

GDK 151.9:(497.12)

Prispelo / Received: 16. 10. 2000
Sprejeto / Accepted : 24. 11. 2000

Pregledni znanstveni članek
Review scientific paper

NEKATERE ZNAČILNOSTI BIOTSKE PESTROSTI ŽIVALSTVA SLOVENSKE GOZDOV

Ivan KOS *

Izvleček

Več kot polovico slovenskega ozemlja pokriva gozd, ki je najpomembnejša naravna dediščina. Zaradi sonaravnega gospodarjenja je dobro ohranjen, z bogato razvitimi rastlinskimi in živalskimi združbami. V njem prebiva večina slovenskih živalskih vrst in njihovo preživetje je odvisno od stanja gozda. Vrsto sestavo slabo poznamo, natančneje so na posameznih mestih obdelane le nekatere živalske skupine, kot so sesalci (Mammalia), ptice (Aves), metulji (Lepidoptera), pajki (Aranea), strige (Chilopoda), oribatide (Oribatida), deževniki (Lumbricidae) in druge. Rezultati teh obdelav kažejo na veliko alfa in gama diverzitet, ki ju razlagamo z ohranjenostjo gozdnih ekosistemov, današnjo klimo, orografsko in reliefno razgibano pokrajino, heterogenostjo geološke podlage in tal. Velika vrstna raznolikost nevretenčarjev in številne endemne vrste posameznih manjših območij so posledica bližine refugijev v posameznih klimatskih obdobjih. Fragmentacija populacij v preteklosti je pogojevala polihotomno speciacijo. Biodiverzitetna gozdnata krajina je ogrožena zaradi globalnih sprememb in poseganja človeka. Klimatska sprememba je napomembnejša globalna sprememba, ki spreminja osnovno vegetacijsko sestavo. Človek negativno vpliva na biodiverzitetno gozda s fragmentacijo gozda, pri čemer so prizadete predvsem specializirane gozdne vrste. S selektivno sečnjo in pomlajevanjem vpliva na osnovno vegetacijsko sestavo, razporeditev in deleže posameznih razvojnih faz ter na količino mrtve biomase.

Ključne besede: vrstna diverzitet, živalstvo, gozd, biogeografija, Slovenija

SOME CHARACTERISTICS OF ANIMAL BIODIVERSITY OF SLOVENE FOREST

Abstract

More than a half of the area of Slovenia is covered by forest, which is its most important natural heritage. Due to near-to-nature forest management, the forest is well-preserved, with developed plant and animal communities. Most Slovenian animal species live in the forest and their survival depends on the forest conditions. Species composition is not well known and only few animal groups are investigated in detail; for example mammals (Mammalia), birds (Aves), butterflies (Lepidoptera), spiders (Aranea), centipedes (Chilopoda), oribatid mites (Oribatida), earthworms (Lumbricidae) and some others. The results of these studies show high alpha and beta diversity, which are explained by preservation of forest ecosystems, by present and past climate events, by orographic and relief agitated landscape, heterogeneity of geological ground rock and soil types. Great species diversity of invertebrates and many endemic species of certain small areas are a consequence of the vicinity of refuges during certain climate periods. The fragmentation of populations in the past was followed by polytomous speciation. Biodiversity of forest landscape is endangered because of global changes and local management. The change of climate is the most important global change primarily affecting the vegetation. Humanity negatively affects forest biodiversity by fragmentation, which especially affects specialised forest species. Selective cutting and rejuvenation changes primary species composition, distribution and portion of the different development phases. It has also a great influence on the amount of dead biomass.

Keywords: species diversity, fauna, forest, biogeography, Slovenia

* prof., dr., BF, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1 UVOD	
INTRODUCTION	97
2 POZNAVANJE ŽIVALSTVA V SLOVENSKIH GOZDOVIH	
KNOWLEDGE OF FAUNA IN SLOVENE FORESTS.....	98
3 NEKATERE ZNAČILNOSTI VRSTNE DIVERZITETE	
GOZDNIH ŽIVALI	
SOME CHARACTERISTICS OF SPECIES DIVERSITY OF	
FOREST ANIMALS	100
4 VAROVANJE VRSTNE RAZNOLIKOSTI ŽIVALSTVA V	
GOZDNATI KRAJINI	
CONSERVATION OF ANIMAL SPECIES DIVERSITY OF	
FOREST LANDSCAPE	103
5 POVZETEK.....	106
6 SUMMARY.....	109
7 VIRI	
REFERENCES	112

1 UVOD

INTRODUCTION

Intenzifikacija pridobivanja bioloških dobrin iz okolja sproža številne spremembe. Med pomembnejšimi so poenostavljanje naravnih sistemov, kar pelje do siromašenja njihovih osnovnih elementov (NAEEM / DRUGI 1994). Siromašenje se izraža na različnih organizacijskih ravneh življenja. V sedanjem obdobju najbolj izpostavljam siromašenje genskega sklada (genske diverzitete), vrstne sestave (vrstna diverziteta) ter sestave in procesov v ekosistemu (ekosistemska diverziteta). Problematika zmanjševanja biodiverzitete je postala po konferenci v Riu (SPELLERBERG 1996) med najbolj aktualnimi temami v človeški družbi. Družba se vedno bolj zaveda, da je trajnostna uporaba različnih dobrin na Zemlji tesno povezana s kompleksnostjo življenja na različnih ravneh. Za spodobno preživetje postaja poznavanje okolja, v katerem bivamo, nujno potrebno. Vednost o osnovah strukturne sestave ekosistemov pa je prva stopnica na poti spoznavanja našega okolja.

Gozdni ekosistemi so primarni kopenski biomi na območju Slovenije (MATVEJEV 1992) in pokrivajo več kot polovico njene površine (Program razvoja gozdov v Sloveniji 1997). Gozdovi so razmeroma dobro ohranjeni in imajo zaradi dosedanje gozdarske prakse še številne naravne značilnosti. Načelo sonaravnosti in trajnostne uporabe dobrin, ki jih ljudje pridobivajo iz gozda je pomembno izhodišče slovenske gozdarske šole (MLINŠEK 1996) in sovпада z globalnimi trendi poseganja v ekosisteme. Pomembno izhodišče teh trendov predstavljajo številni raziskovalni projekti, med najpomembnejše vsekakor spada IBP (International Biological Project 1967-1977) (BREWER 1994).

Živali so osnovni gradniki ekosistemov, ki skupaj z rastlinami in mikrobi predstavljajo njihovo živo komponento. V ekosistemih so živali vrstno bogato zastopane z močno razvitimi medsebojnimi interakcijami. Poznavanje vrstne sestave je temelj pri prepoznavanju življenjskih združb in tudi ekosistemov (TARMAN 1992, KREBS 1994).

