

Hnízdění a zimní nocování sýkor v budkách s různými vnitřními rozměry

Breeding and wintertime roosting of tits in nest-boxes of different internal dimensions

Martin Paclík

Muzeum východních Čech v Hradci Králové, Eliščino nábřeží 465, CZ-500 03 Hradec Králové; e-mail: bohdanec.rybnik@centrum.cz

Paclík M. 2019: Hnízdění a zimní nocování sýkor v budkách s různými vnitřními rozměry. *Sylvia* 55: 93–102.

Umístění hnízda ve větší dutině umožňuje vychovat více mláďat, zatímco zimní nocování v menší dutině údajně snižuje ztráty tepla. Lze proto předpokládat opačný směr preference velikosti dutiny k hnízdění a zimnímu nocování. V této studii jsem po dobu dvou hnízdních a zimních sezón 2013–2015 nabídl malým pěvcům v nížinném listnatém lese dva velikostní typy budek (plocha dna 76,5 a 138 cm²), přičemž malé budky byly vytvořeny zmenšením poloviny přítomných velkých budek dřevěnou vložkou. V hnízdní době byla do analýzy zahrnuta jen hnízda sýkor (> 90% dominance sýkory koňadry, *Parus major*). K hnízdění sýkory přednostně využívaly velké budky, v první hnízdní sezóně dokonce téměř pětkrát více než malé budky. Všechna hnízda sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*) ale byla umístěna v malých budkách. Zimní obsazenost byla určována podle přítomnosti trusu bez určení druhové příslušnosti nocujících ptáků, výsledky však vypovídají zejména o chování sýkory koňadry, protože předchozí studie odhalila její 94% dominanci mezi zjištěnými případy nocování. V zimě využívali nocující ptáci malé i velké budky s obdobnou frekvencí, ale větší množství trusu ve velkých budkách v první zimě ukázalo na jejich vyšší obsazenost. Tato studie potvrdila preferenci větších dutin k hnízdění uváděnou u různých dutinově hnízdících druhů ptáků, zatímco starší údaje o preferenci menších dutin k zimnímu nocování nebyly potvrzeny.

*Placing the nest in a larger cavity allows rearing of a larger brood, while wintertime roosting in a smaller cavity allegedly helps to reduce heat losses. Therefore, an opposite direction of preference of cavity size used for nesting and wintertime roosting is assumed. During two breeding and winter seasons of 2013–2015, small passerines in a lowland deciduous forest were provided with nest-boxes of two sizes (floor area 76.5 and 138 cm²). The small boxes were constructed by narrowing the interior of a half of already present large boxes by a wooden insert. In the breeding season, only tit nests (> 90% dominance of the Great Tit, *Parus major*) were included in the analysis. Tits preferred large boxes for nesting, using them nearly five times more often than small boxes in the first nesting season. However, all nests of the Blue Tit (*Cyanistes caeruleus*) were situated in small boxes. Wintertime occupancy was revealed based on the presence of droppings without determination of the roosting bird species. Nevertheless, the results can be attributed mainly to the Great Tit, given that a previous study revealed its 94% dominance within the recorded roosting events. In winter, roosting birds used small and large boxes with a similar frequency, but the larger amount of droppings in large boxes in the first winter indicated their higher occupancy by roosting birds. The present study supports the preference of larger cavities for nesting reported in various cavity nesting birds, while older findings of the preference for smaller cavities during winter nights have not been confirmed.*

Keywords: choice experiment, intra-seasonal pattern, nest-box design, nest-site selection, *Parus major*

ÚVOD

Úkrytem či podkladem pro hnízdo může být prakticky jakákoli struktura v obývaném prostředí. K hojně využívaným strukturám v lesních a lesostepních biotopech patří stromové dutiny – odpovídající jedinec nebo hnízdo jsou v nich dobře skryti, ale dutiny jsou obvykle vzácnější než jiné struktury a není snadné je získat či uhájit, protože jejich obyvatelé si o ně konkurují (Newton 1994, Paclík & Reif 2005). Variabilita velikosti, tvaru a umístění dutin, jakož i rozdíly v nárocích, načasování či způsobu využití dutin, však umožňují koexistenci různých (skupin) organismů vázaných na stromové dutiny (Martin & Eadie 1999, Černecká et al. 2017).

