

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ



**Porovnání hnízdní biologie a potravní ekologie sýkory koňadry (*Parus major*)
v hnízdech lokalizovaných v Mělníku v roce 2016 a 2017**

The comparison of breeding biology and diet ecology of great tit (*Parus major*) in the nests located in Mělník in 2016 and 2017

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT: Bc. Alena Králiková

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Alena Králiková

Krajinné a pozemkové úpravy

Název práce

Porovnání hnízdní biologie a potravní ekologie sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdech lokalizovaných v Mělníku v roce 2016 a 2017

Název anglicky

The comparison of breeding biology and diet ecology of great tit (*Parus major*) in the nests located in Mělník in 2016 and 2017

Cíle práce

Cílem práce je porovnat hnízdní biologii a potravní ekologii sýkory koňadry v hnízdech lokalizovaných v areálu gymnázia v Mělníku v roce 2016 a 2017 a s ohledem na rozdílné environmentální (doba zahnízdění) a klimatické (teplota) podmínky.

Specifické cíle práce:

- porovnat reprodukční úspěšnost v roce 2016 a 2017;
- porovnat krmicí úsilí rodičů s ohledem na pohlaví rodičů v roce 2016 a 2017;
- porovnat strukturu potravy v roce 2016 a 2017;
- porovnat hnízdní materiál v roce 2016 a 2017.

Metodika

Hnízdění sýkory koňadry bude monitorováno v hnízdní budce pomocí kamerového systému. Kamerové monitorování bude realizováno s pomocí tzv. chytré ptačí budky, která byla vyvinuta v rámci projektu Ptáci On-line (Zárybnická et al. 2016, 2017). Data o hnízdění se budou ukládat v počítači vestavěném přímo v ptačí budce a následně budou studentem hodnocena.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

hnízdění, budka, reprodukce, aktivita, potrava, chování, sýkora koňadra

Doporučené zdroje informací

- Bouchner M., 1960: Denní aktivita sýkory koňadry (*Parus major*) v době hnízdění. *Práce VÚLH ČSSR*, 20: 67-91.
- Bryan S. M., Bryant D. M., 1999: Heating nest-boxes reveals an energetic constraint on incubation behaviour in great tits, *Parus major*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 266(1415), 157-162.
- Křištín, A., Patočka J., 1990: Podobnost potravních nároků mláďat *Parus major*, *P. caeruleus*, *P. palustris* a *P. ater* v dubovo bukových lesích. In: Janda J. (ed.) *Vögel in der Kulturlandschaft. Proc. 2. südböhmischen konfer., České Budějovice*: 141-154.
- ŠTASTNÝ K., HUDEC K. (eds.), 2011: *Ptáci 3/II. Fauna ČR*. Academia, Praha.
- VESELOVSKÝ Z. – DUNGEL, J. *Etologie : biologie chování zvířat*. Praha: Academia, 2005. ISBN 80-200-1331-8.
- VESELOVSKÝ Z., 2001. *Obecná ornitologie*. Academia, Praha.
- ZÁRYBNICKÁ M., KUBIZŇÁK P., ŠINDELÁŘ J., HLAVÁČ V. 2016: Smart nest box: a tool and methodology for monitoring of cavity-dwelling animals. *Methods in Ecology and Evolution*: 7(4) 483-492.
- ZÁRYBNICKÁ M., SKLENICKÁ P., TRYJANOWSKI P. 2017: A Webcast of Bird Nesting as a State-of-the-Art Citizen Science. *PLOS Biology*: 15(1), e2001132.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Konzultant

Mgr. Jiří Šindelář

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2019

doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze, dne 10. 4. 2019

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Markétě Zárýbnické Ph.D. za její ochotu, trpělivost a vstřícnost při vedení této práce, za konzultace, za poskytnutí dat a literatury. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Abstrakt

Hlavním cílem této práce je porovnávání hnízdní biologie a potravní ekologie dvou hnízdicích párů v areálu gymnázia v Mělníku v roce 2016 a 2017 s ohledem na rozdílné environmentální (doba hnízdění) a klimatické (teplota) podmínky. K vyhodnocení byly využity kamerové záznamy, získané díky chytré ptačí budce v rámci projektu Ptáci online, realizovaném Fakultou životního prostředí ČZU v Praze. Projekt umožňuje sledovat a přenášet aktuální dění v budkách do počítače, který je umístěn např. v domácnostech nebo ve školách. Hnízdění sýkory koňadry v roce 2016 bylo monitorováno celkem 15 dní a hnízdění v roce 2017 bylo monitorováno celkem 55 dní. Během inkubačního období se porovnávala intenzita inkubace samic, počet příletů samce s potravou a venkovní teplota. Ukázalo se, že počty příletů samců s potravou, venkovní teploty a intenzity inkubace samic se v obou hnízdech v roce 2016 a 2017 nelišily. V období výchovy mláďat se srovnávalo krmící úsilí obou rodičů. Porovnávaly se počty příletů samice a samce s potravou a průměrná venkovní teplota. Ani v tomto období se počty příletů samic a samců s potravou a venkovní teploty značně nelišily. Mezi hnízdicími páry se dále porovnával čas první a poslední denní aktivity v závislosti na času východu a západu Slunce. V obou případech byla pozitivní korelace mezi první denní aktivitou a východem Slunce a mezi poslední denní aktivitou a západem Slunce. I přes to, že se hnízda nacházela ve stejném biotopu, složení potravy a hnízdní materiál měla odlišná. V roce 2016 jedinci nejvíce nosili do hnízda trávu (78,26 %) a jedinci v roce 2017 nejvíce přinesli mech (54,54 %). Dominantní potravou v hnízdě v roce 2016 byla housenka (řád Lepidoptera) (73,36 %) a v hnízdě v roce 2017 byla larva (68,80 %).

Klíčová slova: hnízdění, sýkora koňadra, potrava, hnízdní materiál, monitoring, aktivita

Abstract

The main aim of the thesis is to compare nesting biology and food ecology of two nesting pairs in the grammar school in Mělník in 2016 and 2017 with regard to different environmental (nesting time) and climatic (temperature) conditions. CCTV records obtained through a clever birdhouse as part of the Birds Online project implemented by the Faculty of Environmental Sciences of the CULS Prague were used for evaluation. The project allows to monitor and transfer actual events in booths to a computer located eg in homes or schools. The nesting of the Great Tit in 2016 was monitored for a total of 15 days and the nesting in 2017 was monitored for a total of 55 days. During the incubation period, the incubation intensity of the females, the number of arrivals of the male with the food, and the outdoor temperature were compared. It turned out that the number of arrivals of males with food, outdoor temperatures and intensity of incubation of females did not differ in both nests in 2016 and 2017. During the upbringing period, the feeding efforts of both parents were compared. The numbers of female and male arrivals with food and the average outdoor temperature were compared. Even in this period, the number of arrivals of females and males with food and outdoor temperatures did not differ significantly. Between the nesting pairs, the time of the first and last daily activity was further compared to the time of sunrise and sunset. In both cases, there was a positive correlation between the first daily activity and the sunrise and between the last daily activity and the sunset. Despite the fact that the nests were in the same habitat, the composition of the food and nesting material was different. In 2016, individuals brought the grass most (78,26 %) and individuals in 2017 brought the moss (54,54 %) the most. The dominant food in the nest in 2016 was the caterpillar (Lepidoptera order) (73,36 %) and the nest in 2017 was the larva (68,80 %).

Keywords: nesting, great tit, food, nesting material, monitoring, activity

Obsah

1.	ÚVOD	10
2.	CÍLE PRÁCE	11
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
3.1	Sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	12
3.1.1	Obecně	12
3.1.2	Vzhled	13
3.1.3	Rozlišení pohlaví	13
3.1.4	Rozšíření	15
3.1.5	Výskyt v ČR	16
3.1.6	Zpěv	16
3.1.7	Hnízdo a hnízdní materiál	17
3.1.8	Hnízdění a inkubace	18
3.1.9	Potrava	20
4.	METODIKA	22
4.1	Lokalizace hnízd	22
4.2	Sběr dat	22
4.3	Období sběru dat	25
4.4	Metoda analýzy dat	26
4.5	Statistické zpracování	27
5.	VÝSLEDKY	29
5.1	Hnízdění v Mělníku, rok 2016	29
5.2	Hnízdění v Mělníku, rok 2017	30
5.3	Porovnání hnízdění: 2016 vs. 2017	31
5.3.1	Inkubace vajec	31
5.3.2	Výchova mláďat	33

5.3.3	První denní aktivita v závislosti na východu Slunce	36
5.3.4	Poslední denní aktivita v závislosti na západu Slunce	37
5.3.5	Složení potravy	38
5.3.6	Struktura hnízda.....	40
6.	DISKUZE.....	42
7.	ZÁVĚR	46
8.	Seznam literatury	47
9.	PŘÍLOHY	51

1. ÚVOD

Sýkora koňadra (*Parus major*) je jeden z nejhojnějších ptáků objevujících se po celý rok v lesích, keřích, živých plotech, a především v parcích a zahradách v blízkosti lidí. V České republice se řadí mezi nejčastější hnízdící ptací druh. Díky své přizpůsobivosti dokáže přežít i v nejrůznějších typech biotopů. Její hnízdní biologie je dobře prostudována, avšak mnoho zajímavých informací z jejího života zůstává utajeno i odborníkům.

Pomocí chytrých ptačích budek, které byly vytvořeny v rámci projektu Ptáci online, realizovaný Fakultou životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze od roku 2014, můžeme sledovat - právě například u sýkory koňadry - období stavby hnízda, inkubaci vajec i výchovu mláďat a následně získaná data odborně zpracovávat. Jedná se o neinvazivní metodu, která zajišťuje sběr cenných informací bez výrazného narušení průběhu hnízdění.

V předložené práci byla poskytnuta data z hnízdění sýkory koňadry v areálu gymnázia v Mělníku v roce 2016 a 2017. Cílem této práce je porovnat hnízdní biologii a potravní ekologii sýkory koňadry v této oblasti s ohledem na rozdílné environmentální (doba zahnízdění) a klimatické (teplotní) podmínky.

2. CÍLE PRÁCE

Cíle práce jsou:

- 1) Porovnat reprodukční úspěšnost v roce 2016 a 2017;
- 2) Porovnat krmící úsilí rodičů s ohledem na pohlaví rodičů v roce 2016 a 2017;
- 3) Porovnat strukturu potravy v roce 2016 a 2017;
- 4) Porovnat hnízdní materiál v roce 2016 a 2017.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Sýkora koňadra (*Parus major*)

3.1.1 Obecně

Na světě žije okolo 6 000 ptačích druhů a z toho 60 % tvoří právě pěvci (Passeriformes), kteří vytváří samostatný nejstarší řád ptáků, starý přibližně padesát milionů let a zahrnuje zhruba dvě desítky čeledí, mezi které patří například čeleď sýkorovití (Paridae) (Sauer, 1995).

Sýkora koňadra je naším nejznámějším a asi i nejoblíbenějším pěvcem, který se pohybuje převážně ve stromových korunách v lidském prostředí, kde svojí početností snižuje populační hustotu drobných bezobratlých živočichů. Jedná se o největší druh z čeledi sýkorovitých, vyskytujících se na našem území (Šťastný et al., 2011). Sýkora se svým způsobem života nejvíce podobá mlynaříku dlouhoocasému (*Aegithalos caudatus*) a moudivláčku lužnímu (*Remiz pendulinus*) (Bezzel, 2004). Je o něco menší než vrabec domácí (*Passer domesticus*), velmi pestrá a pohyblivá (Černý, 1980). V ČR žije šest druhů sýkor (sýkora babka *Parus palustris*, sýkora lužní *Parus montana*, sýkora uhelníček *Parus ater*, sýkora parukářka *Lophophanes cristatus*, **sýkora koňadra (*Parus major*)**, sýkora modřinka *Cyanistes careuleus*), z nichž sýkora koňadra je největší a nejčetnější. Sýkora koňadra tvoří zřejmě superspecies¹ se sýkorou středoasijskou (*Parus bokharensis*), sýkorou zelenohřbetou (*P. monticolus*) a sýkorou indickou (*P. nuchalis*) (Šťastný et al., 2011).

Taxonomie

- Říše: Živočichové – Animalia
 - Kmen: Strunatci – Chordata
 - Třída: Ptáci – Aves
 - Podtřída: Letci – Neognathae
 - Řád: Pěvci – Passeriformes
 - Čeleď: Sýkorovití – Paridae
 - Rod: Sýkora - *Parus*
- Druh: Sýkora koňadra – *Parus major* (Linnaeus 1758)

¹ je skupina blízce příbuzných druhů, které se v nedávné evoluční historii vyvinuly ze společného předka (<https://cs.wikipedia.org/wiki/Superdruh>, 2016)

3.1.2 Vzhled

Straubová (2015) ve své knize uvádí, že se velikost sýkor pohybuje mezi 13,5 – 15 cm, váží kolem 20 g a dožívají se přibližně 15 let. Tělo je mechově zelené, záda a ocas modrošedý s bílým lemem, lopatky jsou žlutavé a křídla mají bílou pásku na modrozeleném podkladu. Hlavu mají modročernou s bílými lícemi trojúhelníkovitého tvaru, kde špice zasahuje ke kořeni zobáku. Na šíji má malou bílou a žlutou skvrnu (Šťastný et al., 2011; Králová, 2017) (Obr. 1).



Obrázek 1. Vzhled sýkory koňadry (*Parus major*) (www.biolib.cz; Jindra, 2006)

3.1.3 Rozlišení pohlaví

Obě pohlaví jsou na první pohled pozorování téměř neodlišitelná. Avšak při bližším pozorování se pár rozeznatelných znaků najde (Adamík, 2008a). Celkový šat samce je výraznější a lesklejší než samice. Žlutým břichem se od hrdla přes střed prsou až po ocas táhne modrolesklý černý pruh, který má oproti samici mnohem výraznější a širší (Obr. 2). Samici se tento černý pruh většinou postupně ztrácí (Šťastný et al., 2011).



Obrázek 2. Rozlišení pohlaví podle černého pruhu. Vlevo vzhled samce – výrazný černý pruh přes celé břicho, vpravo vzhled samice – méně nápadný ztrácející se černý pruh (www.biolib.cz, Čech, 2017; Hruškovi, 2017).

Dalším rozeznatelným znakem je bělavá skvrna na šíji. Samice má tuto skvrnu oproti samci pravidelnější do tvaru korunky. Samec má i viditelně lesklejší hlavu než samice (Obr. 3). Tato metoda odlišení pohlaví se používá především u chytré ptačí budky (projekt Ptáci online), kde jsou jedinci díky nainstalované kameře snímáni ze shora. Proto rozlišení podle černého pruhu je v tomto případě nemožné.



Obrázek 3. Rozlišení pohlaví podle bílé skvrny. Nahoře na obrázcích je samice a dole samec.

Byla provedena zajímavá studie se zbarvením peří u samic sýkory koňadry (Remeš et Matysioková, 2013). Hypotéza předpokládala, že více zbarvené a zdobené samičky produkují „kvalitnější potomstvo“. Sýkora koňadra má 3 určující znaky zbarvení, díky kterým je snadno rozeznatelná od ostatních druhů sýkor: tloušťka černého pruhu uprostřed hrudi, sytost žluté barvy na břicho a jas bílé barvy na lících. Studie se tedy zaměřila na tyto tři určující znaky. Hned po vylíhnutí byla mláďata mezi dvěma hnízdy vyměněna. Rozdíl mezi těmito hnízdy bylo odlišné zbarvení samic. Tělesná hmotnost mláďat 14 dní po vylíhnutí byla pozitivně ovlivněna právě plochou černého pruhu uprostřed břicha genetických matek. Imunitní reakce na nový antigen-Phytohaemagglutinin (látko vyvolávající specifickou imunitní reakci, např. na tvorbu protilátek) souvisela s jasnou bílou barvou na lících u obou genetických a náhradních matek. Ukázalo se, že samice s více komplikovanými ornamenty (výraznými) produkovala „kvalitnější“ (silnější na imunitu) potomstvo. Proto i výběr samic by mohl být zodpovědný za kvalitu potomstva (Remeš et Matysioková, 2013).

