

Pomen gozdnega roba za biotsko raznolikost, s poudarkom na plenjenju nameščenih ptičjih gnezd

Effects of Forest Edge on Biodiversity with the Emphasis on Depredation of Planted Artificial Birds' Nests

Boštjan POKORNY*

Izvleček:

Pokorny, B.: Pomen gozdnega roba za biotsko raznolikost, s poudarkom na plenjenju nameščenih ptičjih gnezd. *Gozdarski vestnik*, št. 2/1999. V slovenščini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 35.

Gozdni rob je biotop, ki je zaradi robnega učinka velikega pomena za vrstno raznolikost. Tradicionalno pojmovanje gozdnega roba kot ekotona poudarja povečano število vrst v prehodni coni med dvema sosednjima ekosistemoma, novejša raziskava pa kažejo, da je aktivnost plenilcev v prehodni coni močno povečana, zato predstavlja gozdni rob za določene vrste posebno ekološko past. Negativni robni učinek je najbolj opazen pri gnezdenju ptic pevk v fragmentirani krajini. Da bi ugotovili vpliv nekaterih krajinskoekoloških dejavnikov na uspešnost gnezdenja ptic, smo izvedli poskus z umetnimi gnezdi. Poskus ni pokazal negativnega robnega učinka, zato pa smo ugotovili, da je izplen umetnih gnezd v suburban krajini večji kot v gozdnati, iz česar lahko sklepamo, da so talne gnezdilke bolj ogrožene kot gnezdilke grmovnega sloja. Kljub nekaterim pomislekom je potrebno generalistične plenilce upoštevati kot pomemben dejavnik, ki vpliva na vrstno sestavo, populacijsko gostoto in populacijsko dinamiko ornitofavne v fragmentirani krajini.

Ključne besede: gozdni rob, ekoton, ornitologija, gnezdenje ptic, robni učinek, plenilci gnezd, umetna gnezda, fragmentacija gozda, biotska raznolikost.

Abstract:

Pokorny, B.: Effects of Forest Edge on Biodiversity with the Emphasis on Depredation of Planted Artificial Birds' Nests. *Gozdarski vestnik*, No. 2/1999. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 35.

A forest edge as a biotop has a notable value for the biodiversity due to the edge effect. A traditional concept considers the forest edge as an ecotone with significantly higher species diversity comparing with adjacent ecosystems. Nevertheless, the recent studies have pointed out the increasing predators' activity in a transition zone. In consequence, the forest edge could be an ecological trap for particular prey species. Negative edge effect is well known for many breeding songbirds in fragmented landscape all over the world. With the intention of finding out the influence of some ecological characteristics of landscape over birds' nesting success a field study with the artificial nests has been made. The results show that the artificial nest-predation rate is much higher in the suburban landscape compared to the forested one from which we may conclude the predators jeopardise ground nesting much more as the above-ground nests. On the contrary, the results did not show the negative edge effect. In spite of some doubts the generalistic predators should be considered as an important factor which influences species composition, population density and population dynamic of ornithofauna in the fragmented landscape.

Key words: forest edge, ecotone, ornithology, birds' nesting, edge effect, nest predator, artificial nest, forest fragmentation, biodiversity.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Ohranitev biotske raznolikosti je po letu 1992, ko je bila na *Konferenci o okolju in razvoju* v Rio de Janieru sprejeta *Konvencija o biološki raznovrstnosti*, postala eden glavnih ciljev trajnostne rabe prostora v svetovnem merilu. Sodobna družba se je šele v zadnjem času začela zavedati krize izumiranja vrst, ki jo je s svojo aktivnostjo povzročil človek. Po oceni iz leta 1980 bi lahko do konca leta 2000 izumrlo 500.000 do 2.000.000 rastlinskih in živalskih vrst, kar pomeni skoraj 20 % vseh vrst, ki živijo na Zemlji (SHAFFER 1987). Spreminjanje, uničevanje in fragmentacija habitatov, komercialen lov, naseljevanje neavtohtonih vrst, klimatske spremembe ter onesnaževanje okolja so najpomembnejši vzroki izumiranja vrst in zmanjševanja biotske raznolikosti (DIAMOND 1986, MILLER 1998).

* B. P., univ. dipl. inž. gozd. ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave, Koroška 58, 3320 Velenje, SLO

Poznavanje biotske raznolikosti je predpogoj za njeno ohranitev. Predvsem je pomembno poznavanje ključnih - za ohranjanje biotske raznolikosti najpomembnejših - biotopov in zgradbe ter delovanja njihovih življenjskih združb. Med biotope, kjer je raznolikost največja in ki so za ohranitev le-te izjemnega pomena, sodijo ekotoni, kot so npr. gozdni robovi.

1.1 Opredelitev gozdnega roba

1.1 Definition of forest edge

Gozdni rob je stičišče dveh ali več gozdnih združb, različnih razvojnih faz znotraj njih ali pa stičišče gozda z drugimi ekosistemi. Ločimo torej notranje in zunanje robove gozda (PAPEŽ et al. 1997). Po nastanku so lahko inherentni (naravno pogojeni) in inducirani (povzročeni). Inherentni robovi so stabilni in nastanejo na meji med dvema rastlinskima združbama kot posledica topografskih, geomorfoloških, talnih ali mikroklimatskih sprememb. Inducirani robovi so kratkoživi in nastanejo kot posledica kratkotrajnih in izrazitih okoljskih ali antropogenih dejavnikov. O njih govorimo, ko se znotraj ene rastlinske združbe pojavijo različne razvojne faze (THOMAS 1979).

Za vrstno raznolikost je zlasti zanimiv zunanji gozdni rob, saj le-ta deluje kot ekoton, medtem ko je lahko v naravno pogojenih notranjih robovih zaradi ostrejših razmer tudi manj vrst kot v sosednjih združbah (PAPEŽ et al. 1997). Točnih podatkov o dolžini zunanjega gozdnega roba v Sloveniji ni, vendar pa Mlinšek (1996) ocenjuje, da meri najmanj 40.000 km, torej toliko kot ekvator. Njegovo oceno potrjujejo rezultati vzorčenja (ŽITNIK 1996), s katerim so ugotovili, da v ljubljanskem GGO-ju meri dolžina zunanjega gozdnega roba $39,16 \pm 2,29$ m/ha gozda. Ob upoštevanju vplivne površine 30 m na obe strani roba so v isti raziskavi tudi ugotovili, da znaša tako ocenjena vplivna površina $23 \% \pm 2 \%$ površine gozdov gozdnogospodarskega območja.