Ptáci využívají stromové dutiny zejména k hnízdění a nocování. Větší dutiny umožňují pobyt většímu počtu mláďat a ptáci přizpůsobují velikost snůšky velikosti hnízdního prostoru (Møller et al. 2014). Preference větších dutin k hnízdění byla z pěvců popsána např. u sýkory koňadry (*Parus major*; viz Karlsson & Nilsson 1977, Löhr 1986) a lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*; Gustafsson 1988), z nepěvců např. u poštolky pestré (*Falco sparverius*; Bortolotti 1994). Pro nocování, ke kterému ptáci využívají stromové dutiny zejména v zimním období, postačuje v případě soliterně nocujících druhů i minimální prostor, do kterého se jedinec sotva vejde. Menší dutiny údajně umožňují lepší vyplnění prostoru tělem nocujícího jedinice a tím snížení ztrát tepla konvekcí (Moore 1945). Preferenci menších dutin k zimnímu nocování u sýkory koňadry uvádí Kluyver (1957). Na využití malých dutin ukazují i nahodilé nálezy nocovišť nebo pozorování ptáků s ohnutými ocasními pery indikujícími pobyt v těsných prostorech (Moore 1945, Hinde 1952).

Lze tedy předpokládat opačný směr preference velikosti dutiny k hnízdění

a k zimnímu nocování. Jediný mně známý experiment zároveň porovnávající výběr velikosti budky k hnízdění oproti výběru k zimnímu nocování však ukázal, že sýkory pro oba účely preferovaly ze tří nabídnutých velikostních variant větší a středně velké budky (plocha dna 36, 121 a 210 cm²; Lambrechts et al. 2013). V této studii jsem ptákům nabídl různě prostorné budky (plocha dna 76,5 a 138 cm²) a sledoval jsem, jaké si sýkory vyberou k hnízdění a jaké k zimnímu nocování.

METODIKA

Lokalita a sběr dat

Výzkum probíhal v lesním celku Království u Grygova (okres Olomouc, 49°31'N 17°18'E, 204 m n. m.) o rozloze 588 ha, který je obklopen otevřenou krajinou a přiléhá k obci Grygov. V porostu převažuje dub letní (*Quercus robur*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). V roce 2004 zde byly vyvěšeny budky typu sýkorník jednotného designu (kruhový vletový otvor o průměru 3,2 cm; detailní popis viz Paclík & Tyllér 2014). V prostoru jsou budky rozmístěny v pravidelném sponu 40 × 40 m ve čtyřech přibližně čtvercových plochách v interiéru lesního komplexu. Celkový počet budek dostupných ptákům činil v jednotlivých sezónách této studie 208–222; mezi sezónami se lišil proto, že některé budky (příp. stromy s budkami) spadly a v zimě 2013/2014 byla jedna budka na každé ploše znepřístupněna ptákům kvůli měření vnitřní teploty (pro účely jiné studie).

V předjaří 2013 byla polovina přítomných budek zmenšena dřevěnou vložkou – v řadách byla střídavě jedna budka zmenšena a další ponechána v původním stavu. Dno zmenšených budek mělo rozměry 8,5 × 9 (76,5 cm²)

oproti původním 11,5 × 12 cm (138 cm²; dále jako malé/velké budky). Vložku tvořila tři samostatná prkénka, přičemž dvě (o tloušťce 1,5 cm) byla přišroubována k bočním stěnám a třetí (krycí) prkénko (tloušťka 1,5 cm + lištami odsazeno od přední stěny o dalších 1,5 cm) bylo volně přikládáno k hraně vložených bočních prkének a přitlačeno zavřením výklopné přední stěny budky. Vložka na výšku dosahovala ani ne do výše prahu vletového otvoru, takže byl zachován stejně široký prostor s původním vnitřním povrchem v rovině vletového otvoru a pod stropem budky; původní vnitřní povrch byl zachován také na zadní stěně a většině plochy dna. Před instalací byla prkénka umazána hrabankou, aby se vizuálně nelišila od již zašpiněných interiérů nezmenšených budek. Horní hrany vložky byly šikmo zhoblovány, aby byl vstup shora do zúžené části budky pozvolný. Cílem bylo dosáhnout toho, aby se zmenšené budky zevnitř vizuálně co nejméně lišily od budek bez úpravy; zvenku se dva typy budek nelišily vůbec.

