

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Vesna SMOLIČ

**ZASTOPANOST IN BIOMASA NEVRETEŃARJEV
V GOZDNIH ZELIŠČNIH VEGETACIJSKIH SLOJIH
NA OBMOČJU AKTIVNIH IN NEAKTIVNIH
RASTIŠČ DIVJEGA PETELINA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Vesna SMOLIČ

**ZASTOPANOST IN BIOMASA NEVRETENČARJEV V GOZDNIH
ZELIŠČNIH VEGETACIJSKIH SLOJIH NA OBMOČJU AKTIVNIH
IN NEAKTIVNIH RASTIŠČ DIVJEGA PETELINA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**PATTERNS OF FOREST FIELD LAYER INVERTEBRATES IN
ACTIVE AND INACTIVE LEK AREAS OF CAPERCAILLIE (*Tetrao
urogallus* L.)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, na Oddelku za biologijo.

Komisija za študijske zadeve Oddelka za biologijo BF je dne 3.6.2011 sprejela temo diplomskega dela. Za mentorja diplomskega dela je imenovala prof. dr. Ivana Kosa, za somentorja dr. Huberta Potočnika in za recenzenta prof. dr. Davorina Tometa.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Simona Prevorčnik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Ivan Kos
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: asist. dr. Hubert Potočnik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Davorin Tome
Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskovanje
sladkovodnih in kopenskih ekosistemov

Datum zagovora: 20.1.2012

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

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Vesna Smolič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	574:592:589.261.6(497.4)(043.2)=163.6
KG	nevretenčarji/številčnost/biomasa/zeliščni vegetacijski sloj/nadmorska višina/divji petelin/ <i>Tetrao urogallus</i> L./Menina
KK	
AV	SMOLIČ, Vesna
SA	KOS, Ivan (mentor)/POTOČNIK, Hubert (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2012
IN	ZASTOPANOST IN BIOMASA NEVREtenČARJEV V GOZDNIH ZELIŠČNIH VEGETACIJSKIH SLOJIH NA OBMOČJU AKTIVNIH IN NEAKTIVNIH RASTIŠČ DIVJEGA PETELINA
TD	Diplomsko delo
OP	X, 50 str., 14 pregl., 11 sl., 1 pril., 78 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Delo obravnava nevretenčarje zeliščnega sloja gozdnih sestojev na območju razširjenosti divjega petelina (<i>Tetrao urogallus</i> L.). Želeli smo ugotoviti biomaso in številčnost posameznih nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja na različnih nadmorskih višinah Menine, ugotoviti časovne značilnosti pojavljanja nevretenčarjev in preveriti povezanost omenjenih dejavnikov z dejansko prisotnostjo divjega petelina na obravnavanem območju. V vsakem od treh višinskih pasov smo s kečerjem vzorčili nevretenčarje v začetku junija, konec junija in v sredini julija 2009. V vsakem od treh višinskih pasov smo s sesalnikom na 12 vzorčnih mestih posesali vse nevretenčarje s površine 1 m ² . Najvišjo številčnost in biomaso nevretenčarjev smo ugotovili v juniju, v najvišjem višinskem pasu. Spremembo v številčnosti in biomasi smo razložili s spreminjanjem dejavnikov okolja z naraščanjem nadmorske višine in zaradi antropogenega vpliva. Klimatske spremembe zadnjih desetletjih se pripisuje predvsem slednjemu. Ena od posledic klimatskih sprememb je predčasen razvoj nevretenčarjev, zaradi česar lahko pride do neujemanja interakcij razvojnih ciklov plena in plenilca (nevretenčarjev in kebčkov) predvsem v nižjih višinskih pasovih. Sposobnost preživetja kebčkov se tako zniža. V vrhnjem delu Menine so, kljub spreminjanju okolja, za divjega petelina habitatne razmere še dovolj ugodne za preživetje tudi s stališča prehrane kebčkov v prvih tednih razvoja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC 574:592:589.261.6(497.4)(043.2)=163.6
 CX invertebrates/abundance/biomass/field vegetation
 layer/altitude/capercaillie/*Tetrao urogallus* L.
 CC
 AU SMOLIČ, Vesna
 AA KOS, Ivan (supervisor)/POTOČNIK, Hubert (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
 PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
 PY 2012
 TI PATTERNS OF FOREST FIELD LAYER INVERTEBRATES IN
 ACTIVE AND INACTIVE LEK AREAS OF CAPERCAILLIE (*Tetrao*
urogallus L.)
 DT Graduation thesis (University studies)
 NO X, 50 p., 14 tab., 11 fig., 1 ann., 78 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB The present thesis investigates forest field layer invertebrates in the habitat areas of capercaillie (*Tetrao urogallus* L.). We have studied the patterns and biomass of the forest field layer invertebrates feeding on the bilberry shrubs at different altitudes of the Menina Plateau. We have also investigated phenological characteristics of invertebrate groups, implicating a connection between the capercaillie habitat areas and invertebrate abundance. We used a sweep-net to sample invertebrates from three levels of altitude at the beginning and end of June, and in the middle of July 2009. In each level we also sampled 12 localities by vacuuming all invertebrates from the 1m² area. The highest invertebrate abundance and biomass were recorded at the highest altitudes in June. We explained the differences in invertebrate groups at different altitudes by abiotic and biotic environmental changes which can also be human-induced (e.g. climate change). Recent climate change results in phenological changes of the development of invertebrates. Especially at lower altitudes this can lead to a mismatch of developmental prey-predator interactions (between invertebrates and capercaillie chicks) and to a reduced breeding success. The higher parts of the Menina Plateau provide more invertebrate food for the chicks during their first few weeks of life than the lower parts.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
1.1 PODNEBNE SPREMEMBE	2
1.1.1 Vpliv podnebnih sprememb na pojavljanje vrst	3
1.1.1.1 Premik območja razširjenosti	3
1.1.1.2 Spremembe v fenologiji	4
1.2 UPRAVLJANJE Z GOZDNIM PROSTOROM	6
1.2.1 Vpliv na vegetacijo in živalske vrste	6
1.2.2 Vpliv na nevretenčarske združbe in povezava z divjim petelinom	7
1.3 DIVJI PETELIN	8
1.3.1 Biologija	8
1.3.1.1 Sistematika in razširjenost	8
1.3.1.2 Značilnosti habitata in prehrane	8
1.3.1.3 Razmnoževanje	10
1.3.1.4 Življenjski prostor in prehrana zaroda	11
1.3.2 Stanje populacij divjega petelina	12
1.3.2.1 Splošno v Evropi in v Sloveniji	12
1.3.2.2 Divji petelin na Menini	13
1.4 NAMEN RAZISKAVE IN HIPOTEZE	14
1.5 OPIS OBMOČJA RAZISKAVE	15
2 MATERIALI IN METODE	18
2.1 TERENSKO IN LABORATORIJSKO DELO	18
2.2 ANALIZA PODATKOV	19
3 REZULTATI	20
3.1 RELATIVNA ŠTEVILČNOST NEVREtenČARJEV	20
3.1.1 Številčnost nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih	20
3.1.1.1 Delež mravelj (fam. Formicidae) znotraj taksonomske skupine Hymenoptera	23

3.1.2	Številčnost nevretenčarjev v različnih obdobjih vzorčenja	24
3.1.2.1	Primerjava številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev med različnimi obdobji vzorčenja (Mann-Whitney test)	28
3.2	MASA NEVRETENČARJEV	30
3.2.1	Suha masa nevretenčarjev v posameznem višinskem pasu	30
3.2.1.1	Suha masa nevretenčarjev na površino domačega okoliša kebčkov	31
3.2.2	Spreminjanje suhe mase nevretenčarskih skupin glede na višinski pas	32
3.3	ODVISNOST ŠTEVILČNOSTI IN MASE TAKSONOMSKO-RAZVOJNIH SKUPIN OD VIŠINSKIH PASOV	33
3.3.1	Odvisnost številčnosti osebkov taksonomsko-razvojnih skupin od višinskih pasov	33
3.3.2	Odvisnost suhe mase osebkov taksonomsko-razvojnih skupin od višinskih pasov	34
4	RAZPRAVA IN SKLEPI	36
4.1	RAZPRAVA	36
4.1.1	Povezanost številčnosti in mase nevretenčarjev z višinskimi pasovi	36
4.1.2	Fenologija nevretenčarskih skupin	37
4.1.3	Povezanost številčnosti nevretenčarjev in območja razširjenosti divjega petelina	38
4.2	SKLEPI	41
5	POVZETEK	42
6	VIRI	44
6.1	CITIRANI VIRI	44
6.2	DRUGI VIRI	49

ZAHVALA

PRILOGA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primerjava števila osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih v vsakem obdobju vzorčenja – rezultati χ^2 testa. Višinski pasovi: A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.); obdobje vzorčenja: 1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009).	21
Preglednica 2: Povprečni delež mravelj znotraj skupine Hymenoptera v različnih višinskih pasovih in v različnih obdobjih vzorčenja.	23
Preglednica 3: Primerjava števila osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev med različnimi obdobji vzorčenja v vsakem višinskem pasu – rezultati χ^2 testa. Višinski pasovi: A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.); obdobje vzorčenja: 1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009).	24
Preglednica 4: Višinski pas A (1200–1500 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (<i>Me</i>) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (N) v treh obdobjih vzorčenja.	25
Preglednica 5: Višinski pas B (800–1100 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (<i>Me</i>) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (N) v treh obdobjih vzorčenja.	25
Preglednica 6: Višinski pas C (400–700 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (<i>Me</i>) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (N) v treh obdobjih vzorčenja.	26
Preglednica 7: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu A (1200–1500 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija.	28
Preglednica 8: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu B (800–1100 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija.	29

Preglednica 9: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu C (400–700 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija.	29
Preglednica 10: Biomasa taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih. Podane so mediane vrednosti (<i>Me</i>) suhe mase in skupna suha masa (<i>skupaj</i>) osebkov iz vseh vzorčnih enot.	31
Preglednica 11: Suha masa posameznih nevretenčarskih skupin v treh višinskih pasovih. Podane so na površino domačega okoliša kebčkov preračunane mediane vrednosti (<i>Me</i>) suhe mase osebkov iz vseh vzorčnih enot.	32
Preglednica 12: Primerjava suhe mase posameznih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.)).	33
Preglednica 13: Korelacija med številčnostjo osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev in višinskimi pasovi. Spearmanov koeficient korelacije rangov (Spearman rho). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$	34
Preglednica 14: Korelacija med suho maso osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev in višinskimi pasovi. Spearmanov koeficient korelacije rangov (Spearman rho).	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Raziskovano območje, položaj in status rastišč divjega petelina <i>Tetrao urogallus</i> na Menini (Purnat in sod., 2007).	13
Slika 2: Skupno število osebkov iz vseh treh obdobj vzorčenja po posameznih taksonomsko-razvojnih skupinah. in višinskih pasovih A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.).	20
Slika 3: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.)) v času 1. vzorčenja (9.–11.6.2009).	21
Slika 4: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.)) v času 2. vzorčenja (25.–30.6.2009).	22
Slika 5: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.)) v času 3. vzorčenja (13.–16.7.2009).	23
Slika 6: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2- konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu A (1200–1500 m n. m.).	26
Slika 7: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2- konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu B (800–1100 m n. m.).	27
Slika 8: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2-, konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu C (400–700 m n. m.).	27
Slika 9: Suha masa osebkov po posameznih taksonomsko-razvojnih skupinah. Primerjava višinskih pasov A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.).	30
Slika 10: Odvisnost številčnosti osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev od višinskih pasov.	34
Slika 11: Odvisnost suhe mase osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev od višinskih pasov.	35

KAZALO PRILOG

PRILOGA: Število osebkov po taksonomsko razvojnih skupinah v posameznem višinskem pasu v treh obdobjih vzorčenja.	52
--	----

1 UVOD

Okolje organizmov oblikujejo živi in neživi dejavniki (Tome, 2006). Dejavniki okolja se v prostoru in času spreminjajo in tako vplivajo na organizme.

V zadnjem času posvečamo veliko pozornosti podnebnim spremembam (npr. Kajfež-Bogataj, 2008; Hannah, 2011; Črepinšek in sod., 2008). Za podnebje je značilna naravna spremenljivost, saj so njegove značilnosti odvisne od sončnega obsevanja, sestave ozračja in lastnosti površja (nagib, lega in odbojnost). V zadnjih desetletjih pa je na podnebje s svojimi aktivnostmi močno začel vplivati človek predvsem preko spreminjanja koncentracije toplogrednih plinov v atmosferi. Gre za hitre spremembe podnebja, zaradi česar se spreminjajo tudi živi dejavniki okolja.

Poleg tega se v zadnjem času organizmi soočajo tudi z drugimi vrstami stresa, ki jih povzroča človeška populacija. To so npr. izguba in fragmentacija prostora zaradi ekonomskega razvoja, onesnaževanja, invazivnih vrst in prekomerne sečnje (Committee on Ecological ..., 2008).

Spreminjanje dejavnikov okolja sproži kaskado posledic v naravnem sistemu. Spremeni se npr. razporeditev in sestava prsti in vegetacije. To vpliva primarno na rastlinojede živali in nadalje na vsak naslednji člen v prehranjevalnih verigah in spletih.

Na postopne spremembe so se populacije različnih vrst večinoma sposobne uspešno prilagoditi. Določene vrste (npr. z omejenim območjem razširjenosti) pa so na spremembe zelo občutljive. Areal populacij takih vrst se zmanjšuje, kar lahko privede tudi do lokalnih izumrtij, spremenita se sestava in fenologija združb (Ashton in sod., 2009). Med take vrste spada tudi divji petelin (*Tetrao urogalus*).

Divji petelin je primarno ptica borealnih gozdov Evrazije. Jugozahodni del območja razširjenosti (zahodna in osrednja Evropa) je razdrobljen, saj zaseda raztresena območja gorskega iglastega gozda. Zaradi človekovega intenzivnega poseganja v gozdni prostor številčnost populacij divjega petelina upada v svetovnem merilu, zlasti pa v alpskem srednje-evropskem prostoru (Storch, 2000; Čas, 1996; Adamič, 1986).

Planota Menina je habitatna krpa robnega predela alpskega areala divjega petelina, kjer je delež aktivnih rastišč (paritvena območja) v zadnjem desetletju 20. stoletja močno upadel (Purnat in sod., 2007). Največ rastišč leži v višinskem pasu med 1201 in 1400 m n. m. (Purnat in sod., 2007). Dejavniki, ki povzročajo upad številčnosti divjega petelina, je več in delujejo hkrati. Številne raziskave nakazujejo, da je upad številčnosti populacij rezultat povišane smrtnosti v najzgodnejšem obdobju razvoja (npr. Moss in sod., 2001; Lakka in Kouki, 2009; Baines in sod., 2004; Čas, 2008; Kurki in sod., 2000; Wegge in sod., 2005; Summers in sod., 2004). Vzrok slednje je lahko med drugim pomanjkanje ustrezne hrane. V večjem delu areala je borovničevje najpogostejši tip okolja v katerem se zadržujejo

mladiči s samico v prvih tednih življenja. Ključno potencialno hrano mladičev – kebčkov v prvih treh tednih predstavljajo nevretenčarji v tem zeliščnem sloju.

S slednjim smo se ukvarjali v naši raziskavi. Zanimalo nas je, ali se številčnost, biomasa in časovne značilnosti pojavljanja posameznih nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja v različnih višinskih pasovih na širšem območju Menine razlikuje. Tukaj je namreč divji petelin prisoten (ustni vir LD Gornji Grad), dokumentirana pa so tudi aktivna, neaktivna in opuščena rastišča (Purnat in sod., 2007). Naš namen je bil ugotoviti, v katerem višinskem pasu so potencialne prehranske razmere za kebčke v prvih tednih njihovega razvoja najbolj ugodne.

1.1 PODNEBNE SPREMEMBE

Podnebje je definirano kot značilnost vremena nad določenim območjem v daljšem časovnem obdobju. Gre za splet vremenskih razmer, tipičnih za območje, skupaj z opisom njihove pogostne in sezonske spremenljivosti.

Spreminja se zaradi notranje spremenljivosti v samem podnebnem sistemu in zunanjih vplivov – naravnih in antropogenih. V preteklosti se je spreminjalo brez posredovanja človeka predvsem zaradi spremenljivega sončnega obsevanja tal. Na energijo sončnega sevanja, ki prispe do površja, vplivajo tudi sestava ozračja in lastnosti podlage: nagib, lega in odbojnost za sončno sevanje. Pomembno je omeniti tudi učinek tople grede, ki ga povzročajo toplogredni plini v ozračju. Zaradi toplogrednega učinka je temperatura površja Zemlje za 33°C višja, kot bi bila brez prisotnosti toplogrednih plinov (ogljikov dioksid, vodna para, metan, dušikov oksid, klorofluorogljikovodiki).

Zadnjih 200 let je na podnebje s svojimi aktivnostmi močno začel vplivati človek, in sicer preko spreminjanja vsebnosti CO₂ v atmosferi (Kajfež-Bogataj, 2008). V zadnjem stoletju je koncentracija ogljikovega dioksida v atmosferi narasla za več kot 30%. Glavni vzrok za to je izgorevanje fosilnih goriv. Začelo se je z industrijsko revolucijo in premogom in nadaljevalo z nafto in zemeljskimi plini. Človekov vpliv na podnebje je postal globalen. Energijska poraba se povečuje, gonilna sila sodobne industrije, transporta in električne energije so fosilna goriva. V njih je velika vsebnost ogljika, pri izgorevanju se sprosti velika količina energije, nastajata ogljikov dioksid in vodna para.

Izsekavanje gozdov in druge spremembe v rabi tal prispevajo približno četrtno celotnih emisij (Hannah, 2011).

Naraščanje koncentracije ogljikovega dioksida ima neposredne učinke na rast rastlin in kemijske značilnosti morske vode, posredno pa vodijo v globalno segrevanje. Za biološke procese in preživetje vrst prinašajo posledice nedojemljivih razsežnosti (Hannah, 2011).

Številni meteorološki podatki in druga opazovanja in meritve v zadnjih 150 letih dokazujejo, da se je podnebje že močno spremenilo; temperatura je v povprečju globalno narasla za 0,75°C (Lovejoy, 2008).

Spremembe podnebja vplivajo tudi na povišano stopnjo motenj v okolju. Npr. za Ameriko so ugotovili, da daljša poletja z manj padavinami prinašajo suše in povečano verjetnost požarov (zahod Amerike), možna pa je tudi višja frekvenca uničujočih tropskih ciklonov (Lovejoy, 2008).

Ogljikov dioksid se v atmosferi zadrži tudi več kot stoletje (Hannah, 2011). Četudi bi emisijo toplogrednih plinov takoj ustavili, bi zaradi zamika med povišano koncentracijo le-teh v atmosferi in posledično večjo količino zadržane toplote temperatura Zemlje naraščala še naslednjih 90 let (Lovejoy, 2008).

1.1.1 Vpliv podnebnih sprememb na pojavljanje vrst

Vsaka vrsta rastlin ali živali ima svojo nišo. To je kombinacija dejavnikov okolja, v kateri lahko osebkovi te vrste preživijo in se uspešno razmnožujejo (Hannah, 2011). Podnebje na mnogo načinov vpliva na ekosisteme in vrste, ki jih sestavljajo.