1.2 Namen raziskave in opredelitev problema

1.2 The purpose of a research and the definition of a problem

Gozdni rob že vse od leta 1933, ko je Aldo Leopold napisal delo *Game Management*, velja za prostor s povečanim številom vrst. Ker se tu srečujejo dva ali več različnih habitatskih tipov, je gozdni rob ekoton z izrazitim pozitivnim robnim učinkom (LEOPOLD 1933, cit. LOVEJOY et al. 1986).

Upošteva je gozdni rob kot ekoton, bi lahko sklepali, da je dolžina gozdnega roba v pozitivni soodvisnosti z vrstno raznolikostjo. Obratno naj bi veljalo za razmerje med velikostjo notranjega okolja gozda in širino robne cone. Vendar je podaljševanje gozdnega roba povezano s procesom fragmentacije gozdnega prostora, ki pomeni tudi zmanjšanje deleža notranjega okolja fragmenta. Fragmentacija lahko povzroči lokalno izginevanje vrst, zaradi česar se skupna raznolikost območja zmanjša, četudi naraste število robnih vrst. Lokalno izginotje vrst zaradi fragmentacije je posledica zmanjšanja velikosti fragmenta pod potrebno velikost areala aktivnosti za določeno vrsto, posledica izgube habitatske heterogenosti, izpostavljenosti negativnim vplivom zunanjega okolja in negativnega robnega učinka (WILCOVE et al. 1986). Vpliv slednjega je najbolj raziskan na primeru ptic (WILCOVE 1985, WILCOVE et al. 1986, LOVEJOY et al. 1986, YAHNER / SCOTT 1988, YAHNER et al. 1989, ANDREN 1992, RUDNICKY / HUNTER 1993, LEIMGRUBER et al. 1994, HASKELL 1995, DONOVAN et al. 1997, SUAREZ et al. 1997, ANDREN / ANGELSTAM 1998, HARTLEY / HUNTER 1998).

Ptice opravljajo celo vrsto pomembnih ekoloških funkcij: uravnavajo številčnost populacij žuželk in malih sesalcev, oprasha jejo številne rastlinske vrste in jih istočasno tudi razširjajo. Ker živijo v vseh biotih in so lahko opazne, hkrati pa so zelo občutljive na okoljske spremembe, so zelo dober indikator stanja in dogajanj v okolju. Izmed 219 vrst v Sloveniji poznanih gnezdil se številčnost občutno zmanjšuje 36 vrstam (GEISTER 1998), 130 (59 %) pa jih je uvrščeno na *Rdeči seznam ogroženih ptičjih gnezdil Slovenije* (BRAČKO et al. 1994). V svetovnem merilu je izmed 9.600 poznanih vrst 11 % ogroženih, nadaljnjim 58 % pa upada številčnost (MILLER 1998). Najpomembnejši vzrok njihove ogroženosti je izguba in fragmentacija primernih habitatov. Povečanje mejnega območja (robne cone) in s tem povečana izpostavljenost vrst plenilcem je ena najhujših posledic fragmentacije (WILCOVE et al. 1986, MILLER 1998).

Gozdni rob je prostor, kjer je aktivnost manjših plenilcev močno povečana (WILCOVE et al. 1986, FORMAN 1995). Zaradi izginotja velikih zveri in ujed (posledica fragmentacije) naraste številčnost malih plenilcev, kot so lisica ter predstavniki družine kun in vran (WILCOVE 1985, SOULE 1986, ANDREN 1992). Plenjene vrste, ki jih robna cona privlači, se zato znajdejo v ekološki pasti (SUAREZ et al. 1997). Že relativno majhno povečanje stopnje plenjenja lahko namreč v povezavi z ostalimi negativnimi dejavniki fragmentacije povzroči izumrtje nekaterih vrst ali vsaj lokalnih populacij določene vrste, saj so robni plenilci glede prehrane izraziti generalisti, zato zanje ne velja enostavna zveza, da velikost populacije ene vrste plena določa velikost populacije plenilca.

S krajinskoekološke perspektive se zato pojavljajo naslednja vprašanja:

- Ali je uspešnost gnezdenja (izplen gnezd) odvisna od oddaljenosti gnezda od gozdnega roba?
- Kako daleč v notranjost fragmenta sega povečano plenjenje oziroma kakšna mora biti velikost zaplate, da ima le-ta tudi notranje okolje glede na aktivnost plenilcev?
- Ali obstajajo razlike v izplenu gnezd znotraj zaplat istega obsega v odvisnosti od krajinskega tipa (primerjava med agrarno in gozdnato krajino)?
- Ali so gnezdilke z določeno strategijo gnezdenja bolj izpostavljene kot druge (primerjava med izpostavljenostjo talnih gnezdil s tistimi, ki gnezdiijo v grmovnem in drevesnem sloju)?

Da bi dobili odgovore na zastavljena vprašanja, smo na raziskovalnem taboru Vinska Gora '98 izvedli poskus z umetnimi gnezdi (POKORNY 1998). Zaradi številnih objektivnih pomanjkljivosti (prekratka izpostavljenost gnezd, neustrezen čas, vrstno neprimerna jajca itd.) smo želeli spoznati predvsem najustreznejšo metodologijo, ki bi nam v prihodnosti omogočila izvedbo obsežnejše raziskave o izpostavljenosti prosto gnezdečih ptičjih plenilcem. Ker je že Wilcove (1985) ugotovil, da gnezda duplarjev niso izpostavljena pritisku plenilcev, smo raziskavo omejili na prosto gnezdeče talne gnezdilce in gnezdilce grmovnega sloja.