Hnízdní obsazenost byla sledována v letech 2013 a 2014. V roce 2013 byly budky opakovaně kontrolovány, takže byla zachycena veškerá prokázaná hnízdění (data poskytl V. Remeš). V roce 2014 jsem budky zkontroloval jen dvakrát – jednou v hnízdním období (8. 5.) a podruhé na podzim (31. 10.). Data z této hnízdní sezóny tedy zahrnují prokázaná započatá hnízdění určená na základě kombinace nálezů aktivních hnízd a přítomnosti dostavěných hnízd se známými prokázaného hnízdění zjištěnými při podzimní kontrole (zbylá vejce, mumifikovaná mláďata, sešlapané hnízdo se šupinkami z per mláďat). Modelovou skupinou ptáků v této studii jsou sýkory. Převažujícím obyvatelům budek na sledované ploše je sýkora koňadra, která zde v předchozích letech hnízdila

v počtu cca 60–70 hnízdících párů; sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*) zde hnízdila v počtu do 10 párů ročně. Z dalších druhů zde v předchozích letech hnízdil jen lejsk bělokrký (*Ficedula albicollis*) v počtu do 20 párů (V. Remeš, nepublikované údaje z let 2004–2011).

Zimní nocování bylo sledováno v období od začátku listopadu do konce února 2013/2014 a 2014/2015. Na přelomu října a listopadu byly budky vyčištěny. Během zimy budky nebyly kontrolovány. Na přelomu února a března byl vnitřek všech budek během denní kontroly vyfotografován (a budky opět vyčištěny). Z archivovaných fotografií jsem odhadl množství trusu v budce, přičemž jsem rozlišoval kategorii „nepřítomnost trusu“ (stupeň 0) a dalších pět kategorií pokrývnosti dna budky trusem v intervalech cca 20 % (stupně 1–5; viz Paclík & Tyller 2014). V budkách na studované lokalitě nocuje zejména sýkora koňadra, která v předchozí studii (2007–2010) tvořila 94 % záznamů nocujících ptáků, zatímco zbylé dva nocující druhy, sýkora modřinka a brhlík lesní (*Sitta europaea*), byly zastoupeny jen sporadicky (1, resp. 5 % záznamů; viz Tyller et al. 2012, Paclík & Tyller 2014). V této studii sice nebylo možné nocující druh určit, protože obsazenost budek byla určována pouze podle přítomnosti trusu, ale vzhledem k dříve zjištěné naprosté převaze sýkory koňadry se výsledky s velkou pravděpodobností vztahují zejména k tomuto druhu.

Analýza dat

Spočítal jsem proporci obsazených budek zvlášť pro každý velikostní typ budky (malá/velká) v každé hnízdní a zimní sezóně. Budky s hnízdem lejska bělokrkého (1–2 případy ročně) byly započítány mezi neobsazené, protože byly sýkorám k dispozici před přiletem lejsků. V zimních sezónách byly za obsazené

považovány všechny budky s pokryvností trusu > 0 . Z datového souboru byly vyřazeny budky s hnízdem myšic (*Apodemus* spp.; v každé zimě jeden případ), protože jejich hnízdo budku vyplnilo a tudíž zneprístupnilo ptákům. Pro každou hnízdní i zimní sezónu jsem sestavil 2×2 kontingenční tabulku a chí kvadrát testem porovnal proporce obsazených malých a velkých budek.

Protože malé množství trusu může být důsledek třeba jen jedné strávené noci či dokonce návštěvy přes den (Kluyver 1957), pokusil jsem se zohlednit frekvenci nocování ve dvou velikostních typech budek. Přitom bylo třeba vzít v úvahu problém nesrovnatelnosti malých a velkých budek; stejné množství trusu (~ stejná frekvence nocování) na různě velké ploše totiž vede k různému odhadu pokryvnosti, přičemž je nadhodnocována frekvence nocování v malých oproti velkým budkám (viz Paclík & Tyller 2014). Proto jsem se pokusil o reálnější, byť orientační porovnání frekvence nocování v malých a velkých budkách. Ze statistického vztahu mezi hmotností trusu

(po 24hodinovém sušení při 30 °C) a pokryvností trusu v 18 obsazených malých a 22 velkých budkách v zimě 2013/2014 (viz obrázek 4 v Paclík & Tyller 2014) jsem pro každou kategorii pokryvnosti trusu odvodil střední hodnotu hmotnosti trusu (predikovanou pozicí regresní přímky; viz příloha 1). Ke každé obsazené budce s danou kategorií pokryvnosti trusu byla přiřazena příslušná hodnota hmotnosti trusu; neobsazeným budkám byla přiřazena hodnota 0. Z těchto dat jsem pak spočítal průměrnou hmotnost trusu na jednu budku v nabídce, kterou jsem pro každou zimní sezónu zvlášť porovnal pomocí t-testu mezi dvěma velikostními typy budek. Analýzy byly provedeny v programu JMP 3.2. (SAS Institute Inc.).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Sýkory v této studii přednostně využívaly k hnízdění velké budky, a to téměř pětkrát více než malé budky v hnízdní sezóně 2013 a téměř dvakrát více v hnízdní sezóně 2014 (tab. 1). K zimnímu nocování využívaly v obou letech malé i velké