Vrste so na podnebna nihanja različno občutljive. Coope (2004) v svoji raziskavi piše, da ima vrsta v primeru spremembe na voljo tri možnosti: možnost adaptacije, migracije ali izumrtja. Na zmerne in počasnejše podnebne spremembe se je večina populacij določene vrste sposobna uspešno prilagoditi. Ob hitrih ali velikih spremembah pa to ni več mogoče in populacije lahko izgubijo sposobnost reprodukcije in sčasoma lokalno izumrejo (Hill in sod., 2002).

Dva glavna ekološka učinka podnebnih sprememb, ki sta bila dokumentirana pri stotinah vrst na različnih območjih skozi daljše časovno obdobje, sta premik območja razširjenosti populacij in sezonski premik bioloških aktivnosti ali dogodkov (fenologija). Drugi možni učinki so še spremembe stopnje rasti organizmov in relativne številčnosti populacij različnih vrst (Committee on Ecological..., 2008).

1.1.1.1 Premik območja razširjenosti

Klimatske spremembe so vzrok najbolj masovnim premikom vrst brez posredovanja človeka v sodobnem obdobju otoplitve (Parmesan, 2006; Hannah, 2011).

Populacija določene vrste živi in se razmnožuje v zanjo značilnih klimatskih razmerah, na geografskih območjih z ustrežno temperaturo, količino snežnih in dežnih padavin. Z ogrevanjem Zemlje se spreminjajo meje klimatskih tolerančnih območij vrst. V zadnjih desetletjih je približno 40% vseh rastlin in živali spremenilo svoja območja razširjenosti (Parmesan in Yohe, 2003), v glavnem proti severu ali v višje nadmorske lege.

Sčasoma bodo območja z nespremenjenim podnebjem postala točke, otoki v popolnoma spremenjeni okolici (Kappelle in sod., 1999). Za populacije ali celotne vrste, ki območja svoje razširjenosti ne morejo premakniti, je lahko posledica take fragmentacije in izolacije izumrtje. IPCC poročilo iz leta 2007 napoveduje, da bo zaradi posledic podnebnih sprememb izumrlo 20-30% vseh vrst (Committee on Ecological..., 2008).

Vrste z montansko razširjenostjo so na klimatske spremembe še posebej občutljive, saj na takih območjih prihaja do večjih dvigov temperature (Nogues-Bravo, 2007). Orobiomi različnih predelov Zemlje se pomikajo navzgor (Soja in sod., 2006). V Alpah npr., se je vrstna pestrost rastlin na višjih nadmorskih višinah v zadnjih desetletjih zelo povečala (Pauli in sod., 1996). Za populacije, ki se pomikajo v višje nadmorske višine, pa se površina primernega življenjskega prostora zmanjšuje (Committee on Ecological..., 2008).

Pri velikem deležu populacij vrst zmernega podnebja je opazen biološki odziv na spreminjanje podnebja. Pri tem gre izpostaviti žuželke, saj podnebje močno vpliva na njihov razvoj, razmnoževanje in preživetje (Bale in sod., 2002). Zaradi kratkih generacijskih časov in visoke stopnje reprodukcije je njihov hitrejši odziv na podnebne spremembe verjetnejši kot pri dolgo živečih vrstah (npr. vretenčarjih) (Menendez, 2007). Več vrst metuljev v različnih predelih sveta je svoje območje razširjenosti v zadnjih desetletjih premaknilo v višje nadmorske višine (Parmesan, 2002, Parmesan, 2005; cit. po Hannah, 2011; Wilson in sod., 2005; Konvicka, 2003; Ashton in sod., 2009). Tudi druge skupine žuželk (hrošči, kačji pastirji, kobilice, stenice in drugi) kažejo podoben odziv (Hickiling in sod., 2006).

Britanska študija, ki je vključevala 59 vrst ptic Velike Britanije, je pokazala, da so vse vrste v 20 letih pomaknile severno mejo svojega območja razširjenosti za 20 km severneje. Razlog za to so višje spomladanske temperature, katerih posledica je spremenjena časovna dinamika in uspešnost reprodukcije teh ptic (Thomas in Lennon, 1999). Za južno mejo območij razširjenosti, ki pri mnogih vrstah sega v montanske dele osrednje Evrope, je značilen premik v višje nadmorske višine (Hill in sod., 2002).

Populacije različnih vrst se premikajo različno hitro. Območja razširjenosti populacij, ki prej niso bile v interakciji ali pa je bila le-ta omejena, se bodo zato sčasoma začela prekrivati. To pa ima lahko – npr. v primeru endemične vrste z montansko razširjenostjo – uničujoče posledice (Menendez, 2007).

1.1.1.2 Spremembe v fenologiji

V številnih raziskavah poročajo, da se različni organizmi, od rastlin do vretenčarjev, na spremembe klime odzivajo s spremembami časovne dinamike razvoja (Menendez, 2007). Gre predvsem za predčasne spomladanske ali jesenske dogodke kot so brstenje, cvetenje, prekinitve hibernacije, parjenje in migracije (Parmesan, 2006).

Pri večini rastlin brstenje določajo klimatski signali. Primerna temperatura ali temperaturni vzorci povzročijo pri rastlinah serijo hormonalnih odzivov, ki sprožijo cvetenje (Pamesan, 2006; Hannah, 2011).

Črepišek in sod. (2008) so ugotavljali vpliv višjih zimskih in spomladanskih temperatur na razvoj rastlin v Sloveniji v obdobju od leta 1955 do leta 2008. Letno časovno usklajevanje pomladanskih fenofaz (faze periodičnega življenjskega cikla rastlin) je v veliki meri odziv na temperaturo in odraža toplotne pogoje tekočega leta in lokacije. Razvoj listov pri rastlinah se je leta 2008 začel 6 dni prej kot leta 1955, cvetenje pa v povprečju 10 do 14 dni prej. Odziv rastlin se ujema s spremembami zgodnjih spomladanskih temperatur (februar–april); višje temperature zgodaj spomladi povzročijo zgodnejši razvoj listov in cvetenje. Zgodnje-spomladanska otoplitev za 1°C pospeši začetek rastne sezone za približno 4 dni.

Zaradi višanja temperature se hitreje razvijejo in prej odrastejo ličinke žuželk (Menendez, 2007), prav tako opažajo predčasen pojav odraslih osebkov in podaljšano obdobje letenja. S tega stališča je najbolje preučen red metuljev (Roy in Sparks, 2000; Stefanescu in sod., 2003; Forister in Shapiro, 2003; Ellis in sod., 1997). Spremembe so bile tekom obdobja preučevanja sorazmerne s stopnjo naraščanja temperature. Ashton in sod. (2004) so poleg že omenjenega ugotovili, da hitre spremembe temperature in predčasno obdobje suše, kar je značilno za obdobje globalne otoplitve, lahko povzročijo povišano smrtnost gosonic določene gorske vrste metulja. Te se izvalijo, ko temperatura naraste nad 20°C. Če so zatem izpostavljeni mrazu, se ne morejo hraniti. Ob naslednjem hitrem povišanju temperature lahko odmrejo zaradi izsušitve. Podobne odzive kažejo tudi druge žuželke – čebele, muhe in hrošči (Gordo in Sanz, 2005).

Za višjo nadmorsko višino je značilen kasnejši razvoj žuželk (Hodkinson, 2005). Za žuželke z gorsko razširjenostjo je značilna fleksibilnost v fenologiji, kar je verjetno uspešna strategija za življenje v nepredvidljivih razmerah (Ashton in sod., 2004). Kljub temu morajo ličinke svoj razvojni cikel zaključiti v določenem času, sinhrono s fenologijo gostiteljske rastline (Bale in sod., 2002). Spremenjena fenologija lahko privede do neujemanja v razvoju med populacijo gostiteljske rastline in žuželke, njenega plenilca (Hill in Hodkinson, 1995), to pa nadalje do neujemanja v razvoju populacij žuželk in ptic (plenilenec).

Moss in sod. (2001) so raziskovali, kako spreminjanje podnebja vpliva na uspešnost reprodukcije divjega petelina. Spreminjanje fenologije zeliščnega sloja oz. borovničevja in nevretenčarskih združb ima nanj posreden vpliv. Spreminjanje temperature in padavin pa neposredno vpliva na razvoj jajc in mladičev, še posebno v prvih tednih življenja.

Ekoloških sprememb ne moremo pripisati izključno podnebnim spremembam, saj se v sodobnem času biosfera srečuje tudi z drugimi vrstami stresa, ki jih povzroča človek. To so

izguba in fragmentacija prostora zaradi ekonomskega razvoja, onesnaževanja, invazivnih vrst in prekomerne sečnje. Posledice slednje si bomo podrobneje ogledali v nadaljevanju.

1.2 UPRAVLJANJE Z GOZDNIM PROSTOROM

Z naraščanjem prebivalstva in ekonomskim razvojem je začel človek gozdne površine vse bolj izkoriščati za pridobivanje kmetijskih površin in lesa (Sohngen in sod., 1999). Borealni iglasti gozdovi na različnih območjih Zemlje se s sečnjo spreminjajo v sestoje, v katerih prevladuje ena drevesna vrsta, ali pa se med posekami in plantažami mladih dreves ohranijo le fragmenti starih sestojev. S tem se popolnoma spremeni struktura in dinamika gozdnih ekosistemov.

1.2.1 Vpliv na vegetacijo in živalske vrste

Z izsekavanjem se spremenijo abiotne razmere v gozdu (Atlegrim in Sjöberg, 1996a), kar pomembno vpliva na gozdno združbo. Zeliščni sloj spremeni morfolgijo, reprodukcijo in kemijsko sestavo tkiv (Stewart in Bannister, 1973; Laine in Henttonen, 1987; Raatikainen in Vänninen, 1988; Hester in sod., 1991), spremenijo se značilnosti nevretenčarskega sloja podrasti, kar naprej vpliva na potrošnike drugega reda. Borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.) je prevladujoča rastlina podrasti v borealnih iglastih gozdovih. Mnogo živali jo izkorišča direktno, kot npr. los (*Alces alces* L.), srnjak (*Capreolus capreolus* L.) (Cederlund in sod., 1980), voluharice (Kalela, 1957; cit. Po Atlegrim in Sjöberg, 1996a), divji petelin (Rajala, 1959; cit. po Atlegrim in Sjöberg, 1996a) in mnogo vrst žuželk (Niemelä in sod., 1982). Ptice se hranijo z nevretenčarji, ki jedo borovnice, in jo izkoriščajo posredno.

Atlegrim in Sjöberg (1996a) sta raziskovala odzive borovničevja na sečnjo z goloseki in selektivno sečnjo. Nižje rastle in reproduktivne sposobnosti borovničevja na posekah sta razložila s poslabšanjem rastleh pogojev:

- povišano sončno sevanje.

Rizomi in korenine borovnice so večinoma plitvo rastoči, zato povišano sončno sevanje, ki izsuši površinski humusni sloj goloseka, spremeni vodno ravnovesje borovnice. Posledice tega so lahko nižja stopnja fotosinteze in rasti, zato so rastline manjše in imajo manj poganjkov. Zaradi pomanjkanja vode je tudi umrljivost rastleh višja.

- poškodbe.

Naprave za sečnjo lahko povzročijo številne mehanske poškodbe na borovničevju in s tem zmanjšajo pokrivnost tal na golosekih.

- odprte površine.

Odprte površine povečajo možnost, da rastline prizadene zmrzal. Snežna odeja, ki rastline ščiti pred nizkimi temperaturami, na posekah izgine prej kot v gozdu. Pozeba borovničevje prizadene posebno v začetku rastne sezone in v času rasti poganjkov (junij). Poveča se tudi kompeticija z drugimi rastlinami.

Borovničevje na posekah ima povišano vsebnost fenolov, saj so rastline s povišanim svetlobnim sevanjem v stresu in povečajo izgradnjo fenolnih substanc za zaščito encimov in membran v listih pred povišanim ultravijoličnim sevanjem.

Sečnja in fragmentacija borealnih gozdov s kmetijskimi površinami vpliva na živalske vrste, ki v njih prebivajo, tudi preko posrednih interakcij. Kurki in sod. (2000) so ugotovili, da se v spremenjenih razmerah spremeni dostopnost plena za plenilce generaliste. Na posekah s travnato podrastjo se spremenijo razmerja vrst gozdnih glodavcev. Zelo se poveča gostota voluharic (npr. vrst rodu *Microtus*), ki so priljubljen plen plenilcev generalistov (vrani, ujede). Četudi slednji gnezd na tleh gnezdečih ptic ne iščejo aktivno, se ob povišanju njihove številčnosti, poviša verjetnost naključnega plenjenja gnezd. Tako znižujejo uspešnost reprodukcije gozdnih kur (Baines in sod., 2004).

1.2.2 Vpliv na nevretenčarske združbe in povezava z divjim petelinom

Ob sečnji vseh dreves na nekem območju se odstrani celoten sloj krošenj. S tem se spremenijo abiotični dejavniki okolja. Povišajo se jakost sončnega sevanja, amplitude nihanj v temperaturi in vlažnosti v tleh in podrast. Tako se v veliki meri spremeni nevretenčarska favna zeliščnega sloja podrasti (Atlegrim in Sjöberg, 1996a).

Spremembe značilnosti borovničevja zaradi sečnje imajo lahko velik pomen za rastlinojedce, ki se z njim hranijo. Tak način gospodarjenja z gozdom povzroča upad velikega števila vrst, nekaterim prinaša celo grožnjo izumrtja (Atlegrim in Sjöberg, 1996b). Borovnica je gostiteljska rastlina ličink številnih vrst žuželk; številnih ličink metuljev (Lepidoptera) (Niemelä in sod., 1982) pa tudi ličink rastlinskih os (Hymenoptera, Symphyta). Vrstna sestava in številčnost nevretenčarjev se spreminjata glede na tip borealnih iglastih gozdov, saj se v njih spreminjajo abiotični dejavniki okolja in s tem kakovost borovničevja. Ličinke metuljev predstavljajo pomemben delež hrane mnogih vrst ptic. Spremembe številčnosti ličink in drugih nevretenčarjev, ki sledijo sečnji, so pomembne za razumevanje odzivov višjih trofičnih nivojev v borealnih iglastih gozdovih (Atlegrim in Sjöberg, 1996b; Spidso in Stuen, 1988).

Atlegrim in Sjöberg (1996b) sta ugotovila nižjo številčnost gosenic metuljev iz družine pedicev (Geometridae) na posekah in zaključila, da sečnja do golega negativno vpliva na borovničevje, na gosenice, ki se z njim hranijo in na interakcijo med njimi. Spremenjeni abiotični dejavniki vplivajo na številčnost gosenic tako posredno kot neposredno. Zaradi

višje temperature se na posekah poveča nevarnost izsušitve izpostavljenih ličink. Ker so višje poletne temperature zanje lahko usodne, se larvalni razvoj odvijne spomladi. Posreden vpliv se kaže preko učinkov na rastlinje. Rastline so manjše, zato je manjša razpoložljivost hrane za rastlinojedce. Rastline imajo nižjo vsebnost vode, trše in bolj žilave liste in zvišano vsebnost obrambnih snovi, fenolov. S tem se zniža kakovost hrane za rastlinojedce.

Spremembe nevretenčarskih združb zaradi sečnje nadalje vplivajo na sekundarne potrošnike v borealnih gozdovih. Divje kure, ki se razmnožujejo v borealnih iglastih gozdovih Fenoskandinavije, velik delež svoje hrane poiščejo v zeliščnem sloju podrasti. Razpoložljivost hrane je dejavnik, ki določa velikost legla, čas in uspešnost reprodukcije ptic. Ugotovili so, da se ob višji gostoti rastlinojedih ličink na borovničevju razmnožuje večji delež žužkojedih ptic (Atlegrim in Sjöberg, 1996b).

Divji petelin je ptica starih gozdov, bogatih z nizkim grmičevjem, posebno borovničevjem (Rolstad in Wegge, 1987). Taka vegetacija nudi skrivališče begavcem in je bogata s številnimi nevretenčarji, ki skupaj z listi in plodovi borovnice zavzemajo velik del prehrane mladičev (Baines in sod. 2004). Zaradi tega je divji petelin zelo občutljiv na spremembe zeliščnega sloja in variacije v žuželčni hrani, ki so posledica zmanjševanja borovničevja ob prekomerni sečnji gozdov (Wegge in Kastdalen, 2008).

1.3 DIVJI PETELIN

1.3.1 Biologija

1.3.1.1 Sistematika in razširjenost

V red kur (Galliformes) uvrščamo 17 vrst. Največja iz družine koconogih kur (Tetraonidae), ki živi tudi v Sloveniji, je divji petelin (npr. Storch, 2000).

Razširjen je na območju Evrazije od Skandinavije do vzhodne Sibirije. V osrednjem območju naravne razširjenosti; v borealnih gozdovih Evrazije živi na nižjih nadmorskih višinah (Adamič, 1987; Čas, 2006). Jugozahodni del območja razširjenosti (zahodna in osrednja Evropa) je razdrobljen. Območja gorskega iglastega gozda, katera zaseda, so raztresena, njegov življenjski prostor pa se zmanjšuje tudi zaradi človekovega poseganja vanj (Storch, 2000; Adamič, 1987; Čas, 2006).

1.3.1.2 Značilnosti habitata in prehrane

Divji petelin je prilagojen na življenje v zmernih, borealnih in arktičnih biogeografskih območjih severne poloble. V srednji Evropi živi v starih, mešanih gozdovih borealnega tipa v višjih nadmorskih višinah. Predstavljajo jih avtohtoni bukovi-jelovi ali umetno

nastali mešani iglasti gozdovi s smreko (Čas, 2008). Tu živi v odmaknjenih, mirnih gozdnih krajinah, v še naravnih, presvetljenih vrzelastih strukturah starih mešanih in iglastih gozdov. Pomembne so tudi zaplate mlajših sukcesijskih stadijev, jase s prevladujočim borovničevjem in vresjem, ter barja. Za življenjski prostor divjega petelina so značilna drevesa širokih krošenj in močnih vej, po katerih se lahko premika v krošnji in dostopa do hrane (Storch, 2000; Summers in sod., 2004). Optimalna gostota gozda za divjega petelina je od 500 do 1000 dreves na hektar, pogosteje naj bi se pojavljal v gozdovih starejših od 70 let (Summers in sod., 2004).

Domači okoliš samcev in samic je približno enak in znaša v povprečju 550 ha, kar je ugotovila Storch (1995) v eni od svojih raziskav. Velikost naj bi bila odvisna od količine borovnice in starega gozda, v katerem so boljše prehranske razmere.

Divji petelin se pozimi hrani skoraj izključno z iglicami različnih iglavcev kljub nizki energetski vrednosti. Wegge in Kastdalen (2008) kot zimsko hrano navajata tudi gozdni črnilec (*Melampyrum sylvaticum*). Poleti se hrani s popki, listi, cvetovi in plodovi različnih zelišč in grmov (Storch, 2000). Taki hrani so prilagojena njegova prebavila, saj je črevo dolgo, z dobro razvitimi stranskimi izrastki (»*caeca*«), kjer se s pomočjo endosimbiontskih bakterij razgrajuje celuloza (Storch, 2000).

