

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
KATEDRA EKOLOGIE



**Hnízdní a potravní ekologie sýkory koňadry, *Parus major*,  
v areálu MŠ v Plzni v roce 2022 (květen–červen):  
vyhodnocení dat získaných pomocí kamerového monitorování**

Breeding and food ecology of Great Tit, *Parus major*,  
in the area of the kindergarten in Pilsen in 2022 (May–June):  
the evaluation of data collected using camera monitoring

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Autorka práce: Miroslava Frousová

Vedoucí práce: doc. Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miroslava Frousová

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Hnízdní a potravní ekologie sýkory koňadry, *Parus major*, v areálu MŠ v Plzni v roce 2022 (květen – červen): vyhodnocení dat získaných pomocí kamerového monitorování**

Název anglicky

**Breeding and food ecology of Great Tit, *Parus major*, in the area of the kindergarten in Pilsen in 2022 (May – June): the evaluation of data collected using camera monitoring**

## Cíle práce

Cílem práce je analyzovat údaje o hnízdění a potravní ekologii sýkory koňadry v areálu mateřské školky v Plzni. Monitorování proběhne pomocí chytré ptačí budky v průběhu května až června 2022. Analyzováno bude hnízdění jednoho páru v průběhu celé hnízdění periody, tj. stavby hnízda, inkubace vajec a výchovy mláďat.

Specifické cíle práce:

1. vyhodnotit reprodukční úspěšnost hnízdění páru sýkory koňadry;
2. popsat rozdíly v identifikaci samce a samice;
3. vyhodnotit aktivitu samce a samice sýkory koňadry;
4. vyhodnotit strukturu potravy;
5. popsat běžné a zajímavé typy chování sýkory koňadry v průběhu hnízdění.

## Metodika

Hnízdění sýkory koňadry bude monitorováno v hnízdění budce pomocí kamerového systému. Kamerové monitorování bude realizováno s pomocí tzv. chytré ptačí budky, která byla vyvinuta v rámci projektu Ptáci Online (Zárybnická et al. 2016, 2017, 2021). Data o hnízdění budou studentce poskytnuta školitelkou. Studentka analyzuje videozáznamy a vyhodnotí biologické informace.

## Doporučený rozsah práce

cca 30-40 stran

## Klíčová slova

sýkora koňadra, reprodukce, hnízdní péče, potrava, chování, kamerové monitorování

---

## Doporučené zdroje informací

- Černý W., 1999: Ptáci. Aventinum, Praha, ISBN 80-7151-089-0.
- Křištín A., Patočka J., 1990: Podobnost potravných 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.
- Lambrechts M. M., 2017: Nest design in a changing world: Great tit *Parus major* nests from a Mediterranean city environment as a case study. *Urban Ecosystems* 20: 1181-1190.
- Šťastný K., Bejček V., Mikuláš I., Telenský T., 2021: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice: 2014-2017. Aventinum, Praha, ISBN 978-80-7442-130-3.
- Šťastný K., Hudec K. et al. 2011: Fauna ČR, Ptáci 3. Academia, Praha.
- Veselovský Z., 2001: Obecná ornitologie. Academia, Praha, ISBN 80-200-0857-8.
- Veselovský Z., 2005: Etologie – Biologie chování zvířat. Academia, Praha, ISBN 80-200-1331-8.
- 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: 483-492.
- Zárybnická M., Sklenicka 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

2023/24 LS – FŽP

## Vedoucí práce

doc. Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2024

**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2024

**prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2024

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Hnízdní a potravní ekologie sýkory koňadry, Parus major, v areálu MŠ v Plzni v roce 2022 (květen–červen): vyhodnocení dat získaných pomocí kamerového monitorování* vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 31. 3. 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D. za možnost zapojení do projektu a za její ochotu, laskavý přístup a trpělivost. Poděkování patří rodině a zejména mému manželovi za jeho neocenitelnou podporu a trpělivost při studiu.

## Abstrakt

Cílem této práce byla analýza údajů z hnízdění jednoho páru sýkory koňadry (*Parus major*), které bylo monitorováno pomocí kamerového systému. Kamerový monitoring probíhal pomocí „chytré“ ptačí budky umístěné na cílové lokalitě v rámci projektu Ptáci Online, který je realizován Fakultou životního prostředí České zemědělské univerzity. Analyzovaná data pochází z budky umístěné v areálu 6. mateřské školy v Plzni, část obce Lobzy. Sledované hnízdění probíhalo v období od 13. 5. do 22. 6. 2022. Hlavním cílem práce bylo vyhodnocení potravní ekologie, reprodukční úspěšnosti a podílu rodičů na hnízdních aktivitách. V monitorovaném hnízdě, samice snesla 7 vajec, z nichž se vylíhlo 7 mládřat a hnízdní budku opustilo 7 mládřat. Vzhledem k tomu, že se jednalo o postavené hnízdo z předchozího hnízdění, samice přilétla s hnízdním materiálem pouze 59krát a jednalo se převážně o mech a trávu. Samec se na dostavbě hnízda nepodílel. V průběhu celého hnízdění přilétli dospělci do hnízda celkem 3745krát, z toho v 73,9 % s potravou ( $n = 2770$ ). Celkem bylo zaznamenán 3722 odletů rodičů z hnízda, z toho ve 21,4 % s trusem mládřat ( $n = 798$ ). 48krát byli rodiče pozorováni konzumovat trus mládřat přímo v budce. Během inkubace rodiče přiletěli do hnízda 352krát, z toho samice přilétla 211krát (59,9 %) a samec 137krát (38,9 %). V tomto období samec přinášel samici potravu průměrně 7krát za den ( $SD = 6$ ); celkem uskutečnil 124 přiletů s potravou během inkubace. V době výchovy mládřat, tedy od doby vylíhnutí prvního mláděte do vylétnutí posledního mláděte, přiletěli rodiče do hnízda celkem 3360krát, z toho samice 1339krát (39,9 %) a samec 2005krát (59,7 %). Samec přilétal do hnízda průměrně 100krát za den ( $SD = 39$ ), z toho v 63,7 % s potravou. Samice přilétala do hnízda průměrně 67krát za den, z toho v 71 % s potravou. Potravu se podařilo identifikovat v 2799 případech, převážně se jednalo o hmyz ( $n = 1544$ ). Nejčastěji se jednalo o larvální stádia (71,9 %), dále dospělce (28,8 %), z nichž v 9,2 % tvořili potravu pavoukovci (*Arachnida*,  $n = 258$ ). Struktura v potravě přinesené samcem a samicí se signifikantně lišila.

**Klíčová slova:** sýkora koňadra, budka, rodičovská péče, potrava, kamerové monitorování

## Abstract

The purpose of this work was a data analysis from the nesting of one pair of Great Tit (*Parus major*), which was monitored by a camera system. Camera monitoring was carried out using a "smart" birdhouse installed at the target location as part of the Birds Online project, which is implemented by the Czech University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences. The analyzed data comes from a birdhouse located in the area of the 6th Kindergarten in Pilsen - Lobzy. Observed nesting took place in the period from May 13. to June 22. 2022. The main goal of the work was to evaluate food ecology, reproductive success and the share of parents in nesting activities. In the monitored nest, the female laid 7 eggs from which 7 hatchlings hatched and 7 hatchlings left the nest. As this was a built nest from a previous nesting, the female only flew 59 times with nesting material and it was mostly moss and grass. The male did not participate in the completion of the nest. During the entire nesting period, adults arrived to the nest in total 3745 times, 74% of which brought food ( $n = 2770$ ). A total of 3722 departures of parents from the nest were recorded, 21,4 % of them with faeces of young ( $n = 795$ ). 48 times the parents were observed consuming the faeces of the young directly in the birdhouse. During incubation, the parents arrived to the nest 352 times, of which the female arrived 211 times (59,9 % of all arrivals) and the male 137 times (38,9 % of all arrivals). During this period, the male brought food to the female on average of 7 times per day ( $SD = 6$ ); made a total of 124 arrivals with food during incubation. During the time of raising the hatchlings, i.e. from the time the first chick hatched until the last chick flew out of the nest, the parents flew into the nest in total of 3360 times, of which the female 1339 times (39,9 %) and the male 2005 times (59,7 %). The male flew to the nest an average of 100 times per day ( $SD = 39$ ), 63,7 % of them with food. The female flew to the nest an average of 67 times per day, 71 % of them with food. Food was identified in 2799 cases, mostly insects ( $n = 1544$ ). The most common were larval stages (71,9 %), followed by adults (28,8 %) of which 9,2 % consisted of arachnids (*Arachnida*,  $n = 258$ ). The overall structure of the food brought by the female was significantly different from the structure of the food brought by the male.

