

Výběr hnízdního prostředí u ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*)

Nest site selection in the Kingfisher (*Alcedo atthis*)

Ondřej Straka & Tomáš Grim

Přírodovědecká fakulta UP, katedra zoologie, tř. Svobody 26, CZ-771 46 Olomouc; e-mail: ondrej.straka@centrum.cz, tomas.grim@upol.cz

Straka O. & Grim T. 2007: Výběr hnízdního prostředí u ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). *Sylvia* 43: 109–122.

Jedním z významných aspektů rozmnožování u ptáků je výběr umístění hnízda. Většina studií na toto téma se věnovala otevřeně hnízdicím pěvcům. Proto jsme se zabývali výběrem hnízdního prostředí u norového hnízdiče ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). Srovnávali jsme nabídku a využití potenciálních hnízdních břehů s ohledem na jejich rozměrové charakteristiky. Ledňáčci preferovali břehy s velkými rozměry a tím pádem vyšší nabídkou hnízdních příležitostí. Velikost břehu měla také významně pozitivní vliv na počet hnízdění. Ledňáčci si jednoznačně vybírali místa u horní hrany břehu. Zároveň jsme však zjistili pozitivní vztah mezi vzdáleností nory od horní hrany břehu a celkovou výškou břehu. To je v souladu s hypotézou, že umístění nory ledňáčka je výsledkem protichůdných selekčních tlaků, které upřednostňují nory vyhrabané výše (riziko vyplavení nory, přístupnost predátorům a odolnost substrátu) a níže (riziko vyhrabání nory shora, např. liškami). Délka nory a velikost vstupního otvoru nesouvisely s umístěním nory v hnízdním břehu.

Nest site selection is a critical aspect of reproduction in birds. Previous studies on this subject have focused primarily on open-nesting passerines. Therefore, we studied nest site selection in a hole-nesting species, the Kingfisher (Alcedo atthis). We compared physical characteristics of potential nesting banks with and without Kingfisher tunnels and also between tunnels occupied and unoccupied by Kingfishers. We found a clear preference for large banks offering a wider range of breeding opportunities. Bank size was also positively correlated with the number of breeding attempts. Kingfishers clearly preferred nest sites close to the bank top. However, there was also a positive relationship between the distance of the nest tunnel from the bank top and the total height of the bank. This is in line with the hypothesis that the nest site selection by the Kingfisher is a result of a trade-off between opposing selection pressures favouring tunnels high (risk of tunnel flooding, access to predators and substrate hardness) or low (risk of digging from above, e.g. by foxes) in the bank. Neither tunnel depth nor width and height of the entrance opening were correlated with nest site characteristics.

Keywords: Kingfisher, *Alcedo arrhis*, habitat selection, hole nesters, nest site

ÚVOD

Jedním z klíčových faktorů, které ovlivňují úspěšnost hnízdění ptáků, je výběr místa pro stavbu hnízda. Řada studií ukázala, že ptáci si staví hnízda tak, aby minimalizovali riziko zničení snůšky predátory (Remeš 2005a), ale také nepříznivý vliv abiotických faktorů, např. teploty, větru, srážek atd. (Paclík & Weidinger 2007). Jiné práce však neprokázaly vliv míry ukrytí hnízda na hnízdní úspěšnost, a to jak z hlediska vlivu predátorů (Remeš 2005b), tak hnízdních parazitů (Hauber & Russo 2000). V takových případech mohou rodiče nedostatečné ukrytí hnízda kompenzovat větší aktivitou při jeho obraně (Weidinger 2002, Remeš 2005b). Zatím byla většina výzkumného úsilí v této oblasti zaměřena na ptačí druhy, které si staví otevřená hnízda. O výběru umístění hnízda u ptáků hnízdících v norách je však známo méně.

Na území ČR si hloubí hnízdní nory v půdě pouze tři druhy ptáků. Jsou to břehule říční (*Riparia riparia*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*) a vlha pestrá (*Merops apiaster*) (Šťastný et al. 2006). Všechny tyto druhy hnízdí převážně v norách, které si vyhrabávají v hlinitopísčitéch až jílovitohlinitých nebo písčitéch kolmých i převislých březích (Hudec & Šťastný 2005). Heneberg (2001, 2003, 2004a, 2004b) se zabýval vztahem mezi kvalitou materiálu tvořícího břeh a výběrem umístění hnízdní nory v rámci konkrétního břehu u ledňáčka říčního, vlhy pestré i břehule říční. Zjistil, že všechny tři druhy si vybírají specifický substrát, zřejmě podle své schopnosti hloubit noru v podkladu dané mechanické odolnosti.

Jako modelový druh jsme si vybrali ledňáčka říčního, který je ze tří jmenovaných druhů v ČR nejrozšířenější a tím pádem dobře dostupný (Šťastný et al. 2006). Peris & Rodriguez (1997) ukázali, že mezi faktory ovlivňujícími výběr

hnízdního prostředí ledňáčkem patří diverzita a abundance ryb, negativní vliv pak mají hustota lidské populace a znečištění vody. Výběrem prostředí pro hnízdění tohoto druhu se pak v jemném měřítku struktury půdního substrátu věnoval Heneberg (2004b). Pokud je nám však známo, nebyla na našem území dosud dostatečná pozornost věnována výběru hnízdního prostředí ledňáčkem ve větším prostorovém měřítku, tedy ve vztahu k velikosti půdních stěn, jejich vzdálenosti od vodního toku apod. Rozšíření dosud nedostatečných poznatků o biotopových nárocích tohoto esteticky i ochranářsky atraktivního druhu je nanejvýše žádoucí jak z hlediska základního výzkumu, tak efektivnější ochrany tohoto klenotu našich vod.

Ledňáček říční je druh potravně vázaný na vodní plochy, především na tekloucí vody. Má silné teritoriální chování, hnízdí v jednotlivých párech a hnízdní teritoria jsou dlouhá asi 2 km (Libois 1997). Hnízdo je umístěno v hnízdní noře, vyhrabané v kolmých až převislých březích řek, potoků, hrázích rybníků a obnažených zemních stěnách vzdálených ve výjimečných případech až 300 m od vodních ploch (Šťastný et al. 2006). Známé je také nouzové hnízdění mezi kořeny stromů, v dutinách zdí a v králičí noře (Hudec & Šťastný 2005). V dané hnízdní sezoně hnízdí přibližně polovina opakovaně hnízdících párů ve stejné noře (Čech 2006). Místa vhodná pro hnízdění jsou často obsazována po mnoho let, není však jisté, zda na témže místě hnízdí opakovaně titíž jedinci (Čech 1995).

