

GDK 907+15:148.2(497.4)(045)=163.6

Ekološke značilnosti habitata in potencialna razširjenost izbranih kvalifikacijskih gozdnih vrst ptic (Aves) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: prvi pristop z modeliranjem

Ecological characteristics of habitats and potential distribution of selected qualification forest bird (Aves) species in the scope of Natura 2000 network in Slovenia: the first modelling approach

Al VREZEC¹, Maarten de GROOT², Andrej KOBLER³, Tomaž MIHELICH⁴,
Miran ČAS⁵, Davorin TOME⁶

Izvleček:

Vrezec, A., de Groot, M., Kobler, A., Mihelič, T., Čas, M., Tome, D.: Ekološke značilnosti habitata in potencialna razširjenost izbranih kvalifikacijskih gozdnih vrst ptic (Aves) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: prvi pristop z modeliranjem. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, š. 10. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 90. Prevod avtorji. Jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V članku je predstavljen prvi poskus velikoprostorskega vrednotenja habitata štirih gozdnih vrst ptic evropskega varstvenega pomena: divjega petelina (*Tetrao urogallus*), kozača (*Strix uralensis*), belohrbtega detla (*Dendrocopos leucotos*) in belovratnega muharja (*Ficedula albicollis*). Na podlagi obstoječih velikoprostorskih baz podatkov je bil analiziran izbor habitata izbranih vrst ptic in izdelane so bile karte potencialne primernosti habitatov vrst z uporabo strojnega učenja. Ker gre za gozdne specialiste, se je pri vseh oddaljenost od naselij ali kmetijskih površin izkazala za pomemben parameter habitata, pri večini vrst pa tudi lesna zaloga v sestoju, kar kaže na navezanost na starejše razvojne faze. To so prvi tovrstni modeli, ki jih bo treba v nadaljnjih raziskavah z bolj usmerjenim in ciljnim terenskim delom nadgraditi in razširiti še na druge vrste.

Ključne besede: Natura 2000, prostorski model, habitat, divji petelin, *Tetrao urogallus*, kozača, *Strix uralensis*, belohrbti detel, *Dendrocopos leucotos*, belovrati muhar, *Ficedula albicollis*, Slovenija

Abstract:

Vrezec, A., de Groot, M., Kobler, A., Mihelič, T., Čas, M., Tome, D.: Ecological characteristics of habitats and potential distribution of selected qualification forest bird (Aves) species in the scope of Natura 2000 network in Slovenia: the first modelling approach. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, vol. 10. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 90. Translated by authors, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

In the article, we present the first attempt of a large scale habitat evaluation in Slovenia which we performed on four bird species of European conservation concern: Capercaillie (*Tetrao urogallus*), Ural Owl (*Strix uralensis*), White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*), and Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). With the use of existing large-scale databases we analysed the habitat selection and the potential distribution of the four species. Since all species are forest specialists, distance to the nearest settlement or to the agricultural land was an important habitat parameter. For most of the species we found also that the stand growing stock was important, which indicates the significance of presence of older developmental stages in the forests. These models are the first of this kind in Slovenia. However, upgrading with additional field data is necessary. Furthermore, in the context of nature conservation and specifically Natura 2000 is important this procedure is also done for other species.

Key words: Natura 2000, spatial model, habitat, Capercaillie, *Tetrao urogallus*, Ural Owl, *Strix uralensis*, White-backed Woodpecker, *Dendrocopos leucotos*, Collared Flycatcher, *Ficedula albicollis*, Slovenia

¹ Doc. dr. A. V., univ. dipl. biol., Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: al.vrezec@nib.si

² Dr. M. de G., univ. dipl. biol., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: maarten.degroot@gozdis.si

³ Dr. A. K., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: andrej.kobler@gozdis.si

⁴ T. M., univ. dipl. inž. gozd., DOPPS, Tržaška 2, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: tomaz.mihelic@dopps.si

⁵ Dr. M. Č., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: miran.cas@gozdis.si

⁶ Prof. dr. D. T., univ. dipl. biol., Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-naslov: davorin.tome@nib.si

1 UVOD

Posebna zavarovana območja (SPA) so bila po določilih Direktive o ohranjanju prostoživečih vrst ptic ali Ptičje direktive (79/409/EEC) opredeljena že leta 2003 (Božič, 2003) s kasnejšo revizijo, ki daje zdajšnjo podobo omrežja Natura 2000 v Sloveniji po Ptičji direktivi (Denac s sod., 2011). V Sloveniji je bilo doslej zabeleženo pojavljanje 122 vrst ptic, ki jih navaja Dodatek I. Ptičje Direktive kot vrste, pomembne za opredeljevanje območij SPA. Vendar vse izmed teh vrst v Sloveniji nimajo statusa kvalifikacijskih vrst zaradi različnih vzrokov (Denac s sod., 2011): (1) izjemno redki in naključni gosti, (2) negnezdeče vrste, ki se v majhnem številu pojavljajo razpršeno po vsej državi, (3) vrste, ki nikjer ne dosegajo po direktivi določenega populacijskega minimuma, (4) maloštevilne gnezdilke in gnezditve z nejasnim gnezditvenim statusom, (5) pogoste in splošno razširjene gnezditve, za katere ni mogoče opredeliti jasno izstopajočih območij v Sloveniji. Na podlagi teh določil je bilo v Sloveniji kot kvalifikacijskih izbranih petdeset vrst, med katerimi je osemnajst vrst vezanih na gozd ali podobne drevesne sestoje (Denac s sod., 2011). Gre torej za izbor vrst, na katere neposredno vpliva gospodarjenje z gozdovi, ki se lahko odrazi kot (dopolnjeno po Tucker in Evans, 1997; Trilar in Vrezec, 2009):

(1) pomanjkanje odmrle lesne mase: odmrle lesna masa (sušice, podrtice, lesni ostanki) oziroma v njej razvijajoče se žuželke so pomemben plen za specializirane vrste ptic, denimo žolne in detle (Aulén, 1991; Melletti in Penteriani, 2003; Czeszczewik s sod., 2013). Količina odmrle lesne mase je lahko za nekatere gozdne ptice izjemno pomemben element v habitatu, saj se je na primer kot najbolj ugoden habitat za žolne in detle izkazal gozd z 10–58 m³ odmrle lesne mase/ha (Müller in Büller, 2010). Pomen stoječih sušic se je kot velik izkazal za mnoge ptice kot vir hrane ali kot gnezdišče (Butler s sod., 2004). Podrtice dreves v zrelih gozdovih so značilno zavetje za gnezdenje divjega petelina (*Tetrao urogallus*), na primer na Kitajskem (Sun Yue Hua, 1995) in v Sloveniji, s 3–5 podrticami s premeri debel več kot 20 cm na hektar (Čas, 2006);

(2) pomanjkanje gnezditvenih dreves: pomanjkanje primernih gnezdišč je lahko pomemben

omejitveni dejavnik za ptice v okolju, kar še posebno velja za duplarje (Lohmus, 2003) ali vrste, ki gradijo večletna gnezda na visokih drevesih, denimo večje ujede in črna štoklja *Ciconia nigra* (Tucker in Evans, 1997). Število in prisotnost dupel v gozdnem sestoju je v povezavi s starostjo sestoja in količino odmrle lesne mase (Newton, 1998). Gnezdilnice so se pri več vrstah sicer izkazale kot uspešen nadomestek dupel (Petty s sod, 1994), a ne zadostijo celostnemu varovanju biotske pestrosti, zato je ohranjanje prevotlenih dreves eden ključnih naravovarstvenih ukrepov v gozdovih (Vrezec, 2011);

(3) spremenjena struktura in tip gozda: za ohranjanje nekaterih ogroženih in specializiranih vrst ptic so ključne starejše razvojne faze gozda (npr. Adamič, 1987; Žnidaršič in Čas, 1999) in tudi tip gozda, saj se denimo divji petelin (*Tetrao urogallus*) v glavnem pojavlja v odraslih iglastih gozdovih (Čas, 2002; 2006), medtem ko je belovrati muhar (*Ficedula albicollis*) specializiran na listnate gozdove (Kralj s sod., 2009). Pri gospodarjenju z gozdom se lahko spremenita struktura in tip gozda (Čas in Adamič, 1998; Kutnar s sod., 2005), na primer s pogozdovanjem in zaraščanjem izsekanih površin z neavtohtonimi vrstami dreves, s čimer lahko nastajajo za preživetje gozdnih specialistov neugodni homogeni sestoji (Čas, 1979, 2006; Klaus in Bergman, 1994; Tucker in Evans, 1997);

(4) goloseki: golosek je povezan z izgubo habitata zlasti specializiranih gozdnih vrst (Tucker in Evans, 1997), rezultat ponovne pogozditve golosečnih površin pa je a navadno enostaven enomerni gozd ali t.i. nenaravna in nestabilna lesna njiva (Mlinšek, 1989), ki je za preživetje gozdnih specialistov manj ustrezen od raznomernih in s selektivno sečnjo gospodarjenih gozdov (npr. Mihelič s sod., 2000a; Čas, 2000a, 2006; Zeiler s sod., 2002);

(5) razdrobljenost: razdrobljenost gozdnega prostora je pogosto eden glavnih razlogov zmanjševanja specializiranih gozdnih vrst, čeprav so učinki razdrobljenosti na različne vrste različni (Andrén, 1994; Walters, 1998; Angelstam in Čas, 2002; Angelstam, 2004). Obseg razdrobljenosti je še posebno pereč v nižinah, učinki pa so večji pri izrazito gozdnih vrstah, manj pa pri tistih, ki v gozdu le gnezdiijo, hranijo pa se večji del v negozdnih okoljih;



Slika 1: Izbrane gozdne kvalifikacijske vrste ptic po Ptičji direktivi EU v Sloveniji: (a) divji petelin (*Tetrao urogallus*), (b) kozača (*Strix uralensis*), (c) belohrbti detel (*Dendrocopos leucotos*) in (d) belovrati muhar (*Ficedula albicollis*). (foto: Tomaž Mihelič, Dejan Bordjan)

Figure 1: Selected forest qualification bird species listed at Bird Directive: (a) Capercaillie (*Tetrao urogallus*), (b) Ural Owl (*Strix uralensis*), (c) White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) and (d) Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). (photo: Tomaž Mihelič, Dejan Bordjan)

(6) motnje in nemir: neposredni vpliv sečnje je tudi motnja v okolju, ki je pri nekaterih bolj občutljivih vrstah za gnezda ali v bližini gnezda v času gnezdenja lahko še posebno pereča. Podobno učinkuje tudi nemir zaradi neusmerjene in neurejene rekreacijske dejavnosti, kar se večinoma odraža v začasni ali trajni opustitvi gnezdišč ali rastišč oziroma lekov (npr. Čas, 1999, 2010, 2012a; Mihelič in Marčeta, 2000; Vrezec s sod., 2009; Storch, 2013), učinki motenj pa so pomembni

tudi pozimi (Thiel s sod., 2008). Med dejavnike ogrožanja gozdnih vrst ptic lahko sodi tudi lovska dejavnost, na primer s krmišči za divjad, ki povečuje koncentracije populacij plenilskih vrst, npr. divjega prašiča (*Sus scrofa*) za gnezda gozdnih kur (Saniga, 2002) ali s še vedno prisotnim ilegalnim lovom (Vrezec, 2014), rekreacija in demografski vzroki ter kmetijstvo (tudi opuščanje in zaraščanje pašnikov; Čas 2006; Purnat s sod. 2007) in urbanizacija, ki pa so zgolj posredni

vplivi gospodarjenja z gozdom, zato jih nadalje ne bomo obravnavali.

