

Talna favna v slovenskih gozdovih - njene značilnosti, pomen, ogroženost in biodiverziteteta v alpski krajini

Soil Fauna in Slovene Forests - its Characteristics, Importance, Threat and Biodiversity in the Alpine Region

Ivan KOS*, Tanja GRGIČ**

Izvleček:

Kos, I., Grgič, T.: Talna favna v slovenskih gozdovih - njene značilnosti, pomen, ogroženost in biodiverziteteta v alpski krajini. Gozdarski vestnik, št. 7-8/2001. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 45. Prevod v angleščino: avtorja.

Talna favna v slovenskih gozdovih je številčno in vrstno izredno bogata. Velika primarna produkcija v strukturno in funkcionalno ohranjenih listopadnih in mešanih gozdovih zmernih klimatov je za to bogastvo ključna. Heterogenost združb posameznih živalskih skupin je velika, tudi zaradi dolgotrajnega skupnega prilagajanja vrst. Zatočišča mezofilnih vrst so bila namreč v hladnejših obdobjih pleistocena v neposredni bližini današnjih gozdov, v pomembnih fragmentih celo na ozemlju današnje Slovenije. V koroških gozdovih so bila zatočišča tudi v 19. stoletju, ko je bilo gozda bistveno manj kot danes. S ponovnim zaraščanjem nastaja novo gozdno okolje, ki ga talna favna šele osvaja. Tu lahko opazujemo medsebojno povezavo med talno favno in pedogenetskimi procesi, disperzijo gozdnih vrst iz trajnih gozdnih površin, pomen različnih razvojnih faz na združbo talnih živali ter ovrednotimo pomen trajnih gozdnih površin za vrstno diverziteteta.

Talna favna vpliva na strukturo tal, proces dekompozicije ter preko prehranjevalnih odnosov tudi na druge živalske vrste gozda, kot so divji petelin, gozdni jereb in drugi.

Ključne besede: talna favna, biodiverziteteta, gozdni ekosistem, Slovenija.

Abstract:

Kos, I., Grgič, T.: Soil Fauna in Slovene Forests - its Characteristics, Importance, Threat and Biodiversity in the Alpine Region. Gozdarski vestnik, No. 7-8/2001. In Slovene with an abstract in English, lit. quot. 45. Translated into English by the authors.

Soil fauna in Slovene forests is numerous and extraordinarily rich in its number of species. Vital for this richness is the high primary production in structurally and functionally preserved deciduous and mixed forests of the temperate climates. Heterogeneity of communities of the individual animal groups is considerable because of the continuous adaptation of the species. Refuges of mesophilic species during the colder periods were namely in a close proximity of the present forests, with their important segments on the territory of today's Slovenia. In the Carinthian forests the important refuges existed also in the 19th century, when the forest was essentially smaller than today. With a renewed overgrowth, a new forest environment is developing, which is only now being overtaken by the soil fauna. Here, the mutual connection between soil fauna and pedogenetic processes, dispersion of forest species from a sustained forest, and the meaning of different succession stages on the soil animal community can be observed, and the importance of the sustainable forest segments for the species diversity can be evaluated.

Soil fauna affects soil structure, decomposition processes, and through nutrition relations also other forest animal species as capercaillie, forest partridge, and others.

Key words: soil fauna, biodiversity, forest ecosystem, Slovenia.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Gozdna tla (pedosfero) tvori površinski sloj rudnin, v katerem se prepletajo mrtva organska snov, korenine rastlin, mikroorganizmi in živali (TARMAN 1999). Fizikalno so tla kompleks trdne, tekoče in plinaste faze, ki imajo velik vpliv na življenje v njih. Trdno fazo sestavljata mineralni del, ki nastane z razgradnjo matične kamnine, in organski, ki je rezultat delovanja organizmov (rastlin, živali in mikroorganizmov). V procesih razvoja tal se ti dve sestavini med seboj združujeta v organsko-mineralni kompleks, ki ima glede na pogoje v času razvoja tal (pedogeneze) značilno strukturo, teksturo, pH, barvo, debelino in sloje (WALLWORK 1976). Pri razvoju tal (pedogenezi) je pomemben tudi čas, od katerega je odvisna stopnja zrelosti tal.

Glede na geološko podlago, podnebne razmere, vplive gozdne združbe

* doc. dr. I. K., univ. dipl. biol., BF, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, e-mail: ivan.kos@uni-lj.si

** T. G., univ. dipl. biol., BF, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, e-mail: tanja.grgic@uni-lj.si

ter posledice mehanskega in kemijskega preperavanja kamnin se razvije značilen profil gozdnih tal (FOTH 1990, MRŠIČ 1997). Zgornji horizonti tal so najgosteje naseljeni (COLEMAN / CROSSLEY 1996). V talni favni so zastopane vse osnovne kopenske živalske skupine (COLEMAN / CROSSLEY 1996). Najpomembnejše so: protozoi (*Protozoa*), gliste (*Nematoda*), kolo-barniki (*Anelida*), mehkužci (*Mollusca*) in členonožci (*Arthropoda*). Težko pa je določiti, katere živali so talne in katere ne, saj so mnoge na različne načine povezane s tlemi. Poleg pravih talnih (edafskih) živali, ki vse življenje preživijo v tleh, druge v tleh preživijo le del svojega življenja. Glede na dolžino preživetega obdobja v tleh ločimo talne živali na stalne, začasne, obdobjne, delne, prehodne in izmenične (COLEMAN / CROSSLEY 1996, MRŠIČ 1997).