Čech (1981) v rámci svých výzkumů předkládal umělé hnízdní nory ledňáčkovi a sledoval jeho zájem o toto umělé hnízdní prostředí. Dále existuje řada prací ochranářského charakteru, které se zaměřují především na zjišťování výskytu, početnosti a hnízdění ledňáčka

v určitých regionech (např. Čech 1995, Pavelka & Trezner 2001, Dvorský 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).

Hnízdišť ledňáčka říčního neustále ubývá, často díky necitlivým vodohospodářským zásahům (regulace toků; Čech 2006). Chceme-li zabezpečit dostatečně silnou populaci tohoto ohroženého druhu, musíme mu v první řadě zajistit dobré podmínky k hnízdění. Právě informace o biotopových preferencích ledňáčka může být přímo využita orgány ochrany přírody a napomáhat jak při ochraně jeho už existujících hnízdišť, tak vytváření nových hnízdních příležitostí. V této práci jsme se proto pokusili mimo jiné odpovědět na otázky, jaké hnízdní břehy si ledňáčci vybírají pro hnízdění a kde v nich preferenčně umísťují své nory.

Testované hypotézy

Vzdálenost hnízdního břehu od vody: Přinášení potravy na hnízdo je energeticky náročné. Proto jsme předpokládali, že ledňáček bude preferovat takové hnízdní břehy, které jsou co nejbližší vodní plochy, kde loví potravu pro mláďata.

Velikost hnízdního břehu: Vzhledem k tomu, že větší stěna (delší a/nebo vyšší) zvyšuje pravděpodobnost nalezení vhodného substrátu, měl by si ledňáček vybírat k hnízdění stěny o větší ploše. Podle této hypotézy by tedy měla s pravděpodobností hnízdění pozitivně korelovat jak výška, tak délka břehu.

Umístění nory ve stěně: Ve vyšších partiích břehů (půdní horizont A) se vyskytuje méně odolný substrát, tvořený půdou, ve které se vyskytuje minimum oblázků či valounů (Zimák 2001). Navíc nory umístěné ve vyšších partiích břehů jsou bezpečnější z hlediska rizika zatopení. Výše položené nory by také mohly být výhodnější svojí vyšší bezpečností pro mláďata i adulty před těmi druhy predátorů, které vyhrabávají noru přes vstupní chodbu (např. potkan *Rattus norvegicus*

nebo vydra říční *Lutra lutra*, Čech 2006). Proto jsme předpověděli pozitivní vztah mezi výškou břehu a výškou nory nad hladinou (alternativně by ledňáček mohl stavět své nory ve standardní výšce nad hladinou bez ohledu na výšku stěny). Na druhé straně mohou být velmi mělce umístěné nory vyhrabány shora liškami (*Vulpes vulpes*, Reinsch 1962). Optimální umístění nory by tedy mělo být kompromisem (tzv. trade-off) mezi riziky plynoucími z umístění příliš nízko (zatopení, příliš tvrdý substrát, snadná přístupnost predátorům odspodu) nebo příliš vysoko (snadné vyhrabání predátorem shora). Předpokládali jsme, že ledňáčci budou stavět své nory ve vyšších partiích břehů, ale více než cca 0.5 m od horního okraje, poněvadž případy vyhrabávání nor ledňáčků (shora) liškami byly pozorovány pouze u hnízd, která byla méně než 50 cm pod drnem (Hudec & Šťastný 2005).

Velikost nory: Hloubení nory je pro ledňáčka fyzicky značně náročná činnost (vyhrabávání trvá často i celé týdny; Hudec & Šťastný 2005). Proto jsme očekávali, že si ledňáček vybere ke stavbě méně mechanicky odolný substrát. Ten by se měl nacházet v prvním půdním horizontu (horizont A), tedy při horní hraně břehu. Z toho vyplývá predikce, že délka nory bude negativně korelovat s její vzdáleností od horního okraje břehu. Z hlediska gradientu odolnosti substrátu jsme také očekávali, že nory vyhrabané blíže k hornímu okraji břehu by měly být vyšší a širší a tedy s větším vstupním otvorem, než nory hloubené dále od horního okraje břehu.

METODIKA

Studovali jsme lokality v bývalém okrese Vsetín, neboť na tomto území jsou výskyt a hnízdění ledňáčka již řadu let mapovány (např. Pavelka & Trezner 2001, Dvorský 2005). Spolupráce s místními

Tab. 1. Přehled sledovaných vodních toků.**Table 1.** The list of studied watercourses.

název toku <i>watercourse name</i>	délka toku (km) <i>watercourse length (km)</i>	sledovaná délka toku (km) <i>observed watercourse length (km)</i>	sledovaná délka toku (%) <i>observed watercourse length (%)</i>
Bečva	61	2	3,3
Bystřička	13	10	76,9
Hamerský potok	4	2	50,0
Hážovský potok	8	8	100,0
Maretka	7	7	100,0
Ratibořka	9	4	44,4
Rožnovská Bečva	36	19	52,8
Senice	29	23	79,3
Studený potok	3	3	100,0
Videčka	3	3	100,0
Vsetínská Bečva	60	18	30,0
celkem / <i>in total</i>	233	99	42,5

ornitology nám usnadnila vyhledávání hnízdních nor. Terénní práce probíhaly v letech 2001 až 2005. Soustava lokalit zahrnuje 11 vodních toků (tab. 1) a jednu štěrkovnu (Choryně). Regulovaným úsekům při hledání hnízd nebyla věnována pozornost. Regulované části toků totiž dávají jen málo příležitostí k hnízdění a vyskytuje se zde i méně ryb (chybí přirozené úkryty apod.). Území je v severojižním směru vymezeno souřadnicemi 49°30'30"–49°14'18"N a v západovýchodním směru souřadnicemi 17°53'49"–18°12'52"E. Sledovaná oblast se nachází v mapovacích čtvercích č. 7364, 7365, 7366, 7465, 7466, 7467, 7565 a 7566 (Šťastný et al. 2006).