1.3 Delovne hipoteze

1.3 Working hypothesis

Pred izvedbo poskusa smo izoblikovali naslednje delovne hipoteze:

- izplen gnezd je največji na meji med dvema ekosistemoma (gozdnem robu) in upada od roba proti notranjosti gozda;

- znotraj gozdnih fragmentov istega obsega je v agrarni krajini izplen gnezd večji kot v gozdnati krajini, saj je v slednji manjši plenilski pritisk predstavnikov vran (*Corvidae*);
- talne gnezditke so izpostavljene tako talnim kot letečim plenilcem, zato je ta skupina gnezditk najbolj podvržena negativnemu robnemu učinku.

2 DOSEDANJA RAZISKOVANJA PROBLEMA

2 PREVIOUS RESEARCH

2.1 Biotska raznolikost ornitofavne v gozdnem prostoru

2.1 The biodiversity of ornithofauna in the forest ecosystem

V Sloveniji je bilo do leta 1995 ugotovljeno pojavljanje 364 vrst ptic (BRAČKO et al. 1994), od katerih jih 219 pri nas tudi gnezdi (GEISTER 1995). Veliko pestrost gnezdeče ornitofavne v Sloveniji kaže primerjava z nekaterimi evropskimi državami, saj gnezdi v Veliki Britaniji prav tako 219 vrst, na Poljskem 224, v Avstriji 227, v Nemčiji 237 in v Italiji 254 vrst (PAPEŽ et al. 1997).

Čeprav so številne vrste glede svojih gnezditvenih habitatov izraziti generalisti, pa lahko iz dela *Ornitološki atlas Slovenije* (GEISTER 1995) okvirno povzamemo, da ima izmed 219 vrst gnezditk prednostno območje gnezdenja v vodnih in obvodnih ekosistemih 56 vrst (26 %), v agrikulturnih ekosistemih 30 vrst (14 %), v urbanih ekosistemih 15 vrst (7 %), v gozdnih ekosistemih (upoštevani so tudi gozdni rob) 84 vrst (38 %) in drugje (kamnolomi, peskokopi, svet nad gozdno mejo, grmišča in makija) 34 vrst (15 %). Izmed 84 vrst, ki imajo prednostni gnezditveni habitat v gozdnem ekosistemu, je za raziskavo zanimivih 19 vrst, ki gnezditve predvsem na tleh ali v grmovnem sloju. Te vrste so: fazan (*Phasianus colchicus*), gozdni jereb (*Tetrastes bonasia*), sloka (*Scolopax rusticola*) in podhujka (*Caprimulgus europaeus*) iz reda nepevcev ter drevesna cipa (*Anthus trivialis*), stržek (*Troglodytes troglodytes*), siva pevka (*Prunella modularis*), mali slavec (*Luscinia megarhynchos*), taščica (*Erithacus rubecula*), kos (*Turdus merula*), cikvot (*Turdus philomelos*), črnoglavka (*Sylvia atricapilla*), grmovščica (*Phylloscopus sibilatrix*), vrbja listnica (*Phylloscopus collybita*), dolgorepka (*Aegithalos caudatus*), rjavi srakoper (*Lanius collurio*), gnliček (*Serinus serinus*), zelenec (*Chloris chloris*) in kalin (*Pyrrhula pyrrhula*) iz reda pevcev.

2.2 Gozdni rob kot ekoton

2.2 Forest edge as an ecotone

Gozdni rob ni samo meja med gozdnim in negozdnim ekosistemom, tudi ni le vsota dejavnikov obeh ekosistemov, ampak je kakovostno nov ekosistem (ŽITNIK 1996). Thomas (1979) opredeljuje rob kot prostor, kjer se srečujejo različne rastlinske združbe; območje, v katerem so opazni vplivi prehoda med združbami, je ekoton.

Leopold (1933) je kot eno najbolj očitnih značilnosti ekotonov izpostavil bistveno višjo vrstno pestrost v primerjavi z drugimi habitatmi (cit. KROHNE 1998). Odum (1971) je definiral ekoton kot "prehod med dvema ali več različnimi združbami ...; biocenozo v ekotonu običajno sestavljajo številne vrste iz obeh sosednjih ekosistemov, poleg njih pa še organizmi, ki so značilni in pogosto omejeni na ekoton ...; povečanje raznolikosti in gostote organizmov na stikališču dveh združb je poznano kot robni efekt" (cit. HOLLAND / RISSER 1991).



Slika 1: Gozdni rob je velikega pomena za biotsko raznolikost

Figure 1: Forest edge has an essential value for the biodiversity

Pestrost prosto živečih živali je v ekotoni povezana s pestrostjo rastlinske združbe in s habitatsko raznolikostjo. V gozdnem robu uspevajo številne plodnosne drevesne in grmovne vrste. Za mnoge med njimi je značilna zoohorija. Med najpomembnejšimi prenašalci semen so ptiči, zato je v gozdnem robu opazna pozitivna povratna zveza med rastlinami in ornitofavno: rastline zagotavljajo sadeže, ki privlačijo veliko število ptic, le-te pa razširjajo semena, kar ima za posledico večanje številčnosti rastlin in s tem njihovih plodov (FORMAN / GODRON 1986).

Upravljanje z divjadjo je dolgo časa temeljilo na povečani biomasi in produktivnosti vretenčarjev v robni coni. Thomas (1979) navaja, da so robovi in njihovi ekotoni bogati z divjadjo tako glede številčnosti vrst kot številčnosti osebkov določene vrste. Vendar so upravljalci s prosto živečimi živalmi precenjevali pozitivni pomen robnega učinka za pestrost živalskega sveta, saj so jih zanimale predvsem lovne vrste divjadi, kot so srnjad (*Capreolus capreolus*), belorepi jelen (*Odocoileus virginianus*) ali fazan (*Phasianus colchicus*), ki so izraziti prebivalci gozdnega roba. Ko sta Gates in Gysel (1978) ugotovila, da je gnezditveni uspeh ptic pevk v bližini gozdnega roba bistveno nižji kot v notranjosti gozda, je postalo očitno, da ima gozdni rob izrazit negativen vpliv na nekatere rastlinske in živalske vrste (cit. WILCOVE et al. 1986).