Modeliranje habitata in razširjenosti ptic sta se izkazala za ključna pri upravljanju z območji, monitoringu in pri napovedovanju sprememb v okolju (npr. Huntley s sod., 2007; Brambilla s sod., 2013). V pričujočem prispevku smo izdelali modele potencialne razširjenosti izbranih štirih kvalifikacijskih gozdnih vrst ptic v Sloveniji (slika 1). Cilji prispevka so naslednji:

- izdelava prostorskih modelov primernosti habitata izbranih gozdnih kvalifikacijskih vrst na podlagi doslej zbranih in dostopnih podatkov in validacija modelov z dodatnimi ciljno usmerjenimi terenskimi raziskavami,
- določitev manjkajočih območij v poznavanju razširjenosti in testiranje zadostnosti omrežja Natura 2000 za izbrane vrste v Sloveniji,
- analiza izbora habitata oziroma ekoloških preferenc izbranih vrst glede na za Slovenijo dostopne velikoprostorske okoljske podatke.

2 METODE

2.1 Baze podatkov

Za potrebe analiz in izvedbe modelov smo skupno zbrali 8.061 podatkov o pojavljanju izbranih kvalifikacijskih vrst ptic, ki zajemajo naključno in ciljno zbrane podatke (preglednica 1). Med ciljno zbranimi podatki smo upoštevali tudi podatke s potrjeno odsotnostjo ciljne vrste, kar je še posebno pomembno za razvoj natančnejših modelov. Podatke smo zbrali iz podatkovnih baz Nacionalnega inštituta za biologijo – NIB (kozača), Gozdarskega inštituta Slovenije – GIS (divji petelin) in Društva

za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije – DOPPS (belohrbti detel, belovrati muhar). Za validacijo prostorskih modelov smo z dodatnim ciljnim terenskim delom (NIB – kozača; DOPPS – belohrbti detel, belovrati muhar) in obstoječih baz podatkov (npr. baza Novega ornitološkega atlasa (DOPPS) naključnih opazovanj ptic v Sloveniji – kozača) zbrali še dodatnih 592 podatkov (preglednica 1).

Točke opažanja izbranih vrst so bile skupaj z razpoložljivimi okoljskimi podatki (preglednica 2) podlaga za prostorsko modeliranje primernosti habitata. Uporabili smo naslednje velikoprostorske baze podatkov za Slovenijo: sestojna karta gozdov (Zavod za gozdove Slovenije – ZGS; 2008), raba tal (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje – MKO; 2011), digitalni model višin (Geodetska uprava Republike Slovenije – GURS; 2006) in številčnost velike sinice (*Parus major*) (DOPPS; 2014). Iz teh podlag smo za vsako izbrano vrsto povzeli vrednosti izbranih spremenljivk, in sicer v polmeru 500 metrov (za kozačo in belohrbtega detla) oziroma 3000 m v primeru rastišč divjega petelina in 1000 m v primeru transektnih popisov belovratega muharja. Količina odmrle lesne mase je bila obravnavana kot v Vrezec s sod. (2014). Pri belovratem muharju smo kot parameter upoštevali tudi prisotnost in številčnost velikih sinic, ki je ena ključnih tekmujočih vrst belovratega muharja (Slagsvold, 1978; Krist, 2004). Z dodatkom tega parametra smo ovrednotili odvisnost razširjenosti belovratega muharja od biotskih povezav, kar je pogosto ključen, a velikokrat v prostorskem modeliranju prezrt vidik (Heikkinen s sod., 2007).

Preglednica 1: Število zbranih podatkov za izbrane vrste ptic za potrebe prostorskega modeliranja in analize izbora habitata

Table 1: Overview of the quantity of data for selected species used in this study.

Vrsta <i>Species</i>	Število podatkov za analizo habitata in izvedbo prostorskih modelov primernosti habitata <i>No. of data for modelling</i>	Število podatkov, zbranih za validacijo modelov <i>No. of data for model verification</i>
Divji petelin (<i>Tetrao urogallus</i>)	500	–
Kozača (<i>Strix uralensis</i>)	343	530
Belohrbti detel (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	2960	57
Belovrati muhar (<i>Ficedula albicollis</i>)	4258	5

Preglednica 2: Izbor parametrov za analizo izbora habitata pri izbranih kvalifikacijskih vrstah ptic.

Table 2: Overview of selected habitat parameters by species used in this study.

Parameter Parameter	Divji petelin (<i>Tetrao urogallus</i>)	Kozača (<i>Strix uralensis</i>)	Belohrbti detel (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	Belovra- ti muhar (<i>Ficedula albicollis</i>)
Nadmorska višina	X	X	X	X
Naklon	X	X	X	X
Lega	X	X	X	X
Tip tal (FAO)	X	X	X	X
Oddaljenost od gozda	X	X	X	X
Oddaljenost od kmetijske površine	X	X	X	X
Oddaljenost od naselja	X	X	X	X
Prisotnost naselja 500 m od lokacije popisa vrste		X		
Prisotnost kmetijske površine 500 m od lokacije popisa vrste		X		
Razvojna faza	X	X	X	X
Sklep krošenj	X	X	X	X
Površina pomlajevanja	X	X	X	X
Količina odmrle lesne mase			X	
Lesna zaloga iglavcev	X	X	X	X
Lesna zaloga rušja (<i>Pinus mugo</i>)	X			
Lesna zaloga rdečega bora (<i>Pinus sylvestris</i>)	X			
Lesna zaloga smreke (<i>Picea abies</i>)	X			
Lesna zaloga jelke (<i>Abies alba</i>)	X			
Lesna zaloga macesena (<i>Larix decidua</i>)	X			
Lesna zaloga listavcev	X	X	X	X
Lesna zaloga bukve (<i>Fagus sylvatica</i>)	X			
Lesna zaloga gradna (<i>Quercus petraea</i>)	X			
Lesna zaloga gorskega javorja (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	X			
Lesna zaloga velikega jesena (<i>Fraxinus excelsior</i>)	X			
Lesna zaloga gorskega bresta (<i>Ulmus glabra</i>)	X			
Lesna zaloga češnje (<i>Prunus avium</i>)	X			
Lesna zaloga belega vrbovja (<i>Salix alba</i>)	X			
Lesna zaloga jerebike (<i>Sorbus aucuparia</i>)	X			
Lesna zaloga drugih trdih listavcev	X			
Prirastek iglavcev		X		X
Prirastek listavcev		X		X
Skupna lesna zaloga dreves			X	X
Številčnost velike sinice (<i>Parus major</i>)				X
Zasnova	X	X		X
Zasnova mladovja	X			

2.2 Terensko popisovanje

Za potrebe verifikacije modelov primernosti habitata smo v letu 2013 s ciljnim popisom popisovali kozačo, belohrbtega detla in belovratega muharja. Izbirali smo območja brez doslej znanih podatkov o pojavljanju vrst, in sicer območja po modelu z veliko in majhno verjetnostjo pojavljanja. Pri kozači in belohrbtem detlu smo uporabili točkovno popisno metodo z uporabo izzivanja s posnetim oglašanjem samca, s katero zanesljivo popišemo zasedene teritorije v gnezditveni sezoni (Vrezec, 2003; Denac, 2013). Gre za beleženje teritorialnih parov ali samcev na vnaprej določeni mreži točk v izbranem gozdnem območju. Za belovratega muharja pa je bila izbrana klasična metoda popisovanja pojočih samcev ob linijskem transektu (Bibby s sod., 2005).

2.3 Analiza podatkov

Izbor habitata izbranih vrst na podlagi uporabljenih velikoprostorskih podatkov smo ugotavljali z uporabo posplošenega linearnega modela (GLM) ali posplošenega linearnega mešanega modela (GLMM) (Zuur s sod., 2009). Modele za napovedovanje potencialne primernosti habitatov

izbranih vrst smo razvijali s strojnim učenjem, med katerim smo izdelali ansambelske modele, sestavljene iz po sto regresijskih dreves. Na podlagi teh modelov smo izdelali serijo kart Slovenije, ki prikazujejo gradient primernosti habitata, ki nakazuje potencialno razširjenost obravnavanih vrst v Sloveniji glede na ekološke niše teh vrst, kot smo jih pač lahko zajeli v naših modelih. V kolikšni meri izdelane karte modelne primernosti habitata za izbrane vrste odražajo dejansko stanje v naravi, smo ugotavljali z uporabo pristopa površine pod krivuljo (The Area Under the Curve – AUC), ki jo izračunamo iz ROC (Receiver Operating Characteristic). Vrednost AUC = 0,5 pomeni, da je razporeditev točk naključna in da model nima moči za razlago razširjenosti vrste, medtem ko pri vrednosti AUC = 1 model najbolje napove v našem primeru vzorec razširjenosti vrste. Podrobnejša predstavitev uporabljenih analitičnih metod je predstavljena v Vrezec s sod. (2014). Glede na zbrane podatke za verifikacijo smo ovrednotili le modela za kozačo in belovratega muharja.

Karte potencialne razširjenosti obravnavanih ptic smo izdelali na podlagi kart modelov potencialne primernosti habitata z upoštevanjem vseh znanih lokacij recentnih opažanj

Preglednica 3: Pregled Posebnih območij varstva (SPA), določenih v okviru omrežja Natura 2000, za varstvo obravnavanih kvalifikacijskih vrst ptic

Table 3: Special Protected Areas (SPA) within Natura 2000 network in Slovenia declared for conservation of selected qualification bird species.

ID območja <i>Site ID</i>	Posebna območja varstva (SPA) <i>Special Protected Areas (SPA)</i>	Divji petelin (<i>Tetrao urogallus</i>)	Kozača (<i>Strix uralensis</i>)	Belohrbti detel (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	B elovrati muhar (<i>Ficedula albicollis</i>)
SI5000001	Jelovica	X	X		
SI5000002	Snežnik - Pivka	X	X	X	
SI5000006	Pohorje	X			
SI5000010	Mura				X
SI5000011	Drava				X
SI5000012	Krakovski gozd - Šentjernejsko polje		X		X
SI5000013	Kočevsko	X	X	X	
SI5000019	Julijci	X	X		
SI5000024	Grintovci	X			
SI5000025	Trnovski gozd	X	X	X	
SI5000026	Posavsko hribovje				X
SI5000029	Gluha loza			X	

izbranih vrst. Ko smo pretvarjali karte primernosti habitata, kjer vrednosti segajo od 0 (povsem neprimerno) do 1 (povsem primerno), v karte potencialne razširjenosti, smo kot prag primernosti privzeli 25-ti percentil vrednosti habitatne primernosti iz preseka točk opažanj s karto primernosti habitata. Tako smo izločili naključna pojavljanja zunaj optimalnih habitatov. Na podlagi karte potencialne razširjenosti smo navedli ocene deležev vključenosti potencialne razširjenosti izbranih kvalifikacijskih ptic v Posebna območja varstva obstoječega omrežja Natura 2000 (tabela 3) kot primer mere zadostnosti omrežja Natura 2000 za izbrane kvalifikacijske vrste v Sloveniji.