Key words: Great Tit, nest box, parental care, food, camera monitoring

## Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>Specifické cíle práce:.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Literární rešerše .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Charakteristika.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Vzhled a velikost.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3 Pohlavní dimorfismus .....</b>	<b>3</b>
<b>3.4 Hlasové projevy a chování.....</b>	<b>5</b>
<b>3.5 Výskyt a rozšíření populace.....</b>	<b>6</b>
<b>3.6 Biotop.....</b>	<b>7</b>
<b>3.7 Migrace.....</b>	<b>7</b>
<b>3.8 Potrava .....</b>	<b>7</b>
<b>3.9 Sluchové schopnosti.....</b>	<b>8</b>
<b>3.10 Hnízdění .....</b>	<b>8</b>
3.10.1 Párování a umístění hnízda.....	8
3.10.2 Stavba hnízda .....	9
3.10.3 Snůška .....	10
3.10.4 Inkubace .....	10
3.10.5 Péče o mláďata .....	10
<b>3.11 Antropogenní vliv na ptáky.....</b>	<b>11</b>
3.11.1 Hluk.....	11
3.11.2 Světlo .....	11
3.11.3 Znečištění .....	11
<b>3.12 Projekt Ptáci Online.....</b>	<b>12</b>
3.12.1 Obecné a technické informace .....	12
3.12.2 Cíle projektu.....	12
<b>4. Metodika.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Lokalizace hnízda .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Období monitorování .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Sběr dat.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4 Analýza dat .....</b>	<b>16</b>
4.4.1 Základní údaje .....	17
4.4.2 Aktivita prvního jedince .....	17
4.4.3 Aktivita druhého jedince .....	17
4.4.4 Interakce jedinců .....	17
4.4.5 Ostatní .....	18
<b>5. Výsledky.....</b>	<b>19</b>



<b>5.1</b>	<b>Souhrnné informace.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2</b>	<b>Rozlišení pohlaví dospělců.....</b>	<b>20</b>
<b>5.3</b>	<b>Struktura hnízdního materiálu .....</b>	<b>20</b>
<b>5.4</b>	<b>Aktivita rodičů během hnízdění.....</b>	<b>22</b>
<b>5.5</b>	<b>Cirkadiánní aktivita hnízdících jedinců .....</b>	<b>25</b>
<b>5.6</b>	<b>Struktura potravy.....</b>	<b>28</b>
5.6.1	Struktura potravy: rozdíly mezi samcem a samicí .....	31
<b>5.7</b>	<b>Zajímavá pozorování .....</b>	<b>35</b>
<b>6.</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>39</b>
<b>8.</b>	<b>Literatura a zdroje.....</b>	<b>40</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam obrázků, grafů, tabulek a příloh .....</b>	<b>44</b>

# 1. Úvod

Tato bakalářská práce mohla vzniknout díky projektu Ptáci Online, který je od roku 2014 realizovaný Fakultou životního prostředí České zemědělské univerzity. Jedná se jedinečný monitoring ptačího hnízdění, díky kterému je možné analyzovat biologická data získaná pomocí tzv. chytrých ptačích budek, ve kterých je umístěna řada technických prvků tak, aby nebyl rušen proces hnízdění. Chytrá ptačí budka obsahuje vestavěný počítač, pohybový senzor pro zachycení přítomnosti ptáka ve vletovém otvoru, kameru s nočním přísvisitem, mikrofon, vnitřní a venkovní teplotní senzor a senzor venkovního osvětlení, popř. i barometr a vlhkoměr podle typu použitého modelu.

Díky projektu je možné přiblížit hnízdní i potravní biologii ptáků a jejich přirozené chování nejen vědeckým pracovníkům, ale i laické veřejnosti, amatérským ornitologům, rodičům a učitelům, kteří mohou sebraná data a videa využít při výuce. Jedná se o unikátní způsob, jak neinvazivní metodou bez rušení ptáků při hnízdění získat velmi cenné informace o chování sledovaných druhů v jejich přirozeném prostředí a zároveň zapojit veřejnost do výzkumných aktivit a enviromentální výchovy.

V předložené práci byl sledován jeden pár sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdní budce s kamerovým systémem umístěné v areálu mateřské školy v Plzni. Vzhledem k tomu, že tato bakalářská práce analyzuje druhé po sobě jdoucí hnízdění, nebude se detailněji zabývat stavbou hnízda a hnízdním materiálem. Důraz je kladen na popis rozdílů v identifikaci samce a samice, jejich úlohy v péči o potomky, potravní strukturu a reprodukční úspěšnost.

Analyzováno bylo hnízdění, které bylo pozorováno celkem 41 dní v období od 13. 5. do 22. 6. 2022. Hnízdním biotopem byl areál nacházející se v těsné blízkosti zástavby se silničním provozem, kde se vyskytují jak nízké keře, tak vzrostlé jehličnaté i listnaté stromy, zejména pak tůje (*Zerav sp.*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). I přes relativně rušné prostředí byla reprodukce páru v tomto hnízdním období 100% úspěšná.

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je analyzovat údaje o hnízdní a potravní ekologii jednoho hnízdního páru sýkory koňadry. Hnízdo bylo monitorováno pomocí chytré ptačí budky v areálu mateřské školky v Plzni v průběhu května až června 2022. Analyzováno bylo období od stavby hnízda přes inkubaci vajec až po výchovu mláďat.

### **Specifické cíle práce:**

1. vyhodnotit reprodukční úspěšnost hnízdního páru sýkory koňadry;
2. popsat rozdíly v identifikaci samce a samice;
3. vyhodnotit aktivitu samce a samice sýkory koňadry;
4. vyhodnotit strukturu potravy;
5. popsat běžné a zajímavé typy chování sýkory koňadry v průběhu hnízdění.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Charakteristika

Sýkora koňadra (*Parus major*) patří mezi pěvce, řadí se do čeledi sýkorovití (Paridae), rodu *Parus*. Sýkora koňadra je nejnámější a největší ze sýkor (Bejček, Šťastný, 1999) a je velmi přizpůsobivá k životu v blízkosti člověka. Je málo zaměnitelná díky svému žluto černému výraznému zbarvení. Povahově je velmi odvážná, zvědavá, chvílemi až drzá, v přítomnosti lidí nebojácná. Právě díky úzkému vztahu k člověku, svému výraznému opeření, vysoké početnosti a rozsáhlé distribuci se jedná o jeden z nejčastěji studovaných druhů (Harrap, 2010). Dožívá se až 15 let (Veselovský, 2001). Je věrná svému teritoriu (Shirihai, Svensson, 2018), ale mimo hnízdní dobu se běžně vyskytuje ve společenství jiných sýkor. Její chování je živé, let rychlý, vlnkovitý (Kloubec et al., 2015). Obratně šplhá ve větvích, potravu často hledá i na zemi (Černý, 1999).

#### 3.2 Vzhled a velikost

Sýkory koňadry dosahují v dospělosti délky těla 13,5-15 cm (Straussová, 2015), rozpětí křídel mají obvykle 22-26 cm, váží mezi 14-23 g (Svensson, 2016). Vyznačují se větší velikostí oproti ostatním druhům sýkor, podsaditým tvarem těla a svým typickým nezaměnitelným zbarvením. Sýkora koňadra má jasně žlutou barvu spodiny, černou čepičku, bílé líce a černý podbradek. Černá čepička a podbradek může být při určitém úhlu s ohledem na sluneční svit s lehce namodralým kovovým leskem (Shirihai, Svensson, 2018). Žlutou spodinu těla rozděluje ventrální svislý černý pruh vedoucí od hrdla až pod ocas a je typickým rozpoznávacím znakem pohlaví dospělců (Šťastný, Krištín, 2021). Oblast okolo řitního otvoru je bílá (Gosler, 1994). Dále má mechově zelený hřbet, ocas a křídla modrošedé barvy (Šťastný, Krištín, 2021), na kterých je výrazný bílý pruh (Gosler, 1994).

#### 3.3 Pohlavní dimorfismus

Samice se od samce dobře rozlišuje díky černému ventrálnímu pruhu na středě přední strany těla, kdy samec má pruh celistvý a směrem k nohám rozšiřující se. Naproti tomu pruh samice bývá na první pohled užší a viditelně neuhlazený, mnohdy až přerušovaný, končící na bříše. Celkově všechny tmavé části bývají u samice bez lesku. Zvláště pak podbradek má samec oproti samici výrazně černý a lesklý (Obr. 1). U dospělců dochází po hnízdní sezóně k přepelichání. V souvislosti se sezonními změnami nedochází ke změně vzhledu (Shirihai, Svensson, 2018).

Rozdíl mezi samcem a samicí je i ve velikosti. U samce je udávána velikost křídla 69 až 79 mm, délka ocasu samce se pohybuje v rozmezí od 59 do 70 mm, zobáku 9 až 12 mm a běháku 18,8 až 26 mm. Oproti tomu rozměry samice nabývají nižších hodnot dosahující velikosti křídla jen 62 až 77 mm, délky ocasu 56 až 67 mm, zobáku 9 až 12,5 mm a běháku 18,8 až 26 mm (Straassová, Lieckfeld, 2005).



Obrázek 1: Parus major – pár sýkor koňader: vlevo samice, vpravo samec (Wikipedia, 2024).

Mláďata mají na rozdíl od dospělců hnědavé temeno a žlutavé líce bez úplného černého spodního ohraničení. Spodinu nemají výrazně žlutou jako dospělci, ale jen vybledlou se žlutým nádechem, břišní černý pruh je pouze naznačen (Šťastný, Krištín, 2021). Opeření mají nejdříve prachové, měkké a nadýchané, ovšem během prvního roku dochází k pelichání a přepeření. Mláďata se od rodičů odlišují i žlutými koutky zobáku (Shirihai, Svensson, 2018) (Obr. 2).



Obrázek 2: Mládě sýkory koňadry (Edab, 2016).