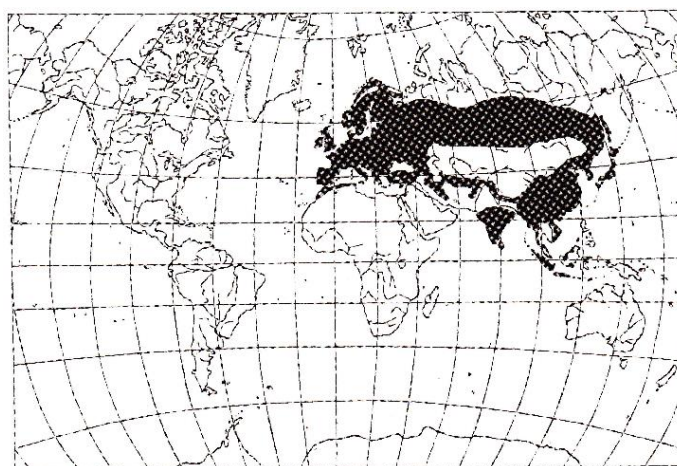
Podobný výzkum provedl Norris (1990), který zkoumal černý pruh u samců. Samci s většími pruhy uprostřed břicha produkovali těžší mláďata, která v období hnízdění rychleji rostla. Bylo zjištěno, že těžší mláďata mají vyšší pravděpodobnost

přežití než mládřata lehčí. Výsledky studie ukazují, že samci s výraznějším černým pruhem projevují vyšší kvalitu rodičovské péče. Samice by mohly zvýšit jejich reprodukční úspěch tím, že se spárují se samci s větším černým pruhem. Proto volba samice může alespoň částečně ovlivňovat kvalitu rodičovské péče samce.

Mládřata mají spíše matné barvy, méně výrazné než dospělý jedinec. Vrch hlavy je hnědočerný, bez lesku, strany hlavy a krku bělavé a podélný pruh ve spodině břicha je nevýrazný. Okolí zobáku vykazuje různá přechodná funkční přizpůsobení, především široké a nápadně zbarvené koutkové lemy, pro snadnější orientaci při vkládání potravy do zobáku. Dále tomu napomáhají barevně nápadné nebo i světlé skvrny v jícnu. Mládřata pelichají jen částečně v (VII.) VIII. – IX. a u dospělých je pelichání úplné v (VI.) VII. – IX. (Šťastný et al., 2011).

3.1.4 Rozšíření

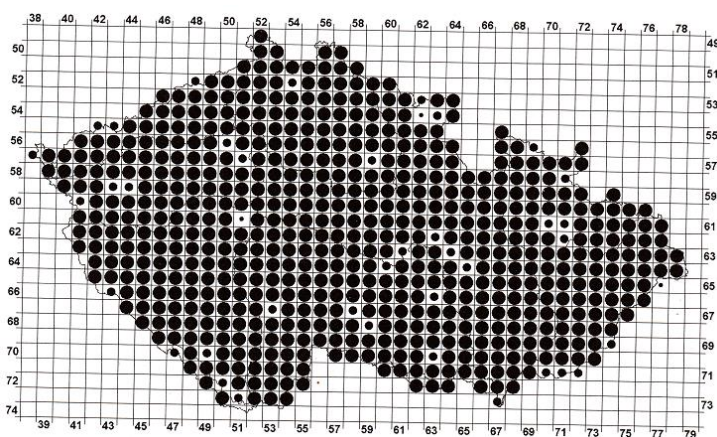
Areál sýkory koňadry je velmi rozsáhlý, největší ze všech sýkor rodu *Parus* a zároveň díky své přizpůsobivosti je jedním z nejpočetnějších ptáků v Evropě (Šťastný et al., 2006). Obývá celou evropskou a sibiřskou část areálu, velkou část Asie, mimo britské ostrovy, Pyrenejský poloostrov, Baleáry, Sardinii, Korsiku, již. Itálii, Řecko, Krétu, Kypr. Hranice areálu ve Velké Británii se zhruba od 20. let minulého století posunula blíže k severu (Obr. 4). Od 70. let je populace v evropských zemích stabilní (Šťastný et al., 2011).



Obrázek 4. Areál sýkory koňadry, *Parus major* (Šťastný et al., 2011).

3.1.5 Výskyt v ČR

Je to celoplošně a početně hnízdící druh, ve vyšších polohách se ale jeho početnost snižuje. Sýkora koňadra hnízí do nadmořské výšky 1 300 m n. m. (Hudec, 2001). V Krkonoších, v Krušných horách a na Šumavě je známa do 1200 m n. m., v Jizerských a Orlických horách a v Jeseníkách do 1000 m, v Doupovských horách do 920 m a na Českomoravské vrchovině do 800 m (Šťastný et al., 2011; Čejka 1964; Pykal 1990; Vavřík 2004). Celková početnost sýkory koňadry v České republice v letech 2001 – 2003 byla odhadnuta na 3-6 milionů hnízdících párů (Obr. 5) (Šťastný et al., 2006). V zámeckých parcích v Libějovicích na Vodňansku v roce 1991 a v Blatné v roce 1992 byla třetím nejpočetnějším druhem s hustotou rozšíření 22,50 páru/10 ha, respektive 6,90 páru 10/ha (Klimeš, 1994). Naopak nejmenších hnízdnicích hustot dosahuje v jehličnatých porostech (8-4 páry/10 ha) (Šťastný et al., 2006; Bartošová, 2018). Na Písecku v dubohabřině a lipové bučině v roce 1990 se hustota rozšíření pohybuje okolo 2,5 páru/10 ha, respektive 1,9 páru/10 ha a v lužním lese na Strakonicku pak 3,7 páru/10 ha (Pykal, 1991).



Obrázek 5. Rozšíření sýkory koňadry (*Parus major*), v ČR (Šťastný et al., 2011).

3.1.6 Zpěv

Sýkory koňadry mají nejširší repertoár a silnější hlas než ostatní sýkory. Bylo zaznamenáno až 40 různých druhů hlasů (32 druhů u průměrného samce). V mimohnízdnicím období se ozývají i jinými typy hlasů. Zpěv je závislý na stavbě zpěvného orgánu a na počtu a umístění zpěvních svalů. Počet těchto zpěvných svalů se pohybuje od jednoho do sedmi (Bejček et Šťastný, 1999). Podle klimatických podmínek začíná zpívat od přelomu XII. a I., nejintenzivněji od konce II. do V. Během VII. a VIII. zpěvní aktivita téměř ustává a v nízké intenzitě se objevuje

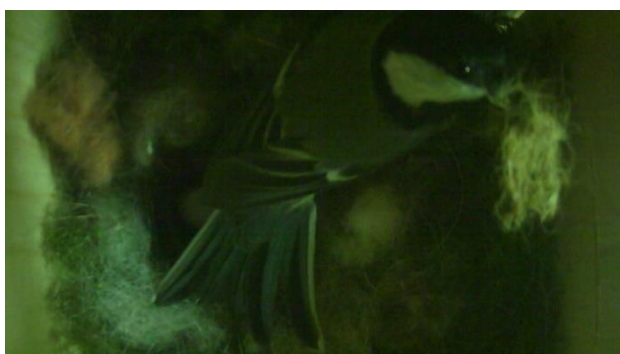
v pozdním létě a na podzim, hlavně v IX. (Šťastný et al., 2011). Typickým hlasem je zvonivé „íťuji“. Většina tónů je disharmonická a složená (Balát, 1986). Vědci pomocí různých pokusů zjistili, že mladí ptáci nemají dokonalé hlasové projevy vrozené, ale musí často velkou část partitury odposlouchat od dospělých pěvců. Proto také mohou vznikat krajové rozdíly, skutečná „nářečí“ ve zpěvu, vytvořená jednotlivci a přejímaná ostatními příslušníky druhu. Např. koňadry v severním Německu „zvoní“ úplně jinak než koňadry ve Švýcarsku, a ty zase cvrlikají jiným způsobem než koňadry španělské (Specht, 2002).

3.1.7 Hnízdo a hnízdní materiál

Koňadra je nejčastějším obyvatelem ptačích budek (Sauer, 1995). Dále také často obývá dutiny stromů, škvíry ve zdi domů, duté kovové kůly nebo dokonce i dopisní schránky (Felix, 1975). Šťastný et al. (2011) ve své knize uvádí, že z 666 hnízd bylo 558 v budkách, 40 v dutinách šestnácti druhů dřevin (nejvíce v dubech, 30 %), 17 v dutinách pařezů a 51 hnízd bylo lokalizováno na různých místech, např. v kovových trubkách, v zemních děrách, v hromadách dříví, ve hnízdech strak a veverek. Místo pro hnízdo vybírá samice a sameček vybranou dutinu brání. Pro sýkory jsou vhodné budky s rozměry dna 12 x 12 cm o výšce 25 cm a s vletovým otvorem o průměru 32 – 35 mm (Zasadil, 2001). Budka by měla být zavěšena 1,5 – 5 m nad zemí (Felix, 1975). Hnízdo si vystylají mechem s trávou, kořínky, lišejníky, rostlinným chmýřím a peřím (Obr. 6). Vnější průměr hnízda se pohybuje mezi 6 - 16 cm, průměr kotlinky 4 - 10 cm, hloubka kotlinky 2,6 - 7 cm a výška hnízda 5 – 14 cm (Šťastný et al., 2011). Průměrná hmotnost hnízda se uvádí kolem 52 g (Bouchner, 1993).

Na výšku hnízda proběhla zajímavá studie. Mainwaring (2017) zkoumal chování při stavění hnízd mezi sýkorou koňadrou (*Parus major*) a sýkorou modřinkou (*Cyanistes caeruleus*). Studie ukázala, že jedinci obou druhů vybírají hnízda na základě přítomnosti/nepřítomnosti jedinců stejných druhů a jedinců odlišných druhů. Předpokládalo se, že ostatní jedinci v blízkosti vybraného hnízda mají negativní vliv na shánění potravy. Nyní je to považované za přínosné, protože „sousedé“ poskytují informace o kvalitě stanovišť a obraně proti predátorům. Samice, které staví hnízda, si přesně zjišťují místní povětrnostní podmínky a reagují na předvídatelnou variabilitu podmínek tím, že si budují hnízda s proměnlivým množstvím hnízdního materiálu, aby si vytvořily vhodné mikroklima hnízda pro

mláďata. Oba druhy sýkorek mezitím mění množství aromatických rostlinných materiálů ve svých hnízdech ve vztahu k hojnosti parazitů. Aromatické rostlinné materiály také hrají roli ve výběru partnera. Proto mohou mít hnízdní materiály mnoho funkcí. Výška hnízda je negativně korelována s lokálním rizikem predace, ale snaha vyhnout se predátorům, znamená stavět nižší hnízda, proto je výběr partnera spíše upřednostňován u vyšších hnízd. Ukázalo se, že samice s kvalitnějšími genetickými informacemi stavějí spíše vyšší hnízda, která obsahují více zelených rostlinných materiálů, což zase ovlivňuje množství péče samců. To tedy naznačuje, že existuje značná vnitrodruhová variabilita v chování během hnízdění u koňader a modřinek. Z toho vyplývá, že na chování jedinců při hnízdění má vliv mnoho faktorů.



Obrázek 6. Hnízdní materiál sýkory koňadry. Snímek byl pořízen během hnízdění sýkory koňadry v Mělníku v roce 2016 (vlastní zdroj).

3.1.8 Hnízdění a inkubace

Sýkora koňadra v našich podmínkách hnízdí nejčastěji od dubna do poloviny července. Nejvíce hnízdění bylo zaznamenáno na přelomu dubna a května (Šťastný et al., 2011). Jedno z nejranějších zahnízdění bylo zjištěno k datu 27. března, nejpozdější zahnízdění k datu 9. července (Kubík, 2006). Sýkora může hnízdit 1 – 2x ročně, vzácněji až 3x za rok. Druhé hnízdo je většinou nedaleko od toho prvního (do 100 m) a často jsou kladena další vejce ještě při dokrmování mláďat z prvního hnízda (Šťastný et al., 2011).

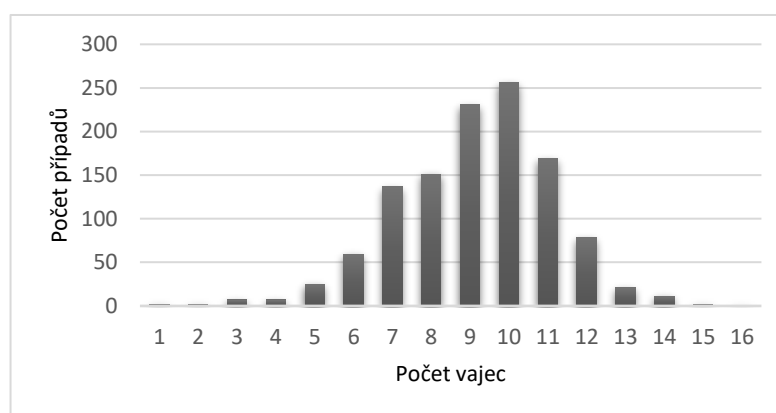
Samice snáší jedno až dvě vejce denně, někdy i s jednodenní přestávkou. Matthysen et al. (2010) studoval chovný cyklus mezi sýkorou koňadrou a sýkorou modřinkou. Synchronizace období hnízdění s dodávkou potravy závisí nejen na době snesení prvního vajíčka, ale také na dalších reprodukčních parametrech včetně přerušování snášení, inkubační doby a rychlosti růstu mláďat. Vědci zjistili, že v průměru se snesení prvního vajíčka posunulo o 11- 12 dní dříve za posledních

30 let. A navíc čas od snesení prvního vajíčka do snesení kompletní snůšky se zkrátil o 2-3 dny. Tyto změny zapříčinilo zvyšování teplot.

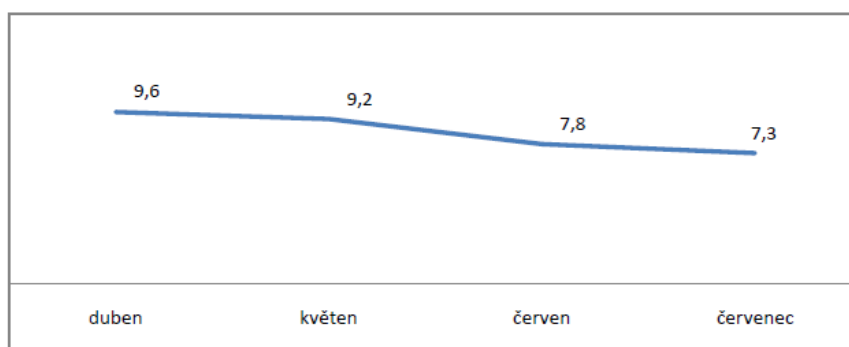
Počet vajec v hnízdě paralelně vzrůstá směrem od jihu k severu s prodlužujícími se letními dny, a tím se i zvyšuje možnost obstarat mláďatům více potravy (Sauer, 1995). Bílé vejce s červenohnědými skvrnami je velké asi 14,4 – 20,1 x 11,3 – 14,8 mm (Obr. 7) (Felix, 1975). Kubík (2006) zaznamenal největší a nejmenší rozměry vajec. Nejdelší vejce měřilo 19,91 mm (šířka 13,75 mm) a nejkratší vejce měřilo 13,24 mm (šířka 11,81 mm) z měření 1 759 vajec. Hmotnost vejce se pohybuje okolo 1,63 g (Šťastný et al., 2011). Samice průměrně snáší 6 – 14 vajec (Obr. 8). Počet vajec se během doby hnízdění snižuje (Obr. 9). Během snášení samice svá vejce přikrývá hnízdním materiálem pro udržení teploty (Straubová, 2015; Šťastný et al., 2011).



Obrázek 7. Vejce sýkory koňadry (vlastní zdroj, 2016; www.biolib.cz).



Obrázek 8. Průměrný počet vajec ve snůšce (1168 hnízd v ČR a SR, Šťastný et al., 2011).



Obrázek 9. Počet vajec ve snůšce (424 snůšek v ČR a SR, Šťastný et al., 2011).

Samice začíná inkubovat (zahřívát snůšku) od snesení prvního vejce do vylíhnutí prvního mláděte. Šťastný et al. (2011) ve své knize uvádí, že samice začíná plně inkubovat až po dokončení snůšky (1 – 4 dny). Vejce zahřívá v rozmezí 13 až 14 dní a samec ji při tom krmí (Sauer, 1995). Samice během inkubace vejce různě otáčí a přesouvá podle potřeby (Veselovský, 2001). Snaží se udržet stálou teplotu pro všechna vejce.

Období výchovy mláďat začíná od vylíhnutí prvního mláděte až po opuštění hnízda posledního mláděte. Mláďata se líhnou během 1 – 3 dnů, kdy hned po vylíhnutí prvního mláděte rodiče shání potravu. Od toho okamžiku začíná pro oba rodiče nepřetržitý kolotoč, který je pro ně velmi energicky náročný. Ve špičce krmení rodiče přilétají až v minutových intervalech (Černý, 1980). Mladé sýkory opouštějí hnízdo po 16 až 21 dnech (Felix, 1975; Sauer, 1995). Bohužel úspěšnost hnízdění je velmi variabilní. Může to být vlivem predace, počasí a dalších (40 – 95 %). Mláďata se po dvaceti dnech od opuštění hnízda osamostatňují a během této doby uvádí Šťastný et al. (2011) ztrátu až 47 %.