Na strukturo združb v tleh najbolj vpliva humus. Najpogostejša tipa humusa v listnatih gozdovih sta sprstenina (mul) in prhnina (moder) (WALLWORK 1976, PETERSEN / LUXTON 1982). Izoblikovanje določene tipa je odvisno predvsem od matične podlage, makroklima in drevesnih vrst. Prhninast tip se razvije na kislj nekarbonatni matični podlagi, sprsteninast pa na karbonatni. V kisljih tleh prevladujejo glive, zato tak tip tal naseljuje več micetofagov kot sprsteninasti tip (WALLWORK 1976). Prisotne je malo zoomase, prevladujejo skakači (*Collembola*) in pršice (*Acarina*) (COLEMAN / CROSSLEY 1996, DUNGER 1964, PETERSEN / LUXTON 1982). Veliko je mikrofitofagnih in površinsko živečih plenilskih vrst. Zaradi velikega volumna organske mase v zgornjih horizontih se pojavlja več površinskih plenilcev, kot so pajki (*Aranea*), hrošči kratkokrilci (*Staphylinidae*) in krešiči (*Carabidae*). Manj je tukaj enakonožcev (*Isopoda*) in dvojnog (*Diplopoda*) zaradi pomanjkanja kalcijevih ionov, ki jih te živali potrebujejo za izgradnjo zunanega skeleta (SCHAEFER 1983). Po Wallworku (1976) so tukaj bolje zastopani zoofagni plenilci, kot so strige (*Chilopoda*), pajki (*Araneae*), paščipalci (*Pseudoscorpiones*), suhe južine (*Opiliones*) in plenilski hrošči, saj je v prhninastem tipu prisotnih več mikroartropodov, ki so njihov plen. Vendar pa obstajajo skupine strig, ki živijo globlje v tleh (zlasti predstavniki skupin *Geophilomorpha* in *Scolopendromorpha*), raje v sprsteninastih tleh, ki so zaradi prisotnosti in delovanja deževnikov bolj prezračena (SCHAEFER 1983), deževniki pa so tudi hrana strig (JUDAS 1989). Sprsteninasti tip prsti ima veliko zoomaso, predvsem zaradi večje številčnosti makrofavne (COLEMAN / CROSSLEY 1996). Vrstna diverziteteta je v tem tipu praviloma večja kot v prhninastem, razen pri mikrofitofagnih in zoofitofagnih živalskih skupinah. Glavna razloga za to sta bolj variabilno okolje in širša variabilnost rastlinske in bakterijske hrane.

Za tla je značilna izrazita vertikalna in horizontalna slojevitost osnovnih fizikalno-kemijskih in tudi biotičnih dejavnikov. Takšno okolje pogojuje veliko raznovrstnost gozdne favne (SCHAEFER / SCHAERMANN 1990). Številčno in vrstno bogastvo je tukaj na relativno majhnem območju tako veliko, da ga lahko primerjamo s koralnimi grebeni (WALLWORK 1976). Prav po zaslugi pedofavne so gozdni ekosistemi najraznovrstnejši na Zemlji (TARMAN 1992).

2 VLOGA TALNE FAVNE V GOZDNIH TLEH

2 THE ROLE OF SOIL FAUNA IN FOREST SOILS

Glavna vloga talnih živali v ekosistemu je pospeševanje hitrosti razgradnje organskih snovi, ki vstopajo v tla (SULKAVA et al. 1990). V gozdnem okolju poteka večji del (preko 95 %) kroženja snovi in pretoka energije preko dekompozicijske prehranjevalne poti, v kateri imajo talne živali pomembno

neposredno in posredno vlogo. Stopnja razkroja (dekompozicije) je na splošno višja v sprstenini, kar prispeva k manjši količini akumulirane organske snovi (COLEMAN / CROSSLEY 1996, TARMAN 1999). Z obžiranjem odpadlega rastlinskega materiala in asimilacijo nekaterih spojin sodelujejo talne živali pri razgradnji (katabolizmu) organskih molekul. Še pomembnejša pa je njihova neposredna aktivnost pri prezračevanju substrata in drobljenju opada, s čimer povečajo površino organske snovi ter zdrobijo zaščitna tkiva. Tak substrat je primernejši za primarne dekompozitorje (glive in bakterije) in njihov način razgradnje organskih molekul (COLEMAN / CROSSLEY 1996, SWIFT / HEAL / ANDERSON 1979). Z obžiranjem gliv in prehranjevanjem z bakterijami pa vplivajo tudi neposredno na njihove združbe. Plenilske vrste zmanjšujejo število glist in s tem večajo populacijsko gostoto mikroorganizmov (COLEMAN / CROSSLEY 1996).

V tleh, poraščenih z vegetacijo, predstavlja rastlinski opad pomemben vir mineralnih snovi (FOTH 1990, KREBS 1994), ki se pri dekompoziciji postopno sproščajo. Velik del hranil je spravljen v tkivih dekompozitorjev (COLEMAN / CROSSLEY 1996), tako da so talni organizmi nekakšna zaloga hranil, ki se sprostijo ob njihovi smrti. Ti organizmi so tudi pomemben vir anionov v tleh, ki so zaradi svojega naboja bolj podvrženi spiranju kot kationi (FOTH 1990).