### 3.4 Hlasové projevy a chování

Typický zpěv samce s hlasitým a ostrým, dvakrát až třikrát opakovaným „cicibé cicibé“ nelze přeslechnout. Tento zpěv je charakteristický již od konce zimy (Bejček, Šťastný, 1999). Další variantou teritoriálního zpěvu samce jsou opakované krátké motivy různé výšky jako např. „cíta, cíta...“, „béci, béci...“. (Kloubec et al., 2015). Vábění samice zní jako „tví tit“ a varování „citer“ (Bejček, Šťastný, 1999), které bývá slyšitelné celoročně s největší intenzitou od srpna do března (Kloubec et al., 2015). Sýkora má ovšem velmi bohaté rozpětí hlasových projevů (Bejček, Šťastný, 1999). Zpěv jednotlivých samců může být odlišný a některé varianty se mohou podobat zpěvu sýkory uhelníčka, hlas vábění lze zaměnit se sýkorou lužní, modřinkou, babkou nebo dokonce pěnkavou (Kloubec et al., 2015). Kromě hlasových projevů při hájení teritoria a vábění samice má i další varianty, např. různé charakteristické zvuky dospělců při shánění potravy, při kopulaci, varovné zvuky při zaregistrování predátora či žadonící hlas samice během inkubace a mláďat v hnízdě, které se mění s jejich růstem (Harrap, 2010). Zpěv koňadry je slyšet po celý rok, největší intenzita je ovšem v období od února do května. Nejnižší zpěvní aktivita bývá během července, mnohdy však trvá až do srpna (Kloubec et al., 2015).

Sýkora koňadra je denní pták a světlo je důležitým faktorem, který významně ovlivňuje její denní aktivitu. Jejich cirkadiánní aktivita je značně variabilní s měnícími se ročními obdobími. V zimním období jejich aktivita začíná dříve a končí později, než je tomu v letních měsících. V chladných měsících (listopad až březen) koňadry

využívají ke spaní stromové dutiny, popř. budku, kterou mají k dispozici. Nikdy nevyužívají jedno místo kolektivně. V letních měsících sýkory spí a odpočívají mimo dutiny, obvykle na chráněném místě na stromě nebo v křovinách (Kluijvera, 1950).

Již od února je slyšet velmi výrazný zpěv samce a od března začíná hnízdění. Od podzimu, kdy dochází zdroje přirozené potravy nebo je její obstarání náročnější, začíná koňadra využívat naplněných krmítek. Povahově je velmi odvážná, na krmítku využívá své velikosti k šikanování menších druhů sýkor (Taylor, 2012). Je schopná až agresivně bojovat o potravu, a to tak, že je dokonce schopná zabít i ptáky podobné velikosti.

Během reprodukčního období mají obě pohlaví jasně rozdělené rodičovské úlohy. Pro samce je také typické, že spí venku, zatímco samice od počátku hnízdění spí v hnízdní dutině nebo budce. Denní aktivita samce začíná dříve a vyvolává samici ranním zpěvem. V tomto období je celkové chování samice velmi ovlivněno snášením vajec a inkubací (Kluijvera, 1950).

### **3.5 Výskyt a rozšíření populace**

Sýkora koňadra má nejrozšířenější areál výskytu ze všech evropských sýkor (Bejček, Šťastný, 1999). Je velmi přizpůsobivá, takže její areál zahrnuje nejen oblast celé Evropy, ale i většinu Asie až po Kamčatku a Kurily na severu, Indii, Malajsii a Indonésii na jihu a severní Afriku (Bejček, Šťastný, 1999).

V České republice patří sýkora koňadra mezi nejhojněji hnízdící ptáky. Ze všech dosud realizovaných hnízdních mapování vyplývá, že je tento druh rozšířen skutečně po celém našem území, ačkoliv se zvyšující se nadmořskou výškou se jejich početnost snižuje. V Krkonoších a Krušných horách byla sýkora koňadra pozorována až do 1 200 m n. m. (Šťastný, Křištín, 2021), na Šumavě byl výskyt zaznamenán dokonce až na Poledníku v 1 315 m n. m. (Kloubec et al., 2015). V posledních letech byl zaznamenán ještě čtenější posun výskytu tohoto druhu do vyšších poloh, což dokazuje např. nárůst monitorovaných jedinců v Krkonoších (Flousek et al., 2015). Menší zastoupení má také ve středních polohách s jehličnatými lesy, např. v Brdech nebo v bezlesích oblastech, popř. s povrchovou těžbou (Šťastný et al., 2021).

V České republice dochází k dlouhodobému mapování ptáků, díky němuž je možné pravidelně odhadovat počty hnízdních jedinců. V případě sýkory koňadry byl v letech 1985–1989 odhad počtu jedinců 3-6 milionů párů a stejné číslo platilo i v období 2001–2003. V letech 2014–17 byl zaznamenán nárůst početnosti na 3,2-6,4 milionů párů (Šťastný et al., 2021). Z těchto údajů je zřejmé, že počet párů je buď stabilní, nebo dokonce vzrůstá, a proto není potřeba zahajovat speciální opatření na

ochranu druhu. Tento druh není zařazen do červeného seznamu ohrožených druhů a podle stupně IUCN patří do skupiny „málo dotčený“. Fakt, že sýkory koňadry žijí na našem území v hojném počtu, potvrzuje několikaleté prvenství v každoroční akci České společnosti ornitologické „Ptačí hodinka“. Své první místo obhájí již šest let, a to jak v nejvyšším počtu jedinců, tak v plošném výskytu, což jsou dva rozdílné, ornitology sledované údaje (Sychrová, 2024).

### **3.6 Biotop**

Sýkoru můžeme spatřit téměř kdekoli. Obývá velkou škálu prostředí a hnízdí ve všech typech lesů, z toho nejčastěji v lese listnatém a smíšeném. Běžně je k vidění v blízkosti lidských obydlí, v parcích, zahradách, stromořadích, remízcích a všude tam, kde se hojně vyskytuje zeleň (Šťastný, Krištín, 2021).

Její výskyt souvisí s podílem zemědělské půdy s přirozenou vegetací a podílem urbanizovaných území. Taktéž dává přednost listnatým a smíšeným lesům před jehličnatými. V listnatých a smíšených lesích, v porostech u břehů vod a v parcích s dostatkem vzrostlých stromů se může vyskytovat až kolem 25 párů/10 ha, v jehličnatých lesích je maximum 5 párů na stejné rozloze (Šťastný et al., 2021). V daném biotopu sýkora koňadra obývá především nižší keřová patra, ale i patra vyšších stromů, ráda se uchyluje i třeba do akátových porostů (Klejduš, Vačkař, 2016).

### **3.7 Migrace**

V České republice patří tento druh mezi stálý, ovšem někteří mladí ptáci mohou být potulní a zalétají na jihozápad. K nám přilétají přezimovat koňadry ze severovýchodu, dokonce až ze vzdálenosti 2 300 km (Šťastný, Krištín, 2021). Její posuny ze severu mohou mít až invazivní charakter (Bejček, Šťastný, 1999).

### **3.8 Potrava**

Sýkory mají oproti jiným ptákům na jazyku pouze 24 chuťových pupenů (Veselovský, 2005). Druh potravy se mění podle ročního období. V jarních měsících se živí z většiny živočišnou stravou, ve které převažuje hmyz a všechna jeho vývojová stádia, tzn. larvy, housenky, kukly i dospělci. Zejména se jedná o motýly, brouky, blanokřídlé, stejnokřídlé, dvoukřídlé. Hmyz dokáže nalézat i pod kůrou stromů (Klejduš, Vačkař, 2016). Kromě hmyzu ovšem nepohrdne ani pavouky, drobnými měkkýši, korýši, malými žabkami atd. S příchodem podzimu a zimy a úbytkem hmyzí kořisti začleňují sýkory koňadry do svého jídelníčku bobule a semena (Catfolis, 2023).



Často se s ní v tomto období setkáváme v těsné blízkosti lidí, kde je velmi častým návštěvníkem krmítek, kde nebojácně až drze konzumuje ořechy, semena a jiné pochutiny.

Kromě své běžné potravy je koňadra schopná v případě nedostatku zdrojů napadnout i netradiční kořist. Marchowski (2019) uvádí konkrétní případ s čečetkou zimní, kdy koňadra v zápalu boje o potravu čečetku zabila a poté pozřela. Už v roce 1947 bylo švédským biologem Olafem Rybergem vyzorováno, že se koňadra v zimním období vlivem nedostatku potravy bohaté na proteiny uchyluje k zabíjení hibernujících netopýrů. Ti jsou schovaní ve štěrbinách jeskyní nebo starých budov, avšak po probuzení začnou vydávat zvuk přitahující pozornost predátorů, včetně sýkor koňader (Estók et al., 2010), které jsou odhodlané je zabít a vyklovat jim mozek.

### **3.9 Sluchové schopnosti**

Ptáci mají krátký vnější zvukovod bez boltce, jinak v podstatě jejich stavba ucha není odlišná od vyšších obratlovců. Ptáci disponují absolutním sluchem, jejich sluchová rozlišovací schopnost je desetkrát výkonnější než u lidského sluchového orgánu. Pokusy bylo zjištěno, že jsou schopni odlišit od sebe dva signály vysílané v rozmezí 2-3 milisekund (Veselovský, 2005). Konkrétně sýkora koňadra dokáže vnímat velmi vysoké frekvence, např. jejich varovné hlasy o frekvenci 8 kHz (Klump et al., 1986).

