

ODNOSI MED TELESNO VELIKOSTJO, RAZŠIRJENOSTJO IN GOSTOTO GNEZDEČIH PTIC V SLOVENIJI

Relationship between body size, distribution and abundance of breeding birds in Slovenia

FRANC JANŽEKOVIČ

Vurberk 104h, SI-2241 Sp. Duplek, Slovenija, e-mail: franc.janzekovic@guest.arnes.si

Through the analysis of empirical data on the breeders of Slovenia, relations between their distribution, abundance and body size were being assessed. Two hypotheses were tested: 1) species with greater distribution have greater abundance than species limited to smaller geographical regions; 2) larger species have lower average abundance than smaller. The relationship between distribution and abundance of the species breeding in Slovenia was in accordance with the exponent growth, while the correlation coefficient was high and positive ($R = 0.75$). Correlation between distribution of species and number of breeding pairs was also significant and positive ($R = 0.88$). Larger species had smaller average abundance and therefore smaller number of breeding pairs than smaller birds. Correlation between body size and abundance of pairs was negative ($r = -0.41$). The difference in abundance of pairs between species with larger and smaller body size is presumably the result of different access to natural resources (mainly food). In larger species, the same quantity of limited natural resources is distributed among smaller number of individuals, while in small body size species this quantity is distributed among greater number of birds.

Key words: birds, Aves, body size, distribution, abundance, breeding birds, Slovenia

Ključne besede: ptice, Aves, telesna velikost, razširjenost, številčnost, gnezdilke, Slovenija

1. Uvod

Avifavna izbranega območja je posledica dinamike vrst, priseljevanja in izumiranja, in adaptivne radiacije oziroma prilagajanja novim življenjskim razmeram in nastajanja vrst. Razširjenost vrst ter njihovo številčnost in gostoto (abundanco) poleg historičnega vidika omejujejo različne fizikalno biotske spremenljivke. Kombinacijo teh spremenljivk in pa njihovo sinergično delovanje opredeljujemo z večrazsežno (multi-dimenzionalno) ekološko nišo. Prilagoditve in strategije preživetja posameznih vrst se izkazujejo tudi skozi telesno velikost, geografsko razširjenost in gostoto populacije (MACARTHUR 1972, BROWN & MAURER 1986, WAINWRIGHT & REILLY 1994, BROWN 1995). Študij odnosov med geografsko razširjenostjo, gostoto in telesno velikostjo je BROWN (1995) uvrstil v makroekologijo. Makroekologija je veja ekologije, v kateri raziskovalci iščejo odgovore na dva sklopa vprašanj. Prvič, kako z ustreznimi statističnimi orodji

prispevati k razjasnitvi tradicionalnih ekoloških tem glede gostote, razširjenosti in pestrosti vrst. Drugič, kakšne so povezave med različnimi ravnmi organizacije od posameznika do populacije, združbe in biomov.

Število gnezdečih parov, predvsem pa njihova gostota, so v veliki meri povezani s telesno velikostjo vrste. BROWN (1995) in drugi avtorji ugotavljajo, da je gostota v negativnem korelacijskem odnosu s telesno maso in upada s koeficientom okrog $-0,75$ na osnovi logaritemske skale.

Odnos med gostoto parov in njihovo telesno velikostjo lahko razložimo z znotrajvrstno tekmovalnostjo. Osebkni telesno večjih vrst so večji potrošniki dobrin, zato njihova populacija prej doseže nosilno kapaciteto okolja, kot jo doseže populacija telesno manjše vrste. Zato imajo populacije telesno manjših vrst povprečno višjo gostoto kot populacije telesno večjih vrst.