3.1.9 Potrava

Potrava je velmi pestrá. Podle Hanzáka (1974) krmí dospělci svá mláďata převážně housenkami obaleče dubového (*Tortrix viridana*) (tvoří až 75 % potravy) a píďalky podzimními (*Operophtera brumata*). Nejčastěji se živí hmyzem, pavouky, plody a semeny (hlavně slunečnice, buku a ořešáku) (Obr. 10). Oštěpuje také dužnaté plody dřevin, pupeny a listy. U dospělých jsou to převážně blanokřídlí, stejnokřídlí, motýli a brouci. (Šťastný et al., 2011). Složení potravy je ale velice ovlivněno

životními podmínkami každého jedince. Dospělý jedinec koňadry by měl spořádat takový počet gramů potravy, kolik váží on sám (Bouchner, 1993). Zatímco v zimě často shání potravu na zemi a maximálně loví do výšky 7 m, na jaře a v létě loví ve výšce až 9 m (Lédlová, 2018).



Obrázek 10. Potrava sýkory koňadry přinesená pro krmení mládřat (vlastní zdroje).

Dále i velikost potravy se s věkem mládřat zvyšuje (Šťastný et al., 2011). Vědci zjistili, že v prvních dnech po vylíhnutí mládřat 75 % potravy tvořili hlavně pavouci. Pouze, když housenky dosáhly optimální velikosti 10 – 12 mg, což představovalo průměrnou velikost pavouků ulovených v té době, rodiče sýkory koňadry změnili své preference a z 80 – 90 % potravy tvořily právě housenky. Tato změna kořisti proběhla během několika dnů. Studie ukázala, že změna ve složení potravy nesouvisela s hojností, ale s velikostí housenek. Porovnávaná míra přinášení housenek mládřatům v mg / hnízdo / h silně korelovala s dostupností housenek v mg / m větví a rychlost růstu mládřat významně ovlivnila množství přinesených housenek. Výsledky přinášejí důkazy o tom, že dokonalé načasování hnízdění a výchova mládřat je pro sýkoru koňadru velmi důležitá v souvislosti s dostupností potravy, růstem mládřat a úspěšným hnízděním (Naef-Daenzer, 2003).

Sýkora je však schopna při výběru potravy být i velice vynalézavá. Zejména v období nedostatku obvyklé potravy (v zimě). Bylo zaznamenáno mnoho případů, kdy sýkora pronikla do lahve a krmila se zbytkem smetany nebo mlékem (Fisher, 1949). Dokonce v jedné studii od Radzicki et al. (1999) se hovoří o zajímavém chování sýkor, které bylo zaznamenáno v Polsku. Hejno, tvořené jedinci sýkory modřinky (*Cyanistess caeruleus*) a sýkory koňadry (*Parus major*), napadlo jeskyni Szachownica se zimujícími netopýry. Sýkory se u kořisti zaměřily zejména na hnědou tukovou tkáň na zádech a na mozek (výživově hodnotné části těla). Obdobné chování bylo zaznamenáno i v Maďarsku, kde sýkory v zimě ulovily několik jedinců netopýra hvízdavého (*Pipistrellus pipistrellus*) (Míšková, 2017).

4. METODIKA

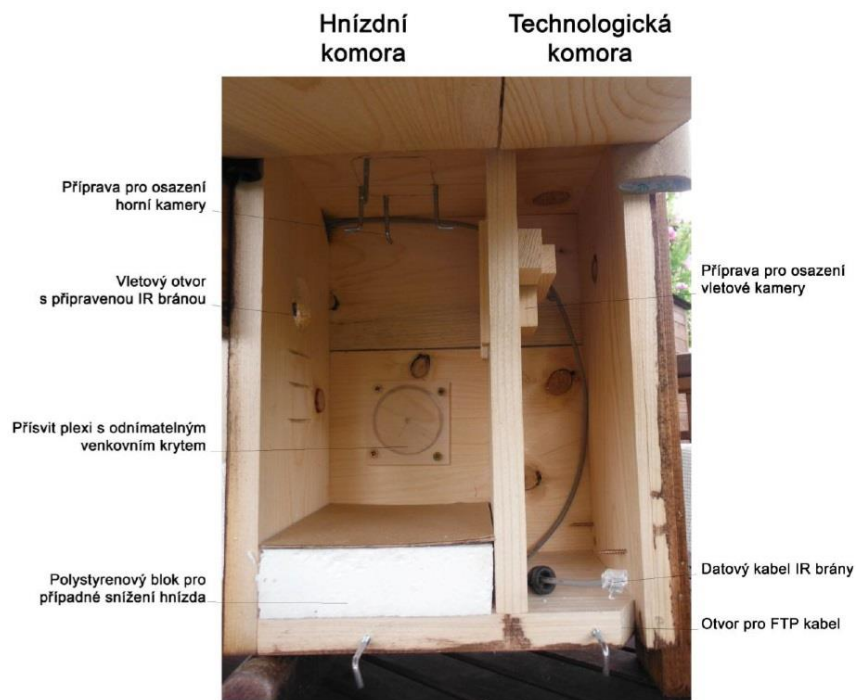
4.1 Lokalizace hnízd

Podkladem pro diplomovou práci jsou videozáznamy dvou hnízdění sýkory koňadry ze stejné lokality z roku 2016 a 2017. Hnízda se nacházela v Mělníku (Gymnázium Jana Palacha Mělník, 50.3531436 N, 14.4792250 E, 194 m n. m.). Hnízda byla lokalizována ve vyvěšené ptačí budce. Budky byly umístěny v malé školní zahradě na topolu ve výšce 4 metrů. Hlavní biotop v této lokalitě byl tvořen z 30 % zahradami, z 20 % hřištěm, z 20 % zelení a z 30 % cestami s minimálním pohybem lidí.

4.2 Sběr dat

Vybraná hnízda byla lokalizovaná v tzv. chytrých ptačích budkách, které umožňovaly kontinuální monitorování hnízdních aktivit ptáků. Obě hnízda byla monitorována v rámci projektu Ptáci online, realizovaného Fakultou životního prostředí ČZU v Praze (Zárybnická et al., 2017).

Každá chytrá ptačí budka obsahovala kameru s nočním přísvitem pro monitorování ptačí aktivity v budce, řídicí jednotku (počítač) pro zaznamenání všech datových i obrazových informací, infračervenou světelnou bránu umístěnou ve vletovém otvoru budky sloužící k detekci přilétajícího či odlétajícího jedince, mikrofón zaznamenávající zvuk v průběhu video záznamu, teplotní čidlo zaznamenávající teplotu uvnitř a vně budky a světelné čidlo zaznamenávající světelnou intenzitu vně budky (Zárybnická et al., 2016) (Obr. 11 a 12). Po každém přerušení infračerveného světleného paprsku se spustilo video v délce 30 sekund, které zaznamenávalo dění v budce. Tato krátká videa byla předmětem analýzy a hodnocení dat o hnízdní biologii sýkory koňadry. Napájení a přenos dat zajišťoval ethernetový kabel (PoE) propojující řídicí jednotku budky s ethernetovou zásuvkou a zdrojem elektřiny (Zárybnická et al., 2017). Během dne bylo také hnízdo sledováno dětmi ve školách při výuce. V tuto dobu nebyly záznamy aktivity ukládány v paměti počítače.



Obrázek 11. Interiér chytré ptačí budky (Zárybnická unpublik data).



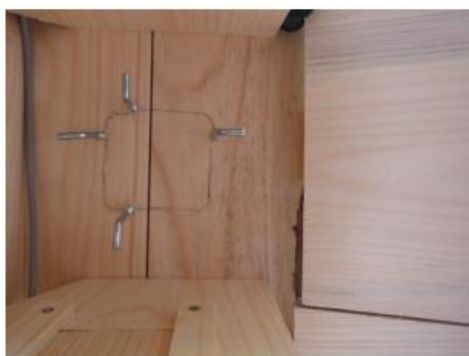
Obrázek 12. Umístění řídicí jednotky s evidenčním číslem (Zárybnická unpublik data).

Řídicím centrem budky byla integrovaná řídicí jednotka v plastovém boxu o velikosti 100 x 100 x 50 mm (Obr. 13). Box byl umístěn v zadní části budky odděleně od hnízdního prostoru (Příloha 1 a 2). Proti vlhkosti byl chráněn plastovými průchodkami obalujícími kabely a byl uzavřen čtyřmi šrouby (Zárybnická, 2016a).



Obrázek 13. Řídící jednotka s evidenčním číslem (Zárybnická unpublik data).

V obou budkách byla vždy jedna kamera připevněna ke stropu budky tak, aby objektiv směřoval do prostoru hnízda (Obr. 14). Doba záznamu každé aktivity uskutečněné v budce byla 30 sekund. V prostoru budky byl také umístěn mikrofon a čidlo pro měření teploty (Obr. 15). Do předem vyvrtaného otvoru bylo umístěno čidlo pro snímání okolní venkovní teploty a intenzity světla.



Obrázek 15. Přichycení horní kamery šroubovacími háky, kabel protažen otvorem do technické komory společně s kabelem IR brány (Zárybnická unpublik data).



Obrázek 14. Teplotní čidlo, mikrofon a senzor intenzity světla jsou umístěny poblíž kamery (Zárybnická unpublik data).

Nahrané záznamy se ukládaly na SD kartu uloženou v integrované řídicí jednotce. Odtud byly v době nečinnosti kamery (22h až 4h ranní) přeneseny na server umístěný na ČZU v Praze, kde byly záznamy uchovány pro možnost další práce s nimi.

Každý záznam byl uložen do speciální složky označené zkratkou složenou z: roku, měsíce, dne a časového údaje začátku záznamu (např. 20160507_084241_355). Záznamy za celý den byly umístěny ve složce data. Ta se nacházela ve složce nazvané zkratkou roku, měsíce a dne (např. 20160507_220002).

4.3 Období sběru dat

V Mělníku v roce 2016 bylo hnízdo monitorováno v období od 26. 4. 2016 (tj., v této době bylo v hnízdě již sneseno 6 vajec) do 26. 5. 2016 (v této době již bylo hnízdo prázdné potom, co ho mláďata opustila). Videozáznamy byly uchovávány v období od 26. 4. 2016 do 10. 5. 2016, kdy je na záznamu vidět ještě 6 malých neopeřených mláďat. Od 11. 5. 2016 do 24. 5. 2016 (14 dní) byl v hnízdě nastaven online přenos. Hnízdění bylo tedy monitorováno celkem 15 dní (208 hodin), z toho 10 dní v průběhu inkubace a 6 dní během výchovy mláďat (Tab. 1).

číslo řídicí jednotky	134568
monitorovaný druh	sýkora koňadra
lokalita	Gymnázium Jana Palacha, Mělník
období monitorování	26.4. - 26. 5. 2016
doba hnízdění	26.4. - 10.5. 2016
počet zaznamenaných dnů	15 dní
doba nahrávání	30 sekund
počet monitorovaných hodin za den	12 hodin
celkový počet záznamů	1 171
celkový počet hodnocených záznamů	1 171

Tabulka 1. Souhrnné informace o hnízdění sýkory koňadry lokalizované v Mělníku v roce 2016.

Druhé hnízdo z roku 2017 bylo monitorováno v období od 1. 3. 2017 do 11. 5. 2017. Zde bylo zaznamenáno celé hnízdění včetně stavění hnízda (1. 3. – 31. 3. 2017), (kromě dní 4. – 5. 3., 7. 3., 11. – 12. 3., 18. – 19. 3., 25. – 26. 3., kdy byl v hnízdě nastaven online přenos), inkubace vajec (1. 4. – 19. 4. 2017), výchova mláďat a vylétnutí mladých jedinců z hnízda (19. 4. – 10. 5. 2017).

Z technických důvodů nebyly dne 11. 5. 2017 zaznamenány žádné aktivity. V tomto hnízdě bylo hodnoceno celkem 55 dní (715 hodin), z toho 22 dní stavba hnízda (1. 3. – 31. 3. 2017), 18 dní inkubace (1. 4. – 19. 4. 2017) a 15 dní výchovy mládřat (19. 4. – 30. 4. 2017 a 9. 5. – 11. 5. 2017). V období výchovy mládřat (1. 5. – 8. 5. 2017) data nebyla hodnocena (Tab. 2).

číslo řídicí jednotky	134568
monitorovaný druh	sýkora koňadra
lokality	Gymnázium Jana Palacha, Mělník
období monitorování	1. 3. - 11. 5. 2017
doba hnízdění	1. 4. - 11. 5. 2017
počet zaznamenaných dnů	55 dní
doba nahrávání	30 sekund
počet monitorovaných hodin za den	18 hodin
celkový počet záznamů	8 554
celkový počet hodnocených záznamů	4 198

Tabulka 2. Souhrnné informace o hnízdění sýkory koňadry lokalizované v Mělníku v roce 2017.

4.4 Metoda analýzy dat

Data z roku 2016 byla hodnocena ručně do předem definované tabulky Excel. Tabulka byla rozdělena na 5 částí, kde se každá zabývala určitou skupinou charakteristik videa. Pro popsání videa byly používány hodnoty 0 (ne) a 1 (ano). Pokud se rozpoznávalo pohlaví, psala se 2 (pro samici) a 3 (pro samce). Podrobnější stupnice byla používána pro žadonění mládřat a hodnocení kvality videa. Data z roku 2017 byla poskytnuta již zpracovaná (Riedlová, 2018).

I. část

V této části jsou zaznamenány údaje o identifikačním čísle řídicí jednotky a druhu hnízdícího pěvce. Další kolonky jsou přepsané hodnoty z textového dokumentu (např. 20160430_122412_711_data), který byl připojen ke každému videu. Textový dokument obsahuje den, měsíc, rok, hodinu, minutu, sekundu začátku videa a teplotu uvnitř budky, teplotu mimo budku a světelné podmínky záznamu (index intenzity světla) (Příloha 1).

II. část

Zde bylo hodnoceno chování jedince během nahrávání záznamu, zda byl v budce přítomen jedinec v okamžiku spuštění videa, dále zda se jednalo o aktivitu přilet nebo odlet. Zaznamenáván byl také tzv. „timeout“, při kterém jedinec odlétne a

poté znovu přilétne během jednoho záznamu. Dále se hodnotilo, zda jedinec přilétl s potravou nebo s hnízdním materiálem, popis druhu potravy nebo hnízdního materiálu. Zjišťováno bylo také, zda během záznamu probíhala inkubace, rovnání vajec, krmení mlád'at, krmivé chování bez potravy, jestli došlo během krmení k sebrání potravy mláděti a dání jí jinému, odnos trusu nebo jeho spolknutí dospělým jedincem, či zpěv dospělé v budce nebo mimo ni (Příloha 2).

III. část

Zde se opakují kategorie z druhé části tabulky. Pokud jsou během záznamu přítomni v budce oba dospělí jedinci, pak se potřebné údaje vypisují do této části tabulky pro druhého jedince.

IV. část

Předposlední skupinou hodnocených informací jsou interakce mezi jedinci, tj. vyhodnocení chování v době, kdy byli v budce přítomni oba jedinci. Hodnocena zde byla intenzita žadonění mlád'at během předávání potravy ve stupnici od 1 (nejmenší intenzita křiku, spící mlád'ata) do 5 (největší intenzita křiku). Hodnota intenzity byla závislá na posouzení hodnotitele. Dále je zde možné zaznamenat komunikaci mezi dospělými jedinci bez předání potravy, s předáním potravy či materiálu, a zda toto předání proběhlo ve vletovém otvoru nebo uvnitř budky (Příloha 3).