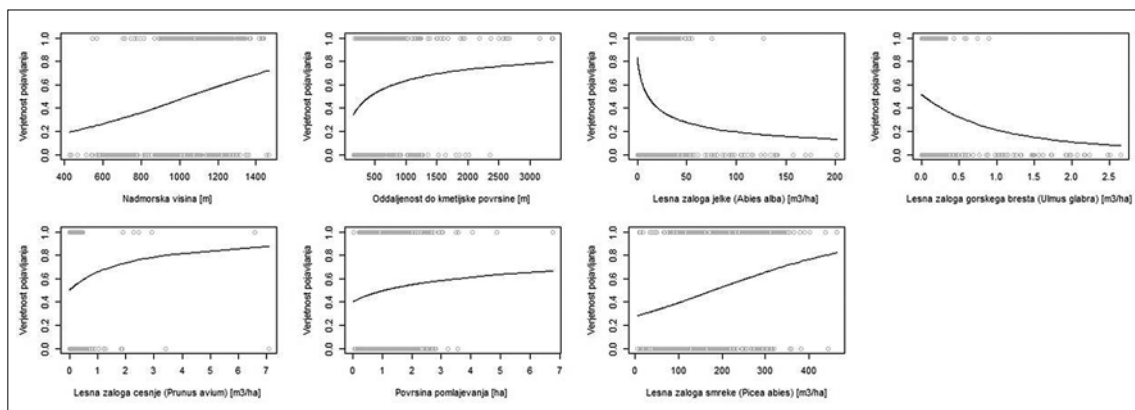
2 REZULTATI IN RAZPRAVA

2.1 Divji petelin (*Tetrao urogallus*)

Divji petelin je borealna vrsta z genetsko svojstvenimi in izoliranimi robnimi populacijami v srednji in južni Evropi, v Sloveniji prevladuje severna borealna linija, ki je razširjena po večjem delu Evrope nad okoli 44 ° severne geografske širine (Bajc s sod., 2011). V zadnjih desetletjih se je populacija zaradi spreminjanja rabe in struktur gozdov zelo zmanjšala po vsej srednji Evropi (Segelbacher in Storch, 2002; Birdlife International 2004), tudi v Sloveniji (Čas, 2002; 2006; 2012b). Življenjski prostor divjega petelina so starejši strukturirani iglasti in mešani gozdovi

z relativno odprtim presvetljenim sklepom, še zlasti pomembna za vrsto pa je zadostna pokrovnost tal z zeliščnim slojem in zarastjo borovnic (*Vaccinium myrtillus*) (Čas, 1996; Storch, 1999; Žnidaršič in Čas, 1999). Glavni del prehrane divjega petelina so borovnice in žuželke, pozimi brsti in iglice dreves, mladiči begavci se hranijo z žužkami na gozdnih tleh. Je promiskuitetna vrsta, ki se v času parjenja zbira na tradicionalnih rastiščih.

Vsa znana rastišča so obiskali in preverili lovci in gozdarji v sodelovanju Gozdarskega inštituta Slovenije z Lovsko zvezo Slovenije (LZS) in ZGS v času spomladanskega petja na rastiščih najmanj trikrat v istem letu med letoma 2009 do 2011. Vsi okoljski podatki so bili pridobljeni v polmeru 3000 m okrog rastišča (preglednica 2). V statistični analizi je bil uporabljen model GLM za ugotavljanje razlik v habitatnih spremenljivkah med aktivnimi in neaktivnimi (opuščenimi) rastišči. Od izbranih spremenljivk so bile v pozitivni povezavi s prisotnostjo aktivnih rastišč divjega petelina nadmorska višina, oddaljenost od kmetijskih površin, lesna zaloga jelke (*Prunus avium*), površina mladja in lesna zaloga smreke (*Picea abies*) (slika 2). Lesna zaloga jelke (*Aies alba*) in gorskega bresta (*Ulmus glabra*) sta bili v negativni korelaciji z verjetnostjo pojavljanja divjega petelina, kar nakazuje vpliv habitatno neprimerne prebiralne strukture gozdov in sklenjenega sklepa krošenj (Sachot s

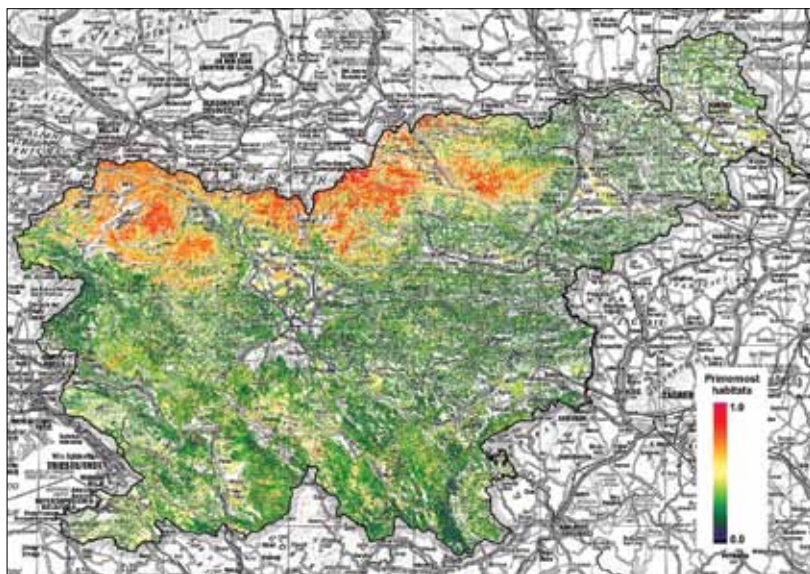


Slika 2: Pregled vpliva parametrov habitata, ki so v analizi izkazali značilne vplive na verjetnost pojavljanja divjega petelina (*Tetrao urogallus*) v Sloveniji.

Figure 2: The probability of occurrence of the Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in the gradient of significant habitat parameters.

Slika 3: Karta modelne primernosti habitata za divjega petelina (*Tetrao urogallus*) v Sloveniji. Primernost habitata je navedena na intervalu od 0 (povsem neprimerno-modro) do 1 (popolnoma primerno - rdeče) in zajema le gozdno masko.

Figure 3: The model map of forest habitat suitability for Capercaillie (Tetrao urogallus) in Slovenia. The habitat suitability is shown in interval between 0 (totally unsuitable - blue) to 1 (totally suitable - red) within forest mask.



sod., 2003). Lesna zaloga češnje se v dosedanjih raziskavah ni izkazala za bistveno pri vrednotenju habitata divjega petelina, zato v prihodnje razlaga odvisnosti zasluži posebno pozornost. Razlog je lahko v doslej še neprepoznanem dejstvu ali pa je povsem metodološki. Analiza podatkov v polmeru 3000 m okrog rastišč, ki zajema celoletni habitat, lahko zajame tudi podatke habitatno neprimernih gozdnih in negozdnih enklav, ki se po nadmorski višini zelo razlikujejo od samega (ožjega) zimsko-spomladanskega habitata ($r \approx 500$ m), saj le-ti velikokrat ležijo na zelo razgibanem hribovitem svetu. V prihodnje bi bilo treba pri analizi habitata poleg oddaljenosti upoštevati še vertikalno oddaljenost od rastišča in jo omejiti na razpon ± 200 višinskih metrov. Ker gre v našem primeru za večfaktorske odvisnosti, si moramo še neznanu pozitivno odvisnost z lesno zalogo češnje in negativno odvisnost z lesno zalogo jelke in gorskega bresta (v habitatno neprimernih aceretalnih jarkih), morda v razmerju s smreko in listavci oziroma v korelaciji z razkrojem struktur odraslih jelovih gozdov in z vraščanjem neprimernega polnilnega sloja listavcev, razlagati kot še neraziskano.

Pozitivna korelacija z nadmorsko višino lahko nakazuje zmanjševanje motenj ljudi in/ali ugodnejše fitoklimatske (borealne) habitatne razmere (Čas in Adamič, 1995; Čas, 2000b). V nižinskem

delu je vznemirjanje rastišč s strani ljudi večje zaradi bližine naselij, saj je znano, da je divji petelin najprej izginil z rastišč v okolici naselij, ki so bila aktivna še pred sto leti (npr. Mikuletič, 1984; Adamič, 1986; Čas, 1999; Tome s sod., 2013), v zadnjih desetletjih pa so v nižinah intenzivno propadali sekundarni iglasti gozdovi in se vraščali domorodni listavci. Zato se je zelo spreminjala struktura primernih odraslih mešanih iglastih gozdov (Čas, 2006). Enako velja za bližino kmetijskih površin. Vrsta se pojavlja bolj v notranjosti gozda, ki je manj dostopen ljudem (motnje, strukture). Pozitivna povezava s površino mladja pri nizkih vrednostih (do 7 ha) nakazuje na neprimernost gozda brez mladja, ki je za to gozdno kuro v majhnem deležu pomembno kritje na tleh. Pozitivna povezava s smreko pomeni, da se je vrsta pomaknila na višje nadmorske višine in na območja, kjer je smreke več, kar potrjujejo tudi prejšnje raziskave alpskih rastiščnih habitatov (Čas, 1996). Po drugi strani se na območjih jelke v južnih Dinaridih izrazito zmanjšuje število aktivnih rastišč. Zanimivo je, da se je v območjih z obsežnimi gospodarskimi gozdovi precej zmanjšalo število aktivnih rastišč. To kaže, da obsežne strnjene sekundarne monokulture smreke ali jelke ali njihove razgrajene sestojne odrasle strukture na rastiščih jelovo-bukovih gozdov (*Abieti-Fagetum*) z vraščajočim polnilnim slojem avtohtonih listavcev

zunaj mrzlišč (z borovnico) le niso tako primerne za vrsto (Čas, 2006). Stanje pa se še poslabšuje z zaraščanjem zadnjih gozdnih jas in košenic ter s številnimi plenilskimi vrstami (Čas 2012b).

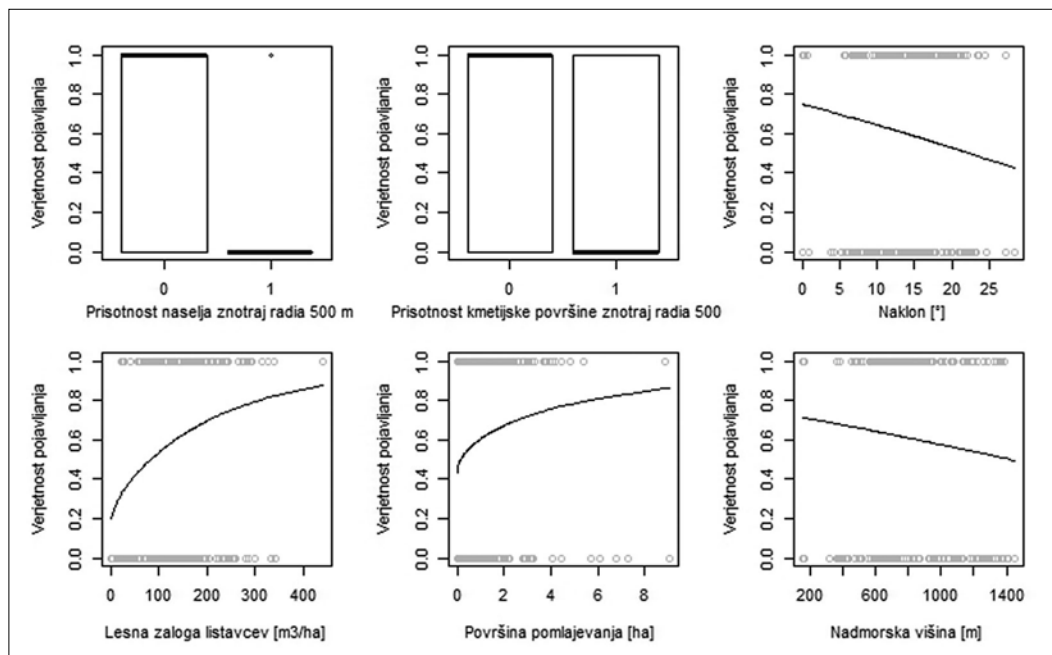
Modela potencialne razširjenosti divjega petelina (slika 3) nismo potrjevali na terenu, a model kaže, da so pri nas dandanes glavna območja razširjenosti divjega petelina na višjih nadmorskih višinah Julijskih Alp, Karavank, Kamniško-Savinjskih Alp in Pohorja, kar potrjujejo prejšnje raziskave razporeditve rastišč (Čas, 1999; 2006). Poleg tega so bila registrirana številna suboptimalna območja aktivnih rastišč, ki prekrivajo manjše površine in so obkrožena z neprimernimi površinami, npr. na Kočevskem, Snežniku in v Trnovskem gozdu, kjer je v zadnjih desetih letih največje zmanjšanje številčnosti vrste (Čas, 2006).