Pozitivni korelacijski odnos med razširjenostjo vrste in njeno gostoto opisuje BROWN (1984 & 1995). HANSKI *et al.* (1993) ponujajo triplastno razlago tega pojava: (a)

F. JANŽEKovič: Odnosi med telesno velikostjo, razširjenostjo in gostoto gnezdečih ptic v Sloveniji

metoda vzorčenja: v vnaprej pripravljeni shemi vzorčnih ploskev je število mest, na katerih bomo vrsto zaznali, enakomerno naraščajoča funkcija povprečne gostote; (b) ekološka specializacija: vrste, ki izkoriščajo bolj razširjene in pogostejše naravne vire, so tudi bolj razširjene in imajo višjo gostoto; z drugimi besedami: ekološki generalisti so bolj razširjeni in pogostejši od specialistov; (c) dinamika metapopulacij: vrsta poseli vsako primerno območje tudi fragmentirano in tako poveča število lokalnih populacij. Če združimo obravnavo posameznih prostorsko ločenih populacij, jih imenujemo metapopulacije. Dejansko gre za populacije, med katerimi poteka pretok genov. Vendar ne poseljujejo celotnega prostora znotraj obravnavanega območja, ampak samo primerne habitate. V prikazih geografske razširjenosti metapopulacije navadno obravnavamo kot strnjeno poseljena območja.

Namen prispevka je predstaviti odnose med gostoto, telesno velikostjo in razširjenostjo na primeru gnezdičk slovenskega ozemlja. Postavljam dve hipotezi, da: 1) imajo vrste, ki so bolj geografsko razširjene, višjo povprečno gostoto gnezdečih parov; 2) telesno večje vrste imajo nižjo povprečno gostoto in absolutno nižje število gnezdečih parov, kot telesno manjše vrste.

2. Metode

2.1. Telesna velikost

Tabela 1: Pearsonovi korelacijski koeficienti r med prvo geografsko glavno komponento (1. GGK) in šestimi kazalci geografske razširjenosti gnezdičk v Sloveniji. Vse vrednosti so logaritmirane; $\alpha < 0,0001$.

Table 1: Pearson's correlation coefficients r between the first principal geographical component (1. GGK) and the six indicators of geographical distribution of breeding birds in Slovenia. All values are in logarithms; $\alpha < 0.0001$.

Vidiki razširjenosti/ Distribution aspects	1. GGK r
Geografska širina / Latitude	0,95
Geografska dolžina / Longitude	0,95
Geograf. širina X geograf. dolžina/ Latitude X longitude	0,96
Število kvadratov / No. squares 10 X 10 km	0,91
Število kvadratov / No. squares 50 X 50 km	0,95
Število fitogeografskih območij/ No. phytogeographical areas	0,94

Večje vrste imajo večjo maso, daljši trup, daljše peruti itd., manjše vrste pa izkazujejo manjše vrednosti izbranih spremenljivk. Lahko bi rekli, da je velikost značilnost vrste ali osebka, ki ga podamo z biometričnim zapisom. Vendar splošne velikosti ne ponazarja ena sama spremenljivka, noben posamezni znak ni enakovreden splošni velikosti. Dobro jo povzema prva glavna komponenta v analizi glavnih komponent (Principal Component Analysis). To je multivariatna statistična metoda, s katero iz niza povezanih spremenljivk oblikujemo nove spremenljivke, ki se imenujejo glavne komponente. Prva glavna komponenta (1. GK) razlaga večino variance osnovnih spremenljivk. Ker je večina variance morfometričnih spremenljivk v velikosti, je 1. GK definirana kot vektor splošne telesne velikosti. Z naraščanjem njene vrednosti opisujemo naraščanje velikosti osebkov, z njenim zmanjševanjem pa upadanje velikosti osebkov (SNEATH & SOKAL 1973, BOOKSTEIN *et al.* 1985, RISING & SOMERS 1989). V analizo glavnih komponent in izračun 1. morfološke GK (1. MGK) sem vključil srednje vrednosti treh logaritmiranih spremenljivk: mase, dolžine telesa in dolžine peruti. Biometrične podatke sem povzel po CRAMPU (1993).