Samci in samice se tako pozimi kot čez leto zadržujejo v različnih tipih življenjskega prostora. Samci so bolj opazni in večji od samic, zato imajo raje stare in redke gozdove, saj tu lažje pobegnejo pred plenilci. Samice se pogosteje zadržujejo v gostejših sestojih mlajših sukcesijskih stadijev. Samice so manjše od samcev in varovalnih barv, zato se lažje gibajo v gosti podrasti, kjer se tudi skrijejo pred plenilci (Storch, 2000).

Pomembno je, da sestoji nudijo dovolj hrane, ki jo zahteva energijsko zahtevna golitev in potrebe velikega telesa. Za samice je s hranili bogata hrana zelo pomembna tudi v obdobju razmnoževanja (Rolstad in Wegge, 1988).

Prevladujoče rastlinje podrasti v habitatu divjega petelina je borovničevje (Rolstad in Wegge, 1987, 1988). Tekom rastne sezone (od pomladi do jeseni) je olistano in plodi, zato je pomembna hrana odraslih osebkov. Nevretenčarji, predvsem gosnice, katerih gostiteljska rastlina je borovnica (Picozzi in sod., 1999), pa so pomembna hrana kebkov. Divji petelin si najverjetneje izbere tak tip gozdnih sestojev, ki nudi najboljšo kombinacijo hrane in pokrivnosti (Wegge in sod., 2005).

Divji petelin je občutljiv na spreminjanje prostora, zato je indikator zdravja in ohranjene biodiverzitete v upravljanih alpskih gozdovih (Storch, 2000; Baines in sod., 2004).

1.3.1.3 Razmnoževanje

Parjenje poteka spomladi, od aprila do sredine maja. Začne se z značilnim oglašanjem samcev. Samci začnejo s »petjem« v sredini marca in pojejo do konca maja na območjih, ki jih imenujemo rastišča. Višek parjenja je odvisen od nadmorske višine in vremena (Saniga, 1996). Mikuletič (1984) meni, da je petje namenjeno predvsem označevanju domačega okoliša, Adamič (1987) pa, da je namenjeno izključno privabljanju samic. Večina rastišč je na pobočjih, grebenih in vrhovih, največ v položnih, zmerno strmih in strmih gozdovih in so stalna (Adamič, 1987). Rastišče je manjši del dnevnega domačega okoliša petelinov v obdobju parjenja, ki je velik 1 – 3 ha. Obširnejši stari iglasti gozdovi kot so v okolici, večje in vitalnejše je rastišče (Miettinen in sod., 2005).

Na istem rastišču lahko poje več petelinov, vendar vsak na svojem mestu. Dominanten petelin poje v središču ali pa na najvišjem delu, in njega si samice navadno izberejo za parjenje. Samice prihajajo na rastišča od konca aprila dalje. Do parjenja pride v nekaj dneh. Čez dan se samice od rastišč oddaljijo 200 – 1800 m, samci pa se zadržujejo 100 – 300 m od rastišča (Saniga, 1996). Storch (1995) ugotavlja, da se samice preko leta zadržujejo povprečno 1,3 km od rastišča, na katerem je spomladi potekala rastitev.

Po oploditvi začne kura gnezditi. Gnezdo je lahko v bližini rastišča, lahko pa je od njega bolj ali manj oddaljeno. Najpogosteje je v življenjskih okoljih, na katere je samica prilagojena, torej v zrelem mešanem iglastem gozdu, lahko pa gnezdi tudi drugje, na primer v sestojih mlajših sukcesijskih stadijev. Storch (1991) meni, da je izbira mesta za gnezdenje odvisna od združbe plenilcev gnezd, ki so prisotni na določenem območju, od njihove gostote in habitatnih preferenc. Prav tako pa je odvisna od gostote, distribucije gnezd in gostote alternativnega plena omenjenih plenilcev, zato se gnezditvena mesta na različnih območjih (npr. na Finskem, v Nemčiji ali na Menini) med seboj razlikujejo. Saniga (1996) ugotavlja, da se samice po parjenju od rastišč oddaljijo do 2000 m. Navadno samica poišče zavetno mesto med koreninami debelejših dreves ali pod deblom podrtega drevesa in tam izgrebe plitvo jamico. Gnezditveno mesto je lahko več let isto. Gnezdo je zelo preprosto, zgrajeno iz nekaj listja ali drugega rastlinja in nekaj perja, ki si ga samica zguli s trebušne strani. Čez nekaj dni se začne odlaganje jajc, eno jajce na vsakih 26 – 30 ur (Mikuletič, 1984). Večinoma odloži od 6 do 8 jajc. Samica vali jajca. Nekajkrat na dan za kratek čas zapusti gnezdo, da si poišče hrano.

Mladiči, ki so begavci, se izvalijo po 3 – 4 tednih, to je nekje od začetka do sredine junija (Wegge in sod., 2005; Mikuletič, 1984). Zanje skrbijo izključno samice. Varujejo jih in jih učijo najti hrano, ki pa jo pobirajo sami. V prvih tednih življenja se prehranjujejo z visoko energijsko hrano, velik delež le-te zavzemajo nevretenčarji. Mladiči se izvalijo, ko je številčnost žuželk v okolici najvišja, kar kaže na evolucijsko prilagoditev vrste in ključno vlogo tega vira hrane (Wegge in Kastdalen, 2008). Zarod ostane s samico do jeseni

(Storch, 2000). Domači okoliš kebčkov od izvalitve do poznega poletja znaša v povprečju 148 ha (Storch, 1994).

Kure navadno vzredijo en zarod na leto, če pa izgubijo leglo tekom gnezdenja ali v zgodnjem obdobju njegovega razvoja (če npr. plenilci opleniyo njihova gnezda), lahko ponovno valijo (Moss in sod., 2001).

1.3.1.4 Življenjski prostor in prehranjevanje zaroda

Prvih nekaj tednov po izvalitvi iščejo samice z zarodom takšna okolja, ki so istočasno bogata z žuželčjo hrano in nudijo primerno kritje (Kvasnes in Storaas, 2007). To so pogosto borovničevja, ki so zaradi visoke vsebnosti dušika v listih bogata z rastlinojedimi nevretenčarji. Previsoka in pregosta podrast ni ugodna, saj mladiče pri iskanju hrane ovira (Wegge in sod., 2005). Družina se navadno prvih nekaj dni giba po omejenem območju in išče hrano, a se na enem mestu nikoli ne zadržuje dolgo. Tak tip prehranjevanja najverjetneje zelo zmanjša nevarnost plenjenja ujed (Wegge in sod., 2005).

Na Škotskem se mladiči divjega petelina najraje zadržujejo v starih, predvsem vlažnih gozdovih, izogibajo pa posekam in mladim sestojem (Summers in sod., 2004).

V prvih treh tednih življenja več kot 50% prehrane kebčkov zavzemajo nevretenčarji. Gre predvsem za gosenice pedicev in rastlinskih os ter ličinke in odrasle mravlje (Formicidae), o čemer poročajo predvsem skandinavske raziskave (npr. Spidso in Stuen, 1988; Wegge in Kastdalen, 2008; Wegge in sod., 2005; Lakka in Kouki, 2009). Omenjene ličinke v prehrani prevladujejo v prvih dneh življenja kebčkov, po 20 dneh pa se v prehrani poviša predvsem delež mravelj. Prisotnost mravelj v življenjskem prostoru mladičev je zelo pomembna, ker so te, v primerjavi z drugimi skupinami žuželk, katerih številčnost opazno niha v odvisnosti od vremena, konstanten vir hrane (Wegge in sod., 2005).

Tip nevretenčarske hrane, ki si jo mladiči izbirajo, se lahko razlikuje glede na območja in leta, saj je lahko odvisen tudi od dostopnosti določene hrane v okolju. Tako Picozzi in sod. (1999), ki so preučevali prehrano kebčkov na Škotskem poročajo, da se kebčki tam občasno hranijo tudi s hrošči pokalicami (Elateridae) in rilčkarji (Curculionidae), različnimi dvokrilci (Diptera), pajki (Araneae) in suhimi južinami (Opiliones).

Od 3. do 5. tedna starosti v prehrani kebčkov postopno prevlada rastlinska hrana, posebno listi in plodovi borovničevja, od živalske se pojavljajo le še posamezni osebki mravelj in hroščev (Picozzi in sod., 1999). Če borovničevja primanjkuje, jih nadomesti vresje, plodovi šašev, ločkov in trav, zelišča in praproti (Summers in sod., 2004). Na rastlinsko hrano verjetno preidejo takrat, ko številčnost nevretenčarske hrane v okolju upade ali pa ko se jim prebavni sistem razvije za prebavo rastlinske hrane (razvoj »*caeca*«). Do tega lahko pride tudi preden vir živalske hrane usahne (Wegge in Kastdalen, 2008).

Nevretenčarska hrana je bogata z aminokislinami kot so cistein in metionin, ki so pomembne za rast. Ob izvalitvi tehtajo kebkci 46 – 48 g, septembra pa tehtajo samice 1,6 – 1,8 kg in samci več kot 2 kg, rast je torej zelo hitra. Da lahko tako rast vzdržujejo, se morajo prehranjevati s proteinsko bogato in lahko prebavljivo hrano (Wegge in Kastdalen, 2008). Ko zrastejo do določene velikosti, zanje samica ne more več učinkovito skrbeti in morajo vzdrževati svojo telesno temperaturo sami (Spidso in Stuen, 1988). Za višjo tvorbo toplote potrebujejo energijsko bogato hrano; tako, ki ima visoko vsebnost ogljikovih hidratov. Tako 80% rastlinske hrane 6 – 7 tednov starih mladičev sestavljajo zrele borovnice (Spidso in Stuen, 1988). Te vsebujejo veliko ogljikovih hidratov in so lahko prebavljive, pretežno v enaki meri kot nevretenčarji.

Kakovostna živalska in rastlinska hrana je pomemben dejavnik preživetja kebkčkov (Savory, 1989), saj morajo zrasti v kratkem času in vzdrževati svojo telesno temperaturo (Spidso in Stuen, 1988, Wegge in Kastdalen, 2008). Med vsemi divjimi kurami kebkci divjega petelina rastejo najhitreje in se z nevretenčarji prehranjujejo najdlje in v največjem obsegu (Savory, 1989).

1.3.2 Stanje populacij divjega petelina

1.3.2.1 Splošno v Evropi in v Sloveniji

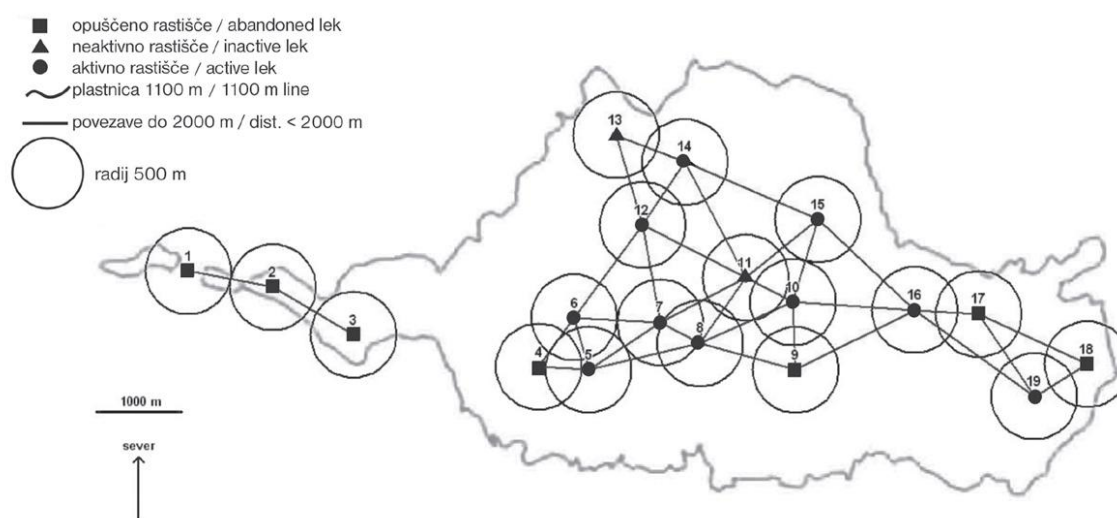
Zaradi intenzivnega človekovega poseganja v gozdni prostor populacije divjih petelinov upadajo po vsej Evropi, tudi v borealnih gozdovih severne Evrope in Skandinavije, kjer je življenjski optimum divjega petelina (Čas, 1996).

Divji petelin je vrsta, kateri sta se obseg in kvaliteta habitata v 20. stoletju zelo spreminjala. Na začetku stoletja so se območja starih vrzelastih mešanih iglastih gozdov z zaraščanjem obsežnih opuščeni pašnikov razširila vse do predgorja. Tako je bila populacija divjega petelina v Sloveniji v letih 1910 – 1930 največja. Po letu 1933 je začela njena številčnost močno upadati, domnevno zaradi krčenja habitata (Adamič, 1987; Čas, 2006). Krčenje življenjskega prostora, intenziviranje gozdarstva in gradnja gozdnih prometnic so se nadaljevali tudi po drugi svetovni vojni (Bevk in Trontelj, 2008). Divji petelin je izginjal predvsem iz vznemirjanih in močnejše izkoriščanih gozdov (Adamič, 1987) ter zaradi propadanja iglastih gozdov in vračanja avtohtonih listavcev, zlasti v nižjih legah (Čas, 2006). Na zmanjševanje številčnosti je verjetno vplivala tudi visoka gostota plenilcev (Čas, 2006). V letih 1979 – 2000 je bilo v Sloveniji evidentiranih 681 rastišč. Do leta 2008 se je število rastišč zmanjšalo za polovico (Bevk in Trontelj, 2008). Primerne življenjske razmere za divjega petelina so stabilne le še v višinskem pasu 1200 do 1600 m n. m. (Bevk in Trontelj, 2008), kjer je danes 66% vseh aktivnih rastišč v Sloveniji (Čas, 1999). Jedro alpske populacije v Sloveniji je v gozdnih krajinah visokogorja Koroške, Zgornje Savinjske regije ter Gorenjske (Čas, 2006). Organizirane so bile številne akcije za

njegovo ohranjanje. Od leta 1984 je lov nanj prepovedan, upravljavci gozdov pa so uvedli spremenjen režim upravljanja z gozdovi na območjih evidentiranih rastišč. Kot redka in ogrožena živalska vrsta je zavarovan od leta 1993 (Uredba o zavarovanju ..., 1993).

1.3.2.2 Divji petelin na Menini

Purnat in sod. (2007) so raziskovali primernost življenjskega prostora za divjega petelina na Menini. Zato so zbrali podatke o lokaciji posameznih rastišč v letih 1980 – 2001. Na podlagi aktivnosti petelinov so opredelili rastišča kot aktivno, neaktivno ali opuščeno. Kot aktivna rastišča so opredelili neopuščena rastišča, kjer petelin poje, na neaktivnih so zabeležili navzočnost neaktivnega petelina ali kur, kot opuščena rastišča pa so opredelili tista rastišča, kjer ni bilo znakov pojavljanja petelinov ali kur. Ob prvem popisu rastišč v obdobju 1980 – 1986 je bilo opisanih 19 aktivnih rastišč (Adamič, 1986). Po popisih iz obdobja 1998 – 2000 je bilo od 19 rastišč na območju aktivnih 10, dve pa so označili kot neaktivni (slika 1). Rastišča na Menini so bila razporejena mrežasto, podobno kot v evrazijski tajgi (slika 1). Ob popisu leta 2001 so bila 4 rastišča aktivna, 5 neaktivnih in 10 opuščeni. Ugotovili so, da se je med območji, kjer ležijo aktivna in območji, kjer ležijo opuščena rastišča, struktura gozdnatih pokrajin razlikovala.



Slika 1: Raziskovano območje, položaj in status rastišč divjega petelina *Tetrao urogallus* na Menini (Purnat in sod., 2007)

Največ aktivnih rastišč je (po popisih iz let 1998 – 2000) ležalo v višinskem pasu med 1201 in 1400 m n. m. Na površini 500 m okoli centrov rastišč (78,5 ha) so ugotovili višji površinski delež starega gozda, nižji delež sestojev mlajših sukcesijskih stadijev in višji delež pokrivnosti z borovnico in brusnico. Na aktivnost rastišč je imela negativen vpliv

tudi prisotnost fiksne žične ograje (pašniki) in prisotnost krmišč za divjad v življenjskem okolju divjega petelina, saj se na ta način manjša pokrivnost z borovnico in brusnico.

1.4 NAMEN RAZISKAVE IN HIPOTEZE

Namen raziskave je bil ugotoviti biomaso in številčnost posameznih nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja v različnih višinskih pasovih Menine, ugotoviti časovne značilnosti pojavljanja nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih in preveriti povezanost omenjenih dejavnikov z dejansko prisotnostjo divjega petelina na obravnavanem območju.

Oblikovali smo naslednje hipoteze:

H1: Biomasa in sestava posameznih nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja se v različnih višinskih pasovih razlikujeta.

H2: Časovno pojavljanje nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja se v različnih višinskih pasovih razlikuje.

H3: Na območjih, kjer je prisoten divji petelin, so prehranske razmere za kebčke bolj ugodne kakor na območjih, kjer divjega petelina ni.

1.5 OPIS OBMOČJA RAZISKAVE

Raziskava je potekala na območju Menine planine preko Zadrečke doline, do grebena Kašni vrh – Lepenatka – Rogatec.

Menina leži na meji Zgornje Savinjske doline, in ožje Ljubljanske regije (Ilešič, 1972).

Menina je gorski čok, ki je del Kamniško-Savinjskih Alp, a je od glavnega gorovja ne le orografsko ločen, ampak tudi najbolj oddaljen. Na severu jo obdaja Zadrečka dolina, ki se veže čez Črnivec v Črno, na jugu pa Tuhinjska dolina. Obe sta zasnovani na močnih tektonskih črtah, na prelomih in celo narivih. Zato so pobočja Menine precej strma, še posebno na severni strani. Od zahoda proti vzhodu se vleče precej daleč, v širino pa je manj obsežna (Melik, 1954). Razpon nadmorskih višin je od okrog 370 m (Šmartno ob Dreti), v Zadrečki dolini do 1508 m (Vivodnik, najvišji vrh Menine).

V Zadrečki dolini ležijo pod Menino naslednja večja strnjena naselja: Gornji Grad (436 m, 947 preb.), Bočna (415 m, 692 preb.), Šmartno ob Dreti (377 m, 279 preb.), ter več zaselkov z raztresenimi kmetijskimi gospodarstvi v obliki celkov. Menina se nahaja v preseku štirih večjih onesnaževalcev zraka: Termoelektrarne Šoštanj, Termoelektrarne Trbovlje ter Ljubljanske in Celjske kotline (Purnat, 2002).

Pobočja Menine so pretežno strma, nad 1000–1200 m n. m. pa se svet nekoliko izravna, najbolj v vršnem predelu. Tu ima Menina planotast značaj s tipičnim kraškim površjem, z vrtačami, sistemi vrtač, suhimi dolinami, zaobljenimi vrhovi, udornicami in brezni, s požiralniki in s kali ter posameznimi redkimi izvirkami. Kraška površina je posledica večje in debelejšje mase karbonatnih kamnin, dvignjenih nad erozijsko osnovo (Rozman, 1997).