Vzhledem k tomu že práce byla zaměřena z velké části na různé charakteristiky hnízd ledňáčka říčního, je důležité zmínit i geologickou charakteristiku území. Sledovaná oblast leží na flyšových sedimentech, pro které je charakteristické mnohonásobné střídání jílovců, prachovců, pískovců a slepenců ve vrstvách silných zpravidla od několika cm až po několik metrů. Tento druh sedimentů je velice náchylný k různým gravitačním pohybům (např. sesuvům), které

nastávají především po nasycení vodou. Hnízdní břehy ve sledované oblasti tedy nejsou příliš stabilní, často mění svůj tvar, a tak ani nory vyhloubené v takovém substrátu nemají dlouhou životnost. Nory se sesouvají a deformují často už několik málo let po vyhloubení. Pro získání hodnověrných údajů o rozměrech nory jsme proto shromáždili údaje co nejdříve po vyhnízdění, ale nikoli během samotného hnízdění, aby nedocházelo ke zbytečnému rušení ledňáčků.

V každém hnízdním období byl od dubna do července pěšky procházen každý z uvedených vodních toků (tab. 1). V některých případech byl pro vyhledávání využíván gumový člun. Byly zmapovány *obsazené hnízdní břehy* a *potenciální hnízdní břehy* (tj. bez hnízdních nor). Břehem myslíme pouze kolmé holé hlinité či písčité stěny, které umožňují ledňáčkům vyhrabání nory. Tento typ prostředí je zdaleka nejčastějším místem, které si ledňáčci vybírají (Čech 2006). Terénní práce zaměřené na zjištění morfometrických charakteristik hnízdních břehů a hnízdních nor proběhly pouze během let 2004 až 2005. V těchto sezonách byl zaznamenán počet

hnízdění v dané noře. Všechna měření provedl jeden z autorů (O. S.). Délka nory, výška a šířka vstupního otvoru nory byla měřena v centimetrech pomocí truhlářského metru, všechny ostatní výškové a délkové údaje pak v metrech pomocí třicetimetrového pásma.

Kromě přítomnosti či nepřítomnosti křovité a/nebo stromovité vegetace v bezprostřední blízkosti nory (v okruhu 5 m) byly do hnízdních karet zaznamenány následující údaje:

1. délka břehu - nejdelší vzdálenost od konců břehu v horizontální rovině
 2. výška břehu - vzdálenost od úpatí břehu kolmo pod norou k nejvyššímu bodu břehu kolmo nad norou
 3. maximální výška břehu - vzdálenost od úpatí po vrchol břehu v jeho nejvyšším místě
 4. délka nory
 5. výška a šířka vstupního otvoru hnízdění nory
 6. vzdálenost nory od vodní plochy - měřená jako nejkratší vzdálenost v horizontální rovině
 7. výška nory nad vodní hladinou - měřená kolmo od vodní hladiny po spodní okraj nory
 8. vzdálenost nory od horní hrany břehu - měřená ve vertikální rovině
- Rozměry č. 7 a 8 dohromady dávají výšku břehu (rozměr č. 2).

Analýza dat

Normální rozdělení měla pouze data pro délku nory (Shapiro-Wilk test: $W = 0,95$; $P = 0,13$). Protože žádný z ostatních primárních datových souborů neodpovídal normálnímu rozložení ani po Box-Cox transformaci, použili jsme pouze neparametrické testy (Spearmanova neparametrická korelace, Mann-Whitney test, Kruskal-Wallis test). Každá měřená nora byla do analýzy zahrnuta pouze jednou, aby nedošlo k pseudoreplikaci. Pro mnohonásobná porovnání rozměrů obsaze-

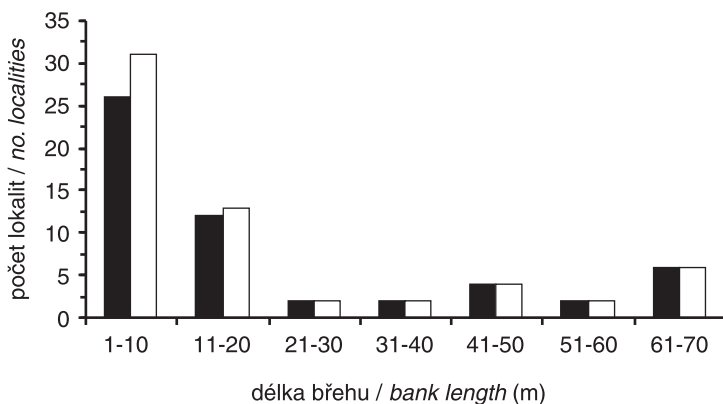
ných a neobsazených nor (tab. 2) jsme nepoužili tradiční Bonferroniho korekci z důvodů, které uvádí Nakagawa (2004). Všechny údaje jsou uvedeny jako průměr \pm SD. Všechny výpočty jsme provedli v programu JMP (SAS Institute Inc. 1995).

VÝSLEDKY

Z celkem 54 hnízdních břehů, které jsme sledovali, byla nora ledňáčka nalezena na 46 z nich. Úseky toků, na kterých se vyskytovaly pozorované nory, byly z drtivé většiny neregulované. Pouze dvě nory se nacházely v části toku, která byla regulována. Jedna z těchto nor byla postavena v odkrytém břehu, který se vyskytoval nad regulací, a v druhém případě na místě, kde byla regulace při povodni odnesena a vznikl hnízdni břeh. V blízkosti (hodnoceno v okruhu do 5 m od nory) pozorovaných nor se většinou vyskytoval pás břehových porostů složených ze dřevin měkkého luhu (zejména vrby). Z 46 nor jich bylo pouze 7 (15,2 %) lokalizováno na místech, kde nerostla vegetace (stromy nebo keře). Tři lokality se nacházely přímo v listnatém lese. Pouze dvě lokality byly na místě, kde hnízdni břeh hraničil s obhospodařovanou loukou.