2.2. Razširjenost gnezdičk

Gnezditvena razširjenost ptic v Sloveniji (za obdobje od 1979 do 1994) je povzeta po kartah razširjenosti

Tabela 2: Pearsonovi korelacijski koeficienti med prvo morfološko glavno komponento (1. MGK, vektor splošne velikosti) in razširjenostjo po različnih metodah merjenja; vse vrednosti so logaritmirane.

Table 2: Pearson's correlation coefficients between the first principal morphological component (1. MGK, general size vector) and distribution according to different calculation methods; all values are in logarithms.

Vidiki razširjenosti/ Distribution aspects	MGK	
	r	α
Geografska širina / Latitude	-0,14	0,0377
Geografska dolžina / Longitude	-0,16	0,0132
Geograf. širina X geograf. dolžina/ Latitude X longitude	-0,16	0,0187
Št. kvadratov/ No. squares 10 X 10 km	-0,20	0,0033
Št. kvadratov/ No. squares 50 X 50 km	-0,20	0,0030
Št. fitogeografskih območij/ No. phytogeographical areas	-0,13	0,0490

kartiranja gnezdil Društva za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije (GEISTER 1995). Skupno je bilo v analizo vključenih 216 verjetnih in potrjenih gnezdil iz območja Slovenije.

2.3. Gostota (abundanca)

Gostota gnezdeče populacije ali abundanca je mera, s katero izrazimo število gnezd (ali parov) na površino. Gnezditvena gostota v primeru posamezne vrste je bila izračunana kot kvocient med povprečnim številom gnezdečih parov in številom zasedenih kvadratov 10 x 10 km. Podatki o oceni populacije in zasedenosti kvadratov so povzeti po GEISTRU (1995). V primeru velikosti populacije gre pri večini vrst za grobo oceno. Ker so bili posamezni kvadrati nezadostno raziskani, je treba izračunano gostoto obravnavati z veliko mero zadržanosti in se zavedati metodoloških napak v fazi zajemanja podatkov. Prav tako izračun predvideva homogeno porazdelitev gnezdil v poseljenem območju. Iz terenskih izkušenj vemo, da ni tako. Istočasno so ti podatki do sedaj najboljši prikazi razširjenosti in ocena števila gnezdečih parov v Sloveniji. V statističnih analizah so bile uporabljene logaritimirane vrednosti abundance.

2.4. Merjenja geografske razširjenosti

Metode merjenja geografske razširjenosti gnezdil na območju Slovenije predstavlja JANŽEKovič (2000) in so povzete po QUINNU *et al.* (1996) in GASTONU (1994). Meritve temeljijo na: (a) razširjenosti po geografski širini, (b) razširjenosti po geografski dolžini, (c) produktu

razširjenost po geografski širini in geografski dolžini, (d) številu zasedenih kvadratov 10 x 10 km, (e) številu zasedenih kvadratov 50 x 50 km in (f) številu zasedenih fitogeografskih območij.

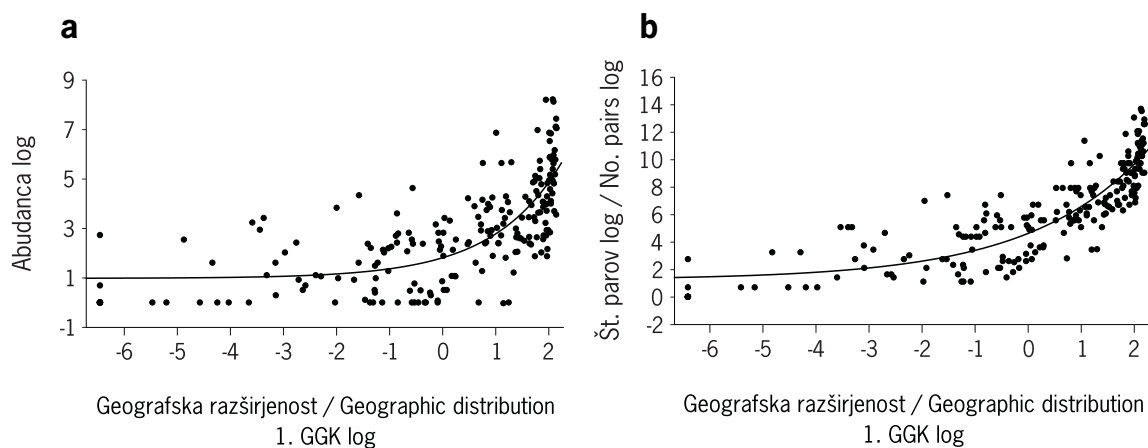
Vseh šest spremenljivk, ki opisujejo razširjenost gnezdil, je bilo pretvorjenih v logaritemske vrednosti in vključenih v analizo glavnih komponent. Izračun 1. geografske glavne komponente (1. GGK) omogoča redukcijo več osnovnih spremenljivk v samo en vektor, s katerim je predstavljena razširjenost vrst.