Menina sodi, skupaj z osrednjim delom Savinjskih Alp, Olševo, Plešivcem in Peco, v kategorijo Alpskega krasa, za katerega je značilna brezvodnost visokogorskega površja in izdatni izviri v dnu globoko vrezanih dolin ali na obrobju zakraselih planot.

Na Menini so med apniškimi skladi na več delih, v obliki neznatnih krp ali v zelo ozkih pasovih, razgaljene vododržne plasti, na katerih so nastale zelene trate, studenci in kali (Melik, 1954).

Vzhodno obrobje Julijskih Alp, južno obrobje Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp, v okvirnih mejah od 500 do 1500 m n. m., je prehodno podnebno območje med zmerno subpolarnim in vlažno-kontinentalnim podnebjem. Temperature najhladnejšega meseca se gibljejo od -2,5 do -3,5°C, v juliju od 15 do 17°C, vegetacijska perioda (število dni z nad 10°C) pa traja od 110 do 160 dni (Košir, 1979).

Najmanj padavin pade v zimskih mesecih, največ pa v mesecu juniju (spomladanski maksimum). Drugi padavinski maksimum je jeseni, novembra.

Snežna odeja pokriva Menino od oktobra do maja. Odvisna je od nadmorske višine pa tudi od orientacije in tipa reliefa. V zatišnih legah, na osojnih pobočjih ter še posebej tam, kjer so pozimi nastali snežni zameti, se sneg lahko obdrži še cel maj, v nekaterih mraziščih pa še dlje. Spet drugje je lahko sneg že nekaj dni po sneženju povsem odpihan.

Najpogostejši na Menini so vetrovi jugozahodne ali zahodne smeri, ki tudi najpogosteje prinašajo padavine. Ker je Menina iz te smeri (smeri morja) prva višja gorska pregrada, se sprememba vremena tu pokaže že zelo zgodaj, včasih že cel dan pred pravim poslabšanjem. Iz doline je to vidno kot oblak, ki se drži vršnega dela gore, na Menini pa ta oblak občutimo kot meglo (Purnat, 2002).

Po fitogeografski razdelitvi Slovenije leži Menina na meji med alpskim in predalpskim fitogeografskim območjem (Purnat, 2002).

Alpski vpliv vzhodnega obrobja Julijskih Alp, južnega obrobja Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp, se odraža tudi v vegetaciji; v vegetacijskih pasovih klimatogenih združb prevladuje bukev, v srednjem gorskem pasu se pojavi tudi jelka, s prehodom v subalpski vegetacijski pas se bukvi pridružuje macesen, karakteristična pa je tudi redna primes smreke, ki je z večjo nadmorsko višino vedno bolj izrazita (Košir, 1979).

Območje Menine in okolice je pod okriljem dveh gozdnogospodarskih enot, Tuhinjski Motnik in Gornji Grad (Purnat, 2002).

Prva zajema oba bregova Tuhinjske doline. Gozdovi se raztezajo na višini od 390 m do 1450 m, prevladuje gričevje in hribovje, nad katerim se dviguje masiv Menine. Skupna površina gozdov znaša 6987 ha. Povprečna lesna zaloga je 212 m³/ha, delež iglavcev in listavcev pa približno 1:1. Največji delež (52,7%) predstavlja drevje s premerom debel v prsni višini od 30 do 49 cm. Drevje debeline 50 cm in več predstavlja 21,1% delež. Prevladujejo srednjedobni gozdovi, ki so prišli v fazo debeljaka. Večina odmrlega drevja je tanjšega od 30 cm, po številu pa je delež iglavcev v odmrlem drevju skoraj 65%.

Gozdnogospodarska enota Gornji Grad zajema večino povirja Drete. Razprostira se med apnenčastim pogorjem Menine ter pretežno silikatnim grebenom Kašni vrh – Lepenatka – Rogatec, na višinah od 370 do 1508 m. Skupna površina gozdov znaša 7937 ha. Povprečna lesna zaloga je okrog 270 m³/ha, prevladuje delež iglavcev. Največji delež predstavlja drevje v drugem razširjenem debelinskem razredu, torej drevje s premerom v prsni višini od 30 do 49 cm. Drevje debeline 50 cm in več predstavlja 15% delež.

Na obravnavanem območju so stalno ali občasno prisotni različni plenilci divjega petelina in gnezd. Visoka je številčnost divjega prašiča, kar je v interesu lovcev, v zadnjem času pa opažajo povišano številčnost lisice in kune belice, kar je verjetno posledica ustreznega življenjskega prostora in dobre prilagodljivosti obeh vrst (Purnat, 2002). Pogost je tudi jazbec (*Meles meles*). Občasno sta prisotna rjavi medved in ris (*Lynx lynx*). Plenilske ptice so: kragulj (*Accipiter gentilis*), planinski orel (*Aquila chrysaetos*) in sova kozača (*Strix uralensis*), katerih številčnost je razmeroma nizka (Purnat, 2002).

Jelen (*Cervus elaphus*) in srnjak sta na Menini stalno prisotna, v višje ležečih skalnatih predelih pa je prisoten tudi gams (*Rupicapra rupicapra*).

V raziskavi iz leta 1985 je bilo na Menini popisanih skoraj tristo mravljišč mravelj iz rodu *Formica* (Kraigher, 1985). Na enem kvadratnem kilometru okoli vrha Menine je bilo kar 92 mravljišč. Mravljišča so bila večinoma v zgornjih delih pobočij, kjer Menina že prehaja proti vršni planoti, pretežno na vzhodnih in južnih legah. Vzhodna, jugovzhodna in južna lega so predstavljale skupaj 69% vseh možnih ekspozicij, če bi sem šteli še nedoločljivo lego, pa kar 71%. Prevladovala so mravljišča v položnih legah. Mravljišča na Menini so bila večinoma na robu gozda, pogosto pa tudi v svetlobnem jašku ali ob poti. Glede na drevesno vrsto je bila pogosta lega pod ali ob smreki, glede na mikrorelief pa predvsem na dvignjenih legah, na štorih, kamnih, vejah, celo na skladovnici drv. Na Menini so med raziskavo našli tudi dve mravljišči mravelje vrste *Formica truncorum*, ki je sicer tako v Sloveniji kot v osrednji Evropi zelo redka.

Živinoreja je prevladujoča kmetijska panoga v dolinah pod Menino. Na poletno pašo (od maja do septembra) na planino kmetje ženejo živino že več stoletij. Zakon o gozdovih (Zakon o gozdovih, 1993) v 32. členu pašo v gozdovih prepoveduje, kljub temu pa je ta na Menini prisotna na velikih površinah. Pašniki so različno ograjeni. Na nekaterih prevladuje ograda z lesenimi kostanjevimi koli in dvema vzporednima žicama, lahko z električnim tokom v času pašne sezone. Ponekod žici v zimskem času sprostijo, da padeta na tla. Na nekaterih mestih je še možno najti odseke s starejšo bodečo žico, ki je na lesene kole ali drevesa pritrjena fiksno, a je takšne ograje vse manj. Na kranjskih planinah so postavljene ograje z mrežo ali jeklenico, ki je najpogosteje napeta kar med živimi drevesi, v katerih debela so zarežane vdolbine, da jeklenica bolje drži svoj položaj, marsikje pa se tudi vrašča. Zaradi neestetskega videza so take ograje najpogosteje nameščene na odročnejših delih pašnikov, kjer pašnik meji na gozd ali celo v samem gozdu.

Prevladujoča oblika rekreacije na Menini je pohodništvo oz. planinarjenje. Ker spada Menina v sredogorje, je višek obiska omejen ravno na pomladanske mesece, ko je visokogorje, zaradi snežne odeje in nevarnosti plazov, še prenevarno za obisk večine planincev. Planinarjenje se nato enakomerno odvija preko celega poletja in jeseni, ne zamre pa niti pozimi.

Menina je gosto prepredena z gozdnimi cestami in vlakami, ki omogočajo prevoz lesa in opravljanje drugih del v gozdu, prevoz živine na poletno pašo, dostop do hribovskih kmetij v spodnjem delu, dostop do lovskih objektov in dostop za oskrbovanje planinskega doma (Dom na Menini, 1453 m). Omogočajo tudi pohodništvo in dostop za nabiralništvo.

V vršnem delu Menine prevladuje obiranje brusnic (*Vaccinium vitis-idaea*), deloma pa tudi borovnic. Poleg omenjenega je na celotni Menini prisotno tudi obiranje malin (*Rubus sp.*), v manjši meri pa tudi nekaterih zdravnih zelišč (arnike, plahtice, dobre misli, idr.), ter gozdnih jagod. Gobarjenja na Menini skoraj ni (Purnat, 2002).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 TERENSKO IN LABORATORIJSKO DELO

Raziskava je potekala v mešanih bukovo – smrekovih sestojih, kjer v zeliščnem sloju prevladujejo vrste iz družine *Ericaceae*: borovnica, brusnica, spomladanska resa (*Erica herbacea*), v treh višinskih pasovih: C- od 400 do 700 m n. m., B- od 800 do 1100 m n. m., A- od 1200 do 1500 m n. m. na širšem območju Menine z okolico.

Za vzorčenje relativne številčnosti nevretenčarjev smo uporabili metodo po Lakka in Kouki (2009).

V vsakem višinskem pasu smo naključno določili 10 vzorčnih točk najmanj 50 m oddaljenih od gozdnega roba. Te so predstavljale center vzorčenja. Od tu smo s kečerjem premera 30 cm vzorčili nevretenčarje v 4 smeri, pravokotno druga na drugo (npr. S, J, V in Z), 40 zamahov od centra v eno smer (dolžina cca. 20 m). Po štiridesetih zamahih v eno smer smo vsebino pretresli v banjico s 96% etanolom. Ulov 4 smeri na posamezni vzorčni točki je predstavljal 1 vzorčno enoto, kar smo shranili v svežem odmerku 96% etanola v posodici s pokrovom (»filmska škatlica«). V vsakem višinskem pasu smo nabrali 10 vzorčnih enot.

Vzorčenje smo ponovili trikrat na vsaki nadmorski višini, od 9.6.2009 do 16.7.2009:

1. vzorčenje; začetek junija (9.–11.6.2009),
2. vzorčenje; konec junija (25.–30.6.2009),
3. vzorčenje; sredina julija (13.–16.7.2009).

Vzorčenje je potekalo v sončnih dneh s povprečno dnevno temperaturo okoli 25°C, od 9. do 19. ure.

Vsak vzorec smo si ogledali pod stereo-lupo in s pomočjo literature (Prevorčnik, 2003; Mršič, 1997) določili ter prešteli odrasle osebkke redov šesteronožcev (Hexapoda: Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera, Homoptera, Collembola) in pajke (Araneae), ličinke šesteronožcev pa smo združili v skupino Larvae. Ličink nismo natančneje določali, saj imajo osebkke te razvojne oblike pomembno vlogo v prehrani kebkov. Zaradi take razdelitve nevretenčarjev smo za poimenovanje vseh skupin uporabljali splošen izraz taksonomsko-razvojne skupine.

Ker se za prehrano kebkov, kot pomemben vir hrane pogosto navaja mravlje (Spidso in Stuen, 1988; Wegge in Kastdalen, 2008; Wegge in sod., 2005; Lakka in Kouki, 2009), smo znotraj skupine Hymenoptera ločeno prešteli, koliko jih je bilo v posameznem višinskem pasu in obdobju vzorčenja v vseh vzorčnih enotah skupaj.

Za pridobitev podatkov o suhi masi nevretenčarjev smo slednje vzorčili enkrat v vsakem višinskem pasu, 20.7.2009, v istem času dneva in podobnih vremenskih razmerah kot v prvem delu raziskave.

Vzorčenje nevretenčarjev je potekalo v sestojih, kjer v zeliščnem sloju prevladuje borovničevje. V vsakem višinskem pasu smo določili 12 naključnih vzorčnih mest v velikosti 1 m². S površine zelišč in tal vzorčnega mesta smo s sesalnikom za sesanje listja posesali ves material (nekaj suhega opada in nevretenčarje) v posodo. Material iz vsakega vzorčnega mesta smo shranili v svojo vrečo in iz njega v nekaj urah po terenskem delu odbrali vse nevretenčarje. Nevretenčarje vsakega vzorčnega mesta posebej smo shranili v 96% alkoholu v posodicah s pokrovom. V tem delu raziskave smo torej v vsakem višinskem pasu nabrali 12 vzorčnih enot, v treh višinskih pasovih torej 36 vzorčnih enot.

Kasneje smo jih obravnavali kot je opisano v prvem delu raziskave, določili in prešteli pa smo še osebke redu šesteronožcev (Hexapoda, Dermaptera) in enakonožcev (Crustacea: Isopoda), razredov stonog (Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda) in polžev (Gastropoda). Osebke vsake skupine smo posušili (24 h pri 105°C) in stehali njihovo suho maso.

Za boljšo predstavbo, koliko nevretenčarske hrane imajo keščki v vsakem višinskem pasu na voljo (teoretično), smo mediane absolutne suhe mase posameznih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev na površini kvadratnega metra v vsakem višinskem pasu preračunali na površino povprečnega domačega okoliša (»home range«) keščkov za obdobje od izvalitve do poznega poletja, ki znaša povprečno 148 ha (Storch, 1994).

2.2 ANALIZA PODATKOV

Podatke smo obdelali z računalniškim programom MS Excel in SPSS.

Razlike v porazdelitvi podatkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev med različnimi obdobji vzorčenja in različnimi višinskimi pasovi smo preverili s χ^2 testom. Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin med višinskimi pasovi in obdobji vzorčenja in razlike v suhi masi med višinskimi pasovi smo preverili z Mann-Whitney testom, ki omogoča primerjavo med medianami, ne glede na tip razporejanja podatkov.

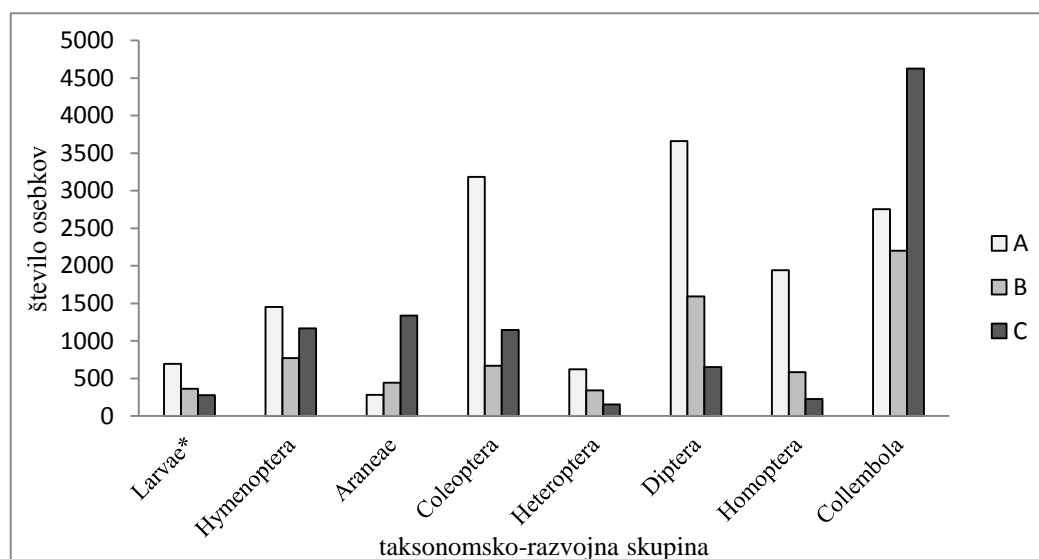
Korelacije med številčnostjo taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev in nadmorsko višino smo preverjali z izračunom Spearmanovega koeficienta korelacije rangov. Omenjeni koeficient smo izračunali tudi za ugotavljanje korelacije med nadmorsko višino in suho maso taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev.

3 REZULTATI

3.1 RELATIVNA ŠTEVILČNOST NEVRETEŃARJEV

3.1.1 Številčnost nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih

S χ^2 testom smo ugotovili, da se je število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin med višinskimi pasovi statistično značilno razlikovalo (višinski pasovi A, B in C: $\chi^2 = 5596.7$, $SP = 14$, $p < 0.05$).



Slika 2: Skupno število osebkov iz vseh treh obdobj vzorčenja po posameznih taksonomsko-razvojnih skupinah. in višinskih pasovih A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.).

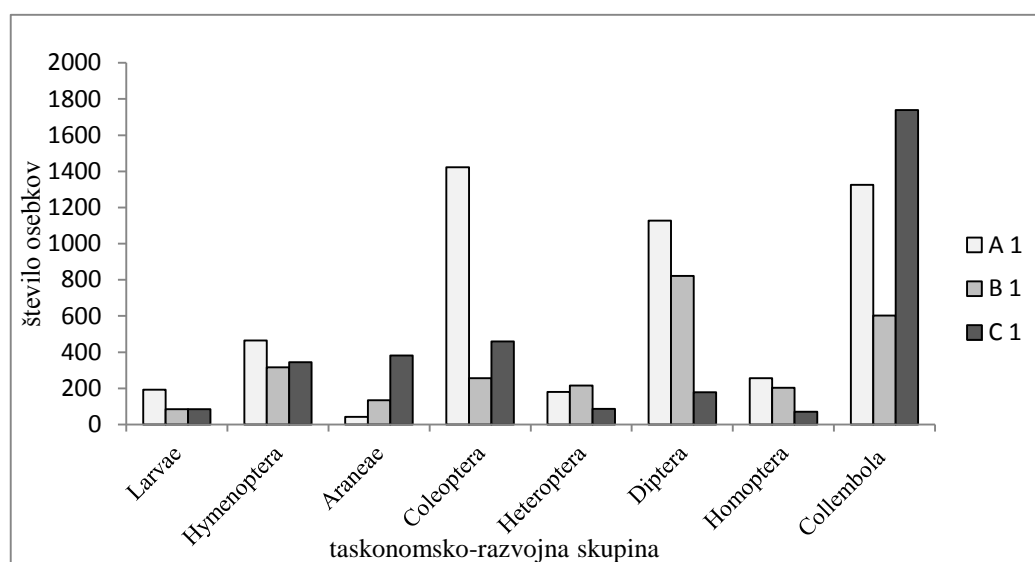
*skupina ličink šesteronožcev, ki smo jo oblikovali, ker je pomembna za prehrano mladičev divjega petelina.

Od vseh treh višinskih pasov je bilo v zgornjem največ osebkov pri skupinah: Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera in Homoptera. Pri skupinah Araneae in Collembola je bilo največ osebkov odkritih v spodnjem višinskem pasu. Na splošno je bila najbolj abundantna skupina Collembola in najmanj abundantna skupina Heteroptera (slika 2).

Preglednica 1: Primerjava števila osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih v vsakem obdobju vzorčenja – rezultati χ^2 testa. Višinski pasovi: A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.); obdobje vzorčenja: 1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009).