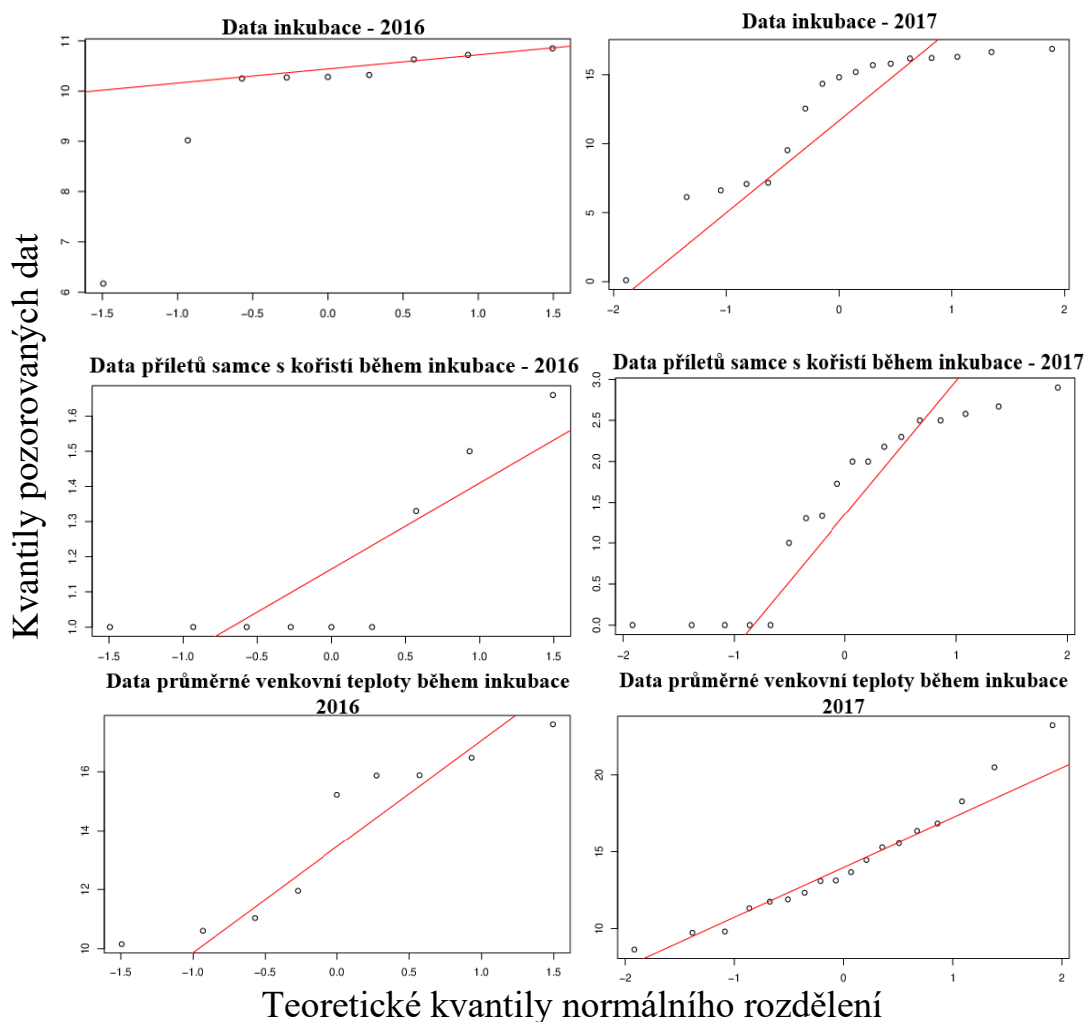
V. část

Do poslední skupiny hodnocených charakteristik patří počet mlád'at v hnízdě a počet vajec v hnízdě. Dále nutnost determinace přinesené potravy, kvalita nahraného snímku hodnocená na stupnici od 1 (nejlepší kvalita, zajímavé chování) do 3 (nejhorší kvalita, špatně čitelné video), vhodnost videa pro propagační účely. Poznámky k chování a záznamu sloužily pro uvádění informací nehodnotitelných předchozími klasifikacemi (Příloha 4).

4.5 Statistické zpracování

K závěrečnému vyhodnocení shromážděných údajů byl použit program Excel. Za pomoci kontingenčních tabulek byla vybrána potřebná data a následně vytvořeny grafy a přehledné tabulky. U srovnání inkubace mezi hnízdy některá data neměla normální rozdělení (Obr. 16), proto byl použit Mann-Whitney U Test a Spearman korelační koeficient. Do statistických analýz nebyl zahrnut poslední den

inkubace, tj. den, kdy se vylíhlo první mládě (jedná se o odlehlá pozorování). Porovnávaná veličina intenzity inkubace vajec pro obě hnízda byla počet hodin inkubace na den. Data pro porovnání období výchovy mláďat měla normální rozdělení a byla použita jednovýběrová ANOVA. Do statistických analýz v porovnání celkového počtu příletů za výchovy mláďat nebyly zahrnuty poslední dva dny z roku 2017 (jedná se o odlehlá pozorování). Vztah první/poslední denní aktivity a východu/západu Slunce byl testován pro obě hnízdní dohromady pomocí testu Mann-Whitney U Test a Spearman korelační koeficient, protože data neměla normální rozdělení. Pro porovnání struktury potravy a složení hnízdního materiálu byl použit Chi-test. Pro všechny testy byla použita hladina významnosti 5 %.



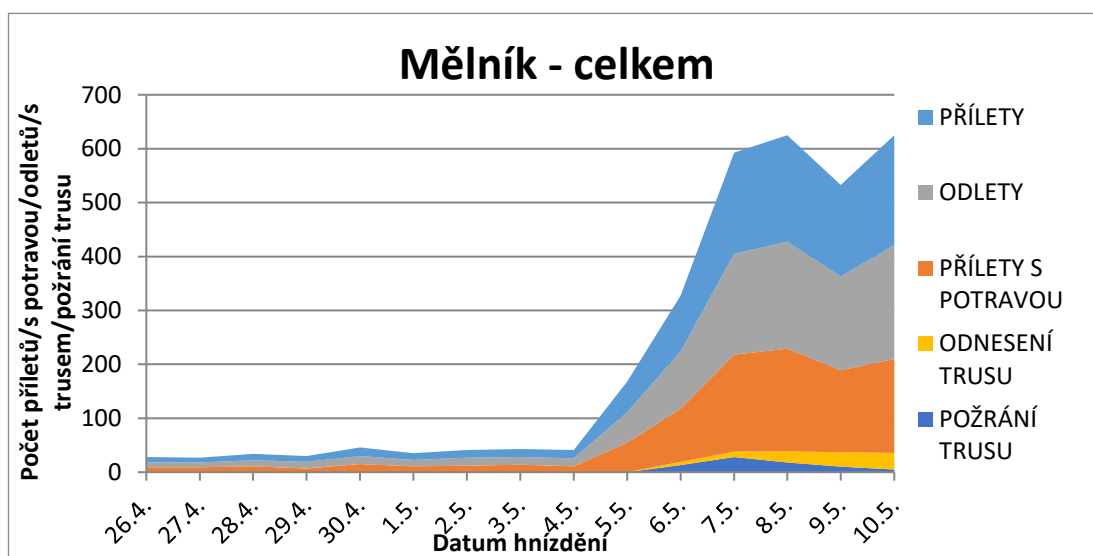
Obrázek 16. Q-Q grafy. Porovnání kvantilů pozorovaných dat inkubace z roku 2016 a 2017, dat příletů samce s kořisti během inkubačního období z roku 2016 a 2017 a dat průměrné venkovní teploty během inkubace z roku 2016 a 2017. Z grafů není vidět, že data mají normální rozdělení.

5. VÝSLEDKY

5.1 Hnízdění v Mělníku, rok 2016

V hnízdě v Mělníku (2016) bylo zaznamenáno z 1 171 záznamů celkem 1 035 příletů (♀ 401, ♂ 524, neiden. jed. 110) (průměr = 61, SD = 77,95), z toho 949 s potravou (♀ 361, ♂ 494, neiden. jed. 94) (průměr = 56, SD = 71,97), 1 046 odletů (♀ 415, ♂ 524, neiden. jed. 107) (průměr = 62, SD = 79,38), 95 odnesení trusu (♀ 21, ♂ 64, neiden. jed. 10) (průměr = 6, SD = 10,42) a z toho 74 požrání trusu (♀ 39, ♂ 27, neiden. jed. 8) (průměr = 4, SD = 8,22). (Obr. 17.). V tomto hnízdě je značná větší aktivita samce. Jen v požrání trusu byla samice aktivnější.

Neproběhly zde žádné ztráty na vejcích, ani na mláďatech. Celkem tedy bylo sneseno 6 vajec a vylétlo 6 mláďat. V příloze 5 je uveden čas první a poslední aktivity, teplota uvnitř budky a venkovní teplota, index intenzity světla, východ a západ Slunce, délka noci, počet vajec a mláďat pro každý zaznamenaný den.

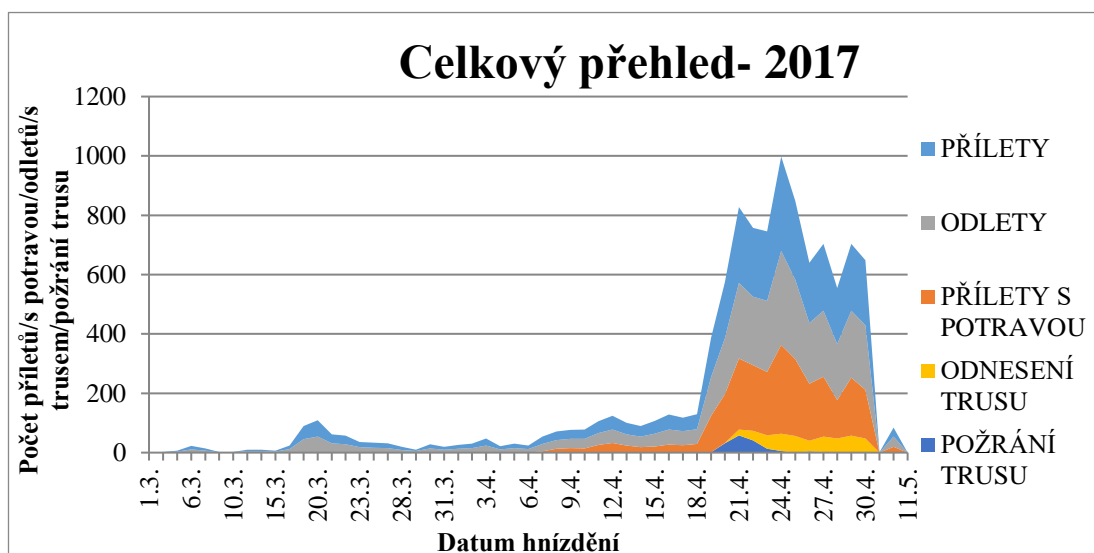


Obrázek 17. Celkový počet příletů, odletů, příletů s potravou, odnesení trusu a požrání trusu v hnízdě v Mělníku v roce 2016. 26 .4. (6 vajec v hnízdě), 5. 5. (1. vylíhlé mládě) = 10. den od začátku hnízdění, 10.5. (poslední den monitorování, v budce 6 vzletných mláďat) = 15. den hnízdění

5.2 Hnízdění v Mělníku, rok 2017

V roce 2017 v Mělníku bylo zhlédnuto 4 198 záznamů. Z toho celkem 3 574 příletů (♀ 1 159, ♂ 1 458, neiden. jed. 957) (průměr = 64,98, SD = 88,47), z toho 2 671 s potravou (♀ 757, ♂ 1 449, neiden. jed. 465) (průměr = 102,73, SD = 98,45), 3 576 odletů (♀ 1 158, ♂ 1 459, neiden. jed. 959) (průměr = 66,22, SD = 88,96), 451 odnesení trusu (♀ 182, ♂ 188, neiden. jed. 81) (průměr = 37,58, SD = 20,16) a z toho 158 požrání trusu (♀ 106, ♂ 44, neiden. jed. 8) (průměr = 15,80, SD = 20,36) (Obr. 18). V tomto hnízdě je taktéž značná větší aktivita samce. Jen v požrání trusu byla samice opět aktivnější.

V tomto hnízdě proběhly ztráty na vejcích i na mláďatech. Z 10 snesených vajec se vylíhlo 9 mláďat a 6 mláďat bylo úspěšně vyvedeno z hnízda. Jednalo se tedy o ztrátu 3 mláďat ve věku 7 a 10 dní. Poslední věk zemřelého mláděte není znám z důvodu nezaznamenaných videozáznamů v období výchovy mláďat (od 1. 5. do 8. 5. 2017). V příloze 6, 7 a 8 je uveden čas první a poslední aktivity, teplota uvnitř budky a venkovní teplota, index intenzity světla, východ a západ Slunce, délka noci, počet vajec a mláďat pro každý zaznamenaný den.

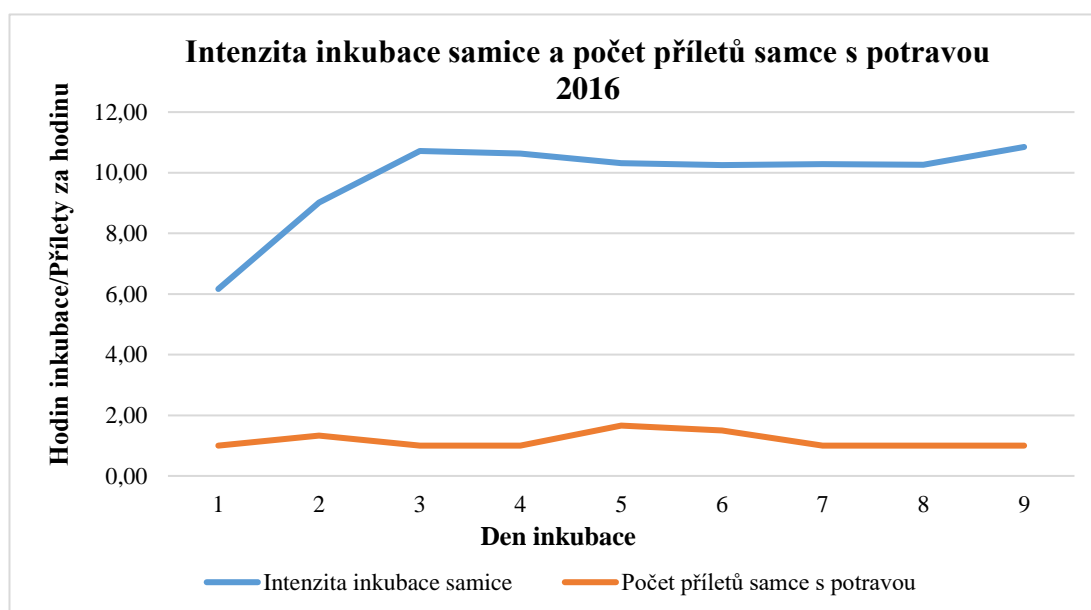


Obrázek 18. Celkový počet příletů, odletů, příletů s potravou, odnesení trusu a požrání trusu v hnízdě v Mělníku v roce 2017. 1. 3. – 31. 3. (stavba hnízda), 1. 4. (4 snesená vejce), 7. 4. (kompletní snůška s 10 vejci), 19. 4. (první mládě) = 18. den od začátku hnízdění, 10.5. (6 dochovaných mláďat opustilo hnízdo) = 39. den hnízdění, 11. 5. (poslední den monitorování, již žádné mládě v hnízdě).

5.3 Porovnání hnízdění: 2016 vs. 2017

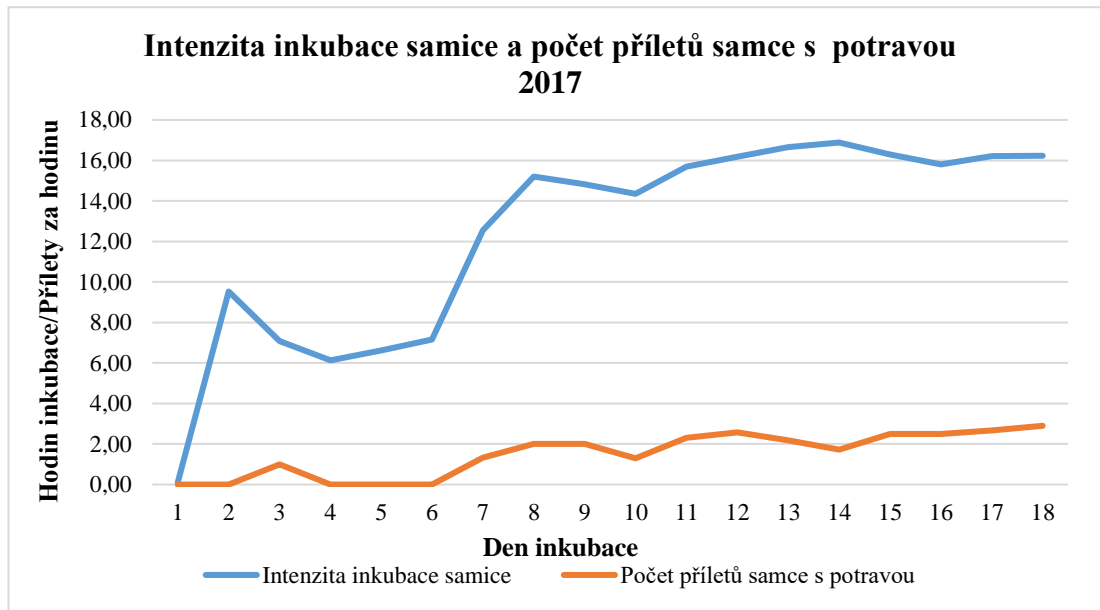
5.3.1 Inkubace vajec

Období, po které samice inkubovala vejce v roce 2016, bylo monitorováno 9 dní, celkem 88,50 hodin. Poslední den inkubace, tj. vylíhnutí prvního mláděte, nebyl do dalších analýz započítáván. Průměrně inkubovala 9,83 hod/den (SD = 1,47). Inkubace probíhala od 26. 4. (v hnízdě bylo už všech 6 vajec) do 4. 5. 2016. Intenzita inkubace se v průběhu hnízdění neměnila (Spearman, $R = 0,467$, $n = 9$, $p > 0,05$) (Obr. 19). Průměrná teplota během inkubace byla $13,86^{\circ}\text{C}$ (SD = 2,89).