Nelinearni odnosi med spremenljivkami so podani s koeficientom korelacije R , linearni odnosi pa s Pearsonovim korelacijskim koeficientom r . Statistične analize so bile narejene s pomočjo statističnega programa NTSYS-pc 2.0 (ROHLF 1998) in družino programov Microsoft Office (MICROSOFT CORPORATION 1997).

3. Rezultati

3.1. Odnos med razširjenostjo in gostoto gnezdil

Razširjenost posamezne vrste na območju Slovenije je bila ovrednotena s šestimi različnimi kazalci. Pri merjenju geografske razširjenosti vrst se objekt merjenja ni spreminjal, različne so bile samo metode merjenja, zato je bila tesna povezanost med kazalci razširjenosti pričakovana. Korelacijski koeficienti med kazalci geografske razširjenosti so bili zelo visoki ($r > 0,86$) in značilni ($\alpha < 0,0001$). Vrednosti vseh šestih spremenljivk so bile pretvorjene v desetiški logaritem in vključene v analizo glavnih komponent. Prva geografska glavna komponenta (1. GGK) je pojasnila 90% variance o



Sliki 1 a & b: Projekcija gostote (Abundance log) (a) in povprečnega števila gnezdečih parov (St. parov log) (b) na prvo geografsko glavno komponento (1. GGK log), ki pojasnjuje razširjenost vrst; vse vrednosti so logaritimirane.

Figures 1 a & b: Projection of abundance (Abundance log) (a) and average numbers of breeding pairs (No. pairs log) (b) on the first principal geographical component (1. GGK log), which explains distribution of species; all values are in logarithms.

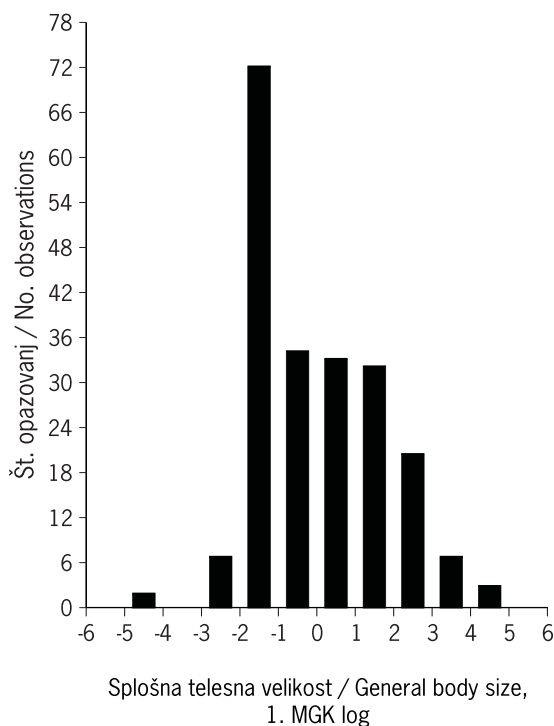
F. JANŽEKovič: Odnosi med telesno velikostjo, razširjenostjo in gostoto gnezdečih ptic v Sloveniji

geografski razširjenosti gnezdil na območju Slovenije. Korelacijski koeficienti med 1. GGK in šestimi geografskimi spremenljivkami so bili pozitivni in zelo visoki ($r > 0,9$; tabela 1). To pomeni, da naraščanje 1. GGK opisuje večanje geografske razširjenosti, nižanje njene vrednosti pa opisuje zmanjševanje geografske razširjenosti vrst.

