraški travnik, v bližini se nahaja tudi pašnik. Rastlinske vrste, ki smo jih tam opazili so naslednje: spomladanski svišč (*Gentiana verna*), Clusijev svišč (*Gentiana clusii*), pernatolistna vijolica (*Viola pinnata*), avrikelj (*Primula auricula*), bodeča neža (*Carlina acaulis*), plahtica (*Alchemilla sp.*), grebenuša (*Polygala sp.*), kuminolistni silij (*Peucedanum carvifolia*), navadni jajčar (*Leontodon hispidus*), narcisa (*Narcissus poeticus*), Scheuchzerjev repuš (*Phyteuma scheuchzeri*) in kimasti bodak (*Carduus nutans*). Ponekod se pojavljajo tudi posamezna drevesa borovcev in grmičevje navadnega brina. Vzorčno mesto, ki ga prav tako prerašča kraški travnik, je tudi v Otlici. Floristična sestava je podobna tisti na Kuclju, le da smo na travniku v Otlici zabeležili še pristnost, vinske rutice (*Ruta divaricata*), navadnega komarčka (*Foeniculum vulgare*), čišljaka (*Stachys sp.*), prave lakote (*Galium verum*), navzkrižnolistnega svišča (*Gentiana cruciata*), belega svišča (*Artemisia alba*), drobnjaka (*Allium schoenoprasum*), gorske nebine (*Aster amellus*), pritlikavega šetraja (*Satureja subspicata*), navadnega vrednika (*Teucrium chamaedrys*) in Barrelierovega pajetičnika (*Veronica barrelieri*). Vzorčno mesto Križec pa se nahaja v termofilnem gozdu, v katerem so prisotna grmasto razrasla drevesa črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), črnega bora (*P. nigra*), malega jesena (*Fraxinus ornus*), dobrovite (*Viburnum lantana*), navadnega mokovca (*Sorbus aria*) in skalne krhlike (*Frangula rupestris*). Matična podlaga naštetih vzorčnih mest je apnenec.

V prvem poletnem vzorčenju 19.6.2009 smo odvzeli vzorce na dveh vzorčnih mestih pri Prapročah, na enem v bližini hriba Velika Gobovica ter v Skadanščini. Lega teh vzorčnih mest je med 462 m in 860 m nadmorske višine, matična podlaga pa je prav tako apnenec. Vremenske razmere so bile v času vzorčenja ugodne, bilo je sončno in zelo toplo, prst pa je bila izsušena. Vzorčni mesti pri Prapročah se nahajata v medsebojni bližini. Eno izmed njiju je košen kraški travnik, drugo pa termofilni gozd v fazi drogovnjaka in letvenjaka. Na slednjem je bil pred pol stoletja verjetno pašnik, saj so še danes vidni ostanki kamnite škarpe. Prevladujoče drevesne vrste, ki smo jih tukaj opazili so črni gaber (*O. carpinifolia*), glog (*Crataegus sp.*), mali jesen (*F. ornus*), puhasti hrast (*Q. pubescens*), črni bor (*P. nigra*), dren (*Cornus sp.*), češnja (*Prunus avium*) in brin (*J. communis*). Termofilni gozd v fazi drogovnjaka je tudi na vzorčnih mestih pri Veliki Gobovici in v Skadanščini. Se pa ti dve mesti razlikujeta v tem, da so na prvem prisotna tudi starejša bukova drevesa na drugem pa debeljak puhastega hrasta ter mladovje malega jesena. Na vzorčnem mestu pri Veliki Gobovici je bila v času vzorčenja na tleh tudi debela plast stelje.

Drugo poletno vzorčenje 7.8.2009 je potekalo na treh vzorčnih mestih v Smrekovi dragi in enem na Golakih. Smrekova draga je obsežno visokokraško mrazišče in je del naravnega rezervata. Obsega najvišji del Trnovskega gozda z dnem na nadmorski višini 1110 m. Matični kamnini te ledeniško- kraške globeli sta dolomit in apnenec njena globina pa znaša 140 m. Zanj je značilen obrat rastlinskih pasov, kjer si od dna ter vse do vrha sledijo: ruševje, mraziščni smrekov gozd, dinarski gozd bukve in jelke, altimontansko bukove in subalpinsko bukove. Kot naše prvo vzorčno mesto na tem območju smo izbrali mesto na dnu Smrekove drage. Ta del drage prerašča gosto ruševje (*Pinus mugo*), vmes so prisotni še brusnica (*Vaccinium vitis-idaea*), barjanska kopišnica (*V. uliginosum*) in dlakavi sleč (*Rhododendron hirsutum*) tla pa so pokrita z mahovi. Drugo vzorčno mesto smo izbrali v mraziščnem smrekovem gozdu v fazi debeljaka. Prevladujoča rastlinska združba na tem mestu je *Lonicera caeruleae* – *Piceetum*. V podrasti pa uspevata še borovnica (*V. myrtillus*) in brusnica (*V. vitis-idaea*). Kot tretje vzorčno mesto v Smrekovi dragi smo določili mesto v pasu dinarskega bukovo-jelovega gozda (*Abieti-Fagetum dinaricum*). Četrto vzorčno mesto se nahaja v bukovem gozdu na robu naravnega rezervata Golaki. Leži na nadmorski višini 1388 m na apnenčasti matični podlagi. Poleg bukovih dreves v fazi debeljaka je tu prisotna še jerebika (*Sorbus acuparia*) v podrasti pa je številčno močno zastopan čemaž (*Allium ursinum*).

Zadnje vzorčenje smo opravili 9.9.2009. Vzorčili smo v oblačnem in vetrovnem vremenu, vmes je tudi deževalo. Izbrana vzorčna mesta se nahajajo na nadmorski višini med 1155 m in 1550 m. Matična podlag vseh mest je apnenec. Vzorčni mesti na Okroglini in Lomu se nahajata v bukovem gozdu. Bukov gozd na Okroglini je v fazi debeljaka in drogovnjaka. Po

2. svetovni vojni je bil gozd verjetno posekan saj je sedanji pomlajen. Poleg bukve so v sestoji še navadna smreka (*Picea abies*), jerebika (*S. acuparia*) in gorski javor (*A. pseudoplatanus*). V podrasti pa so bile zastopane predvsem navadna ciklama (*Cyclamen purpurascens*), navadni volčin (*Daphne mezereum*) in dvolistna senčnica (*Maianthemum bifolium*). Tudi bukov gozd na Lomu je v fazi debeljaka z mladovjem na tleh pa je debela plast listnega opada in drugih odmrlih rastlinskih ostankov. Opazili smo, da so na tem mestu nekoč izvajali prebiralno sečnjo. Zastopanost ostalih drevesnih vrst je podobna tisti na Okroglini. Tretje vzorčno mesto v zadnjem sklopu vzorčenja, Dno Pekla, je na dnu mrazišča. Gre za sestoj navadne smreke, v katerem v podrasti rastejo še borovnica (*V. myrtillus*), smrdljivka (*Aposeris foetida*), svečnik (*Gentiana asclepiadea*) in volčja jagoda (*Paris quadrifolia*). Kot zadnje, najvišje ležeče vzorčno mesto, smo izbrali mesto na Snežniku v sestoji ruševja. Rastlinska združba na tem območju je *Hyperico richeri* subsp. *grisebachii*-*Pinetum mugo*, vmes pa so pogosta drevesa jerebike (*S. acuparia*). Prav tako so med ruševjem pogosti še borovnica, malina (*Robus idaeus*) in skalno grozdičje (*Ribes petraeum*).

## VZORČENJE

Za vzorčenje strig smo uporabili kvantitativno metodo - metodo kvadratov. Vzorčenje smo izvedli s pomočjo vzorčevalnega svedra s premerom 21 cm in višine 33 cm. Na vsakem vzorčnem mestu smo določili kvadrat velikosti 15x15 metrov, znotraj le-tega pa smo odvzeli 8 vzorčnih enot, ki so bile znotraj kvadrata približno enakomerno razporejene. Vzorčne enote smo odvzeli tako, da smo vzorčevalni sveder zavrtali približno 15 cm v tla. Vsak odvzeti talni vzorec (vzorčna enota) je tako zajel listni opad in fermentacijski horizont. Vse izvrtane vzorce tal smo primerno označili in jih spravili v polivinilne vrečke. Na vsakem vzorčnem mestu smo izmerili tudi temperaturo tal v globini 10 cm ter temperaturo ozračja. Prav tako smo zabeležili vremenske razmere v času vzorčenja in popisali vegetacijo vzorčnega mesta. Talne vzorce smo odvzeli med 9.00 in 15.00. uro.

## EKSTRAKCIJA IN OBDELAVA MATERIALA V LABORATORIJU

Na dan vzorčenja smo talne vzorce namestili na modificirane Tullgrenove lijake, kjer smo jih sušili 21 dni. Postopek je potekal tako, da smo posamezen vzorec tal položili na sita s premerom 25 cm in višino 10 cm, tako da je bil listni opad spodaj. Sita smo nato namestili na plastične lijake, pod katere smo podstavili posodice s fiksativom etilenglikolom. Nad vsakim lijakom je bila nameščena 40 W žarnica. Zaradi toplote in svetlobe, ki jo je oddajala, so se živali pomikale z vrha talnega vzorca proti dnu lijaka, nato padle skozi luknjice sita in po lijaku zdrsnile v posodice s fiksativom. Po tritedenski ekstrakciji smo iz posodic ločili strige.

Večje osebke strig smo shranili v fiole s 70 % etanolom, manjše primerke pa smo vklopili v fiksativ (Swann) in pripravili trajne mikroskopske preparate.

## IDENTIFIKACIJA

Vse ulovljene strige smo v laboratoriju identificirali do vrst. Tiste, pri katerih identifikacija do vrst ni bila mogoča, pa smo uvrstili v višje taksonomske skupine. Vrste so identificirali s pomočjo sledeče taksonomske literature: Eason 1964, Koren 1986, 1992, Matic 1966, 1972, Verhoef 1931, 1937 in druge.

Ves nabrani in preparirani material je del zbirke talnih živali na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

## STATISTIČNA OBDELAVA

Dobljene podatke smo statistično obdelali s pomočjo MS Excel 2003 orodij in programom Ecological Methodology (Krebs, 2000). Za vsako vrsto strig smo na vsakem vzorčnem mestu izračunali povprečno število osebkov na  $m^2$  ter zgornjo in spodnjo mejo povprečnega števila osebkov. S HI-kvadrat testom smo nato testirali porazdelitev osebkov posamezne vrste v prostoru.

Na posameznih vzorčnih mestih smo analizirali tudi značilnosti združbe preiskovanih živalskih skupin. Kot pomemben pokazatelj stanja določene združbe je vrstna diverziteteta. S pomočjo programa Ecological Methodology (Krebs, 2000) smo tako oceno vrstnega bogastva in njen 95 % interval zaupanja izračunali z metodo Jackknife. Ocena temelji na prisotnosti redkih vrst. Za oceno raznovrstnosti združb smo uporabili Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks. Pri izračunih nismo upoštevali juvenilnih osebkov in tistih osebkov, ki jih nismo mogli določiti do vrste. Za primerjavo posameznih združb med seboj pa smo izbrali koeficient po Bray-Curtisu in s pomočjo programa PAST izrisali tudi dendrogram, ki prikazuje podobnost med združbami strig.

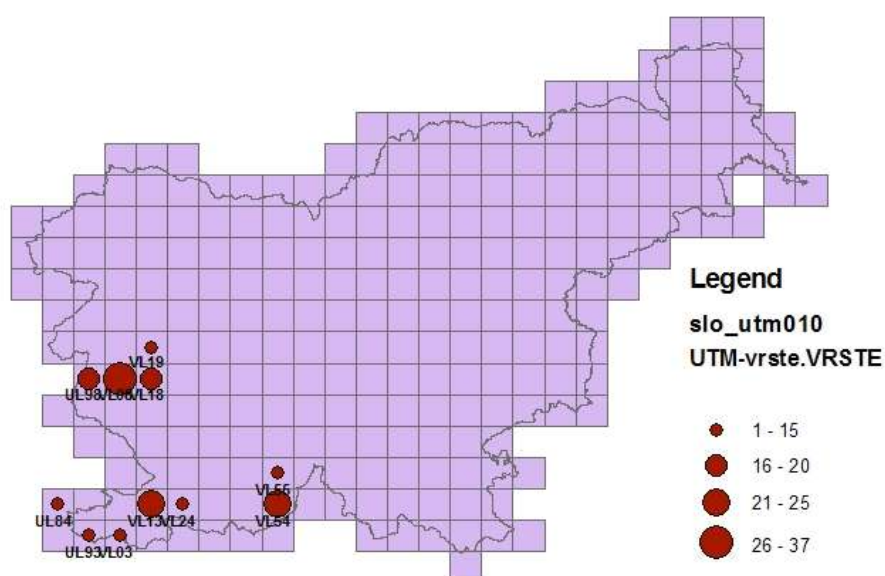
Za prikaz pojavljanja posameznih vrst v posameznih vzorčnih enotah smo uporabili dominanco in frekvenco. Medtem ko smo z dominanco ugotovili, kolikšna je relativna zastopanost posameznih vrst v vzorcu, nam je frekvenca pokazala relativno pojavljanje osebkov v posameznih vzorčnih enotah v procentih.

## REZULTATI

## **Vrstna zastopanost**

Tekom celoletnega vzorčenja v letu 2009 smo na vseh 24 vzorčnih mestih skupno ulovili 2018 osebkov, ki so pripadali 67 vrstam strig. Največje število vrst (19) smo ulovili v bukovem gozdu na Kuclju, po velikem številu vrst pa mu nato sledita še vzorčno mesto v Panovcu in na Lomu. Na obeh smo namreč ulovili 17 vrst. Najmanjše število vrst (2) pa smo našli na vzorčnem mestu z ruševjem v Smrekovi dragi. Prav tako majhno število vrst (4) je bilo prisotnih tudi na travniku v Prapročah in v smrekovem gozdu v Smrekovi dragi.