Med gozdnimi okolji po veliki številčnosti in raznovrstnosti talne favne še posebej izstopa listopadni gozd zmernih klimatov (TARMAN 1992), ki ga odlikuje velika heterogenost okolja. Poleg te sta pomembna tudi vpliv velike primarne produkcije ter vpliv dveh toplotno izrazito različnih obdobji, poletja in zime. Periodično spreminjanje podnebnih dejavnikov ustvarja občasno spreminjanje v strukturi in dinamiki gozdnega sistema (TARMAN 1992). Tem spremembam talni organizmi z nestalno telesno temperaturo (poikiloterni) lahko sledijo, saj njihov nizek metabolizem v zimskem delu leta ustreza takrat zmanjšani primarni produkciji. Vse to omogoča velike populacijske gostote in prisotnost viabilnih populacij v prostorsko majhnih okoljih, ki imajo



Slika 1: Podrta drevesa so življenjski prostor za številne talne vrste (foto: T. Grgič)
Figure 1: Fallen trees are necessarily habitat for numerous species of soil fauna (photo: T. Grgič)



Slika 2: Nekatere vrste talnih živali se pojavljajo le v štorih (foto: I. Kos)
Figure 2: Some of soil animals are living only in the stumps (photo: I. Kos)

pogosto zatočiščni značaj. Ker pa so talne živali majhne, lahko tudi z izbiro primerno ogretyh mest v tako heterogenem okolju poskrbijo za optimalno telesno temperaturo (npr. SETÁLA / MARSHALL 1994). Delavke žitnih mravelj (*Messor barbarus*) na primer hodijo pozimi iz podzemeljskih gnezd v toplih opoldanskih urah, poleti pa opravijo zunanja dela zjutraj ali pozno popoldne (TARMAN 1992).

3 OGROŽENOST TALNE FAVNE

3 THE THREAT OF SOIL FAUNA

Heterogenost okolja, ki je pomemben pogoj za tako pestro talno živalstvo, pa je mnogokrat porušena. Človek s svojim poseganjem spreminja naravni gozd v intenzivno vzdrževan gozd ter povzroča njegovo homogenizacijo. Najbolj izražena sprememba na ravni pokrajine pa je fragmentacija habitata, ki neposredno povzroča drobljenje živalskih populacij v posamezne lokalne populacije. Pri proučevanju strig v neprekinjenem hrastovo-gabrovem gozdu v Nemčiji ter na izoliranih gozdnih krpah (zaplatah) so ugotovili (FRÜND et al. 1997), da obstaja skupina dominantnih vrst, ki se pojavljajo na večini lokacij, in tri skupine združb, ki se razlikujejo v prisotnosti manj pogostih vrst (*Lithobius mutabilis*, *L. piceus*, *L. agilis*, *L. microps*). Te tri skupine so: združba starega neprekinjenega gozda, združba zmerno izoliranih gozdnih krp in združba strig v gozdnih fragmenih, ki so ločeni od neprekinjenega gozda s pozidanimi površinami. V združbah fragmentov se pojavljajo poleg gozdnih tudi široko tolerančne (evritropične) vrste ter vrste, značilne za odprte pokrajine. Ker strige kolonizirajo fragmente z migracijo odraslih osebkov, ki izbirajo določeno vlago in temperaturo, je razširjanje za občutljive gozdne vrste v fragmente oteženo.

V kasnejših stadijih fragmentacije so krpe naravnega gozda zelo majhne. 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).

Ob zmanjšanju velikosti krpe se rob na enoto gozdne površine poveča. Raziskave so pokazale škodljive posledice gozdnega roba za občutljive vrste iz notranjosti gozda (NOSS 1993). Notranjost gozda ali gozdne krpe na Poljskem na primer ponujajo pajku *Enoplognatha ovata* bolj stabilen habitat, kjer je reprodukcija populacije učinkovitejša kot na robu (TARWID 1995). Poleg robnega efekta je kritična spremenljivka tudi izolacija. Ob napredovanju fragmentacije postanejo krpe preostalega naravnega gozda vedno bolj ločene druga od druge. Petit in Usher (1998) sta ugotovila, da je razširjenost gozdnih krešičev v evropskih gozdovih omejena s prostorsko izolacijo gozdnih krp. Da vrsta obstaja v fragmentirani pokrajini, morajo biti premiki osebkov med fragmenti dovolj veliki, da uravnotežijo izginjanje iz lokalnih krp. Če živijo živali v specifičnem okolju, je njihov metapopulacijski obstoj odvisen od obstoja koridorjev s primerno vegetacijo, ki povezujejo drugače izolirana specifična okolja (BROOKER et al. 1999). V splošnem je disperzija lažja skozi okolja s podobno strukturo kot okolje, v katerem vrsta živi. Na primer za vrste poznih razvojnih faz so krpe starega gozda v matriksu drevesnih nasadov različnih starosti manj izolirane kot gozdne krpe, obdane s polji ali posekami (NOSS 1993).

Mnoge vrste talnih živali so vezane na določeno razvojno fazo gozda. V nehomogenem sistemu, ki ima starostne krpe v različnih sukcesijskih fazah, je zelo pomembna faza odraslega gozda, ki daje sicer manjše prirastke,



Slika 3: Smaragdni deževnik (*Aporrectodea smaragdina*) je pomemben dekompozitor bukovih debel (foto: Tom Levanič)

Figure 3: Earthworm (*Aporrectodea smaragdina*) is important decomposer of beech trunks (photo: Tom Levanič)

vendar se v njem akumulira biomasa. V gospodarskem gozdu je več kot polovico manjša lesna zaloga, delež debelega drevja in količina mrtvega drevja sta občutno manjša kot v pragozdu (BONČINA 2000). Ker se ta faza starega gozda na določeni stopnji poruši, mora biti dovolj blizu krpa, ki bo prešla v zrelo fazo. Vrste vezane na star gozd, bodo tako migrirale na novo krpo. Določene vrste pa se na primer pojavljajo v krpah sestojev v inicialnih fazah, ki so bolj presvetljene, in nato ob staranju takšne krpe preidejo na drugo, podobno krpo. Povezave med krpami morajo biti zagotovljene tako, da lahko vrste, ki so vezane na določeno fazo, ob prehodu te v njim neprimerno migrirajo na drugo krpo s primernim stanjem. Verjetnost preživetja populacije v malih krpah je odvisna predvsem od prehodnosti koridorjev in stopnje umrljivosti pri disperziji (BROOKER et al. 1999). Fragmentacija prizadene predvsem prave gozdne vrste zaradi robnega učinka (BREWER 1994).