2 POZNAVANJE ŽIVALSTVA V SLOVENSКИH GOZDOVIH KNOWLEDGE OF FAUNA IN SLOVENE FORESTS

V Sloveniji je poznavanje živalstva razmeroma slabo. Registriranih je okoli 15 000 živalskih vrst. Po nekaterih ocenah je v Sloveniji prisotnih vsaj 45 000 vrst (MRŠIČ 1997a, MRŠIČ / POTOČNIK / NOVAK 1996). Živalstvo gozdnih ekosistemov še slabše poznamo, saj nimamo za noben gozd podrobnejše inventarizacije. V nekaterih gozdovih so obdelane le posamezne živalske skupine (npr. JEŽ 1998, KOS 1995a, 1996, KUNTAR, 1999 KUNTAR / BAXTER 1997, MUSAR 1999, PERUŠEK 1992, TERAN 1999, TARMAN 1967, TARMAN / ČERVEK 1977, TRILAR 1991 in drugi). Še največ obstaja favnističnih podatkov, ki pa na žalost ne vključujejo podatkov o natančni lokaciji oz. vegetaciji in zato ne vemo ali gre za popis vrste v gozdnih ali drugih ekosistemih (npr. BOLE / SLAPNIK 1997, KOS 1988b, MAČEK 1999, MRŠIČ 1987, 1988, SLAPNIK 1988). Nam najbližji podatki o popolnejši sestavi gozdne favne so iz bukovega gozda pri Solingenu (južna Nemčija), kjer so inventarizirali okoli 20 000 živalskih vrst (SCHEAEFER / SCHAUERMANN 1990). Podobno inventarizacijo so izvedli tudi v bialowieškem gozdu na Poljskem, kjer so registrirali 11 000 živalskih vrst (PETERKEN 1996). Če primerjamo bogastvo nekaterih živalskih skupin, ki so obdelane tudi pri nas, lahko predvidevamo, da v ohranjenih dinarskih gozdovih živi vsaj 25 - 30 000 živalskih vrst. Nepoznavanje vrstne sestave je največja pomanjkljivost pri našem proučevanju delovanja ekosistema ter vrednotenju pomena gozdov za biotsko diverzitetu.

2.1 VREtenčARJI

VERTEBRATES

Med živalskimi skupinami je poznavanje vretenčarjev še najboljše. Za posamezne skupine so znana nahajališča, prikazana v točkovnih arealnih kartah (KRYŠTUFEK 1991, GEISTER 1995, MRŠIČ 1997c). V okviru te živalske skupine pričakujemo najdbe le posameznih vrst, za katere je sicer znano, da živijo v naši bližini, jih pa pri nas še nismo našli, npr. vrtnega polha (*Eliomys quercinus* (L.)). Vsekakor pa je neznano pojavljanje vretenčarskih vrst v posameznih gozdnih združbah in njihovih populacijskih značilnostih. Izjema je le nekaj najbolj znanih sesalskih in ptičjih vrst (divjad), ki jih Zavod za gozdove posebej obravnava in so tudi predmet avtekoloških raziskovanj (npr.

ADAMIČ 1987, ČAS 1999) Za te vrste pripravlja Zavod strokovno podprte gojitveno-gospodarske načrte.

2.2 NEVRETEŃARJI INVERTEBRATES

Nevretenčarji so obsežna in heterogena živalska skupina. Njihova skupna značilnost je, da so razmeroma majhni. To in njihov poikilotermni način regulacije telesne temperature vpliva na visoke populacijske gostote (KREBS 1994). Lažje tudi izkoristijo strukturiranost okolja na mikrolokalni ravni (TARMAN 1995/96), kar vpliva na večjo metapopulacijsko strukturiranost in s tem na večjo možnost preživetja in nadaljnje speciacije. V teh značilnostih lahko iščemo razloge, zakaj so nevretenčarji najraznovrstnejša in najpomembnejša živalska skupina v ekosistemi.

V Sloveniji so kopenske živali pretežno gozdne vrste, ki so v poledenitvah preživele v zatočiščih (refugijih). Zatočišča za mezofilne in termofilne vrste so bila pretežno južneje, na Balkanu. Nekatere teh vrst pa so imele v würmski poledenitvi nedvomno zatočišča tudi na območju današnje Slovenije (npr. Bela Krajina, Vipavska dolina), na kar lahko sklepamo po znani vegetaciji (ŠERCELJ 1996) in predpostavljenem temperaturnem režimu (FRENZEL 1967, POHAR 1994). Z disperzijo gozdnate krajine v holocenu so tudi te vrste naselile širša območja. Poleg gozdnih vrst pa se v naši favni pojavljajo tudi vrste, vezane na odprte negozdnate pokrajine. Te vrste imamo lahko za ostanek ledenodobne favne tunder ali step. Poleg teh vrst so v naši favni prisotne tudi t.i. antropogene vrste, ki so vezane na negozdnata kopenska okolja in jih vzdržuje človek s svojo aktivnostjo. Te vrste so večinoma značilni predstavniki step, ki so našle primerne življenjske razmere v t.i. kulturni stepi in so naselile naša območja po intenzivnejši degradaciji gozdnega okolja. Pojav negozdnih vrst v gozdnati krajini je lahko povezan tudi z dokaj pogostimi velikopovršinskimi motnjami (predvsem požari) v preteklosti, kar je znano predvsem iz Severne Amerike (BREWER 1994). Vendar tovrstno dogajanje v preteklosti v slovenskem prostoru razmeroma slabo poznamo.

3 NEKATERE ZNAČILNOSTI VRSTNE DIVERZITETE GOZDNIH ŽIVALI SOME CHARACTERISTICS OF SPECIES DIVERSITY OF FOREST ANIMALS

3.1 IZHODIŠČA VELIKE DIVERZITETE ORIGIN OF GREAT DIVERSITY

Veliko vrstno diverzitetu gozdnih živali v našem območju pogojujejo trenutne okoljske razmere in dogajanja v preteklosti. Med trenutnimi okoljskimi razmerami ima pomembno mesto v slovenskem prostoru zelo raznolika klima (OGRIN 1996). Klimo pomembno modificirajo gorstva (Dinaridi, Alpe), na katerih se tudi pojavljajo različni višinski vegetacijski pasovi. Orografsko in reliefno razgibano območje pogojuje tudi heterogenost posameznih mikroklimatskih dejavnikov (BARNES et al. 1998).

Pri obravnavi recentnih dejavnikov, ki vplivajo na vrstno raznolikost slovenskega gozdnega živalstva, ima človek s svojim gospodarjenjem nedvomno odločilno vlogo. Njegov primarni vpliv je predvsem na nivoju celega ekosistema. Obstoj gozda na določenem območju je tako lahko načrtovan in izhaja iz potrebe ali pa je posledica neuporabe prostora za druge namene, kot so kmetijstvo, urbanizacija in turizem. V Sloveniji je delež gozda v današnjem obdobju okoli 53 % (BEGUŠ 1997). Vpliv na gozdne živali pa je velik tudi s poseganjem v gozdni ekosistem, ko človek neposredno in posredno vpliva na vegetacijo, posamezna specifična okolja ter na osnovne ekosistemske procese (BONČINA 2000). Človek vpliva na posamezne vrste tudi neposredno z lovom, kar na območju Slovenije pomeni predvsem vplivanje na velikost populacij in njihovega areala. V Sloveniji so danes prisotne skoraj vse za lov zanimive vrste, ki so na začetku holocena bivale v tem prostoru (POHAR 1990). V današnji favni ni le evropskega bizona (*Bison bonasus* L.), tura (*Bos primigenius* Bojanus) ter losa (*Alces alces* (L.)). Oba predstavnika bovidov sta bila verjetno iztrebljena v zgodovinskem obdobju, tur celo v času ko so del ozemlja današnje Slovenije že poseljevali Slovani. Ob koncu srednjega veka so iztrebili tudi risa in bobra. (KRYŠTUFEK 1991). Risa so ponovno naselili leta 1973 (ŠTRUMBELJ 1974/75), bober pa se je priselil s Hrvaške ob koncu 90-ih let (KRYŠTUFEK 1999).