2.3 Gozdni rob kot ekološka past

2.3 Forest edge as an ecological trap

Povečana biomasa rastlin za posledico povečano biomaso herbivorov, zaradi česar številne plenilske vrste usmerijo svojo aktivnost ravno v območje gozdnega roba. Plenjene vrste, ki jih gozdni rob privlači, se zato znajdejo v ekološki pasti. Ker se zaplate kot "otoški habitati" od pravih otokov razlikujejo po tem, da je življenjska združba zaplate v interakciji z združbo matice (izpostavljenost plenjenju in tekmovanju), lahko nastopi negativni robni učinek, katerega jakost narašča z upadanjem velikosti zaplate (LEVENSON 1981, cit. ANDREN / ANGELSTAM 1988).

Wilcove (1985) je bil med prvimi, ki je v Marylandu (ZDA) ugotovil, da je stopnja plenjenja gnezd v manjših zaplatah gozda večja kot v velikih, kar je pojasnil z dejstvom, da v majhnih zaplatah ni velikih plenilcev, ki bi uravnavali številčnost malih plenilcev. Isti avtor je tudi ugotovil, da je izplen gnezd odvisen od krajinskega tipa, saj je bilo v gozdnih zaplatah v agrarni

krajini izplenjenih 47,5 % gnezd, v suburbani krajini pa 70,5 % gnezd. Raziskave s Švedske (ANDREN / ANGELSTAM 1988) so pokazale, da v agrarni krajini stopnja plenjenja gnezd z oddaljenostjo od gozdnega roba proti notranjosti gozda upada, medtem ko v gozdni krajini teh razlik ni. Andren (1992) je ugotovil, da z večanjem deleža agrarnih ekosistemov narašča stopnja plenjenja gnezd. V pregledu vseh v ZDA opravljenih raziskav z umetnimi gnezdi sta Hartley in Hunter (1998) ugotovila, da je stopnja plenjenja gnezd v tesni povezavi z deležem gozda znotraj kroga s polmerom 10 km od središča raziskave (torej od krajinskega tipa) in da je negativen robni učinek prisoten predvsem v krajinah z majhnim deležem gozda. Do enakih zaključkov je prišel tudi Donovan s sod. (1997).

Raziskave Wilcova s sod. (1986) so pokazale, da povečano plenjenje sega 300 do 600 m v notranjost gozda, kar pomeni, da gozdni fragmenti, ki so manjši od 100 ha, dejansko nimajo notranjega okolja. V nasprotju z njimi sta Andren in Angelstam (1988) ugotovila, da robni učinek v oddaljenosti 200-500 m od gozdnega roba ni več zaznaven. Ocenjevanje globine notranjega okolja gozdnih zaplat in enot gozdnih matic je pokazalo, da je v Sloveniji le polovica površine gozdov oddaljena več kot 300 m od gozdnih robov, medtem ko je jeder, ki so od robov z negozdnimi zemljišči oddaljena nad kilometer, le 12 % celotne gozdne površine. Vsaj četrtino slovenskih gozdov predstavljajo površine, ki so od gozdnih robov oddaljene manj kot 150 m (HLADNIK 1998).

Večina raziskav uspešnosti gnezdenja ptic je bila opravljena v zmernem klimatskem pasu Evrope in Severne Amerike. Eno redkih izjem je raziskava iz Amazonije, kjer je Lovejoy s sod. (1986) proučeval vpliv inducirane gozdnega roba na pestrost ptic. Eno leto po opravljenem goloseku so v gozdnem robu odlovili 38 % manj ptic kot 50 m v notranjosti gozda in 60 % manj kot 1 km v notranjosti gozda. Podobne razlike so ugotovili tudi v številu vrst, saj so na robu odlovili 28, 1 km v notranjosti gozda pa 50 vrst. Poudariti pa je potrebno, da je raziskava pokazala upad pestrosti ornitofavne le za inducirane in ostre gozdne robove. Raziskava iz Illinois (SUAREZ et al. 1997) je pokazala, da je stopnja plenjenja vzdolž ostrih robov dvakrat večja kot vzdolž poraščenih robov. V nasprotju s tem pa v Pennsylvaniji (YAHNER et al. 1989) niso ugotovili razlik v izplenu gnezd med robovi z različno vegetacijsko zgradbo.

Wilcove (1985) je ugotovil razlike v izpostavljenosti gnezdilcev z različnimi strategijami gnezdenja: najbolj izpostavljeni so talni gnezdilci, medtem ko gnezda duplarjev praktično niso ogrožena. Do drugačnih zaključkov so prišli Yahner in Scott (1988), Yahner s sod. (1989) ter Rudnický in Hunter (1993), ki so ugotovili, da so talni gnezdilci manj izpostavljeni plenjenju kot tisti, ki gnezdiijo v grmovnem ali drevesnem sloju, saj so gnezda slednjih lažje dostopna letočim plenilcem, predvsem vrstam iz rodu vran (*Corvus*) in šoj (*Garrulus*, *Cyanocitta*).

2.3.1 Osnovne ekološke značilnosti najpomembnejših plenilcev gnezd

2.3.1 Some basic ecological characteristics of the most important nest-predator species

Čeprav so bile našete raziskave z umetnimi gnezdi opravljene na treh kontinentih, torej v razmerah z različno zastopano združbo plenilcev, pa vendarle obstaja pomembna analogija v izsledkih - najpomembnejši "krivci" povečanega plenjenja so generalistični plenilci, ki opravljajo glavnino svoje aktivnosti v agrarnih ekosistemih, vendar pa plenijo tudi znotraj gozdov.

Znano je (ANDREN 1992), da s fragmentacijo gozdnega prostora in z večanjem deleža agrikulturnih ekosistemov gostota generalističnih plenilcev bistveno naraste.

V prehrani večine generalističnih plenilcev so jajca zastopana z manj kot 1 % deležem, saj gnezd ne iščejo namerno, temveč jih plenijo povsem naključno med iskanjem drugih prehranskih virov. Zaradi tega so najbolj pogoste vrste tudi najpomembnejši plenilci gnezd (ANDREN 1992).