Tab. 1. Podíl obsazených malých a velkých budek v jednotlivých hnízdních a zimních sezónách (%; v závorce počet budek dané velikosti). V hnízdní době byly jako obsazené brány jen budky s prokázáním hnízdění sýkor, v zimě budky s alespoň minimálním množstvím trusu (pokryvnost trusu ≥ 1). Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly v obsazenosti mezi dvěma velikostními typy budek.

Table 1. Percentage of occupied small and large nest-boxes in each breeding and winter season (number of boxes of the given size in parentheses). In the breeding season, only the nest-boxes with confirmed breeding of tits were treated as occupied, while in winter the nest-boxes with at least minimum amount of droppings (dropping-cover ≥ 1). Significant differences in occupancy between the two nest-box sizes are in boldface.

sezóna / season	velikost budky / nest-box size		χ^2	p
	malá / small	velká / large		
hnízdění / breeding 2013	10,0 (110)	48,2 (112)	41,82	<0,001
zimní nocování / wintertime roosting 2013/2014	69,4 (108)	79,1 (110)	2,67	0,103
hnízdění / breeding 2014	32,4 (108)	57,0 (107)	13,31	<0,001
zimní nocování / wintertime roosting 2014/2015	64,8 (105)	56,3 (103)	1,56	0,212

Tab. 2. Průměrná hmotnost trusu na jednu budku v nabídce za jednu zimní sezónu (g; \pm SE) odvozená z pokryvnosti trusu (v závorce počet budek dané velikosti). Zdrojová data pro výpočet uvádí příloha 1. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly v množství trusu mezi dvěma velikostními typy budek.

Table 2. Mean dropping-mass per available nest-box per winter (g; \pm SE), derived from the dropping-cover (number of boxes of particular sizes in parentheses). For source data of the calculations see Appendix 1. Significant differences in dropping-mass between the two nest-box sizes are in boldface.

sezóna / season	velikost budky / nest-box size		t	SE	p
	malá / small	velká / large			
2013/2014	4,05 \pm 0,47 (108)	6,57 \pm 0,59 (110)	-3,348	0,753	0,001
2014/2015	4,23 \pm 0,47 (105)	4,77 \pm 0,60 (103)	-0,701	0,765	0,484

budky s obdobnou frekvencí (tab. 1). V první zimě bylo ve velkých budkách odhadnuto větší množství trusu (~ vyšší obsazenost nocujícími ptáky) než v malých budkách, avšak v následující zimě se rozdíl vytratil (tab. 2). Závěry této studie jsou tak v souladu s preferencí větších prostor k hnízdění uváděnou u různých dutinově hnízdících druhů ptáků (např. Löhrl 1986, Gustafsson 1988, Bortolotti 1994, Lambrechts et al. 2013) i jedinou studií ukazující preferenci větších prostor k zimnímu nocování (Lambrechts et al. 2013). Starší údaje o preferenci menších prostor k zimnímu nocování (Moore 1945, Hinde 1952, Kluver 1957) nebyly potvrzeny.

Ačkoli sýkory využívají k hnízdění a nocování i menší dutiny, pro obě aktivity preferují spíše ty větší (Lambrechts et al. 2013; tato studie). V případě hnízdění se jako důvod k výběru větších dutin nabízí větší reprodukční benefit díky možnosti naklást větší snůšku (Møller et al. 2014). Nocování ve větší dutině by zase mohlo usnadňovat únik před případným konkurentem nebo zmírňovat oděr opeření (viz diskuse v Lambrechts et al. 2013). Pozorované obsazování menších dutin k hnízdění (např. East & Perrins 1988, Dhondt 1989, Paclík 2018) i zimnímu nocování (Moore 1945, Hinde 1952, Kluver 1957) je pravděpodobně důsledkem omezené nabídky větších

dutin, v nichž mohou být menší druhy ohrožovány silnějšími konkurenty nebo většími predátory (Wesołowski 2002, Paclík et al. 2009). Konkurovat si mohou i sýkory navzájem, např. sýkora koňadra je schopna vytlačovat z vhodných větších dutin sýkoru modřinku (např. East & Perrins 1988). S tím zřejmě souvisí to, že všech 10 za dva roky identifikovaných hnízd sýkory modřinky v této studii se nacházelo v malých (tj. koňadrou nepreferovaných) budkách. Slabší sýkoru modřinku před koňadrou uchrání pouze menší vletový otvor, kterým se již koňadra neprotáhne (Dhondt & Eyckerman 1980) a malé vletové otvory jsou přirozeně asociovány s menšími stromovými dutinami (viz např. Paclík & Weidinger 2007).