V zadnjem času se raziskovalci precej ukvarjajo z vprašanjem, kakšen je vpliv različnih razvojnih faz gozda na živalstvo. V pokrajini in tudi regiji pomeni gozdarjenje homogenizacijo okolja in s tem zmanjševanje areala občutljivih vrst. Niemelä (1997) je izpostavil velik vpliv gozdarjenja na nevretenčarje v skandinavskih borealnih gozdovih. Gozdarjenje ima še posebej velik vpliv na prisotnost lesnih ostankov, starejših dreves in manjših krp poplavnih gozdov. Fragmenti starega gozda so pomembni zaradi akumulacije biomase, in sicer z vidika kroženja snovi (da ne pride do izgube nutrientov) in varovanja vrst.

Z biotsko resorbicijo se nutrienti (P, N, S, Ca) vežejo v organizme. V mrtvem lesu se elementi akumulirajo v biomaso in se z dekompozicijo postopno sproščajo. V predelih z visoko vlažnostjo in visokimi temperaturami sta mineralizacija in humifikacija hitri in je zato mrtva lesna masa še toliko pomembnejša.

Mnoge vrste so vezane na te strukture mrtvega lesa, ki predstavljajo njihov substrat ali habitat.

Zmanjšanje deleža teh posebnih okolij negativno vpliva na prisotnost specializiranih gozdnih vrst. Posebno okolje lahko predstavljajo štori, ki so primeren habitat za večino talnih skakačev (*Collembola*). Setälä in Marshall (1994) sta ugotovila, da se združba skakačev zgodnjih sukcesijskih faz gozda po močnji jasno kvalitativno in kvantitativno razlikuje od združbe v pragozdu. Razlike na vrstnem nivoju so sicer majhne, vendar pa se nekatere vrste pojavljajo le v določeni fazi (vrste *Veragopus alpa*, *Hymenaphorura cocklei* in *Folsomia stella* so našli le v starem gozdu, vrsti *Anurophorus septentrionalis* in *Ballistura libra* pa le v začetni razvojni fazi). Štori so namreč po golosečnji direktno izpostavljeni sončnemu sevanju, kar škodljivo vpliva na gozdne vrste. Kljub temu pa predstavljajo zanje pomemben blažilec in refugij v zgodnjih razvojnih fazah gozda. Z golosečnjo se sicer lahko poveča alfa diverziteteta, vendar predvsem na račun generalistov in vrst, vezanih na odprte pokrajine. S tem pa tvegamo zmanjšanje globalne biodiverzitetete z izgubo občutljivih in endemnih vrst ter povzročimo, da imajo prej različna območja podoben izgled (NOSS 1993, WINCHESTER 1997). Samways je s sodelavci (1996) primerjal talno favno v naravni in spremenjeni vegetaciji južne Afrike in potrdil, da kljub povečani številčnosti nekaterih vrst mnoge druge upadejo ali celo lokalno izginejo. Tuje rastlinske vrste vplivajo na strukturo in funkcijo ekosistema in lahko vodijo do povečanja redkosti in ranljivosti prvotne nevretenčarske favne (SAMWAYS et al. 1996).

Alternativni model sečnje in gospodarjenja z gozdom, ki upošteva tudi ohranjanje biodiverzitetete, mora upoštevati, da je treba ohranjati zadostno število posameznih fragmentov neprizadetega starega gozda. Tam lahko kot metapopulacije 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 bi omogočale restavracijo primernih habitatov.

4 IZHODIŠČA BOGASTVA TALNE FAVNE V SLOVENSKIH GOZDOVIH

4 ORIGINS OF SOIL FAUNA RICHNESS IN SLOVENE FORESTS

Na območju Slovenije so gozdni ekosistemi primarni kopenski biomi (MATVEJEV 1991) in pokrivajo več kot polovico njene površine (Program razvoja gozdov v Sloveniji, 1997). Naši gozdovi so razmeroma dobro ohranjeni in imajo še številne naravne značilnosti, med katere lahko štejemo tudi talno favno z veliko vrstno diverzitetjo. Slovenija ima zaradi svojega geografskega položaja v primerjavi z mnogimi drugimi območji v Evropi mnogo več različnih vrst talnih živali iz različnih biogeografskih območij (KOS 1987, TARMAN 1970). V gozdovih v Sloveniji tako najdemo na isti lokaciji do 35 vrst strig, medtem ko jih je v podobnih gozdovih v Nemčiji do 15 (preglednica). Pri nas najdemo v alpskem območju, ki je bilo v pleistocenu poledenelo, mnoge arkoalpinske vrste in boreoalpinske vrste talnih živali (TARMAN 1970). Nekatere od teh vrst so se ohranile v predelih, ki niso bili v pleistocenu pod ledom (npr. južna ostenja) in ki so imeli ugodne klimatske razmere. Drugo skupino sestavljajo balkanske vrste, ki se severneje v Evropi ne pojavljajo. Te so bile sestavni del periglacialne favne in so se ohranile v zatočiščih mezofilnih gozdov. Severneje v Evropi manjkajo vrste, značilne za balkanski polotok, čeprav so osnovni življenjski pogoji v srednje- in severnoevropskih gozdovih primerni za večino od njih. Domnevamo, da razlog za to niso niti fizična bariera niti klimatski pogoji, ki bi preprečevali prehod teh vrst proti severu, temveč čas, ki je potreben, da vrste osvojijo ta območja. Zaradi svoje lokacije, reliefa in geološke zgodovine je balkanski polotok (in tako tudi območje današnje Slovenije) predstavljal zatočišče strig, kjer so termofilne in mezofilne vrste preživele ledene dobe (KOS 1992). Le v takšnih zatočiščih mezofilnih gozdov so se lahko ohranile tudi slabo mobilne vrste, ki so pomemben del talnih gozdnih združb. Zatočišča so eden izmed glavnih razlogov za veliko vrstno bogastvo združb posameznih živalskih skupin, predvsem v naših dinarskih gozdovih (KOS 1996, KOS / PRAPROTNIK 2000). Pomemben razlog za veliko vrstno bogastvo združb na zatočiščnih območjih je tudi sobivanje vrst in njihov vzajemni razvoj v procesu evolucije (koevolucija), ki je razmeroma počasen. Zato je vrstno bogastvo združbe odvisno tudi od njene starosti (BREWER 1994).