Med dejavniki iz preteklosti ima najbolj prepoznaven vpliv spreminjanje klime v pleistocenu in na začetku holocena. Spremembne temperature so bile razmeroma hitre (BROWN / LOMOLINO 1998), čemur so lahko populacije sledile predvsem s disperzijo oz. premikanjem arealov. Pri teh spremembah imajo pomembno vlogo območja zatočišč, na katerih so lahko populacije preživele manj ugodne razmere. Velikost potrebnega zatočišča je specifična za posamezno populacijo. Odvisna je od površine, ki zagotavlja obstoj minimalne viabilne populacije. Viabilno populacijo predstavlja minimalno število osebkov v populaciji, ki zagotavlja gensko heterogenost in s tem prilagodljivost populacije na spremembe (BREWER 1994, KRYŠTUFEK 1999). Tako na potrebno velikost refugija vplivajo dejavniki, ki pogojujejo številčnost populacije (BROWN / LOMOLINO 1998). Med temi dejavniki lahko izpostavimo telesno velikost ter uravnavanje telesne temperature. Telesna velikost in potrebna površina bivalnega okolja sta v obratnem sorazmerju (BROWN 1995). Zato imajo majhne vrste lahko večje populacijske gostote. Za vzdrževanje določene biomase potrebuje populacija primerno količino hrane. Z energetskega vidika obstaja bistvena razlika med poikilotermnimi oz. homeotermnimi organizmi. Homeotermni organizmi potrebujejo za vzdrževanje sorazmerno visoke telesne temperature več energije kakor poikilotermni (KREBS 1994). To pride še posebej do izraza pri malih vrstah in nižjih temperaturah okolja. Pri omejenem viru hrane v okolju je tako populacijska gostota homeotermnih vrst manjša kakor pri poikilotermnih. Oba dejavnika skupaj vplivata na to, da je potrebno zatočišče za homeotermne organizme bistveno večje kakor pri poikilotermnih. Posamezne reliktno populacije oz. metapopulacije so bile na balkanskem prostoru premajhne oz. neviabilne, da bi preživele daljša obdobja ali pa se celo razvile z alopatrično speciacijo v samostojne (endemne) vrste. Izjemo pri tem predstavlja reliktna dinarska voluharica (*Dinaromys bogdanovi* (Martino)). Danes poseljuje gorstva zahodnega Balkana, ni pa povsem izključeno, da živi tudi v predelu Snežnika (KRYŠTUFEK 1991).

Ob klimatskih spremembah so izumirale posamezne populacije, ki niso našle primerne refugija. V hladnih obdobjih so bila v Evropi najpomembnejša refugijalna območja na treh južnih polotokih: Iberskem, Apeninskem in Balkanskem (ENGELMANN et al. 1993, HEWITT 1996, BROWN / LOMOLINO 1998). Za prisotnost današnjih nevretenčarjev, še posebej neoendemnih vrst, je zagotovo zelo pomembno, da so v tem prostoru obstajali tudi t.i. mikrorefugiji. Dokaz za njihovo obstojanje je vsekakor dejstvo, da se na območju današnje Slovenije tudi v najhladnejših obdobjih würma pojavljata

pelod in oglje mezofilnih drevesnih vrst, npr. rodu *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Corylus* in *Carpinus* (CULIBERG 1991, CULIBERG / ŠERCELJ 1998). Sicer pa so sklenjeni mezofilni gozdovi rasli na jugu Balkana in Apeninskega polotoka v obmorskih predelih (BROWN / LOMOLINO 1998).

Iz refugialnih območij je ob koncu pleistocena in v holocenu potekala ponovna naselitev širšega evropskega prostora (CULIBERG / ŠERCELJ 1998, HEWITT 1996). Novo nastajajoče okolje so kolonizirale različne reliktnne populacije. Naselitvene poti so bile različne, pogosto celo v okviru iste vrste. Tako imamo sedaj v Evropi pogosto genetsko precej različne lokalne populacije, s prepoznavnimi hibridnimi conami. Eno izmed njih je tudi predel okoli Soče, kjer se srečujejo balkanske in apeninske populacije (HEWITT 1996). Iz primerjave morfoloških značilnosti strige *Geophilus flavus* z Dolenjske ter Prekmurja lahko predpostavljamo podobno cono hibridizacije v vzhodni Sloveniji ter obstoj vzhodne naselitvene poti (LESAR URBAS / KOS 1999). To so šele prvi dokazi za obstoj genetsko heterogenih živalskih populacij v slovenskih gozdovih in za tovrstno specifičnost genetske diverzitete.

Večina današnjih gozdnih vrst se je razvila že v pleistocenu. V holocenu so se tako spreminjali le njihovi areali. Nekatere vrste pa so izumrle. Poleg sprememb v okolju zaradi spreminjanja klime je odločilen vzrok za izumiranje pojav človeka, rast njegove populacije ter njegovo intenzivnejše poseganje v prostor (BROWN / LOMOLINO 1998).

Nekatere endemne taksone Balkanskega polotoka (predvsem rodov in celo poddružin) pa lahko razlagamo celo s tektonskim dogajanjem v sistemu Jadranske mikroplošče (MRŠIČ 1997b). V terciarju se je Jadranska plošča obračala in potovala proti Evrazijski plošči. Ob stiku je prišlo do dvigovanja Alp in Dinaridov. V tem obdobju je bil vsaj del Jadranske plošče vedno kopno, nekajkrat celo kot samostojno otočje. V tej izolaciji lahko iščemo speciacijo nekaterih taksonov, ki jih danes prepoznavamo kot višje taksonomske kategorije (MRŠIČ 1997b). Tako lahko razložimo pojavljanje geofilida *Dicellyphilus carniolensis* (C.L. Koch), ki je endemni takson Balkanskega polotoka. Vrsta je edini predstavnik tropske družine Mecistocephalidae v Evropi. V naših gozdovih je zelo pogosta (KOS 1988b, 1996).

4 VAROVANJE VRSTNE RAZNOLIKOSTI ŽIVALSTVA V GOZDNATI KRAJINI

CONSERVATION OF ANIMAL SPECIES DIVERSITY OF FOREST LANDSCAPE

Ob že izpostavljeni veliki vrstni raznolikosti živalstva v Sloveniji je pred nami velika moralna obveznost, da jo obvarujemo. Varovanje vrstne raznolikosti živalstva v gozdni krajini je zelo kompleksno prizadevanje. Vsekakor pa je najprej treba prepoznati elemente vrstne diverzitet in ugotoviti dejavnike, ki jo lahko ogrožajo. Dejavnike lahko delimo v dve osnovni skupini: tiste, povezane s globalnim spreminjanjem okolja, ter lokalne dejavnike.