## Ulovljeno število vrst na UTM kvadrant v letu 2009

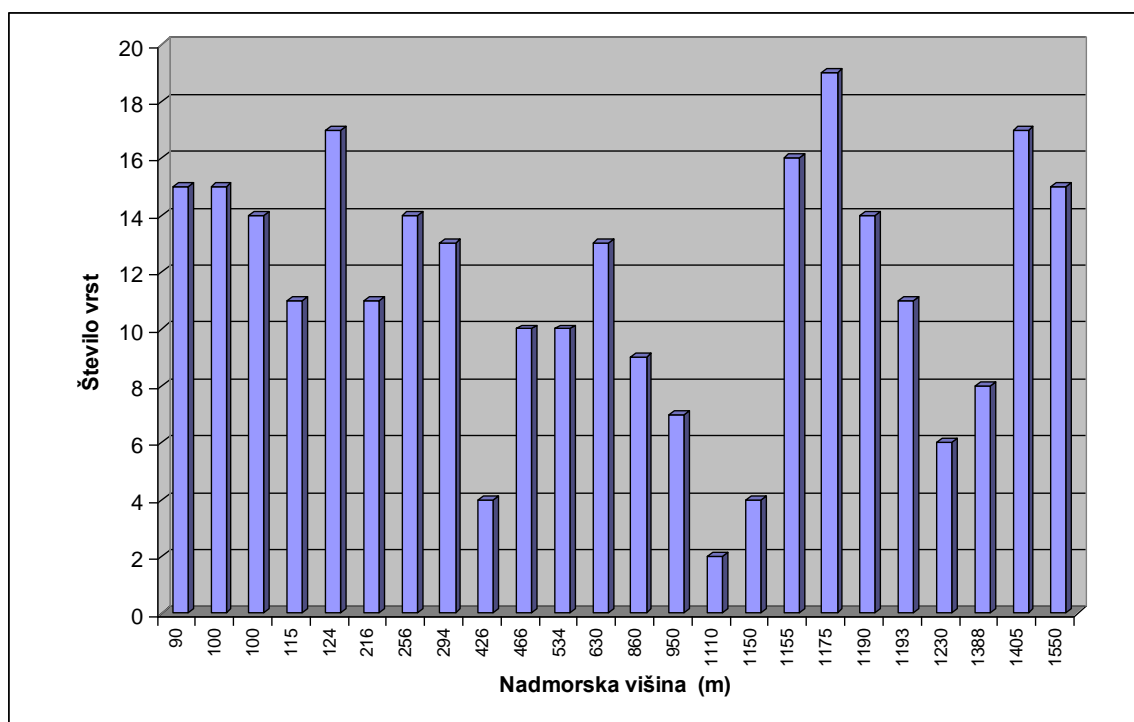


Slika: Število ujetih vrst strig (Chilopoda) z metodo kvadratov talnega vzorčenja po posameznih UTM kvadrantih.

Prevladovala so vrste iz redu Lithobiomorpha (35 vrst) znotraj katerega smo našli kar 5 novih vrst in sicer 3 rodu *Lithobius*, 1 rodu *Monotarsobius* in 1 rodu *Sigibius*. Prav tako veliko



število vrst (19) je pripadalo družini Geophilidae redu Geophilomorpha. Tudi znotraj te družine so bile prisotne 3 nove vrste rodu *Orinophilus*.



**Slika 1:** Število vrst na posameznem vzorčnem mestu. Vzorčna mesta si sledijo po naraščajočih nadmorskih višinah (Fiesa – 90 m, Batuje – 100 m, Orešje – 100 m, Vogrsko – 115 m, Panovec – 124 m, Bernetiči – 216 m, Kubed – 256 m, Opade – 294m, Praproče-travnik – 426 m, Praproče-gozd – 466 m, Skadanščina – 534, Križec – 630, Velika Gobovica – 860 m, Otlica – 950 m, Smrekova Draga-ruševje – 1110 m, Smrekova Draga-smrekov gozd – 1150 m, Okroglina – 1155, Kucelj-gozd – 1175, Kucelj-travnik – 1190 m, Dno Pekla – 1193 m, Smrekova Draga-bukov gozd – 1230 m, Golaki – 1388 m, Lom – 1405 m, Snežnik – 1550 m)

### Seznam ulovljenih vrst strig

o. GEOPHILOMORPHA

f. Dignathodontidae

*Dignathodon microcephalum* Lucas, 1846

*Henia illyrica* Meinert, 1870

*Henia vesuviana* Newport, 1845

*Strigamia acuminata* Leach, 1815

*Strigamia crassipes* C. L. Koch, 1835

*Strigamia transsylvanica* Verhoeff, 1928

f. Geophilidae

*Acanthogeophilus* n. sp.  
*Brachygeophilus* sp.  
*Chalandea scheerpeltzi* Attems, 1952  
*Clinopodes flavidus* C. L. Koch, 1847  
*Clinopodes* n. sp.  
*Clinopodes polytrichus* cf. Attems, 1903  
*Clinopodes trebevicensis* Verhoeff, 1898  
*Geophilomorpha* ?!  
*Geophilus carpophagus* Leach, 1815  
*Geophilus flavus* De Geer, 1778  
*Geophilus proximus* cf. C. L. Koch, 1847  
*Orinophilus insculptus* Attems, 1895  
*Orinophilus* n. sp. B  
*Orinophilus* n. sp.A  
*Orinophilus* n.sp.C  
*Orinophilus oligopus* Attems, 1895  
*Stenotaenia palpiger* cf. *cribeliger*  
*Stenotaenia sorrentina* Attems, 1903  
*Stenotaenia* sp.

f. Mecistocephalidae

*Dicellogophilus carniolensis* C. L. Koch, 1847

f. Schendylidae

*Brachyschendyla montana* Attems, 1895  
*Schendyla carniolensis* cf. Verhoeff, 1902

o. LITHOBIOMORPHA

f. Lithobiidae

*Eupolybothrus grossipes* C. L. Koch, 1847  
*Eupolybothrus tridentinus* Fanzago, 1874  
*Harpolithobius anodus* cf. Latzel, 1880  
*Harpolithobius gottscheensis* Verhoeff, 1937  
*Lithobius agilis* cf. C. L. Koch, 1847  
*Lithobius castaneus* Newport, 1844  
*Lithobius dentatus* C. L. Koch, 1844  
*Lithobius erythrocephalus* C. L. Koch, 1847  
*Lithobius forficatus* Linnaeus, 1758  
*Lithobius lapidicola* Meinert, 1872  
*Lithobius latro* Meinert, 1872

*Lithobius melanops* cf. Newport, 1845  
*Lithobius mutabilis* C. L. Koch, 1862  
*Lithobius muticus* cf. C. L. Koch, 1847  
*Lithobius nodulipes* Latzel, 1880  
*Lithobius peregrinus* Latzel, 1880  
*Lithobius pusillus* Latzel, 1880  
*Lithobius pygmaeus* Latzel, 1880  
*Lithobius* sp. (cf. *lapidicola*)  
*Lithobius* sp. (cf. *latro*)  
*Lithobius* sp. (cf. *mutabilis*)  
*Lithobius* sp. A  
*Lithobius* sp. B  
*Lithobius* sp. C  
*Lithobius tenebrosus* Meinert, 1872  
*Lithobius tricuspis* Meinert, 1872  
*Monotarsobius aeruginosus* L. Koch, 1862  
*Monotarsobius curtipes* C. L. Koch, 1847  
*Monotarsobius* n. sp.  
*Monotarsobius* sp. A  
*Sigibius* n.sp. (*anici*)  
*Sigibius carinthiacus*  
*Sigibius* n. sp.  
*Sigibius* sp. (cf. *carinthiacus*)  
*Sigibius* sp. A

o. SCOLOPENDROMORPHA

f. Cryptopidae

*Cryptops hortensis* Leach, 1815  
*Cryptops parisi* Brolemann, 1920  
*Cryptops rucneri* cf. *hortensis*  
*Cryptops* sp. (*lobatus*)

**Številčnost, dominanca in diverziteta**

Največja povprečna gostota osebkov 657 na kvadratni meter z intervalom med 435 in 853 (pri 95 % meji verjetnosti), je bila na vzorčnem mestu v Okroglini. K tolikšni gostoti sta prispevali predvsem vrsti *Cryptops hortensis* in *Cryptops parisi*. *Sigibius carinthiacus* in veliko število juvenilnih osebkov rodu *Lithobius*. Nekoliko nižji gostoti osebkov pa sta dosegli še vzorčni

mesti v Batujah s 607 os/m<sup>2</sup> (z intervalom med 66 in 1807) in v gozdu na Kuclju s 603 os/m<sup>2</sup> (z intervalom med 385 in 819).

Preglednica: Ocenjeno število strig s metodo kvadratov talnega vzorčenja

lokacija	nm. v. (m)	št. osebkov	št. os/m <sup>2</sup>	sp.m/m <sup>2</sup>	zg.m/m <sup>2</sup>	frekvenca (%)	št. vrst
<b>FIESA</b>	90	76	274,36	57,63	460,17	87,5	15
<b>BATUJE</b>	100	168	606,48	65,27	1807,60	100	15
<b>OREŠJE</b>	100	77	277,97	121,65	415,16	100	14
<b>VOGRSKO</b>	115	48	173,28	63,39	263,50	100	11
<b>PANOVEC</b>	124	95	342,95	119,56	594,64	100	17
<b>BERNETIČI</b>	216	99	357,39	156,24	522,15	100	11
<b>KUBED</b>	256	78	281,58	153,59	395,36	100	14
<b>OPADE</b>	294	39	140,79	34,28	265,75	100	13
<b>PRAPROČE-travnik</b>	426	11	39,71	19,22	68,77	62,5	4
<b>PRAPROČE-gozd</b>	466	114	411,54	61,23	1167,04	100	10
<b>SKADANŠČINA</b>	534	34	122,74	85,77	169,74	87,5	10
<b>KRIŽEC</b>	630	63	227,43	88,37	358,40	100	13
<b>VELIKA GOBOVICA</b>	860	152	548,72	276,42	775,93	100	9
<b>OTLICA</b>	950	24	86,64	9,45	147,46	62,5	7
<b>SMREKOVA DRAGA-ruševje</b>	1110	11	39,71	0,00	78,26	62,5	2
<b>SMREKOVA DRAGA-smerkov gozd</b>	1150	26	93,86	18,19	179,06	87,5	4
<b>OKROGLINA</b>	1155	182	657,02	435,06	852,91	100	16
<b>KUCELJ-gozd</b>	1175	167	602,87	384,59	818,46	100	19
<b>KUCELJ-travnik</b>	1190	23	83,03	430,92	983,31	100	14
<b>DNO PEKLA</b>	1193	156	563,16	197,19	932,54	100	11
<b>SMREKOVA DRAGA-bukov gozd</b>	1230	104	375,44	183,97	530,73	100	6
<b>GOLAKI</b>	1388	27	97,47	25,24	167,30	87,5	8
<b>LOM</b>	1405	88	317,68	162,52	453,74	100	17
<b>SNEŽNIK</b>	1550	156	563,16	309,33	778,40	100	15

Preglednica: Ocenjeno število vrst (po Jackknife metodi) ter Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks

datum	lokacija	S-W indeks	oc.št.vrst	sp.meja.	oc:g.meja. oc
4.2.2009	<b>BATUJE</b>	3,185	20,3	13,4	27,1
	<b>OPADE</b>	3.270	20	14,6	25,4
	<b>PANOVEC</b>	3.549	24	15,7	32,3
	<b>VOGRSKO</b>	2.891	14,5	8,2	20,8
18.3.2009	<b>BERNETIČI</b>	2.847	15,5	10	20,7
	<b>FIESA</b>	2.834	22	15	29
	<b>KUBED</b>	3.339	16,6	13,6	19,7
	<b>OREŠJE</b>	3.558	18,4	15,3	21,4
24.4.2009	<b>KRIŽEC</b>	2.611	18,3	14,1	22,4
	<b>KUCELJ-gozd</b>	3.212	24,3	17,4	31,1
	<b>KUCELJ-travnik</b>	3.551	23,6	14,8	32,4
	<b>OTLICA</b>	2.439	10,5	6,1	14,9
19.6.2009	<b>PRAPROČE-travnik</b>	1.842	5,8	3	8,5
	<b>PRAPROČE-gozd</b>	2.106	15,3	10,1	20,4
	<b>SKADANŠČINNA</b>	2.746	15,3	11,1	19,4
	<b>VELIKA GOBOVICA</b>	1.866	12,5	8,1	16,9
7.8.2009	<b>GOLAKI</b>	2.718	9,8	7	12,5
	<b>SMREKOVA DRAGA</b>	0,918	3,8	1	6,5
	<b>SMREKOVA DRAGA</b>	0,9	6,6	3,6	9,7
	<b>SMREKOVA DRAGA</b>	2.022	7,8	5	10,5
9.9.2009	<b>DNO PEKLA</b>	2.692	13,6	9,3	18
	<b>LOM</b>	2.688	26,6	15,4	37,9
	<b>OKROGLINA</b>	2.810	19,5	16,4	22,6
	<b>SNEŽNIK</b>	3.196	20,3	16,1	24,4

Preglednica: Osnovni podatki o strigah na vzorčni lokaciji ocenjeni s metodo kvadratov talnega vzorčenja.

Vrsta	FIESA			BATUJ			OREŠJE			VOGRSK		
	90			100			100			115		
	št.os/m <sup>2</sup>	sp.m/m	zg.m/m	št.os/m	sp.m/m <sup>2</sup>	zg.m/m	št.os/m	sp.m/m <sup>2</sup>	zg.m/m	št.os/m	sp.m/m <sup>2</sup>	zg.m/m
<i>Acanthogeophilus</i> n. sp.												
<i>Brachygeophilus</i> sp.												
<i>Brachyschendyla montana</i>				<b>57,76</b>	34,66	91,69				<b>14,44</b>	4,93	34,65
<i>Chalandea scheerpeltzi</i>												
<i>Clinopodes flavidus</i>				<b>25,27</b>	11,84	49,67	<b>10,83</b>	2,95	28,92	<b>7,22</b>	1,28	24,14
<i>Clinopodes</i> n. sp.				<b>3,61</b>	0,18	19,22						
<i>Clinopodes polytrichus</i> cf.							<b>7,22</b>	1,28	24,14	<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Clinopodes trebevicensis</i>												
<i>Cryptops hortensis</i>	<b>10,83</b>	2,95	28,92									
<i>Cryptops parisi</i>				<b>28,88</b>	11,84	53,86	<b>7,22</b>	1,28	24,14	<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Cryptops rucneri</i> cf. <i>hortensis</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22									
<i>Cryptops</i> sp. ( <i>lobatus</i> )				<b>10,83</b>	2,95	28,92						
<i>Dicellyphilus carniolensis</i>												
<i>Dignathodon microcephalum</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22									
<i>Eupolybotrus grossipes</i>												
<i>Eupolybotrus tridentinus</i>												
<i>Geophilomorpha čudo!!!</i>	<b>7,22</b>	1,28	24,14									
<i>Geophilus carpophagus</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22				<b>3,61</b>	0,18	19,22			
<i>Geophilus flavus</i>	<b>14,44</b>	4,93	34,65				<b>7,22</b>	1,28	24,14			
<i>Geophilus proximus</i> cf.												
<i>Harpolithobius anodus</i> cf.							<b>3,61</b>	0,18	19,22			