Odnos med geografsko razširjenostjo vrst (1. GGK) in njihovo abundanco je bil najbližji modelu eksponentne rasti (slika 1a), ki je pojasnil 55,8% variance, korelacijski koeficient med razširjenostjo in abundanco pa je znašal $R = 0,75$.

3.2. Odnos med razširjenostjo in številom parov

Korelacijski odnos med razširjenostjo, ki jo povzema 1. GGK, in številom gnezdečih parov je bil, podobno kot pri abundanci, najbližji modelu eksponentne rasti (slika 1b) in je pojasnil 77,1% variance ($R = 0,88$).



Slika 2: Frekvenčna porazdelitev splošne telesne velikosti gnezdil na osnovi prve morfološke glavne komponente (1. MGK); velikost povprečne gnezdilke je pri vrednosti 0 (nič).

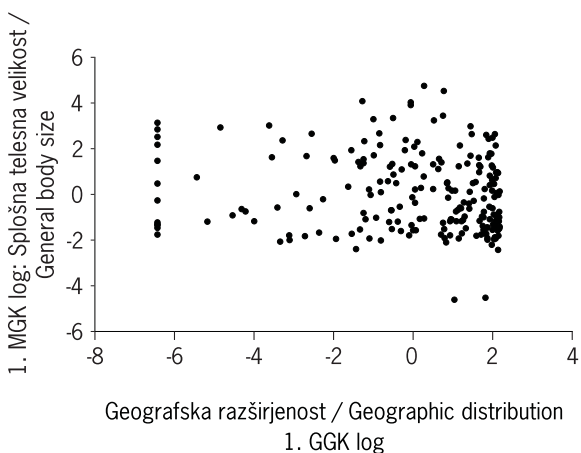
Figure 2: Frequency distribution of general body size of breeding birds on the basis of the first principal morphological component (1. MGK), with 0 (zero) presenting size of average breeder.

3.3. Značilnosti splošne telesne velikosti gnezdil

Splošno telesno velikost je dobro povzela prva morfološka glavna komponenta (1. MGK), ki je pojasnila 95% variance osnovnega niza morfometričnih podatkov. Frekvenčna porazdelitev splošne velikosti je bila močno asimetrična v desno (slika 2). Prevladovala so telesno majhne vrste, saj je bilo 149 vrst (= 69%) manjših od povprečno velike gnezdilke. Izrazito desna asimetričnost porazdelitve telesne velikosti ima dve razlagi. Razlaga s pomočjo hipoteze fraktalne geometrije temelji na ugotovitvi, da mnoge fizikalne entitete izkazujejo »samopodobne« strukture skozi celoten razpon prostorske skale, število samopodob pa narašča z zmanjševanjem merila. Po drugi hipotezi telesno manjše vrste zasedajo ožje ekološke niše. Na tej predpostavki temelji domneva, da je v razponu večrazsežne ekološke niše mogoča realizacija večjega števila telesno malih vrst z ožjimi nišami kot telesno velikih vrst s širšimi nišami (BROWN 1995).