	χ^2	SP	p
A1 x B1 x C1	2133,8	14	<0,05
A2 x B2 x C2	2173,9	14	<0,05
A3 x B3 x C3	2728,8	14	<0,05

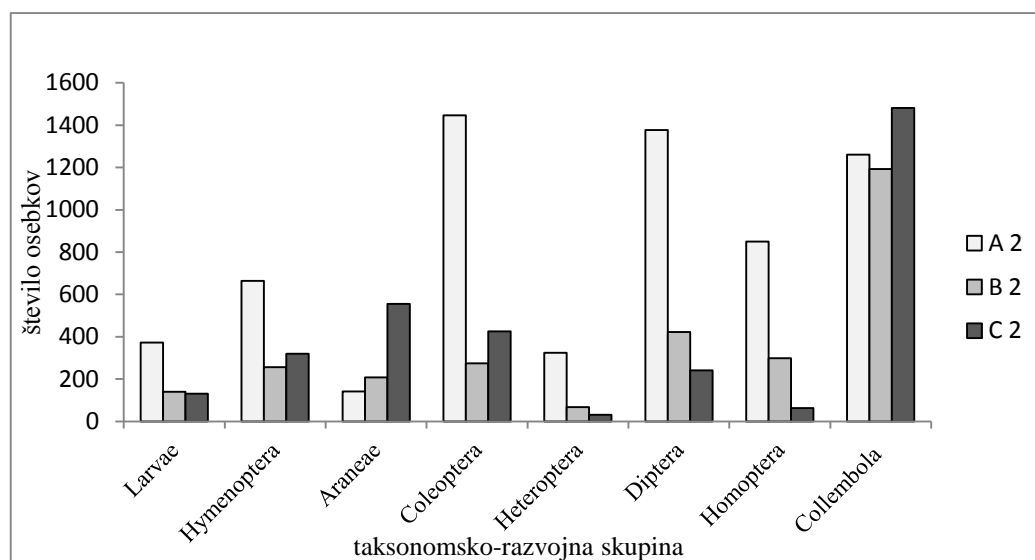
Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin je bilo v različnih višinskih pasovih v vsakem obdobju vzorčenja značilno različno (preglednica 1).



Slika 3: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.)) v času 1. vzorčenja (9.–11.6.2009).

Primerjali smo število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih v posameznih obdobjih vzorčenja (slike 3, 4, 5).

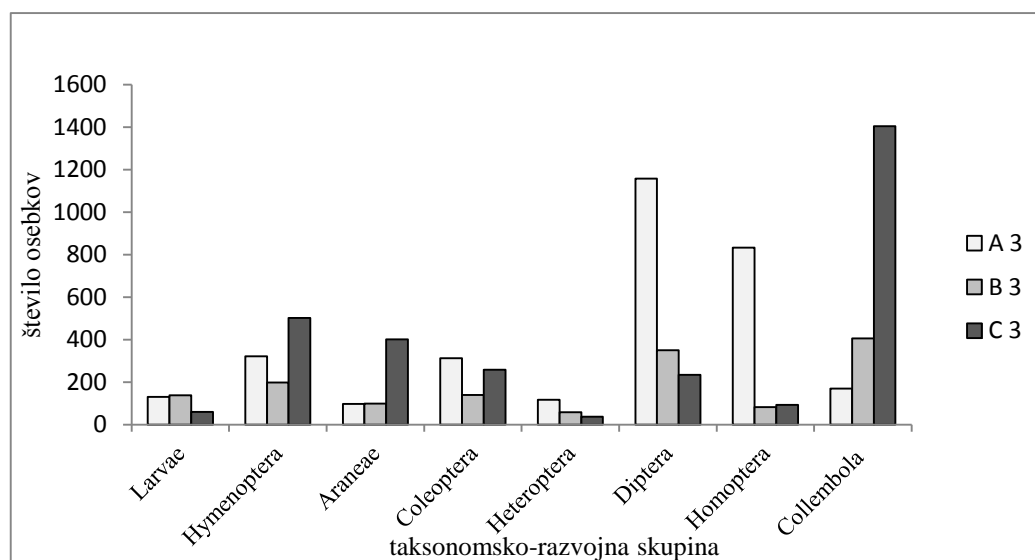
V začetku junija (9.–11.6.2009) (slika 3) je bilo največ osebkov večine nevretenčarskih skupin v najvišje ležečih predelih, izjema sta bili skupini Araneae in Collembola, pri katerih je bilo največ osebkov najdenih v spodnjem višinskem pasu in skupina Heteroptera, pri kateri je bilo največ osebkov v srednjem višinskem pasu (B).



Slika 4: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.)) v času 2. vzorčenja (25.–30.6.2009).

Tudi konec junija (25.–30.6.2009) (slika 4) je bilo največ osebkov večine nevretenčarskih skupin v zgornjem višinskem pasu, izjema sta bili skupini Araneae in Collembola, pri katerih je bilo največ osebkov najdenih v spodnjem višinskem pasu.

V sredini julija (13.–16.7.2009) (slika 5) je bilo v zgornjem višinskem pasu največ osebkov pri nevretenčarskih skupinah Coleoptera, Heteroptera, Diptera in Homoptera, v spodnjem višinskem pasu pa največ osebkov pri skupinah Hymenoptera, Araneae in Collembola. Največ osebkov skupine Larvae je bilo v srednjem višinskem pasu (B).



Slika 5: Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.) / B (800–1100 m n. m.) / C (400–700 m n. m.) v času 3. vzorčenja (13.–16.7.2009).

3.1.1.1 Delež mravelj (fam. Formicidae) znotraj taksonomske skupine Hymenoptera

V vseh treh višinskih pasovih se je delež mravelj znotraj skupine Hymenoptera od začetka do konca junija povečal, nato pa julija v zgornjem in srednjem višinskem pasu upadel, v spodnjem višinskem pasu pa je dosegel najvišjo vrednost (preglednica 2).

Preglednica 2: Delež mravelj znotraj skupine Hymenoptera v različnih višinskih pasovih in v različnih obdobjih vzorčenja.

višinski pas	Delež mravelj (št. osebkov Hymenoptera)		
	obdobje vzorčenja		
	1 (9.–11.6.2009)	2. (25.–30.6.2009)	3. (13.–16.7.2009)
A (1200–1500 m)	44 (464)	67 (664)	60 (322)
B (800–1100 m)	33 (316)	65 (256)	52 (199)
C (400–700 m)	73 (344)	77 (320)	81 (502)

3.1.2 Številčnost nevretenčarjev v različnih obdobjih vzorčenja

Število osebkov taksonomsko-razvojnih skupin v istem višinskem pasu je bilo v različnih obdobjih vzorčenja značilno različno (preglednica 3).

Preglednica 3: Primerjava števila osebkov taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev med različnimi obdobji vzorčenja v vsakem višinskem pasu – rezultati χ^2 testa. Višinski pasovi: A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.); obdobje vzorčenja: 1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009).

	χ^2	SP	p
<i>A1 x A2 x A3</i>	1748	14	<0,05
<i>B1 x B2 x B3</i>	558,3	14	<0,05
<i>C1 x C2 x C3</i>	252,9	14	<0,05

Pri tem je bilo v zgornjem višinskem pasu (A) pri večini taksonomsko-razvojnih skupin največ osebkov v času 2. vzorčenja (konec junija) (preglednica 4, slika 6). Izjema sta bili skupini Collembola in Homoptera. Pri prvi smo največ osebkov našli v času 1. vzorčenja, pri drugi pa je bilo število osebkov v 2. in 3. obdobju vzorčenja približno enako (preglednica 4, slika 6).

V srednjem višinskem pasu (B) je bilo največ osebkov pri taksonomsko-razvojnih skupinah v času 1. (začetek junija) ali 2. vzorčenja (konec junija) (preglednica 5, slika 7). V začetku junija je bilo največ osebkov pri skupinah Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera in Diptera, v času 2. vzorčenja pa pri skupinah Larvae, Araneae in Homoptera. Število osebkov skupine Collembola je bilo v prvih dveh obdobjih vzorčenja približno enako in višje od 3. obdobja vzorčenja.

V spodnjem višinskem pasu (C) je bilo največ osebkov pri taksonomsko-razvojnih skupinah najdeno v času 2. (konec junija) ali 3. vzorčenja (sredina julija) (preglednica 6, slika 8). Konec junija je bilo največ osebkov skupin Larvae, Araneae, Coleoptera in Diptera, v sredini julija pa osebkov skupin Hymenoptera, Homoptera in Collembola. Izjema je bila skupina Heteroptera, pri kateri smo največ osebkov našli v času 1. vzorčenja (začetek junija).

Preglednica 4: Višinski pas A (1200–1500 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (*Me*) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (*N*) v treh obdobjih vzorčenja.

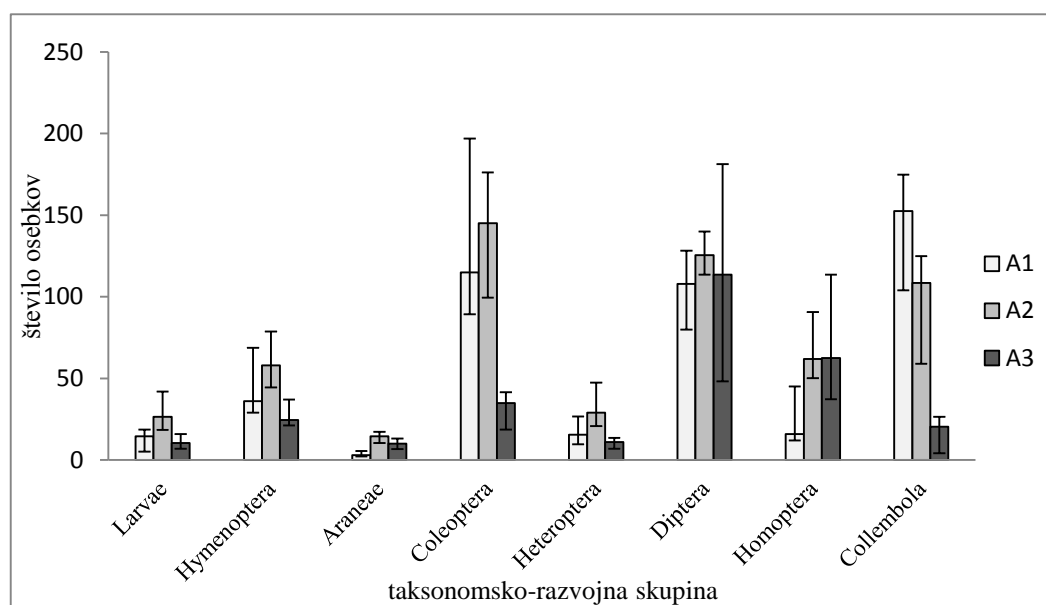
<i>A</i>	<i>1. vzorčenje</i>		<i>2. vzorčenje</i>		<i>3. vzorčenje</i>	
	<i>(začetek junija)</i>		<i>(konec junija)</i>		<i>(sredina julija)</i>	
<i>številčnost</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>
Larvae	14,5	192	26,5	372	10,5	131
Hymenoptera	36	464	58	664	24,5	322
Araneae	3	42	14,5	141	10	98
Coleoptera	115	1422	145	1447	35	313
Heteroptera	15,5	181	29	325	11	118
Diptera	108	1127	125,5	1377	113,5	1158
Homoptera	16	256	62	850	62,5	834
Collembola	152,5	1325	108,5	1261	20,5	170

Preglednica 5: Višinski pas B (800–1100 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (*Me*) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (*N*) v treh obdobjih vzorčenja.

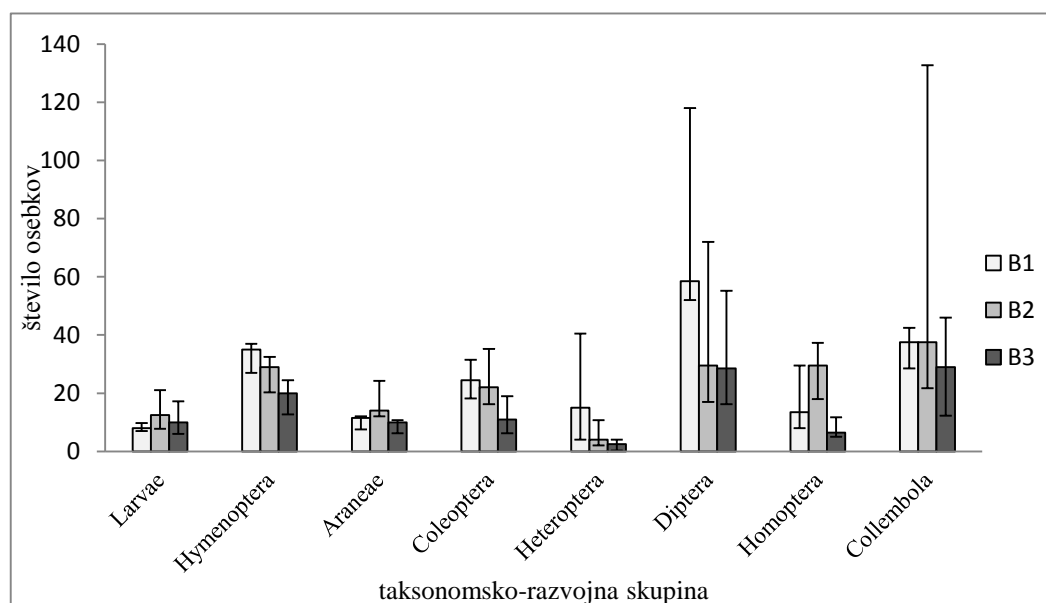
<i>B</i>	<i>1. vzorčenje</i>		<i>2. vzorčenje</i>		<i>3. vzorčenje</i>	
	<i>(začetek junija)</i>		<i>(konec junija)</i>		<i>(sredina julija)</i>	
<i>številčnost</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>
Larvae	8	85	12,5	140	10	139
Hymenoptera	35	316	29	256	20	199
Araneae	11,5	134	14	208	10	100
Coleoptera	24,5	256	22	274	11	140
Heteroptera	15	216	4	67	2,5	58
Diptera	58,5	821	29,5	422	28,5	350
Homoptera	13,5	204	29,5	299	6,5	82
Collembola	37,5	602	37,5	1192	29	406

Preglednica 6: Višinski pas C (400–700 m n. m.). Mediane števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev na vzorčno enoto (*Me*) in število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah nabranih na vseh vzorčnih enotah (*N*) v treh obdobjih vzorčenja.

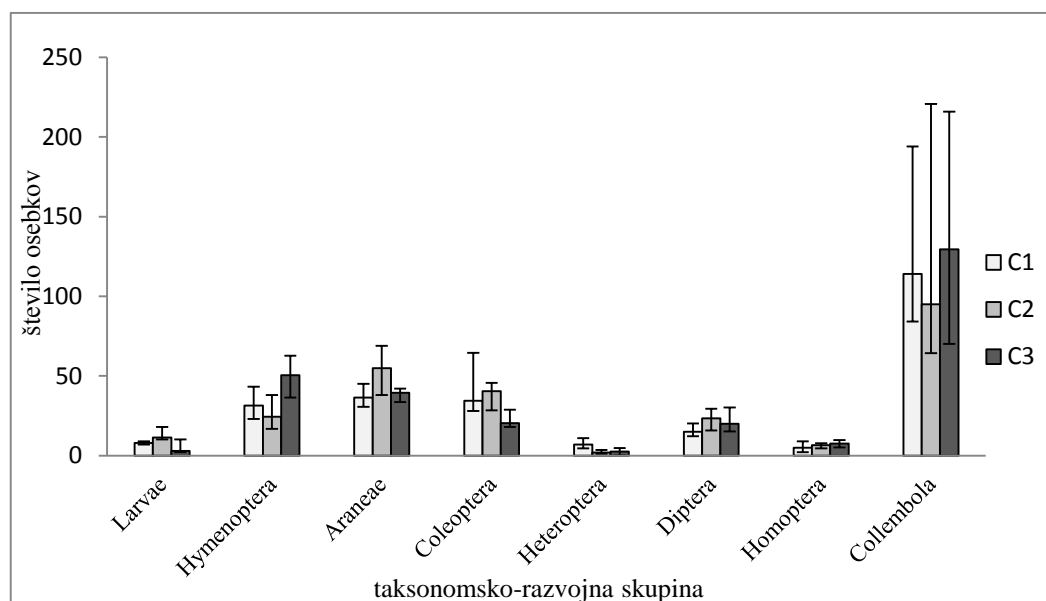
<i>C</i>	1. vzorčenje (začetek junija)		2. vzorčenje (konec junija)		3. vzorčenje (sredina julija)	
	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>	<i>Me</i>	<i>N</i>
Larvae	8	85	11,5	131	3	60
Hymenoptera	31,5	344	24,5	320	50,5	502
Araneae	36,5	382	55	555	39,5	402
Coleoptera	34,5	460	40,5	426	20,5	259
Heteroptera	7	87	2	32	2,5	37
Diptera	15	178	23,5	241	20	234
Homoptera	5	70	6,5	63	7,5	93
Collembola	114	1738	95	1481	129,5	1405



Slika 6: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2- konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu A (1200–1500 m n. m.). Vrhovi stolpcev prikazujejo mediane, intervali napak pa interkvartilne range Q1-Q3 števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah 10 vzorčnih enot.



Slika 7: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2- konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu B (800–1100 m n. m.). Vrhovi stolpcev prikazujejo mediane, intervali napak pa interkvartilne range Q1-Q3 števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah 10 vzorčnih enot.



Slika 8: Številčnost nevretenčarjev v treh obdobjih vzorčenja (1- začetek junija; 2-, konec junija; 3- sredina julija) v višinskem pasu C (400–700 m n. m.). Vrhovi stolpcev prikazujejo mediane, intervali napak pa interkvartilne range Q1-Q3 števila osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah 10 vzorčnih enot.

3.1.2.1 Primerjava številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev med različnimi obdobji vzorčenja (Mann-Whitney test)

S testom smo ugotovili statistično značilne razlike v številčnosti osebkov pri nekaterih taksonomsko-razvojnih skupinah nevretenčarjev v istem višinskem pasu, v različnih obdobjih vzorčenja (preglednice 7, 8, 9).

V najvišjem višinskem pasu je bila številčnost večine taksonomsko-razvojnih skupin v različnih obdobjih vzorčenja statistično značilno različna (preglednica 7). Izjema je bila skupina Diptera, kjer z izbranim testom nismo ugotovili statistično značilnih razlik v številčnosti osebkov.

Preglednica 7: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu A (1200–1500 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija. • označuje taksonomsko-razvojno skupino nevretenčarjev, pri katerih se je številčnost osebkov med različnimi obdobji vzorčenja statistično značilno razlikovala (U-test). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

<i>M-T skupina</i>	<i>primerjava obdobj vzorčenja</i>											
	<i>1. – 2.</i>			<i>2. – 3.</i>			<i>1. – 3.</i>					
	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
•Larvae	20,5	-2,23	0,026		12	-2,88	0,004		46	-0,30	0,762	
•Hymenoptera	32,5	-1,32	0,186		21	-2,19	0,028		35	-1,13	0,257	
•Araneae	4,5	-3,45	0,001		26	-1,82	0,069		14	-2,74	0,006	
•Coleoptera	45	-0,38	0,705		0,5	-3,75	<0,001		5,5	-3,37	0,001	
•Heteroptera	23	-2,04	0,041		7,5	-3,22	0,001		34	-1,21	0,225	
Diptera	30	-1,51	0,130		42	-0,61	0,545		47	-0,23	0,821	
•Homoptera	12,5	-2,84	0,005		49,5	-0,04	0,970		14	-2,72	0,006	
•Collembola	36	-1,06	0,290		11	-2,95	0,003		11,5	-2,92	0,004	

V srednjem višinskem pasu je bila številčnost večine taksonomsko-razvojnih skupin statistično značilno različna v 2. in 3. in 1. in 3. obdobju vzorčenja (preglednica 8). Izjema sta bili skupini Larvae in Collembola, kjer z izbranim testom nismo ugotovili statistično značilnih razlik v številčnosti med različnimi obdobji vzorčenja.