<i>Lithobius erythrocephalus</i>												
<i>Lithobius forficatus</i>	<b>7,22</b>	1,28	24,14									
<i>Lithobius lapidicola</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22									
<i>Lithobius latro</i>										<b>7,22</b>	1,28	24,14
<i>Lithobius melanops</i> cf.												
<i>Lithobius mutabilis</i>	<b>18,05</b>	7,11	40,35	<b>25,27</b>	11,86	49,69	<b>7,22</b>	1,28	24,14			
<i>Lithobius muticus</i> cf.												
<i>Lithobius nodulipes</i>	<b>7,22</b>	1,28	24,14	<b>3,61</b>	0,18	19,22				<b>18,05</b>	7,11	40,35
<i>Lithobius peregrinus</i>												
<i>Lithobius pusillus</i>												
<i>Lithobius pygmaeus</i>				<b>7,22</b>	1,28	24,14						
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>lapidicola</i> )												
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>latro</i> )												
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>mutabilis</i> )				<b>3,61</b>	0,18	19,22						
<i>Lithobius</i> sp. A												
<i>Lithobius</i> sp. B	<b>7,22</b>	1,28	24,14									
<i>Lithobius</i> sp.C												
<i>Lithobius tenebrosus</i>												
<i>Lithobius tricuspis</i>												
<i>Monotarsobius aeruginosus</i>										<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Monotarsobius curtipes</i>												
<i>Monotarsobius</i> n. sp.							<b>7,22</b>	1,28	24,14			
<i>Monotarsobius</i> sp. A												
<i>Orinophilus insculptus</i>												
<i>Orinophilus</i> n. sp. B							<b>7,22</b>	1,28	24,14			
<i>Orinophilus</i> n. sp.A												
<i>Orinophilus</i> n.sp.C												
<i>Orinophilus oligopus</i>												
<i>Schendyla carniolensis</i> cf.	<b>28,88</b>	11,86	53,86	<b>18,05</b>	7,11	40,35	<b>36,1</b>	19,22	62,69			
<i>Sigibius anici</i>							<b>14,44</b>	4,93	34,65			
<i>Sigibius carinthiacus</i>	<b>39,71</b>	19,22	68,77	<b>61,37</b>	0,00	154,97	<b>32,49</b>	16,10	60,53	<b>21,66</b>	0,00	39,52
<i>Sigibius</i> n. sp.												
<i>Sigibius</i> sp. (cf. <i>carinthiacus</i> )							<b>3,61</b>	0,18	19,22			
<i>Sigibius</i> sp. A												
<i>Stenotaenia palpiger</i> cf. <i>cribeliger</i>							<b>36,1</b>	19,22	62,69			

<i>Stenotaenia sorrentina</i>	<b>7,22</b>	1,28	24,14				
<i>Stenotaenia zanimivo!</i>							
<i>Strigamia acuminata</i>							
<i>Strigamia crassipes</i>							
<i>Strigamia transsylvanica</i>				<b>7,22</b>	1,28	24,14	<b>3,61</b> 0,18 19,22



<i>Henia illyrica</i>								
<i>Henia vesuviana</i>			<b>3,61</b>	0,18	19,22			
<i>Lithobius agilis</i> cf.						<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Lithobius castaneus</i>						<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Lithobius dentatus</i>						<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Lithobius erythrocephalus</i>								
<i>Lithobius forficatus</i>								
<i>Lithobius lapidicola</i>								
<i>Lithobius latro</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22					
<i>Lithobius melanops</i> cf.								
<i>Lithobius mutabilis</i>			<b>25,27</b>	11,86	49,69	<b>18,05</b>	7,11	40,35
<i>Lithobius muticus</i> cf.								
<i>Lithobius nodulipes</i>						<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Lithobius peregrinus</i>								
<i>Lithobius pusillus</i>								
<i>Lithobius pygmaeus</i>								
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>lapidicola</i> )						<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>latro</i> )								
<i>Lithobius</i> sp. (cf. <i>mutabilis</i> )								
<i>Lithobius</i> sp. A								
<i>Lithobius</i> sp. B								
<i>Lithobius</i> sp.C								
<i>Lithobius tenebrosus</i>								
<i>Lithobius tricuspis</i>								
<i>Monotarsobius aeruginosus</i>								
<i>Monotarsobius curtipes</i>			<b>3,61</b>	0,18	19,22			
<i>Monotarsobius</i> n. sp.								
<i>Monotarsobius</i> sp. A								
<i>Orinophilus insculptus</i>								
<i>Orinophilus</i> n. sp. B	<b>3,61</b>	0,18	19,22			<b>111,91</b>	2,62	180,56
<i>Orinophilus</i> n. sp.A								
<i>Orinophilus</i> n.sp.C								
<i>Orinophilus oligopus</i>								
<i>Schendyla carniolensis</i> cf.						<b>3,61</b>	0,18	19,22
						<b>7,22</b>	1,28	24,14

<i>Sigibius anici</i>				<b>3,61</b>	0,18	19,22			
<i>Sigibius carinthiacus</i>				<b>83,03</b>	8,26	124,16	<b>7,22</b>	1,28	24,14
<i>Sigibius</i> n. sp.									
<i>Sigibius</i> sp. (cf. <i>carinthiacus</i> )									
<i>Sigibius</i> sp. A									
<i>Stenotaenia palpiger</i> cf. <i>cribeliger</i>	<b>7,22</b>	1,28	24,14				<b>39,71</b>	19,22	68,77
<i>Stenotaenia sorrentina</i>									
<i>Stenotaenia zanimivo!</i>							<b>3,61</b>	0,18	19,22
<i>Strigamia acuminata</i>									
<i>Strigamia crassipes</i>									
<i>Strigamia transsylvanica</i>				<b>173,28</b>	0,00	143,95	<b>3,61</b>	0,18	19,22







<i>Sigibius</i> sp. A				
<i>Stenotaenia palpiger</i> cf. <i>cribeliger</i>				
<i>Stenotaenia sorrentina</i>				
<i>Stenotaenia zanimivo!</i>				
<i>Strigamia acuminata</i>				
<i>Strigamia crassipes</i>	7,22	1,28	24,14	
<i>Strigamia transsylvanica</i>				



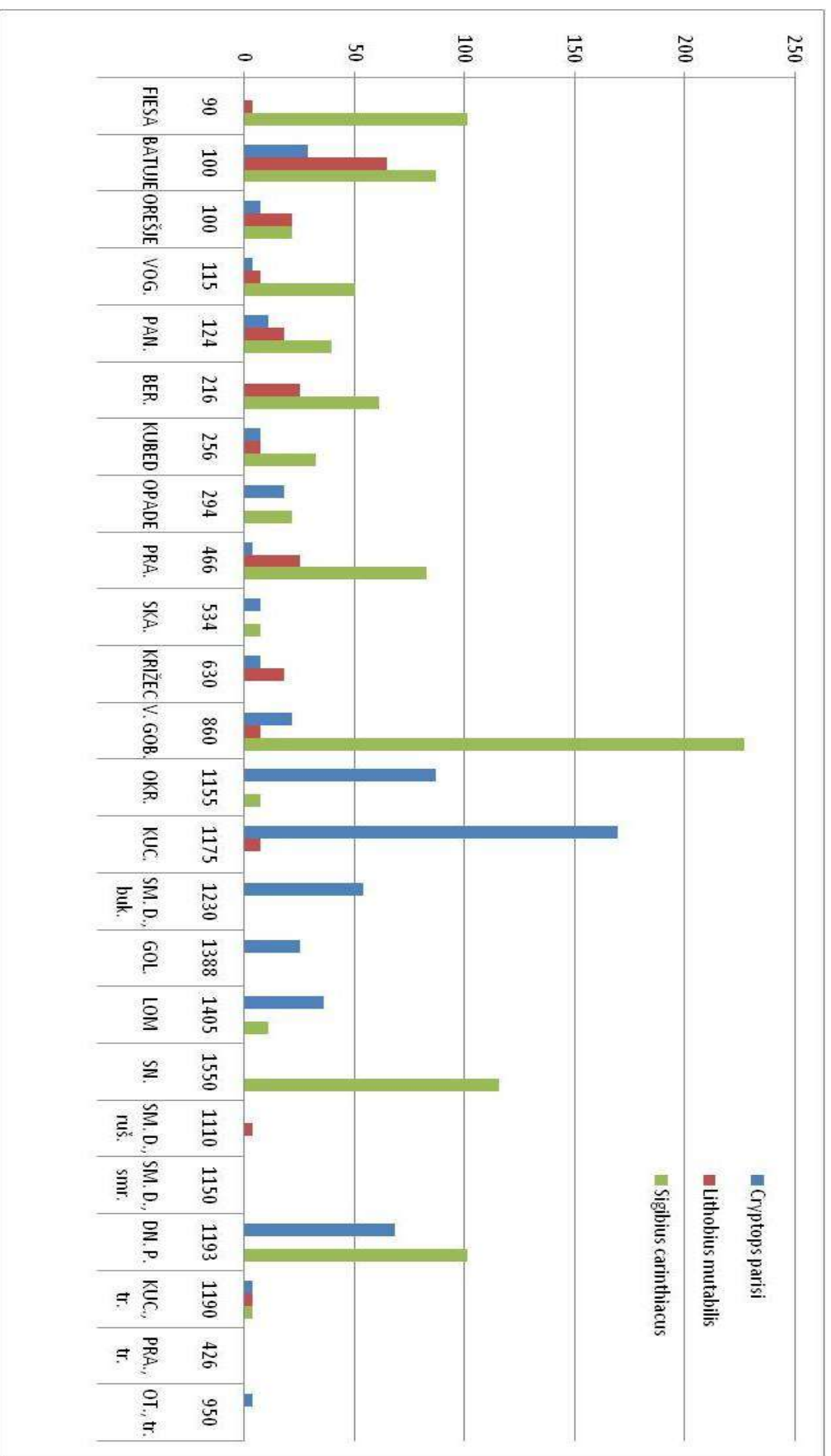


<i>Sigibius</i> sp. A	<b>10,83</b>	2,95	28,92					
<i>Stenotaenia palpiger</i> cf.								
<i>cribeliger</i>				<b>7,22</b>	1,28	24,14		
<i>Stenotaenia sorrentina</i>				<b>21,66</b>	9,43	46,27	<b>14,44</b>	4,93 34,65
<i>Stenotaenia zanimivo!</i>								
<i>Strigamia acuminata</i>	<b>39,71</b>	19,22	68,77	<b>7,22</b>	1,28	24,14	<b>18,05</b>	7,11 40,35
<i>Strigamia crassipes</i>								
<i>Strigamia transsylvanica</i>	<b>3,61</b>	0,18	19,22	<b>21,66</b>	9,43	46,27	<b>3,61</b>	0,18 19,22



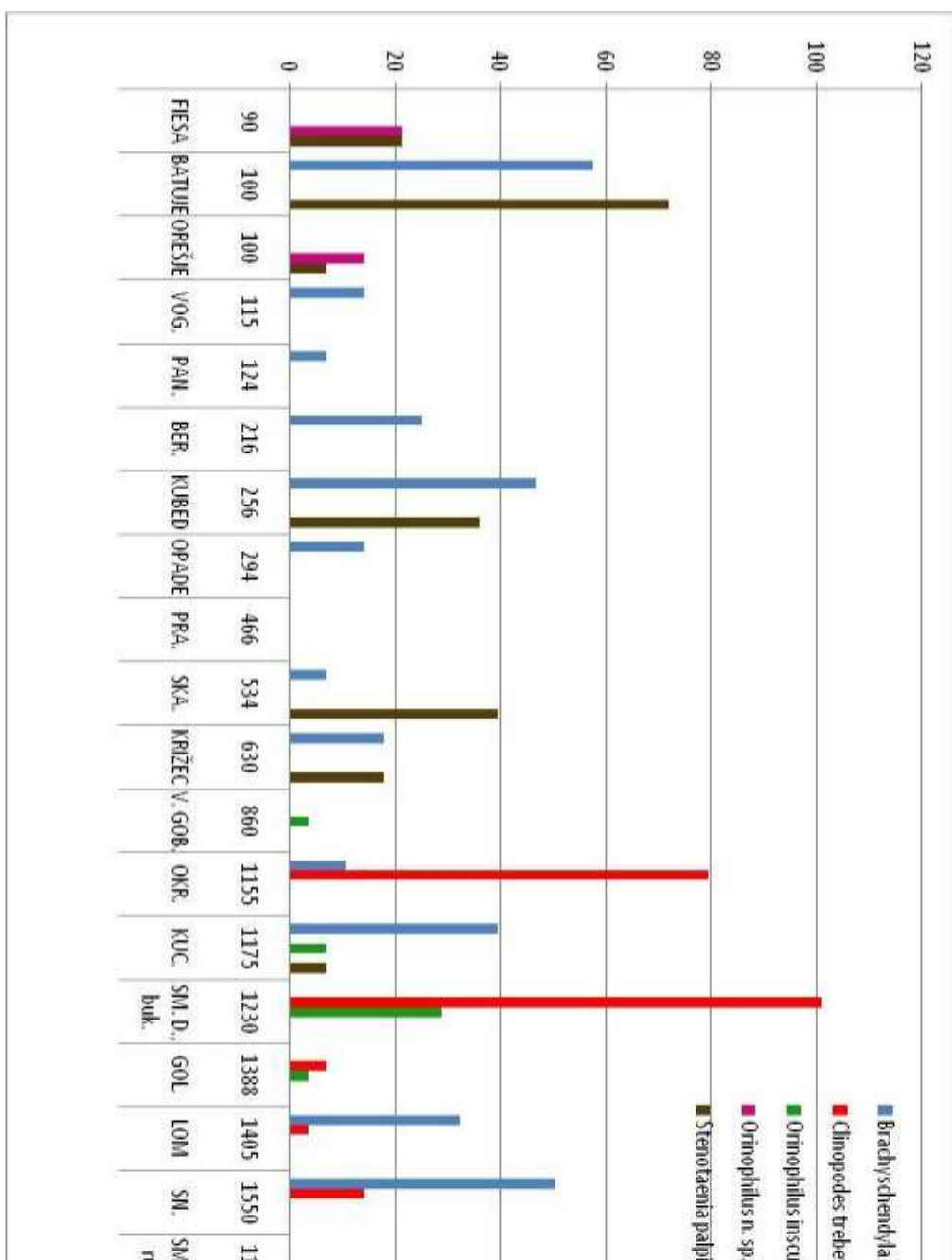


<i>cribeliger</i>												
<i>Stenotaenia sorrentina</i>				<b>10,83</b>	2,95	28,92		<b>7,22</b>	1,28	24,14		
<i>Stenotaenia zanimivo!</i>												
<i>Strigamia acuminata</i>	<b>14,44</b>	4,93	34,65				<b>3,61</b>	0,18	19,22	<b>28,88</b>	11,86	53,86
<i>Strigamia crassipes</i>												
<i>Strigamia transsylvanica</i>							<b>3,61</b>	0,18	19,22			





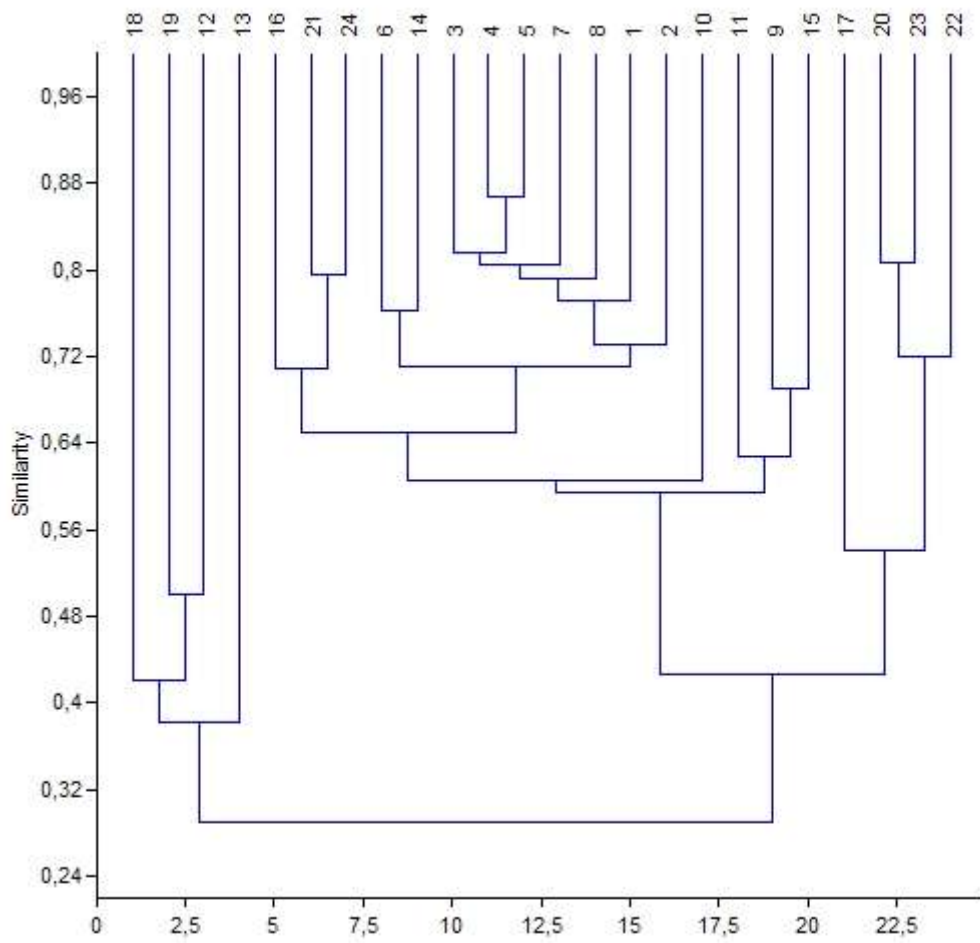
**Slika:** Gostota vrst (št.os./m<sup>2</sup>) na posameznem vzorčnem mestu. Vzorčna mesta si sledijo po naraščajočih nadmorskih višinah, travniki so na koncu.