2.2 Kozača (*Strix uralensis*)

Kozača je pretežno borealna vrsta, v vzhodni in jugovzhodni Evropi pa se pojavlja izolirana populacija, ki naj bi bila ledenodobni relikv (Mikola, 1983). Južna populacija je opredeljena kot

podvrsta *Strix uralensis macroura* na podlagi značilnih morfoloških, ne pa tudi genetskih razlik (Vrezec, 2009, Hausknecht s sod., 2014). Razširjena je po vsej Sloveniji (Mihelič s sod., 2000), največje gostote pa dosega v Dinaridih (Vrezec, 2007). V glavnem se pojavlja na višjih nadmorskih višinah (Vrezec, 2003) in v gozdovih asociacije *Omphalodo-Fagetum*. Gnezdi v duplih starih dreves, večjih drevesnih štrcljih, starih gnezdih, včasih tudi na tleh in na zgrajenih objektih (Vrezec & Kohek, 2002), in sicer večinoma od aprila do junija. V prehrani prevladujejo mali sesalci, zlasti miši, voluharice in polhi (*Glis glis*) (Vrezec, 2000, Sotenšek, 2012).

Na podlagi modela GLM z binomsko porazdelitvijo se je kazalo, da je prisotnost kozače v pozitivni povezavi z lesno zalogo listavcev in mladjem (slika 4). Vrsta se ni pojavljala na območjih z naseljem v radiju 500 m okrog mesta opažanja, negativne povezave z verjetnostjo pojavljanja kozače pa smo ugotovili še pri nadmorski višini, naklonu in prisotnosti kmetijske površine znotraj radija 500 m.



Slika 4: Pregled vpliva parametrov habitata, ki so v analizi izkazali značilni vpliv na verjetnost pojavljanja kozače (*Strix uralensis*) v Sloveniji.

Figure 4: The probability of occurrence of the Ural Owl (*Strix uralensis*) in the gradient of significant habitat parameters.

Izogibanje naseljem in strmim naklonom je bilo v Sloveniji pri kozači že potrjeno (Vrezec in Tome, 2004), v povezavi z nadmorsko višino pa se je kozača med vsemi našimi sovami izkazala kot vrsta z največjo toleranco, saj jo najdemo v nižinah in na višjih legah (Tome, 1996). Kljub temu smo z našo raziskavo pokazali, da se verjetnost pojavljanja kozače z višino zmanjšuje in da so najbolj optimalna območja za vrsto pravzaprav v nižinah, kjer pa dandanes ni številna verjetno zaradi razdrobljenosti nižinskih gozdov in njihove spremenjene strukture. Kozača namreč izbira starejše gozdne sestoje z veliko lesno zalogo listavcev, kjer kot naša največja duplarica najde dovolj ustreznih gnezditvenih mest (slika 5). Primerna gnezditvena mesta, torej dupla, so namreč eden glavnih populacijskih omejitvenih dejavnikov kozače (Lohmus, 2003). Potrebuje tudi presvetljene gozdove, na kar nakazuje pozitivna povezava z velikostjo površin pomlajevanja, ki so lahko za vrsto ugodna lovišča. Tudi parametra lesna zaloga in mladje sta lahko povezana, zato bi bilo treba v prihodnje te povezave s stališča habitata kozače še dodatno testirati.

Karta modelne primernosti habitata (slika 6) se je na podlagi dodatno zbranih podatkov izkazala za zmerno zanesljivo ($AUC = 0,64 \pm 0,03$). Na podlagi te karte sklepamo, da so glavna območja za kozačo v dinarski regiji (t.j. Trnovski gozd, Krimsko hribovje, Snežnik z Javorniki in Kočevsko), vendar tudi v drugih gorskih in hribovskih predelih, kot so Kamniško-Savinjske Alpe in celo nekateri gozdni sestoji v SV Sloveniji ter v nižinskih gozdovih, kot je Krakovski gozd. Čeprav iz SV Slovenije za izgradnjo modela nismo imeli konkretnih podatkov, saj v tem delu Slovenije kozača recentno ni bila znana (Geister, 1995; Božič in Vrezec, 2000; Mihelič s sod., 2000b; Vrezec in Tome, 2004), znana pa je bila v začetku 20. stoletja (Reiser, 1925), je model pokazal potencialno primernost nekaterih gozdnih sestojev tudi v tem delu Slovenije, na primer Pohorje, Konjiška gora in Boč, Mura ter Črni log. V letih od 2013 do 2014 smo ciljno za kozačo pregledali nekaj omenjenih lokacij in vrsto potrdili na Pohorju in Konjiški gori, na Boču in v Črnem logu pa ne. Omenjene ugotovitve glede na raziskave v preteklosti lahko kažejo na širjenje vrste pri nas, s karto modelne



Slika 5: Kozača (*Strix uralensis*) je naša največja duplarica, zato so večja živa ali odmrla drevesa z dupli v gozdovih zanjo ključnega pomena. (Foto: Tomaž Mihelič)
Figure 5: The Ural Owl (*Strix uralensis*) is the largest species in Slovenia breeding in tree holes, therefore tree holes in live or dead trees in forest stands are crucially important for its successful breeding. (photo: Tomaž Mihelič)

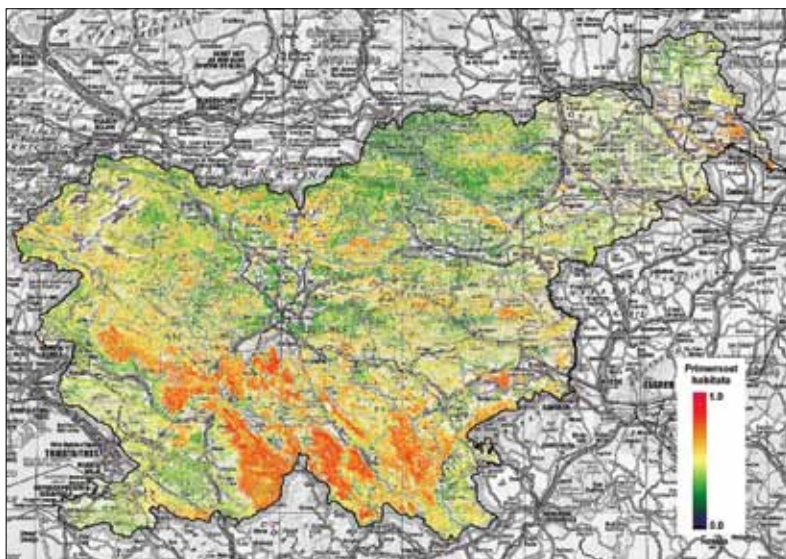
primernosti habitata (slika 6) pa lahko sklepamo, kje ob takem trendu vrsto še lahko pričakujemo v prihodnosti.

2.3 Belohrbti detel (*Dendrocopos leucotos*)

V Sloveniji prihajata v stik dve podvrsti belohrbtega detla, in sicer nominotipska podvrsta *D. l. leucotos*, ki je sicer razširjena po večjem delu Evrope, in balkanska podvrsta *D. l. lilfordi* (Matvejev in Vasič, 1973). Slednja je bila velikokrat obravnavana celo kot samostojna vrsta, kar pa ni splošno sprejeto dejstvo (Gill in Donsker, 2014). Slovenijo naj bi po nekaterih starejših navedbah v večji meri poseljevala podvrsta *D. l. leucotos*, zlasti severno polovico države (Matvejev in Vasič, 1973), vendar je bila v zadnjem obdobju

Slika 6: Karta modelne primernosti habitata za kozačo (*Strix uralensis*) v Sloveniji. Primernost habitata je navedena v intervalu od 0 (povsem neprimerno-modro) do 1 (popolnoma primerno-rdeče) in zajema le gozdno masko.

Figure 6: The model map of forest habitat suitability for Ural Owl (*Strix uralensis*) in Slovenia. The habitat suitability is shown in interval between 0 (totally unsuitable – blue) to 1 (totally suitable – red) within forest mask.



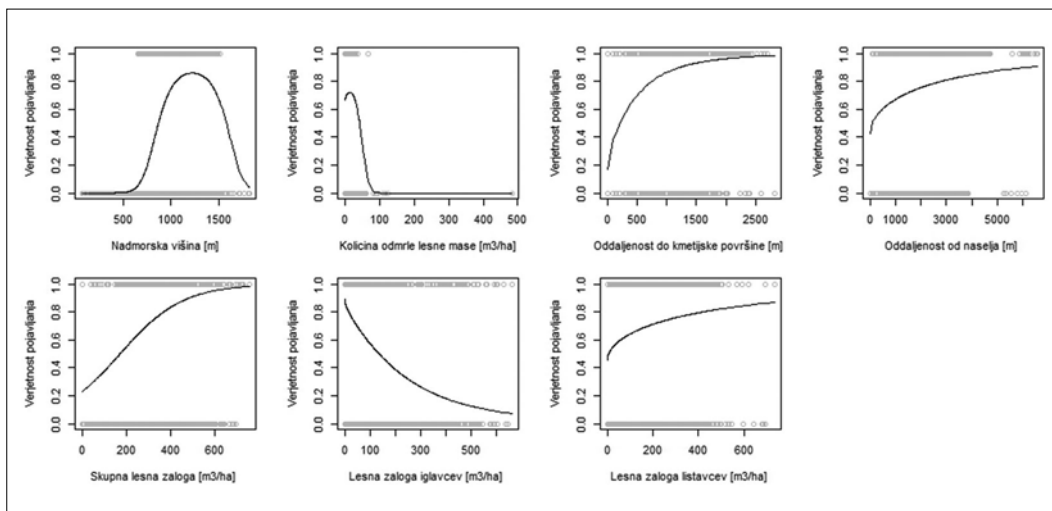
zabeležena večinoma le balkanska podvrsta *D. l. lilfordi* (Perušek, 1991; Geister, 1995; Gregori, 1996; Mlakar, 1996; Denac, 2013) in le dvakrat nominotipska podvrsta na Pohorju in pri Bledu (Šere, 1985; Rubinič, 1993). V sklopu te študije smo zato imeli le z v zadnjih desetih letih zbrane podatke (baza Novega ornitološkega atlasa Slovenije, DOPPS), ki se nanašajo zgolj na podatke o balkanski podvrsti *D. l. lilfordi* (Denac, 2013). Belohrbti detel se sicer v glavnem pojavlja v odraslih listnatih gozdnih bukve (*Fagus sylvatica*) z veliko odmrle lesne biomase. Prehranjuje se na večjem stoječem odmrlem drevju in ležečem odmrlem drevju (Melletti in Penteriani, 2003; Czeszczewik, 2009). Specializiran je za saproksilne nevretenčarje, zlasti ličinke žuželk, ki živijo v odmrlih drevesih (Aulén, 1991). Stoječe sušice so kot prehranjevališče za vrsto ključnega pomena, zato je vrsta kot tudi pestrost združbe žoln in detlov v gozdnih odvisna od količin stoječe odmrle lesne mase (Czeszczewik s sod., 2013). Gnezdilno duplo si izteše v velika stara drevesa brez znakov trohnenja (Melletti in Penteriani, 2003; slika 7).

Analiza izbora habitata belohrbtega detla z modelom GLMM je pokazala, da se verjetnost pojavljanja vrste povečuje z oddaljenostjo od kmetijskih površin in naselij ter s povečevanjem skupne lesne zaloge (slika 8), kar pomeni, da vrsti bolj ustrezajo starejši sestoji. Razdalja



Slika 7: Gnezdilno duplo belohrbtega detla (*Dendrocopos leucotos lilfordi*) z mladičem v stoječi sušici bukve (*Fagus sylvatica*) (foto: Tomaž Mihelič)

Figure 7: Nest hole of the White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos lilfordi*) with fledgling in dead standing tree of Beech (*Fagus sylvatica*). (photo: Tomaž Mihelič)



Slika 8: Pregled vpliva parametrov habitata, ki so v analizi izkazali značilni vpliv na verjetnost pojavljanja belohrbtega detla (*Dendrocopos leucotos*) v Sloveniji.

Figure 8: The probability of occurrence of the White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) in the gradient of significant habitat parameters.