Preglednica 8: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu B (800–1100 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija. • označuje taksonomsko-razvojno skupino nevretenčarjev, pri katerih se je številčnost osebkov med različnimi obdobji vzorčenja statistično značilno razlikovala (U-test). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

<i>M-T skupina</i>	<i>primerjava obdobj vzorčenja</i>											
	<i>1. – 2.</i>			<i>2. – 3.</i>			<i>1. – 3.</i>					
	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Larvae	29,5	-1,56	0,119		43	-0,53	0,596		39,5	-0,80	0,426	
•Hymenoptera	28,5	-1,63	0,104		31	-1,44	0,150		16,5	-2,54	0,011	
•Araneae	29	-1,60	0,109		20	-2,28	0,023		36,5	-1,03	0,304	
•Coleoptera	45,5	-0,34	0,733		21	-2,20	0,028		17,5	-2,46	0,014	
•Heteroptera	29,5	-1,55	0,120		36,5	-1,03	0,304		20,5	-2,25	0,025	
•Diptera	27	-1,74	0,082		41	-0,68	0,496		18,5	-2,38	0,017	
•Homoptera	31,5	-1,40	0,161		7,5	-3,22	0,001		28	-1,67	0,095	
Collembola	45	-0,38	0,705		38	-0,91	0,364		36,5	-1,02	0,307	

Preglednica 9: Razlike v številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev. Primerjava med različnimi obdobji vzorčenja v višinskem pasu C (400–700 m n. m.). Obdobja vzorčenja: 1- začetek junija, 2- konec junija, 3- sredina julija. • označuje taksonomsko-razvojno skupino nevretenčarjev, pri katerih se je številčnost osebkov med različnimi obdobji vzorčenja statistično značilno razlikovala (U-test). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

<i>M-T skupina</i>	<i>primerjava obdobj vzorčenja</i>											
	<i>1. – 2.</i>			<i>2. – 3.</i>			<i>1. – 3.</i>					
	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
•Larvae	21	-2,20	0,028		22,5	-2,09	0,037		33,5	-1,25	0,210	
Hymenoptera	39,5	-0,79	0,427		25	-1,89	0,058		27,5	-1,70	0,089	
Araneae	27,5	-1,71	0,088		30	-1,51	0,130		46,5	-0,27	0,791	
•Coleoptera	48,5	-0,11	0,910		25	-1,89	0,058		23	-2,04	0,041	
•Heteroptera	12,5	-2,86	0,004		48,5	-0,12	0,908		18	-2,43	0,015	
Diptera	36,5	-1,02	0,306		48,5	-0,11	0,909		33	-1,29	0,197	
Homoptera	42,5	-0,57	0,568		41	-0,69	0,493		37,5	-0,95	0,342	
Collembola	41	-0,68	0,496		47	-0,23	0,821		48	-0,15	0,880	

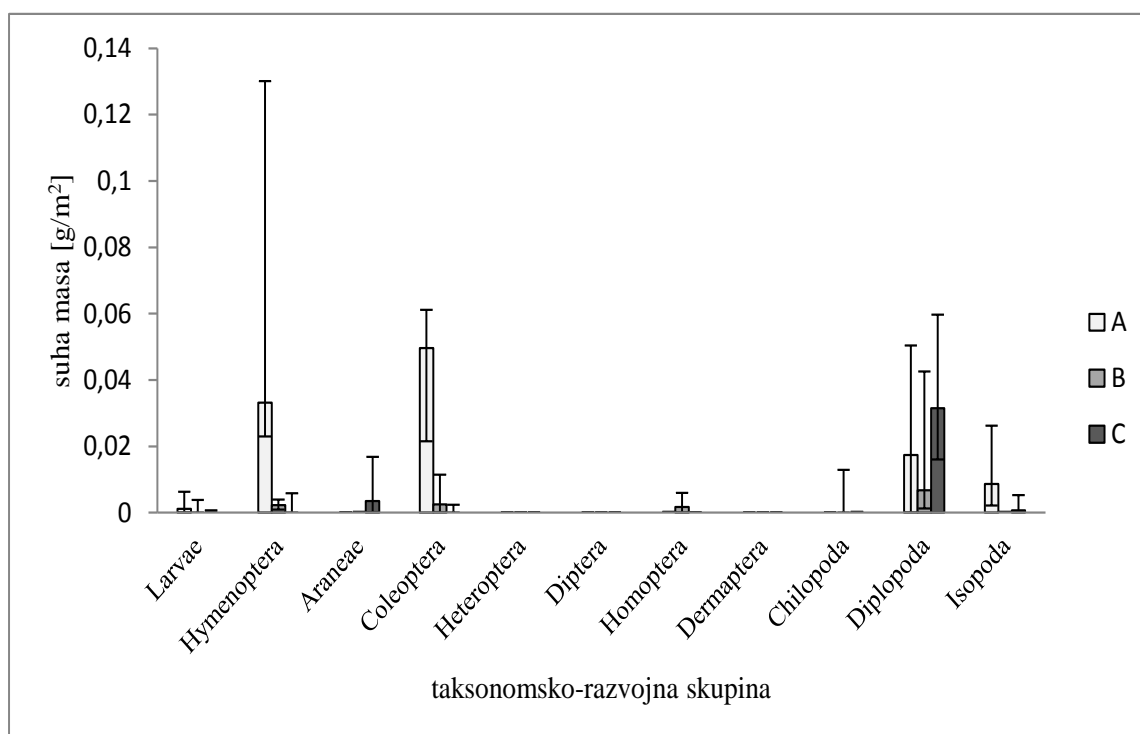
V najnižjem višinskem pasu pri večini taksonomsko-razvojnih skupin ni bilo statistično značilnih razlik med različnimi obdobji vzorčenja (preglednica 9). Izjema so bile: skupina

Larvae, kjer se je statistično značilno razlikovala številčnost osebkov 1. in 2. in 2. in 3. obdobja vzorčenja, skupina Coleoptera, pri kateri se je značilno razlikovala številčnost 1. in 3. obdobja vzorčenja in skupina Heteroptera, pri kateri se je statistično značilno razlikovala številčnost 1. in 2. in 1. in 3. obdobja vzorčenja.

3.2 MASA NEVREtenČARJEV

3.2.1 Suha masa nevretenčarjev v posameznem višinskem pasu

Najvišjo suho maso osebkov na kvadratni meter (preglednica 10, slika 9) smo v zgornjem nadmorskem pasu (A) ugotovili pri skupinah: Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Isopoda in Gastropoda. Suha masa polžev je daleč presežala suho maso posameznih skupin členonožcev (preglednica 10). Ker različne raziskave (npr. Picozzi in sod., 2009; Summers in sod., 2004) te skupine ne navajajo kot pomembne v prehrani kebkov, suhe mase polžev na sliki 9 nismo prikazali. V srednjem višinskem pasu (B) smo na kvadratnem metru ugotovili najvišjo suho maso osebkov pri skupini Homoptera, v spodnjem višinskem pasu pa na kvadratnem metru najvišjo suho maso pri skupinah Araneae in Diplopoda.



Slika 9: Suha masa osebkov po posameznih taksonomsko-razvojnih skupinah. Primerjava višinskih pasov A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.). Vrhovi stolpcev prikazujejo mediane, intervali napak pa interkvartilne range Q1-Q3 suhe mase osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah na vzorčno enoto. Skupine Gastropoda nismo prikazali zaradi jasnejšega prikaza mase členonožcev in ker se v literaturi ne omenja kot pomembna hrana kebkov.

Preglednica 10: Biomasa taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih. Podane so mediane vrednosti (*Me*) suhe mase in skupna suha masa (*skupaj*) osebkov iz vseh vzorčnih enot.

<i>Biomasa [g/m²]</i>	<i>A (1200–1500 m)</i>		<i>B (800–1100 m)</i>		<i>C (400–700 m)</i>	
	<i>Me</i>	<i>skupaj</i>	<i>Me</i>	<i>skupaj</i>	<i>Me</i>	<i>skupaj</i>
Larvae	0,00115	0,0543	0	0,0398	0	0,0099
Hymenoptera	0,03315	1,2806	0,00225	0,0541	0	0,0852
Araneae	0	0,0104	0	0,0118	0,00355	0,1379
Coleoptera	0,0496	0,7164	0,00245	0,2259	0	0,0324
Heteroptera	0	0	0	0	0	0,005
Diptera	0	0,0049	0	0,001	0	0
Homoptera	0	0,0081	0,00175	0,066	0	0
Dermaptera	0	0	0	0,013	0	0,002
Chilopoda	0	0	0	0,1391	0	0,053
Diplopoda	0,0174	0,3808	0,0068	0,3195	0,0315	0,6974
Isopoda	0,0087	0,1489	0	0,0051	0,0007	0,0432
Gastropoda	0,25945	3,8942	0	0,1628	0,00725	0,4775

3.2.1.1 Suha masa nevretenčarjev na površino domačega okoliša kebčkov

Suho maso (mediane vrednosti) posameznih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev smo preračunali na površino domačega okoliša kebčkov.

Pri večini skupin smo največjo suho maso na površino domačega okoliša kebčkov ugotovili v najvišjem višinskem pasu (A) (preglednica 11). Izjema so bile: skupina Homoptera, kjer smo največjo suho maso ugotovili v srednjem višinskem pasu (B), in skupini Araneae in Diplopoda, pri katerih smo največjo suho maso ugotovili v najnižjem višinskem pasu (C).

Preglednica 11: Suha masa posameznih nevretenčarskih skupin v treh višinskih pasovih. Podane so na površino domačega okoliša kebčkov preračunane mediane vrednosti (*Me*) suhe mase osebkov iz vseh vzorčnih enot.

<i>Biomasa</i>	<i>A (1200–1500 m)</i>	<i>B (800–1100 m)</i>	<i>C (400–700 m)</i>
<i>[kg/home range]</i>	<i>Me</i>	<i>Me</i>	<i>Me</i>
Larvae	1,7	0	0
Hymenoptera	49,1	3,3	0
Araneae	0	0	5,3
Coleoptera	73,4	3,6	0
Heteroptera	0	0	0
Diptera	0	0	0
Homoptera	0	2,59	0
Dermaptera	0	0	0
Chilopoda	0	0	0
Diplopoda	25,7	10,1	46,6
Isopoda	12,9	0	1,0
Gastropoda	384	0	10,7

3.2.2 Spreminjanje suhe mase nevretenčarskih skupin glede na višinski pas

Po rezultatih Mann-Whitney testa so bile statistično značilne razlike v suhi masi v različnih višinskih pasovih pri taksonomsko-razvojnih skupinah Hymenoptera, Araneae, Coleoptera, Homoptera, Chilopoda, Isopoda in Gastropoda (preglednica 12). Pri skupinah Larvae, Heteroptera, Diptera, Dermaptera in Diplopoda statistično značilnih razlik v suhi masi na različnih nadmorskih višinah z uporabljenim testom nismo ugotovili.

Preglednica 12: Primerjava suhe mase posameznih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev v različnih višinskih pasovih (A (1200–1500 m n. m.), B (800–1100 m n. m.) in C (400–700 m n. m.)). • označuje taksonomsko-razvojno skupino, pri kateri se je suha masa osebkov med različnimi nadmorskimi višinami statistično značilno razlikovala (U-test). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

<i>M-T skupina</i>	<i>primerjava višinskih pasov</i>								
	<i>A - B</i>			<i>B - C</i>			<i>A - C</i>		
	<i>M-W</i> <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i> <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>M-W</i> <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Larvae	64	0,50	0,615	57,5	1,00	0,319	50	1,46	0,144
•Hymenoptera	4	3,93	<0,001	58	0,84	0,401	9	3,68	<0,001
•Araneae	66,5	0,45	0,655	36	2,27	0,023	32	2,58	0,010
•Coleoptera	26,5	2,63	0,008	45	1,70	0,089	6	3,91	<0,001
Heteroptera	72	0,00	1,000	66	1,00	0,317	66	1,00	0,317
Diptera	65,5	0,65	0,514	66	1,00	0,317	60	1,45	0,149
•Homoptera	43,5	1,84	0,066	30	3,02	0,003	54	1,81	0,071
Dermaptera	60	1,45	0,149	70	0,18	0,859	60	1,45	0,148
•Chilopoda	42	2,44	0,015	57	1,03	0,302	54	1,81	0,070
Diplopoda	69	0,18	0,86	41	1,79	0,073	49	1,33	0,183
•Isopoda	22,5	3,06	0,002	44	1,81	0,071	42,4	1,74	0,083
•Gastropoda	14	3,44	0,001	51	1,32	0,186	24,5	2,76	0,006

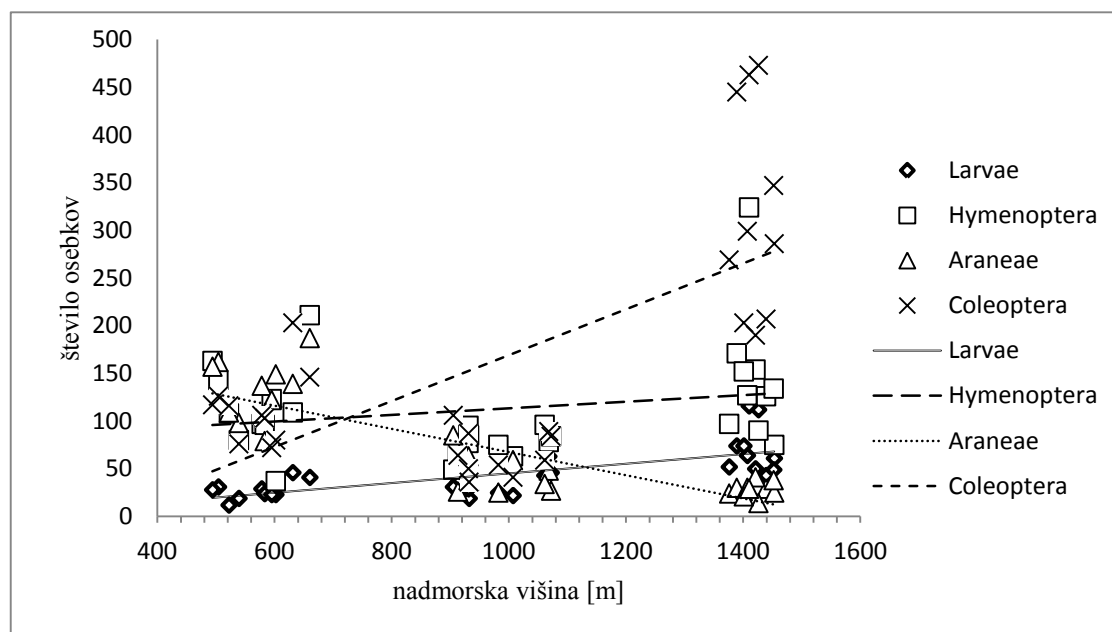
3.3 ODVISNOST ŠTEVILČNOSTI IN MASE TAKSONOMSKO-RAZVOJNIH SKUPIN OD VIŠINSKIH PASOV

3.3.1 Odvisnost številčnosti osebkov taksonomsko-razvojnih skupin od višinskih pasov

Za taksonomsko-razvojne skupine, ki v prvih nekaj tednih življenja kebkov predstavljajo pomemben delež v njihovi prehrani, smo ugotavljali linearno odvisnost med višinskimi pasovi in številčnostjo osebkov. Uporabili smo Spearmanov koeficient korelacije rangov (preglednica 13, slika 10). Ugotovili smo statistično značilno pozitivno korelacijo številčnosti osebkov in višinskih pasov za skupini Larvae in Coleoptera, z nadmorsko višino se je torej številčnost osebkov teh skupin višala. Pri skupini Hymenoptera je bila ugotovljena pozitivna korelacija, ki pa ni bila statistično značilna. Korelacija med višinskimi pasovi in številčnostjo osebkov skupine Araneae je bila statistično značilno negativna - z višjo nadmorsko višino se je številčnost osebkov zniževala.

Preglednica 13: Korelacija med številčnostjo osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev in višinskimi pasovi. Spearmanov koeficient korelacije rangov (Spearman rho). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

Številčnost	Spearman rho	p
Larvae	0,732	<0,001
Hymenoptera	0,102	0,584
Araneae	-0,781	<0,001
Coleoptera	0,491	0,008



Slika 10: Odvisnost številčnosti osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev od višinskih pasov.

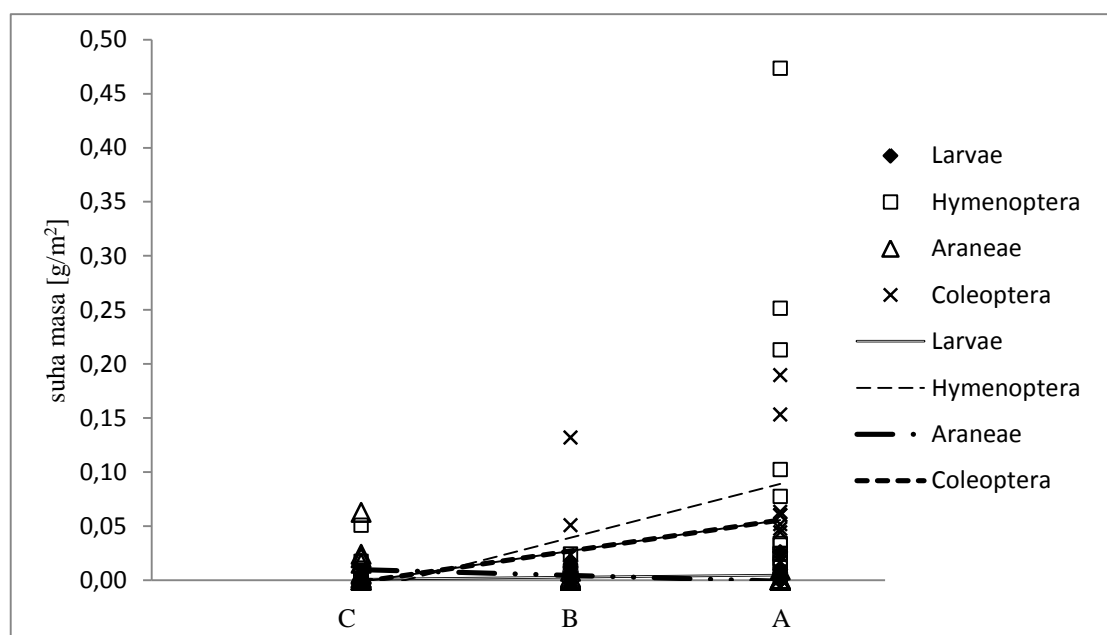
3.3.2 Odvisnost suhe mase osebkov taksonomsko-razvojnih skupin od višinskih pasov

Z izračunom Spearmanovega koeficienta korelacije rangov smo ugotavljali tudi odvisnost suhe mase izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev od višinskih pasov (preglednica 14, slika 11).