***Slika:*** Gostota vrst (št.os./m<sup>2</sup>) na posameznem vzorčnem mestu. Vzorčna mesta si sledijo po naraščajočih nadmorskih višinah, travniki so na koncu.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	BATLJE	OPADE	PANOVEC	VOGRŠK	BERNETIČ	FESA	KUBED	OREŠJE	KRŽEC	KUCELJG	KUCELJI	OTLCA	PRAPROČ	PRAPROČ	SKADAŠ	VEL	GOB	GOLAKI	SMREKO	SMREKO	SMREKO	SMREKO	DNO PEKLOM	OKROGLI	SNEŽNIK
1	1	0.33	0.31	0.37	0.4	0.39	0.49	0.27	0.22	0.28	0.18	0.09	0.05	0.37	0.31	0.3	0.11	0.04	0.07	0.08	0.47	0.23	0.1	0.39	
2	0.33	1	0.35	0.44	0.3	0.17	0.28	0.27	0.26	0.22	0.26	0.15	0.05	0.15	0.29	0.15	0.18	0.1	0.1	0.07	0.29	0.28	0.12	0.22	
3	0.31	0.35	1	0.54	0.42	0.25	0.4	0.42	0.19	0.19	0.16	0.15	0	0.24	0.23	0.2	0.12	0	0.02	0.04	0.26	0.14	0.07	0.21	
4	0.37	0.44	0.54	1	0.59	0.4	0.46	0.49	0.2	0.17	0.23	0.07	0	0.3	0.29	0.25	0.04	0	0.03	0.01	0.33	0.14	0.06	0.29	
5	0.4	0.3	0.42	0.59	1	0.43	0.43	0.44	0.21	0.21	0.13	0.03	0.1	0.4	0.26	0.25	0.03	0	0.03	0	0.34	0.17	0.08	0.34	
6	0.39	0.17	0.25	0.4	0.43	1	0.3	0.41	0.11	0.1	0.07	0.03	0.15	0.34	0.3	0.39	0.07	0	0.02	0.04	0.35	0.1	0.05	0.35	
7	0.49	0.28	0.4	0.46	0.43	0.3	1	0.49	0.28	0.26	0.2	0.07	0.08	0.26	0.42	0.16	0.05	0	0	0.02	0.3	0.22	0.1	0.25	
8	0.27	0.27	0.42	0.49	0.44	0.41	0.49	1	0.22	0.14	0.16	0.04	0.17	0.3	0.34	0.15	0.07	0	0	0.03	0.13	0.1	0.05	0.08	
9	0.22	0.26	0.19	0.2	0.21	0.11	0.28	0.22	1	0.16	0.25	0.2	0.08	0.08	0.22	0.06	0.05	0	0	0.04	0.1	0.13	0.05	0.06	
10	0.28	0.22	0.19	0.17	0.21	0.1	0.26	0.14	0.16	1	0.16	0.08	0.04	0.09	0.12	0.11	0.02	0.05	0.21	0.19	0.36	0.27	0.28	0.23	
11	0.18	0.26	0.16	0.23	0.13	0.07	0.2	0.16	0.25	0.16	1	0.42	0.12	0.07	0.24	0.07	0.13	0.14	0.2	0.06	0.7	0.14	0.06	0.08	
12	0.09	0.15	0.15	0.07	0.03	0.03	0.07	0.04	0.2	0.08	0.42	1	0.15	0.02	0.09	0.02	0.05	0.19	0.24	0.02	0.03	0.06	0.02	0.03	
13	0.05	0.05	0	0	0.1	0.15	0.08	0.17	0.08	0.04	0.12	0.15	1	0.04	0.29	0.02	0.07	0.18	0.06	0	0.02	0.02	0.02	0.03	
14	0.37	0.15	0.24	0.3	0.4	0.34	0.26	0.3	0.08	0.09	0.07	0.02	0.04	1	0.13	0.25	0.02	0	0	0.01	0.24	0.07	0.04	0.22	
15	0.31	0.29	0.23	0.29	0.26	0.3	0.42	0.34	0.22	0.12	0.24	0.09	0.29	0.13	1	0.07	0.09	0	0.04	0.03	0.13	0.13	0.08	0.07	
16	0.3	0.15	0.2	0.25	0.25	0.39	0.16	0.15	0.06	0.11	0.07	0.02	0.02	0.25	0.07	1	0.18	0	0.01	0.15	0.33	0.19	0.16	0.3	
17	0.11	0.18	0.12	0.04	0.03	0.07	0.05	0.07	0.05	0.02	0.13	0.05	0.07	0.02	0.09	0.18	1	0	0.04	0.21	0.17	0.22	0.19	0.09	
18	0.04	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.14	0.19	0.18	0	0	0	0	1	0.15	0	0	0.05	0.01	0.02	
19	0.07	0.1	0.02	0.03	0.03	0.02	0	0	0	0.21	0.2	0.24	0.06	0	0.04	0.01	0.04	0.15	1	0.03	0.3	0.06	0.01	0.05	
20	0.08	0.07	0.04	0.01	0	0.04	0.02	0.03	0.04	0.19	0.06	0.02	0	0.01	0.03	0.15	0.21	0	0.03	1	0.18	0.58	0.66	0.08	
21	0.47	0.29	0.26	0.33	0.34	0.35	0.3	0.13	0.1	0.36	0.7	0.03	0.02	0.24	0.13	0.33	0.17	0	0.3	0.18	1	0.26	0.23	0.62	
22	0.23	0.28	0.14	0.14	0.17	0.1	0.22	0.1	0.13	0.27	0.14	0.06	0.02	0.07	0.13	0.19	0.22	0.05	0.06	0.58	0.26	1	0.53	0.19	
23	0.1	0.12	0.07	0.06	0.08	0.05	0.1	0.05	0.05	0.28	0.06	0.02	0.02	0.04	0.08	0.16	0.19	0.01	0.01	0.66	0.23	0.53	1	0.2	
24	0.39	0.22	0.21	0.29	0.34	0.35	0.25	0.08	0.06	0.23	0.08	0.03	0.03	0.22	0.07	0.3	0.09	0.02	0.05	0.08	0.62	0.19	0.2	1	

Preglednica: Bray-Curtisove vrednosti podobnosti med vzorci



Slika: Dendrogram podobnosti (Bray-Curtis) med vzorčnimi mesti (seznam lokalitet v preglednici)

## LITERATURA:

Adiz J. 1992. How to survive six months in a flooded soil: Strategies in Chilopoda and Symphyla from central Amazonian floodplains. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 27, 2-3: 117-129.

Albert, A. M. 1979. Chilopoda sa part of the Predatory Macroartropod Fauna in Forests: Abundance, Life-cycle, Biomass, and Metabolism. in M. Camatini; *Myriapod biology*, s. 215 – 232.

Albert, A. M. 1983. Estimation of Oxygen Consumption of Lithobiid Field Populetions from Laboratory Measurments. *Oecologia*, Berlin, Springer- Verlag.

Albert A. M. 1982. Species spectrum and dispersion patterns of Chilopods in Solling habitats. *Pedobiologia*, 23: 337-347.

Attems C. 1959. Die Myriapoden der Höhlen der Balkan – halbinsel. *Ann. Naturhist. Museum Wien*, 63: 281-407.

Barber A. D. 1992. Distribution and habitat in British centipedes (Chilopoda). *Ber. nat. – med. Verein Innsbruck*, 10: 339-352.

Barber A. D., Keay A. N. 1988. Provisional atlas of the centipedes of British Isles. The Lavenham Press, C NERC Coryright, 127 str.

Begon M., Townsend, C.R., & Harper, J.L., 2006: *Ecology, From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.

Brewer R. 1994. *The science of Ecology*. London, Philadelphia, Toronto, W. B. Saunders Company, 773 str.

Brown, J. H./ Lomolino, M. V. 1998. *Biogeography*. 2nd ed. Sinauer Associates, inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, s. 39 – 81, s. 172 - 195

Carbone, C. & Gittleman, J.L., 2002: A common rule for the scaling of carnivore density. *Science* 295: 2273-2276.

Culiberg M., Šercelj A. 1998. Pollen and charcoal of mesophilic arboreal vegetation from pleistocene sediments in Slovenia – evidence of microrefuges.- *Razprave SAZU*, 39, 7: 235-254.

Eason E. H. 1964. *Centipedes of British Isles*. F Warne & Co., London and New York, 294 str.

Eckert, R. 1988. *Animal Physiology*, W. H., Freeman and Campany, New York

Fründ, H.C. 1983. *Untersuchungen zur Koexistenz verschiedener Chilopodenarten im Walboden*. Dissertation, Würzburg, 164 s.

- Fründ, H. C. 1987. Räumliche Verteilung und Koeksistenz der Chilopoden in einem Buchen-Altbestand. *Pedobiologia* 30, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, s. 19-29.
- Grgič T. 1999. Temperaturna preferenca in razširjenost nekaterih vrst strig rodu *Lithobius* LAECH, 1814 (Chilopoda : Lithobiidae). Diplomaska naloga, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 117 str.
- Grgič, T. 2005 Dynamics of centipede (Chilopoda) communities in unevenly aged beech stand in southern Slovenia. PhD thesis, University of Ljubljana, Ljubljana.
- Grgič T., Kos I. 2001. Temperature preference in some centipede species of the genus *Lithobius* LEACH, 1814 (Chilopoda : Lithobiidae). *Acta Biologica Slovenica*, 44, 3: 3-12.
- Grgič T., Kos I. 2003 Centipede diversity of different development phases in an unevenly-aged beech forest stand in Slovenia. *Myriapodology in the New Millenium* (ed. M. Hamer) (African Invertebrates 44), pp. 237-252. Natal Museum, South Africa.
- Grgič T., Kos I. 2005a. Centipede diversity in differently structured forests in Slovenia. *Peckiana*, 4, 49-56.
- Grgič T., Kos I. 2005b Influence of forest development phase on centipede diversity in managed beech forests in Slovenia. *Biodiversity and Conservation*, 14, 1841-1862.
- Hewitt G. M. 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58: 247- 276.
- Huntley, B., Gree, R.E., Collingham, Y.C., Willis, S.G. 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Durham University, The RSPB and Lynx Edicions, Barcelona.
- Jedrzejewski W. in Jedrzejewska B., 1998: Predation in vertebrate communities: The Bialowieza Primeval Forest as a case study. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, Ecological studies, 135: 450 pp.
- Kos, I. 1987. Contribution to the Knowledge of Taxonomy and Distribution of *Lithobius validus* Meinert 1872 (Chilopoda, Lithobiidae) in Slovenia (Yugoslavia). *Biološki vestnik* 35 (1987) 2: 31- 46
- Kos I. 1988. Problemi kvalitativnega in kvantitativnega vzorčenja skupine strig (Chilopoda). Magistrska naloga, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 85 str.
- Kos I. 1992. A review of the taxonomy, geographical distribution and ecology of the centipedes of Yugoslavia (Myriapoda, Chilopoda). *Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck*, suppl. 10: 353-360.
- Kos, I. 1995. Vloga predatorske skupine strige (Myriapoda: Chilopoda) v biocenozi kserofilnega travnika. Doktorska naloga. Biotehniška Fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana.

Kos I. 2000. Nekatere značilnosti biotske pestrosti živalstva slovenskih gozdov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63: 95-117.

Kos I., Grgič T., Potočnik H., Kljun F., Čas M. 2000. Pestrost pedofavne – strig (Chilopoda) in deževnikov (Lumbricidae) na vzorčnih ploskvah na rastiščih divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v gozdnih tipih vzhodnih Karavank in vzhodnih Kamniško-Savinjskih Alp na Koroškem in Štajerskem : Končno poročilo o raziskovalnem delu, segment : Projekt: Ohranjanje habitatov ogroženih vrst divjadi in drugih prostoživečih živali v gozdnih ekosistemih in krajinah, gozdne kure - divji petelin. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2000. 14 str.

Krebs, C. J. 1994. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 4th ed. New York. Harper Collins College Publishers

Krebs, C.J., 2001: Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 5th.

Leśniewska M. 2000. Centipede (Chilopoda) communities of three beech forests in Poland. *Fragmenta Faunistica*, 43: 343-349.

Lewis J. G. E. 1965. The food and reproductive cycles of the Centipedes *Lithibius variegatus* and *Lithobius forficatus* in a Yorkshire woodland. *Proc. Zool. Soc. London*, 144: 269-283.

Lock, K., De Bakker, D. & De Vos, B. (2001) Centipede communities in the forests of Flanders. *Pedobiologia*, 45, 27-35.

Loksa I. 1968. Quantitative Makrofauna – Untersuchungen in den Waldboden des Bukkgebirges (Ungarn). *Ann. Univ. Sci. Budapest*, 9-10: 265-289.

Lovejoy, T.E. & Hannah, L. 2005: Climate change and biodiversity. Yale University Press, New Haven.

Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kubler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, A., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatca, K., Mage, F., Mestre, A., Nordli, O., Penuelas, J., Pirinen, P., Remisova, V., Scheifinger, H., Striz, M., Susnik, A., Van Vliet, A.J.H., Wielgolaski, F.E., Zach, S. & Züst, A., 2006: European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12 (10): 1969-1976.

Minelli A. 1982. Chilopodi e Diplopodi cavernicoli italiani. *Lavori della Società italiana di Biogeografia*, N. S., 7: 93-110.

Minelli A. 1993. Chilopoda. V: *Microscopic Anatomy of Invertebrates*, Volume 12: Onychophora, Chilopoda, and Lesser Protostomata. Wiley-Liss, Inc., 57-114.