Med dejavniki, povezanimi z globalnim spreminjanjem okolja, je največja nevarnost za našo vrstno raznolikost živalstva povezana s klimatskimi spremembami. Položaj Zemlje je sicer tak, da naj bi bili v začetku novega glacialnega obdobja (BROWN / LOMOLINO 1998). Toda v srednjem veku je človek začel množično izrabljati fosilna goriva in s tem sproščati vezani ogljik v ozračje. Zato se pomembno povečuje koncentracija ogljikovega dioksida pa tudi metana in drugih plinastih ogljikovih spojin, katerih molekule absorbirajo dolgovalovno sevanje (t.i. toplogredni plini). Z absorpcijo te energije prihaja do spreminjanja zemeljske toplotne bilance, kar vodi v segrevanje ozračja in površinske morske vode (KREBS 1994). Tako se temperatura na Zemlji zadnjih 150 let nenehno dviguje, kar povzroča številne klimatske spremembe (SUPLEE 1998). Ob modelni predstavitvi spremembe areala nekaterih drevesnih vrst kot posledici večanja koncentracije ogljikovega dioksida je očitno, da bo v naslednjih desetletjih prišlo do drastičnih sprememb (HUNTLEY et al. 1995). Popolne dislokacije nekaterih drevesnih vrst ob zdajšnjih disjunktih (fragmentarnih) arealih brez človekove pomoči sploh ne bodo mogoče. Izginjanje osnovnih vegetacijskih oblik bo nedvomno povzročalo množično izginjanje številnih fragmentiranih živalskih populacij.

Med lokalnimi dejavniki, ki vplivajo na ohranjanje vrstne raznolikosti gozdnega živalstva, je vsekakor najpomembnejši človek s svojim poseganjem v okolje. S poseganjem povzroča fragmentacijo gozdne krajine, kar neposredno vpliva na drobljenje živalskih populacij v posamezne lokalne populacije. Populacije se zato obnašajo zmeraj bolj po načelih metapopulacijske ekologije. Prihaja do izrazitejše

dinamike izumiranja in naseljevanja in povečuje se pomen migracij. Za zmanjševanje negativnih učinkov fragmentacije je pomembna velikost ohranjenih habitatnih krp, njihova razporeditev in možnost prehajanja osebkov med njimi (HANSKI 1998). Verjetnost preživetja populacije v malih krpah je odvisna predvsem od prehodnosti koridorjev in stopnje umrljivosti pri disperziji (BROOKER 1999). Fragmentacija gozdnega okolja še posebej negativno učinkuje na velike sesalske in ptičje vrste, saj so majhne, fragmentarne lokalne populacije praviloma ponorne, njihov obstanek pa je odvisen od stalnega priseljevanja osebkov iz donorskih subpopulacij (HANSKI / GILPIN 1997). Fragmentacija prizadene predvsem prave gozdne vrste zaradi robnega učinka (BREWER 1994). Zmanjševanje površine gozdnega fragmenta namreč povečuje relativni delež gozdnega roba.

Pomemben sklop dejavnikov, ki vpliva na ohranjanje živalskega bogastva v gozdnih ekosistemih, je povezan z gozdarskimi posegi. S selektivno sečnjo človek vpliva na osnovno vegetacijsko sestavo in s tem posredno na prisotnost posameznih živalskih populacij. Vnos tujih rastlinskih vrst zmanjšuje predvsem diverzitetu fitofagnih žuželk (SOUTHWOOD / MORAN / KENNEDY 1982). Tudi pomlajevanje z iglavci v listnatih gozdovih ima številne negativne posledice na živalsko diverzitetu. Drastične so spremembe v vrstni in številčni sestavi predvsem pri edafskih živalih, ko se zaradi odpadlih iglic močno spremenijo tla.

V zadnjem času se raziskovalci precej ukvarjajo z vprašanjem, kakšen je vpliv različnih razvojnih faz gozda oz. sukcesijskih faz na živalstvo. Tako so Setälä in Marshall (1994) ter Setälä, Marshall in Trofymow (1995) proučevali skakače (*Collembola*) v štorih duglazije v štirih različnih sukcesijskih fazah duglazijevega gozda. Na makrohabitatski ravni so ugotovili znaten vpliv razvojne faze gozda na združbo skakačev. Največje razlike so bile med začetno (3-8 let) fazo ter starim gozdom (preko 200 let), vendar razmeroma majhne na vrstnem nivoju. Ugotovili so značilno pojavljanje le nekaj vrst za posamezno sukcesijsko fazo. Tako so se npr. *Veragopus alpa*, *Hymenaphorura cocklei* in *Folsomia stella* pojavljale le v starem gozdu, medtem ko sta bili vrsti *Anurophorus septentrionalis* in *Ballistura libra* le v začetni razvojni fazi. Na združbo skakačev pa so najbolj vplivi dejavniki na mikrohabitatski ravni (delež ogljika, dušika in fosforja, vlage, mikrobna biomasa in število glist v posameznem štoru). Štori so se izkazali kot zelo primeren habitat za večino talnih skakačev in predstavljajo zanje, predvsem zaradi vlage, v zgodnjih razvojnih fazah pomemben refugij. Vzorčna mesta so bila blizu druga

drugemu, v radiusu 1,5 km in brez ovir za disperzijo. Toda kljub temu so našli razlike med posameznimi razvojnimi fazami. Ugotovili so tudi, da je obhodnja 80 let. Če so različne razvojne faze med seboj bolj oddaljene se obhodnja podaljša.

Okland (1995) je na Norveškem proučeval vrstno bogastvo in številčnost dveh žuželčjih skupin, in sicer micetofilidov (*Mycetophilidae*) (okoli 500 vrst na Norveškem) in saproksilofagnih hroščev (700 vrst ter še 200 fakultativno saproksilofagnih vrst). Ugotovil je, da golosečnja (vsakih 70 do 120 let) dolgotrajno vpliva na favno *Mycetophilidae*, ki je bila vrstno najbogatejša v sonaravnih gozdovih, vsebovala pa je tudi več redkih vrst. Za pojavljanje posameznih vrst je pomembna zveznost pokrovnosti in glivnega substrata. Dokazal je tudi, da je količina mrtve lesne mase dejavnik v pozitivni soodvisnosti z vrstnim bogastvom. Za varovanje vrstne diverzitete micetofilidov in ksilofagnih hroščev je odločilen obstoj negospodarskih (negozdarjenih) gozdov.

Tudi Niemelä (1996) je izpostavil velik vpliv gozdarjenja na nevretenčarje v skandinavskih borealnih gozdovih. V pokrajini ali tudi biogeografski regiji pomeni gozdarjenje homogenizacijo okolja in s tem zmanjševanje areala občutljivih vrst. Gozdarjenje ima še posebej velik vpliv na prisotnost lesnih ostankov, starejših dreves in manjše krpe poplavnih gozdov. Zmanjšanje deleža teh posebnih okolij negativno vpliva na prisotnost specializiranih gozdnih vrst. Z golosečnjo se sicer lahko poveča alfa diverziteteta, vendar predvsem na račun generalistov in vrst, vezanih na odprte pokrajine. Alternativni model sečnje in gospodarjenja z gozdom, ki upošteva tudi ohranjanje biodiverzitete, mora upoštevati, da je treba ohranjati zadostno število posameznih fragmentov neprizadetega starega gozda. Tam lahko v sistemu metapopulacij preživijo različni specialisti, ki lahko ponovno naselijo sosednja območja. Ker pa te zaščitene površine niso dovolj velike in regionalno reprezentativne, mora gozdarska praksa razviti strategijo posnemanja naravnih motenj, ki omogoča restavracijo primernih habitatov. Pomembna naravna motnja pri procesu regeneracije je ogenj, ki mora biti v določenih predelih vključen pri obnovi značilne vrstne sestave.