Ugotovili smo statistično značilno pozitivno korelacijo višinskih pasov in suhe mase osebkov skupin Hymenoptera in Coleoptera. Torej je suha masa omenjenih taksonov z nadmorsko višino naraščala. Nizka pozitivna korelacija, ki ni bila statistično značilna, je bila ugotovljena pri skupini Larvae. Za suho maso osebkov skupine Araneae smo izračunali statistično značilno negativno korelacijo z višinskimi pasovi.

Preglednica 14: Korelacija med suho maso osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev in višinskimi pasovi. Spearmanov koeficient korelacije rangov (Spearman rho). Krepki tisk označuje $p \leq \alpha = 0,05$.

<i>Biomasa [g/m²]</i>	<i>Spearman rho</i>	<i>p</i>
Larvae	0,248	0,143
Hymenoptera	0,689	<0,001
Araneae	-0,463	0,006
Coleoptera	0,686	<0,001



Slika 11: Odvisnost suhe mase osebkov izbranih taksonomsko-razvojnih skupin nevretenčarjev od višinskih pasov.

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

4.1 RAZPRAVA

4.1.1 Povezanost številčnosti in mase nevretenčarjev z višinskimi pasovi

Predvidevali smo, da se biomasa in sestava nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja v različnih višinskih pasovih razlikuje.

Z nadmorsko višino se spreminjajo dejavniki okolja. Z nadmorsko višino temperatura upada, spreminjajo se tudi količina vode in sevalne razmere, kar povzroči zakasnel razvojni cikel organizmov (Hodkinson, 2005). Poleg abiotских se spreminjajo tudi biotski dejavniki okolja – vrstna sestava, številčnost in interakcije med organizmi. Najvišja številčnost osebkov taksonomsko-razvojnih skupin skupin Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Homoptera, Diptera v najvišjem višinskem pasu nakazuje, da so bile v času vzorčenja (junij in julij) tu razmere za pojavljanje osebkov teh skupin najugodnejše, v nižinah pa za pojavljanje osebkov redov Araneae in Collembola (slika 2).

Ugotovili smo, da je bila v začetku junija v najvišjem višinskem pasu v primerjavi z nižje ležečimi predeli največ osebkov pri skupinah Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Homoptera in Diptera (slika 3). Konec junija smo poleg prejšnjih v tem višinskem pasu našli tudi največ odraslih osebkov redu Heteroptera (slika 4). Potrdili smo pozitivno korelacijo med številčnostjo osebkov skupin Larvae in Coleoptera in nadmorsko višino (preglednica 13, slika 10) in med suho maso osebkov skupin Hymenoptera in Coleoptera in nadmorsko višino (preglednica 14, slika 11). Abiotски dejavniki imajo poleg neposrednega vpliva na razvoj žuželk tudi posrednega, saj vplivajo na količino in kakovost borovničevja kot hrane za rastlinojede vrste, ki na njem živijo. Za rastlinojede nevretenčarje je značilno, da se razvijajo in razmnožujejo takrat, ko je njihova hrana, torej rastlina, najbolj hranljiva (Moss, 2001). Junija borovničevje v višjih višinskih pasovih še intenzivno raste in cveti, listi in stebela so mehkejši, vsebujejo več vode in proteinov in imajo manj fenolov in drugih kemijskih substanc s katerimi se rastline branijo pred neugodnimi abiotскими razmerami in objedanjem (Stewart in Bannister, 1973; Raatikainen in Vänninen, 1988). Zato so lažje prebavljive za rastlinojedce teh rastlin. To bi lahko bil vzrok, da je bila številčnost skupine Larvae (kjer so prevladovali ličinke metuljev) tu najvišja. Visoke številčnosti osebkov ostalih skupin s kakovostjo borovničevja ne moremo razložiti, saj gre za osebkove različnih vrst z različnimi življenjskimi zahtevami. V skupino hroščev smo npr. uvrstili tako osebkove plenilskih kot rastlinojedih in vsejedih vrst.

Možno je tudi, da so bile v nižjih višinskih pasovih življenjske razmere za razvoj osebkov teh nevretenčarskih skupin primernejše že spomladi in je bila zato številčnost nevretenčarjev tu v času vzorčenja nižja. Potrebno je poudariti, da nismo ugotavljali vrstne sestave nevretenčarjev. V različnih višinskih pasovih je tako lahko šlo za različne vrste z

različnimi okoljskimi zahtevami. Z vidika prehranskih razmer za keščke divjega petelina pa je pomembna predvsem številčnost in dostopnost potencialne hrane v obdobju prvih nekaj tednov njihovega življenja in kaže, da so bile prehranske razmere zanje v tem času najugodnejše v pasu od 1200 do 1500 m nadmorske višine.

V času julijskega vzorčenja je bila številčnost večine nevretenčarskih skupin v vzorcih v primerjavi z junijskima vzorčenjema predvsem v zgornjih dveh višinskih pasovih nižja (slika 5). Izstopali sta le skupini Diptera in Homoptera v najvišjem višinskem pasu in skupina Hymenoptera v najnižjem višinskem pasu. Nižja številčnost osebkov je lahko posledica plenjenja s strani določenih žuškojedih gozdnih vrst ptic. Obdobje izvalitve mladičev sovpada z obdobjem visoke številčnosti ličink metuljev in kožekrilcev ob koncu junija, ki delno predstavljajo hrano mladičev (Atlegrim, 1989). Zato tekom julija številčnost osebkov teh nevretenčarskih skupin upade. Ugotovili smo, da je delež mravelj v skupini Hymenoptera od začetka do konca junija narasel v vseh višinskih pasovih, nato pa julija na višjih nadmorskih višinah upadel, v spodnjem višinskem pasu pa je najvišji delež dosegel šele sredi julija (preglednica 2). Ker so mravlje ena najpomembnejših vrst hrane za keščke divjega petelina (npr. Picozzi in sod., 1999; Summers in sod., 2004), bi to lahko pomembno vplivalo na prehranske razmere zanje v prvih tednih na nižjih nadmorskih višinah.

Pajki so bili v vseh obdobjih vzorčenja najpogostejši v spodnjem višinskem pasu (400 do 700 m n. m.). Potrdili smo tudi visoko negativno korelacijo med številčnostjo pajkov na borovničevju in nadmorsko višino (preglednica 13, slika 10) in negativno korelacijo med suho maso pajkov na borovničevju in višanjem nadmorske višine (preglednica 14, slika 11). Življenjske razmere za pajke se z nadmorsko višino spreminjajo. Po mnenju Chatzakija in sod. (2005) je razporeditev številčnosti osebkov vzdolž višinskega gradienta vrstno specifična in odvisna od odziva osebkov na klimatske spremembe, od količine in kakovosti njihove hrane, naravnega plenilskega pritiska in interspecifične kompeticije.

V vseh višinskih pasovih in v vseh obdobjih vzorčenja je bilo največ osebkov najdenih pri skupini Collembola. Ker pa se v literaturi ne omenja kot pomembna za prehrano keščkov in so bile tudi v naši študiji ugotovljene zanemarljive mase te skupine nevretenčarjev na enoto površine, teh rezultatov v nadaljevanju nismo poskušali pojasnjevati.

4.1.2 Časovno pojavljanje nevretenčarskih skupin

Predvidevali smo, da se časovno pojavljanje nevretenčarskih skupin med višinskimi pasovi razlikuje.

Rezultati zgornjega višinskega pasu nakazujejo vrh številčnosti nevretenčarjev v zeliščnem sloju borovničevja konec junija (slika 6, preglednici 4 in 7). V višinskem pasu od 800 do 1100 metrov je bila značilno nižja številčnost julijskega vzorčenja pri skupinah

Hymenoptera, Araneae, Coleoptera in Homoptera, pri skupinah Heteroptera in Diptera pa je bila največja številčnost v začetku junija (slika 7, preglednici 5 in 8). To nakazuje, da je bilo število osebkov v teh skupinah najvišje bolj zgodaj kot v višinskem pasu A (1200 do 1500 m). V najnižjem višinskem pasu smo pri skupinah Heteroptera in Coleoptera ugotovili nižjo številčnost osebkov konec junija in v začetku julija (slika 8, preglednici 6 in 9).

Zadnja desetletja prihaja do hitrega spreminjanja podnebja. Predvsem zaradi antropogenih vplivov v atmosferi narašča koncentracija toplogrednih plinov, s tem pa se povečuje učinek tople grede. Znanstveniki poročajo o globalnem dvigu temperature (Lovejoy, 2008; Kajfež-Bogataj, 2008; Hannah, 2011), na kar organizmi različno reagirajo. Ko se okolje spremeni, lahko populacija določene vrste premakne svoje območje razširjenosti, da bi ostala znotraj primernih življenjskih razmer. Veliko vrst metuljev, hroščev, stenic, kobilic in drugih je premaknilo svoje območje razširjenosti v višje nadmorske lege ali proti severu (npr. Hickling in sod., 2006, Thomas in Lennon, 1999, Parmesan, 2006; Wilson in sod., 2005; Konvicka, 2003; Ashton in sod., 2009). Osebkovi različnih vrst na globalno segrevanje odgovarjajo tudi s spremenjenim časovnim potekom razvoja. Črepinšek in sod. (2008) poročajo o predčasnem razvoju listov (v povprečju za 6 dni) in cvetenju (v povprečju 10 do 14 dni), Menendez (2007) pa o zgodnejšem razvoju ličink žuželk in predčasnem pojavu odraslih osebkov ter podaljšanem obdobju letenja. Rezultati naše raziskave nakazujejo vrh številčnosti nevretenčarjev v zeliščnem sloju borovničevja v višinskem pasu od 1200 do 1500 metrov konec junija (slika 6, preglednica 7), nižje pa že prej (začetek junija) (slika 7, preglednica 8). Aktualne podnebne spremembe bi lahko povzročile časovni premik vrhov številčnosti populacij različnih razvojnih stopenj določenih vrst. Do največjih razlik v pojavljanju bi tako lahko prišlo pri skupinah, ki imajo najkrajše fenološke faze kot so npr. gosnice številnih vrst metuljev. Te so pomembna hrana za keščke divjega petelina v prvih tednih življenja (npr. Picozzi in sod., 1999). Že zamik 10 dni bi torej lahko pomembno vplival na dostopnost tega tipa hrane za keščke.

O dejanskem vplivu podnebnih sprememb na fenologijo nevretenčarjev in s tem povezane viške številčnosti osebkov v različnih višinskih pasovih bi lahko govorili, če bi številčnost in razvojne značilnosti nevretenčarjev opazovali skozi daljše obdobje (npr. nekaj deset let), poleg tega pa bi morali natančno spremljati tudi razvojne značilnosti njihovih gostiteljskih rastlin in vremenske razmere na območju raziskave. Tovrstnih podatkov na območju Slovenije, vsaj kar se tiče vpliva podnebnih sprememb na nevretenčarje, primanjkuje, zato bi bilo dobro na tem delati v prihodnje.

4.1.3 Povezanost številčnosti nevretenčarjev in območja razširjenosti divjega petelina

V tretji hipotezi smo predvidevali, da je divji petelin prisoten na območjih, kjer so prehranske razmere za keščke najbolj ugodne. Aktivna rastišča divjega petelina so

evidentirana le v vrhnjem delu Menine (Purnat in sod., 2007), kjer smo ugotovili najvišjo številčnost in maso nevretenčarjev.

Mladiči divjega petelina se izvalijo nekje v začetku do sredine junija (Wegge in sod., 2005; Mikuletič in sod., 1984). Kebčki se morajo v prvih tednih svojega življenja prehranjevati s proteinsko bogato hrano, saj zelo hitro rastejo (Wegge in Kastdalen, 2008). Za svoj življenjski prostor si izbirajo območja, kjer je prevladujoč tip rasti borovničevje, saj le-ta vsebuje veliko večje količine hroščev (Coleoptera), mravelj (Formicidae) in ličink metuljev (Lepidoptera larvae) kot območja z drugačnim tipom vegetacije (Summers in sod., 2004).

Naša raziskava je pokazala, da imajo kebčki v prvih nekaj tednih življenja v borovničevjih v višinskem pasu od 1200 do 1500 m na površino domačega okoliša (preglednica 11) na voljo 2-krat večji del suhe mase osebkov skupine Larvae, 16-krat večji del suhe mase osebkov skupine Hymenoptera in 24-krat večji del suhe mase osebkov skupine Coleoptera kot v nižje ležečih predelih. Pajkov, ki se omenjajo kot alternativna hrana (Picozzi in sod., 1999), imajo kebčki v primerjavi z višjimi predeli v najnižjem višinskem pasu na površino domačega okoliša 5-krat večjo maso.

Večji del biomase predstavljajo ličinke žuželk (predvsem metuljev), kožekrilci (vključujoč mravlje) in hrošči (slika 9). Ugotovili smo tudi veliko biomaso polžev (preglednica 10), ki pa se v literaturi (npr. Picozzi in sod., 1999; Summers in sod., 2004) ne omenja kot pomembna v prehrani kebčkov. Prehransko pomembne skupine nevretenčarjev so v omenjenih raziskavah ugotavljali s pregledom iztrebkov kebčkov. Nevretenčarje so določevali predvsem na podlagi ostankov zunanjih ogradij. Polžev na ta način niso mogli določiti, kar pa ne pomeni, da se tega tipa hrane kebčki izogibajo. Še posebno, če je biomasa polžev na določenem območju tako velika kot v našem primeru. Prisotnost polžev bi lahko ugotovili na podlagi radul v iztrebkih, kar bi bilo dobro upoštevati pri nadaljnjih raziskavah.

Večja dostopnost hrane za kebčke v prvih tednih življenja (mesec junij) bi lahko dodatno prispevala k razumevanju, zakaj se rastišča divjega petelina pojavljajo le na višjih nadmorskih višinah. Kot poroča Čas (2008), je eden glavnih razlogov za zniževanje številčnosti divjega petelina fragmentacija primernih gozdnih sestojev. Navaja, da življenjski prostor divjega petelina propada zaradi človekovih posegov vanj (sečnja, nemir, turizem, nabiralništvo in drugo). Poleg tega iglasti gozdovi antropogenega izvora, predvsem v nižjih nadmorskih višinah, propadajo tudi zaradi segrevanja ozračja oziroma njegovih posledic; daljših sušnih obdobij, ki predstavljajo stres za iglavce in posledično večjo ranljivost za podlubnike. Posledično se spreminja sestava in fenološke značilnosti zeliščnega sloja in podrasti. O tem razpravljajo tudi Moss in sod. (2001). Zaradi višjih temperatur zgodaj spomladi (marec ali zgodnji april) se rastna sezona začne prej in poplava mladega rastlinja lahko mine preden jo oplojene kure potrebujejo (to je konec aprila, začetek maja). Ker je za rastlinojede nevretenčarje značilno, da svoj razvoj prilagodijo

razvoju gostiteljske rastline (Moss in sod., 2001), se razvijejo prej. Tako v času izvalitve kebčkov ni več ustrezne nevretenčarske hrane. Sposobnost preživetja se tako zniža.

V vrhnjem delu Menine je sicer prihajalo do krčenja površin odraslih in starih vrzelastih mešanih iglastih gozdov s podrastjo borovnice, mravljišči in podrtimi drevesi, a kaže, da so habitatne razmere kljub temu še dovolj ugodne za preživetje divjega petelina (Purnat, 2002; Čas, 2008).

Divji petelin je vrsta z borealno in alpinsko razširjenostjo. V Sloveniji predstavljajo višje lege skrajni rob njegovega območja razširjenosti. V zadnjih 130 letih je velikost populacije divjega petelina nihala, v splošnem pa opazamo trend upadanja številčnosti osebkov (npr. Čas, 2006; Bevk in Trontelj, 2008; Purnat in sod., 2007). Primeren življenjski prostor za divjega petelina se je verjetno zaradi spreminjanja rabe tal in spreminjanja iglastih gozdov, spreminjanja podnebja in nihanja populacijske gostote potencialnih plenilcev zaradi antropogenega vpliva začel krčiti (Čas, 2008). Številne raziskave nakazujejo, da je upad številčnosti populacij rezultat povišane smrtnosti v najzgodnejšem obdobju razvoja (npr. Moss in sod., 2001; Lakka in Kouki, 2009; Baines in sod., 2004; Čas, 2008; Kurki in sod., 2000; Wegge in sod., 2005; Summers in sod., 2004). Spreminjanje prehranskih razmer za kebčke je gotovo eden izmed dejavnikov, ki pomembno vplivajo na sposobnost njihovega preživetja. Rezultati naloge tako nakazujejo, da bi lahko bila večja dostopnost hrane za kebčke divjega petelina na višjih nadmorskih višinah, dejavnik ki bi lahko vplival na večjo sposobnost njihovega preživetja.

4.2 SKLEPI

- Biomasa in sestava nevretenčarskih skupin v zeliščnem sloju borovničevja se v različnih višinskih pasovih razlikuje. Najvišja številčnost in biomasa skupin nevretenčarjev v zeliščnem sloju borovničevja, ki so pomembne v prehrani kebkov divjega petelina (Larvae, Hymenoptera, Coleoptera), je bila v najvišjem proučevanem višinskem pasu od 1200 do 1500 m. Tu je najvišja dostopnost nevretenčarske hrane za kebkke.
- Časovno pojavljanje nevretenčarskih skupin v zeliščnem sloju borovničevja se med višinskimi pasovi razlikuje. Vrhovi številčnosti osebkov za kebkke pomembnih nevretenčarskih skupin v zgornjem višinskem pasu sovpadajo z obdobjem hranjenja kebkov s takim tipom hrane. Kaže, da so v tem višinskem pasu najboljše prehranske razmere zanje.
- Na spreminjanje okolja organizmi različno odgovarjajo. Višanje temperature bo še naprej vplivalo na spreminjanje fenoloških značilnosti določenih skupin nevretenčarjev in na izginjanje habitatnih krp zanje. Tako lahko pričakujemo, da bo to tudi v prihodnje posredno vplivalo na spreminjanje prehranskih značilnosti habitata divjega petelina.
- Prisotnih je lahko še več drugih dejavnikov, ki sinergistično, in tako še dodatno, negativno delujejo na preživetje divjega petelina. To so spreminjanje rabe tal, sečnja, turizem, nemir in drugo.

5 POVZETEK

Človeška populacija še posebno v zadnjem času sebično prilagaja in spreminja naravno okolje. Spreminjanje dejavnikov okolja sproži kaskado posledic v naravnem sistemu. Tako se organizmi soočajo predvsem z izgubo in fragmentacijo prostora zaradi ekonomskega razvoja, onesnaževanja, podnebnih sprememb, prekomerne sečnje in drugim. Določene vrste (npr. z omejenim območjem razširjenosti) so na spremembe zelo občutljive. Areal populacij takih vrst se zmanjšuje, kar lahko privede tudi do lokalnih izumrtij, spremenita se sestava in fenologija združb. Ena od takih vrst je divji petelin, katerega številčnost v svetovnem merilu upada. Številne raziskave nakazujejo, da je upad številčnosti populacij rezultat povišane smrtnosti v najzgodnejšem obdobju razvoja, čemur je lahko vzrok pomanjkanje ustrezne hrane. Ključno hrano mladičev – kebčkov v prvih treh tednih predstavljajo nevretenčarji v zeliščnem sloju.