Mršič N. 1997a. Biotska raznovrstnost v Sloveniji. Slovenija – »vroča točka« Evrope. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave, 129 str.

- Pianka E.R. 1981: Competition and Niche Theory. In: May R.M. (ed.): Theoretical Ecology. Principles and Applications. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 167-196.
- Radl R. 1992. Brood Care in *Scolopendra cingulata* Latreille (Chilopoda: Scolopendromorpha). Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck, suppl. 10: 123-128.
- Reemer M., Smit J.T. and Steenis W. van 2003. Changes in ranges of hoverflies in the Netherlands in the 20th century Diptera: Syrphidae. In: Reemer M., Helsdingen P.J. van and Kleukers R.M.J.C. (eds), Proceedings of the 13th International Colloquium of the European Invertebrate Survey, Leiden, 2–5 September 2001. EIS-Nederland, Leiden, pp. 53–60.
- Roberts H. 1957. An ecological study of arthropods of a mixed woodland with particular reference to the Lithobiidae. Ph. D. Thesis, University of Southampton, 219 str.
- Tarman K. 1970. The Oribatid mites as indicators of geological past. Biološki vestnik, 18: 89-95.
- Tarman, K.1992. Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana.
- Tome D. 2006: Ekologija – organizmi v prostoru in času. TZS, Ljubljana.
- Tracz H. 2000. The Diplopoda and Chilopoda of selected ecotones in northwestern Poland. Fragmenta Fuaunistica, 43: 351-360.
- Tuf I. H. 2000. Communities of centipedes (Chilopoda) in the tree floodplain forests of various age in Litovelské Pomoraví (Czech Republic). Fragmenta Faunistica, 43: 327-332.
- Wytwer J. 2000. Centipede (Chilopoda) communities of some forest habitats of Puszcza Bialowieska in Poland. Fragmenta Faunistica, 43: 333-342.
- Zulka, K. P. 1991. Überflutung als ökologischer Faktor: Verteilung, Phänologie und Anpassungen der Diplopoda, Lithobiomorpha, und Isopoda in den Flußauen der March. Dissertation, Wien, 65 s.



5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Ljubljani (481 Biotehniška fakulteta)

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Nacionalni inštitut za biologijo (105)  
Gozdarski inštitut Slovenije (404)

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

6960

Ivan Kos

Datum: 23.9.2010

Podpis vodje projekta:

prof.dr. Ivan Kos

Podpis in žig izvajalca:

prof dr. Franc Štampar Štampar

## II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

### 1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti  
 b) delno  
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da  
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

## 2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela<sup>1</sup>:

### Izhodišče

Eden izmed najbolj značilnih okoljskih dogajanj v zadnjem stoletju je povezan s klimatskimi spremembami, ki so neposredno posledica delovanja človeka. Zavedanje o globalnem sistemu - Zemlja je prav zaradi klimatskih sprememb danes največje v vsej človekovi zgodovini. Vsebolj prihaja v ospredje, da je delovanje Zemlje kot kompleksnega sistema odvisno od posameznih subsistemov-ekosistemov. Na kopnem je nedvomno eden izmed pomembnejših biom listopadnih gozdov. Ta biom predstavlja tudi večinski delež slovenskih gozdov. Razmeroma velik delež slovenskega prostora pokritega z gozdom tako predstavlja tudi pomemben učni poligon za pridobivanje znanja o teh sistemih, kakor tudi o upravljanju z njimi v sodobnem času.

Spreminjanje klime vpliva na gozdne ekosisteme preko sprememb v sestavi združb in sprememb v medvrstnih interakcijah. Zaradi prehitrih sprememb bi se lahko spremenila stabilnost gozdnega ekosistema, kar bi med drugim lahko priprljalo do ogroženosti nekaterih vrst prostoživečih živali, spremeniti pa bi moral tudi način gospodarjenja z obnovljivimi gozdnimi viri, da bi zagotovili trajnosto rabo. Poznavanje odziva gozdnega ekosistema in posameznih ključnih vrst na klimatske spremembe je zato bistveno za razumno in uspešno trajnostno upravljanje z gozdnim ekosistemom.

Slovenski prostor je značilen po bogati reliefni strukturi. Hkrati pa je umestitev med Jadranskim morjem in osrednjo Evropo ključna za veliko klimatsko raznolikost. Pojavljanje različnih klimatskih tipov s specifičnimi razmerami mezo, topo in mikro klime pogojuje večjo tolerantnost življenja do klimatskih sprememb, kar se je v preteklosti (pleistocenu in začetku holocena) že izkazalo. Istočasno pa nam velika mezo- in topoklimatska heterogenost nudi tudi primeren študijski poligon za ugotavljanje zakonitosti odvisnosti med osnovnimi klimatskimi dejavniki ter pojavljanjem vrst, njihove populacijske značilnosti ter ekosistemske funkcije. Kljub večji tolerantnosti posameznih vrst oz. ekosistemov v heterogenem okolju pa so za človeka pomembne tudi spremembe na manjših prostorskih enotah. Poznavanje zakonitosti ob teh spremembah je osnova racionalnega prilagajanja uporabnikov prostora in jih je zato smiselno vključiti v upravljanje.

### Uvod

V prvem delovnem sklopu smo na osnovi obstoječih podatkov pojavljanja proučevanih vrst/skupin v slovenskem gozdnem prostoru in zbiranju nekaterih manjkajočih podatkov na osnovi ekoloških prostorskih modelov izdelali karte trenutnega potencialnega prostora v Sloveniji. S prostorskim ekološkim modeliranjem smo ugotovili pomen novih atributov povezani s klimatskimi spremembami za verifikacijo modelov. S tem smo ocenjevali ali lahko ob spremembah teh atributov zaradi klimatskih sprememb pričakujemo bistvene vplive na populacijsko dinamiko izbranih vrst prostoživečih živali. Na podlagi verificiranih modelov smo izvedli simulacije ob različnih scenarijih predpostavljenih

<sup>1</sup> Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

klimatskih sprememb ter na ta način ovrednotili, kako in v kolikšni meri lahko pričakujemo spremembe v živalskih populacijah. Izbrana modelna vrsta je divja mačka, kot predstavnik malih zveri, ki ima pomembno regulacijsko plenilsko vlogo v gozdnih ekosistemih. Vpliv drugih vrst malih zveri in tudi divjega prašiča v povezavi z nadmorsko višino na ogrožene talne gnezdilce smo ugotavljali eksperimentalno.

Temperatura (deloma tudi vlaga) vpliva na proces razpadanja trupla velikih sesalcev, ki jih plenilci ne morejo konzumirati v enkratnem obroku. Temperaturne sezonske razmere tudi vplivajo na samo pojavljanje in aktivnost mrhovinarjev kar bi tudi lahko vplivalo na proces konzumacije. Zato smo spremljali konzumacijo plena pri risu (*Lynx lynx*), ki traja več dni.. Na ta način smo ovrednotili vpliv temperaturnih sprememb na trajanje prehranjevanja, ki pomembno vpliva na stopnjo plenjenja in s tem tako na populacijo plenilca kakor tudi na populacije plenjenih vrst.

V drugem delovnem sklopu smo ugotavljali kako razlike v klimatskih razmerah na različnih nadmorskih višinah vplivajo na biodiverzitetu, abundanco, fenologijo in na populacijske procese pri prostoživečih gozdnih živalih iz različnih trofičnih nivojev prehranske piramide dinarskega jelovo-bukovega gozda (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.) in nekaterih drugih gozdov v Sloveniji. Ključnega pomena so raziskave populacijskih procesov, saj le ti na dinamiko populacij vplivajo neposredno. Sočasno smo raziskovali tudi vplive sprememb topoklime na sezonsko dinamiko ali fenologijo pojavljanja vrst, v obliki pojavljanja odraslih osebkov pri žuželkah in v obliki gnezditvene fenologije pri pticah. S temi rezultati smo dobili vpoglede v velikostne razrede možnih odzivov v ekosistemih ob različnih scenarijih napovedanih podnebnih sprememb (+2 °C, +3 °C, +5 °C do konca stoletja).

V projektu smo raziskovali razlike v relativni gnezditveni gostoti/abundanci in gnezditvenem uspehu izbranih vrst ptic v odvisnosti od nadmorske višine. Znano je, da se z naraščanjem nadmorske višine temperature znižujejo za okoli 0,5 oC na vsakih 100 m. Različne nadmorske višine tako predstavljajo gradient toplotnih razmer, s pomočjo katerega lahko okvirno predvidimo nekatere spremembe pri pticah, ki bodo nastale kot posledica globalnih sprememb. Seveda je vpliv temperature poleg neposrednega na osebke predvsem posreden – različne temperaturne razmere vplivajo na razlike v sestavi in strukturi gozda, fenologiji, sestavi in abundanci plena, vplivajo na kompeticijske in druge odnose med vrstami, itd..

Raziskovali smo tudi spremembe v gozdnih živalskih združbah pod vplivom klimatskih sprememb v višinskem gradientu. V dveh horizontalno-vetrikalnih transektih (zahod – vzhod; 0 m - 1500 m n.v.) smo vzorčili v različnih gozdovih strige (*Chilopoda*), kot ključne talne plenilske nevretenčarje zmernoklimatskih gozdov. Na območju zahodne Slovenije nekatere vrste dosegajo svoje meje arealov, ki so najverjetneje klimatsko pogojene. Ob predvidenih dvigih temperature lahko predvidevamo njihovo širjenje v notranjost Slovenije. Za boljše razumevanje dogajanj v dinarskem bukovem gozdu z jelko (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.). smo izbrali tri živalske skupine, ki odražajo različne funkcije v ekosistemu: ptice (*Aves*) kot plenilci, bodisi žužkojedi (ptice pevke *Passeriformes*) ali končni plenilci (sove *Strigidae*), krešiče (*Carabidae*) kot edafske plenilce in muhe trepetavke (*Syrphidae*) kot opravevalke. Pri tem smo ugotavljali razlike v strukturi združb in sezonski dinamiki vrst glede na klimatske razmere v različnih višinskih pasovih. Z zbranimi rezultati smo sklepali na potencialne ekosistemske učinke

klimatskih sprememb na sestavo združb in posledično na delovanje ekosistema.

#### Material in metode

Za izdelavo prostorskih modelov smo uporabili faktorsko analizo ekološke niše (ENFA – Ecological Niche Factor Analysis) in logistično regresijo. ENFA analizo smo izpeljali s pomočjo statističnega in GIS orodja Biomapper 3.2, verzija 3.1.5.265 (Hirzel, Hausser in Perrin 2006), druge prostorske analize pa smo opravili v programskem paketu ArcGIS 9.3 (ESRI®). Za izdelavo predikcijskih površin s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni ob različnih temperaturnih scenarijih smo uporabili korelacije iz literature po Rebetz (1996) in Bednorz (2004).

Stopnjo plenjenja talnih umetnih gnezd smo proučevali od 20.05.-20.06.2009 na širšem območju Menine. S štetjem najdenih iztrebkov malih zveri smo ugotavljali njihovo relativno gostoto. Vzorčenje smo razvrstili v tri nadmorske pasove s katerimi smo simulirali različne klimatske (okoljske) razmere: 1200 – 1500 m, 800 – 1100 m, in 400 – 700 m. V vsakem pasu smo določili 10 naključnih transektov s po desetimi simuliranimi talnimi gnezdami na razdalji od 50 – 70 m. Vsa postavljena gnezda so bila locirana najmanj 50 m od roba gozda v gozdni prostor. Skupaj smo tako postavili 300 gnezd v treh višinskih pasovih. Podobno smo za ugotavljanje relativne gostote malih zveri v vsakem pasu naključno izbrali 40 km transektov, ki so praviloma potekali po gozdnih cestah in vlakah na katerih smo iskali njihove iztrebke. Število najdenih iztrebkov smo nato izrazili kot indeks glede na referenčni višinski pas 1200 – 1500 m.

Postavljena gnezda smo prvič obiskali od 5-8 dni po postavitvi gnezda. Nato pa smo v nadaljnjih treh tedenskih intervalih preverjali in beležili plenjenje. Vse ostanke plenjenih jajc smo pobrali za kasnejše analize in determinacijo plenilcev. Determinacijo smo izvajali po Rearden (1951) in Trevor s sod. (1997), nato pa smo plenilce razdelili v tri skupine: korvidi, male zveri in divji pršič. V neposredni bližini gnezd radij = 2 m smo preverjali in beležili tudi prisotnost sledi (stopinje, ritine) divjih prašičev. V primeru prisotnosti znakov divjega prašiča in hkratnem izginotju jajc iz gnezda smo plenjenje gnezda pripisali divjemu prašiču.

Za ugotavljanje vpliva temperaturnih razmer na konzumacijo pri risu smo poskušali odloviti risa, a je bil odlov zaradi majhnega števila le teh v Sloveniji neuspešen. Zaradi tega smo analizirali podatke konzumacije le za osebe (n=3), ki smo jih v okviru prejšnjih projektov pridobili s pomočjo GPS-GSM-VHF telemetrije. Podatke smo pridobili pri pregledovanju ostankov risovega plena in beleženju prisotnosti mrhovinarjev (n=79) ter monitoringu konzumacijskega procesa s pomočjo samodejnega video sistema (n=8).

Raziskava značilnosti živalskih združb različnih nadmorskih višin dinarskega jelovo-bukovega gozda (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.) je bila opravljena na Krimu pri Ljubljani. Raziskavo združb smo opravili na treh višinskih pasovih: spodnji pas (300-600 m n.v.), srednji pas (600-850 m n.v.) in zgornji pas (850-1100 m n.v.). Temperaturne razmere smo spremljali z avtomatskimi termometri na treh nadmorskih višinah (350, 650 in 950 m) v pred-gnezditvenem in gnezditvenem obdobju (januar – junij) v letih 2009 in 2010. Termometri so beležili temperaturo štirikrat dnevno. Opoldan, ob 18.00 ob polnoči in ob 6.00 zjutraj. Povprečne temperature v rastni sezoni med 22. aprilom in 11. oktobrom so bile 15,8°C v spodnjem, 14,2°C v srednjem in 13,0°C v zgornjem višinskem pasu.

Gnezditvene abundance in gnezditveni uspeh smo ugotavljali v gnezditvenih in sicer za veliko sinico (*Parus major*), ki je žužkojedi plenilec nižjega reda, in sove rodu *Strix*

(kozača – *Strix uralensis* in lesna sova – *Strix aluco*), ki predstavljajo plenilce višjega reda oziroma končne plenilce v gozdnem ekosistemu saj plenijo sesalce in ptice. Gnezditveni uspeh in številčnost sinic smo ugotavljali v gnezdilnicah, ki smo jih postavili na treh nadmorskih višinah (350, 650 in 950 m) jeseni in pozimi 2008. Na vsaki višini smo postavili 2 x 8 gnezdilnic v medsebojni oddaljenosti 50 – 100 m. Gnezdilnice so bile postavljene ob drevesna debla na višinah 3-5 m od tal. Gnezditveni uspeh in številčnost pri sovah smo ugotavljali v gnezdilnicah, ki so enakomerno razporejene po Krimu že več let. Smiselno smo jih združili v tri višinske pasove: 300-600m, 610-850m in 860-1100m. Na najnižji nadmorski višini smo imeli 12 gnezdilnic, 12 na srednji in 4 na najvišji. Gnezdilnice so bile postavljene ob drevesna debla na višinah 5-10m od tal. Relativno številčnost predstavlja število zasedenih gnezdilnic. Gnezditveni uspeh predstavljamo z velikostjo legla.