Populacije so bile v zatočiščih geografsko ločene, kar je lahko povzročilo speciacijo in tako nastanek endemnih balkanskih vrst. Pomemben razlog za prisotnost velikega deleža endemnih vrst v združbah talnih živali slovenskih gozdov (MRŠIČ 1997, KOS 2000) lahko iščemo prav v takšnih izolacijah populacij. Pretežen del endemnih balkanskih vrst je tako najverjetneje nastal v pleistocenu z alopatrično speciacijo. S spremembo klime v medledenih obdobjih ob koncu pleistocena in v holocenu je potekala ponovna naselitev širšega evropskega prostora iz zatočišč (CULIBERG / ŠERCELJ 1998, HEWITT 1996). Vrste so kolonizirale nov prostor in širile svoje areale. Toda balkanske vrste strig na primer niso kolonizirale območja srednje in severne Evrope, število vrst postopoma pada proti severu. Strige imajo praviloma nizek reproduktivni potencial in več let trajajoče razvojne cikle (ALBERT 1983), glede na laboratorijske poskuse pri litobiidih pa sklepamo tudi na splošno nizko disperzno moč. Zaradi počasnega razvoja je prilagajanje in razširjanje strig in verjetno tudi mnogih drugih talnih živali počasno v



Slika 4: Značilna striga naših gozdnih tal je *Cryptops hortensis* iz skupine *Scolopendromorpha* (foto: I. Kos)

Figure 4: Centipede *Cryptops hortensis* (*Scolopendromorpha*) is frequent species of Slovene forest soil (photo: I. Kos)

primerjavi v razširjanjem rastlinskih združb, ki tudi že severneje predstavljajo potencialno primerno okolje za mnoge živalske vrste, ki pa jih tam še ni. Nekatere vrste so severna območja že osvojile, nekatere pa ga morda še bodo.

Združbe talnih organizmov pa se razlikujejo tudi znotraj slovenskega prostora. Ta raznolikost je pogojena z geografsko in geološko raznolikostjo pokrajin, na sestavo gozdne talne favne pa neposredno vplivata tudi strukturiranost in heterogenost gozdnega ekosistema. Ob degradaciji gozdov zaradi golosečenj v preteklosti so se populacije talnih organizmov bistveno zmanjšale in se omejele na zatočišča v posameznih gozdnih ostankih. Z odstranitvijo gozdne vegetacije se spremenijo tako mikroklimatski pogoji, ki postanejo neprimerni za gozdne vrste, kot tudi struktura tal. Vegetacija je namreč eden od tlotvornih dejavnikov, ki specifično deluje na naravo odmrle organske snovi in s tem humusa v tleh. Različne oblike humusa so neposredno odvisne od količine in kakovosti odmrlega rastja (STRITAR 1991). Surovi humus na primer pospešuje procese tlotvorbe, sprstenina pa jih zavira. Rastlinski plašč pa tudi ustvarja mikroklimatsko okolje, s transpiracijo posega v vodne razmere v tleh, ščiti tla pred erozijo, plazanjem in izpiranjem hranilnih snovi iz tal oziroma s koreninami črpa iz globlin in vrača snovi, ki bi se sicer izprale iz tal (STRITAR 1991). Vse to močno vpliva na zgradbo tal in predvsem na lastnosti zgornjih horizontov, ki so življenjski prostor talnih organizmov. Tudi pomlajevanje z iglavci v listnatih gozdovih ima številne negativne posledice na živalsko diverziteteto. Predvsem pri edafskih živalih so drastične spremembe v vrstni in številčni sestavi, ko se zaradi odpadlih iglic močno spremenijo tla (TARMAN 1992).

5 TALNA FAVNA JE ODVISNA OD TRAJNOSTI GOZDA

5 SOIL FAUNA DEPENDS ON SUSTAINABILITY OF FOREST

Po degradaciji gozdnih površin se prvotno stanje vegetacije in tal vzpostavi šele po daljšem obdobju. V različnih sukcesijskih fazah se zamenjajo drevesne vrste, v sistemu pa se vzpostavijo funkcionalni dekompozicijski procesi. Takšno zaraščanje degradiranih površin se odvija v Sloveniji od druge polovice 19. stoletja. Analiza kartnega dela jožejskih meritev iz obdobja pašništva (1784-1787) kaže, da je bila skupna gozdnatost na območju Pece (karbonatna geološka podlaga) in Smrekovca z Mozirskimi planinami (nekarbonatna geološka podlaga) 26-odstotna, danes pa je gozdnatost s sekundarnim iglastim gozdom 80-odstotna (ČAS 1996, 2000, ČAS / ADAMIČ 1998). Ob zaraščanju degradiranih površin se spreminjajo lastnosti tal in nastaja novo okolje za talne živali, ki ga postopoma naseljujejo. V koroških gozdovih lahko zato spremljamo proces naseljevanja ter povezavo med talnimi organizmi in pedogenetskimi procesi. Pri proučevanju združb strig in deževnikov na izbranih rastiščih divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v različno ohranjenih gozdnih tipih glede na preteklo rabo tal (ČAS 2000) smo ugotovili znatne razlike v njihovi sestavi med starim trajnim gozdom ter mlajšim gozdom na predhodno degradiranih površinah nekdanjih pašnikov. Primerjava med ploskvami je pokazala, da se pojavlja statistično značilna razlika med pari. Razlike so v pojavljanju posameznih vrst in tudi v njihovi gostoti (KOS et al. 2000). V tleh trajnih gozdov nekarbonatne geološke podlage je prisotnih 9 (Kolarica) in 10 (Podrta bajta) vrst strig (med geofilidi je prevladovala vrsta *Geophilus insculptus*, med litobiidi pa *Lithobius latro*), v mlajših gozdovih na površini nekdanjih pašnikov na nekarbonatni podlagi pa je bilo najdenih 7 (Ramšak) in 12 (Sleme) vrst strig (med geofilidi prevladovala vrsta *Brachyschendyla montana*, med litobiidi *Lithobius latro*).