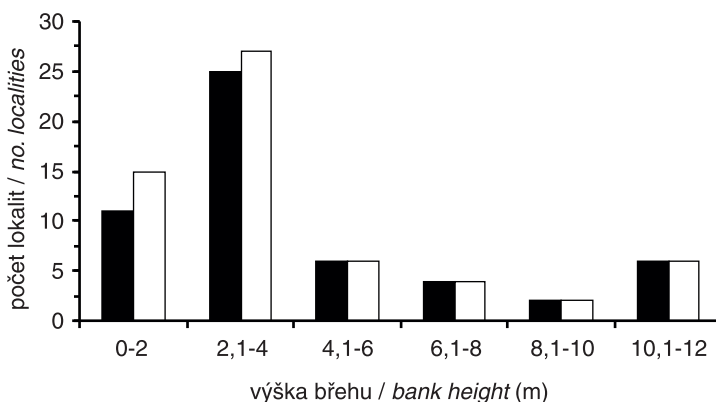
Vzdálenost břehu od vody se nelišila mezi obsazenými ($2,3 \pm 2,7$ m, $n = 46$) a neobsazenými břehy ($1,4 \pm 0,7$ m; $n = 8$; Mann-Whitney test: $U_{46,8} = -0,04$; $p = 0,97$). Stejně tak se nelišily vzdálenosti břehů od vody podle počtu hnízdění (Kruskal-Wallis test: $\chi^2 = 3,61$; $df = 3$; $p = 0,31$).

Břehy s délkou do 20 m byly využívány pouze zčásti (74,3 %), zatímco břehy delší byly obsazeny všechny (obr. 1). Podobně byly nižší břehy (do 4 m výšky) obsazeny jen neúplně (71,9 %), zato vyšší břehy byly obsazeny všechny (obr. 2). Také srovnání rozměrů obsazených a nevyužívaných nor naznačují, že ledňácci preferují větší břehy (tab. 2).



Obr. 1. Srovnání nabídky (bílé sloupce) a využití (černé sloupce) říčních břehů ledňáčkem říčním s ohledem na jejich délku.

Fig. 1. Comparison of supply (open bars) and occupancy (filled bars) of watercourse banks by the Kingfisher in relation to bank length.



Obr. 2. Srovnání nabídky (bílé sloupce) a využití (černé sloupce) říčních břehů ledňáčkem říčním s ohledem na jejich výšku.

Fig. 2. Comparison of supply (open bars) and occupancy (filled bars) of watercourse banks by the Kingfisher in relation to bank height.

Výška břehu, maximální výška břehu a délka břehu spolu významně pozitivně korelovaly ($r_s = 0,66-0,99$; vše $p < 0,0001$; v této a všech dalších analýzách jsou zahrnuty pouze obsazené stěny, $n = 46$). Abychom otestovali vliv velikosti břehu na hnízdění ledňáčka, provedli jsme analýzu hlavních komponent (PCA). Hlavní komponenta (PC1) vyčerpala 88,6% variability a významně pozitivně korelovala

se všemi původními proměnnými ($r_s = 0,83-0,95$; $p < 0,0001$). Hlavní komponenta měla po Box-Cox transformaci normální rozložení (Shapiro-Wilk test: $W = 0,96$; $p = 0,17$). Otestovali jsme vliv hlavní komponenty (měřítko velikosti stěny) na pravděpodobnost obsazení břehu ledňáčkem (0 = bez zahnízdění, 1 = alespoň jedno prokázané hnízdění). Nominální logistická regrese odhalila vý-

Tab. 2. Charakteristiky obsazených a neobsazených nor ledňáčka říčního (průměr ± SD). Nebyly uvedeny jinak, jsou rozměry v metrech. Pro definici charakteristik viz Metodika. Rozdíly byly testovány Mann-Whitneyho testem.

Table 2. Characteristics of occupied and unoccupied nest tunnels by Kingfishers (means ± SD). Dimensions are given in meters unless stated otherwise. For definitions of the characteristics see Methods. Differences were tested with Mann-Whitney tests.

charakteristika / <i>physical characteristic</i>	obsazené nory <i>occupied tunnels</i> (n = 37)	neobsazené nory <i>unoccupied tunnels</i> (n = 9)	U	p
břeh / bank				
délka břehu / <i>bank length</i>	20,4 ± 21,9	7,4 ± 4,5	1,32	0,19
výška břehu / <i>bank height</i>	4,6 ± 3,1	3,0 ± 0,5	2,11	0,035
maximální výška břehu / <i>maximum bank height</i>	4,7 ± 3,2	2,6 ± 0,9	2,19	0,029
nora / tunnel				
délka nory / <i>tunnel depth (cm)</i>	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,10	0,92
výška vstupního otvoru nory / <i>height of the entrance opening (cm)</i>	8,0 ± 1,6	9,7 ± 2,5	1,31	0,19
šířka vstupního otvoru nory / <i>width of the entrance opening (cm)</i>	7,0 ± 0,9	8,3 ± 2,5	1,03	0,30
vzdálenost nory od vodní plochy / <i>distance of the tunnel from the nearest watercourse</i>	2,6 ± 2,9	1,2 ± 1,2	1,07	0,28
výška nory nad vodní hladinou / <i>distance of the hole to the water level</i>	4,0 ± 3,1	2,5 ± 0,6	0,28	0,78
vzdálenost nory od horní hrany břehu / <i>distance of the hole to the bank top</i>	0,6 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,34	0,73

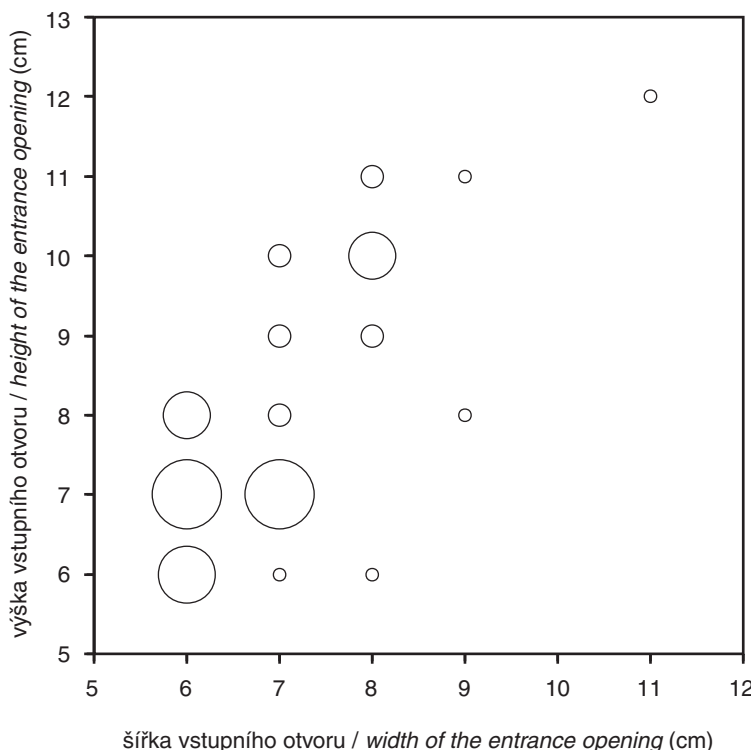
znamný pozitivní vliv velikosti břehu na jeho obsazení ($R^2 = 0,15$; $\chi^2 = 7,01$; $df = 1$; $p = 0,008$). Navíc ordinální logistická regrese ukázala, že s rostoucí velikostí stěny významně roste i počet zahníždění (počet hníždění = 0–3; $R^2 = 0,10$; $\chi^2 = 10,01$; $df = 1$; $p = 0,0016$).