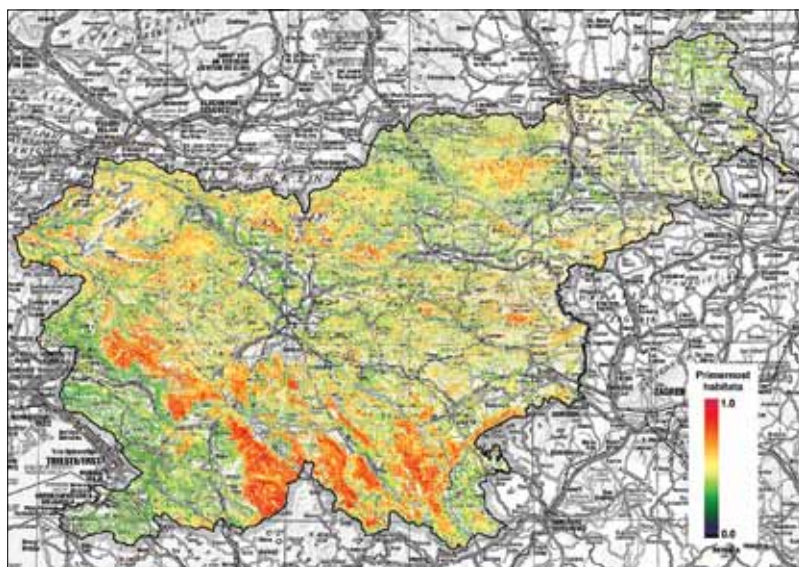
do kmetijskih površin in naselij nakazuje, da potrebuje obsežne gozdne površine (Carlson in Stenberg, 1995) in območja, kjer je človekov vpliv majhen. Belohrbti detel je vrsta, vezana na listnate, zlasti bukove, sestoje (Melletti in Penteriani, 2003), zato ne preseneča povečevanje verjetnosti njegovega pojavljanja v sestojih z večjo lesno zalogo listavcev in zmanjševanje verjetnosti pojavljanja z večjo zalogo iglavcev (slika 8). To je sredogorska vrsta, ki živi nekako od 800 do 1500 m nad morjem (slika 8). Rezultati potrjujejo, da se vrsta pojavlja na območjih z veliko odmrle lesne mase. V tej študiji se je sicer so se za vrsto v slovenskih gozdovih izkazale najustreznejše razmere pri okoli 30 m³/ha (slika 8), kar je v razponu izsledkov tujih raziskav, da vrsta potrebuje od 10 do 58 m³/ha odmrle lesne mase v gozdnih sestojih (Angelstam, 2002; Frank, 2002). Vendar pa je bil podatek o količini odmrle mase, ki je bil zajet v modelih, zgolj približen, saj ni bila izmerjena na dejanskih mestih pojavljanja vrste, pač pa le v bližini glede na stalne vzorčne ploskve (glej tudi Vrezec s sod., 2014). Zato bo treba parametru količine odmrle lesne mase, ki se je izkazal kot pomemben, v prihodnjih raziskavah nameniti več pozornosti, da bo mogoče določiti jasne

meje, ki še omogočajo preživetje tako specializiranim gozdnim vrstam, kot je belohrbti detel.

Karta potencialne primernosti habitata belohrbtega detla v Sloveniji kaže na populacijska jedra vrste v južni dinarski Sloveniji, zlasti Trnovski gozd, Snežnik, Kočevje in Gorjanci (slika 9). To so območja, kjer je bila v prejšnjih popisih odkrita balkanska podvrsta *D. l. lilfordi* (Perušek, 1991; Gregori, 1996; Denac, 2013). Poleg naštetih se je med prvovrstna območja za vrsto izkazal tudi Mokerc, od koder doslej ni znano pojavljanje belohrbtega detla. Druga potencialna območja so bila najdena v višjih legah Pohorja, Kamniško-Savinjskih Alp, Karavank, Boča in Julijskih Alp, kjer bi sicer pričakovali nominotipsko podvrsto *D. l. leucotos*. V sklopu študije smo izbrali pet dodatnih območij, ki so po modelu kazala veliko primernost habitata, kjer smo vrsto popisali za namene verifikacije modela. Na skupno 57 popisnih točkah nismo zaznali vrste, zato verifikacija modela ni bila mogoča, nakazuje pa majhno moč modela pri napovedovanju potencialne razširjenosti vrste.

Slika 9: Karta modelne primernosti habitata za belohrbtega detla (*Dendrocopos leucotos*) v Sloveniji. Primernost habitata je navedena na intervalu od 0 (povsem neprimerno-modro) do 1 (popolnoma primerno-rdeče) in zajema le gozdno masko.

Figure 9: The model map of forest habitat suitability for White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) in Slovenia. The habitat suitability is shown in interval between 0 (totally unsuitable – blue) to 1 (totally suitable – red) within forest mask.



2.4 Belovrati muhar (*Ficedula albicollis*)

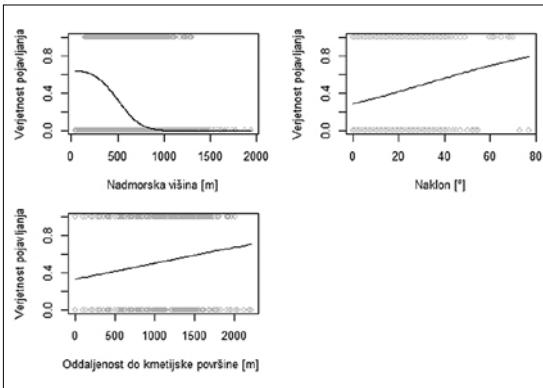
Belovrati muhar se pojavlja le v jugovzhodni Evropi z nekaj lokalnimi populacijami na Švedskem do jugozahodne Azije (Glutz von Blotzheim in Bauer, 1993). Vrsta se večinoma pojavlja v temnih in zaprtih listnatih gozdovih, vendar tudi v parkih in vrtovih. V srednji Evropi naseljuje nižinske gozdove asociacij *Tilio-Carpinetum* in *Ficario-Ulmetum* (Glutz von Blotzheim in Bauer, 1993; Kralj s sod., 2009). Vrsta potrebuje stara drevesa, saj gnezdi v duplih, za katera navadno tekmuje z drugimi manjšimi vrstami ptic (Merila in Wiggins, 1995). Gnezdilna sezona se začne konec aprila in traja do konca maja (Glutz von Blotzheim in Bauer, 1993).

Modeli so bili izdelani na podlagi podatkov kilometerskih transektnih popisov (baza podatkov DOPPS). Z analizo izbora habitata z modelom GLM smo ugotovili, da je belovrati muhar pretežno vrsta nižjih leg, tja do 500 metrov nad morjem. Verjetnost njegovega pojavljanja pa se celo povečuje s strmino naklona pobočja in oddaljenostjo od odprtih kmetijskih površin (slika 10). V nasprotju s pričakovanji smo na območjih z večjimi gostotami potrdili tudi večje gostote velikih sinic (*Parus major*), kar verjetno pomeni, da mu ustrezajo sestoji z velikim številom razpoložljivih drevesnih dupel za gnezdenje.

Negativna povezava s prirastkom iglavcev in pozitivna s prirastkom listavcev nakazuje, da

belovrati muhar daje prednost listnatim gozdovom in se izogiba gozdovom, kjer prevladujejo iglavci. Pozitivna povezava z oddaljenostjo od kmetijskih površin kaže, da se vrsta raje pojavlja v večjih predelih gozda, daleč stran od gozdnega roba. Negativna povezava z nadmorsko višino nakazuje, da se belovrati muhar v glavnem pojavlja v nižinskih gozdovih. Vendar ima raje strma južna pobočja, kar nakazuje, da je morda nekoliko bolj toploljuben oziroma se dandanes taki gozdovi v glavnem pojavljajo le na strmih predelih, na strmih pobočjih pa so gozdovi tudi manj intenzivno gospodarjeni. V povezavi z veliko sinico smo želeli preveriti možnost učinka tekmovalnosti med belovratim muharjem in drugimi duplarji, kjer smo ugotovili pozitivno povezavo. To je mogoče pojasniti z večjim obsegom meritev. Učinke tekmovalnosti je mogoče meriti le na manjšem nivoju (na nivoju drevesa). Velika sinica se pojavlja po vsej Sloveniji v različnih gozdnih tipih, v glavnem pa v gozdovih listavcev. Rezultati raziskave kažejo, da vrstama ustreza na podoben tip gozdnega prostora.

Modeli primernosti habitata za belovratega muharja na podlagi uporabljenih velikoprostorskih podatkov (slika 11) se je izkazal za manj zanesljivega, saj ne odstopa od naključne prostorske razporejenosti podatkov ($AUC = 0,5 \pm 0,5$). Kljub



Slika 10: Pregled vpliva parametrov habitata, ki so v analizi izkazali značilni vpliv na verjetnost pojavljanja belovratega muharja (*Ficedula albicollis*) v Sloveniji.
Figure 10: The probability of occurrence of the Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*) in the gradient of significant habitat parameters.

temu so se najboljše območja za vrsto pokazala na vzhodu Slovenije, kjer je vrsta tudi dejansko razširjena (Geister, 1995).

2.5 Modeli potencialne razširjenosti ptic in omrežje Natura 2000

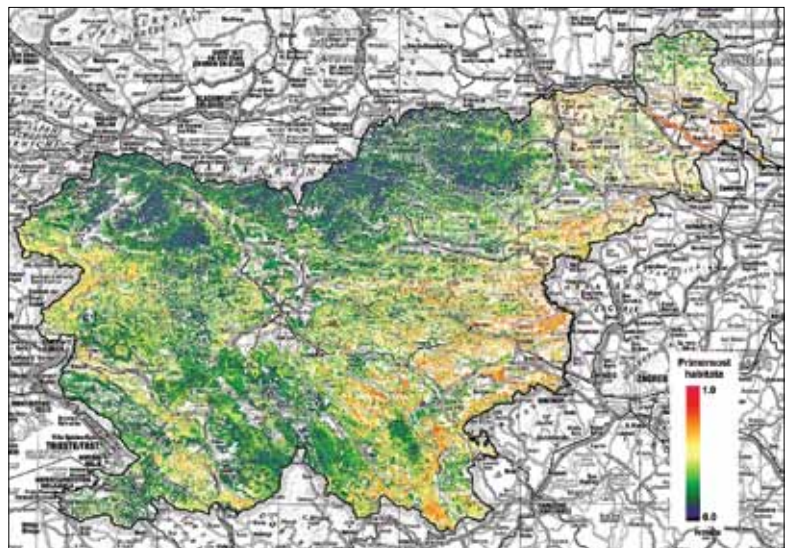
Upoštevač določilo 25. percentila podatkov, smo iz modelnih kart primernosti habitata izpeljali karte potencialne razširjenosti obravnavanih vrst (slika 12), pri čemer smo glede na določilo