3.4. Korelacijski odnos med razširjenostjo gnezdil in njihovo telesno velikostjo

Korelacija med splošno telesno velikostjo, ki jo povzema 1. MGK, in šestimi kazalci razširjenosti je bila ohlapna, vendar značilna in negativna ($-0,2 < r < -0,13$; tabela 2). Iz nizkih vrednosti korelacijskih koeficientov izhajajo, da gnezditvena razširjenost vrst na območju Slovenije in



Slika 3: Projekcija morfološke glavne komponente (1. MGK log) na geografsko glavno komponento (1. GGK log), ki razlaga razširjenost vrst; vse vrednosti so logaritmirane.

Figure 3: Projection of the principal morphological component (1. MGK log) on the principal geographical component (1. GGK log), which explains distribution of species; all values are in logarithms.

njihova telesna velikost nista povezani. Rezultati projekcije splošne telesne velikost (1. MGK) na razširjenost (1. GGK) so torej pričakovani (slika 3), vrednosti 1. MGK so razporejene vzdolž celotne osi 1. GGK.

3.5. Korelacijski odnos med telesno velikostjo in gostoto (abundanco) gnezdil

Splošna telesna velikost gnezdil, ki jo je povzela 1. MGK, je bila v značilni negativni korelaciji z gostoto parov ($r = -0,41$, $\alpha < 0,0001$). To pomeni, da je gostota parov v povprečju upadala z naraščanjem telesne velikosti vrste oziroma da je gostota parov naraščala z zmanjševanjem telesne velikosti. Predstava je jasnejša na projekciji vrednosti gostote na 1. MGK (slika 4a). Telesno velike vrste (visoke vrednosti 1. MGK) imajo nizke vrednosti gostote. Manjše vrste (nizke vrednosti 1. MGK) pa so razporejene vzdolž celotne osi gostote. To pomeni, da je imela večina telesno velikih vrst nižjo gnezditveno gostoto – abundanco, kot so jo imele telesno manjše vrste.

3.6. Odnos med telesno velikostjo in številom gnezdečih parov

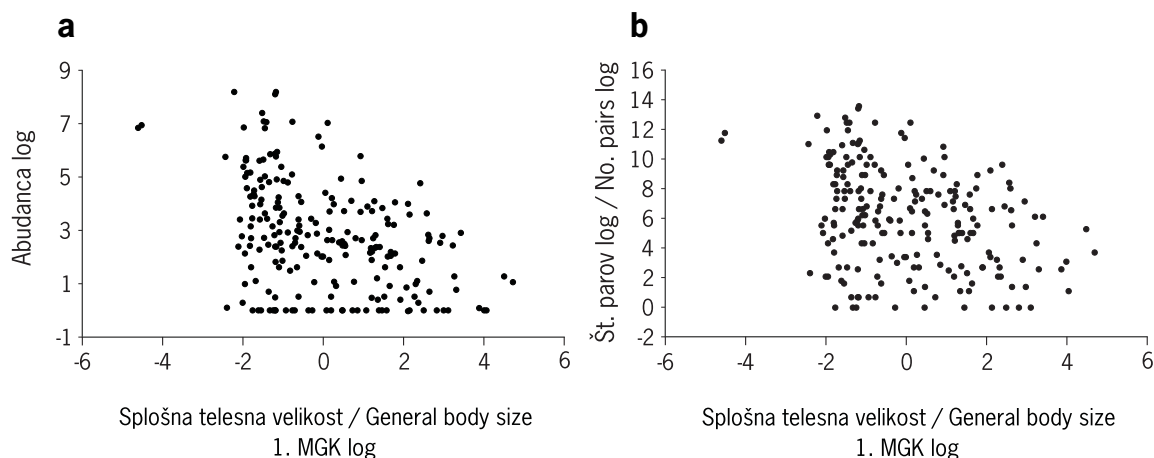
Podobno kot je bila negativna korelacija med telesno velikostjo in gostoto parov, velja tudi za velikost in število gnezdečih parov. Korelacija med 1. MGK in številom gnezdečih parov na ozemlju Slovenije je bila negativna ($r = -0,33$) in značilna ($\alpha < 0,0001$). To pomeni, da je imela večina telesno velikih vrst nižje

število gnezdečih parov, kot so jih imele telesno manjše vrste (slika 4b).