Med najpomembnejše plenilce ptičjih gnezd spadajo predstavniki vranov (YAHNER / SCOTT 1988, YAHNER et al. 1989, ANDREN 1992). Krokav (Corvus corax), navadna kavka (Corvus monedula), sraka (Pica pica) in delno tudi šoja (Garrulus glandarius) so habitatski specialisti. Krokav in šoja imata prednostni habitat v notranjem okolju gozda, sraka in kavka pa v agrikulturnih ekosistemih. V nasprotju z njimi sta siva in črna vrana (Corvus corone ssp.) izrazita habitatska generalista. Zaradi svoje številčnosti je zlasti siva vrana zelo pomemben plenilec gnezd v gozdnem robu in v manjših gozdnih zaplatah v agrarni krajini. V fragmentirani gozdnati krajini je pomemben plenilec gnezd tudi šoja (ANDREN 1992).

Med zvermi so najpomembnejši plenilci gnezd lisica (Vulpes vulpes), jazbec (Meles meles), kuna zlatica (Martes martes), kuna belica (Martes foina), hermelin (Mustela erminea), mala podlasica (Mustela foina) in dihur (Mustela putorius). Lisica je habitatski in prehranski generalist, ki pleni gnezda povsem naključno; jajca predstavljajo v njeni prehrani okrog 2 % (LABHARDT 1994, KRYŠTUFEK et al. 1988). Jazbec je sicer gozdna žival, ki pa ne potrebuje velikih strnjenih sestojev. Andersen (1954) je ugotovil, da so v prehrani jazbecov na Danskem ptičja jajca zastopana s 7 % deležem (cit. KRYŠTUFEK et al. 1986). Z izjemo kune zlatice, ki je tipična prebivalka gozdne krajine, so vse ostale predstavnice kun prebivalke kulturne krajine in so glede prehrane generalisti. Jajca in ptice so v njihovi prehrani zastopane s 5 % do 10 % deležem, pri čemer največjo nagnjenost do tega prehranskega vira kaže dihur (KRYŠTUFEK et al. 1986). Zelo pomembni plenilci gnezd ptic pevk so mali glodalci (HASKELL 1995, LEIMGRUBER et al. 1997). Priložnostno plenijo gnezda tudi divji prašiči (Sus scrofa) (KRŽE 1982).

3 METODE DELA

3 WORKING METHODS

Na raziskovalnem taboru Vinska Gora '98 smo izvedli poskus z umetnimi gnezdi, in sicer v gozdnati in v suburban krajini. V gozdnati krajini smo umetna gnezda postavili v treh transektih dolžine 350 m na severnem pobočju Ternjaka, in sicer od gozdnega roba navzgor do vrha hriba (675-785 m n.v.). Vsi trije transekti so ležali v združbi bukovja s tevjem (Hacquetio-Fagetum). Transekt 1 in 2 sta bila položena v semenski sestoj bukve, transekt 3 pa v sestoj bukve z antropogeno primesjo smreke in macesna. V suburban krajini smo za vzorčni sestoj izbrali zasmrečen sestoj v neposredni bližini Vinske Gore (355-375 m n.v.). Upoštevali smo oddaljenost od gozdnega roba, smo gnezda (razen enega) postavili v parih (talno gnezdo in gnezdo v grmovnem sloju). Oddaljenost med pari je bila 35 m. Skupno smo postavili 73 gnezd (66 v gozdnati in 7 v suburban krajini).

Osnovni namen raziskave je bil usmerjen k ugotavljanju stopnje plenjenja gnezd v odvisnosti od oddaljenosti od gozdnega roba. Zaradi tega je predstavljala glavni objekt raziskave sestoj v gozdnati krajini, medtem ko smo sestoj v suburban krajini vključili le za primerjavo in smo v njem položili bistveno manj gnezd. Kljub temu je primerjava vpliva krajinskega tipa na stopnjo plenjenja možna in zanimiva.

Gnezda smo postavili na tla in v grmovni sloj po opisani metodologiji (WILCOVE 1985, ANDREN / ANGELSTAM 1988, YAHNER et al. 1989). Pri poskusu smo uporabili jajca domačih kokoši (*Gallus gallus*), kot umetna gnezda pa plastične podstavke cvetličnih lončkov s premerom 10 cm. Vsak podstavek smo pokrili s suhim listjem in vanj položili 2 jajci. Okrog talnih gnezd smo posuli mivko, da bi po stopinjah ugotovili plenilca. Pri delu smo uporabljali gumijaste rokavice, da bi zmanjšali vonj po človeku.

Slika 2: Umetno gnezdo, postavljeno na tla (Vse foto: Boštjan Pokorny)

Figure 2: The artificial grounding nest (All photo: Boštjan Pokorny)



Gnezda smo postavili v ponedeljek, 17. 8. 1998. Izplen smo preverjali trikrat: prvič po dveh, drugič po štirih in tretjič po desetih nočeh izpostavljenosti. Istočasno s pregledom gnezd smo izvedli popis osnovnih ekoloških karakteristik posameznega para gnezd: oddaljenost od gozdnega roba, razvojno fazo gozda, sklep krošenj, pokrovnost zeliščnega in grmovnega sloja, skalovitost, položaj gnezda in vrsto najbližjega drevesa.

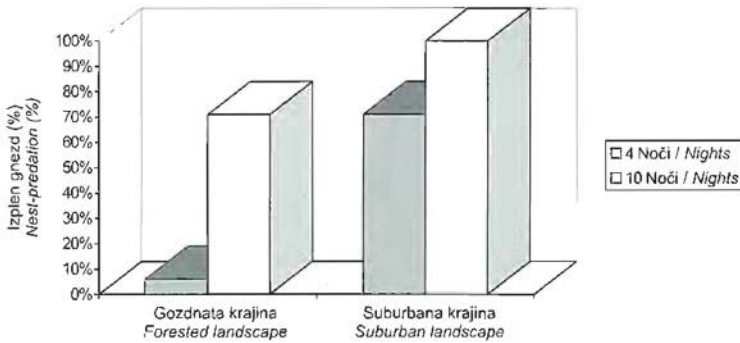
4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4 RESULTS AND DISCUSSION

Po dveh nočeh ni bilo izplenjeno nobeno gnezdo. Pri drugem pregledu (po štirih nočeh) smo našli 4 izplenjena talna gnezda v gozdnati krajini ter 5 izplenjenih gnezd (3 talna in 2 v grmovnem sloju) v suburbani krajini. Po desetih nočeh je bilo skupno izplenjenih 54 gnezd: v suburbani krajini so bila izplenjena vsa gnezda, v gozdnati krajini pa 71 % postavljenih gnezd (82 % talnih in 60 % v grmovnem sloju).