Naravni borealni gozd je mozaične sestave, kjer se prepletajo klimaksne in druge razvojne (sukcesijske) faze, največkrat inicirane s požari oz. vetrolomi. Današnji borealni gozdovi so zaradi uporabe in preprečevanja požarov spremenjeni, blizu naravnim gozdovom pa so ostali le posamezni ostanki. Naravni gozdovi se od gospodarskega gozda

razlikujejo predvsem v večjem deležu povezanih klimaksnih mest z večjo površino. V naravnem gozdu je tudi več odmrlega lesa (vse do enake količine živemu), večji je delež listavcev in debelih dreves. (OKLAND 1995)

Poseben pomen ima varovanje gozda in gozdnih ostankov v pretežno kulturni krajini, kjer prevladujejo agrarni sistemi. Gozd in gozdni ostanki predstavljajo pogosto donorsko subpopulacijo za številne živali, ki živijo v agrarnih sistemih. Predvsem polifagne predatorske vrste prihajajo na agrarne sisteme in zmanjšujejo številčnost primarno fitofagnih vrst (BAGOLA 1997, KOS 1995b, LUCZAK 1995). Gozdni ostanki so tudi pomembna sezonska zatočišča. Zaradi neugodne mikroklimne oz. drugače neugodnih razmer (oranje, žetev, košnja, škropljenje) živali odprtih pokrajin najdejo v gozdnem okolju začasna zatočišča (KOS 1995b, BAGOLA 1997). V pretežno kulturni krajini so gozdni ostanki pomembni otoki za ohranjanje biodiverzitete (PETIT / USHER 1998).

5 POVZETEK

Intenzifikacija izrabe bioloških dobrin iz okolja med drugim tudi poenostavlja naravne sisteme na ravni strukture in tudi funkcije. Poenostavljanje lahko označimo tudi kot zmanjševanje biodiverzitete, kar postaja pomemben svetovni problem (SPELLERBERG 1996). V Sloveniji je gozd najpomembnejši naravni sistem, saj je več kot polovica slovenskega ozemlja pokrita z gozdom. Zaradi sonaravnega gospodarjenja je dobro ohranjen z bogato razvitimi rastlinskimi in živalskimi združbami. V njem prebiva večina slovenskih živalskih vrst, zato je najpomembnejša naravna dediščina.

V Sloveniji je znanih okoli 15 000 živalskih vrst, medtem ko jih je po nekaterih ocenah vsaj 45 000 (MRŠIČ 1997, MRŠIČ / POTOČNIK / NOVAK 1996). Večina registriranih vrst je predstavljena v favnističnih prispevkih, iz katerih pa ne moremo dobiti podrobnejših podatkov o nahajališču oz. vegetaciji (npr. BOLE / SLAPNIK 1997, KOS 1988a, MAČEK 1999, MRŠIČ 1987, 1988). Za nekatere skupine je znana razširjenost, predstavljena v obliki točkovnih arealnih kart (GEISTER 1995, KRYŠTUFEK 1991, MRŠIČ 1987, 1988, 1997c). Poznavanje vrstne sestave živalstva v slovenskih gozdovih je slabo, saj nimamo za noben gozd narejene celovite inventarizacije. V nekaterih gozdovih so proučevali posamezne živalske skupine npr. sesalce (Mammalia) (TRILAR

1991), ptiče (Aves) (PERUŠEK 1992), del metuljev (Macrolepidoptera) (JEŽ 1998), krešiče (Carabidae) (SLAPNIK 1988), strige (Chilopoda) (KOS 1995, 1996), oribatide (Oribatida) (TARMAN 1967), deževnike (Lumbricidae) (MUSAR 1999, TERAN 1999) in druge. Rezultati teh obdelav kažejo na veliko alfa in gama vrstno diverzitetu slovenskih gozdov. Če primerjamo število vrst nekaterih živalskih skupin med dinarskimi in drugimi evropskimi gozdovi, kjer je narejena popolnejša inventarizacija, lahko predvidevamo, da je v naših dinarskih gozdovih prisotnih vsaj 25 000 živalskih vrst. Tako veliko vrstno diverzitetu gozdnih živali omogočajo trenutne okoljske razmere in dogajanja v preteklosti. Med recentnimi okoljskimi razmerami ima pomembno mesto heterogena klima (OGRIN 1996). Tudi orografske in reliefne značilnosti so pomembne, saj vplivajo na heterogenost mikroklima (BARNES et al. 1998). Na živalstvo v gozdovih ima tudi človek s svojim gospodarjenjem nedvomno odločilen vpliv. Prisotnost gozda na določenem območju je lahko načrtovana in izhaja iz potrebe po gozdnih dobrinah ali pa je posledica neuporabe prostora za druge namene, kot so kmetijstvo, urbanizacija in turizem. Človek vpliva na tip in razvitost vegetacije, na posamezna specifična okolja ter na osnovne ekosistemske procese. Na nekatere vrste vpliva človek z lovom, kar na območju Slovenije pomeni vpliv na velikost populacij in njihov areal.

Med dejavniki iz preteklosti ima najbolj prepoznaven vpliv spreminjanje klime v pleistocenu in začetku holocena. Razmeroma hitrim spremembam (BROWN / LOMOLINO 1998) so populacije lahko sledile le z disperzijo oz. premikanjem arealov. Za preživetje posameznih vrst so imeli bistveno vlogo zatočišča, v katerih so populacije lahko preživele manj ugodne razmere. V hladnih obdobjih so bila v Evropi najpomembnejša refugijalna območja na treh južnih polotokih: Iberskem, Apeninskem in Balkanskem (BROWN / LOMOLINO 1998, ENGELMANN et al. 1993, HEWITT 1996). Za prisotnost današnjih nevretenčarjev, še posebej neoendemnih vrst, je pomembna tudi prisotnost t.i. mikrorefugijev. Dokaz za njihov obstoj je prisotnost mezofilnih drevesnih vrst tudi v najhladnejših obdobjih würma (CULIBERG 1991, CULIBERG / ŠERCELJ 1998). V fragmentiranih in med seboj izoliranih populacijah je pri nevretenčarjih prihajalo do polihotomne speciacije (BROWN / LOMOLINO 1998). Iz refugialnih območij je ob koncu pleistocena in v holocenu potekala rekolonizacija širšega evropskega prostora (CULIBERG / ŠERCELJ 1998, HEWITT 1996). Posamezne vrste so imele različne naseljitvene poti, večkrat celo iz različnih populacij. Tako imamo sedaj v Evropi pogosto genetsko precej različne lokalne populacije s prepoznavnimi

hibridnimi conami. Ena takih je tudi predel okoli Soče, kjer se srečujejo balkanske in apeninske populacije (HEWITT 1996). Iz razlik morfoloških značilnosti strige *Geophilus flavus* z Dolenjske ter iz Prekmurja lahko predpostavljamo obstoj podobne cone hibridizacije v vzhodni Sloveniji ter vzhodne (Krpatske) poti (LESAR URBAS / KOS 1999). To nakazuje na veliko genetsko heterogenost nekaterih splošno razširjenih vrst.