Obrázek 19. Hodinový průměr intenzity inkubace samice a hodinový průměr počtů přiletů samce s potravou během inkubačního období v roce 2016 (včetně času v době nečinnosti kamery, tj. mezi 22. a 4. hodinou).

V roce 2017 inkubace samice byla monitorována po dobu 18 dní (taktéž poslední den inkubace nebyl do dalších analýz započítáván), celkem 223,52 hodin. Na den průměrně inkubovala 12,42 hod. (SD = 5). Samice začala zahřívát snůšku od 1. 4. (snesena 4 vejce) do 18. 4. 2017. Snůška byla za 6 dní kompletní (7. 4. 2017) a obsahovala celkem 10 vajec. Intenzita inkubace samice se v průběhu hnízdění průkazně zvyšovala (Spearman, $R = 0,79$, $n = 18$, $p < 0,05$) (Obr. 20). Průměrná venkovní teplota byla $14,21^{\circ}\text{C}$ (SD = 3,82).



Obrázek 20. Hodinový průměr intenzity inkubace samice a hodinový průměr počtů přiletů samce s potravou během inkubačního období v roce 2017 (včetně času v době nečinnosti kamery, tj. mezi 22. a 4. hodinou).

Intenzita inkubace samic hnízdících v roce 2016 a 2017 se průkazně nelišila ($Z = -1,62$, $U = 49$, $p = 0,10$, $n_{2016} = 9$, $n_{2017} = 18$) a venkovní teplota se v průběhu inkubace v roce 2016 a 2017 také nelišila ($Z = -0$, $U = 81$, $p = 1$, $n_{2016} = 9$, $n_{2017} = 18$).

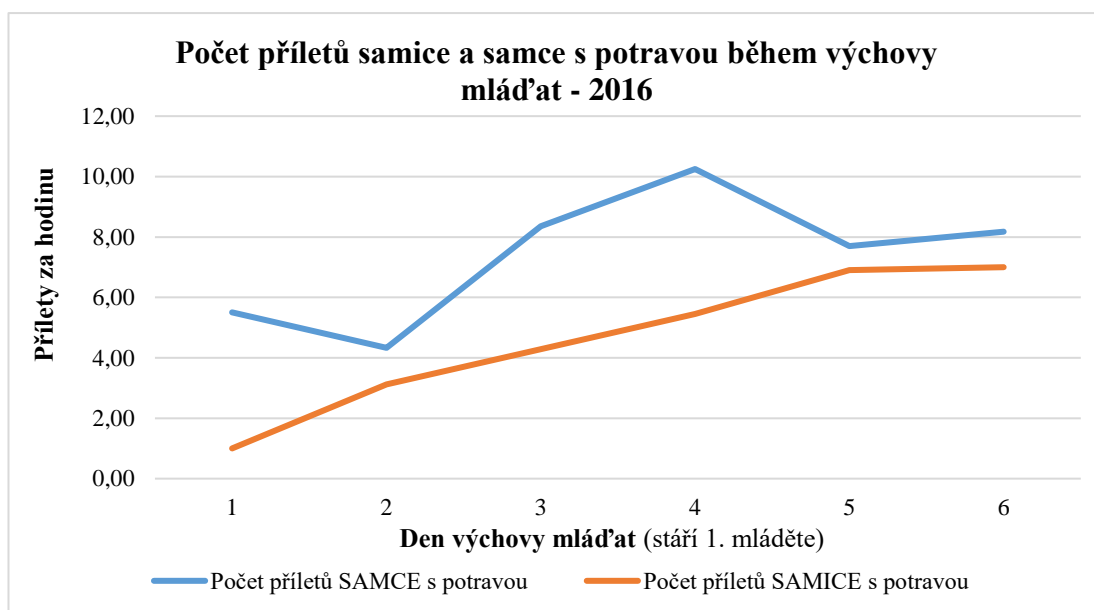
Samci během inkubačního období samicím přinášeli potravu. Samec v roce 2016 přilétl s potravou celkem 28krát (průměr = 3, $SD = 1,27$) (průměrně za hodinu přinesl potravu 1,17krát, $SD = 0,26$). Počet přiletů samce s kořistí se v průběhu inkubace neměnil (Spearman, $R = -0,118$, $n = 9$, $p > 0,05$) (Obr. 19).

Samec v druhém hnízdě v roce 2017 přilétl s potravou celkem 241krát (průměr = 18,54, $SD = 9,01$) (průměrně přilétl s kořistí 1,50krát/hod., $SD = 1,10$). Počet přiletů samce s potravou se v průběhu inkubace průkazně zvyšoval (Spearman, $R = 0,74$, $n = 18$, $p < 0,05$) (Obr. 20).

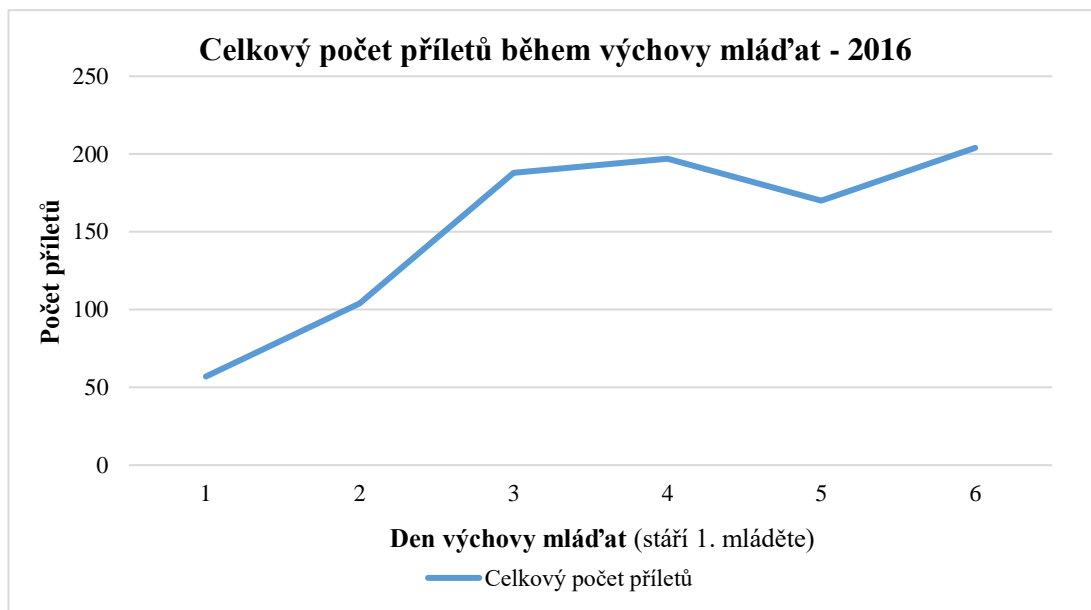
Počet přiletů samců s kořistí se během inkubačního období v roce 2016 a 2017 průkazně nelišil ($Z = 1,26$, $U = 56$, $p = 0,21$, $n_{2016} = 9$, $n_{2017} = 18$).

5.3.2 Výchova mlád'at

Období výchovy mlád'at v roce 2016 bylo monitorováno celkem 6 dní (od 5. 5. do 10. 5. 2016) od vylíhnutí prvního mláděte až po 6 malých neopeřených mlád'at. Samice do hnízda přilétla s potravou celkem 291krát (průměr = 36,38, SD = 31,51) (průměrně za hodinu přilétla s potravou 4,63krát, SD = 2,32). Počet přiletů samice s kořistí se v průběhu období výchovy mlád'at značně neměnil ($R = 1$, $n = 6$, $p > 0,05$) (Obr. 21). Samec přilétl s kořistí celkem 466krát (průměr = 58, SD = 49,95) (průměrně za hodinu přilétl 7,39krát, SD = 2,13). Počet přiletů samce s potravou v průběhu výchovy mlád'at se také značně neměnil ($R = 0,48$, $n = 6$, $p > 0,05$) (Obr. 21). Během tohoto období v roce 2016 bylo zaznamenáno celkem 920 přiletů (průměr = 153,33/den, SD = 59,44). Celkový počet přiletů samce a samice se průkazně zvyšoval ($R = 0,82$, $n = 6$, $p < 0,05$) (Obr. 22). Průměrná venkovní teplota se pohybovala okolo 21,76 °C (SD = 1,35). Celkem bylo z hnízda z roku 2016 vyvedeno 6 mlád'at (6 vajec).

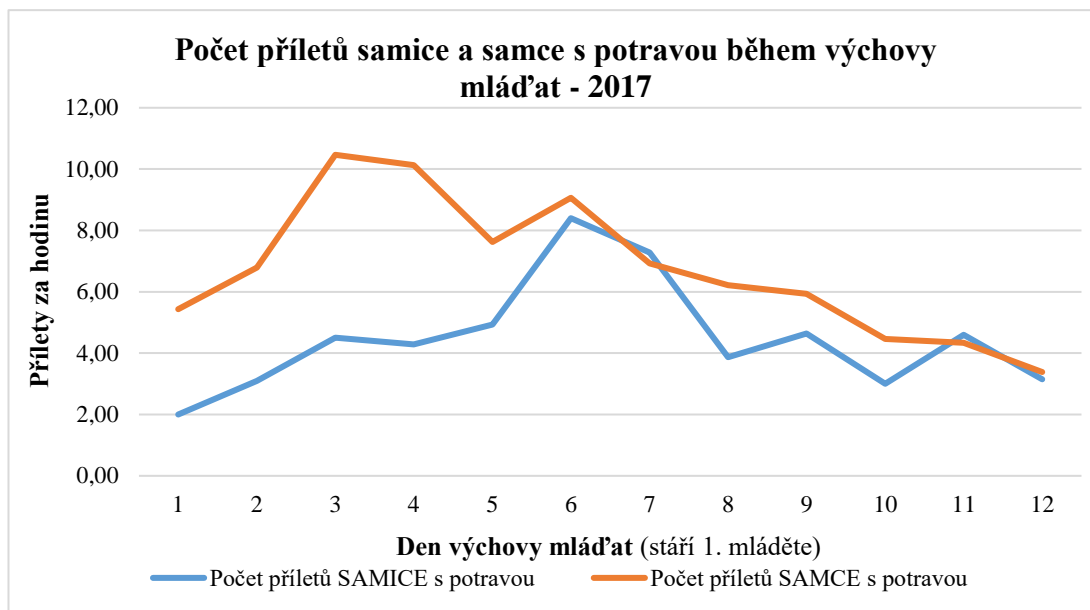


Obrázek 21. Hodinový průměr počtů přiletů samice a samce s potravou během výchovy mlád'at v roce 2016.

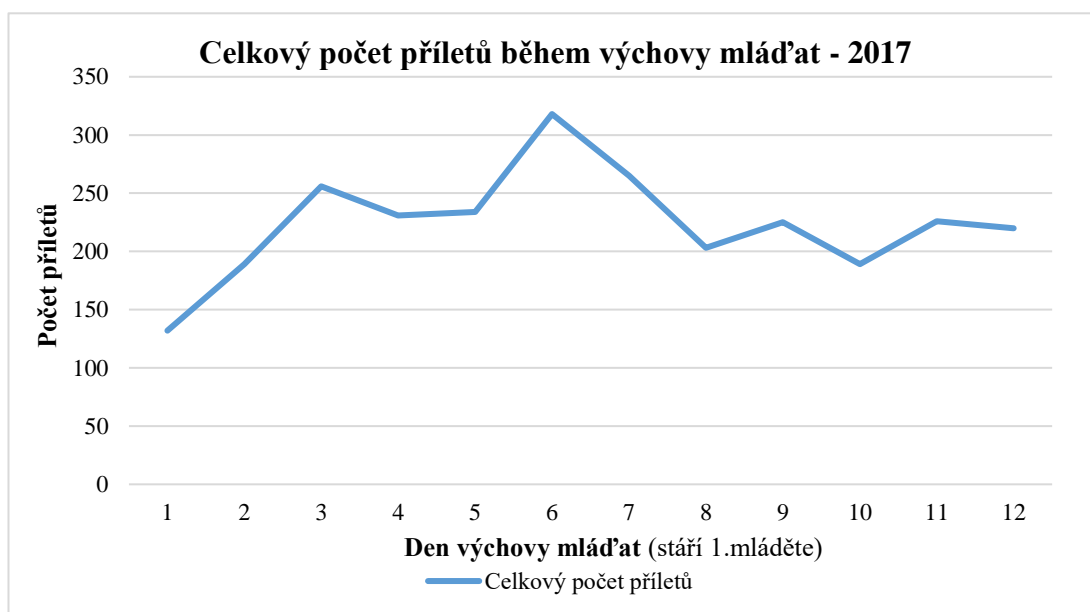


Obrázek 22. Celkový počet přiletů v průběhu výchovy mlád'at v roce 2016.

V roce 2017 trvala výchova mlád'at celkem 14 dní (od 19. 4. do 10. 5. 2017, data od 1. 5. do 8. 5. 2017 nebyla hodnocena a nebyla započítána do statistiky). Samice přilétla s potravou celkem 751krát (průměr = 57,77, SD = 32,76) (průměrně za hodinu přilétla s potravou 4,02krát, SD = 2,09). Počet přiletů samice s kořistí se v průběhu období výchovy mlád'at značně neměnil ($R = -0,22$, $n = 14$, $p > 0,05$) (Obr 23). Samec přilétl s kořistí celkem 1 208krát (průměr = 92,92, SD = 43,74) (průměrně za hodinu přilétl 5,84krát, SD = 3,08). Počet přiletů samce s potravou v průběhu výchovy mlád'at se průkazně zvyšoval ($R = -0,77$, $n = 14$, $p < 0,05$) (Obr. 23). Během období výchovy mlád'at v roce 2017 bylo zaznamenáno celkem 2 719 přiletů (průměr = 194,21/den, SD = 88,83). Celkový počet přiletů samce a samice se v roce 2017 neměnil ($R = -0,35$, $n = 614$, $p > 0,05$) (Obr. 24). Průměrná venkovní teplota byla 12,25 °C (SD = 1,35). Celkem bylo z hnízda v roce 2017 vyvedeno 6 mlád'at (10 vajec, 9 vylíhnutých mlád'at).



Obrázek 23. Hodinový průměr počtů příletů samice a samce s potravou během výchovy mlád'at



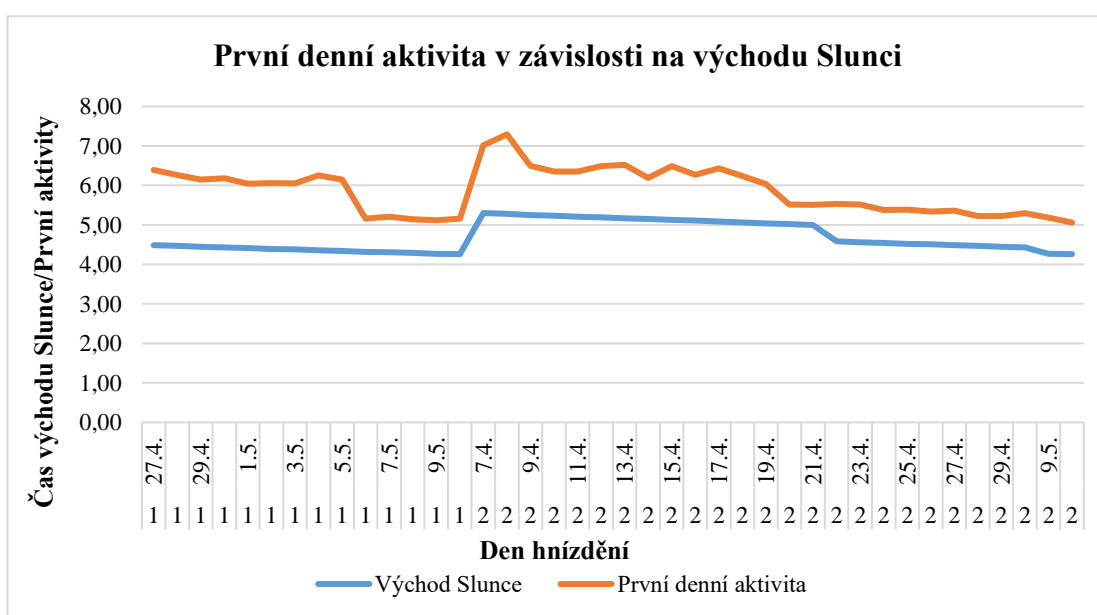
Obrázek 24. Celkový počet příletů v průběhu výchovy mlád'at v roce 2017.