Slika 5: Striga *Lithobius validus* je živlensko odvisna od odmrlega lesnega materiala (foto: I. Kos)

Figure 5: Dead wood material is necessary habitat of Centipede *Lithobius validus* (photo: I. Kos)

Preglednica: Število vrst in gostota strig (Chilopoda) v različnih evropskih gozdovih

Table: Number of species and density of centipedes (Chilopoda) in various European forests

| Kraj Locality | Rastl. združba Plant community | Št. vrst strig No. of centipede species | Gostota Density (n/m ²) | Vir Reference |
|--|---|---|---|----------------------|
| Solling, Nemčija | <i>Picetum</i> | 4 | 4,6 | Albert, 1982 |
| Steigerwald, Nemčija | <i>Picetum</i> | 4 | 20-28 | Fründ, 1983 |
| Anglija | <i>Fagus, Quercus</i> | 7 | 150 | Roberts, 1957 |
| Steigerwald, Nemčija | <i>Fagetalia (4)</i> | 7-9 | 112-171 | Fründ, 1983 |
| Madžarska | <i>Fagetum (5)</i> | 5-8 | 125-234 | Loksa, 1968 |
| Solling, Nemčija | <i>Luzulo-Fagetum</i> | 7 | 78 | Albert, 1982 |
| Steigerwald, Nemčija | <i>Luzulo-Fagetum</i> | 6 | 68 | Fründ, 1983 |
| Steigerwald, Nemčija | <i>Quercu-Carpinetum</i> | 8 | 102 | Fründ, 1983 |
| Madžarska | <i>Luzulo-Quercetum</i> | 7-9 | 15-30 | Loksa, 1979 |
| Litovelské Pomoraví, Poljska | <i>Quercu-Ulmetum</i> | 2-9 | 137-427 | Tuf, 2000 |
| Wielkopolska, Poljska | <i>Quercu-Carpinetum stachyetosum silvaticae</i> | 19 | 10-181 | Leśniewska, 2000 |
| Roztocze, Poljska | <i>Dentario glandulose-Fagetum</i> | 17 | 1-52 | Leśniewska, 2000 |
| Pieniny, Poljska | <i>Fagetum carpaticum</i> | 13 | 98-125 | Leśniewska, 2000 |
| NW Poljska | <i>Fago-Quercetum petrae (5)</i> | 4-9 | | Tracz, 2000 |
| NW Poljska | <i>Leucobryo-Pinetum</i> | 5 | | Tracz, 2000 |
| Puszcza Białowieska, Poljska | <i>Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum</i> | 8 | 3,2 | Wytwer, 2000 |
| Puszcza Białowieska, Poljska | <i>Calamagrostio arundinaceae-Piceetum</i> | 7 | | Wytwer, 2000 |
| Puszcza Białowieska, Poljska | <i>Tilio-Carpinetum typicum</i> | 9 | 17,7 | Wytwer, 2000 |
| Puszcza Białowieska, Poljska | <i>Circae-Alnetum</i> | 6 | | Wytwer, 2000 |
| Puszcza Białowieska, Poljska | <i>Carici elongatae-Alnetum</i> | 7 | 39,5 | Wytwer, 2000 |
| Cankova, Slovenija | <i>Quercu-Carpinetum</i> | 20 | 21-107 | Bagola, 1997 |
| Smrekovec, Kolarica, Slovenija | <i>Luzulo albidae-Fagetum s. lat.</i> | 10 | 265 | Kos et. al., 2000 |
| Smrekovec, Ramšak, Slovenija | <i>Deshampsio flexuosae-Piceetum</i> M.WRAB.53 | 7 | 215 | Kos et. al., 2000 |
| Smrekovec, Podrta bajta, Slovenija | <i>Luzulo albidae-Fagetum</i> LOHM. et TX.54 s.lat. | 9 | 200 | Kos et. al., 2000 |
| Smrekovec, Sleme, Slovenija | <i>Deshampsio flexuosae-Piceetum</i> M.WRAB.53 | 12 | 315 | Kos et. al., 2000 |
| Peca, Javorje, Slovenija | <i>Anemone trifoliae-Fagetum</i> TREGUBOV 57 | 10 | 775 | Kos et. al., 2000 |
| Peca, Najbrževo, Slovenija | <i>Aposeri-Piceetum</i> ZUPANČIČ 78 | 12 | 425 | Kos et. al., 2000 |
| Bela peč, Slovenija | <i>Adenostylo glabrae-Fagetum</i> TREGUBOV 54 | 8-11 | 265-994 | Kos et. al., 2000 |
| Olševa, Slovenija | <i>Aposeri-Piceetum</i> | 11 | 275 | Kos et. al., 2000 |
| Kočevje, Rog, Slovenija | <i>Abieti-Fagetum Dinaricum</i> | 17 | 480-579 | Kos, 1996 |
| Ribnica, Kot, Slovenija | <i>Abieti-Fagetum Dinaricum</i> | 14-22 | 108-290 | Kos, 1996 |
| Ribnica, Mala gora, Slovenija | <i>Abieti-Fagetum Dinaricum</i> | 15-17 | 198-400 | Kos, 1996 |
| Kočevje, Željne, Slovenija | <i>Lamio orvule-Fagetum</i> | 10-12 | 329-557 | Kos, 1996 |
| Kočevska Reka, Preža, Slovenija | <i>Lamio orvale-Fagetum praedinaricum</i> | 24 | 215-358 | Kos/Praprotnik, 2000 |
| Kočevska Reka, Moravške gredice, Slovenija | <i>Blechno-Fagetum</i> | 23 | 205-313 | Kos/Praprotnik, 2000 |
| Kočevska Reka, Mošenik, Slovenija | <i>Blechno-Fagetum</i> | 31 | 203-308 | Kos/Praprotnik, 2000 |
| Ribnica, Seljan, Slovenija | <i>Asperulo-Carpinetum</i> | 14-16 | 136-217 | Kos, 1996 |
| Ribnica, Žrnovec, Slovenija | <i>Luzulo albidae-Fagetum</i> | 12-16 | 354-408 | Kos, 1996 |
| Velenje, Veliki vrh, Slovenija | <i>Quercu-Luzulo-Fagetum</i> | 6-13 | 230-495 | Kos, 1996 |
| Velenje, Črnova, Slovenija | <i>Quercu-Luzulo-Fagetum</i> | 8-12 | 285-655 | Kos, 1996 |
| Velenje, Topolščica, Slovenija | <i>Bazzanio-Abietetum</i> | 6-7 | 195-387 | Kos, 1996 |
| Velenje, Lajše, Slovenija | <i>Bazzanio-Abietetum</i> | 5-8 | 475-640 | Kos, 1996 |
| Velenje, Zavodnje, Slovenija | <i>Vaccinio myrtilli-Pinetum</i> | 7-9 | 165-275 | Kos, 1996 |