O tom, že ledňáček si k vyhrabání nory vybírá místa co nejvýše v dané říční stěně svědčí jednak silná pozitivní korelace mezi výškou břehu a výškou nory nad hladinou ($r_s = 0,97$; $p < 0,0001$), jednak silný pozitivní vztah mezi výškou břehu v místě nory a maximální výškou břehu v dané stěně ($r_s = 0,99$; $p < 0,0001$). Je ovšem zajímavé, že výška břehu významně pozitivně korelovala se vzdáleností nory od horní hrany břehu ($r_s = 0,36$; $p = 0,02$). To naznačuje, že ledňáčci

sice preferovali místa výše od vodní hladiny, ale zároveň se vyhýbali stavbě nor v nejvyšších částech břehu, pokud to však výška dostupné stěny umožňovala (tj. pouze u vyšších břehů).

V délce nor byla značná proměnlivost – nejkratší nora měřila pouhých 20 cm, nejdelší nora 67 cm (viz také tab. 2). Délky hnízdních nor byly nejvíce zastoupené v kategorii 40–60 cm. Nor, které měřily od 0 do 40 cm bylo velmi málo ($n = 5$), a všechny byly vyhloubeny ve velice tvrdém a odolném substrátu, který se na dalších lokalitách nevyskytoval. Nezjistili jsme žádné rozdíly ve velikostních parametrech a umístění obsazených a neobsazených nor (tab. 2).

Oproti našemu očekávání vzdálenost nory od horní hrany břehu s délkou



Obr. 3. Vztah mezi šířkou a výškou vstupního otvoru hnízdní nory. Velikost bodů je úměrná počtu odpovídajících pozorování (nejmenší = 1, největší = 6).

Fig. 3. Relationship between width and height of the tunnel entrance opening. Point size is proportional to the number of particular data (smallest point = 1, largest point = 6).

nory nesouvisela ($r_s = 0,08$; $p = 0,63$). Stejně tak výška nory nad hladinou nekorelovala s délkou nory ($r_s = -0,16$; $p = 0,34$), ani se vzdáleností nory od horní hrany břehu ($r_s = 0,21$; $p = 0,19$).

Výška a šířka vstupního otvoru nory spolu významně pozitivně korelovaly ($r_s = 0,65$; $p < 0,0001$; obr. 3). Nory byly oválného tvaru a vyšší než širší (obr. 3). Pomocí PCA analýzy jsme proto z těchto dvou rozměrů vytvořili jednu proměnnou. PC1 vyčerpala 85,6% variability a silně korelovala s oběma výchozími proměnnými: $r_s = 0,88$ a $0,92$; $p < 0,0001$. Tato hlavní komponenta posloužila jako měřítko velikosti vstupního otvoru nory. Velikost vstupního otvoru nory nekorelovala významně se vzdáleností nory od

horní hrany břehu ($r_s = -0,21$; $p = 0,20$), ale měla tendenci se zmenšovat s rostoucí výškou nory nad hladinou ($r_s = -0,28$; $p = 0,09$).

DISKUSE

Ukázali jsme, že ledňáčci si vybírají ke hnízdění větší břehy a zároveň preferují místa blíže horní hraně břehu (tj. výše od vodní hladiny). Nejistili jsme žádnou preferenci pro místa blíže vodní hladině, což je zřejmě dáno malou variabilitou v horizontální vzdálenosti nora-vodní hladina ve studované oblasti (žádná stěna nebyla vzdálenější než 12 m od vodní hladiny). Naše výsledky o umístění nory v rámci daného břehu nepřímou naznaču-

jí, že délka nor byla omezena odolností materiálu, ve kterém byly vyhloubeny.

Skutečnost, že ledňáček si vyhrabal ve sledované oblasti noru v regulovaném úseku až poté, kdy byla regulace při povodni odnesena a vznikl relativně přirozený hnízdni břeh, naznačuje preferenci pro neregulované úseky. Pokud však ledňáček nemá k dispozici lepší hnízdni lokalitu, je schopen zahrázit i ve zdi regulace. Tento případ pozoroval jeden z autorů (O. S.) v letech 2005 až 2007 na řece Úpě ve městě Úpici (okres Trutnov). Ledňáček zde hnízdil ve staré regulaci, kde mezi dvěma stavebními kameny vznikl otvor, za nímž si vyhloubil noru v hlíně. V tomto úseku je však zregulován pouze jeden břeh a protilehlý břeh je přirozený a porostlý vrbami. Přirozený břeh skýtá ledňáčkovi potřebné lovecké posedy i potravní nabídku. Otázkou je, zda by zde ledňáček zahrázil, kdyby byly zregulovány oba protilehlé břehy.

Svou roli při výběru místa pro stavbu hnízdni nory hraje i okolní vegetace, která skýtá prostředí, kde se může ledňáček ukrýt před nepřátelemi, a také dostatek loveckých posedů, z nichž vyhlíží kořist (Čech 1995, Libois 1997). Naopak břehule preferovaly hnízdni břehy bez vegetace před a za břehem (Heneberg 2004b). Tyto mezidruhové rozdíly podporují i naše pozorování, protože naprostá většina nor ledňáčků, které jsme pozorovali, byla obklopena vegetací (84,8 %; $n = 46$). Pleticha (1985) popisuje naprosté vymizení populace ledňáčků z rozsáhlého úseku řeky Blšanky, kde byly odstraněny břehové porosty v pásu o šířce 80 m.