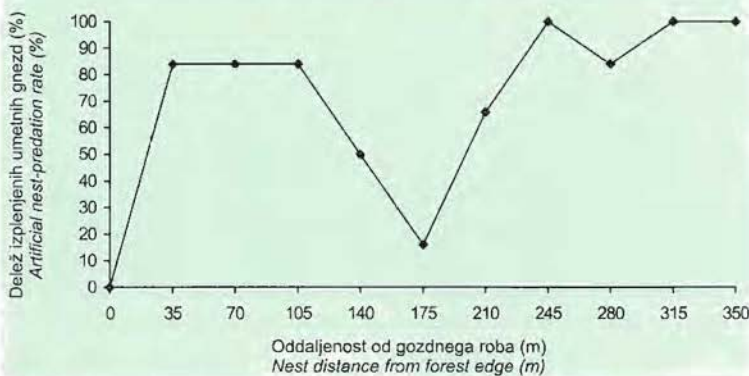
Plenilca nam je uspelo določiti v enajstih primerih. V enem primeru je bila to kuna (*Martes sp.*), v desetih pa srednje velik ptič, po vsej verjetnosti šoja (*Garrulus glandarius*). Ker v preostalih izplenjenih gnezdih ni bilo nobenih ostankov skljuvanih jajc, domnevamo, da so bili plenilci predstavniki zveri - lisica ali kuna.

Poskus je potrdil dve hipotezi, in sicer: da je vpliv plenilcev na uspešnost gnezdenja ptic v suburbani krajini bistveno večji kot v gozdnati (grafikon 1) in da so talni gnezdilci bolj ogroženi kot gnezdilci grmovnega sloja. Prvo ugotovitev si lahko razlagamo z večjo prisotnostjo vranov v suburbani krajini v primerjavi z gozdnato, zanemariti pa ne gre tudi plenjenja domačih mačk in psov. Za talne gnezdilce pa velja, da so izpostavljeni večjemu številu plenilskih vrst kot gnezdilci grmovnega sloja, saj jih poleg vranov ogrožajo tudi male zveri.



Grafikon 1: Primerjava deleža izplenjenih umetnih gnezd med gozdnato in suburbano krajino
Graph 1: The comparison of artificial nest-predation rates in forested and suburban landscape

Hipotezo o negativnem robnem učinku (povečanem izplenu na gozdnem robu) je poskus ovrgel. Izplen gnezd na pobočju Temnjaka je bil namreč v nasprotju z našimi pričakovanji zabeležen po celotnem transektu, neizplenjena pa so ostala le posamezna gnezda v različni oddaljenosti od roba (grafikon 2). Posebej zanimivo je, da so ostala neizplenjena vsa gnezda, ki so bila postavljena v samem gozdnem robu. Vzrok je predvsem v večji skritosti gnezd (razvitost grmovnega sloja), s čimer se da pojasniti tudi naključno pojavljanje neizplenjenih gnezd po transektih. Za večino lokacij neizplenjenih gnezd namreč velja, da je bil tam grmovni ali zeliščni sloj zelo dobro razvit. Kljub temu, da vzorec izplena gnezd ni izrazit, imamo občutek, da ima v gozdnati krajini na izplen gnezd največji vpliv pokrovnost grmovnega in zeliščnega sloja (skritost gnezd), medtem ko o negativnem robnem učinku ne moremo govoriti. Ugotovitev se ujema z zaključki Andrena in Angelstama (1988), ki zaradi nižje številčnosti vranov v gozdnati krajini nista ugotovila negativnega robnega učinka.



Grafikon 2: Vpliv oddaljenosti od gozdnega roba na delež izplenjenih umetnih gnezd
Graph 2: Artificial nest-predation rates in dependence of distance from forest edge

S poskusom nismo ugotovili vpliva drevesne sestave na stopnjo izplena gnezd. Transekt 1 in 2 sta bila položena v semenskem sestavu buke, transekt 3 pa v sestavu buke s primesjo smreke in macesna. Kljub prisotnosti iglavcev med transekti v izplenu ni bilo opaznih razlik. Omeniti pa velja, da v vrstni sestavi zeliščnega in grmovnega sloja ni bistvenih razlik med transekti (rastišče *Hacquetio-Fagetum*).

V večini dosedanjih raziskav so bila gnezda izpostavljena 5 noči. Razlika med prvim, drugim in tretjim pregledom je pokazala, da bi poskus moral trajati vsaj 10-20 dni, kolikor v povprečju traja gnezdenje ptic. Vendar se bistveno povečanega izplena med tremi pregledi ne da razložiti le z daljšim

časom izpostavljenosti, ampak so verjetno vzroki tudi druge; omeniti velja predvsem izgubo vonja po človeku in etološki odziv plenilcev (priučitev na novo prehransko komponento).

5 ZAKLJUČKI

5 CONCLUSIONS

Od zgradbe krajine je v veliki meri odvisna biotska raznolikost, saj je mozaično prepletanje krajinskih elementov in ustrezno razmerje med velikimi in malimi zaplatami znotraj neke matice predpogoj, da so v krajini prisotne tako vrste notranjega okolja kot vrste robnih con. Gozdni rob je biotop, ki je zaradi robnega učinka velikega pomena za vrstno raznolikost. Tradicionalno pojmovanje gozdnega roba kot ekotona poudarja povečano število vrst v prehodni coni med dvema ekosistemoma, novejša raziskave pa kažejo, da je aktivnost plenilcev v prehodni coni povečana, zato lahko predstavlja gozdni rob za določene vrste ekološko past.