Ptice smo popisovali s točkovno popisno metodo, pri kateri smo v zgodnjem jutranjem popisu popisovali ptičje teritorije. S takšnim dnevnim popisom zajamemo večino ptic pevk (*Passeriformes*), detle in žolne (*Picidae*), kukavico (*Cuculus canorus*), golobe (*Columbidae*) in nekatere ujede, na primer kanjo (*Buteo buteo*). Dnevni popis smo izvedli dvakrat v sezoni in sicer zgodnji pomladanski popis konec marca oziroma na začetku aprila ter drugič pozno pomladi v juniju. Na ta način v popis zajamemo zgodaj v sezoni aktivne ptice, zlasti stalnice, in kasnejše gnezdilce, zlasti selivke. Popisovali smo na 16 točkah razporejenih stratificirano od vznožja do vrha Krima, si čimer smo zajeli celoten višinski gradient. Za potrebe analize smo točke razdelili v tri višinske pasove (za kriterij glej opis območja). V tovrsten dnevni popis pa ne zajamemo nekaterih pogostejših in za razumevanje delovanja ekosistema pomembnih vrst ptic. Takšne so nočno aktivne sove (*Strigidae*), ki predstavljajo kot plenilci sesalcev in ptic končne plenilce v ekosistemu. Sove smo popisovali s prilagojenim točkovnim popisom v nočnem času z uporabo predvajanja posnetka teritorialnega oglašanja samca (*playback method*). Na ta način popišemo teritorije gozdnih sov, pri čemer smo se na Krimu osredotočili na predhodno znane vrste na območju, kozačo (*Strix uralensis*), lesno sovo (*Strix aluco*) in koconogega čuka (*Aegolius funereus*). Sove smo popisovali na 25 popisnih točkah razporejenih od vznožja do vrha Krima. Popis smo izvajali v času gnezditvene sezone od januarja do junija in sicer s po tremi ponovitvami za kozačo in koconogega čuka ter dvema za lesno sovo. Relativne abundance vseh ptic smo izrazili kot število teritorijev na popisno točko v danem višinskem pasu.

Med hrošči smo vzorčili skupino krešičev (*Carabidae*) z dobro poznano in testirano metodo lova v talne ali zemeljske pasti. Vzorčenje s talnimi pastmi je ena najširše uporabljenih metod za vzorčenje talnih in edafskih hroščev ter drugih členonožcev. Uporabili smo past, ki je sestavljena iz do roba v prst zakopanega lončka z vabo ter fiksirnim sredstvom. Kot fiksirno sredstvo in vabo smo uporabili 4 % vinski kis. Vzorčno mesto oziroma lokacijo v posameznem višinskem pasu je predstavljala linija 5 do 10 pasti, ki so bile postavljene na vsakih 10 metrov. Aktivnost hroščev se prek sezone spreminja zato obstaja nevarnost podcenitve populacij ali napačnega opisa vrstne sestave združbe, če opravimo lov v neustrezni sezoni. V Sloveniji je bilo ugotovljeno, da je vrh aktivnosti krešičev v juniju, ko smo opravili vzorčenja za primerjave med leti. Dodatno smo za potrebe razlik v sezonski dinamiki vrst opravili mesečna vzorčenja v letu 2010 z lovni časom 5 do 7 dni med aprilom in avgustom v vseh treh višinskih pasovih. Pri izračunu relativne abundance posameznih vrst na eni vzorčni lokaciji je poleg števila ujetih osebkov pomemben tudi vložen napor vzorčenja, to je število pobranih pasti in časovni interval vzorčenja. Število pasti in časovni interval izražata enoto lovne noči, ki pomeni ulov ene pasti v eni noči (izraženo kot št. osebkov / 10 lovnih noči).

Za vzorčenje muh trepetavk (Syrphidae) smo uporabili transektni popis in lov z malajskimi pastmi. V vsakem višinskem pasu smo popisali deset 100 merskih transektov in postavili po eno malajsko past. Transektne popise smo izvajali med začetkom junija do konca avgusta. Vzorčili smo med 10. in 15. uro v dneh s temperaturo nad 18°C in v jasnem vremenu z oblačnostjo pod 2/8. Z malajskimi pastmi smo vzorčili kontinuirano, pri čemer smo vzorce pobirali vsakih 12 do 15 dni med drugo polovico aprila in koncem avgusta. Kot fiksirno sredstvo smo uporabili etanol. Malajske pasti so bile postavljene v gozdu na mestih nesklenjenih krošenj, tako da je bila vsaj del dneva past izpostavljena soncu. Relativne abundance vrst smo izrazili v standardizirani vrednosti števila osebkov na 12 lovnih dni.

Po višinskih pasovih smo izračunali vrstno pestrost (število vrst) in relativno abundanco. Razlike med združbami po posameznih pasovih smo iskali kot število vrst, ki so se pojavljale le na eni višini. Dodatno smo obravnavali tudi pojavljanje vrst glede na različne višine. Za številnejše vrste smo testirali vzorec razširjenosti glede na višinske pasove s  $\chi^2$ -testom, pri čemer smo ugotavljali, koliki delež vrst pri posamezni obravnavani skupini kaže značilne višinske preference. Sezonsko dinamiko glede na višinske pasove smo ugotavljali le pri nevretenčarskih skupinah (krešiči, muhe trepetavke), kjer je to bilo smiselno. Pri tem so nas zanimale relativne primerjave med višinskimi pasovi in časovno pojavljanje vrhov aktivnosti žuželk, pri čemer smo krivulje standardizirali (številčni delež v izbranem času glede na celokupno število v času vzorčenja). Na ta način je bilo mogoče neposredno primerjati vzorce sezonske dinamike med višinskimi pasovi ne glede na numerične razlike med združbami na različnih višinah.

Za ugotavljanje značilnosti favne strig v odvisnosti od temperaturnih razmer smo vzorčili strige z metodo talnih vzorcev. Vzorčna mesta smo izbrali na transektu od slovenske obale pa do Snežnika ter od gozda v Panovcu na Goriškem do Golakov na Trnovskem gozdu. Vzorčenja smo izvedli 4.2., 18.3., 24.4., 19.6., 7.8. ter 9.9. 2009 pri čemer smo vsakokrat odvzeli vzorce na štirih vzorčnih mestih. Skupno smo torej vzorčili na 24 različnih vzorčnih mestih. Vzorčna mesta smo izbrali tako, da so se nahajala na različnih nadmorskih višinah, v različnih klimatskih razmerah in v različnih habitatnih tipih.

Za vzorčenje strig smo uporabili kvantitativno metodo - metodo kvadratov. Vzorčenje smo izvedli s pomočjo vzorčevalnega svedra s premerom 21 cm in višine 33 cm. Na vsakem vzorčnem mestu smo določili kvadrat velikosti 15x15 metrov, znotraj le-tega pa smo odvzeli 8 vzorčnih enot, ki so bile znotraj kvadrata približno enakomerno razporejene. Vzorčne enote smo odvzeli tako, da smo vzorčevalni sveder zavrtali približno 15 cm v tla. Vsak odvzeti talni vzorec (vzorčna enota) je tako zajel listni opad in fermentacijski talni horizont. Vse izvrtane vzorce tal smo primerno označili in jih spravili v polivinilne vrečke. Na vsakem vzorčnem mestu smo izmerili tudi temperaturo tal v globini 10 cm ter temperaturo ozračja. Prav tako smo zabeležili vremenske razmere v času vzorčenja in popisali vegetacijo vzorčnega mesta. Talne vzorce smo odvzeli med 9.00 in 15.00. uro.

Na dan vzorčenja smo talne vzorce namestili na modificirane Tullgrenove lijake, kjer smo jih sušili 21 dni. Nad vsakim lijakom je bila nameščena 40 W žarnica. Zaradi toplote in svetlobe, ki jo je oddajala, so se živali pomikale z vrha talnega vzorca proti dnu lijaka, nato padle skozi luknjice sita in po lijaku zdrsnile v posodice s fiksativom. Po tritedenski ekstrakciji smo iz posodic ločili strige. Večje osebkove strig smo shranili v fiole s 70 % etanolom, manjše primerke pa smo vklopili v fiksativ (Swann) in pripravili trajne mikroskopske preparate.

Vse ulovljene strige smo v laboratoriju identificirali do vrst. Tiste, pri katerih

identifikacija do vrst ni bila mogoča, pa smo uvrstili v višje taksonomske skupine. Vrste smo identificirali s pomočjo obstoječe taksonomske literature: Eason 1964, Koren 1986, 1992, Matic 1966, 1972, Verhoef 1931, 1937 in drugi, ter dosedanjih izkušnjah identifikacije strig.

Dobljene podatke smo statistično obdelali s pomočjo MS Excel 2003 orodij in programom Ecological Methodology (Krebs, 2000). Za vsako vrsto strig smo na vsakem vzorčnem mestu izračunali povprečno število osebkov na m<sup>2</sup> ter zgornjo in spodnjo mejo povprečnega števila osebkov. S HI-kvadrat testom smo nato testirali porazdelitev osebkov posamezne vrste v prostoru.

Na posameznih vzorčnih mestih smo analizirali tudi značilnosti združbe preiskovanih živalskih skupin. Kot pomemben pokazatelj stanja določene združbe je vrstna diverziteteta. Oceno vrstnega bogastva in njen 95 % mejo zaupanja smo izračunali z metodo Jackknife. Ocena temelji na prisotnosti redkih vrst. Za oceno raznovrstnosti združb smo uporabili Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks. Pri izračunih nismo upoštevali juvenilnih osebkov in tistih osebkov, ki jih nismo mogli določiti do vrste. Za primerjavo posameznih združb med seboj pa smo izbrali koeficient po Bray-Curtisu in s pomočjo programa PAST izrisali dendrogram, ki prikazuje podobnost med združbami strig.

Za prikaz pojavljanja posameznih vrst v posameznih vzorčnih enotah smo uporabili dominanco in frekvenco. Medtem ko smo z dominanco ugotovili, kolikšna je relativna zastopanost posameznih vrst v vzorcu, nam je frekvenca pokazala relativno pojavljanje osebkov v posameznih vzorčnih enotah v procentih.

## Rezultati in razprava

### Prostorski modeli divje mačke in vplivi malih zveri na ogrožene vrste talnih gnezdilcev

Modeli primernosti življenjskega prostora divje mačke v Sloveniji so pokazali, da so divje mačke vezane predvsem na sklenjena gozdna območja z majhnim deležem površin gozdnega roba, oddaljena od neposredne bližine naselij in intenzivne kmetijske rabe prostora. To je skupna značilnost prostora, kjer se pojavlja večina populacij divje mačke v Evropi (Stahl 1986, McOrist in Kitchener 1994, Nowell in Jackson 1996, Randi 2003). Takšna območja so v Sloveniji predvsem na dinarskem območju, kjer so največje površine sklenjenega gozda. Po naših modelih je v Sloveniji skoraj četrtina prostora (4396 km<sup>2</sup>) primerne za pojavljanje divje mačke.

Poleg velikih območij primerne prostora za divjo mačko v dinarski in preddinarski fitogeografski regiji so po prostorskem modelu posamezna območja še v alpski fitogeografski regiji, kjer pa so divje mačke, po literarnih podatkih, redke ali pa se ne pojavljajo. To bi lahko razložili nižjimi vrednostmi primernosti prostra (HS) v alpski regiji kot so vrednosti habitatnih krp v dinarskem območju. Razlog za manjšo primernost bi lahko bil v nižjih zimskih temperaturah, dolgotrajni globoki snežni odeji, velikem deležu iglastih (zasmrečenih) gozdov in posledično za divjo mačko slabših prehranskih razmerah. Iz rezultatov prostorskega modela lahko zaključimo, da je največ kvalitetnega življenjskega prostora v dinarski in preddinarski fitogeografski regiji in je prostorsko razdeljen v posamezna jedra habitatnih krp. V alpski fitogeografski regiji smo identificirali 3 manjša jedra.

Območja potencialnega širjenja populacij malih zveri smo obravnavali po kriteriju opredeljenem za areal divje mačke, po katerem so snežne razmere tiste, ki določajo njeno prisotnost (Ragni 1991). Pri tem smo v modelu uporabili le kriterij trajanja snežne odeje, ki je odločilen za dostopnost do plena.



Izdelava modelov območij kjer trajanje snežne odeje ne presega 100 dni pri hipotetičnem dvigu povprečne letne temperature za eno oziroma za dve stopinji je pokazala, da bi se v Sloveniji ob dvigu temperature povečala površina takšnih območij za 1155 km<sup>2</sup>, oziroma še dodatnih 542 km<sup>2</sup> v primeru dviga za dve stopinji Celzija.

Tako dobljeno prostorsko sliko potencialnega širjenja malih zveri smo primerjali z razporeditvijo lokacij rastišč divjega petelina iz popisa leta 2000 (Čas 2000). V popisu je bila evidentirana 501 lokacija aktivnih in neaktivnih rastišč. Od tega je bilo 211 lokacij neaktivnih in 32% le teh je bilo na območjih, kjer je trajanje snežne odeje krajše od 100 dni. Aktivna rastišča se le v 11 odstotkih nahajajo na območjih s trajanjem snežne odeje manj kot 100 dni. Ob dvigu temperature za eno stopinjo bi v območje prostorskega in številčnega širjenja malih zveri uvrstili 112 leta 2000 aktivnih rastišč oziroma 39%. Ob dvigu temperature za 2 stopinji Celzija pa kar 177 oziroma 58,6% aktivnih rastišč divjega petelina leta 2000.

Iz rezultatov prostorskega modela divje mačke ter območij širjenja populacij malih zveri ob nadaljnjem segrevanju ozračja izpostavljam, da bi se številčnost in prostorska razporeditev malih zveri v prihodnje povečala. Do povečanja bi lahko prišlo tako zaradi povečane dostopnosti njihovega plena - malih sesalcev v hladni polovici leta, kot tudi zaradi povečanja populacij glodalcev, kot posledice izboljšanja njihovih prehranskih razmer. Slednje predvsem na račun povečanja primarne produkcije ter povečanja deleža plodonosnih drevesnih in grmovnih vrst listavcev (npr.: bukev, gaber, jerebika, mokovec). Nasprotno pa bi takšne podnebne spremembe, zlasti preko povečanega plenilskega pritiska, negativno vplivale na vrste z borealno in alpinsko razširjenostjo kakršni sta divji petelin in gozdni jereb.

Štiritedensko spremljanje plenjenja simuliranih gnezd talnih gnezdilcev je pokazalo izredno visok delež plenjenja. Presenetljivo je bila stopnja plenjenja najvišja na najvišji nadmorski višini (pas A-1200 – 1500 m nv), kjer je bila stopnja plenjenja gnezd kar 96% (n=100). V višinskem pasu B (800-1100 m nv) je bila stopnja plenjenja 87% (n=100), v višinskem pasu C (400-700 m nv) pa 83% (n=100). Struktura plenjenja talnih gnezd je pokazala, da so vrani (Corvidae) (sive vrane, krokarji, srake, šoje) zanemarljiva skupina plenilcev talnih gnezd. Nasprotno pa so bile male zveri in divji prašič izredno pomembni plenilci simuliranih gnezd. V višinskem pasu A sta obe skupini predstavljali približno enak delež: male zveri 46%, divji prašič 49%. V višinskem pasu B, 800 do 1200 m, so največ gnezd plenili divji prašiči (69%), število plenjenih gnezd s strani malih zveri pa je bilo 31%. V višinskem pasu C 400 do 700 m so male zveri plenile v kar 95% vseh plenjenih gnezd, pri tem pa je bil delež plenjenja s strani vranov in divjega prašiča zelo majhen (4, 8% in 1,2%).