Nepodařilo se nám prokázat, že by vzdálenost hnízda od vody měla vliv na zahrázění nebo frekvenci hnízdění (počet hnízdění v dané noře). Základním předpokladem u této hypotézy bylo, že ledňáček bude hnízdit co nejbližší vod-

nímu toku či vodní ploše, kde si loví potravu a která mu poskytuje i možnost rychlého úniku před predátorem. Pouze pokud nebude mít příležitost zahrázit blízko vodě, postaví noru vzdálenější od vody. Pak ale bude muset létat s potravou dál, což znamená energii spotřebovanou navíc a také větší pravděpodobnost, že bude uloven predátorem. Důvodem nepotvrzení této hypotézy zřejmě bylo to, že naprostá většina námi pozorovaných hnízdni nory byla do 6 m od vody. Nory, které byly dál než 10 m, byly pouze čtyři, největší vzdálenost nory od vody pak byla 12 m. Je téměř jisté, že vzdálenost do 12 m od vody je pro ledňáčka zanedbatelná. Zřejmě kvůli nedostatečnému rozptylu vzdálenosti od vody se nám nepodařilo odhalit žádný vztah.

Hudec & Štastný (2005) uvádějí, že ledňáčci hnízdí až několik set metrů od vody (počty hnízd a velikost vzorku však bohužel neuvádějí). Čech (1995) potvrdil hnízdění ledňáčků v písčonách, erozních zářezích a dalších lokalitách, které byly vzdálené desítky metrů od vodních ploch. Na takovýchto místech však ledňáček hnízdí pouze v případech, kdy nenachází vhodné hnízdni břehy blíž u vodní plochy (Čech 1995). Takto vzdálené nory často uniknou pozornosti pozorovatele, protože většina nor se nachází blízko vodní plochy.

Podle našich předpokladů ledňáčci ke hnízdění upřednostňovali velké břehy, ve kterých mají co největší nabídku vhodného substrátu ke stavbě hnízdni nory. Velikost břehu měla významně pozitivní vliv nejen na pravděpodobnost zahrázění, ale i na počet hnízdění. Obecně se zdá, že hlavní roli při výběru hraje výška břehu, méně pak jeho délka (tab. 2).

Ostatní autoři se zabývali spíše výškou břehů. Minimální výška hnízdniho břehu, který využívají evropské ledňáčci k hnízdění, byla 1 m (Libois 1997,

Hudec & Šťastný 2005). V bývalém Československu byla nejnižše položená změřená nora pouze 1 m nad vodou, nejvýše položená nora 9 m nad vodou, což přibližně odpovídá našim zjištěním (2–12 m). Velmi podobná byla i průměrná vzdálenost nory od horní hrany břehů – 0,54 m (Hudec & Šťastný 2005) vs. 0,56 v naší práci. Průměrná výška nad vodou u dvaceti evidovaných nor v ČR byla 2,0 m (Hudec & Šťastný 2006), zatímco v našem vzorku skoro 4 m. Výsledky naší studie však můžeme pokládat za hodnověrnější díky značně většímu vzorku než u výše citovaných prací.

Ukázali jsme, že ledňáčci preferují vyšší partie břehů. Výška břehu významně pozitivně korelovala s výškou nory nad hladinou. Méně odolný materiál ve vyšších partiích břehu však nemusí být jediným důvodem tohoto chování. Dalším faktorem mohla být prevence proti jejímu vyplavení při vysokých stavech vody, či jako prevence vstupu predátorů do nory. Břehule říční, druh s podobnou hnízdní strategií jako ledňáček, si také hrabe hnízdní nory ve vyšších částech stěn – ve většině případů se nory nacházely v horní třetině až čtvrtině stěny, snad v důsledku nižší predace ve vysoko umístěných hnízdech a větší bezpečnosti těchto hnízd před zaplavením (Průchová 1988). Průchová (1988) pozorovala případy, kdy lišky vyhrabávaly shora nory břehule říční. Podobné faktory působí i u ledňáčka říčního (Hudec & Šťastný 2005). Domníváme se tedy, že umístění nory ledňáčka by mohlo být kompromisem mezi protichůdnými tlaky prostředí (záplavy zdola, vyhrabávání predátory shora).

Odolnost substrátu významně ovlivňuje umístění hnízdní dutiny u severoamerických datlů (Schepps et al. 1999). Datlí preferovali dřevo suchých stromů a hnízdní lokality, které se vyznačovaly velkou nabídkou hnízdních příležitostí.

Konkrétně preferovali např. skupiny suchých stromů, před solitérními suchými stromy. Toto chování si vysvětlují autoři tím, že uvedené druhy datlů hnízdí opakovaně na stejných lokalitách, ale většinou si hloubí nové dutiny. Prostředí s velkou nabídkou hnízdních příležitostí jim tedy dává větší šanci, že při dalším hnízdění najdou optimální substrát pro vyhloubení hnízdní dutiny (Schepps et al. 1999). Vidíme zde jistou podobnost s chováním ledňáčků, kteří podle našich výsledků preferují lokality s větší nabídkou hnízdního prostředí a také méně odolný substrát. Ledňáčci taktéž opakovaně hnízdí na stejných lokalitách (Hudec & Šťastný 2005). Ledňáček však zřídka používá noru již hotovou, nebo noru z předchozího roku, ale většinou si hloubí novou (Cramp 1985, Hudec & Šťastný 2005). Ledňáčci v naší oblasti využívali jednu noru i dva roky po sobě (u 7,3 % nor; $n = 46$), většinou do té doby, než se zborčila. Většina hnízdění však proběhla v nově vybudovaných norách. Opakované hnízdění ledňáčků v jedné noře uvádí Čech (2006) jako mnohem častější (73 %). Toto chování by mohlo ovlivňovat jejich reprodukční úspěch, neboť opakované použití jedné nory přináší větší riziko napadení mláďat ektoparazity, kteří ve starých hnízdech dlouhodobě přežívají (např. Rendell & Werbeek 1996).

Ledňáčci si stavěli nory průměrně 55 cm od horního okraje břehu, téměř bez ohledu na to, jak byly břehy vysoké. V této úrovni se nacházejí svrchní půdní horizonty tvořené méně mechanicky odolným materiálem, který se ukazoval jako vhodný pro stavbu nory. Navíc velmi krátké nory (délka 20 cm), které jsme zaznamenali ve dvou případech, byly v extrémně tvrdém substrátu. V obou případech se jednalo o tvrdou, suchou, jílovitou půdu, která se lišila od substrátu ostatních nor větší mechanickou odol-

ností. Je však možné, že délka nory není podmíněna pouze kvalitou substrátu, ale i jinými faktory, např. kvalitou jedince ve smyslu jeho fyzické zdatnosti. Také stáří a zkušenost jedince by nemusely být zanedbatelným faktorem (Sæther 1990).