### **3.10 Hnízdění**

#### **3.10.1 Párování a umístění hnízda**

Po rozpadu zimních hejn je vytvořen nový pár, který hnízdí samostatně. Sýkora koňadra je tzv. sekundární dutinový hnízdič, který využívá pro svá hnízdění dutiny vytvořené šplhavci, např. strakapoudy (*Dendrocopos major*, *D. medium*, *D. minor*) nebo žlunami (*Picus* sp.). Hnízdí ve všech typech lesů i zemědělské krajiny, na vesnicích, ale i ve městech, kde staví hnízdo v zahradách, v parcích, hřbitovech atd. Sýkory zakládají svá hnízda nejčastěji ve stromových dutinách (Obr. 3), s oblibou využívají i ptačí budky, o které jsou připraveny bojovat s ostatními ptáky. Díky své agresivitě je koňadra často velmi úspěšná v bojích o hnízdní dutiny, je však limitována velikostí hnízdního otvoru (Taylor, 2012). V lidském obydlí jsou schopny hnízdit v zateplení domů nebo ve větracích otvorech (Šťastný et al., 2021). Známé jsou i případy hnízdění na nejpodivnějších místech jako je např. nepoužívaná pumpa, zahradní konev na zalévání či dopisní schránka (Šťastný, Krištín, 2021). V případě

hnízdění v místech s hladkým povrchem jako např. v kovových trubkách se může hnízdo proměnit ve smrtelnou past. Dorostlá mláďata pak často nejsou schopná po kluzkých stěnách vyšplhat ven (Straassová et Liecfield (2005).



Obrázek 3: Sýkora koňadra hnízdící v dutině stromu (Vančurová, 2020).

### 3.10.2 Stavba hnízda

Základním stavebním materiálem hnízda je mech a další rostlinný materiál jako např. různé kořínky, suchá tráva, lišejníky a chmýří rostlin (Kloubec et al., 2015). Výstelka často obsahuje i větvičky, zvířecí srst a peří (Formánek, 2017) (Obr. 4).

Hnízdní materiál přináší samice (Kloubec et al., 2015), stavba hnízda obvykle trvá několik dní, ovšem Karrap (2010) uvádí, že v pozdní sezóně dokáže samice postavit hnízdo za jediný den.



Obrázek 4: Hnízdo sýkory koňadry včetně snůšky (Formánek, 2017).

### 3.10.3 Snůška

Je běžné, že sýkora koňadra hnízí dvakrát za rok, a to v období od dubna do června. Počet vajec se pohybuje mezi 8 a 14 vajíčky, druhá snůška mívá většinou jen 5–8 vajec (Bouchner, 1989). Vejce mají bílé zbarvení s drobnými červenohnědými skvrnami. Zajímavostí je, že skvrny ve většině případů mají menší hustotu na ostřejším vrcholu (špičce) než na spodní straně (Obr. 4). Rozměry vajec se pohybují v rozmezí 14,4 až 20,1 x 11,3 až 14,8 mm (Felix, 1975).

### 3.10.4 Inkubace

Inkubace, resp. sezení a zahřívání vajec je výhradně v režii samice. Během inkubace je samice krmena samcem. Samec dává u hnízdní dutiny jemným zvukem najevo, že nese potravu. Pokud je samice uvnitř, jemně odpovídá. Poté buď samec vstupuje dovnitř nebo samice opustí hnízdo a odebere si potravu od samce. Poté se většinou vrací zpět k vejším nebo se vydá nasbírat další potravu (Kluijvera, 1950). Diviš (1983) uvádí, že samice tráví inkubací více času (sedí pevněji) v první snůšce než v druhé snůšce. Délka inkubace bývá obvykle 13-14 dnů (Černý, 1999).

### 3.10.5 Péče o mláďata

Mláďata sýkory koňadry řadíme typově mezi altriciální, tzn. po vylíhnutí jsou holá, slepá a plně krmivá. Jsou plně závislá na rodičích. Líhnou se v průběhu tří dnů. V prvních dnech mají oči i zvukovody uzavřené, přesto jsou pro ně některé zvuky slyšitelné (Veselovský, 2005).

Krmí oba rodiče po dobu 15-20 dnů (Černý, 1999). Mláďata jsou schopná vzletu po 17-21 dnech, samostatnými se pak stávají ve věku 27-29 dnů (Veselovský, 2001). Rodiče upřednostňují pro krmení mláďat housenky, které jsou bohaté na bílkoviny (Catfolis, 2023). Samec začíná nosit potravu od prvního dne po vylíhnutí. Samice se naopak v prvních dnech navrácí zpět do hnízda bez potravy. Samec zpočátku předává potravu samici, která obvykle preferuje vlastní konzumaci potravy namísto krmení mláďat (Kluijvera, 1950). Mláďata se po přiletu rodiče dožadují potravy a po nakrmení vylučují trus v podobě bílého válečku, který dospělec buď požere nebo vynese ven z hnízda. Veselovský (2001) uvádí, že bylo u sýkory koňadry zaznamenáno 60 krmení za hodinu, z toho nejaktivnější v krmení jsou rodiče ráno a večer. S rostoucím věkem se zvyšuje intenzita krmení.

Po vylíhnutí mláďat tráví samice většinu času v hnízdě, ale postupně se tato doba zkracuje v souvislosti s tím, jak mláďata stárnou. Jakmile mláďata opustí hnízdo, nevrací se. Mimo hnízdo nocují nejprve pospolu, ale později se postupně

osamostatňují (Kluijvera, 1950). Zhruba dva až tři týdny po vyvedení jsou ještě krmeny rodiči (Kloubec et al., 2015).

### **3.11 Antropogenní vliv na ptáky**

#### **3.11.1 Hluk**

Hluk z dopravy velmi ovlivňuje volně žijící živočichy, ptáky nevyjímaje. Jde především o fakt, že antropogenní hluk zásadně mění akustické prostředí. Zvláště pak pokud se jedná o hluk spojený se silničním provozem. V posledních desetiletích došlo k markantnímu rozšíření dálniční sítě, čímž se zásadním způsobem změnil původní přírodní ekosystémy.

V tomto ohledu bylo provedeno mnoho vědeckých studií zabývajících se otázkou vlivu hluku z dopravy na ptactvo. Dle výsledků se dá předpokládat, že existuje korelace mezi rostoucí vzdáleností od frekventovaných silnic a druhovou pestrostí i početností drobného ptactva. Zajímavým závěrem výzkumu Polaka s kolegy (Polak et al., 2013) byl fakt, že pouze sýkora koňadra a drozd zpěvný byly jedinými druhy, kterým hluk v bezprostřední blízkosti silnice nevadí. Mezi druhy nejcitlivějšími na hluk se ukázaly být druhy hnízdící u země, jejichž zvukové projevy jsou nízkofrekvenční (Bíl a Bartonička, 2022). Toto zjištění jen potvrzuje fakt, který uvádí Klump (1986) a Veselovský (2005), že sýkory vnímají velmi vysoké frekvence.

#### **3.11.2 Světlo**

Ptáci využívají světelné podněty k synchronizaci svých biologických rytmů. Umělé noční světlo je narůstající fenomén spojený s celosvětovou urbanizací a u ptáků může mít rušivé účinky a může ovlivňovat aktivitu, metabolismus a imunitní funkce. U ptáků vystavených světlu i v noci dochází k urychlení reprodukční doby až o měsíc a také k dřívějšímu línání (Dominoni et al., 2015). Umělé světlo může také zvyšovat riziko predace a dále může docházet ke změně načasování vokálních projevů. Poesel et al. (2016) uvádí, že samci v blízkosti světelného zdroje bývají pro samice atraktivnější, a to z důvodu časnějšímu nástupu ranního zpěvu.

#### **3.11.3 Znečištění**

V městském prostředí se vyskytuje také široká škála chemických znečišťujících látek, které mají prokazatelně negativní účinky na zdraví ptáků. Například znečištění těžkými kovy může snížit velikost a přežití mláďat (Nam, Lee, 2006). Grorissen et al. (2005) ve své studii uvádí, že samci, kteří se vyskytovali blíže ke zdroji znečištění,

měli výrazně omezenější repertoár melodií a jejich zpěv byl zaznamenán méně často. Obě zjištění byla považována za důsledek poškození zdraví jednotlivce způsobeného znečištěním.

### **3.12 Projekt Ptáci Online**

#### **3.12.1 Obecné a technické informace**

Monitorování pomocí kamerového systému je úspěšná neinvazivní metoda, použitá také v občanskovědním projektu Ptáci Online. Díky ní je možné získat velkou škálu biologických dat u druhů, které jsou ochotni hnízdit v umělých budkách (Zárybnická et al., 2015). Základním kamenem projektu Ptáci Online je tzv. chytrá ptačí budka, která je vybavena sofistikovanými zařízeními, včetně počítače (řídící jednotky), jednou nebo dvěma kamerami, sadou environmentálních senzorů, které zaznamenávají vnější a vnitřní teplotu, světelnými čidly a mikrofonem, popř. i barometrem a vlhkoměrem dle typu budky (Zárybnická et al., 2017). Systém je navržen pro přepínání mezi denním a nočním režimem (Zárybnická et al., 2015). Ve vletovém otvoru se nachází IR závora pro detekci přiletu nebo odletu ptáku (Obr. 5). Při každém přerušení infračerveného paprsku je proveden záznam, který je řídicí jednotkou ukládán na paměťovou kartu. Systém je denně automaticky spojen se serverem, kam jsou veškerá data přenášena a archivována. Zkonvertované záznamy se s jednodenním zpožděním zobrazují na webových stránkách projektu (Zárybnická, Osoba, 2020). První monitorování v rámci projektu bylo spuštěno v roce 2014 s modelem 1.0 s černobílým záznamem, který byl v roce 2016 nahrazen novým modelem 2.0 s rozšířeným softwarem. Nahrané vysílání bylo ale poskytováno pouze hostitelskému místu. Toto omezení bylo v roce 2018 překonáno, hardware i software byly kompletně přepracovány a nový model 3.0 zajišťoval živé vysílání na internetu (Kubizňák et al., 2018). Zaznamenanou aktivitu v hnízdech lze tedy sledovat buďto živě v přímém přenosu nebo se zmiňovaným jednodenním zpožděním na internetových stránkách [www.birdsonline.cz](http://www.birdsonline.cz). Tyto webové stránky jsou zpřístupněné široké veřejnosti bez nutnosti registrace (Zárybnická et al., 2017) a najdeme na nich interaktivní mapu s ikonami v podobě kamery odkazující na místa s instalovanou chytrou ptačí budkou (Zárybnická, 2020) (Obr. 6).