4. Diskusija

Število telesno manjših vrst je na območju Slovenije veliko večje od števila telesno velikih vrst. Na sliki 2 vidimo, da frekvenčna porazdelitev splošne telesne velikosti gnezdil ni normalna. Sklepamo lahko na dva ali več vrhov, vendar je desno asimetrična porazdelitev z enim vrhom prevladujoča pri večini skupin vrst in prevladuje v vzorcih pri vseh skupinah kopenskih vretenčarjev (BROWN & MAURER 1989, BROWN 1995). BROWN (1995) je mnenja, da je to v skladu z zakonitostmi v fraktalni geometriji, kjer število samopodob (selfsimilar) narašča z zmanjševanjem merila.

Positivna korelacija med geografsko razširjenostjo in gostoto pomeni, da imajo bolj razširjene vrste v povprečju višjo gostoto parov. Nasprotni odnos je pri vrstah z bolj omejeno razširjenostjo, pri katerih je tudi gostota značilno nižja. To ugotovitev so potrdili številni raziskovalci pri različni organizmih, npr. pri rastlinah, žuželkah in vretenčarjih. Pojav, da imajo bolj razširjene vrste v povprečju višjo gostoto, je torej zelo splošen (BROWN 1995). Vzorec pozitivnega odnosa med prostorsko razširjenostjo in gostoto lahko pojasnimo s širino ekološke valence. Vrste s široko ekološko valenco - evričke vrste (nespecializirane predvsem glede izbire habitatov in hrane) - izkoriščajo širši spekter prehrane in poseljujejo različne habitate. Posledica takšne strategije je večja prostorska razširjenost vrste, hkrati pa



Sliki 4 a & b: Projekcija gostote (Abundanca log) (a) in števila parov (Št. parov log) (b) na prvo morfološko glavno komponento (1. MGK log), ki razlaga telesno velikost vrst; vse vrednosti so logaritmirane.

Figs. 4 a & b: Projection of abundance (Abundanca log) (a) and number of pairs (No. pairs log) (b) on the first principal morphological component (1. MGK log), explaining body size of species; all values are in logarithms.

F. JANŽEKovič: Odnosi med telesno velikostjo, razširjenostjo in gostoto gnezdečih ptic v Sloveniji

tudi višja gostota. Nasprotno usmerjene tendence izkazuje vrste z ozko ekološko valenco, steneke vrste. Njihovo bivališče navadno obsega samo en habitat in zelo specifično prehrano.

Ugotovitev, da populacijska gostota gnezdičk upada z naraščanjem njihove telesne velikosti, ni nova. Telesno manjše vrste imajo torej možnost doseči visoko gostoto. Po drugi strani telesno velike vrste zaradi omejitev večrazsežne ekološke niše ne morejo doseči visokih gostot.

Odnosi med telesno velikostjo, razširjenostjo in gostoto gnezdičk slovenskega ozemlja se ujema z ugotovitvami drugih raziskovalcev. Do podobnih zaključkov so prišli SOLONEN (1994) za finsko avifauno, NEE *et al.* (1991) za britansko in BROWN & MAURER (1987) za severnoameriško.

Raziskave odnosov med gostoto in razširjenostjo, ki so bile narejene na velikih območjih ali kar na celinah (npr. BROWN & MAURER 1987), kažejo skoraj linearni odnos med obema spremenljivkama. Vzrok, zakaj je v primeru obravnave gnezdičk slovenskega območja odnos bližji eksponentni rasti, lahko iščemo v relativno majhni geografski velikosti in v dejstvu, da so ravno na tem ozemlju meje razširjenosti precejšnega števila vrst.