Zaradi nekaterih pomanjkljivosti (prekratka izpostavljenost gnezd, odsotnost starševske ptice, uporaba vrstno neprimernih jajc, neustrezen čas itd.) poskus z umetnimi gnezdi ne kaže dejanske naravne izpostavljenosti gnezd, pač pa je pokazatelj relativne izpostavljenosti v odvisnosti od velikosti fragmenta, oddaljenosti od gozdnega roba, krajinskega tipa in strategije gnezdenja. Da bi ugotovili dejanski vpliv nekaterih krajinskoekoloških parametrov na uspešnost gnezdenja ptic v naših razmerah, bi bilo smiselno - na podlagi dosedanjih ugotovitev in izkušenj - ponoviti poskus v poglubljeni in razširjeni obliki.

Plenilske vrste so sestavni del prehranjevalnih verig. Zaradi uravnavne vloge so odločilen člen za stabilno delovanje življenjskih združb in so kot takšne nujno potrebne v vsakem ekosistemu. Povečana stopnja plenjenja sama po sebi še ne pomeni nujno tudi ogrožanja določenih vrst, saj imajo plenjene vrste razvite številne obrambne mehanizme, kot so večje število gnezd in zmanjšana smrtnost odraslih osebkov (OPDAM 1991). Vendar lahko porast številčnosti majhnih generalističnih plenilcev (npr. lisica, vrani) v kombinaciji z drugimi negativnimi dejavniki ogrozi obstoj določenih lokalnih populacij redkih vrst ptic, kot so sloka, podhujka ali rjavi srakoper. Na številčnost majhnih plenilcev pa odločilno vpliva človek z neposrednimi (npr. cepljenje proti steklini) in še bolj s posrednimi (izboljšanje habitatske primernosti) ukrepi. Primer slednjih je fragmentacija gozdnega prostora zaradi urbanizacije in številnih golosekov, ki so se zaradi neurejenih razmer v slovenskem gozdarstvu pojavili v zadnjem desetletju. V takšnih razmerah je generalistične plenilce potrebno upoštevati kot pomemben dejavnik, ki vpliva na vrstno sestavo, populacijsko gostoto in populacijsko dinamiko ornitofavne v fragmentirani krajini.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujem se članom gozdarske skupine: Urški Videmšek (Gimnazija Velenje), Mateji Viher (Gimnazija Ravne), Blažu Brulcu in Davidu Kralju (oba Gimnazija Novo mesto), ki so s svojim mladostnim poletom poskrbeli, da je bila izvedba poskusa še bolj zanimiva, kot bi bila sicer. Prispevek so obogatili strokovni nasveti prof. dr. Mihe Adamiča in prof. dr. Boštjana Anka ter lektorski pregled Simone Diklič. Za porabo dragocenega časa sem vsem globoko hvaležen.

EFFECTS OF FOREST EDGE ON BIODIVERSITY WITH THE EMPHASIS ON DEPREDAATION OF PLANTED ARTIFICIAL BIRDS' NESTS

Summary

A landscape structure has a notable influence over the biodiversity. A mosaic structure of landscape components and a matrix composed of both big and small patches are the prerequisite for the presence of the interior species as well as the edge species. A forest edge as a biotop has a significant value for the biodiversity due to the edge effect. A traditional concept considers the forest edge as an ecotone with significantly higher species diversity compared to adjacent ecosystems. Nevertheless, the recent studies have pointed out the increasing predators' activity in a transition zone. In consequence, the forest edge could be an ecological trap for particular prey species. Negative edge effect is well known for many nesting songbirds in fragmented landscape.

With the intention of finding out the influence of some ecological characteristics of landscape over birds' nesting success a field study with the artificial nests has been done. On the basis of the results we tried to answer the following questions:

- How does the distance from the forest edge influence the birds' nesting success?
- What is the minimum size of the forest patch to have the interior considering the predators' activity?
- Are there some differences in nest-predation rates considering the landscape type?
- Are the avian species with certain nesting strategy more exposed to predation compared to another ones (the comparison among ground nests and the above-ground nests)?

The depredation of nests had been controlled for three times: after two, four and ten nights of exposure. Both first and second control were made too soon, thus the results of the third control are the most interesting. They show that the artificial nest-predation rate is much higher in the suburban landscape compared to the forested one (100 % and 71 % nest-predation rates, respectively) from which we may conclude the predators jeopardise ground nests much more as the above-ground nests (82 % and 60 %, respectively). The first statement could be explained with higher density of ravens in suburban landscape compared to the forested one as well as with the higher predation of domestic animals (e.g. dogs and cats) in the suburban landscape. The ground nests are threatened not only by the avian predators (ravens) but also by the small carnivores. On the contrary, the results did not show the negative edge effect. The nest-predation rate depends mostly on the density of herb and shrub layer (nests' secrecy) while the distance from the forest edge has no significant influence on the predation of nests.

Due to some deficiency (visibility of nests, absence of parents, use of inappropriate eggs etc.) the field study with artificial nests does not show the real natural exposure of nests. Nevertheless, it could be the perfect indicator of relative exposure in dependence of some landscape and ecological characteristics, such as a patch size, the distance from the forest edge, the landscape type and the nesting strategy. In spite of some doubts the generalistic predators should be considered as an important factor which influences species composition, population density and population dynamic of ornithofauna in the fragmented landscape.

VIRI / REFERENCES

- ANDREN, H. / ANGELSTAM, P., 1988. Elevated Predation Rates as an Edge Effect in Habitat Islands: Experimental Evidence.- *Ecology*, 69 (2), s. 544-547.
- ANDREN, H., 1992. Corvid Density and Nest Predation in Relation to Forest Fragmentation: a Landscape Perspective.- *Ecology*, 73 (3), s. 794-804.
- BRAČKO, F. / SOVINČ, A. / ŠTUMBERGER, B. / TRONTELJ, P. / VOGRIN, M., 1994. Rdeči seznam ogroženih ptic gnezdljk Slovenije.- *Acrocephalus*, XV (67), s. 166-188.
- DIAMOND, J., 1986. The Design of a Nature Reserve System for Indonesian New Guinea.- V: SOULE, M. E., 1986. *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*.- Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, s. 491.
- DONOVAN, T. M. / JONES, P. W. / ANNAND, E. M. / THOMPSON, F. R., 1997. Variation in Local-Scale Edge Effects: Mechanisms and Landscape Context.- *Ecology*, 78 (7), s. 2064-2075.