#### **3.12.2 Cíle projektu**

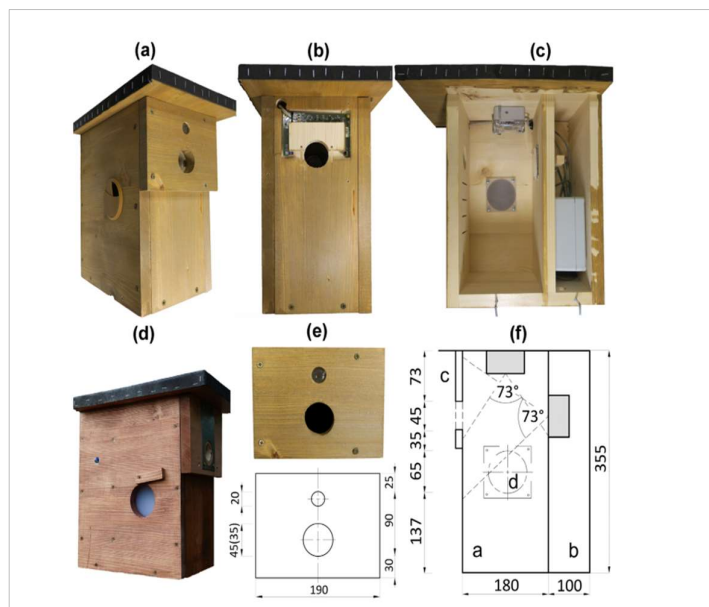
Do projektu se mohou zapojit lidé všech věkových kategorií od dětí v mateřských školách až po dospělé (Zárybnická et al., 2017). Dobrovolníci se účastní

tím, že poskytnou lokalitu k umístění budky, internetové připojení, zdroj napájení a zajišťují údržbu budky. Cíleně jsou zapojovány zejména školy, a to jak mateřské, tak i základní i střední, ale i nemocnice, odborné instituce, ekocentra atd. Přenosy z budky jsou dostupné online na internetu a slouží k pozorování ptáků po celou dobu jejich hnízdění. Další možností, využívané zvláště ve školách, je pozorování na interaktivních tabulích jako doplňující učební pomůcky. Pro děti je tento způsob získávání informací zajímavější a přímým pozorováním „svých“ ptáků roste jejich zájem o získávání další souvisejících informací. Sledují zejména, jak hnízdění probíhá, čím se ptáci živí, jak dopadne snůška, kolik mláďat se podaří rodičům odchovat apod. Prostřednictvím znalostních testů provedených u žáků před a po pozorování hnízdění ptáků bylo zjištěno, že se rapidně zvýšila jejich biologická znalost. Prokázala se zvýšená schopnost určit druhy ptáků, znalost hnízdního materiálu a struktury potravy (Zárybnická et al., 2017). Starší žáci a studenti se mohli také zapojit do analýzy shromážděných dat a prohloubit si tak dosavadní biologické znalosti.

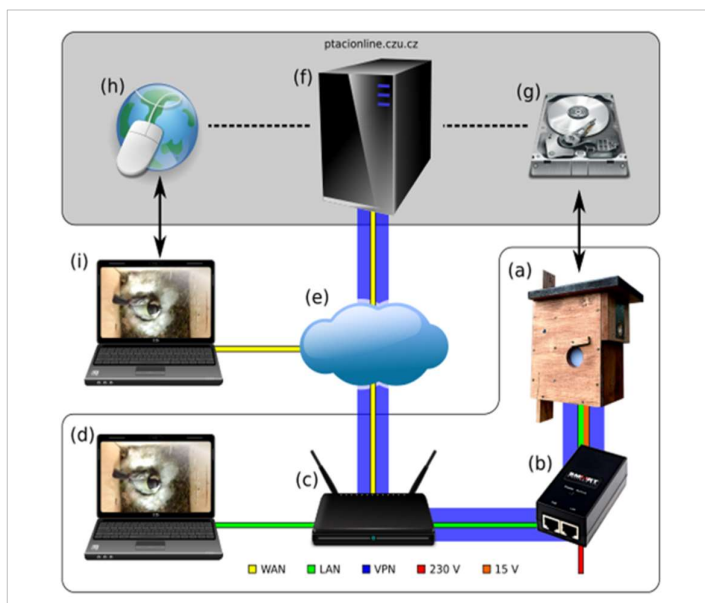
Jinou alternativou, jak se zapojit do projektu, je výroba dřevěných budek, čehož využívají zejména studenti odborných škol a vyšší ročníky základních škol. Nejde jen o rozvoj technické dovednosti a manuální zručnosti, ale také o získání zkušeností se zpracováním projektové dokumentace (Zárybnická et al., 2017).

Studenti přírodovědných oborů ČZU využívají možnost zapojit se do projektu zpracováním získaných dat ve svých bakalářských, magisterských i doktorských pracích, kde se zabývají chováním ptáků, hnízdní biologii, potravním složením nebo celkovým zhodnocením projektu včetně analyzování technického vývoje monitoringu.

Projekt je velmi přínosný jak v oboru školství, tak pro odbornou i laickou veřejnost v oblasti ochrany životního prostředí, poskytující povědomí o životě ptáků. V neposlední řadě je projekt originální možností relaxace od běžných činností v dnešním uspěchaném způsobu života, který je plný stresových situací.



Obrázek 5: Návrh chytré ptačí budky – model 3.0 (chytrá ptačí budka) a jeho jednotlivých částí  
 a) chytrá ptačí budka (b) Pohled zepředu na chytrou ptačí budku odhalující desku detektoru aktivity IR světla, na které jsou umístěny senzory (c) Vnitřní prostor budky obsahující hnízdiště s jednou nebo dvěma kamerami a prostor pro elektroniku s počítačovou jednotkou a kabeláží (d) Boční pohled na chytrou ptačí budku s odkrytým oknem a teplotním čidlem (pouze model 2.0)  
 (e) Fotografie a schéma předního krytu s vletovým otvorem (35 nebo 45 mm) a čočka na světelné čidlo (f) Schéma krabice a jednotlivých částí: a, hnízdní oblast; b, elektronická oblast; c, přední dřevěný kryt; d, okno zastíněné průsvitným plexisklem a snímatelným krytem. Vnější rozměry jsou v milimetrech (Kubizňák et al., 2018).



Obrázek 6: Schéma síťové infrastruktury kamerového systému chytré ptačí budky (modely 2.0 a 3.0). (a) Chytrá ptačí budka nainstalovaná v hostitelské lokalitě. (b) PoE adaptér. (c) Směrovač hostitele, centrální bod místní sítě (LAN) a brána do rozlehlé sítě (WAN). (d) Počítač místního uživatele. (e) Internet propojující všechny zařízení dohromady. (f) Univerzitní server ptacionline.czu.cz, na kterém běží všechny služby na straně serveru. (g) Data na straně serveru úložný prostor. (h) Webový server, dostupný prostřednictvím [www.ptacionline.cz](http://www.ptacionline.cz) a [www.birdsonline.cz](http://www.birdsonline.cz). (i) Vzdálený uživatelský počítač (Kubizňák et al., 2018).

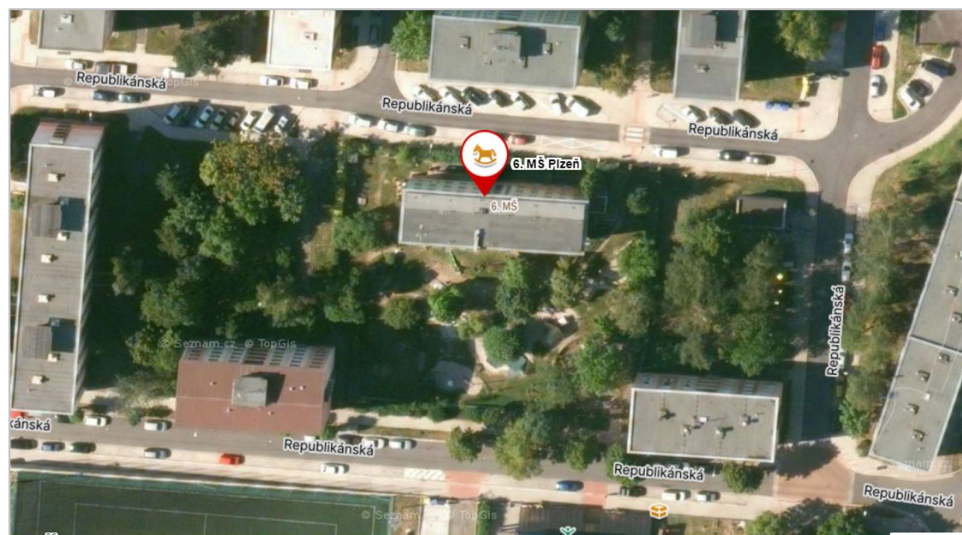
## 4. Metodika

### 4.1 Lokalizace hnízda

Hnízdní budka byla umístěna na vzrostlé tují (*Zerav sp.*) v zahradě 6. mateřské školy v Plzni Lobzích (Obr. 7), která se nachází přímo v sídlištní zástavbě s městským silničním provozem. V zahradě a v jejím bezprostředním okolí se vyskytují jak nízké keře, tak vzrostlé jehličnaté i listnaté stromy, zejména pak bříza bělokorá (*Betula pendula*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Obr. 8).