S pomocí budek lze efektivně manipulovat vybrané vlastnosti „dutin“, jako je např. hloubka (Summers & Taylor 1996), plocha dna (Lambrechts et al. 2013, tato studie) nebo orientace otvoru (Gaedecke & Winkel 2005), a studovat tak jejich přímý vliv na ptáky, který lze očekávat i v případě přirozených stromových dutin. Přesto je třeba výběr budek ptáky interpretovat opatrně, mj. proto, že rozdíly mezi nabízenými budkami představují jen zlomek variability tvaru, velikosti a umístění stromových dutin (Lambrechts et al. 2010). Budky navíc obsazuje jen určitá frakce jedinců z po-

pulace – např. Kluyver (1957) uvádí, že v budkách nocuje nejvýše 60 % jedinců z populace sýkory koňadry a přednostně jde o samce; počet a poměr pohlaví nocujících jedinců se navíc liší mezi typy prostředí (viz také Krištín et al. 2001). V případě porovnání výběru velikosti budky pro hnízdění a zimní nocování je mi známa jen jedna další studie, která se lišila právě typem prostředí (urbánní biotopy; Lambrechts et al. 2013), nicméně výsledky jsou srovnatelné se situací v nížinném listnatém lese (tato studie).

Chování ptáků v této studii mohlo být ovlivněno lišící se mírou manipulace mezi dvěma typy budek (zmenšení vložkou / bez zásahu). Za realističtější by se daly považovat výsledky z druhého roku sledování, protože ptáci měli více času zvyknout si na zmenšení prostoru malých budek. V tomto ohledu stojí za povšimnutí optimističtější poměr využití malých budek oproti velkým v druhém roce sledování: V případě hnízdění sice stále převládalo využití velkých budek oproti malým, ale již ne tolik jako v první sezóně; v případě nocování dokonce mírně (ale nesignifikantně) převážilo využití malých budek nad velkými. Další studie by proto měly vycházet z víceletých sledování, která mohou odhalit chování ptáků po uvyknutí na nový typ zdroje. Studie situované do chladnějších klimatických oblastí nebo provedené během různě tvrdých zim pak mohou ověřit, zda by opomíjení malých budek (viz také Lambrechts et al. 2013) nemohlo být důsledkem současných teplejších zim, které již ptáky tolik nenují upřednostňovat mikroklimaticky výhodnější nocoviště tak jako v minulosti (viz Moore 1945, Hinde 1952, Kluyver 1957).

PODĚKOVÁNÍ

Výrobu dřevěných vložek zajistila Pila Štěpán, Háje nad Jizerou. S prací v teré-

nu a/nebo logistikou pomohli D. Hanley, M. Krist, B. Matysioková, L. Štěpánová Vélková, L. Turčoková Rubáčová, Z. Tyller, M. Vymazal a K. Weidinger. V Remešovi děkuji za poskytnutí hnízdních dat z let 2004–2011 a 2013 a za umožnění výzkumu na jeho budkových plochách. Dvěma recenzentům a redaktorovi J. Kolečkovi děkuji za podnětné připomínky k rukopisu.

SUMMARY

Birds use tree cavities mainly for nesting and wintertime roosting. Larger cavities enable rearing of larger broods, which may be the reason why cavity nesters, e.g. the Great Tit (Parus major), usually prefer larger cavities for nesting (Löhr 1986). On the other hand, smaller cavities allegedly enable lowering the heat losses via convection (Moore 1945). The Great Tit is reported to prefer smaller cavities for wintertime roosting (Kluyver 1957). Lambrechts et al. (2013) examined the suggested disparity of cavity-size choice between nesting and wintertime roosting, while they found tits to prefer medium and large nest-boxes for both purposes.