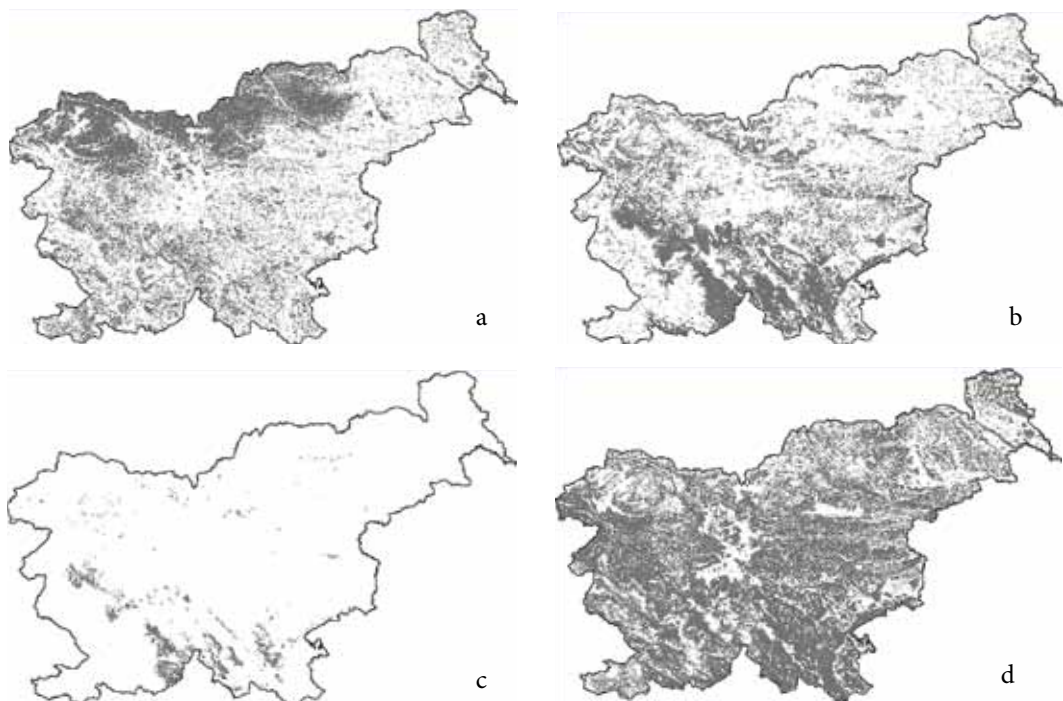
upoštevali stopnje primernosti habitata za divjega petelina 0,38 (N = 682 terenskih podatkov s potrjeno prisotnostjo vrste), kozačo 0,52 (N = 656 terenskih podatkov s potrjeno prisotnostjo vrste), belohrbtega detla 0,79 (N = 48 terenskih podatkov s potrjeno prisotnostjo vrste) in belovratega muharja 0,01 (N = 124 terenskih podatkov s potrjeno prisotnostjo vrste). Izpeljane karte potencialne razširjenosti vrst kažejo na izrazita populacijska jedra pri divjem petelinu, kozači in belohrbtem detlu, medtem ko model za belovratega muharja ni imel te moči (slika 12). Domnevamo, da je model za belovratega muharja neustrezen, saj v pričujoči študiji glede na uporabljene podatke iz velikoprostorskih baz podatkov niso bili vključeni parametri habitata, ki ključno vplivajo na izbor habitata in razširjenost belovratega muharja.

Na podlagi kart potencialne razširjenosti obravnavanih kvalifikacijskih vrst ptic smo ocenili, v kolikšni meri obstoječe omrežje Natura 2000 z območji, na katerih so bile vrste razglašene za kvalifikacijske, zavzema potencialno razširjenost vrst (preglednica 4). Za primerjavo smo izračunali deleže tudi glede na zadnje populacijske ocene (DOPPS, 2014). Izmed obravnavanih štirih vrst smo najmanjši areal ugotovili pri belohrbtem detlu, ki po oceni obsega le 2 % ozemlja Slovenije, pri njem pa se kaže tudi visoka stopnja vključenosti za vrsto primernih območij v omrežje Natura 2000 kot kvalifikacijskih, kar je primerljivo tudi

Slika 11: Karta modelne primernosti habitata za belovratega muharja (*Ficedula albicollis*) v Sloveniji. Primernost habitata je navedena na intervalu od 0 (povsem neprimerno-modro) do 1 (popolnoma primerno-rdeče) in zajema le gozdno masko.

Figure 11: The model map of forest habitat suitability for Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*) in Slovenia. The habitat suitability is shown in interval between 0 (totally unsuitable – blue) to 1 (totally suitable – red) within forest mask.





Slika 12: Iz modelnih kart primernosti habitata izpeljane karte potencialne razširjenosti izbranih kvalifikacijskih vrst ptic v Sloveniji: (a) divji petelin (*Tetrao urogallus*), (b) kozača (*Strix uralensis*), (c) belohrbti detel (*Dendrocopos leucotos*), (d) belovrati muhar (*Ficedula albicollis*).

Figure 12: Potential distribution maps for selected qualification bird species in Slovenia derived from model maps of forest habitat suitability: (a) Capercaillie (*Tetrao urogallus*), (b) Ural Owl (*Strix uralensis*), (c) White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) and (d) Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*).

deležu populacije, ki se jo varuje v okviru omrežja Natura 2000 (preglednica 4). Najzanesljivejši model potencialne primernosti habitata smo ugotovili pri kozači, pri kateri smo ocenili, da njen areal obsega vsega 22 % površine Slovenije, v omrežje Natura 2000 pa je vključenega le 30 % areala, delež varovane populacije pa je precej večji (preglednica 4). Razlog temu lahko iščemo predvsem v dejstvu, da so z območji SPA zajeta zares najboljše območja v državi, ki jih kozača poseljuje v visokih gostotah. Na preostalih območjih je kozača redkejša in je zgolj robna populacija ali pa gre celo za širjenje areala, saj denimo v SZ Sloveniji do nedavnega vrsta v recentnem času ni bila znana (Mihelič s sod., 2000b; Vrezec in Tome, 2004). Karta potencialne razširjenosti (slika 12) morda nakazuje tudi območja, ki jih zdaj kozača še ne poseljuje, morda pa jo lahko tam pričakujemo v prihodnosti. Zato je model lahko

dobra podlaga za nadaljnje raziskave. Podoben razkorak med deležem areala in populacije smo ugotovili tudi pri divjem petelinu, pri katerem bi lahko naredili podobne zaključke. Model potencialne primernosti habitata pri divjem petelinu sicer ni bil ovrednoten z dodatnimi terenskimi raziskavami, vendar na omejitve modela kaže predvsem odsotnost primernih habitatov v južni oziroma dinarski Sloveniji, od koder je vrsta znana še dandanes. Zato modela še ni mogoče obravnavati kot povsem zanesljivega.

3 ZAKLJUČEK

Metoda določanja razširjenosti izbranih varstveno pomembnih vrst s prostorskimi modeli primernosti habitata in iz njih izpeljanimi kartami potencialne razširjenosti je lahko učinkovita pri dopolnjevanju znanja o razširjenosti vrst. Doda-

Preglednica 4: Modelni izračuni velikosti potencialnega areala in pregled populacijskih ocen izbranih vrst ptic v Sloveniji ter ocena deleža vključenosti potencialnega areala in populacij v obstoječe omrežje Natura 2000.

Table 4: Model calculations of the range area size and overview of population estimates of selected qualification bird species in Slovenia with estimation of proportion of areal and population size inclusion within Natura 2000 network.

Vrsta Species	Model potencialne primernosti habitata The model of habitat suitability			Populacijske ocene Population size estimation	
	Zanesljivost modela Model accuracy	Potencialni areal vrste v Sloveniji ¹ Potential species areal in Slovenia [km ²]	Natura 2000 ² [%]	Ocena populacije Sloveniji ³ [št. parov] Slovenian population size estimation [no. pairs]	Natura 2000 ⁴ [%]
Divji petelin (<i>Tetrao urogallus</i>)	ni ovrednoten	4983,18	26,6	550 - 600	70,4
Kozača (<i>Strix uralensis</i>)	zmerno zanesljiv	4401,49	30,0	700 - 1200	71,3
Belohrbti detel (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	ni ovrednoten (verjetno majhna moč)	411,79	73,6	70 - 100	82,3
Belovrati muhar (<i>Ficedula albicollis</i>)	nezanesljiv	9472,23	1,6	8500 - 12000	79,6

¹ skupna površina izpeljane potencialne razširjenosti vrste v Sloveniji po modelu potencialne primernosti habitata (slika 12)/total species areal size in Slovenia according to the model of potential habitat suitability (Figure 12)

² delež potencialne površine razširjenosti vrste, zajet v kvalifikacijska območja za vrsto znotraj omrežja Natura 2000 v Sloveniji/proportion of potential areal included in Natura 2000 network

³ populacijska ocena vrste v Sloveniji (DOPPS, 2014)/population size estimation in Slovenia (DOPPS, 2014)

⁴ ocena deleža populacije vrste, zajetega v kvalifikacijska območja za vrsto znotraj omrežja Natura 2000 (podatki o populacijskih ocenah, povzeti po DOPPS, 2014)/proportion of species population within Natura 2000 network (DOPPS, 2014)

tne raziskave na podlagi modelov so razkrile kar nekaj še neznanih lokacij vrst, ki smo jih odkrili na območjih z veliko verjetnostjo pojavljanja, denimo pri kozači. Ovrednoteni modeli, tudi z manjšo zanesljivostjo, lahko služijo kot vodilo za nadaljnje raziskave, ki terjajo predvsem dopolnitve kartografskih podlag s podatki o parametrih, ki bolje določajo prisotnost izbranih vrst. Kljub temu pa za načrtovanja v prostoru potrebujemo zanesljivejše modele, ki jih je na podlagi rezultatov in izkušenj te študije mogoče z usmerjenim raziskovalnim delom ustrezno dopolniti in izboljšati.

Rezultati študije kažejo, da so obstoječi velikoprostorski podatki za Slovenijo uporabni za modeliranje razširjenosti in habitatskih zahtev le pri nekaterih vrstah. Šibkost obstoječih velikoprostorskih podatkov se kaže na treh nivojih: 1 natančnost in nepristranskost zajema podatkov na terenu (težava ovrednotenja obstoječih podlag na terenu)

2 podatki so bili zbrani za druge namene, zato manjkajo nekatere ključne informacije o habitatu nekaterih vrst

3 razen za redke izjeme v okviru baze gozdarskih podatkov za gozdne sestoje (podatki o drevesnih vrstah), ni ustreznih kartografskih podlag za elemente biotske pestrosti. Ravno biotski podatki so namreč ključni za modeliranje razširjenosti in značilnosti habitata vrst.

Kot smernice za nadaljnji razvoj prostorskih modelov in podlag za določanje upravljanja gozdnih območij Natura 2000 v Sloveniji predlagamo naslednje:

- 1 vzpostavitev baze biotskih kartografskih podlag za namene:
 - upravljanja s prostorom (izkoriščanje dobrin, urbanizacija, naravovarstvo, conacija območij)
 - modeliranja na višjem nivoju (vključevanje biotskih povezav kot ključnih pri delovanju in zgradbi ekosistemov)
 - upravljanja s populacijami prostoživečih vrst

- okoljskega monitoringa (okoljske in podnebne spremembe, širjenje tujerodnih vrst)
 - kmetijske in gozdarske politike
- 2 ekoloških in drugih, na prostor vezanih raziskav izdelava analiz habitata in potencialne razširjenosti za varstveno pomembne vrste z načrtom sistematičnega dopolnjevanja obstoječih prostorskih modelov in drugih modelov, ki bi bili izdelani po metodologiji, predstavljeni v tej študiji.

Ob tem je treba opozoriti, da so za uporabo v načrtih upravljanja s prostorom lahko uporabni le modeli z veliko zanesljivostjo, ki jih, kot kažejo tudi rezultati te študije, samo ob upoštevanju sedaj dostopnih velikoprostorskih podatkov ni mogoče razviti. Zato predlagamo postopen razvoj zanesljivih modelov razširjenosti vrst, ki vključujejo vrste različnih taksonomskih in trofičnih nivojev, začeni s rastlinami, rastlinojedimi živalmi pa vse do mesojedih živalih na višjih trofičnih nivojih in končnih plenilcev, kjer igrajo biotske povezave ključno vlogo pri razporejanju v prostoru.