Obrázek 7: Chytrá ptačí budka na sledované lokalitě (6. MŠ, Plzeň).



Obrázek 8: Lokalita umístění chytré ptačí budky, areál 6. MŠ v Plzni (www.mapy.cz).



## 4.2 Období monitorování

Monitorované hnízdění bylo druhé, po sobě jdoucí hnízdění pravděpodobně téhož páru, jehož zaznamenávání začalo dne 13. 5. 2022, kdy z budky vylétla všechna živá mláďata předchozího hnízdění. Monitorování trvalo celkem 41 dnů a bylo ukončeno dne 22. 6. 2022 (Tab. 1).

Základní informace o monitorování hnízdění	
Číslo řídicí jednotky	134637
Monitorovaný druh	sýkora koňadra
Počet kamer	1
Období monitorování	13. 5 – 22. 6. 2022
Počet zaznamenaných dnů	41
Celkový počet záznamů	4646
Délka záznamu	30 sekund

Tabulka 1: Základní informace o monitorování hnízdění páru sýkory koňadry v lokalitě MŠ v Plzni v období od 13. 5. do 22. 6. 2022.

## 4.3 Sběr dat

Hnízdění sýkory koňadry bylo monitorováno pomocí chytré ptačí budky v rámci projektu Ptáci Online. Chytrá ptačí budka byla vybavena počítačem, jednou kamerou umístěnou ve stropu budky s pohledem do hnízda, IR závorou, senzory pro snímání vnější i vnitřní teploty a intenzity světla. Aktivita ptáků byla detekována přerušením IR závory při pohybu ptáka ve vletovém otvoru. Na základě této pohybové detekce počítač spustil nahrávání 30sekundový videozáznamu. S každým videozáznamem se zaznamenávaly také informace o vnější i vnitřní teplotě (°C), intenzitě světla (Lux) včetně zvukového záznamu (Kubizňák et al., 2019).

## 4.4 Analýza dat

Záznamy z kamerového systému se analyzovaly v tabulce Microsoft Excel, která byla rozdělena do pěti částí, z nichž každá část obsahovala technické, časové a zaznamenané údaje dle vlastního pozorování.

#### **4.4.1 Základní údaje**

Do první části tabulky byly programem Record Extract vložena data získaná během monitorování. Tato data obsahovala číslo řídicí jednotky, datum a čas záznamu, údaj o teplotě uvnitř i vně budky a údaj o intenzitě světla. (Příloha 1).

#### **4.4.2 Aktivita prvního jedince**

Do druhé části zpracovatelské tabulky bylo po shlednutí 30sekundového záznamu zaznamenáno, zda byl dospělec v době spuštění kamery přítomen v budce, popř. zda přilétl nebo odlétl. V případě, že došlo k opětovnému přiletu do budky, zaznamenal se tzv. „timeout“. Dalším cílem pozorování bylo určení pohlaví rodičů, kdy se jedinci v tabulce rozlišovaly čísla (1 – neurčeno pohlaví, 2 – samice, 3 – samec). V navazujících sloupcích tabulky byly provedeny záznamy o přiletu s hnízdním materiálem (0 – ne, 1 – ano) a určení druhu materiálu, dále o přiletu s potravou (0 – ne, 1 – ano) a určení, o jaký druh potravy se jednalo. Dále se sledovalo, zda došlo k inkubaci vajec nebo zahřívání mláďat, rovnání vajec, krmení, sebrání potravy a předání jinému mláděti, zda proběhl odnos trusu, popř. byl dospělcem trus zkonsumován a zda byl slyšet zpěv v budce, v hnízdním otvoru nebo mimo budku. Tyto údaje se opět zaznamenávaly stejným způsobem (0 – ne, 1 – ano) do patřičného sloupce (Příloha 2).

#### **4.4.3 Aktivita druhého jedince**

Třetí část tabulky sloužila k zaznamenání stejných údajů uvedených v části 2, zpracované údaje se však týkaly jedince, který přilétl do budky jako druhý (Příloha 3).

#### **4.4.4 Interakce jedinců**

V této části byly popsány další sledované skutečnosti, které se děly v budce, zejména se jednalo o přítomnost obou rodičů v budce, zda mezi nimi došlo ke komunikaci, předání hnízdního materiálu nebo potravy, a to jak v budce, tak i v otvoru. Další sledovanou hodnotou byla intenzita žadonění mláďat, kdy se hodnotilo stupnicí 1–5, kdy číslo 5 znázorňovalo nejvyšší intenzitu a oproti tomu stupeň 1 zpravidla odpovídal spánku mláďat nebo jejich klidovému stavu (Příloha 4).

#### **4.4.5 Ostatní**

V poslední části zpracovatelské tabulky byly zapisovány informace o přikrytí snůšky hnízdním materiálem před odletem, přítomnost dospělého, mláděte nebo veřelce v otvoru budky a zaznamenal se viditelný počet vajec, popř. i počet vylíhnutých mláďat. Taktéž se provedla poznámka, v jaké kvalitě je sledovaný videozáznam, zda nedošlo k samospuštění a dále se hodnotila kvalita záznamu stupnicí 1–3, kdy stupeň 1 odpovídá nejlepší kvalitě a záznam bude možné použít pro další účely, např. propagační nebo výukové (Příloha 5).

## 5. Výsledky

### 5.1 Souhrnné informace

Hnízdění sýkory koňadry bylo pozorováno po dobu 41 dní v období od 13. 5. do 22. 6. 2022 a zaznamenáno bylo celkem 4 646 záznamů (Tab.1). S největší pravděpodobností se jednalo o druhé na sebe navazující hnízdění stejného páru. První den monitorování byla zaznamenána marná snaha samice o odnos kadáveru, který zbyl v budce z předchozího hnízdění (Obr. 30). Během dalšího dne tento zbytek uhynulého mláděte samice přikryla hnízdním materiálem (Obr. 31).

V průběhu hnízdění (Tab. 2) bylo zaznamenáno celkem 3 745 příletů, z tohoto počtu se jednalo o 2 770 příletů s potravou (73,9 %) a 58 příletů (1,6 %) s hnízdním materiálem. Dále bylo zaznamenáno celkem 3722 odletů za celé období hnízdění, z toho ve 21,4 % s odnosem trusu (n = 798).

Stavba hnízda, resp. občasné doplňování hnízdního materiálu bylo pozorováno v období od 13. 5. do 3. 6., tj. během 21 dnů.

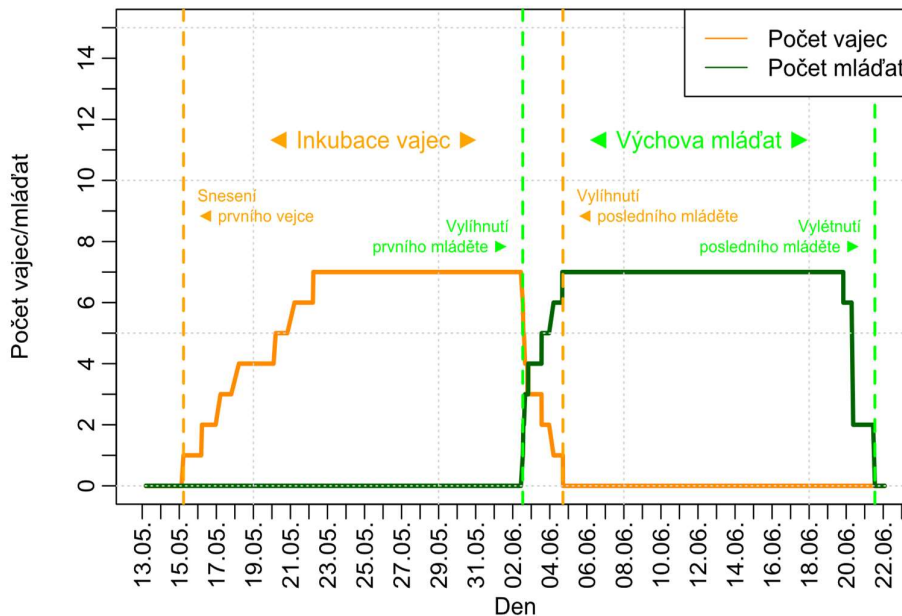
První vejce se v hnízdě objevilo 15. 5. a poslední 22. 5. (Obr. 9). Samice snesla celkem sedm vajec (Obr. 35). Celková doba inkubace vajec trvala 17 dní, a to v období od 15. 5. do 1. 6. Během této doby bylo monitorováno 137 příletů samce, z toho 124 s potravou (97,4 %), kterou předal samici (Obr. 33, Obr. 34). Samice během inkubace vylétla z hnízda 159krát a 3krát se vrátila s potravou.

První mládě se vylíhlo 2. 6., poslední 4. 6. V období od 2. 6. do 21. 6. probíhala výchova mláďat a krmení. Žádné z mláďat nezahynulo a všech sedm mláďat v období od 19. 6. do 21. 6. úspěšně opustilo hnízdo (Obr. 9, Obr. 43).