The study took place in a lowland deciduous forest of Království near Grygov (Czech Republic, Olomouc district, 49°31'N 17°18'E, 204 m a. s. l.) at already existing nest-box plots designed mainly for the Great Tit (for details see Paclík & Tyller 2014, or data for the study site "Olomouc, CZ" in Lambrechts et al. 2010). In early spring 2013, a half of >200 already present nest-boxes were equipped with a wooden insert that narrowed the floor-area from 11,5 × 12 cm (138 cm²) to 8,5 × 9 (76,5 cm²). The insert consisted of three separate boards – two fixed to the side walls of the nest-box, and the third removable board that covered the front side of the chamber before closing

the hinged front wall of the nest-box. Vertically, the insert reached approximately to the entrance. Before installation, the boards were smeared with soil, after which they did not visually differ from the already dirty interiors of large boxes.

In 2013 and 2014, the boxes were checked for bird nests. In this study I focused on tits (two species, but > 90% dominance of the Great Tit), although the nest-boxes were occupied also by the Collared Flycatchers (*Ficedula albicollis*). Wintertime occupancy was revealed from the photographs of nest-box floors taken at the end of winters 2013/2014 and 2014/2015, in each season after four-month (October–February) exposition to roosting birds. Absence of droppings (category 0) and the categories of dropping-cover 1–5 were distinguished (for details and validation see Pačlík & Tyllér 2014). I did not determine the species of roosting birds, but since the previous study revealed 94% dominance of the Great Tit, the roosting occupancy may be considered attributable to this species. Moreover, Nuthatches (*Sitta europaea*) and Blue Tits (*Cyanistes caeruleus*) infrequently roost in the studied nest-boxes (see Pačlík & Tyllér 2014).

By means of Chi-squared test applied to 2 × 2 contingency table, I compared the occupancy of small and large nest-boxes particularly for each breeding or winter season. In the breeding season data, I treated the nest-boxes with nests of the Collared Flycatchers (1–2 per season) as unoccupied (by tits). In winter data, I included the nest-boxes with the dropping-cover category ≥ 1 as occupied, while the boxes with nests of the Field Mice (*Apodemus* spp.; 1 per season) were excluded from the analysis. As the small amount of droppings may result from only non-frequent roosting or even daytime visits,

and, moreover, as the small and large boxes with similar amount of droppings may fall into different categories of dropping-cover, I estimated also the dropping-mass to attain a more realistic comparison of the roosting frequency in small and large boxes. From the relationship between the dropping-mass (weighed after drying for 24 hours at 30°C) and the dropping-cover categories (1–5) in 18 occupied small and 22 large boxes in winter 2013/2014 (see figure 4 in Pačlík & Tyllér 2014), I derived the mean dropping-mass (g) for each dropping-cover category (see Appendix 1). A corresponding value was assigned to each occupied box with the given dropping-cover category; not occupied boxes have been assigned a zero value. By means of t-test, I compared the mean dropping-mass per available nest-box per winter between small and large boxes.

Nesting tits preferred larger boxes, using them even nearly five times more often than small boxes in the first nesting season, and still nearly two times more often in the second year (Table 1). Roosting tits used small and large boxes with a similar frequency in both winters (Table 1). However, larger dropping-mass was estimated in large boxes in the first winter (Table 2), suggesting their higher occupancy by roosting birds. The conclusion of the present study agrees with the preference of larger spaces for nesting reported in various cavity nesting birds (mainly the Great Tit), while older findings on the preference for smaller spaces during winter nights have not been confirmed. However, the behaviour of birds in this study could have been influenced by different rates of manipulation between the two types of boxes (reduction of space in small vs. no manipulation in large boxes). The results from the second year could be considered more realistic,

as the birds had more time to become accustomed to the reduction of space in small boxes. In this respect, a more optimistic ratio of occupancy of small to large nest-boxes in the second year of observation is noteworthy. Longer-term studies may help to detect behavioural patterns after habituation to the use of a new type of resource. Moreover, studies in colder regions (winters) may examine if the preference of large boxes for wintertime roosting is the result of current warm winters, which do not force birds to prefer warmer roosts as in the past (see Moore 1945, Hinde 1952, Kluyver 1957).