S pričujočo raziskavo smo želeli ugotoviti biomaso in sestavo nevretenčarskih skupin na zeliščnem sloju borovničevja v različnih višinskih pasovih Menine, ugotoviti časovno pojavljanje teh skupin v različnih višinskih pasovih in preveriti povezanost omenjenih dejavnikov glede na dejansko prisotnost divjega petelina na obravnavanem območju.

Vzorčenje je potekalo na območjih treh različnih višinskih pasov. Na vsakem od njih smo naključno določili 10 vzorčnih točk, ki so predstavljale center vzorčenja. Od tu smo s kečerjem vzorčili 4 dolžine 40 zamahov (približno 20 m v vsako smer) od centra vzorčenja, pravokotno druga na drugo. Vzorčili smo na začetku junija, konec junija in v sredini julija. Nevretenčarje iz vzorčnih enot smo razporedili v taksonomsko-razvojne skupine in jih prešteli. Za ugotovitve mase nevretenčarjev na določeno enoto površine smo na vsaki nadmorski višini z 12 določenih vzorčnih mest posesali vse nevretenčarje. Razporedili smo jih v istoimenske skupine kot v prvem delu raziskave, jih prešteli in posušili do suhe mase. Razlike v razporeditvi in številčnosti taksonomsko-razvojnih skupin med višinskimi pasovi in obdobji vzorčenja in razlike v suhi masi med višinskimi pasovi smo preizkusili s statističnima testoma χ^2 in Mann-Whitney. Korelacijo med višinskimi pasovi in številčnostjo in višinskimi pasovi in suho maso nevretenčarskih skupin smo ugotavljali s pomočjo Spearman rho koeficienta korelacije rangov.

V splošnem smo na najvišji nadmorski višini ugotovili najvišjo številčnost skupin Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera in Homoptera, pri skupinah Araneae in Collembola je bila številčnost najvišja v najnižjem višinskem pasu. Rezultati testov so nakazali vrh v številčnosti osebkov nevretenčarjev v mesecu juniju, ki je posebno opazen v najvišje ležečih predelih, kjer smo konec junija ugotovili viške številčnosti osebkov pri vseh preučevanih skupinah, julija je številčnost upadla. V najvišjem višinskem pasu je bila ugotovljena najvišja suha masa na enoto površine skupin Larvae, Hymenoptera, Coleoptera, Isopoda in Gastropoda. Na nadmorski višini B je bila ugotovljena najvišja suha masa osebkov nevretenčarske skupine Homoptera, na nadmorski višini C pa skupine Araneae in Diplopoda. Kebčki imajo v najvišjem višinskem pasu v primerjavi z nižje

ležečimi predeli na površini domačega okoliša za prehrano na voljo 2-krat večji delež osebkov skupine Larvae, 16-krat večji delež osebkov skupine Hymenoptera in 24-krat večji delež osebkov skupine Coleoptera. Najnižje pa imajo na voljo približno 5-krat večji delež osebkov skupine Araneae kot v višje ležečih predelih.

Z nadmorsko višino se spreminjajo dejavniki okolja. Najvišja številčnost osebkov določenih taksonomsko-razvojnih skupin v najvišjem višinskem pasu junija nakazuje, da so bile v času vzorčenja v tam višinskem pasu primerne razmere za razvoj osebkov teh skupin. Nižja številčnost osebkov julija je lahko posledica plenjenja s strani določenih vrst ptic. Spreminjanje podnebja, katerega posledica so fenološke spremembe nevretenčarskega razvoja (predčasen razvoj organizmov v nižjih višinskih pasovih), bi lahko prispevalo k višji številčnosti nevretenčarjev v najvišjem višinskem pasu v času vzorčenja. Zaradi predčasnega razvoja nevretenčarskih skupin v nižje ležečih predelih lahko pride do neujemanja interakcij razvojnih ciklov plena in plenilca. Ker kebčki divjega petelina v prvih tednih življenja nimajo na razpolago dovolj proteinsko bogate nevretenčarske hrane, so preživetveno manj uspešni. V vrhnjem delu Menine sicer prihaja do krčenja površin odraslih in starih vrzelastih mešanih iglastih gozdov s podrastjo borovnice, mravljišči in podrtimi drevesi, a so habitatne razmere kljub temu še dovolj ugodne za zadrževanje divjega petelina na tem območju.

6 VIRI

6.1 CITIRANI VIRI

- Adamič M. 1986. Ekologija divjega petelina v Sloveniji. Opisi in situacija inventariziranih rastišč. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana.
- Adamič M. 1987. Ekologija divjega petelina (*Tetrao urogallus L.*) v Sloveniji. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Ljubljana.
- Ashton S., Gutierrez D., Wilson R.J. 2009. Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: implications for species responses to climate change. *Ecological Entomology*, 34: 437-446
- Atlegrim O. 1989. Exclusion of birds from bilberry stands: impact on insect larval density and damage to the bilberry. *Oecologia*, 79: 136-139
- Atlegrim O., Sjöberg K. 1996a. Reponse of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) to clear-cutting and single-tree harvest in uneven-aged boreal *Picea abies* forests. *Forest Ecology and Management*, 86: 39-50
- Atlegrim O., Sjöberg K. 1996b. Effects of clear-cutting and single-tree selection harvests on herbivorous insect larvae feeding on bilberry (*Vaccinium myrtillus*) in uneven-aged boreal *Picea abies* forests. *Forest Ecology and Management*, 87: 139-148
- Baines D., Moss R., Dugan D. 2004. Capercaillie breeding success in relation to forest habitat and predator abundance. *Journal of Applied Ecology*, 41: 59-71
- Bale J.S., Masters G.J., Hodkinson I.D, Awmack C., Bezemer T.M., Brown W.K., Butterfield J., Buse A., Coulson J.C., Farrar J., Good J.E.G., Harrington R., Hartley S., Jones T.H., Lindroth R.L., Press M.C., Symrnioudis I., Watt A.D., Whittaker J.B. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effect of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8: 1-16
- Bevk D., Trontelj P. 2008. Upadanje populacije in možni vzroki za ogroženost divjega petelina *Tetrao urogallus* v Škofjeloškem, Cerkljanskem in Polhograjskem hribovju. *Acrocephalus*, 29 (136): 13-22
- Cederlund G., Ljungquist H., Markgren G., Stalfelt F. 1980. Foods of moose and roe deer at Grimsö in central Sweden – results of rumen content analyses. *Swedish Wildlife Research*, 11: 169-247
- Chatzaki M., Markakis G., Mylonas M. 2005. Phenological patterns of ground spiders (*Araneae, Gnaphosidae*) on Crete, Greece. *Ecologia mediterranea*, 31: 33-53

- Committee on Ecological Impacts of Climate Change, National Research Council 2008. Ecological impacts of climate change. Washington, The National Academies Press: 70 str.
- Coope G.R. 2004. Several million years of stability among insect species because of, or, inspite of, Ice Age climatic instability? Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences, 359: 209-214
- Čas M. 1996. Vpliv spreminjanja gozda v alpski krajini na primernost habitatov divjega petelina (*Tetrao urogallus L.*). Magistrsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 143 str.
- Čas M. 1999. Prostorska ogroženost populacij divjega petelina (*Tetrao urogallus L.*) v Sloveniji leta 1998. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 60: 5-52
- Čas M. 2006. Fluktuacije populacij divjega petelina (*Tetrao urogallus L.*) v odvisnosti od pretekle rabe tal in strukture gozdov v JV Alpah. Doktorsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 263 str.
- Čas M. 2008. Spreminjanje gozdov in vzroki za nezadržno zmanjševanje številčnosti divjega petelina. Lovec, 91: 242-248
- Črepinšek Z., Ceglar A., Kajfež-Bogataj L. 2008. Long-term trends in spring phenological phases in Slovenia between 1955 and 2008.
<http://www.ta3.sk/bioklima2009/Papers/Crepinsek%20et%20al.pdf> (10. mar. 2011)
- Ellis W.N., Donner J.H., Kuchlein J.H. 1997. Recent shifts in phenology of Microlepidoptera related to climatic change (*Lepidoptera*). Entomologische Berichten, 57: 66-72
- Forister M. L., Shapiro A.M. 2003. Climatic trends and advancing spring flight of butterflies in lowland California. Global Change Biology, 9: 1130-1135
- Gordo O., Sanz J.J. 2005. Phenology and climate change: a long term study in a Mediterranean locality. Oecologia, 146: 484-495
- Hannah L. 2011. Climate change biology. Amsterdam, Elsevier: 415 str.
- Hester A.J., Miles J., Gimingham C.H. 1991. Succession from heather moorland to birch woodland. I. Experimental alteration of specific environmental conditions in the field. Journal of Ecology, 79: 303-315
- Hickling R., Roy D.B., Hill J.K., Fox R., Thomas C.D. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. Global Change Biology, 12: 450-455

- Hill J.K., Hodkinson I.D. 1995. Effects of temperature on phenological synchrony and altitudinal distribution of jumping plant-lice (*Hemiptera: Psylloidea*) on dwarf willow (*Salix lapponum*) in Norway. *Ecological Entomology*, 20: 237-244
- Hill J.K., Thomas C.D., Fox R., Telfer M.G., Willis S.G., Asher J., Huntley B. 2002. Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proceedings of the Royal Society, Biological sciences*, 269: 2163-2171
- Hodkinson I.D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 80: 489-513
- Ilešič S. 1972. Slovenske pokrajine, geografska regionalizacija Slovenije. *Geografski vestnik*, 44: 9-31
- Kajfež-Bogataj L. 2008. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? Ljubljana, Pedagoški inštitut: 134 str.
- Kapelle M., Van Vuuren M.M.I., Baas P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1383-1397
- Konvicka M., Maradova M., Benes J., Fric Z., Kepka P. 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 403-410
- Košir Ž. 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 17: 35-38
- Kraigher H. 1985. Mravlje iz rodu *Formica L.* v gozdu in njihova razširjenost na Menini planini. *Diplomska naloga*. Ljubljana, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 91 str.
- Kurki, S., Nikula, A., Helle, P., Linden, H., 2000. Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests. *Ecology* 81, 1985-1997.
- Kvasnes M.A.J., Storaas T. 2007. Effects of harvesting regime on food availability and cover from predators in capercaillie (*Tetrao urogallus L.*) brood habitats. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 241-247
- Laine K.M., Henttonen H. 1987. Phenolics / nitrogen ratios in the blueberry *Vaccinium myrtillus* in relation to temperature and microtine density in Finnish Lapland. *Oikos*, 50: 389-395

- Lakka J., Kouki J. 2009. Patterns of field layer invertebrates in successional stages of managed boreal forest: Implications for declining Capercaillie *Tetrao urogallus* L. population. *Forest Ecology and Management*, 257: 600-607
- Lovejoy T. 2008. Climate change and biodiversity. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 27: 1-8
- Melik A. 1954. Slovenski alpski svet. Ljubljana, Slovenska matica: 606 str.
- Menendez R. 2007. How are insects responding to global warming? *Tijdschrift voor Entomologie*, 150: 355-365
- Miettinen J., Helle P., Nikula A. 2005. Lek area characteristics of capercaillie (*Tetrao urogallus*) in eastern Finland as analysed from satellite-based forest inventory data. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 358-369
- Mikuletič V. 1984. Gozdne kure. *Biologija in gospodarjenje*. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 194 str.
- Moss R., Oswald J., Baines D. 2001. Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, 70: 47-61
- Niemelä P., Tahvanainen J., Sorjonen J., Hokkanen T., Neuvonen S. 1982. The influence of host plant growth form and phenology on the life strategies of Finnish macrolepidopterous larvae. *Oikos*, 39: 164-170
- Nogues-Bravo D., Araujo M.B., Errea M.P., Martinez-Rica J.P. 2007. Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. *Global Environmental Change*, 17: 420-428
- Parmesan C., Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37-42
- Parmesan C. 2006. Ecological and Evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 37: 637-669
- Pauli H., Gottfried M., Grabherr G. 1996. Effects of climate change on mountain ecosystems – upward shifting of alpine plants. *World Resource Review*, 8: 382-390
- Picozzi N., Moss R., Kortland K. 1999. Diet and survival of capercaillie *Tetrao urogallus* L. chicks in Scotland. *Wildlife Biology*, 5: 11-23
- Purnat Z. 2002. Stanje in ogroženost subpopulacij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) na Menini. Diplomsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.

- Purnat Z., Čas M., Adamič M. 2007. Problematika ohranjanja habitata divjega petelina *Tetrao urogallus* na Menini (Osrednja Slovenija) in vpliv pašništva. *Acrocephalus* 28 (134): 105-117
- Raatikainen M., Vänninen I. 1988. The effects of the 1984-1985 cold winter on the bilberry and lingonberry yield in Finland. *Acta Botanica Fennica*, 136: 43-47
- Rolstad J., Wegge P. 1987. Habitat characteristic of Capercaillie *Tetrao urogallus* display grounds in southeastern Norway. *Holarctic Ecology*, 10: 219-229
- Rolstad J., Wegge P. 1988. Spacing and habitat use of capercaillie during summer. *Canadian Journal of Zoology*, 66, 3: 670-679
- Roy D.B., Sparks T.H. 2000. Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology*, 6: 407-416
- Rozman I. 1997. Geografija Menine planine. Diplomsko naloga. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo: 67 str.
- Saniga M. 1996. Population study of capercaillie (*Tetrao urogallus*) in the Lubochna Valley (Velka Fatra mts., Slovakia). *Folia Zoologica*, 45, 1: 17-29
- Savory C.J. 1989. The importance of invertebrate food to chicks of gallinaceous species. *Proceedings of the Nutrition Society*, 48: 113-133
- Sohngen B., Mendelsohn R., Sedjo R. 1999. Forest management, conservation and global timber markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 81: 1-13
- Soja A.J., Tchebakova N.M., French N.H.F., Flannigan M.D., Shugart H.H., Stocks B.J., Sukhinin A.I., Parfenova E.I., Chapin F.C., Stackhouse P.W. 2006. Climate induced boreal forest change: Predictions versus current observations. *Global and Planetary Change*
- Spidso T. K., Stuen O.H. 1988. Food selection by capercaillie chicks of Southern Norway. *Canadian Journal of Zoology*, 66: 279-283
- Stefanescu C., Penuelas J., Fillela I. 2003. Effects of climate change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean basin. *Global Change Biology*, 9: 1494-1506
- Stewart W.S., Bannister P. 1973. Seasonal changes in carbohydrate content of three *Vaccinium* spp. With particular reference to *V. uliginosum* L. and its distribution in the British Isles. *Flora*, 162: 134-155
- Storch I. 1991. Habitat fragmentation, nest site selection, and nest predation risk in Capercaillie. *Ornis Scandinavica*, 22: 213-217

- Storch I. 1994. Habitat and survival of capercaillie *Tetrao urogallus* nests and broods in the Bavarian alps. *Biological Conservation*, 70: 237-243
- Storch I. 1995. Annual home ranges and spating patterns of capercaillie in central Europe. *Journal of Wildlife Management*, 59 (2): 392-400
- Storch I. 2000. Grouse Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. WPA/BirdLife/SSC Grouse specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and World Pheasant Association, 112 str.
- Summers R.W., Proctor R., Thornton M., Avey G. 2004. Habitat selection and diet of the capercaillie *Tetrao urogallus* L. in Abernethy Forest, Strathspey. *Scotland Bird Study*, 51: 58-68
- Thomas C.D, Lennon J.J. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature*, 399: 213
- Tome D. 2006. Ekologija: organizmi v prostoru in času. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.
- Uredba o zavarovanju ogroženih živalskih vrst, divji petelin. 1993. Ur. L. RS, 57: 2852
- Wegge P., Kastdalen L. 2008. Habitat and diet of young grouse broods: resource partitioning between Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) and Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in boreal forests. *Journal of Ornithology*, 149: 237-244
- 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: 1547-1555
- Wilson R., Gutierrez D., Gutierrez J., Martinez D., Agudo R., Monserrat V.J. 2005. Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters*, 8: 1138-1146

6.2 DRUGI VIRI

- Bevk D. 2007. Upadanje populacije divjega petelina v Škofjeloškem, Cerkljanskem in Polhograjskem hribovju. Diplomsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 52 str.
- Mršič N. 1997. Živali naših tal. Uvod v pedozoologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 416 str.
- Prevorčnik S. 2003. Navodila za vaje iz sistematske zoologije nevretenčarjev. Ljubljana, Študentska založba: 68 str.

Smolič, V. Zastopanost in biomasa nevretenčarjev ... na območju ... rastišč divjega petelina.
Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2012

Wegge P., Rolstad J. 1986. Size and spacing of capercaillie leks in relation to social behavior and habitat. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 19: 401-408

ZAHVALA

Somentorju dr. Hubertu Potočniku za vso pomoč in čas skozi celotno obdobje nastajanja diplomskega dela.

Mentorju prof. dr. Ivanu Kosu za konstruktivne kritike diplomskega dela.

Profesorici angleškega jezika Ireni Dular za strokovni pregled izvlečka.

Sestri Tini, ki mi je bila v pomoč sleherni terenski dan, in tudi vsem ostalim, ki ste me spremljali in pomagali pri terenskem delu: Tini Ličina, Sebastjanu Šlajpahu, Meti Kogoj in Manici Markelj, sestri Jani, sestrični Mancini in fantu Matjažu.

Staršem za materialno in čustveno podporo.

Vsem ostalim, ki ste kakorkoli pripomogli k nastanku dela.

PRILOGA

Število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah v posameznem višinskem pasu v treh obdobjih vzorčenja

Preglednica 1: Število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah v višinskem pasu A (1200 – 1500 m n. m.) v treh obdobjih vzorčenja (1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009)).

	1. vzorčenje	2. vzorčenje	3. vzorčenje	Σ
Larvae	192	372	131	695
Hymenoptera	464	664	322	1450
Araneae	42	141	98	281
Coleoptera	1422	1447	313	3182
Heteroptera	181	325	118	624
Diptera	1127	1377	1158	3662
Homoptera	256	850	834	1940
Collembola	1325	1261	170	2756

Preglednica 2: Število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah v višinskem pasu B (800 – 1100 m n. m.) v treh obdobjih vzorčenja (1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009)).

	1. vzorčenje	2. vzorčenje	3. vzorčenje	Σ
Larvae	85	140	139	364
Hymenoptera	316	256	199	771
Araneae	134	208	100	442
Coleoptera	256	274	140	670
Heteroptera	216	67	58	341
Diptera	821	422	350	1593
Homoptera	204	299	82	585
Collembola	602	1192	406	2200

Preglednica 3: Število osebkov po taksonomsko-razvojnih skupinah v višinskem pasu C (400 – 700 m n. m.) v treh obdobjih vzorčenja (1 (9.–11.6.2009), 2 (25.–30.6.2009) in 3 (13.–16.7.2009)).

	1. vzorčenje	2. vzorčenje	3. vzorčenje	Σ
Larvae	85	131	60	276
Hymenoptera	344	320	502	1166
Araneae	382	555	402	1339
Coleoptera	460	426	259	1145
Heteroptera	87	32	37	156
Diptera	178	241	234	653
Homoptera	70	63	93	226
Collembola	1738	1481	1405	4624