Souhrnné informace o průběhu hnízdění přehledně	
Období doplňování hnízdního materiálu	13. 5. – 3. 6. 2022
Období inkubace	15. 5. – 1. 6. 2022
Počet vajec	7
Počet vylíhnutých mláďat	7
Období krmení a péče o mláďata	2. 6. – 21. 6. 2022
Počet vyvedených mláďat	7

Tabulka 2: Souhrnné informace o průběhu hnízdění sýkory koňadry v lokalitě MŠ v Plzni v období od 13.5. do 22. 6. 2022.

### Počet vajec a mláďat v průběhu pozorování



Obrázek 5: Vývoj inkubace vajec a výchovy mláďat během hnízdění sýkory koňadry

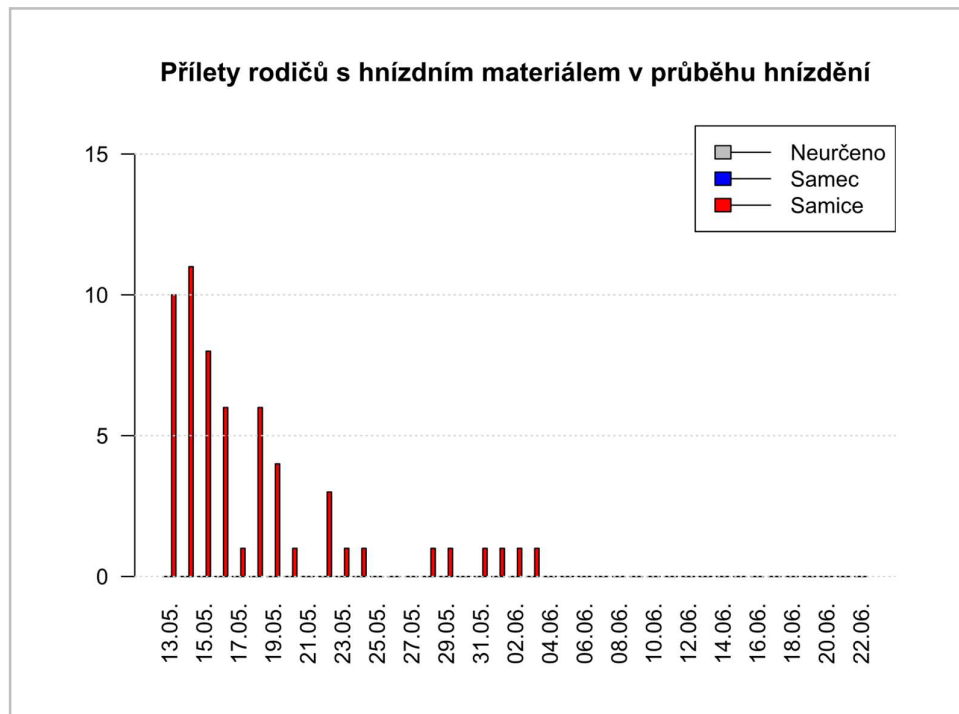
## 5.2 Rozlišení pohlaví dospělců

Vzhledem k umístění kamery v budce nebylo možné rozlišit pohlaví rodiče podle černého vertikálního pruhu na přední straně těla. Viditelným rozdílem mezi samcem a samicí však byla bílá skvrna na zátylku. Samec měl tuto bílou skvrnu menší a přechod mezi bílou skvrnou a černou čepičkou znatelně rovňejší (Obr. 30). U samice byl přechod obloukovitý, a zvláště při ohnutí hlavy byl rozdíl velmi dobře rozpoznatelný (Obr. 36). Dalším rozlišovacím znakem byl černý pruh na obou stranách krku, kdy u samce byl pruh znatelně širší, výraznější a ohraničený, naproti tomu pruh u samice byl užší a bez zarovnění (Obr. 36). Samec a samice byly také identifikovány podle chování. Samice byla nejprve identifikována podle stavění hnízda, správnost této identifikace byla následně ověřena na snímcích, kde samice inkubovala.

## 5.3 Struktura hnízdního materiálu

Vhledem k tomu, že se jednalo o druhé ze dvou navazujících hnízdění, nebylo možné přesně determinovat složení materiálu. Bylo ale viditelné, že se struktura

hnízda z největší části skládala z mechu a stébel trávy. V období od 13. 5. do 3. 6. samice pouze příležitostně doplňovala materiál. Samec se na dostavbě nijak nepodílel. Samice přinesla 59 kusů hnízdního materiálu, přičemž nejvíce materiálu přinesla v prvních třech dnech (Obr. 10). Celkem 29krát (49,2 %) donesla trávu, 25krát (42,4 %) mech, 4krát (6,8 %) srst nebo chlupy a 1krát (1,7 %) se jednalo o rostlinné chmýří (br. 11).



Obrázek 6: Přiletý dospělců s hnízdním materiálem v průběhu celého hnízdění

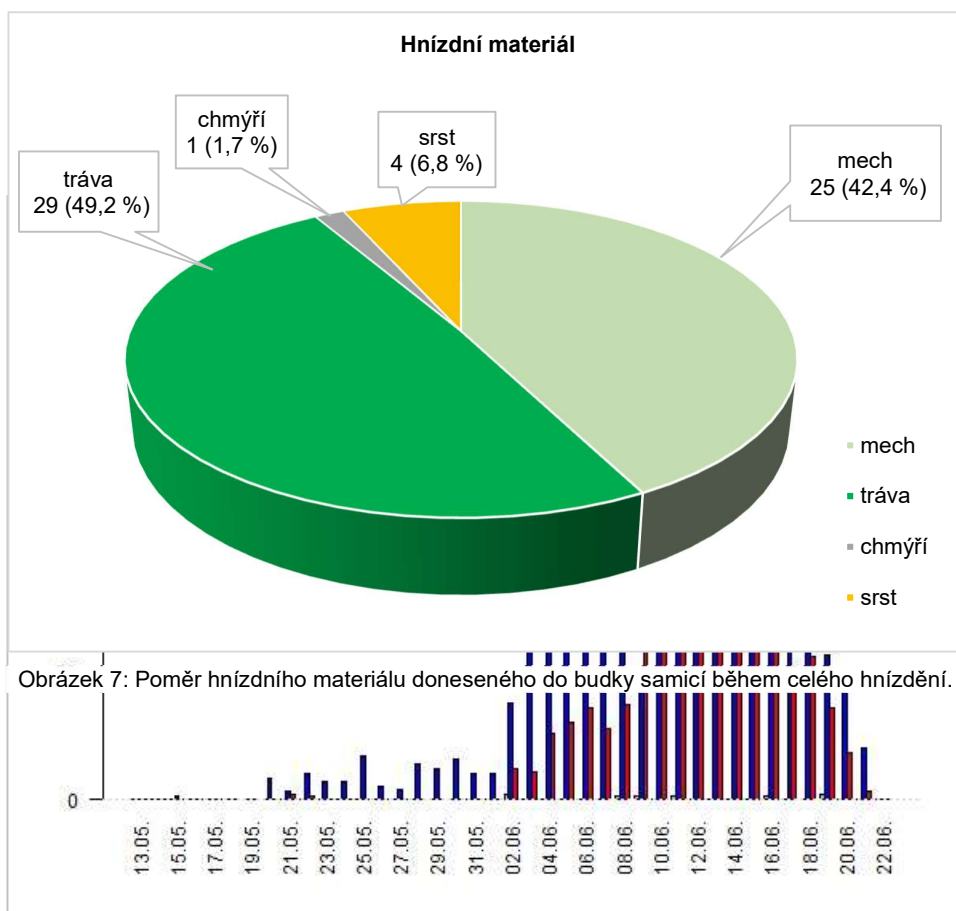
## 5.4 Aktivita rodičů během hnízdění

Během celého hnízdění bylo zaznamenáno celkem 3 745 příletů dospělců, z toho ve 42,1 % přilétla samice (n = 1 577, denní průměr 38, SD = 36) a v 57,3 % samec (n = 2 146, denní průměr 52, SD = 55) (Obr. 12, Obr. 13). Ve zbylých 22 (0,6 %) případech se nepodařilo rozlišit pohlaví.

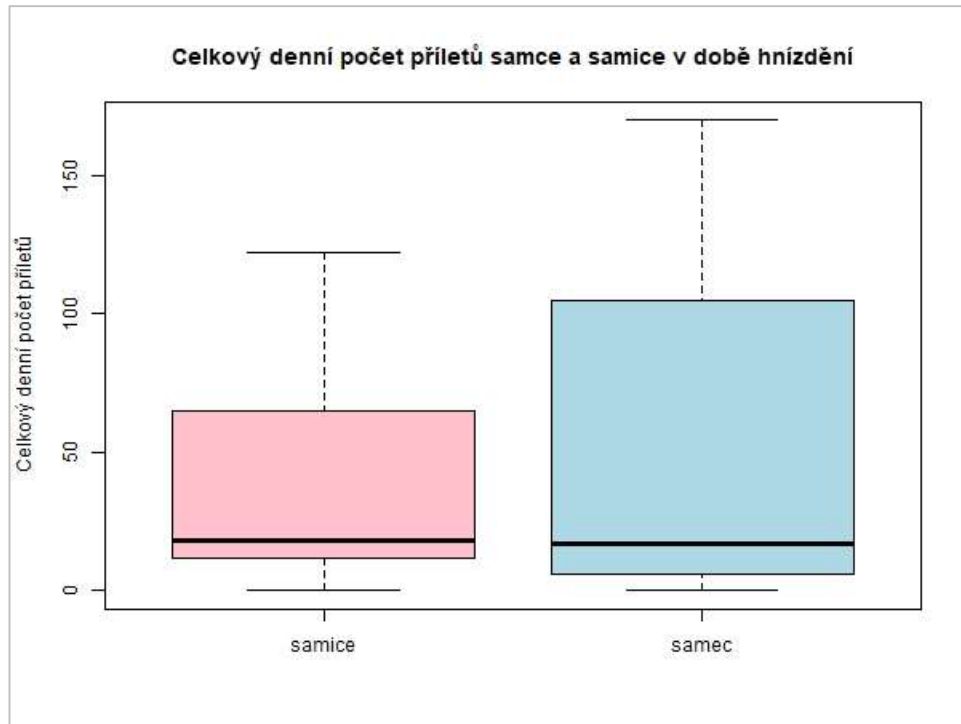
**Během sezení na vejcích bylo monitorováno celkem 352 příletů,** z nichž 127 bylo s potravou. Samec přinesl 97,6 % potravy (n = 124), průměrně 7 kusů za den (SD = 6). Samice přinesla 2,4 % potravy (n = 3), průměrně 0,2 kusu za den. U 4 příletů se s ohledem na sníženou kvalitu záznamu nepodařilo určit pohlaví rodičů.