LITERATURA

- Bortolotti G. R. 1994: Effect of nest-box size on nest-site preference and reproduction in American Kestrels. *Journal of Raptor Research* 28: 127–133.
- Černecká L., Michalko R. & Krištín A. 2017: Abiotic factors and biotic interactions jointly drive spider assemblages in nest-boxes in mixed forests. *Journal of Arachnology* 45: 213–222.
- Dhondt A. A. 1989: Ecological and evolutionary effects of interspecific competition in tits. *Wilson Bulletin* 101: 198–216.
- Dhondt A. A. & Eyckerman R. 1980: Competition between the Great Tit and the Blue Tit outside the breeding season. *Ecology* 61: 1291–1296.
- East M. L. & Perrins C. M. 1988: The effect of nestboxes on breeding populations of birds in broadleaved temperate woodlands. *Ibis* 130: 393–401.
- Gaedecke N. & Winkel W. 2005: Bevorzugen Meisen *Parus* spp. und andere in Höhlen brütende Kleinvögel bei der Wahl ihres Brutplatzes die vom Wetter abgewandte Seite? *Vogelwarte* 43: 15–18.
- Gustafsson L. 1988: Inter- and intraspecific competition for nest-holes in a population of the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. *Ibis* 130: 11–16.
- Hinde R. A. 1952: The behaviour of the Great Tit (*Parus major*) and some other related species. *Behaviour: Supplement No. 2*: III, V–X, 1–201.
- Karlsson J. & Nilsson S. G. 1977: The influence of nest-box area on clutch size in some hole-nesting passerines. *Ibis* 119: 207–211.
- Kluyver H. N. 1957: Roosting habits, sexual dominance and survival in the Great Tit. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 281–285.
- Krištín A., Mihál I. & Urban P. 2001: Roosting of the Great Tit, *Parus major* and the Nuthatch, *Sitta europaea* in nest boxes in an oak-hornbeam forest. *Folia Zoologica* 50: 43–53.
- Lambrechts M. M., Adriaensen F., Ardia D. R., Artemyev A. V., Atiénzar F., Bañbura J., Barba E., Bouvier J.-C., Camprodon J., Cooper C. B., Dawson R. D., Eens M., Eeva T., Faivre B., Garamszegi L. Z., Goodenough A. E., Gosler A. G., Grégoire A., Griffith S. C., Gustafsson L., Johnson L. S., Kania W., Keiš O., Llambias P. E., Mainwaring M. C., Mänd R., Massa B., Mazgajski T. D., Møller A. P., Moreno J., Naef-Daenzer B., Nilsson J.-Å., Norte A. C., Orell M., Otter K. A., Park C. R., Perrins C. M., Pinowski J., Porkert J., Potti J., Remes V., Richner H., Rytönen S., Shiao M.-T., Silverin B., Slagsvold T., Smith H. G., Sorace A., Stenning M. J., Stewart I., Thompson C. F., Tryjanowski P., Török J., van Noordwijk A. J., Winkler D. W. & Ziane N. 2010: The design of artificial nestboxes for the study of secondary hole-nesting birds: A review of methodological inconsistencies and potential biases. *Acta Ornithologica* 45: 1–26.
- Lambrechts M. M., Abouladzé M., Bonnet M., Demeyrier V., Doutrelant C., Faucon V., le Prado G., Lidon F., Noell T., Pagano P., Perret P., Pouplard S., Spitaliéry R. & Grégoire A. 2013: Nest-box size influences where secondary-cavity exploiters roost and nest: A choice experiment. *Journal of Ornithology* 154: 563–566.
- Löhr H. 1986: Experimente zur Bruthöhlenwahl der Kohlmeise (*Parus major*). *Journal für Ornithologie* 127: 51–59.
- Martin K. & Eadie J. M. 1999: Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-