4 POVZETEK

To je prvi primer modeliranja razširjenosti za Naturo 2000 kvalifikacijskih gozdnih vrst ptic v Sloveniji na podlagi obstoječih velikoprostorskih baz podatkov, ki zajemajo podatke o razširjenosti izbranih vrst pa tudi podatke o lastnosti habitata: sestojna karta gozdov, raba tal, digitalni relief višin. Kot modelne vrste smo v pričujočem prispevku izbrali ključne vrste pri opredeljevanju gozdnih posebnih zavarovanih območij (SPA) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: divji petelin (*Tetrao urogallus*), kozača (*Strix uralensis*), belohrbti detel (*Dendrocopos leucotos*) in belovrati muhar (*Ficedula albicollis*). S pristopi analize izbora habitata (GLM in GLMM modeli) in prostorskega modeliranja potencialne primernosti habitata smo skušali preveriti uporabnost obstoječih velikoprostorskih baz podatkov za potrebe modeliranja razširjenosti vrst. Pri divjem petelinu k izboru habitata vrste na površini v polmeru 3000 m okoli rastišč (leks) ključno vplivajo nadmorska višina, oddaljenost od kmetijskih površin, površina mladja, lesna zaloga smreke (*Picea abies*) in lesna zaloga češnje (*Prunus avium*) pozitivno, lesna zaloga jelke (*Abies alba*)

in gorskega bresta (*Ulmus glabra*) pa negativno. Model potencialne primernosti habitata kaže na najugodnejša območja v alpskem prostoru, manjkajo pa nekatera še vedno zasedena območja v Dinaridih. Modela sicer nismo ovrednotili z dodatnimi terenskimi podatki. Na razširjenost kozače pozitivno vplivata lesna zaloga listavcev in površina mladja, vrsta pa se izogiba naseljem, višjim nadmorskim višinam, strmemu naklonu in prisotnosti kmetijskih površin. Prostorski model potencialne primernosti habitata kozače se je izkazal za zmerno zanesljivega, saj smo vrsto potrdili tudi na nekaterih območjih v SV Sloveniji, kjer vrsta v recentnem obdobju ni bila znana. Območja, ki jih poseljuje belohrbti detel, navadno ležijo daleč od kmetijskih površin in naselij v starejših sestojih z veliko lesno zalogo, pri čemer raje izbira listavce, izogiba pa se sestojem, v katerih prevladujejo iglavci. Gre za sredogorsko vrsto, ki se pojavlja na območjih z veliko odmrle lesne mase. Prav potrebnim količinam odmrle lesne mase v slovenskih gozdovih bo treba v prihodnje nameniti več pozornosti, zlasti ob trendih intenziviranja pridobivanja lesne biomase za energetske potrebe. Belohrbti detel je izmed vseh obravnavanih vrst najverjetneje vrsta z najmanjšim arealom pri nas, vendar pa se model potencialne primernosti habitata ni izkazal za zelo zanesljivega, morda tudi zaradi dejstva, da so bili uporabljeni le dostopni podatki za balkansko podvrsto *D. l. lilfordi*, ne pa tudi za redkejšo alpsko podvrsto *D. l. leucotos*. Belovrati muhar se je izkazal za vrsto nižje ležečih gozdov, ki mu ustrezajo tudi strma pobočja in večje oddaljenosti od kmetijskih površin. Model potencialne primernosti habitata se je za vrsto izkazal kot nezanesljiv, kar kaže da v uporabljenih velikoprostorskih podatkih ni bilo zajetih ključnih parametrov habitata vrste. Prostorski modeli kažejo veliko uporabnost za bolj usmerjene raziskave razširjenosti vrst pri nas, vendar pa bo za uporabo v prostorskem načrtovanju gospodarjenja z gozdovi z vidika biotske pestrosti treba razviti zanesljivejše modele. Razvoj teh modelov biotske pestrosti bi moral biti postopen, z vključevanjem vrst različnih taksonomskih in trofičnih nivojev, saj igrajo biotske povezave ključno vlogo pri razporejanju vrst v prostoru.

5 SUMMARY

We presented the first case of distributional modeling of Natura 2000 qualifying forest species of birds in Slovenia, using existing large-scale databases of species distributions and habitat characteristics drawn from the databases: forests stands map, land use, and digital terrain model. As model species we selected four key species, which are designated for the Special Protected Areas (SPA) designation: Capercaillie (*Tetrao urogallus*), Ural Owl (*Strix uralensis*), White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) and Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). Using habitat selection analyses (GLM and GLMM models) and spatial modelling of potential habitats we test usability of existing large scale databases for modelling of species distribution. The habitat and environmental variables which are positively influencing the presence of the Capercaillie with an area of 3000m radius are altitude, distance to agricultural land, area of young stands, growing stock of Spruce (*Picea abies*) and growing stock of Cherry tree (*Prunus avium*), while we found that growing stock of Silver Fir (*Abies alba*) and Wych Elm (*Ulmus glabra*) influence the Capercaillie negatively. The potential distribution map showed that the Alpine areas are most suitable, while areas in Dinaric region had very low suitability. The model was not verified on the field. For the Ural Owl, we found that deciduous trees growing stock and area of young stands influenced its distribution positively. The settlements, high elevations, steep slopes, and agricultural land are negatively influencing the distribution. Model of potential habitat suitability was moderately reliable. We were able to locate some previously unknown localities of the Ural Owl in SE parts of Slovenia. The results for the White-backed Woodpecker show that it occurs usually far from agricultural land and human settlements, occurs in older stands with high overall growing stock, and prefers deciduous forest stands. It avoids coniferous forest stands. It is a typical species of middle altitudes, and is most abundant in areas with plenty of dead wood. In light of increased acquisition of wood biomass from forests for energy, the problem of dead wood in our forests should deserve more attention. Among all four species the White-backed Woodpecker

showed the most limited distribution in Slovenia, but model of potential habitat suitability was not very reliable. This is perhaps due to the fact that we have to our disposal only data on locations of the Balkan subspecies *D. l. lilfordi*, and not also for more rare Alpine subspecies of *D. l. leucotos*. Furthermore, the amount of deadwood was not included in the potential distribution modeling, while it is shown to have large impact in its habitat selection. We found Collared Flycatcher to be a species of lowland forests far away from agricultural land and at steep slopes. The model of potential habitat suitability was not reliable, this indicates that the existing large scale datasets do not include key parameters important for this species. It is shown that at least better models are very useful for more specific research of the species distribution, but for forestry planning and influence of forestry on biodiversity more reliable models should be developed. Building of those models should be gradual and they should preferably include data on species of different taxonomical and trophic levels, so that biotic interactions, which are often of highly influential on the species distribution, are included in modelling as well.

6 ZAHVALA

Članek je nastal v okviru projekta CRP V4-1143 Kazalci ohranitvenega stanja in ukrepi za zagotavljanje ugodnega stanja ohranjenosti vrst in habitatnih tipov v gozdovih Nature 2000 (nosilec: dr. Marko Kovač). Dejanu Bordjanu se zahvaljujemo za fotografijo belovratega muharja in tudi za terensko pomoč pri zbiranju verifikacijskih podatkov. Zavodu za gozdove Slovenije se zahvaljujemo za podatke iz gozdne sestojne karte, ki so bili podlaga za modeliranje, LZS za prostovoljno sodelovanje z GIS in ZGS pri izvedbi popisov rastišč divjega petelina, prostovoljnimi popisovalcem DOPPS pa za uporabljene podatke o belovratem muharju, belohrbtem detlu in kozači, ki so zbrani v ornitološki bazi DOPPS.

7 LITERATURA

Adamič, M., 1987. Ekologija divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Sloveniji. Strokovna in znanstvena dela 93. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo.

- Andrén, H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 71, 355-366.
- Angelstam, P., 2002. Reconciling land management with natural disturbance regimes in European boreal forests V: Landscape ecology and resource management: managing the match. Bissonette J, Storch I. (ur.). Island Press: 193-226.
- Angelstam, P., 2004. Habitat thresholds and effects of forest landscape change on the distribution and abundance of black grouse and capercaillie. *Ecol Bull*, 51, 173-187.
- Angelstam, P., Čas, M., 2002. Landscape scale habitat thresholds for Capercaillie in Sweden and Slovenia. V: The 9th International Grouse Symposium : 19-23 August 2002, Beijing : [Programme, Abstracts, List of participants]. Beijing: [s. n.], str. 54.
- Aulén, G., 1991. Increasing insect abundance by killing deciduous trees: A method of improving the food situation for endangered woodpeckers. *Holarctic Ecology*, 14, 68-80.
- Bajc, M., Čas, M., Ballian, D., Kunovac, S., Zubič, G., Grubešič, M., Zhelev, P., Paule, L., Grebenc, T., Kraigher, H., 2011. Genetic Differentiation of the Western Capercaillie Highlights the Importance of South-Eastern Europe for Understanding the Species Phylogeography. *PLoS ONE*, 6, e23602. doi:10.1371/journal.pone.0023602.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., Mustoe, S. H., 2005. *Bird Census Techniques*. 2nd ed. Amsterdam, Academic Press. 302 str.
- BirdLife International 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, BirdLife International. 374 str.
- Božič, L., 2003. Mednarodno pomembna območja za ptice v Sloveniji 2. Ljubljana, Monografija DOPPS š. 2. 140 str.
- Božič, L., Vrezec, A., 2000. Sove Pohorja. *Acrocephalus*, 21, 47-53.
- Brambilla, M., Bassi, E., Bergero, V., Casale, F., Chemollo, M., Falco, R., Longoni, V., Saporetti, F., Vignano, E., Vitulano, S., 2013. Modelling distribution and potential overlap between Boreal Owl *Aegolius funereus* and Black Woodpecker *Dryocopus martius*: implications for management and monitoring plans. *Bird Conservation International*, 23, 502-511.
- Butle, R., Angelstam, P., Ekelund, P., Schlaepfer, R., 2004. Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. *Biological Conservation*, 119, 305-318.
- Carlson, A., Stenberg, I., 1995. Vitryggig hackspett (*Dendrocopos leucotos*): biotopval och sårbarhetsanalys. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Report 27.
- Czeszczewik, D., 2009. Foraging Behaviour of White-Backed Woodpeckers *Dendrocopos leucotos* in a Primeval Forest (Białowieża National Park, NE Poland): Dependence on Habitat Resources and Season. *Acta Ornithologica*, 44, 109-118.
- Czeszczewik, D., Walankiewicz, W., Mitrus, C., Tumiel, T., Stanski, T., Sahel, M., Bednarczyk, G., 2013. Importance of dead wood resources for woodpeckers in coniferous stands in the Białowieża Forest. *Bird Conservation International*, 23, 414-425.
- Čas, M., 1979. Zakonitosti in pomen vračanja listavcev v smrekove monokulture mislinjskega Pohorja : diplomska naloga. Ljubljana, Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 92 str.
- Čas, M., 1996. Vpliv spreminjanja gozda v alpski krajini na primernost habitatov divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.): magistrsko delo. Ljubljana, (Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo), samozaložba: 144 str.
- Čas, M., 2000a. 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 str.
- Čas, M., 2000b. Changes of capercaillie habitats with altitude in Slovenia. *Grouse news*, 19, 11-14.
- Čas, M., 2002. Forest land biodiversity use, degradation and development, co-natural silviculture and capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) as indicator in Slovenian Alps: research report. *Grouse news*, 24.
- Čas, M., 2006. Fluktuacije populacij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v odvisnosti od pretekle rabe tal in strukture gozdov v jugovzhodnih Alpah : doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 263 str.
- Čas, M., 2010. Disturbances and predation on Capercaillie at leks in Alps and Dinaric mountains. *Šumarski list*, 134, 487-495.
- Čas, M., 2012a. The changes in rural and forest landscape and their use in the Slovenian Alps in the last centuries - a »back to nature« tourism with impacts, a case of Western Capercaillie. V: Strategies for tourism industry - micro and macro perspectives, Kasimoğlu M., Aydin H (ur.). Rijeka, InTech: [339]-372, (internetni vir: <http://www.intechopen.com/books/strategies-for-tourism-industry-micro-and-macro-perspectives/the-changes-in-rural-and-forest-land-as-a-consequence-of-a-human-activities-in-alps-in-last-century>).
- Čas, M., 2012b. Spreminjanje rabe tal in gozdov ter populacijska dinamika nekaterih živalskih vrst gozdnate krajine na Slovenskem po letu 1874 - pomen za upravljanje z divjadjo. *Zlatorogov zbornik*, 1, 85-104.
- Čas, M., Adamič, M., 1995. The impacts of forest die-back on the distribution of Capercaillie leks in north-central Slovenia. V: The Sixth International Grouse Symposium, Proceedings, Udine, 20-24 sept. 1993.
- Čas, M., Adamič, M., 1998. Vpliv spreminjanja gozda na razporeditev rastišč divjega petelina (*Tetrao*