5. Povzetek

V prispevku predstavljam odnos med telesno velikostjo, gostoto in razširjenostjo gnezdičk na območju Slovenije. Ugotovitve so bile skladne z obema preizkušenima hipotezama: (1) Gostota (abundanca) gnezdečih parov je bila v značilni in negativni korelaciji s telesno velikostjo vrste. Ugotovitev je v skladu s hipotezo, da se omejena količina naravnih virov med velikimi vrstami porazdeli med manj osebki kot med telesno majhnimi vrstami. Posledica je, da so telesno manjše vrste v povprečju številčnejše in pogostejše kot telesno velike vrste. (2) Korelacija med razširjenostjo vrst in njihovo gostoto je bila tesna. To pomeni, da so imele vrste z večjo razširjenostjo tudi višjo gostoto (abundanco). Ugotovitev je v skladu z domnevo, da imajo bolj razširjene vrste širšo ekološko nišo in izkoriščajo širši spekter naravnih virov. Nespecializiranost jim omogoča poselitev različnih habitatnih tipov in s tem večjo razširjenost. Dostop do širšega spektra naravnih virov jim omogoča višjo naseljitveno gostoto in posledično višje število gnezdečih parov.

6. Literatura

BOOKSTEIN, F.L., B. CHERNOFF, R.L. ELDER, J.M. HUMPHRIES JR., G.R. SMITH & R.E. STRAUSS (1985): Morphometrics in evolutionary biology. Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

- BROWN, J.H. (1984): On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124 (2): 255-279.
- BROWN, J.H. (1995): *Macroecology*. The University of Chicago Press, Chicago, London.
- BROWN, J.H. & B.A. MAURER (1986): Body size, ecological dominance and Cope's rule. *Nature* 324: 248-250.
- BROWN, J.H. & B.A. MAURER (1987): Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the North American Avifauna. *American Naturalist* 130: 1-17.
- BROWN, J.H. & B.A. MAURER (1989): *Macroecology: the division of food and space among species on continents*. *Science* 243: 1145-1150.
- CRAMP, S., ed. (1993): *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol. I-IX*. Oxford University Press, Oxford, London, New York.
- GASTON, K.J. (1994): Measuring geographic range size. *Ecography* 17 (2): 198-205.
- GEISTER, I. (1995): *Ornitološki atlas Slovenije*. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- HANSKI, I., J. KOUKI & A. HALKKA (1993): Three Explanations of the Positive Relationship between Distribution and Abundance of Species. s. 108-116. V: RICKLEFS, R. E., D. SCHLUTER (eds.): *Species Diversity in Ecological Communities*. The University of Chicago press, Chicago, London.
- JANŽEKovič, F. (2000): Merjenje geografske razširjenosti ptic – primerjava empiričnih podatkov na primeru slovenskih gnezdičk. *Acrocephalus* 21: 249-259.
- MACARTHUR, R.H. (1972): *Geographical Ecology. Patterns in the Distribution of Species*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MICROSOFT CORPORATION (1997): *Microsoft Office*.
- NEE, S., A.F. READ, J.J.D. GREENWOOD & P.H. HARVEY (1991): The relationship between abundance and body size in British birds. *Nature* 351: 312-313.
- QUINN, R.M., J.G. KEVIN & H.R. ARNOLD (1996): Relative measures of geographic range size: empirical comparison. *Oecologia* 107: 179-188.
- RISING, D. J. & K. M. SOMERS (1989): The measurement of overall body size in birds. *Auk* 106: 666-674.
- ROHLF, F.J. (1998): *NTSYS-pc 2.0. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. SUNY at Stony Brook, New York.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL (1973): *Numerical taxonomy. W.H. Freeman and company*. San Francisco.
- SOLONEN, T. (1994): Finnish bird fauna - species dynamics and adaptive constraints. *Ornis Fennica* 71: 81-94.
- WAINWRIGHT, P.C. & S.M. REILLY (1994): *Ecological Morphology. Integrative Organismal Biology*. The University of Chicago Press, Chicago and London.

Prispelo / Arrived: 1.12.2001

Sprejeto / Accepted: 6.3.2003