Nároky ledňáčka říčního na substrát, ve kterém si hrabe noru, detailně zkoumal Heneberg (2004b). Dvěma zásadními faktory, které odradily ledňáčka od stavby nory v určitém substrátu, byla přítomnost částic větších než 40 mm a více než dvouprocentní přítomnost jílovité složky v substrátu. Preferovaný byl tedy spíše podklad písčitého charakteru s průměrem částic cca 1 mm. Tyto poznatky jsou využitelné například při hledání vhodných lokalit pro budování umělých hnízdních břehů (Čech 1995).

Heneberg (2004b) dále zjistil, že každý z našich norových hnízdičů (vlha, ledňáček a břehule) preferuje jinou zrnitostní kvalitu substrátu, ve kterém staví hnízdní noru. Tyto důležité rozdíly způsobují to, že prakticky neexistují smíšené kolonie vlh a břehulí. Pokud byly smíšené kolonie nalezeny, tak vždy jen proto, že se na malé ploše hnízdního břehu nalézaly minimálně dva typy substrátů. Jinak řečeno, vlhy a břehule nikdy nehnízďily ve stejném typu substrátu. Tím pádem nedocházelo ke konkurenci o hnízdní břehy ani mezi těmito druhy a ledňáčkem (Heneberg 2004a).

Délka nory břehule říční významně negativně korelovala se vzdáleností od horní hrany břehu (Heneberg 2003). Takový vztah mezi délkou nory a vzdáleností od horní hrany břehu jsme předpokládali i u ledňáčka, ale nepotvrdili jsme ho.

Zjistili jsme, že velikost vstupního otvoru nory (kompozitní proměnná z výšky a šířky nory) nekorelovala s výškou nory nad hladinou, ani se vzdáleností od horní hrany břehu. Zamítnutí této hypotézy je možné přikládat buď nedostatku

dat, nebo úplně jiným důvodům. Kvalita substrátu totiž není jediným faktorem, kterému by mohla velikost vstupního otvoru nory podléhat. Podobný problém řešil Heneberg (2003) u nor břehulí, kde také neprokázal vztah mezi výškou nory, šířkou nory a vzdáleností nory od horní hrany břehu. Výška a šířka vchodu však pozitivně korelovala se zastoupením částic menších než 2 mm a negativně korelovala se zastoupením částic o velikosti 0,8 až 0,9 mm, což naznačuje nenáhodný výběr umístění nory u břehulí (Heneberg 2003).

Je možné, že ledňáčci staví nory s takovou velikostí, aby neumožňovala vstup predátorům. V tomto případě by zřejmě preferovali co nejmenší velikost, tedy aby norou prošli sami, ale aby jí neprošli potenciální predátoři (například lasicovité šelmy rodu *Mustela*). Podobně by i délka nory mohla zabránit vyhrabávání predátorem. Předpokládáme, že při prevenci predace by měla význam i velikost kolmé stěny nad a pod norou, výška břehu a nory a také velikost převisu horní hrany břehu, který se u řady břehů vyskytuje. V naší práci jsme výskyt predace hnízd ledňáčků bohužel nezjišťovali. Hoogland & Sherman (1976) a Průchová (1988) popisují napadení hnízdní nory u břehule říční lasicí (*Mustela* sp.), která v noci lovila spící ptáky přímo v norách. Vzhledem k velmi podobným proporcím a umístění nor ledňáčka a břehule je možné, že lasicovité šelmy jsou schopné napadat i hnízdní nory ledňáčka.

Velkým problémem v ochraně ledňáčka je neustále se snižující nabídka kvalitních hnízdních břehů (Čech 1995, Dvorský 2002). Příčinou tohoto problému jsou nejčastěji nevhodné a často zbytečné regulace toků, které se dotkly i naší studijní oblasti (Dvorský 2001, 2002, 2004). Úbytku přirozených hnízdních břehů lze čelit tvorbou umělých

hnízdnicích příležitostí (např. Čech 1981, 1995). V naší studijní oblasti v okrese Vsetín nainstaloval M. Dvorský 11 umělých hnízdnicích nor přímo do břehů. Ani v jedné noře však nebylo prokázáno hnízdění a byl dokonce zaznamenán případ, kdy si ledňáček vyhrabal vlastní noru přímo vedle nory umělé (Dvorský 2004). Proto se domníváme, že účelnější bude úprava přirozených hnízdnicích břehů do takové podoby, aby v nich ledňáček mohli hnízdit. Neméně důležitá je však ochrana stávajících břehů využívaných k hnízdění.

Výsledky naší práce napovídají, jaké typy břehů ledňáček preferují. K těmto výsledkům by se tedy mělo při tvorbě nových břehů přihlížet, aby úpravy byly efektivní.

PODĚKOVÁNÍ

S vyhledáváním hnízdnicích nor byli nápomocni Daniel Křenek, Miroslav Dvorský, Lukáš Fusek a Jaroslav Koleček, kteří také poskytli vlastní nepublikovaná data o výskytu, hnízdění a ochraně ledňáčka říčního ze svých projektů, které probíhaly v letech 2001–2005. Děkujeme dvěma anonymním recenzentům za podnětné připomínky k rukopisu.

SUMMARY

Many studies have paid attention to habitat and nest site selection in open-nesting passerine birds whereas much less is known about such behaviours in non-passerines and hole nesters. We studied habitat and nest site selection in the Kingfisher (Alcedo atthis) in the Czech Republic. We compared physical characteristics of watercourse banks with and without Kingfisher nest tunnels. Furthermore, we tested for possible differences in the physical characteristics of banks and tunnels

between occupied and unoccupied nest tunnels. We measured the following characteristics: bank length, bank height (in the particular nest tunnel position), maximum bank height (irrespective of nest tunnel position), tunnel depth, height and width of the entrance opening, horizontal distance of the nest tunnel from the watercourse shore, vertical distance of the hole to the water level and vertical distance of the hole to the bank top (the sum of the last two measures is equal to the bank height). No difference found in distances of banks to water level between banks with and without Kingfisher tunnels can be attributed to very low variation in the distances in our sample (all tunnels were within 12 m from the watercourse shore). We found strong preference by Kingfishers for large banks. There was also a positive relationship between the bank size and number of breeding attempts. Almost all used nest sites had a vegetation cover. Although the Kingfisher showed a preference to build nest tunnels close to the bank top, there was also a positive relationship between the distance of the nest tunnel from the bank top and the total bank height. We suggest that the nest site selection by the Kingfisher may be the result of a trade-off between opposing selection pressures that favour tunnels placed high (risk of tunnel flooding, access to predators and substrate hardness) or low (risk of digging from above, e.g. by foxes) in the bank. The characteristics of the tunnel itself (depth and width and height of the entrance opening) did not correlate with any nest site characteristics. It remains to be shown whether other factors, e.g. parental experience or predation risk at particular sites, affect nest site selection strategies of the Kingfisher. The finding that Kingfishers prefer large banks has clear implications for the conservation of this endangered species.