Na osnovi zbranih iztrebkov na transektih v posameznem višinskem pasu smo dobili podatke o relativnih gostotah malih zveri. Največ iztrebkov malih zveri smo dobili v višinskem pasu C, 117 iztrebkov oziroma 2,92 iztrebka na km transekta, v višinskem pasu B smo našli 59 iztrebkov oziroma 1,47/km transekta, v višinskem pasu A pa 65 iztrebkov oziroma 1,62/km transekta. Indeks gostote malih zveri v višinskih pasovih B in C je bil glede na višinski pas A 0,907 za pas B in 1,8 za pas C. Iztrebke smo ločevali na tri kategorije: jazbec, kune, lisica.

Razporejanje deležev iztrebkov glede na vrsto/skupino se med višinskimi pasovi ni statistično razlikoval (Chi kvadrat test). Primerjalno indeksi gostot malih zveri sovpadajo z intenzivnostjo plenjenja simuliranih gnezd. V grobem oba parametra nakazujeta na večjo številčnost malih zveri na nižjih nadmorskih višinah (pas C 400-700). Seveda bi lahko bil

večji delež kakor tudi višja relativna gostota malih zveri posledica številnih drugih dejavnikov in ne le z nadmorsko višino povezanih prehranskih pogojev. Talni gnezdilci so plenilcem največkrat izpostavljeni v času valjenja in vzgoje mladičev. Tu je pomembna velika prostorska heterogenost, ki zmanjšuje možnost, da bi plenilci odkrili gnezdo ali samico z mladiči; poleg tega pestrost okolja učinkuje na povečanje pestrosti živalskih vrst, ki lahko plenilcem predstavljajo alternativni plen. Z večanjem fragmentiranosti gozda se plenjenje gnezd povečuje. Kulturna krajina namreč omogoča večjo gostoto plenilcev generalistov. Povečan pritisk plenilcev na gnezda seže vsaj 4 km od roba kulturne krajine v gozd (Storch in sod. 2005, Woitke 2002).

V raziskavi Sanige (2002) na Slovaškem so plenilci uničili 65% gnezd. Predacijski pritisk je bil večji v prvi polovici gnezdenja. Manj gnezd je bilo uničenih v notranjosti gozda kot na gozdnem robu. Plenjenje je bilo odvisno tudi od nihanja številčnosti malih glodalcev (najmanjše takrat, ko je bilo glodalcev največ). Spremljanje števila mladičev divjega petelina junija od leta 1983-2001 je pokazal upad s 5,0 na 2,6. Kauhala in Helle (2002) ugotavljata, da je gnezditveni uspeh koconogih kur na Finskem obratno sorazmeren številčnosti plenilcev. Za višinski pas C v naši raziskavi lahko rečemo, da je bil ob vznožju sklenjenih gozdov, ki prehajajo v strma severna pobočja Menine s fragmentiranostjo, ki se ni razlikovala od višinskega pasa B, večja je bila fragmentiranost gozda le v najvišjem pasu A, kjer so prisotni pašniki. Na osnovi dane raziskave lahko izpostavimo, da predstavljata tako divji prašič kot skupina malih zveri zelo pomembnega plenilca talnih gnezdilcev. Pri tem je bilo plenjenje s strani malih zveri izredno intenzivno v nižinskem pasu 400 – 700 m. Najbolj intenzivno plenjenje s strani divjega prašiča je bilo v višinskem pasu med 800 in 1100 metri na strmih pobočjih sklenjenega gozda kjer je prisotnost divjega prašiča največja (dnevna počivališča). Prisotnost in relativno velika populacijska gostota divjih prašičev na Menini (1200- 1500 m) izstopa v primerjavi s primerljivimi območji na tej nadmorski višini. To je verjetno posledica pretežno bukovih sestojev, ki poraščajo pobočja Menine in posledično dobrih prehranskih razmer zanj. Vsekakor je obstoj štirih preostalih rastišč na Menini zelo ogrožen, dodatno pa ga lahko ogrozi še segrevanje ozračja z vsemi posledicami, ki ga le to prinaša.

#### Vpliv temperaturnih sprememb na konzumacijo pri risu

Pri analizi konzumacije risovega plena smo ugotavljali verjetnost, da bo medved našel ostanke plena risa glede na sezono. Tako so medvedi našli 29,7 % ostankov risovega plena (n=64). V času zimskega mirovanja je bila verjetnost prisotnosti medveda ob risovem plenu za polovico manjša kot izven tega obdobja (delež najdenih ostankov risovega plena s strani medveda: v obdobju mirovanja medveda (dec.-mar.) 20,4 %, v obdobju aktivnosti (apr.-nov.) pa 40,0 %; n = 64). Trend naraščanja deleža ostankov plena, ki jih je našel medved v toplejših obdobjih smo opazili tudi v primerjavi med posameznimi meseci.

Primerjava časa hranjenja risa s posameznim plenom med toplim in hladnim delom leta, ni pokazal statistično značilnih razlik in risi so se malenkostno dlje vračali k plenu v toplejšem delu leta (povprečje – toplo: 3.76, hladno: 3.58; Mann-Whitney, W = 157, n = 40, p = 0.94). Podobno tudi čas trajanja konzumacije po mesecih ni pokazal večjih razlik.

Prisotnost nevretenčarskih mrhovinarjev, med katerimi po številčnosti močno prevladujejo dvokrilci, je v veliki meri odvisna od zunanje temperature okolja. Ta vpliva predvsem na aktivnost odraslih živali, medtem ko na razvoj ličink pri truplih velikih živali, kot so parkljarji, nima tolikšnega učinka, saj se ob razpadu trupla sprošča precej toplote. Ob večjih klimatskih spremembah in povišanju okoljske temperature, bi lahko pričakovali

večjo aktivnost nevretenčarskih mrhovinarjev. Vendar naši rezultati kažejo, da to ne bi imelo večjega vpliva na potek konzumacije plena pri evrazijskemu risu. Čeprav dvokrilci najdejo praktično vsako truplo in v poletnem času poteče razvoj od odlaganja jajčec do razvitih ličink v nekaj urah, je očitno ris sposoben preprečiti večjo infestiranost trupla z zakopavanjem plena. Risi redno zakopavajo ostanke svežega plena z listjem, zemljo, vejami in ostalimi objekti v okolici plena. Tekom naših raziskav smo opazili, da so risi zakopali plen v 85 % primerov. Zakopavanje je bilo bolj redno v prvih dneh po uplenitvi in zakopani so bili predvsem deli z izpostavljenim mesom. Na ta način ris prepreči dostop odraslim dvokrilcem, da bi odložili jajčeca, kar mu omogoča nemoteno konzumacijo plena. To ugotovljamo iz primerjave časa trajanja konzumacije, ki je enak v hladnim delom leta, ko so nevretenčarji neaktivni in toplim delom. Seveda pa ima temperatura lahko odločilen vpliv na količino mrhovine v primeru pogina živali zaradi bolezni oz. drugih dejavnikov.

Očiten vpliv je imela sezona na verjetnost, ali bo medved našel ostanke risovega plena ali ne. Po pričakovanjih, so medvedi v zimskem času, ko del medvedov (predvsem samic) ni aktivnih, našli manjši delež ostankov risovega plena, kot v obdobju, ko so vsi medvedi aktivni. Poleg tega ob višjih temperaturah truplo hitreje razpada, zaradi česar ga medved s pomočjo voha v toplejšem delu leta hitreje najde. Nedvomno na verjetnost, da bo medved našel ostanke risovega plena vplivajo tudi mnogi drugi dejavniki (npr. trenutna razpoložljivost drugih prehranskih virov, gostota medvedov, spolna in starostna struktura medvedje populacije). Glede na verjetnost, kdaj medved najde ostanke risovega plena in povprečne izgube zaradi kleptoparazitizma s strani medveda, bi pričakovali, da bo izkoristek plena za risa v toplejšem delu leta manjši za 6 %. Vendar zaradi velike variabilnosti v trajanju konzumacije, na katero vplivajo številni drugi dejavniki (npr. starost, spol in reproduktivni status risa, velikost plena, prisotnost drugih mrhovinarjev, motnje, razpoložljivost plena), te razlike z našim vzorcem nismo uspeli zaznati.

V kolikor bo prišlo do večjih klimatskih sprememb, zaradi česar bi se lahko skrajšal čas zimskega mirovanja oziroma bi medvedi povsem prenehali z zimovanjem, lahko pričakujemo, da bi se povečal delež ostankov risovega plena, ki ga medvedi najdejo. Zaradi svoje velikosti medvedi običajno v nekaj urah pojedjo večino užitnih delov plena ali pa truplo odvedejo, tako da je plen za risa izgubljen. To pomembno vpliva na risov izkoristek posameznega plena in stopnjo plenjenja. Kljub temu pa v tej raziskavi nismo opazili očitnega vpliva sezone na čas konzumacije pri risu, kar nakazuje, da tudi preko kleptoparazitizma s strani medveda ne moremo pričakovati večjih vplivov klimatskih sprememb na konzumacijo in stopnjo plenjenja evrazijskega risa v dinarskih gozdovih.

#### Gnezditvena ekologija velike sinice in sov

Iz spremljanja temperature na vzorčnem območju Krima lahko povzamemo, da je povprečna temperatura v obdobju januar – junij na višini 350 m bila 7,6 oC, na višini 650 m 6,3 oC in na 950 m 4,6 oC. Upadanje povprečne temperature z nadmorsko višino opiše linearna regresija z enačbo  $y = -0,005x + 9,417$  ( $R^2 = 0,994$ ), kar pomeni, da je na raziskovanem območju na Krimu v povprečju na vsakih 100m višine temperatura upadla za 0,5 oC.

Relativna številčnost gnezdečih velikih sinic je z nadmorsko višino upadala. Če združimo podatke za obe leti skupaj ugotovimo, da upadanje z višino dobro opiše logaritemska regresija z enačbo  $y = -23,15 \ln(x) + 162,43$  ( $R^2 = 0,99$ ). Linearna regresija opiše upad nekoliko slabše ( $y = -0,038x + 39,25$ ;  $R^2 = 0,97$ ), na podlagi te regresije pa lahko enostavno ocenimo, da na vsakih 100m nadmorske višine relativna številčnost velike sinice upade za

okoli 3,8 gnezdeče pare. V kolikor predpostavimo, da je ugotovljen logaritemski trend realen in da ga lahko ekstrapoliramo, bi to pomenilo, da je številčnost nič (0) velikih sinic na nadmorski višini 1115m. Višje od te nadmorske višine velike sinice po modelu ne bi zasedle nobene gnezditnice. Gnezditveni uspeh velike sinice predstavljamo s številom znesenih jajc (velikost legla). Gnezditveni uspeh posameznih parov velike sinice se z nadmorsko višini ni značilno spreminjal. V prvih gnezditvah so imele sinice na vseh višinah v letu 2009 v povprečju 9,5 jajc, v drugem 6,5. Leta 2010 so bila legla nekoliko manjša kakor leta 2009, na najvišji lokaciji tudi ni bilo zasedenih gnezditnic. V prvih gnezditvah leta 2010 je bilo na vseh višinah v povprečju 8,4 jajc, v drugem 7.

Leti 2009 in 2010 sta bili za sove prehransko slabi leti, zato je gnezditilo le malo osebkov. V najnižjem pasu je gnezditilo 5 lesnih sov, na srednjem 2 in v najvišjem nobena. Kozača je gnezditila le v letu 2010 – en par v srednjem pasu. Sodeč na zasedenost gnezditnic je bilo leto 2009 eno najslabših v obdobju 2004-2010, kar se je pokazalo tudi na velikosti legel lesne sove. Ta so bila v letu 2009 manjša (mediana 2 jajci na gnezdo) kot v letu 2010 (mediana 4 jajca na gnezdo). Lesne sove so imele v obeh letih skupaj v spodnjem pasu v povprečju 3,8 jajc na gnezdo, v srednjem pa 3. Razlika, zaradi majhnega vzorca ni dovolj značilna, da bi jo lahko posplošili kot splošno zakonitost. Sicer pa se je pri popisu teritorijev izkazalo, da je lesna sova značilno nižinska vrsta ( $\chi^2=3,9$ ,  $p<0,05$ ), kozača pa ni kazala značilnih višinskih preferenc ( $\chi^2=3,5$ , ns).

#### Zgradba združb ptic, krešičev in trepetavk

Med leti 2009 in 2010 smo na popisih na Krimu registrirali 37 vrst ptic, med katerimi je večji del (73%) ptic pevk (Passeriformes). Med pogostejšimi vrstami smo značilne višinske preference ugotovili le pri štirih vrstah (13 %). Pri tem smo kot značilni nižinski vrsti zabeležili lesno sovo in veliko sinico, kot značilni višinski vrsti pa koconogega čuka (*Aegolius funereus*) in drevesno cipo (*Anthus trivialis*).

Vrstna pestrost, celokupna abundanca in struktura združbe ptic pevk se v višinskem razponu med 300 in 1100 metri oziroma okoli 2,8°C povprečne temperaturne razlike ni bistveno razlikovala.

V obdobju raziskave smo na popisih na Krimu registrirali 21 vrst krešičev, med katerimi je bila najbolj abundantna vrsta *Aptinus bombardus*. Med pogostejšimi vrstami smo značilne višinske preference ugotovili pri kar 43 % vrst (6 vrst).

Vrstna pestrost in celokupna abundanca v združbi krešičev se v višinskem razponu med 300 in 1100 metri oziroma okoli 2,8°C povprečne temperaturne razlike ni bistveno razlikovala. Vendar pa so bile razlike v strukturi združb med spodnjim in zgornjim pasom precej večje kot pri pticah.

Na Krimu smo med leti 2009 in 2010 popisali 109 vrst muh trepetavk, med katerimi sta bili najbolj abundantni vrsti *Meliscaeva cinctella* in *Episyrphus balteatus*. Med pogostejšimi vrstami smo značilne višinske preference ugotovili pri le treh vrstah (8 % vrst).

V splošnem je bila vrstna pestrost in celokupna abundanca v združbi muh trepetavk večja na višjih nadmorskih višinah. Po pričakovanjih je bila razlika med vrstami med spodnjim in zgornjim pasom največja. Malo je bilo tudi vrst, ki bi se pojavljale na vseh višinskih pasovih in večina vrst je bila pravzaprav omejenih na en višinski pas.

Največji delež višinsko omejenih vrst smo odkrili pri krešičih, pri pticah in muhah trepetavkah pa je podoben nizek delež tovrstnih vrst. Zadnji dve sta skupini precej bolj mobilnih. Obe žuželčji skupini v splošnem kažeta večji odziv na klimatske spremembe, kot ptice.