- urogallus* L.) v vzhodnih Alpah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 57, 5–27.
- Denac, K., Mihelič, T., Božič, L., Kmecl, P., Jančar, T., Figel, J., Rubinič, B., 2011. Strokovni predlog za revizijo posebnih območij varstva (SPA) z uporabo najnovejših kriterijev za določitev mednarodno pomembnih območij za ptice (IBA). Končno poročilo (dopolnjena verzija). Ljubljana, DOPPS – BirdLife Slovenia.
- Denac, K., 2013. Belohrbti detel *Dendrocopos leucotos* V: Monitoring populacij izbranih vrst ptic - popisi gnezdkil 2012 in 2013. Poročilo. Denac K., Božič L., Mihelič T., Denac D., Kmecl P., Figelj J., Bordjan D. (ur.). Ljubljana, DOPPS-BirdLife Slovenia: 83–117.
- DOPPS 2014. Poročilo po 12. členu ptičje direktive (2009/147/EC) za obdobje 2008-2012. Populacijske ocene ptic. Ljubljana, DOPPS.
- Fielding, A. H., Bell, J. F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ. Conserv.*, 24, 38–49.
- Frank, G., 2002. Brutzeitliche Einnischung des Weißbruckenspechtes *Dendrocopos leucotos* im Vergleich zum Buntspecht *Dendrocopos major* in montanen Mischwäldern der nordlichen Kalkalpen. *Vogelwelt*, 123, 225–239.
- Geister, I., 1995. Ornitoloski atlas Slovenije. Ljubljana, DZS, 287 str.
- Gill, F., Donsker, D. (ur.) 2014. IOC World Bird List (v 4.2). Doi 10.14344/IOC.ML.4.2. <http://www.worldbirdnames.org/>
- Glutz von Blotzheim, U. N., Bauer, K. M., 1993. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 13: Passeriformes. Wiesbaden, Aula-Verlag.
- Gregori, J., 1996. Belohrbti detel *Dendrocopos leucotos* gnezdi na Gorjanjcih. *Acrocephalus*, 17: 153–155.
- Hausknecht, R., Jacobs, S., Müller, J., Zink, R., Frey, H., Solheim, R., Vrezec, A., Kristin, A., Mihok, J., Kergalve, I., Saurola, P., Kuehn, R., 2014. Phylogeographic analysis and genetic cluster recognition for the conservation of Ural Owls (*Strix uralensis*) in Europe. *Journal of Ornithology* 155, 121–134.
- Heikkinen, R. K., Luoto, M., Virkkala, R., Pearson, R. G., Korber, J. H., 2007. Biotic interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 754–763.
- Huntley, B., Gree, R. E., Collingham, Y. C., Willis, S. G., 2007. A Climatic Atlas of European Breeding Birds. Barcelona, Lynx Edicions, 521 str.
- Klaus, S., Bergmann, H. H., 1994. Distribution, status and limiting factors of capercaillie in central Europe, particularly in Germany, including an evaluation of reintroduction. *Gibier Faune Sauvage* 11, 57–80.
- Kralj, J., Čiković, D., Dumbovič, V., Dolenc, Z., Tutiš, V., 2009. Habitat preferences of the collared flycatcher, *Ficedula albicollis* (Temm.) in mountains of continental Croatia. *Polish Journal of Ecology*, 57, 537–545.
- Krist, M., 2004. Importance of competition for food and nest-sites in aggressive behaviour of Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. *Bird Study*, 51, 41–47.
- Kutnar, L., Urbančič, M., Čas, M., 2005. Ohranjenost gozdnih tal in vegetacije v habitatu divjega petelina v vzhodnih Karavankah in vzhodnih Kamniško-Savinjskih Alpah. *Zb. gozd. lesar.*, 77, 5–42.
- Lohmus, A., 2003. Do Ural owls (*Strix uralensis*) suffer from the lack of nest sites in managed forest? *Biological Conservation*, 110, 1–9.
- Matvejev, S. D., Vasič, V. F., 1973. *Catalogus Faunae Jugoslaviae*, IV/3 – Aves. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 118 str.
- Melletti, M., Pentteriani, V., 2003. Nesting and feeding tree selection in the endangered white-backed woodpecker, *Dendrocopos leucotos lilfordi*. *Wilson Bulletin*, 115, 299–306.
- Merila, J., Wiggins, D. A., 1995. Interspecific competition for nest holes causes adult mortality in the Collared Flycatcher. *Condor*, 97, 445–450.
- Mihelič, T., Marčeta, B., 2000. Naravovarstvena problematika sten nad Ospom kot gnezdišča velike uharice *Bubo bubo*. *Acrocephalus*, 21, 61–66.
- Mihelič, T., Žnidaršič, M., Čas, M., 2000a. Popis pestrosti ptic na rastiščih divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v gozdnih tipih v vzhodnih Karavankah (Peca - Olševa) in vzhodnih Kamniško-Savinjskih Alpah (Smrekovec - Raduha) 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 (CRP - Gozd V4 0175). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za ekologijo gozdne favne in lovstvo, 2000. 12 str.
- Mihelič, T., Vrezec, A., Perušek, M., Svetličič, J., 2000b. Kozača *Strix uralensis* v Sloveniji. *Acrocephalus*, 21, 9–22.
- Mikkola, H., 1983. *Owls of Europe*. London, T & AD Poyser, 397 str.
- Mikuletič, V., 1984. *Gozdne kure*. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, 195 str.
- Mlakar, G., 1996. Belohrbti detel *Dendrocopos leucotos*. *Acrocephalus*, 17, 85–86.
- Mlinšek, D., 1989. *Pragozd v naši krajini*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD gozdarstvo: 157 str.
- Müller, J., Büttler R., 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. Forest. Res.*, 129, 981–992.
- Newton, I., 1998. *Population Limitation in Birds*. London, Academic Press.
- Perušek, M., 1991. Balkanski detel *Dendrocopos lilfordi* gnezdi tudi v Sloveniji. *Acrocephalus*, 12, 14–18.
- Petty, S. J., Shaw, G., Anderson, D. I. K., 1994. Value of nest boxes for population studies and conservation of owls in coniferous forests in Britain. *Journal of Raptor Research*, 28, 134–142.
- Ptičja direktiva (79/409/EEC). Direktiva o ohranjanju prostoživečih vrst ptic, 1979.

- Purnat, Z., Čas, M., Adamič, M., 2007. Problematika ohranjanja habitata divjega petelina *Tetrao urogallus* na Menini (osrednja Slovenija) in vpliv pašništva. *Acrocephalus*, 28, 105–118.
- Reiser, O., 1925. Die Vögel von Marburg an der Drau. Graz, Naturwissenschaftlichen Verein in Steiermark, 143 str.
- Rubinič, B., 1993. Belohrbti detel *Dendrocopos leucotos*. *Acrocephalus*, 60, 168.
- Sachot, S., Perrin, N., Neet, C., 2003. Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation. *Biological Conservation*, 112, 3, 373–382.
- Saniga, M., 2002. Nest loss and chick mortality in capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in West Carpathians. *Folia Zoologica*, 51, 202–214.
- Segelbacher, G., Storch, I., 2002. Capercaillie in the Alps: genetic evidence of metapopulation structure and population decline. *Molecular Ecology*, 11, 1669–1677.
- Slagsvold, T., 1978. Competition between Great Tit *Parus major* and Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*: experiment. *Ornis Scandinavica*, 9, 46–50.
- Sotenšek B. 2012. Prehranski niši simpatričnih vrst sov kozače (*Strix uralensis*) in lesne sove (*Strix aluco*) v gnezditvenem obdobju. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Storch, I., 1999. Auerhuhn-Schutz : Aber wie? München, University of Munich, Institute of Wildlife Research and Management, RieS Druck und Verlags: 43 str.
- Storch, I., 2013. Human disturbance of grouse - why and when? *Wildlife Biology*, 19, 4, 390–403.
- Sun-Yue-Hua, 1995. Studies of grouse in China. V: Proceedings of the 6th International Symposium on Grouse : 20–24 september 1993. Udine, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica.
- Šere, D., 1985. Belohrbti detel *Dendrocopos leucotos*. *Acrocephalus*, 23, 11.
- Thiel, D., Jenni-Eiermann, S., Braunisch, V., Palme, R., Jenni, L. 2008. Ski tourism affects habitat use and evokes a physiological stress response in capercaillie *Tetrao urogallus*: a new methodological approach. *Journal of Applied Ecology*, 45, 845–853.
- Tome, D., 1996. Višinska razširjenost sov v Sloveniji. *Acrocephalus*, 17, 2–3.
- Tome, D., Vrezec, A., Bordjan, D., 2013. Ptice Ljubljane in okolice. Ljubljana, Mestna občina Ljubljana, 197 str.
- Trilar, T., Vrezec, A., 2009. Gozdne ptice Slovenije, 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga, 143 str.
- Tucker, G. M., Evans, M. I., 1997. Habitats for birds in Europe. *BirdLife Conservation Series No. 6*. Cambridge, BirdLife International, 464 str.
- Vrezec, A., 2000. Prispevek k poznavanju prehrane kozače *Strix uralensis macroura* na Kočevskem. *Acrocephalus*, 21, 77–78.
- Vrezec, A., 2003. Breeding density and altitudinal distribution of the Ural, Tawny, and Boreal Owls in North Dinaric Alps (central Slovenia). *J. Raptor Res.*, 37, 55–62.
- Vrezec A. 2007. The Ural Owl (*Strix uralensis macroura*) – Status and overview of studies in Slovenia V: European Ural Owl workshop. Müller J., Scherzinger W., Moning C. (ur.), Grafenau, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald: 16–31.
- Vrezec, A., 2009. Melanism and plumage variation in *macroura* Ural Owl. *Dutch Birding*, 31, 159–170.
- Vrezec, A., 2011. Gozd, dupla in duplarji. *Svet ptic*, 17, 23–25.
- Vrezec, A., 2014. Rentgen razkriva ilegalni lov na ptice. Delo, priloga Znanost, 13.2.2014, 56, 14.
- Vrezec, A., Bordjan, D., Perušek, M., Hudoklin, A., 2009. Population and ecology of the White-tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*) and its conservation status in Slovenia. *Denisia*, 27, 103–114.
- Vrezec A., Kohek K. 2002. Nekaj gnezditvenih navad kozače *Strix uralensis* v Sloveniji. *Acrocephalus*, 23, 179–183.
- Vrezec, A., Tome, D., 2004. Altitudinal segregation between Ural Owl *Strix uralensis* and Tawny Owl *S. aluco*: evidence for competitive exclusion in raptorial birds. *Bird Study*, 51, 264–269.
- Vrezec, A., de Groot, M., Kobler, A., Ambrožič, Š., Kapla, A. 2014. Ekološke značilnosti habitatov in potencialna razširjenost izbranih kvalifikacijskih gozdnih vrst hroščev (Coleoptera) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: prvi pristop z modeliranjem. *Gozdarski vestnik*, 72, 452–471.
- Walters, J. R., 1998. The Ecological Basis of Avian Sensitivity to Habitat Fragmentation. V: *Avian Conservation*. Marzluff J.M., Sallabanks R. (ur.), Island Press, Washington: 181–192.
- Zeiler, H., Breuss, M., Wöss, M., Szinovatz, V. 2002. The structure of habitat used by Hazel Grouse *Bonasa bonasia* during winter. *Acrocephalus*, 23, 115–121.
- Zuur, A., Ieno, E., Walker, N., Savelie, A., Smith, G., 2009. Mixed effect models and extensions in ecology with R. New York, Springer Verlag, 574 str.
- Žnidaršič, M., Čas, M., 1999. Gospodarjenje z gozdovi, ogroženost in ohranjanje habitatov divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Kamniško-Savinjskih Alpah. *Gozdarski vestnik*, 57, 127–140.