Počet příletů samice s kořistí během výchovy mlád'at se v roce 2016 a 2017 průkazně nelišil (ANOVA, $F = 0.33$, $p = 0.57$, $df = 19$). Počet příletů samce s kořistí během výchovy mlád'at se v roce 2016 a 2017 také průkazně nelišil (ANOVA, $F = 1.23$, $p = 0.28$, $df = 19$). Celkový počet příletů samce a samice (s kořistí i bez kořistí) se během výchovy mlád'at v roce 2016 a 2017 průkazně nelišil (ANOVA, $F = 1.09$, $p = 0.3$, $df = 19$). Venkovní teplota se v období výchovy mlád'at v hnízdě v roce 2016 a 2017 průkazně lišila (Anova, $F = 44.3$, $p = 0.0001$, $df = 19$).

5.3.3 První denní aktivita v závislosti na východu Slunce

První denní aktivita dospělců v hníždě v roce 2016 (bez rozlišení pohlaví a typu aktivity, tj. příletu a odletu) pozitivně korelovala s časem východu Slunce ($R = 0,83$, $n = 14$, $p < 0,05$). První denní aktivita byla vykonána vždy po východu Slunce (100 % prvních denních aktivit), průměrný čas východu Slunce byl ve 4,22 hod., ($SD = 0,07$), průměrný čas první denní aktivity v 5,48 hod., ($SD = 0,51$). Dospělci začali svou první denní aktivitu průměrně 1,26 hodiny po východu Slunce ($SD = 0,45$). Během inkubace (od 26. 4. do 4. 5. 2016) první denní aktivitu dospělci začínali déle po východu Slunce (průměrně 1,45 hodiny po východu Slunce, $SD = 0,10$), než při období výchovy mláďat (od 5. 5. do 10. 5. 2016), průměrně 1,10 hodin po východu Slunce ($SD = 0,39$) (Obr. 25).

V hníždě v roce 2017 první denní aktivita jedinců (bez rozlišení pohlaví a typu aktivity, tj. příletu a odletu) také pozitivně korelovala s časem východu Slunce ($R = 0,95$, $n = 26$, $p < 0,05$). První denní aktivita byla vykonána vždy po východu Slunce (průměrný čas východu Slunce v 4,50 hod., $SD = 0,35$, průměrný čas první denní aktivity v 5,55 hod., $SD = 0,62$). První denní aktivitu začínali průměrně 1,05 hodiny po východu Slunce ($SD = 0,34$). Během období inkubace (od 1. 4. do 18. 4. 2017) dospělci začínali první denní aktivitu později po východu Slunce (1,19 hodin po východu Slunce, $SD = 0,28$), než při období výchovy mláďat (od 19. 4. do 10. 5. 2017), průměrně 0,49 hodin po východu Slunce ($SD = 0,14$) (Obr. 25).



Obrázek 25. První denní aktivita v závislosti na východu Slunce. Na ose X jsou znázorněny datумы hnízdění. Číslo 1 pod datumem označuje hnízdo v roce 2016 a č. 2 hnízdo v roce 2017.

Čas východu Slunce mezi hnízdem v roce 2016 a 2017 se průkazně lišil ($U = 33.5$, $Z = -4.19$, $p = 0,000027$, $n_{2016} = 14$, $n_{2017} = 26$), ale čas první aktivity mezi hnízdem v roce 2016 a 2017 se nelišil ($U = 145,00$, $Z = 3,69$, $p = 0,30$, $n_{2016} = 14$, $n_{2017} = 26$).

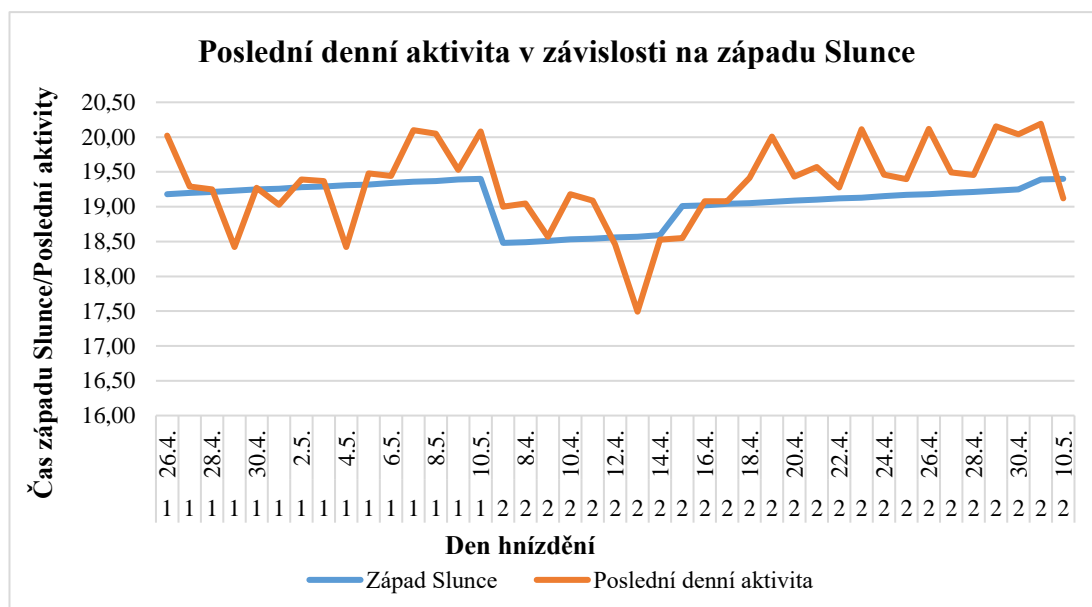
5.3.4 Poslední denní aktivita v závislosti na západu Slunce

Poslední denní aktivita jedinců hnízdících v roce 2016 (bez rozlišení pohlaví a typu aktivity, tj. příletu a odletu) nekorelovala s časem západu Slunce ($R = 0,49$, $n = 14$, $p > 0,05$). Poslední denní aktivita v období inkubace (od 26. 4. do 4. 5. 2016) byla vykonána převážně ještě před západem Slunce (průměrný čas západu Slunce během inkubace v 19,25 hod., $SD = 0,04$, průměrný čas poslední denní aktivity během inkubace v 19,16 hod., $SD = 0,49$). Poslední denní aktivitu končili průměrně 0,09 hodin před západem Slunce v průběhu inkubace ($SD = 0,52$). Od vylíhnutí prvního mláděte (5. 5. 2016) až po vylétnutí mlád'at z hnízda (10. 5. 2016) jedinci končili svoji poslední denní aktivitu až po západu Slunce (průměrný čas západu Slunce během výchovy mlád'at v 19,21 hod., $SD = 0,03$, průměrný čas poslední denní aktivity v 19,46 hod., $SD = 0,32$). Poslední denní aktivitu v průběhu výchovy mlád'at dospělci končili průměrně 0,25 hodin po západu Slunce ($SD = 0,31$) (Obr. 26).

Poslední denní aktivita jedinců hnízdících v roce 2017 (bez rozlišení pohlaví a typu aktivity, tj. příletu a odletu) pozitivně korelovala s časem západu Slunce ($R = 0,76$, $n = 26$, $p < 0,05$). Poslední denní aktivita v období inkubace (od snesení celé snůšky, tj. od 7. 4. do 18. 4. 2017) byla vykonána lehce po západu Slunce (průměrný čas západu Slunce během inkubace v 18,42 hod., $SD = 0,24$, průměrný čas poslední denní aktivity v 18,47 hod., $SD = 0,51$). Poslední denní aktivitu končili průměrně 0,09 hodin po západu Slunce ($SD = 0,49$). Od vylíhnutí prvního mláděte (19. 4. 2017) až po vylétnutí mlád'at z hnízda (10. 5. 2017) jedinci končili svoji poslední denní aktivitu po západu Slunce (průměrný čas západu Slunce během výchovy mlád'at v 19,11 hod., $SD = 0,10$, průměrný čas poslední denní aktivity v 19,42 hod., $SD = 0,37$). Poslední denní aktivitu v průběhu výchovy mlád'at dospělci končili průměrně 0,31 hodin po západu Slunce ($SD = 0,38$) (Obr. 26).

Čas západu Slunce mezi hnízdem v roce 2016 a 2017 se průkazně lišil ($U = 54$, $Z = 3.69$, $p = 0,000217$, $n_{2016} = 14$, $n_{2017} = 26$), ale čas poslední aktivity

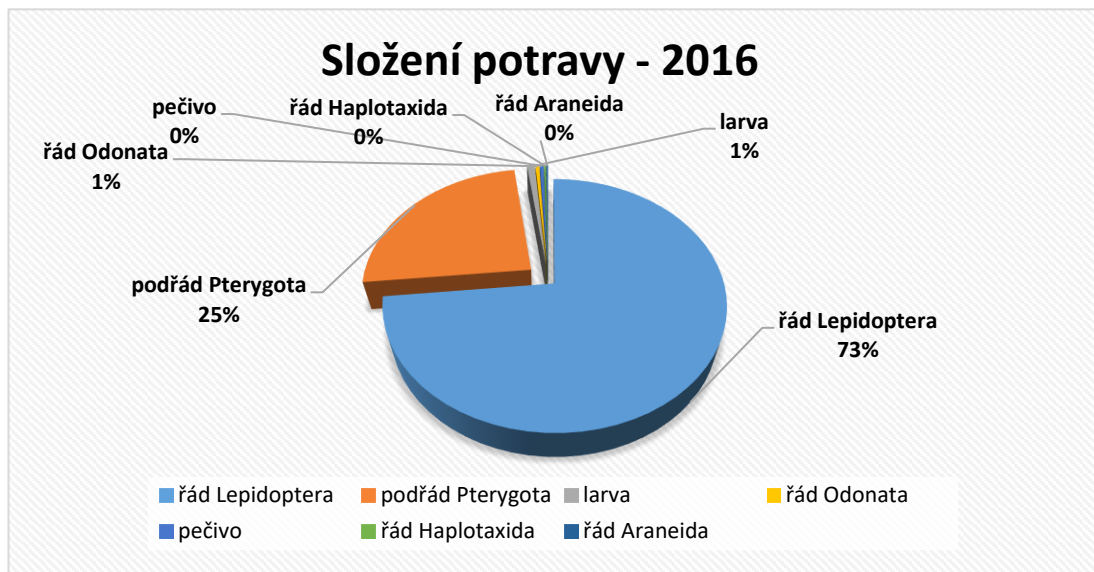
mezi hnízdem v roce 2016 a 2017 se nelišil ($U = 188,00$, $Z = 0,13$, $p = 0,98$, $n_{2016} = 14$, $n_{2017} = 26$).



Obrázek 26. Poslední denní aktivita v závislosti na západu Slunce. Na ose X jsou znázorněny datумы hníždění. Číslo 1 pod datumm označuje hnízdo v roce 2016 a č. 2 hnízdo v roce 2017.

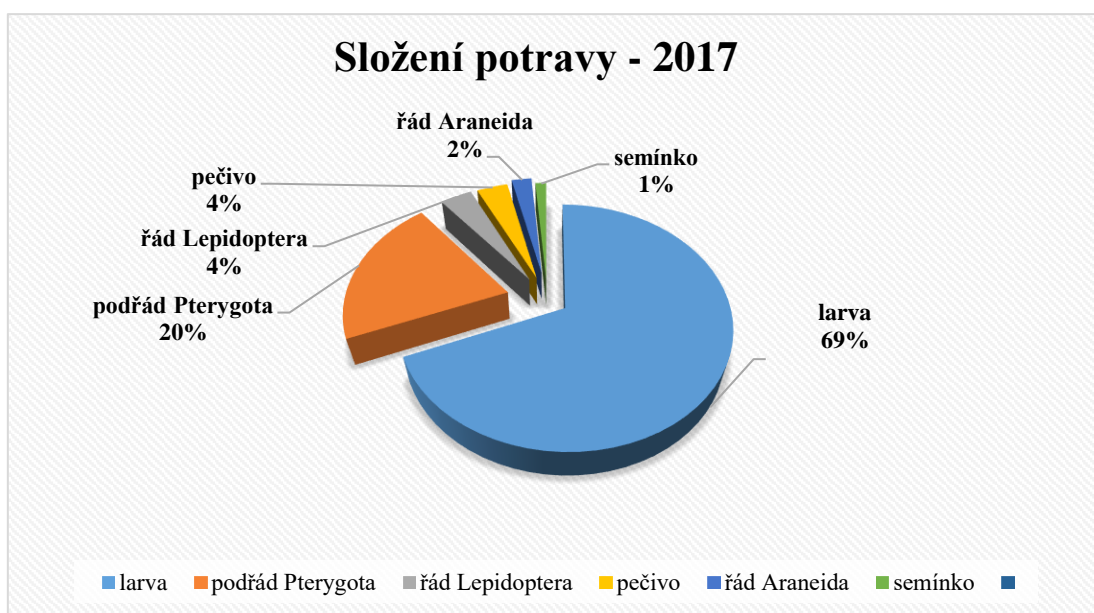
5.3.5 Složení potravy

Struktura potravy se mezi hnízdy průkazně lišila ($\chi^2 = 1393,197$, $df = 7$, $p < 0,0001$). V hníždě v roce 2016 se dalo specifikovat 458 kusů (53,57 % z celkového počtu přinesené potravy, $n = 949$). Zbytek potravy se specifikovat nepodařilo (421ks). Dospělci nejvíce přinášeli housenky (larvy motýlů, řád Lepidoptera) (336ks = 73,36 %), dále hmyz (podřád Pterygota) (112ks = 24,45 %), larvy (4ks = 0,87 %), vážky (řád Odonata) (2ks = 0,44 %), pečivo (2ks = 0,44 %), pavouka (řád Araneida) (1ks = 0,22 %), žížaly (řád Haplotaxida) (1ks = 0,22 %) (Obr. 27).



Obrázek 27. Složení potravy v hnízdě v roce 2016. Nejvíce zastoupený řád Lepidoptera (73 %) a nejméně řád Araneida a Haplotaaxida (0,22 %).

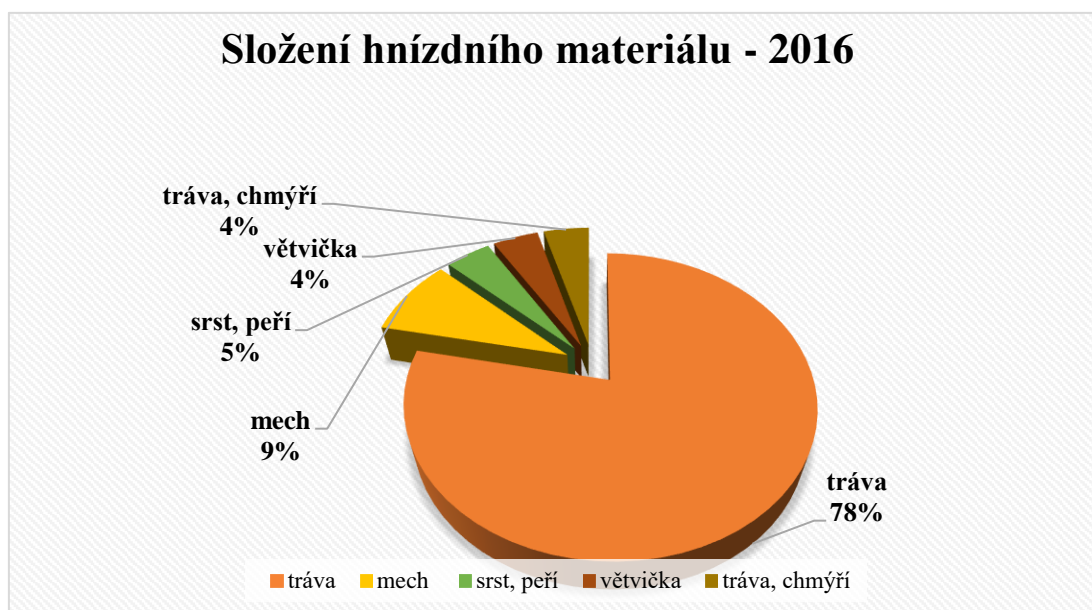
V druhém hnízdě v roce 2017 se specifikovalo celkem 1 032 kusů potravy (38,64 % z celkového počtu přinesené potravy, n = 2 671). Zbytek potravy nebyl specifikován (1 637ks). V tomto hnízdě se nejvíce přinášely larvy (710ks = 68,80 %), hmyz (podřád Pterygota) (210ks = 20,35 %), housenky (larvy motýlů, řád Lepidoptera) (38ks = 3,68 %), pečivo (37ks = 3,59 %), pavouci (řád Araneida) (24ks = 2,33 %) a semínka (13ks = 1,26 %) (Obr. 28).