Pojavljanje nekaterih endemnih taksonov Balkanskega polotoka (predvsem nivoja rodov in celo poddružin) lahko razlagamo s tektonskim dogajanjem v sistemu Jadranske mikroplošče (MRŠIČ 1997b) v terciarju. Pojavljanje strige *Dicellyphilus carniolensis*, ki je endemna ilirska vrsta in je edini predstavnik tropske družine Mecistocephalidae v Evropi, lahko navezujemo na prostorsko izoliranost Balkana. V slovenskih gozdovih je ta velika striga razmeroma pogosta (KOS 1988b, 1996).

Vrstna raznolikost slovenskega gozdnega živalstva je ogrožena predvsem zaradi intenzivnega globalnega klimatskega spreminjanja v zadnjih 150 letih (SUPLEE 1998). Ob nadaljevanju povečevanja koncentracije toplogrednih plinov v ozračju je po modelnih predstavitvah očitno, da bo v naslednjih desetletjih prišlo do drastičnih sprememb v vegetaciji (HUNTLEY et al. 1995). Popolne dislokacije nekaterih drevesnih vrst ob zdajšnjih disjunktnih arealnih brez človekove pomoči sploh ne bodo mogoče. Take drastične spremembe vegetacije bodo nedvomno povzročale množično izginjanje številnih fragmentiranih populacij.

Med lokalnimi dejavniki, ki vplivajo na ohranjanje živalske raznovrstnosti, pa je najpomembnejši človek s svojim poseganjem v okolje. Poseganje v gozdnato krajino povzroča njeno fragmentacijo, kar neposredno vpliva na drobljenje živalskih populacij. Populacije se vedno bolj obnašajo po načelih metapopulacijske ekologije. Prihaja do izrazitejša dinamike izumiranja in naseljevanja ter raste pomen migracij. Za zmanjšanje negativnih učinkov fragmentacije je pomembna velikost ohranjenih habitatnih krp, njihova razporeditev in možnost prehajanja osebkov med njimi (HANSKI 1998). Fragmentacija prizadene predvsem prave gozdne vrste zaradi robnega učinka (BREWER 1994).

Pomemben sklop dejavnikov, ki vplivajo na ohranjanje živalske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih, je povezan z gozdarskimi posegi. S selektivno sečnjo človek vpliva na

osnovno vegetacijsko sestavo in posredno na prisotnost posameznih živalskih populacij. Vnos tujih rastlinskih vrst zmanjšuje predvsem diverzitetu fitofagnih žuželk (SOUTHWOOD / MORAN / KENNEDY 1982). Tudi pomlajevanje z iglavci v listnatih gozdovih ima številne negativne posledice, saj se drastično spremeni vrstna in številčna sestava predvsem pri edafskih živalih, ko se zaradi odpadlih iglic močno spremenijo tla. Tudi starostna sestava gozda, razporeditev in delež posameznih razvojnih faz vpliva na preživetje posameznih živalskih populacij (SETÄLÄ / MARSHALL / TROFYMOW 1995). Odrasel gozd z veliko mrtvo lesno maso pozitivno vpliva na vrstno bogastvo micetofilnih in ksilofagnih žuželk (OKLAND 1995). Za ohranjanje biodiverzitete je nujno, da se zagotavlja prisotnost neprizadetega starega gozda v zadostnem številu posameznih fragmentov (NIEMELÄ 1996). Različni specialisti v takem sistemu razvijejo stabilno metapopulacijo, ki jim omogoča preživetje v določenem območju.

6 SUMMARY

Intensification of use of natural resources simplifies natural systems on the structural and functional level. The simplification reduces biodiversity, which is becoming an important global problem (SPELLERBERG 1996). The forest is the most important natural system in Slovenia, because it covers more than half its area. Due to near-to-nature management, this forest is well preserved, containing rich plant and animal communities.

15 000 animal species are known in Slovenia, while some estimations say that there are at least 45 000 of them (MRŠIČ 1997, MRŠIČ et. al. 1996). The majority of registered species is presented in the faunal contributions, from which more detailed data about location and vegetation are not evident (for example BOLE / SLAPNIK 1997, KOS 1988a, MAČEK 1999, MRŠIČ 1987, 1988). The distribution of species, presented in point areal maps is known for some groups (GEISTER 1995, KRYŠTUFEK 1991, MRŠIČ 1987, 1988, 1997c). The knowledge of animal species composition in Slovene forests is poor, since no complete inventory has been made. In some forests, certain animal groups have been studied, for example mammals (Mammalia) (TRILAR 1991), birds (Aves) (PERUŠEK 1992), some butterflies (Macrolepidoptera) (JEŽ 1998), ground beetles (Carabidae) (SLAPNIK 1988), centipedes (Chilopoda) (KOS 1995, 1996), oribatid mites (Oribatida) (TARMAN 1967), earthworms (Lumbricidae) (MUSAR 1999, TERAN 1999).

The results of these investigations show high alpha and beta species diversity of Slovene forests. Comparing species number of some animal groups between Dinaric and other European forests in which more complete inventory has been made, we can suppose, that at least 25 000 animal species are present in our Dinaric forests. Such high species diversity of forest animals is enabled by the present environmental conditions and the historical events. Among recent environmental conditions is important that in Slovenia climate is heterogeneous (OGRIN 1996). Also orographic and relief agitated landscape are important, because they affect on microclimate heterogeneity (BARNES et al. 1998). Humanity and its management have an important influence on forest animals. The presence of forest in certain areas is planned and depends on human need of forest resources or can be just the result of not using the area for other human activities, such as agriculture, urbanisation or tourism. Humanity has influence on type and development of vegetation, on certain specific habitats and on basic ecosystem processes. Hunting, which also can have a great influence on the existence of certain animal species, in Slovenia affects only on population size.

Among the factors from the past, the most evident influence is done by the climate changes in Pleistocene and in the beginning of Holocene. Populations could have followed relatively fast climatic changes (BROWN / LOMOLINO 1998) only by dispersion or dislocation of the areals. For survival of certain species, refuges, in which the populations could have survived less favourable conditions, had an essential role. In the cold periods, the most important refuge areas in Europe were on the three southern peninsulas: Iberic, Apennine and Balkan (BROWN / LOMOLINO 1998, ENGELMANN et al. 1993, HEWITT 1996). For present invertebrates, especially neoendemic species, also the presence of so - called micro-refuges is important. The evidence of their existence is the presence of mesospheric tree species also in the coldest periods in würm (CULIBERG 1991, CULIBERG / ŠERCELJ 1998). In the fragmented and isolated populations of invertebrates, polytomous speciation began (BROWN / LOMOLINO 1998). From the refuge areas, colonization of wide European area took place at the end of Pleistocene and in Holocene (CULIBERG / ŠERCELJ 1998, HEWITT 1996). Certain species recolonised an area often from different from different populations. In Europe, we can find genetically very different local populations with evident hybrid zones. One such zone is the area around the river Soča, where Balkan and Apennine populations meet (HEWITT 1996).