Vrste *Geophilus oligopus*, *Geophilus noricus*, *Lithobius forficatus*, *Lithobius macilentus*, *Lithobius validus* in *Lithobius (Sigibius) n.sp.* so bile najdene le v starem gozdu. Predvsem veliki vrsti *Lithobius forficatus* in *Lithobius validus* sta zanimivi za prehrano žužkojedih ptičev, npr. v poletnem obdobju za kebkče divjega petelina in gozdnega jereba. Med lokalitetami na karbo-natni podlagi izstopata predvsem lokaliteti Javorje in Bela peč z zelo veliko skupno absolutno gostoto. V koroških gozdovih se pojavljajo tudi balkanske vrste (npr. *Geophilus abbreviatus*, *Strigamia engadina*, *Lithobius (Sigibius) carinthiacus* in *Lithobius (Sigibius) n.sp.*), vendar pa je kljub temu vrstna raznolikost združb omenjenih skupin tukaj bistveno manjša kot v dinarskih gozdovih južne Slovenije (preglednica). Na različnih lokacijah na Koroškem in Smrekovcu se v različnih gozdnih združbah oz. v različno ohranjenih gozdnih tleh (glej URBANČIČ / ČAS 2001) pojavlja med 7 in 11 vrst strig (KOS et al. 2000). Vrsto bogastvo je primerljivo z znanimi sestavami združb v širši okolici Velenja (KOS 1996). Kljub manjši raznovrstnosti v primerjavi z dinarskimi gozdovi pa je tukaj prisotnih več vrst kot v podobnih gozdovih južne Nemčije.

Viri / References

- ALBERT, A., 1983. Life Cycle of *Lithobiidae* - with a Discussion of the *r*- and *K*-selection Theory.- *Oecologia*, 56, s. 272-279.
- BONČINA, A., 2000. Načelo trajnosti v gozdarskem načrtovanju.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63, s. 279-312.
- BREWER, R., 1994. The Science of Ecology.- London, Philadelphia, Toronto, W. B. Saunders Company, 773 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. 4;
URL: <http://www.consecol.org/vol3/iss1/art4>.
- COLEMAN, D. C. / CROSSLEY, Jr., D. A., 1996. Fundamentals of Soil Ecology.- Academic Press, San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 205 s.
- 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., 1996. Vpliv spreminjanja gozda v alpski krajini na primernost habitatov divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.).- Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, magistrsko delo.
- ČAS, M., 2000. Ohranjanje habitatov ogroženih vrst divjadi in drugih prostoživečih živali v gozdnih ekosistemih - gozdne kure - divji petelin.- Zaključni elaborat, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za ekologijo gozdne favne in lovstvo, 109 s.
- ČAS, M. / ADAMIČ, M., 1998. Vpliv spreminjanja gozda na razporeditev rastišč divjega petelina (*Tetrao urogallus*) v vzhodnih Alpah.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 57, s. 5-57.
- DUNGER, W., 1964. Tiere im boden.- Die neue Brehm - Bücherei, 265 s.
- FOTH, H. D., 1990. Fundamentals of Soil Science.- Eight edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, John Wiley and sons, 360 s.
- FRÜND, H.C. / BALKENHOL, B. / RUSZKOWSKI, B., 1997. *Chilopoda* in Forest Habitat - Islands in North - West Westphalia, Germany.- *Ent. scand.*, 51, s. 107-114.
- HANSKI, I., 1998. Metapopulation Dynamics.- *Nature*, 396, 5, s. 41-49.
- 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.
- JUDAS, M., 1989. Populationsökologie der Regenwürmer (*Lumbricidae*) in einem Kalkbuchenwald: Abundanzdynamik und Bedeutung von Nahrungsressourcen.- Thesis, Göttingen.
- KOS, I., 1987. Contribution to the Knowledge of Taxonomy and Distribution of *Lithobius validus* Meinert 1872 (*Chilopoda*, *Lithobiidae*) in Slovenia (Yugoslavia).- *Biološki vestnik*, 36, 2, s. 13-24.
- KOS, I., 1992. A Review of Taxonomy, Geographic Distribution and Ecology of Centipedes in Yugoslavia (*Chilopoda*, *Myriapoda*).- *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, Suppl.10, s. 353-360.
- KOS, I., 1996. Centipedes (*Chilopoda*) of some Forest Communities in Slovenia.- *Acta Myriapodologica* 169, s. 635-646.
- KOS, I., 2000. Nekatere značilnosti biotske pestrosti živalstva slovenskih gozdov.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63, s. 95-117.