Obrázek 28. Složení potravy v hnízdě v roce 2017. Nejvíce zastoupené larvy (69 %) a nejméně semínka (1 %).

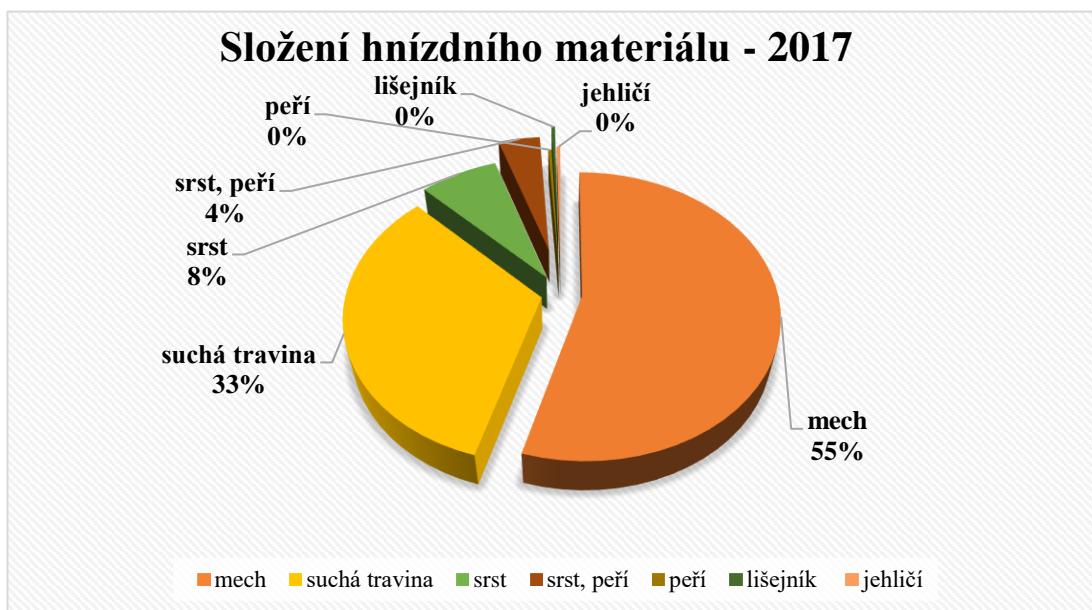
5.3.6 Struktura hnízda

Struktura hnízdního materiálu se mezi hnízdy průkazně lišila ($\chi^2 = 109.12$, $df = 8$, $p < 0.0001$). V hnízdě v roce 2016 bylo zaznamenáno celkem 23 přiletů s hnízdním materiálem (od 26. 4. do 9. 5. 2017). Dospělí jedinci nejvíce nosili trávu (78,26 %, = 18ks), mech (8,69 %, = 2ks), chmýří (4,35 %, = 1ks), trávu s chmýřím (4,35 %, = 1ks) a větvičky (4,35 % = 1ks) (Obr. 29).



Obrázek 29. Složení hnízdního materiálu v hnízdě v Mělníku v roce 2016. Největší zastoupení trávy (78 %) a nejmenší zastoupení trávy s chmýřím a větviček (4 %).

V hnízdě v roce 2017 dospělci přilétli celkem 297krát s hnízdním materiálem (od 6. 3. do 28. 4. 2017). Nejvíce přinášeli mech (54,54 %, = 162ks), suchou trávu (32,99 %, = 98ks), srst (7,41 %, = 22ks), srst s peřím (4,04 %, = 12ks) peří (0,34 % = 1ks), lišejník (0,34 % = 1ks) a jehličí (0,34 % = 1ks) (Obr. 30).



Obrázek 30. Složení hnízdního materiálu v hnízdě v Mělníku v roce 2017. Největší zastoupení mechu (55 %) a nejmenší zastoupení peří, lišejníku a jehličí (0,34 %).

6. DISKUZE

V předložené práci byla porovnávána dvě hnízdění sýkory koňadry lokalizovaná v Mělníku v roce 2016 a 2017. Porovnávala se hlavně hnízdění biologie a potravní ekologie s ohledem na rozdílné environmentální a klimatické podmínky. Během období inkubace se porovnávala intenzita inkubace vajec u samic v hnízdech v roce 2016 a 2017 a počet příletů samce s kořistí. Intenzita inkubace vajec u samice hnízdící v roce 2016 se neměnila, ani počet příletů samce s kořistí, zatímco intenzita inkubace samice a počet příletů samce s potravou se v roce 2017 zvyšovala. To může být způsobeno nedostatkem dat z hnízdění v roce 2016, kde se hnízdo začalo pozorovat od snesených 6 vajec a neví se, jak dlouho byla vejce kompletní. Oproti tomu hnízdo v roce 2017 bylo monitorováno již od snesení prvního vejce. Ale v porovnání se statistickými údaji z obou hnízd se intenzita inkubace samic a počet příletů samců s kořistí v tomto období v hnízdech 2016 a 2017 nelišila. Ani venkovní teplota se v porovnání v obou hnízdech nelišila. Samice vykazovaly stejné inkubační úsilí v obou hnízdech.

Heij et al. (2008) ve své studii porovnávali možný vliv velikosti snůšky na denní výdej energie samic při inkubaci. Předpokládali se, že energetické náklady (kJ/den) se budou s velikostí snůšky zvětšovat. Porovnávali běžnou velikost snůšky se snůškou s větším obsahem vajec. Intenzita se mezi zkoumanými hnízdy nelišila a negativně se vztahovala k průměrné okolní teplotě v průběhu 24 hodin měřené teploty. Samice inkubující větší snůšky nespotřebovaly více energie za 24 hodin než samice inkubující snůšky s běžnou velikostí. Velikost snůšky také neovlivnila tělesnou hmotnost inkubačních samic nebo jejich chování v hnízdě.

V období výchovy mláďat se srovnávalo především krmící úsilí obou rodičů. Počet příletů samice a samce s potravou se v roce 2016 značně neměnil. Ani počet příletů samice a samce s potravou v roce 2017 se během tohoto období významně neměnil. Počet příletů samce s potravou se v roce 2017 zvyšoval. Celkový počet příletů samice a samce (s kořistí i bez kořisti) se v roce 2016 průkazně zvyšoval a v roce 2017 se neměnil. Předpokládá se, že tyto rozdíly jsou způsobeny nedostatečným množstvím dat z hnízdění z roku 2016.

Bengtsson et Rydén (1983) provedli zajímavou studii na míru rodičovské péče při krmení mláďat v závislosti s jejich žadoněním. Míra žadonění mláďat

informuje rodiče o míře hladu mlád'at a tím tak může ovlivnit rodičovské úsilí v krmení. Provedla se série čtyř experimentálních studií s běžnými situacemi, se kterými se ptáci v přírodě obvykle setkávají při hledání potravy. Zkoumal se vliv na rychlost krmení. Vyšší míra krmení se vyzorovala za následujících podmínek: 1) po období potravinové deprivace ve srovnání s normálními podmínkami při krmení; 2) v obdobích, kdy se při návštěvě hnízda zaznamenalo chování „krmení na prázdno“, ve srovnání s normálním krmením; 3) po opuštění hnízda již vzrostlými (zdatnějšími) mlád'aty. Slabší mlád'ata (z hlediska hmotnosti) žadoní více o rodičovskou péči, než mlád'ata zdatnější (těžší). Rozdíly v hmotnosti mezi mlád'aty nijak neovlivnily množství donesené potravy, kterou rodiče přinesli. Dospěli k závěru, že míra rodičovského krmení není ovlivněna mírou žadonění nejhladovějšího mláděte v hnízdě, ale spíše chováním všech mlád'at v hnízdě, což umožňuje přizpůsobení se rychlosti krmení průměrně hladovému mláděti.

Podobnou studii provedl Tanner et al. (2008). Uvádí, že rozdělení potravy mezi mlád'aty je výsledkem spolupráce mezi rodičovským rozhodnutím o krmení a konkurencí mezi mlád'aty. Jak mlád'ata, tak rodiče mohou ovlivnit výsledek této spolupráce. U sýkor koňader každý rodič krmí z pevného místa na okraji hnízda, čímž nutí mlád'ata, aby si zvolila nakrmení od samice nebo od samce. Ve své studii uvádí, že z dřívějších pozorování bylo zjištěno, že hladovějící mlád'ata se přednostně přibližují spíše k samici a je pravděpodobnější, že budou nakrmena. Jako by samice vykazovaly silnější preference nakrmit hladovějící mlád'ata než samec. Mlád'ata se však v této provedené studii mohla volně pohybovat po hnízdě a efekt pozic mlád'at neměl na dospělé vliv při rozhodování v krmení. Náhodně mlád'ata rozdělili na dvě poloviny, kde je mohl krmít pouze jeden rodič. Oba rodiče ukázali podobnou preferenci nakrmit více hladových mlád'at, což naznačuje, že dříve pozorovaný rozdíl byl způsoben spíše umístěním potomků než aktivním rodičovským rozhodnutím. Studie ukazuje, že rozdělení potravy je částečně pod kontrolou mlád'at a ukazuje, aby se hladovějící mlád'ata v hnízdě více blížila ke krmícímu jedinci.

V této práci se také porovnávala denní aktivita jedinců během celého hnízdění. U obou hnízd v roce 2016 a 2017 první a poslední denní aktivita pozitivně korelovala s východem a západem Slunce. Čas východu a západu Slunce se v hnízdech lišil, jelikož se i nepatrně lišilo období hnízdění. Jedinci hnízdící v roce 2016 hnízdili v období od 26. 4. do 10. 5. 2016. V roce 2017 dospělci hnízdili

v rozmezí od 1. 4. do 10. 5. 2017. První denní aktivitu jedinci vykonávali vždy po východu Slunce. Během inkubace dospělí jedinci v hnízdě v roce 2016 začali svoji první denní aktivitu průměrně hodinu a 45 minut a v roce 2017 hodinu a 19 minut po východu Slunce. Po vylíhnutí mláďat začali v hnízdě v roce 2016 svoji první denní aktivitu hodinu a 10 minut a v roce 2017 49 minut po východu Slunce. V Anglii provedli výzkum, kde zjistili, že samice vykonaly první denní aktivitu 20 minut po východu Slunce, ale jakmile byla v hnízdě mláďata, vykonávaly tuto aktivitu již 6 minut před východem Slunce (Kluijvet, 1950).

Složení potravy se v obou hnízdech značně lišilo, ačkoliv se hnízda nacházela ve stejném biotopu. Rozdíl může být způsobený poměrným množstvím specifikované potravy. V hnízdě v roce 2016 se rozpoznalo celkem 458 kusů a v roce 2017 se specifikovalo 1 032 kusů. Dalším důvodem odlišnosti může být rozdílné počasí, teplota nebo srážky, které nebyly zkoumány. Rozdílnost v potravě může zapříčinit i načasování hnízdění, a to především ve velikosti kořisti, která se během celého hnízdění mění.

Výsledky studie Naef-Daenzera (2003) ukázaly, že dokonalé načasování hnízdění a výchova mláďat je pro sýkoru velmi důležité v souvislosti s dostupností potravy. Když byla mláďata čerstvě narozená, jedinci nosili převážně pavouky, kteří představovali v tu dobu optimální velikost potravy. Naopak, když byla mláďata starší, dospělci jim nosili převážně housenky. Studie ukázala, že složení potravy nesouviselo s hojností, ale s velikostí housenek. Při našem výzkumu v hnízdě v roce 2016 jedinci nejvíce nosili housenky (řád Lepidoptera) (až 73 %). V roce 2017 dospělci nejvíce přinášeli larvy (69 %), zatímco housenky tvořily jen 4 % v zastoupené potravě.

Hnízdní materiál se také v obou hnízdech lišil. Základním hlavním materiálem pro obě hnízda byla především tráva a mech. Avšak poměr těchto dvou hnízdních materiálů se lišil. V prvním hnízdě v roce 2016 byla tráva zastoupena z 78 % a mech tvořil jen 9 %. Oproti tomu mech v hnízdě v roce 2017 tvořil 55 % a tráva 33 %.

Proběhla srovnávací studie ve čtyřech středomořských biotopech, kde zkoumali právě složení hnízdního materiálu a jaké to má důsledky pro chov a zdraví mláďat. První lokalita, kde se nacházelo hnízdo sýkory koňadry, byla převážně obklopena borovicemi a duby. U druhé lokality převládalo zastoupení borovic, třetí

byla tvořena konkrétně dubem cesmínovým a čtvrtou obklopovaly pomerančovníky. Ukázalo se, že hnízda ve druhé a čtvrté lokalitě (borovice, pomerančovník) byla těžší než hnízda v lokalitě třetí (dub cesmínový). Navíc se ukázalo, že hnízdo v prostředí převládajícího pomerančovníku mělo nejmenší obsah mechu ve srovnání s ostatními zkoumanými hnízdy. Od množství mechu se odvíjela i velikost snůšky. Ta byla menší, čím bylo v hnízdě více mechu. Ve čtvrté lokalitě (s pomerančovníky) vzrostla úspěšnost líhnutí, když se zvýšilo množství mechu v hnízdě. Ve všech lokalitách se stav hnízdění snižoval, pokud se zvyšovalo například množství peří. Tento výzkum došel k závěru, že hmotnost a složení hnízdního materiálu mezi stanovišti se značně lišil a množství různých materiálů může ovlivnit průběh a kvalitu chovu mláďat (Alvarez et al., 2013).

Velmi zajímavou studii na stavbu hnízda provedli Scholl et Hille (2014) ve vztahu k výškovým teplotním gradientům v Dolním Rakousku. Předpokládali, že chladnější prostředí ve vyšších nadmořských výškách bude znamenat i vyšší tepelnou izolaci hnízda. Studie proběhla od roku 2010 do 2012 a zkoumala kvalitu izolace v 11 hnízdech. Vysoce izolovaná hnízda obsahovala podstatně více peří než méně izolovaná hnízda. I přes to, že ve vysokých nadmořských výškách byly výrazně nižší teploty než v nízkých nadmořských výškách před zahájením hnízdění, se kvalita izolace s nadmořskou výškou nezvyšovala. Navíc zjistili, že datum zahájení hnízdění bylo pozitivně korelováno s nadmořskou výškou. Ptáci se mohou přizpůsobit nižším teplotám na jaře i ve vyšších nadmořských výškách tím, že zpozdí začátek hnízdění. Tím se i vyhnou nutnosti shromažďovat větší množství izolačního materiálu.

7. ZÁVĚR

Hlavním cílem předložené práce bylo porovnat hnízdní biologii a potravní ekologii sýkory koňadry v hnízdech lokalizovaných v areálu gymnázia v Mělníku v roce 2016 a v roce 2017 s ohledem na rozdílné environmentální a klimatické podmínky.

Obě hnízdění probíhala přibližně ve stejnou dobu. Hnízdní i potravní ekologie se v obou hnízdech ale lišila. V hnízdě v roce 2016 byla nejvíce zastoupena tráva (78 %) a v druhém hnízdě v roce 2017 byl nejvíce zastoupený mech (55 %). I potravní ekologie byla rozdílná. Dospělci v hnízdě v roce 2016 nejvíce přinesli housenky (73 %) a v hnízdě v roce 2017 se nejvíce přinesly larvy (68 %).

Práce se také zaměřila na první a poslední denní aktivitu v závislosti na východu a západu Slunce. V obou hnízdech první denní aktivita a poslední denní aktivita pozitivně korelovala s východem a západem Slunce i přesto, že časy východu a západu Slunce byly rozdílné. Krmící úsilí rodičů během výchovy mláďat se mezi hnízdem v roce 2016 a 2017 značně nelišilo. To samé se ukázalo i v období inkubace. Intenzita inkubace samic se v obou hnízdech nelišila.