*On the basis of morphological characteristics of the chilopods *Geophilus flavus* from Dolenjska and from Prekmurje we can suppose the existence of similar hybridization zone in eastern Slovenia and of the eastern (Carpathic) path (LESAR URBAS / KOS 1999). This indicates high genetic heterogeneity of some common species.*

*The appearance of some endemic taxa on the Balkan peninsula (especially the level of genus and even subfamilies) can be explained by tectonic events in the system of Adriatic microplate in terciar. The appearance of the chilopod *Dicellyphilus carniolensis*, an endemic Illyric species, which is the only representative of tropical family *Mecistocephalidae* in Europe, can be related to areal isolation of Balkan. This chilopod is relatively abundant in Slovene forests (KOS 1988, 1996).*

Species diversity of Slovene forest animals is endangered especially because of intensive global climate changes in the last 150 years (SUPLEE 1998). After model presentation, increase of greenhouse gas concentration in the next decades will result in drastic changes of vegetation (HUNTLEY et al. 1995). Complete dislocations of some tree species with present disjunctive areals will not be possible without the influence of man. Such drastic changes of vegetation will undoubtedly cause a massive disappearance of numerous fragmented populations.

The most important local factor that influences preservation of animal diversity is humanity with its interference of the environment. Interference of woodland causes its fragmentation, which has a direct influence on fragmentation of animal populations. The populations behave more and more on the principles of meta-population biology. It is approaching to the expressive dynamics of extinction and colonisation and the importance of migrations is becoming more important. For reduction of negative effects of fragmentation, the size of preserved habitat patches, their distribution and the possibility for the migration of specimens between them, are important (HANSKI 1998). Fragmentation affects mostly authentic forest species because of the edge effect (BREWER 1994).

An important complex of factors that affect preservation of animal biodiversity in forest ecosystems is connected to forestry interventions. Selective cutting influences primary vegetation composition and also indirectly the presence of certain animal populations.

The entrance of foreign plant species especially reduces diversity of phytophagous insects (SOUTHWOOD et al. 1982). Also rejuvenation with coniferous trees in foliate forests leads to many negative issues. Due to the changes of the ground because of fallen pine needles, species and numeral composition especially of edaphic animals drastically changes. Also age-composition of the forest, distribution and part of certain developmental stage affect the survival of certain animal populations (SETÄLÄ et al. 1995). The full-grown forest with high dead wood biomass positively affects species richness of micetophyllous and ksilophagous insects (OKLAND 1995). For the biodiversity conservation it is urgent to ensure the presence of unaffected old forest in sufficient number of single fragments (NIEMELÄ 1996). In such a system, different specialists develop stable meta-population that enables their survival in a certain area.

7 VIRI REFERENCES

- ADAMIČ, M., 1987. Ekologija divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Sloveniji.- Strokovna in znanstvena dela, 93, 93 s.
- BAGOLA, M., 1997. Primerjava med združbami strig (Chilopoda) v gozdni združbi hrasta in gabra (*Quercus-Carpinetum*) in koruzne njive v zahodnem Prekmurju.- Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 54 s.
- BARNES, B.V. / ZAK, D.R. / DENTON, S.R. / SPURR, S.H., 1998. Forest ecology.- New York, John Wiley & Sons, 774 s.
- BOLE, J. / SLAPNIK, R., 1997. Molluscs (Gastropoda: Prosobranchia, Pulmonata; Bivalvia) of the Kočevje and Ribnica region (Slovenia).- Razprave SAZU, 38/7, s. 137-163.
- BONČINA, A., 2000. Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia.- Global Ecology & Biogeography, 9, s. 201-211.
- BREWER, R., 1994. The Science of Ecology.- London, Philadelphia, Toronto, W.B. Saunders Company, 773 s.
- BROWN, J.H., 1995. Macroecology.- Chicago, London, The University of Chicago Press, 269 s.

- BROWN, J.H. / LOMOLINO, M.V., 1998. Biogeography.- Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc. Publishers, 691 s.
- BROOKER, L. / BROOKER, M. / CALE, P., 1999. Animal dispersal in fragmented habitat: measuring habitat connectivity, corridor use, and dispersal mortality.- Conservation Ecology (online) 3/1, s. 1-22,
URL:<http://www.Consecol.org/vol3/iss1/art4> .
- CULIBERG, M., 1991. Late glacial vegetation in Slovenia.- Razprave SAZU, 29/10, s. 1-52.
- CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A., 1998. Pollen and charcoal of mesophilic arboreal vegetation from pleistocene sediments in Slovenia – evidence of microrefuges.- Razprave SAZU, 39/7, s. 235-254.
- ČAS, M., 1999. Prostorska ogroženost populacij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Sloveniji leta 1998.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 60, s. 5-52.
- ENGELMANN, W.E. / FRITZSCHE, J. / GUENTHER, R. / OBS, F.J., 1993. Lurche und Kriechtiere Europas.- Radebeul, Neumann Verlag, 440 s.
- FRENZEL, B., 1967. Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters.- Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 291 s.
- GEISTER, I., 1995. Ornitološki atlas Slovenije.- Ljubljana, DZS, 287 s.
- HANSKI, I., 1998. Metapopulation dynamics.- Nature, 396, 5, s. 41-49.
- HANSKI, I.A. / GILPIN, M.E. 1997. Metapopulation Biology- Ecology, Genetics, and Evolution.- San Diego, London, Academic Press, 512 s..
- HEWITT, G.M., 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation.- Biological Journal of the Linnean Society, 58, s. 247-276.
- HUNTLEY, B. / BERRY, M. P. / CRAMER, W. / McDONALD, P., 1995. Modelling present and potential future ranges of some European higher plants using climate response surfaces.- Journal of Biogeography, 22, s. 967-1001.
- NAEEM, S. / THOMPSON J. / LAWIER S.P. / LAWTON J.H. / WOODFIN R.M., 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems.- Nature, 368, s. 734-737.
- JEŽ, M., 1998. Taksonomske, ekološke in naravovarstvene karakteristike favne makrolepidopter naravnega parka Pohorje.- Magistrska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 135 s.