- KOS, I. / PRAPROTIK, L., 2000. Talna gozdna favna na različni geološki podlagi v okolici Kočevske Reke.- V: KRAIGHER, H. (ur.), SMOLEJ, I. (ur.): Rizosfera: raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih fazah gozda (Strokovna in znanstvena dela, 118), Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, s. 206-220.
- KOS, I. / GRGIČ, T. / POTOČNIK, H. / KLJUN, F. / ČAS, M., 2000. Pestrost pedofavne - strig (*Chilopoda*) in deževnikov (*Lumbricidae*) na vzorčnih ploskvah na rastiščih divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v gozdnih tipih vzhodnih Karavank in vzhodnih Kamniško-Savinjskih Alp na Koroškem in Štajerskem.- Končno poročilo o raziskovalnem delu, segment: Projekt: Ohranjanje habitatov ogroženih vrst divjadi in drugih prostoživečih živali v gozdnih ekosistemih in krajinah, gozdne kure - divji petelin, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2000, 14 s.
- KREBS, J. C., 1994. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.- Harper Collins College Publishers, 801 s.
- LEŚNIEWSKA, M., 2000. Centipede (*Chilopoda*) Communities of Three Beech Forests in Poland.- *Fragmenta Faunistica*, 43, s. 343-349.
- MATVEJEV, S. D., 1991.: Naravni tipi predelov Slovenije in njihovo varstvo.- Zavod R Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, Ljubljana, 48 s.
- MRŠIČ, N., 1997. Živali naših tal.- Tehniška založba Slovenije, 416 s.
- NIEMELA, J., 1997. Invertebrates and Boreal Forest Management.- *Conservation Biology* 11(3): s. 601-610.
- NOSS, R. F., 1993. Sustainable Forestry or Sustainable Forests?- V: APLET, G. H. / JOHNSON, N. / OLSON, J. T. / SAMPLE, V. A., 1993: Defining Sustainable Forestry, Washington, Island Press, 328 s.
- PETERSEN, H. / LUXTON, M., 1982. A Comparative Analysis of Soil Fauna Populations and their Role in Decomposition Processes.- *Oikos*, 39, s. 287-388.
- PETIT, S. / USHER, M. B., 1998. Biodiversity in Agricultural Landscapes: The Ground Beetle Communities of Woody Uncultivated Habitats.- *Biodiversity and Conservation*, 7, 12, s. 1549-1561.
- Program razvoja gozdov v Sloveniji, 1997.- Ljubljana, Beguš J. (ed.), Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 57 s.
- SAMWAYS, M. J. / CALDWELL, P. M. / OSBORN, R., 1996. Ground-living Invertebrate Assemblages in Native, Planted and Invasive Vegetation in South Africa.- *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 59, s. 19-32.
- SCHAEFER, M., 1983. Kurzflüger (*Coleoptera: Staphylinidae*) als Teil des Ökosystems "Kalkbuchenwald".- *Verh. Ges. Ökol.* 11: s. 361-372
- SHAEFER, M. / SCHAUERMANN, J., 1990. The Soil Fauna of Beech Forests: Comparison between a Mull and Moder Soil.- *Pedobiologia* 34, s. 299-314.
- SETALA, H. / MARSHALL, V. G., 1994. Stumps as a Habitat for Collembola during Succession from Clear-cuts to Old-growth Douglas-fir Forests.- *Pedobiologia*, 38, 4, s. 307-326.
- STRITAR, A., 1991. Pedologija (Kompendij).- Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 126 s.
- SULKAVA, P. / HUHTA, V. / LAAKSO, J., 1990. Impact of Soil Structure on Decomposition and N-mineralisation in relation to Temperature and Moisture Forest Soil.- *Pedobiologia*, 40, s. 505-513.
- SWIFT, M. J. / HEAL, O. W. / ANDERSON, J. M., 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems.- *Studies in Biology* 5, Blackwell Scientific Publication, Oxford, London.
- TARMAN, K., 1970. The Oribatid Mites as Indicators of Geological Past.- *Biološki vestnik*, 18, s. 89-95.
- TARMAN, K., 1992. Osnove ekologije in ekologija živali.- Ljubljana, Državna založba Slovenije, 547 s.
- TARMAN, K., 1999. Gozdna tla - raznovrstnost mikrobov in živali.- *Proteus*, 62/2, oktober 1999, s. 56-67.
- TARWID, M., 1995. The Effect of the Properties of Forest Islands Ecotones in Agricultural Landscape on the Fecundity of Spider *Enoplagnatha ovata* (Clerck).- *Ecologia Polska*, 43, 1-2, s. 103-117.
- URBANČIČ, M. / ČAS, M., 2001. Tla habitatov divjega petelina v visokogorju Koroške.- Delno poročilo projekta: Ohranjanje habitatov ogroženih vrst divjadi in drugih prostoživečih živali v gozdnih ekosistemih in krajinah, gozdne kure - divji petelin (CRP - Gozd V4 0175), Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 19 s.
- WALLWORK, J. A., 1976. The Distribution and Diversity of Soil Fauna.- London, Academic Press, 355.
- WINCHESTER, N. N., 1997. The Arboreal Superhighway: Arthropods and Landscape Dynamics.- *The Canadian Entomologist*, 129, s. 595-599.