- nesting forest birds. *Forest Ecology and Management* 115: 243–257.
- Møller A. P., Adriaansen F., Artemyev A., Bañbura J., Barba E., Biard C., Blondel J., Bouslama Z., Bouvier J. C., Camprodon J., Cecere F., Charmantier A., Charter M., Cichoń M., Cusimano C., Czeszczewik D., Demeyrier V., Doligez B., Doutrelant C., Dubiec A., Eens M., Eeva T., Faivre B., Ferns P. N., Forsman J. T., García-Del-Rey E., Goldshtein A., Goodenough A. E., Gosler A. G., Gózdź I., Grégoire A., Gustafsson L., Hartley I. R., Heeb P., Hinsley S. A., Isenmann P., Jacob S., Järvinen A., Juškaitis R., Korpimäki E., Krams I., Laaksonen T., Leclercq B., Lehikoinen E., Loukola O., Lundberg A., Mainwaring M. C., Mänd R., Massa B., Mazgajski T. D., Merino S., Mitrus C., Mönkkönen M., Morales-Fernaz J., Morin X., Nager R. G., Nilsson J. Å., Nilsson S. G., Norte A. C., Orell M., Perret P., Pimentel C. S., Pinxten R., Priedniece I., Quidoz M. C., Remeš V., Richner H., Robles H., Rytönen S., Senar J. C., Seppänen J. T., da Silva L. P., Slagsvold T., Solonen T., Sorace A., Stenning M. J., Török J., Tryjanowski P., van Noordwijk A. J., von Numers M., Walankiewicz W. & Lambrechts M. M. 2014: Variation in clutch size in relation to nest size in birds. *Ecology and Evolution* 4: 3583–3595.
- Moore A. D. 1945: Winter night habits of birds. *Wilson Bulletin* 57: 253–260.
- Newton I. 1994: The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: A review. *Biological Conservation* 70: 265–276.
- Paclík M. 2018: Smíšená snůška sýkory koňadry (*Parus major*) a sýkory modřinky (*Cyanistes caeruleus*) ve stromové dutině. *Panurus* 27: 61–65.
- Paclík M. & Reif J. 2005: Hnízdění ptáků ve stromových dutinách. *Sylvia* 41: 1–15.
- Paclík M. & Tyllér Z. 2014: Trus jako indikátor obsazenosti budek nocujícími ptáky v zimě. *Sylvia* 50: 12–24.
- Paclík M. & Weidinger K. 2007: Microclimate of tree cavities during winter nights – implications for roost site selection in birds. *International Journal of Biometeorology* 51: 287–293.
- Paclík M., Misík J. & Weidinger K. 2009: Nest predation and nest defence in European and North American woodpeckers: A review. *Annales Zoologici Fennici* 46: 361–379.
- Summers R. W. & Taylor W. G. 1996: Use by tits of nest boxes of different designs in pinewoods. *Bird Study* 43: 138–141.
- Tyllér Z., Paclík M. & Remeš V. 2012: Winter night inspections of nest boxes affect their occupancy and reuse for roosting by cavity nesting birds. *Acta Ornithologica* 47: 79–85.
- Wesołowski T. 2002: Anti-predator adaptations in nesting Marsh Tits *Parus palustris*: The role of nest-site security. *Ibis* 144: 593–601.
- Došlo 7. srpna 2019, přijato 26. září 2019.
Received 7 August 2019, accepted 26 September 2019.

Příloha 1. Rozložení počtu malých a velkých budek mezi kategoriemi pokryvnosti trusu a predikovaná hmotnost trusu (g) v jedné obsazené budce, která byla pro jednotlivé kategorie pokryvnosti trusu (1–5) odvozena ze statistického vztahu publikovaného v Paclík & Tyller (2014). Z uvedených dat byla spočítána průměrná hmotnost trusu za zimní sezónu na jednu malou/velkou budku v nabídce (výsledky viz tab. 2).

Appendix 1. *Distribution of the number of small and large nest-boxes among categories of dropping-cover, and predicted dropping-mass (g) in a nest-box derived for particular dropping-cover categories (1–5) from the relationship published in Paclík & Tyller (2014). These are the input data for calculation of mean dropping-mass per available small/large nest-box per winter (for results see Table 2).*

sezóna a velikost budky / season and nest-box size	počet budek s danou kategorií pokryvnosti trusu / no. of nest-boxes with particular category of dropping-cover						celkem budek / total nest-boxes
	0	1	2	3	4	5	
2013/2014							
malá / <i>small</i>	33	29	7	14	12	13	108
velká / <i>large</i>	23	29	13	27	16	2	110
2014/2015							
malá / <i>small</i>	37	20	6	17	13	12	105
velká / <i>large</i>	45	18	10	19	8	3	103
	hmotnost trusu v jedné budce / dropping-mass in one nest-box (g)						
malá / <i>small</i>	0	0,69 ¹	3,82 ¹	6,95 ¹	10,08 ¹	13,22 ¹	
velká / <i>large</i>	0	1,43 ²	6,29 ²	11,16 ²	16,02 ²	20,89 ²	

¹ hmotnost trusu = $3,1318 \times \text{pokryvnost trusu} - 2,4427$ / $\text{dropping-mass} = 3,1318 \times \text{dropping-cover} - 2,4427$.

² hmotnost trusu = $4,8634 \times \text{pokryvnost trusu} - 3,4346$ / $\text{dropping-mass} = 4,8634 \times \text{dropping-cover} - 3,4346$.