Tako pri krešičih kot pri muhah trepetavkah so se pokazale razlike v sezonski dinamiki skupne abundance združbe med višinskimi pasovi. Večinoma so se vrhovi v abundanci pokazali na višjih višnah kasneje kot na nižjih. Pri krešičih smo med aprilom in avgustom registrirali le en vrh, ki se je v spodnjem in srednjem pasu pojavil v juniju, v zgornjem pasu pa v juliju. Tej dinamiki celotne skupine je dobro sledila tudi dinamika najpogostejše vrste v krešičji združbi, vrste *Aptinus bombardarum*. Sezonska dinamika združbe muh trepetavk je izkazala tri vrhove v abundanci. Prva dva vrhova sta se pojavila najbolj zgodaj v spodnjem višinskem pasu. Tretji vrh se je pojavil v vseh treh višinskih pasovih v približno enakem času konec avgusta. Konec junija in v začetku avgusta je verjetno zaradi večje ohlavitve in dežja prišlo do večjega upada abundance v vseh treh višinskih pasovih. Sezonska dinamika najpogostejše vrste *Episyrphus balteatus* je bila podobna v vseh treh višinskih pasovih in ni sledila dinamiki celotne združbe. Pri vrsti smo ugotovili dva vrhova in sicer v drugi polovici julija in konec avgusta. Očitno je izrazito povečevanje številčnosti vrste *E. balteatus* vplivalo tudi na sliko dinamike celotne združbe ob koncu avgusta.

Glede na pričujočo primerjalno študijo različnih združb v višinskem (klimatskem) gradientu ugotavljamo, da ima sprememba klime pomemben vpliv na strukturo združb, pri čemer so spremembe večje na primeru združb manjših in manj mobilnih nevretenčarskih organizmov kot pa na primeru ptičjih združb. Pri pticah se kažejo učinki klimatskih sprememb zlasti pri posameznih vrstah, t.i. južnih ali nižinskih vrstah oziroma severnih in višinskih vrstah. Največjo spremembo strukture združbe smo ugotovili pri najmanj mobilni obravnavani skupini, krešičih. Pri obeh žuželčjih skupinah pa so očitne razlike v sezonski dinamiki med posameznimi višinskimi pasovi. Časovni zamiki imajo tako lahko vplive na strukturo in delovanje ekosistema, saj omogočajo nekaterim specializiranim, višinskim in hladnoljubnim vrstam preživetje spričo zmanjšane kompeticije v zgodnejši sezoni.

Zgradba združb strig v odvisnosti od geografske razporeditve, nadmorske višine in habitatnega tipa

S talnim vzorčenjem v letu 2009 smo na 24 vzorčnih mestih skupno ulovili 2018 osebkov, ki so pripadali 67 vrstam strig. Največje število vrst (19) je bilo v vzorcu bukovega gozda na Kuclju, po velikem številu vrst pa sledita še vzorčno mesto v Panovcu in na Lomu. Na obeh smo namreč ulovili 17 vrst. Najmanjše število vrst (2) smo našli na vzorčnem mestu z ruševjem v Smrekovi dragi. Prav tako majhno število vrst (4) je bilo prisotnih tudi na travniku v Prapročah in v smrekovem gozdu Smrekove drage. Prevladovale so vrste iz redu *Lithobiomorpha* (35 vrst) znotraj katerega smo našli kar 5 za znanost novih vrst in sicer 3 podrodu *Lithobius*, 1 podrodu *Monotarsobius* in 1 podrodu *Sigibius*. Prav tako veliko število vrst (19) je pripadalo družini *Geophilidae* redu *Geophilomorpha*. Tudi znotraj te družine so bile prisotne štiri še neopisane vrste podrodu *Orinophilus* in *Clinopodes*. Zanimiva je bila tudi najdba vrste *Stenotaenia palpiger*, vrsta znana le iz originalnega opisa Attems (1903), ki je najverjetneje endemna termofilna vrsta slovenske Istre. Pri vrednotenju sestave združb strig v obravnavanih gozdovih je treba upoštevati, da

smo uporabili le eno vzorčevalno metodo. Kakor je že znano, dobimo s talnimi vzorci le del združbe strig. Po izkušnjah iz primerjav vzorčevalnih metod, poznavanju favne strig Slovenije in biologije nekaterih vrst lahko predvidevamo, da se na obravnavanem območju pojavlja 80 do 85 vrst.

Največja ocenjena gostota strig (657 na kvadratni meter z 95% verjetnostjo med 435 in 853), je bila na vzorčnem mestu v Okroglini. K tolikšni gostoti sta prispevali predvsem vrsti *Cryptops hortensis* in *Cryptops parisi* ter tudi *Lithobius (Sigibius) carinthiacus* in veliko število juvenilnih osebkov rodu *Lithobius*. Nekoliko nižji gostoti pa sta bili ocenjeni na vzorčnih mestih v Batujah s 607 os/m<sup>2</sup> (95% meja zaupanja med 66 in 1807) in v gozdu na Kuclju s 603 os/m<sup>2</sup> (95% meja zaupanja med 385 in 819). Podobno kakor tudi po drugih krajih slovenskega dinarskega območja, je bila ugotovljena velika številčnost strig v listopadnih gozdovih. Ker gre v tem primeru za večje talne plenilce je seveda njihov vpliv na celotno gozdno združbo pričakovano velik. Žal imamo na razpolago le malo znanstvenih informacij o njihovem vplivu na ekosistemske procese. Kot plenilke talnih nevretenčarjev imajo značilne vplive tako na pojavljanje vrst kakor na njihovo številčnost. V primeru naših vzorčnih lokacij je še posebej pomembna velika številčnost (dominantnost) endemnih vrst ožjih območji. Te vrste so pomembni gradniki dinarskih gozdov, ki sooblikujejo endemne združbe dinarskih gozdov in jim dajejo značilne karakteristike. Seveda ni potrebno poudarjati, da so zaradi razmeroma malega območja pojavljanja ogrožene. Z vidika strokovnega upravljanja zahteva to še posebno pozornost in napore.

#### Zaključni komentar

Z obstoječo raziskavo smo se dotaknili zelo kompleksne problematike vpliva klimatskih sprememb na prostorsko-populacijsko dinamiko prstoživečih živali v slovenskih gozdovih. V obravnavo smo zajeli različne živalske skupine, različnih trofičnih nivojev. Ob predvidenih 20 000 do 30 000 živalskih vrstah v naših gozdnih ekosistemih je za razumevanje dogajanj nujno poenostavljanje in iskanje primernih indikatorskih skupin. Pri tem je modro se zavedati naše subjektivnosti in racionalno iskati ustrezne skupine.

Žal tudi v tej raziskavi ugotavljamo, da ne poznamo niti vrstno sestavo gozdnih ekosistemov, kaj šele kaj več o biologiji vrst, ki jih sestavljajo. Iz številnih raziskav izhaja nedvoumno izhodišče, da so organizmi v ekosistemu ključni za opravljanje ekosistemskih procesov. Trajnostna raba naravnih dobrin je ključno povezane s stabilnostjo in funkcionalnostjo ekosistemov.

Iz pridobljenih podatkov in rezultatov zato jasno izhaja potreba po pridobivanju osnovnih znanj o zgradbi gozdnih ekosistemov tako zaradi njihove trajnostne uporabe kakor tudi zaradi njihovega varstva. Še posebej z vidika varovanja biodiverzitete imajo naši gozdovi poseben pomen tako v evropskem kakor tudi v svetovnem merilu.

Na osnovi sodobnih spoznanj in rezultatov projekta o vplivu klimatskih sprememb – predvsem dvigu temperature lahko izpostavimo sledeče vplive:

##### 1. Pojavljanje vrst

Zaradi klimatskih sprememb se bodo spremenili areali vrst. Tu lahko pričakujemo drastične spremembe predvsem zaradi rušenja obstoječih genetsko predeterminiranih združb. Predvsem je problematična t.i. skokovita disperzija, ko pride vrsta iz precej oddaljenega območja. Zaradi pomena stohastičnih prenosov je tovrstna grožnja zelo nepredvidljiva. Zaznavamo jo lahko s spreminjanjem obstoječih združb, v nekaterih primerih tudi z registracijo novega prišleka. Difuzne spremembe areala so lahko manj

problematične, vsekakor jih pa lažje napovemo. Tudi iz obstoječe raziskave lahko izpostavimo kar nekaj vrst, ki so bodo z veliko verjetnostjo pojavljale na novem območju (npr. *Stenotania palpiger*, *Lithobius peregrinus*). Ker rastlinska struktura pomembno vpliva na talne mikroklimatske razmere je možno z upravljanjem s celotno vegetacijo vplive klimatskih sprememb omiliti.

Za nekatere vrste (npr. lesno sovo, veliko sinico) smo ugotovili tudi možen vpliv na samo pojavljanje na določenem območju znotraj že obstoječega areala.

## 2. Fenološke značilnosti

Sprememba temperature vpliva na fenološke značilnosti. Kakor smo ugotovili tudi v tej raziskavi (npr. krešiču *Aptinus bombardia*) prihaja do časovnega zamika predvsem v času razmnoževanja, pa tudi znotraj celotnih življenjskih ciklov. Fenološke spremembe imajo za posledico spremenjene medvrstne interakcije.

## 3. Sprememba populacijskih parametrov

Spremembe temperature vplivajo na posamezne populacijske parametre. Kakor smo ugotovili v raziskavi pri veliki sinici (*Parus major*), se z nadmorsko višino spreminja gnezditveni uspeh. Še večji je vpliv pri nevretenčarjih, ki imajo praviloma stopnjo metabolizma v neposredni povezavi s temperaturo. Zaradi tega višja temperatura povzroča večjo aktivnost, kar ima za posledico tudi hitrejšo rast ter s tem posredno vpliv tudi na razmnoževalni uspeh, tako preko skrajševanja razmnoževalnega cikla kakor z velikostjo samic ter s tem povezano reprodukcijo..

## 4. Vpliv na dekompozicijo

Za številne gozdne živali predstavlja struktura opada ter vrhnjih talnih horizontov enega pomembnejših okoljskih parametrov. Z dvigom temperature (ob ustreznih vlažnostnih razmerah) se povečuje hitrost dekompozicije in mineralizacije. Poleg vpliva na samo snovno bilanco gozdnih ekosistemov imata omenjena procesa tudi neposreden vpliv na strukturo življenjskega prostora ter s tem posledično vpliv na celotno združbo talnih živali.

## 5. Vpliv na strukturo in zgradbo vegetacije

Vegetacija ključno oblikuje življenjske pogoje v gozdnem ekosistemu. Zaradi tega je za uspevanje živalske združbe bistvenega pomena sama vegetacijska sestava (vrstna) ter tudi zgradba. S klimatskimi spremembami se vegetacija spreminja, ker pa gre v primeru gospodarskih gozdov tudi za vpliv gospodarjenja je pomemben dejavnik tudi človek. Prav tu lahko z znanjem in upoštevanjem vpliva gospodarjenja omilimo ali pa tudi ojačamo vplive globalnega dviga temperature.

Za spremljanje in napovedovanje učinkov predvidenih klimatskih sprememb na ekosisteme in življenjske združbe bi bila nujna vzpostavitev dolgoročnega monitoringa. Glede na rezultate te študije zaključujemo, da bi moral biti monitoring ekosistemskih učinkov klimatskih sprememb zasnovan tako, da bi vključeval reprezentativne organizme v ekosistemu. Pri vretenčarskih in bolj mobilnih organizmih, na primer pticah, bi moral biti monitoring osredotočen na posamezne indikatorske vrste glede na njihovo višinsko razširjenost (npr. ugotavljanje širjenja in povečevanja populacij južnih in/ali nižinskih vrst ter krčenja areala in zmanjševanja populacij severnih in/ali višinskih vrst) in vlogo v ekosistemu (npr. plenilci). Pri tem se je potrebno osredotočiti na ugotavljanje populacijskih nihanj v višinskem gradientu kot tudi demografskih parametrov (npr. rodnost, smrtnost), pri čemer je pri pticah ugodna uporaba gnezdilnic. Nasprotno bi se bilo potrebno v okviru manjših, manj mobilnih izbranih nevretenčarskih skupin, kjer najdemo večji delež specialistov, osredotočiti na spremljanje celotnih združb po višinskem gradientu. Pri tem gre za ugotavljanje spreminjanja življenjskih združb z doseljevanjem novih (južni in/ali nižinskih vrst) in lokalnim izumiranjem obstoječih vrst (severne in/ali

višinske vrste).



### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
  - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
  - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

---

<sup>2</sup> Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Rezultati potrjujejo veliko biodiverzitetno vrednost slovenskih-predvsem dinarskih gozdov. Iz vzorčnih skupin lahko sklapamo na bistveno večjo kompleksnost gozdnih ekosistemov ter s tem tudi potrjuje večnamenski pomen gozdov. Z ohranjanjem ekosistemske funkcije tudi v luči ohranjanja biodiverzitete je namreč sonaravna izraba lesne biomase le eden izmed družbeno pomembnih funkcij. Rezultati projekta dokazujejo potrebo po upoštevanju kompleksnosti pri upravljanju in varovanju gozdnih ekosistemov. Iz rezultatov projekta izpostavljam lahko indikatorske skupine/vrste, ki bi jih bilo smiselno vključiti v monitoring vpliva klimatskih sprememb na razširjenost in populacijske značilnosti na živalsko komponento gozdnih ekosistemov.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

S končnimi objavami novih odkritih znanstvenih spoznanj pričakujemo dolgoročen vpliv projekta na osnovno naravoslovno znanost (biogeografija, ekologija, zoologija) ter na področje varstvene biologije in gozdarstva. Osnovna, bazična spoznanja bodo imela dolgoročen vpliv tako na upravljalne načrte in ravnanje ljudi, pa tudi na zakonodajno in etično komponento delovanja družbe. Spoznanja tudi utrjujejo identiteto prostora v širši mednarodni strokovni in znanstveni javnosti.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Ministrstvo za okolje in prostor  
Zavod za gozdove Slovenije  
Zavod RS za varstvo narave  
Lovska zveza Slovenije  
DOPPS-Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije  
DINARICUM-Društvo za proučevanje in trajnostni razvoj Dinaridov

3.7. Število diplomantov, magistrstrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

Zaključeno ni še nobeno delo, v zaključnih fazah pa so štiri diplomska dela, eno magistrsko delo ter dve doktorski dizertaciji. Ta dela so deloma vključena v projekt in bodo rezultati objavljeni kasneje.

#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

#### 5. Bibliografski rezultati<sup>3</sup> :

*Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.*

#### 6. Druge reference<sup>4</sup> vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Kos I.: Smo samozadostni v sistemu Biosfera - na planetu Zemlja? v:TOME, Nina, KOS, Ivan, KEŠELJEVIĆ, Aleksandar, VENDRAMIN, Mojca. Kje so meje rasti? Med doktrino gospodarske rasti in nosilno sposobnostjo planeta : sodelovanje na razvojem forumu v Državnem svetu, 22. aprila 2010. Ljubljana: Umanotera, 2010.

Kos I.: Biodiverziteteta- kaj je to in pomen za človeštvo.- Lovska zveza Slovenije, Biodiverziteteta in slovensko lovstvo, Novo mesto, 13.6.2010

<sup>3</sup> Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

<sup>4</sup> Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.