LITERATURA

- Cramp S. (ed.) 1985: The Birds of the Western Palearctic. Vol. 4. *Oxford Univ. Press, Oxford*.
- Čech P. 1981: Můžeme pomoci ledňáčkům? *Naší přírodou* 6: 126.
- Čech P. 1995: Příspěvek k problematice hnízdní biologie ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). *Bull. Lampetra* 2: 123–132.
- Čech P. 2006: Reprodukční biologie ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) a možnosti jeho ochrany v současných podmínkách České republiky. *Sylvia* 42: 49–65.
- Dvorský M. 2001: Mapování a ochrana ledňáčka říčního v okrese Vsetín. Závěrečná zpráva k projektu ZO 76/17 ČSOP č. 210201. *Valašské Meziříčí*.
- Dvorský M. 2002: Mapování hnízdního výskytu ledňáčka říčního v okrese Vsetín. Závěrečná zpráva k projektu ZO 76/17 ČSOP č. 210102. *Valašské Meziříčí*.
- Dvorský M. 2003: Mapování hnízdního výskytu ledňáčka říčního v okrese Vsetín. Závěrečná zpráva k projektu ZO 76/17 ČSOP č. 210403. *Valašské Meziříčí*.
- Dvorský M. 2004: Mapování hnízdního výskytu ledňáčka říčního a jeho ochrana v okrese Vsetín. Závěrečná zpráva k projektu ZO 76/17 ČSOP č. 210604. *Valašské Meziříčí*.
- Dvorský M. 2005: Mapování hnízdního výskytu ledňáčka říčního a jeho ochrana v okrese Vsetín. Závěrečná zpráva k projektu ZO 76/17 ČSOP č. 210605. *Valašské Meziříčí*.
- Hauber M. E. & Russo S. A. 2000: Perch proximity correlates with higher rates of cowbird parasitism of ground nesting Song Sparrows. *Wilson Bull.* 112: 150–153.
- Heneberg P. 2001: Size of grains as a significant factor affecting the nesting of Bank Swallows (*Riparia riparia*). *Biologia* 56: 205–210.
- Heneberg P. 2003: Soil particle composition affects the physical characteristics of Sand Martin (*Riparia riparia*) holes. *Ibis* 145: 392–399.
- Heneberg P. 2004a: Nesting of European Bee-eaters (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. *Biologia* 59: 205–211.
- Heneberg P. 2004b: Soil particle composition of Eurasian Kingfishers' (*Alcedo atthis*) nest sites. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* 50: 185–193.
- Hoogland J. L. & Sherman P. W. 1976: Advantages and disadvantages of Bank Swallow (*Riparia riparia*) coloniality. *Ecolog. Monogr.* 46: 33–58.
- Hudec K. & Štátný K. (eds) 2005: Fauna ČR – Ptáci 2/II. *Academia, Praha*.
- Libois R. 1997: *Alcedo atthis* – Kingfisher. In: Hagemeyer W. J. M. & Blair M. J. 1997 (eds): The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. *T & A D Poyser, London*.
- Nakagawa S. 2004: A farewell to Bonferroni: the problems of low statistical power and publication bias. *Behav. Ecol.* 15: 1044–1045.
- Paclík M. & Weidinger K. 2007: Microclimate of tree cavities during winter nights – implications for roost site selection in birds. *Int. J. Biometeorol.* 51: 287–293.
- Pavelka J. & Trezner J. 2001: Příroda Valašska. *ČSOP, Vsetín*.
- Peris S. J. & Rodriguez R. 1997: A survey of the Euroasian Kingfisher (*Alcedo atthis*) and its relationship with watercourses quality. *Folia Zool.* 46: 33–42.
- Pleticha P. 1985: Příklad zmizelého ledňáčka. *Naší přírodou* 5: 7–8.
- Průchová Z. 1988: K biologii břehule říční (*Riparia riparia* L.). Diplomová práce. *Univerzita Palackého, Olomouc*.
- Reinsch A. 1962: Zur Brutbiologie des Eisvogels. *Vogelwelt* 83: 74–77.
- Remeš V. 2005a: Birds and rodents destroy different nests: a study of Blackcap *Sylvia atricapilla* using the removal of nest concealment. *Ibis* 147: 213–216.
- Remeš V. 2005b: Nest concealment and parental behaviour interact in affecting nest survival in the Blackcap (*Sylvia atricapilla*): an experimental evaluation of the parental compensation hypothesis. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 58: 326–333.
- Rendell W. B. & Werbeek N. A. M. 1996: Are avian ectoparasites more numerous in nest boxes with old nest material? *Can. J. Zool.* 74: 1819–1825.
- Sæther B.-E. 1990: Age-specific variation in reproductive performance of birds. In: Power D. M. (ed.). *Current Ornithology*. *Plenum Press, New York*: 251–283.

- SAS Institute Inc. 1995: JMP Statistics and Graphics Guide. Version 3.2. *SAS Institute Inc., Cary, NC.*
- Schepps J., Lohr S. & Martin T. E. 1999: Does tree hardness influence nest-tree selection by primary cavity nesters? *Auk* 116: 658–665.
- Šťastný K., Bejček V. & Hudec K. 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. *Aventinum, Praha.*
- Weidinger K. 2002: Interactive effects of concealment, parental behaviour and predators on the survival of open passerine nests. *J. Anim. Ecol.* 71: 424–437.
- Zimák J. 2001: Mineralogie a petrografie. *Univerzita Palackého, Olomouc.*
- Došlo 14. září 2007, přijato 27. září 2007.
- Received September 14, 2007; accepted September 27, 2007.*