- FORMAN, R. T. T. / GODRON, M., 1986. Landscape Ecology.- Wiley & Sons, New York.
- FORMAN, R. T. T., 1995. Land Mosaics: the Ecology of Landscapes and Regions.- Cambridge University Press, Cambridge, 525 s.
- GEISTER, I., 1995. Ornitološki atlas Slovenije.- DZS, Ljubljana, 287 s.
- GEISTER, I., 1998. Ali ptice res izginjajo?- Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 203 s.
- HARTLEY, M. J. / HUNTER, M. L., 1998. A Meta-Analysis of Forest Cover, Edge Effects and Artificial Nest Predation Rates.- Conservation Biology, 12 (2), s. 465-469.
- HASKELL, D. G., 1995. A Reevaluation of the Effects of Forest Fragmentation on Rates of Bird-Nest Predation.- Conservation Biology, 9 (5), s. 1316-1318.
- HLADNIK, D., 1998. Gorski gozdovi v krajinski matici na Slovenskem.- V: DIACI, J. (edit.), 1998. Gorski gozd. Zbornik referatov XIX. gozdarskih študijskih dni, Logarska dolina. BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, s. 451-464.
- HOLLAND, M. M. / RISSER, P. G., 1991. Introduction.- V: HOLLAND, M. M. / RISSER, P. G. / NAIMAN, R. J., 1991. Ecotones: the Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments.- Chapman and Hall, New York, s. 1-7.
- KROHNE, D. T., 1998. General Ecology.- Wadsworth Publishing Company, Belmont, s. 466-512.
- KRŽE, B., 1982. Divji prašič: biologija, gojitev, ekologija.- Lovska zveza Slovenije, Ljubljana, 183 s.
- KRYŠTUFEK, B. / KRŽE, B. / HONIGSFELD, M. / LESKOVIC, B., 1986. Zveri: kune.- Lovska zveza Slovenije, Ljubljana, 321 s.
- KRYŠTUFEK, B. / BRANCELJ, A. / KRŽE, B. / ČOP, J., 1988. Zveri: medvedi, psi, mačke.- Lovska zveza Slovenije, Ljubljana, 317 s.
- LABHARDT, F. (slovenski prevod KRŽE, B.), 1994. Lisica.- Lovska zveza Slovenije, Ljubljana, 173 s.
- LEIMGRUBER, P. / McSHEA, W. J. / RAPPOLE, J. H., 1994. Predation on Artificial Nests in Large Forest Blocks.- J. Wildl. Manage, 58 (2), s. 254-259.
- LOVEJOY, T. E. / BIERREGAARD, R. O. / RYLANDS, A. B. / MALCOLM, J. R. / QUINTELA, C. E. / HARPER, L. H. / BROWN, K. S. / POWELL, A. H. / POWELL, G. W. N. / SCHUBART, H. O. R. / HAYS, M. B., 1986. Edge and Other Effects of Isolation on Amazon Forest Fragments.- V: SOULE, M. E., 1986. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity.- Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, s. 257-285.
- MILLER, G. T., 1998. Sustaining the Earth (third edition).- Wadsworth Publishing Company, Belmont, s. 163-168.
- MLINŠEK, D., 1996. Temelji ekosistemskega gozdarstva.- GozdV. 54 (9), s. 388-402.
- OPDAM, P., 1991. Metapopulation Theory and Habitat Fragmentation: a Review of Holarctic Breeding Birds Studies.- Landscape ecology, 5 (2), s. 93-106.
- PAPEŽ, J. / PERUŠEK, M. / KOS, I., 1997. Biotska raznolikost gozdnate krajine z osnovami ekologije in delovanja ekosistema.- Gozdarska založba. Ljubljana, 161 s.
- POKORNY, B., 1998. Pomen gozdnega roba za biotsko raznolikost gozdnate krajine.- Zaključno poročilo gozdarske skupine z raziskovalnega tabora Vinska Gora '98. ERICo Velenje, DP-340/98, 9 s.
- RUDNICKY, T. C. / HUNTER, M. L., 1993. Avian Nest Predation in Clearcuts, Forests and Edges in Forest-Dominated Landscape.- J. Wildl. Manage, 57 (2), s. 358-364.
- SHAFFER, M., 1987. Minimum Viable Populations: Coping with Uncertainty.- V: SOULE, M. E. (edit.), 1987. Viable Populations for Conservation.- Cambridge University Press, Cambridge, s. 69-86.
- SOULE, M. E., 1986. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity.- Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 584 s.
- SUAREZ, A. V. / PFENNIG, K. S. / ROBINSON, S. K., 1997. Nesting Success of a Disturbance-Dependent Songbird on Different Kinds of Edges.- Conservation Biology, 11 (4), s. 928-935.
- THOMAS, J. W., 1979. Wildlife Habitats in Managed Forests.- U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Portland, 512 s.
- ŽITNIK, S., 1996. Ocena dolžine gozdnega roba v ljubljanskem gozdnogospodarskem območju.- GozdV. 54 (2), s. 112-115.
- WILCOVE, D. S., 1995. Nest Predation in Forest Tracts and the Decline of Migratory Songbirds.- Ecology, 66 (4), s. 1211-1214.
- WILCOVE, D. S. / McLELLAN, C. H. / DOBSON, A. P., 1986. Habitat Fragmentation in the Temperate Zone.- V: SOULE, M. E., 1986. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity.- Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, s. 237-256.
- YAHNER, R. H. / SCOTT, D. P., 1988. Effects of Forest Fragmentation on Depredation of Artificial Nests.- J. Wildl. Manage, 52 (1), s. 158-161.
- YAHNER, R. H. / MORRELL, T. E. / RACHAEL, J. S., 1989. Effects of Edge Contrast on Depredation of Artificial Avian Nests.- J. Wildl. Manage, 53 (4), s. 1135-1138.