Obě hnízdění byla úspěšná a z obou bylo vyvedeno 6 mláďat. Předložená práce poukazuje na širokou pestrost údajů získaných pomocí tzv. chytré ptačí budky a dokumentuje, že moderní technologie nabízejí zcela nový rozměr zkoumání hnízdní biologie a potravní ekologie ptáků. Díky projektu Ptáci online můžeme dění v přírodě přiblížit široké veřejnosti.

8. Seznam literatury

ADAMÍK P., 2008a: Poznáte sýkory? Ptačí svět XV/1: 3 – 5.

ÁLVAREZ E., BELDA E. J., VERDEJO J., BARBA E., 2019: Variation in Great Tit Nest Mass and Composition and Its Breeding Consequences: A Comparative Study in four Mediterranean Habitats. *Avian Biology Research*, DOI: 10.3184/175815513X13609517587237. ISSN 1758-1559. 39-46 s.

ČEJKA T., 1964: Atlas druhov európskeho významu pre územia NATURA 2000 na Slovensku. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Lipovský Mikuláš.

ČERNÝ W., 1980: Ptáci. Ilustroval Karel DRCHAL. Artia, Praha.

BALÁT F., 1986: Klíč k určování našich ptáků v přírodě. Academia, Praha.

BARTOŠOVÁ A., 2018: Hnízdní biologie sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdě lokalizovaném v areálu základní školy v Týnu nad Vltavou v roce 2017; vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 55 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

BEJČEK V., ŠŤASTNÝ K., 1999: Encyklopedie Ptáci. Rebo Productions, Čestlice.

BENGTSSON H., RYDÉN O., 1983: Parental feeding rate in relation to begging behavior in asynchronously hatched broods of the great tit *Parus major*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 243 – 251 s.

BEZZEL E., 2004: Ptáci: klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky. Rebo, Čestlice. Průvodce přírodou (Rebo). ISBN 9788072342921.

BOUCHNER M., ROB P., 1993: Ptáci od jara do zimy, Artia a. s. a Granit s.r.o., Praha. 64 s.

FELIX J., 1975: Ptáci v zahradě a na poli. Ilustroval Květoslav HÍSEK. Artia, Praha. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství, sv. 4.

FISHER J., HINDE R. A., 1949: The opening of milk bottles by birds. *Brit. Birds* 42: 347– 357 s.

HANZÁK J., 1974: Velký obrazový atlas ptáků, Artia, Praha. 575 s.

HEIJ DE E. M., UBELS R., VISSER G. H., TINBERGER M. J., 2008: Female great tits *Parus major* do not increase their daily energy expenditure when incubating enlarged clutches. *Journal of AVIAN BIOLOGY. Empirical and theoretical research in ornithology.* 16 s.

HUDEC K., 2001: Atlas ptáků České a Slovenské republiky. Academia, Praha.

KLIMEŠ Z., 1994: Ptačí společenstva vybraných zámeckých parků v jihozápadních Čechách. *Sylvia* 30. 22-31 s.

KLUIJVER H. N., 2002: Daily Routines of the Great Tit (*Parus major*), *Ardea*, 38. 99 – 135 s.

KRÁLOVÁ J., 2017: Aktivita sýkory koňadry (*Parus major*) v závislosti na environmentálních faktorech. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 53 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

KUBÍK V., 2006: Ze života sýkory koňadry (*Parus major*). Z padesáti roků ornitologie v sokolnické bažantnici. *Crex – Zpravodaj jihomoravské pobočky ČSO* 26. 115 – 121 s.

LÉDLOVÁ K., 2018: Reprodukční úspěšnost, denní aktivita a chování sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdě lokalizovaném v městské zástavbě v roce 2017; vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 73 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

MAINWARING Mark C., 2017: Causes and Consequences of Intraspecific Variation in Nesting Behaviors: Insights from Blue Tits and Great Tits. *Frontiers in Ecology and Evolution.* DOI: 10.3389/fevo.2017.00039. ISSN 2296-701X.

MATTHYSEN E., ADRIAENSEN F., DHONDT A. ANDRÉ, 2010: Multiple responses to increasing spring temperatures in the breeding cycle of blue and great tits (*Cyanistes caeruleus*, *Parus major*), *Global Change Biology.* 52 s.

MÍŠKOVÁ J., 2017: Rodičovská péče samce a samice sýkory koňadry (*Parus major*) v průběhu stavby hnízda, inkubace vajec a výchovy mládřat. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 101 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

- NAEF-DAENZER L., NAEF-DAENZEL B., NAGER G. R., 2003: Prey selection and foraging performance of breeding Great Tits *Parus major* in relation to food availability. Swiss Ornithological Institute, CH-6204 Sempach, Switzerland. 117 s.
- NORRIS K. J., 1990: Female choice and the quality of parental care in the great tit *Parus major*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 275 – 281 s.
- PYKAL J. 1990: Ptáci společenstva v různých typech rozptýlené zeleně. Pěvci 1998. Sbor přednášek, Přerov.
- PYKAL J., 1991: Ornitocenózy různých typů přirozených lesních společenstev v pahorkatině jihozápadních Čech. *Panurus* 3: 67-65 s.
- RADZICKI G., HEJDUK J., BAŇBURA J., 1999. Tits (*Parus major* and *Parus caeruleus*) preying upon hibernating bats. Brief report, *Ornis Fennica* 76 (2). 93–94.
- REMEŠ V. ET MATYSIOKOVÁ B., 2013: More ornamented females produce higher-quality offspring in a socially monogamous bird: an experimental study in the great tit (*Parus major*). *Frontiers in Zoology* 2013 10:14. BioMed Central. DOI: 10.1186/1742-9994-10-14. 1-10 s.
- RIEDLOVÁ M., 2018: Reprodukční úspěšnost a hnízdní chování samce a samice sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdě lokalizovaném v areálu gymnázia v Mělníku v roce 2017: vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 63 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- SAUER F., 1995: Ptáci lesů, luk a polí. Ilustroval Fritz WENDLER. Ikar, Praha. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 808583099x.
- SCHÖLL E., HILLE MARLENE M. et S., 2014: Do Great Tits *Parus major* Nesting at High Altitudes Build Better Insulated Nests? *Ardeola*, DOI: 10.13157/arla.61.2.2014.323. ISSN 0570-7358. 323-333 s.
- SPECHT R., 1984: Ptáci našich zahrad. Cesty, 2002, Praha. ISBN 807181671x.
- STRAUBOVÁ D., 2015: Ptáci našich zahrad: v životní velikosti. Přeložil Miroslav
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., HUDEC K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice.
- ŠŤASTNÝ K., HUDEC K., ALBRECHT T., ed. 2011. Fauna ČR. Ptáci III. Academia, Praha. ISBN 9788020018342.

TANNER M., KÖLLIKER M. et RICHNER H., 2008: Differential food allocation by male and female great tit, *Parus major*, parents: are parents or offspring in control?, *Animal Behaviour*. DOI: 10.1016/j.anbehav.2007.10.010. ISSN 00033472.

VAVŘÍK M., 2004: Zpráva faunistické komise ČSO za rok 2003. Zprávy ČSO 59.

VESELOVSKÝ Z., 2001: *Obecná ornitologie*. Ilustroval Jan DUNGEL. Academia, Praha. ISBN 80-200-0857-8.

ZÁRYBNICKÁ M., SKLENICKÁ P., TRYJANOWSKI P., 2017: A Webcast of Bird Nesting as a State-of-the-Art Citizen Science. *PLoS Biol* 15(1): 1-9 s.

ZÁRYBNICKÁ M., KUBIZŇÁK P., ŠINDELÁŘ P., HLAVÁČ V., 2016: Smart nest box: a tool and methodology for monitoring of cavity-dwelling animals. *Methods in Ecology and Evolution* 10.1111/2041-210X.12509. 483-492 s.

ZASADIL P., 2001: *Ptačí budky a další způsoby zvyšování hnízdních možností ptáků*, ČSOP, Praha. 136 s.

Internetové zdroje:

LINNAEUS, 1758: Browse taxonomic tree. *Catalogue of Life, 2018 Annual Checklist: Indexing the world's known species (online)* [cit. 2018.03.15], dostupné z <http://www.catalogueoflife.org/testcol/browse/tree/id/0f38d6affa8a23817ffea20edef5e09>.

ZICHA O., 2010: *BioLib.cz (online)* [cit. 2019.04.14], fotograf G. Dvorsky, 2012, dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id197807/?taxonid=406161>.

ZICHA O., 2010: *BioLib.cz (online)* [cit. 2019.04.14], fotograf J. Jindra, 2006, dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id25457/?taxonid=8950&type=1>.

ZICHA O., 2010: *BioLib.cz (online)* [cit. 2019.04.14], fotograf J. Čech, 2017, dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id326549/?taxonid=8950&type=1>.

ZICHA O., 2010: *BioLib.cz (online)* [cit. 2019.04.14], fotograf V. et M. Hruškovi, 2017, dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id314881/?taxonid=8950&type=1>.

9. PŘÍLOHY

Řídicí jednotka	Druh	Rok	Měsíc	Den	Hodina	Minuta	Sekunda	Teplota uvnitř	Teplota venku	Světlo
134568	sýkora koňadra	2016	5	7	8	42	41	18,25	17,25	4095

Příloha 1. Ukázkové vyplnění analyzované tabulky – význam hodnot převedený do textu: dne 7. 5. 2016 v 8:42:41 byl spuštěn záznam kamery, teplota uvnitř budky je 18,25°C, venkovní teplota je 17,25°C a index světla 4095

Jedinec v budce	Přilet	Odlet	Timeout	S potravou	Druh potravou	S hnízdním materiálem	Druh materiálu	Inkubace	Rovnění vaječ	Krmení	Krmivé chování bez potravu	Sebere potravu mláděti a dá jinému	Odnáší trus	Dospělec sní trus	Zpěv dospělce v budce	Zpěv mimo budku
0	2	0	0	0		0		0	0	0	1	0	0	0	1	0

52

Příloha 2. Ukázkové vyplnění analyzované tabulky – význam hodnot převedený do textu: V budce po spuštění nebyl žádný jedinec, do budky přilétla samice bez hnízdního materiálu a bez potravu, během záznamu neproběhla inkubace, samice označovala krmivé chování, zpívala v budce a před ukončením záznamu budku neopustila.

Oba rodiče v budce	Intenzita žadonění mládřat	Předávání potravy mezi	Předávání materialu mezi rodiči	Předávání v otvoru	Komunikace mezi rodiči bez potravy
0	1	0	0	0	0

Přiloha 3. Ukázkové vyplnění analyzované tabulky – význam hodnot převedený do textu: během záznamu nepřilétl do budky druhý jedinec a mládřata měla nejmenší stupeň žadonění.

Počet mládřat	Počet vajec	Nutná determinace potravy	Kvalita snímku	Doporučit video	Poznámka k chování	Poznámka k záznamu
6	0	0	1	0		

Přiloha 4. Ukázkové vyplnění analyzované tabulky – význam hodnot převedený do textu: v budce se nachází 6 mládřat a nenacházejí se zde žádná vajíčka, nebyla přinesena žádná potrava, u které by byla potřeba podrobnější determinace, kvalita snímku patří mezi nejlepší nahrané snímky.

5.řada kořadka, Mělník 2017	28.2.	1.3.	2.3.	3.3.	6.3.	8.3.	9.3.	10.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	17.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	24.3.	27.3.	28.3.	29.3.	30.3.	31.3.	Cellkem	Průměr	SD	
první denní aktivita																											
pníet			9,99	8,78	8,44	8,71	7,97	9,29	8,34	9,51	8,28	8,63	7,96	8,04	8,48	7,77	8,58		7,8	7,29				143,86	8,462352941	16,15,00	
odlet			6,25	9,25	3,5	3	2,25	7,75	7,5	1,25	3,25	8,5	5,75	4	10	12	8,25	6,66	6,6	0	5,25	6,92	6,92	33,97	6,794	3,39,43	
teplota uvnitř			5,75	8,5	2,75	3,5	5,75	7	6	1,25	2,75	7,5	4,75	3,25	9,75	10,75	7,25	5,25	8,75	0,25	3,75	8	13	152,5	6,931818182	21,00,37	
teplota venku			4,094	4,091	4,090	4,089	4,085	4,089	4,077	4,093	4,091	4,082	4,089	4,090	4,091	4,087	4,085	3,336	3,129	4,091	4,087	4,070	4,077	4,074	881,87	5,897272723	9,06,23
světelná intenzita																											
poslední denní aktivita																											
pníet																											
odlet	15,23					16,63	14,04	9,74	17,53	17,3	14,33	10,61	17,46	17,58	18,64	17,73		18,94	19	19,13	19,11	18,74	18,75	38,91	151,39	18,92,75	3,37,58
teplota uvnitř	11		9,25	16,25	13,5	13,5	12	8	9,5	15	16,5	9,75	21,75	17,25	17,5	16,75	10,25	11	14,25	18,25	23,5	19,75	22,5	27	212,61	15,18642857	6,15,05
teplota venku	9,75		4,093	4,093	4,095	4,095	4,094	4,091	4,093	4,092	4,095	4,094	4,094	4,081	4,089	4,091	4,054	4,060	4,083	4,083	4,084	4,072	4,091	4,090	898,96	14,13636364	18,12,49
světelná intenzita																											
celý den																											
celkový počet přiletů	0	0	1	1	3	12	7	1	1	5	5	3	12	45	55	31	29	18	17	16	10	5	14	10	300	13,04347826	12,25,51
celkový počet odletů	1	0	1	3	11	11	7	1	1	5	5	3	12	45	54	31	28	18	16	15	9	5	14	10	295	12,82608696	7,04,03
celkový počet přiletů s potravou																											
celkový počet odnesení trusu																											
celkový počet posrání trusu																											
časové období zaznamenu v hodinách	4,9,12,13,4,9,12,13,4,9,12,13,15,22																										
celkový počet hodin monitorování	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	286	13	0,00,00
východ Slunce	6,850	6,817	6,767	6,667	6,667	6,667	6,600	6,567	6,517	6,417	6,383	6,350	6,300	6,267	6,150	6,117	6,083	6,050	6,017	5,900	5,867	5,833	5,750	198,05	5,750	198,05	8,18,56
západ Slunce	17,783	17,817	17,850	17,933	17,933	17,933	17,983	18,017	18,033	18,117	18,150	18,183	18,200	18,233	18,317	18,333	18,367	18,400	18,417	18,500	18,533	18,550	18,583	18,617	400,9167	18,22348485	6,13,20
délka noč	13,07	13,00	12,92	12,83	12,73	12,62	12,55	12,48	12,30	12,23	12,17	12,10	12,03	11,83	11,78	11,72	11,65	11,60	11,40	11,33	11,28	11,20	11,13	11,06	265,1333	12,05151515	14,32,11
počet vajec																											
počet mláďat																											
dobainkubace																											

Příloha 6. I. část výsledné tabulky celkového hodnocení v hnízdě v Mělníku v roce 2017. V tomto období probíhala stavba hnízda

Sýkora koňadra, 134568_Mělník	9.5.	10.5.	11.5.	Celkem	Průměr	SD
první denní aktivita						
přilet				0		
odlet		5,1		5,1	5,1	
teplota uvnitř		6,5	8	14,5	7,25	1,060660172
teplota venku		3,25	7	10,25	5,125	2,651650429
světelná intenzita		3407	4077	7484	3742	473,7615434
poslední denní aktivita						
přilet	20,32			20,32	20,32	
odlet		19,2		19,2	19,2	
teplota uvnitř	14,5	18	24,75	57,25	19,083333333	5,210166344
teplota venku	11	17	23,5	51,5	17,166666667	6,251666445
světelná intenzita	4003	4085	4090	12178	4059,3333333	48,85011088
celý den						
celkový počet přiletů	1	30		31	15,5	20,50609665
celkový počet odletů		34		34	34	
celkový počet přiletů s potravou		18		18	18	
celkový počet odnesení trusu		2		2	2	
celkový počet požití trusu				0		
časové období záznamu v hodinách	4-9,12-13,	4-9,12-13,	4-9,12-13,	0		
celkový počet hodin monitorování	13	13	13	39	13	
východ Slunce	4,450	4,433	4,400	13,28333	4,427777778	0,025458754
západ Slunce	19,650	19,667	19,700	59,01667	19,672222222	0,025458754
délka noci	8,80	8,77	8,70	26,26667	8,755555556	0,050917508
počet vajec	1	1	1	3	1	0
počet mláďat	6	6	0	12	4	3,464101615
doba inkubace				0		

Příloha 8. III. část výsledné tabulky celkového hodnocení v hnízdě v Mělníku v roce 2017.

V tomto období probíhala příprava mláďat pro následné opuštění hnízda.