- KOS, I., 1988a. Prispevek k poznavanju favne skupine Lithobiomorpha (Chilopoda) v Sloveniji.- Biol. vestn., 36, 2, s. 13-24.
- KOS, I., 1988b. Problemi kvalitativnega in kvantitativnega vzorčenja skupine strig (Chilopoda).- Magistrska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 85 s.
- KOS, I., 1995a. Favna strig (Chilopoda) Kočevskega Roga (Slovenija).- Razprave SAZU, 36, s. 107-127.
- KOS, I., 1995b. Vloga predatorske skupine strige (Myriapoda: Chilopoda) v biocenozi kserofilnega travnika. - Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 174 s.
- KOS, I., 1996. Centipedes (Chilopoda) of some forest communities in Slovenia.- Mém. Mus. natl. hist. nat., 169, s. 635-646.
- KREBS, J.C., 1994. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.- New York, Harper Collins College Publishers, 801 s.
- KRYŠTUFEK, B., 1991. Sesalci Slovenije.- Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije, 294 s.
- KRYŠTUFEK, B., 1999. Bobrova vrnitev v Slovenijo.- Lovec, 82, 9, s. 350-355.
- KRYŠTUFEK, B., 1999. Osnove varstvene biologije.- Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 155 s.
- KUNTNER, M., 1999. Poročilo araneološke skupine.- V: Raziskovalni tabor študentov biologije Središče ob Dravi (Govedič (ed.)). Ljubljana, Zveza za tehnično kulturo Slovenije, s. 51-54.
- KUNTNER, M. / BAXTER, I.H., 1997. A preliminary investigation of spider species richness in an eastern Slovenian broadleaf forest.- Proc. 16th European Coll. Arachnol., Siedlce, s. 173-182.
- LESAR URBAS, H. / KOS, I., 1999. Some morphological characteristic of *Geophilus flavus* (De Geer, 1778) (Geophilidae) from Slovenia.- Fragmenta Faunistica, 42, Suppl., s. 61.
- LUCZAK, J., 1995. Plant-dwelling spiders of the ecotone between forest islands and surrounding crop fields in agricultural landscape of the Masurian lakeland.- Ekologia Polska, 43, 1-2, s. 79-102.
- NIEMELÄ, J., 1996. Invertebrates and boreal forest management.- Conservation Biology, 11, 3, s. 601-610.

- MATVEJEV, S., 1992. Naravni tipi predelov Slovenije in njihovo varstvo.-Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, 48 s.
- MAČEK, J., 1999. Hiponomološka favna Slovenije.- Dela SAZU, 37, 385 s.
- MLINŠEK, D., 1996. Silviculture in Slovenia is based on Biodiversity.- V: Biodiversity. Cimerman A. / Gunde-Cimerman N. (eds.). International biodiversity seminar, ECCO XIV. Meeting, Gozd Martuljk, 30.6.-4.7.1995. Ljubljana, HELA d.o.o., s. 95-110.
- MRŠIČ, N., 1987. Attensiidae (Diplopoda) of Yugoslavia.- Razprave SAZU, 27, 5, s. 101-168.
- MRŠIČ, N., 1988. Polydesmida (Diplopoda) of Yugoslavia. I.- Razprave SAZU, 29, 3, s. 70-112.
- MRŠIČ, N., 1997a. Biotska raznovrstnost v Sloveniji.- Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, 129 s.
- MRŠIČ, N., 1997b. Živali naših tal.- Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 416 s.
- MRŠIČ, N., 1997c. Plazilci (Reptilia) Slovenije.- Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 167 s.
- MRŠIČ, N. / POTOČNIK, F. / NOVAK, T., 1996. Biodiversity in Slovenia.- V: Biodiversity. Cimerman A. / Gunde-Cimerman N. (eds.). International biodiversity seminar, ECCO XIV. Meeting, Gozd Martuljk, 30.6.-4.7.1995. Ljubljana, HELA d.o.o., s. 13-20.
- MUSAR, K., 1999. Ekološke značilnosti deževnikov (Lumbricidae) na širšem območju Radeč ter variabilnost nekaterih taksonomskih znakov.- Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 103 s.
- OGRIN, D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji.- Geografski vestnik, 68, s. 39-56.
- ØKLAND, B., 1995. Diversity patterns of two insect groups within spruce forests of southern Norway.- Doctor Scientiarum Theses. Ås, Agricultural University of Norway, 125 s.
- PETIT, S. / USHER, M.B., 1998. Biodiversity in agricultural landscapes: the ground beetle communities of woody uncultivated habitats.- Biodiversity and Conservation, 7, s. 1549-1561.
- PERUŠEK, M., 1992. Ptice pragozdnih ostankov Rajhenavski Rog in Pečka ter njihova odvisnost od stanja sestojev.- Gozdarski vestnik, 50, 7/8, s. 322-330.
- PETERKEN, G.F., 1996. Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions.- Cambridge, Cambridge University Press, 522 s.

- POHAR, V., 1990. Sesalska makrofavna v starejšem holocenu.- Poročilo o raziskovanju paleol., neol. in eneol. v Sloveniji, 18, s. 43-49.
- POHAR, V., 1994. Veliki sesalci iz viška zadnjega glaciala v Sloveniji.- Razprave SAZU, 35, 4, s. 85-100.
- Program razvoja gozdov v Sloveniji, 1997.- Ljubljana, Beguš J. (ed.), Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 57 s.
- SCHAEFER M. / SCHAUERMANN J., 1990: The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and moder soil.- *Pedobiologia*, 34, s. 299-314.
- SETÄLÄ, H. / MARSHALL, V.G., 1994. Stumps as a habitat for Collembola during succession from clear-cuts to old-growth Douglas-fir forests.- *Pedobiologia*, 38, s. 307-326.
- SETÄLÄ, H. / MARSHALL, V.G. / TROFYMOW, J.A., 1995. Influence of micro- and macro-habitat factors on collembolan communities in Douglas-fir stumps during forest succession.- *Applied Soil Ecology*, 2, s. 227-242.
- SLAPNIK, R., 1988. Favniščične in ekološke raziskave krešičev (Coleoptera; Carabidae) v Kamniški Bistrici.- *Razprave SAZU*, 29, 1, s. 3-27.
- SOUTHWOOD, T.R.E. / MORAN, V.C. / KENNEDY, C.E.J., 1982. The richness, abundance and biomass of the arthropod communities on trees.- *Journal of Animal Ecology*, 51, s. 635-649.
- SPELLERBERG, I.F., 1996. Conserving biological diversity.- V: *Conservation Biology*, Spellerberg I. (ed.). London, Longman, s. 25-37.
- SUPLEE, C., 1998. Unlocking the climate puzzle.- *National Geographic*, 195, 5, s. 38-72.
- ŠERCELJ, A., 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji.- *Dela 4.r. SAZU*, 32, 4, 142 s.
- ŠTRUMBELJ, C., 1974/75. Ris zopet na Slovenskem - prve ugotovitve.- *Lovec*, 57, s. 200-201.
- TARMAN, K., 1967. Gozdne in travniške cenoze oribatid na Nanosu.- *Biološki vestnik*, 15, s. 97-110.
- TARMAN, K., 1992. Osnove ekologije in ekoligija živali.- Ljubljana, Državna založba Slovenije, 547 s.
- TARMAN, K., 1995/96. Zakaj toliko vrst roženastih pršic ali biološka raznovrstnost ekosistemov.- *Proteus*, 58, s. 4-9.
- TARMAN, K. / ČERVEK, S. Industrijsko onesnaževanje in favna tal.- *Varstvo narave*, 10, s. 73-92.

- TERAN, S., 1999. Ekološke značilnosti deževnikov (Lumbricidae) na območju med Kranjem in Radovljico ter variabilnost nekaterih taksonomskih znakov.- Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 123 s.
- TRILAR, T., 1991. Populacijska gostota, biomasa in reprodukcija malih sesalcev v dinarskem bukovo-jelovem gozdu na Snežniku v letih 1988 do 1990.- Magistrski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 84 s.