Během období výchovy mláďat bylo zaznamenáno celkem 3360 příletů obou rodičů, z nichž 2643 bylo s potravou. Samec přinesl 63,7 % potravy (n = 1683), průměrně 84 kusů za den (SD = 32). Samice přinesla 36 % z celkové potravy (n = 952), průměrně 48 kusů za den (SD = 28). U 16 příletů se s ohledem na sníženou kvalitu záznamu nepodařilo určit pohlaví rodičů.

Trus mláďat byl dospělci odnášen nebo zkonsumován. Z celkového počtu 846 vyprodukovaného trusu bylo rodiči 798 kusů (94,3 %) odneseno a 48 kusů (5,7 %)

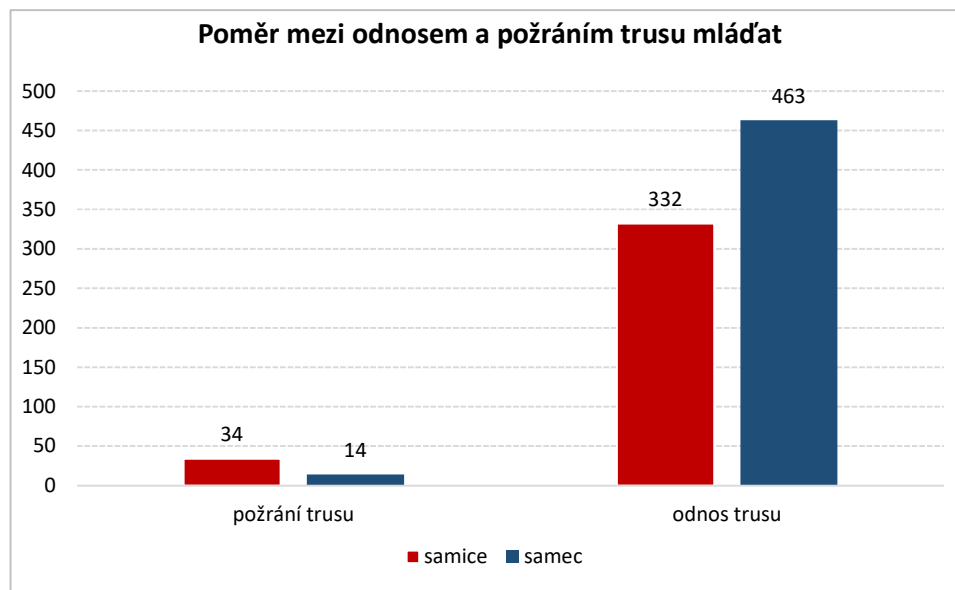


požráno. Samice z počtu 366 trusu odnesla 332 kusů (90,7 %) a 34 kusů (9,3 %) zkonzumovala. Samec zlikvidoval celkem 477 trusu, z toho 463 kusů (97,1 %) odnesl a 14 kusů (2,9 %) požral. Ve 3 případech odnosu trusu se nepodařilo rozlišit pohlaví (Obr. 14).



Obrázek 13: Počet denních příletů dospělých jedinců do budky v době hníždění. Box plot znázorňuje rozdělení dat do kvartilů; tlustá čára zobrazuje medián, tzv. vousy označují proměnlivost mimo horní a dolní kvartily.





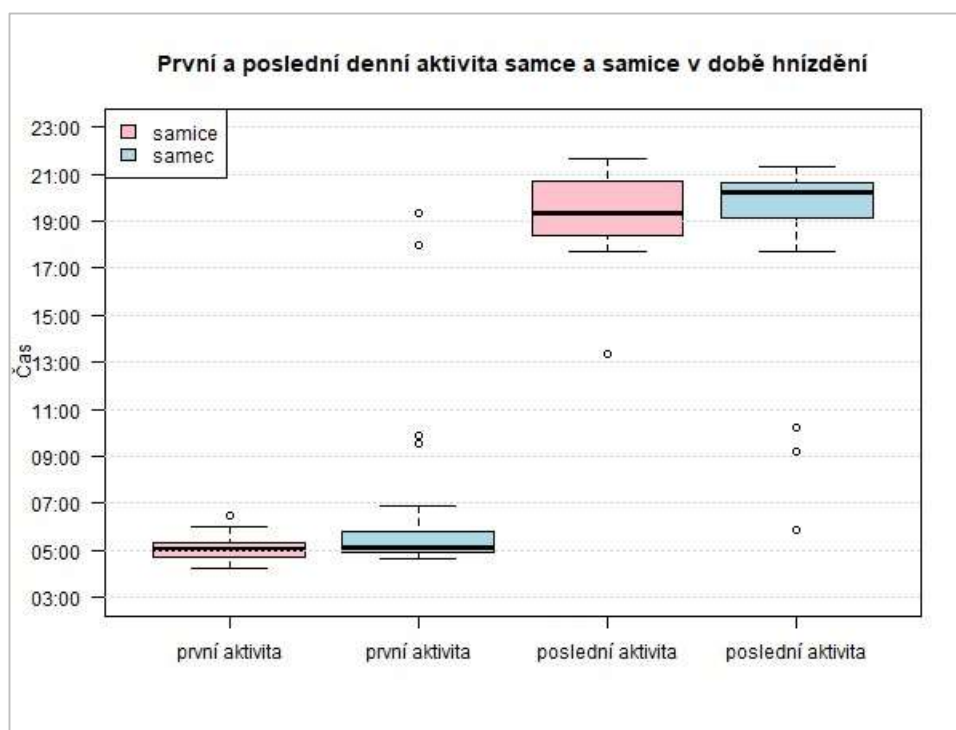
Obrázek 9: Srovnání počtu odnosů trusu z budky a počtu požrání trusu mláďat samcem a samicí

## 5.5 Cirkadiánní aktivita hnízdících jedinců

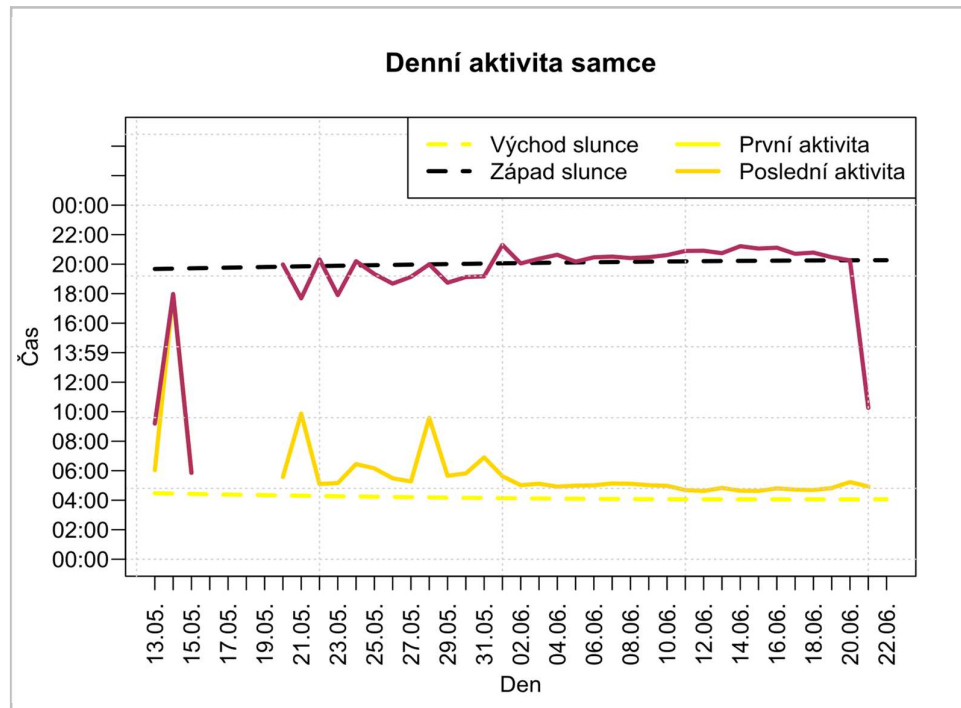
Během monitorování byla sledována první ranní a poslední večerní aktivita dospělců. V pozorovaném období docházelo k východu Slunce průměrně v 4:10 (SD = 7,88 minut). Bylo zjištěno, že samec i samice byli po celou dobu hnízdění aktivní až po východu Slunce (Obr. 18). Jejich první ranní aktivita začínala průměrně v 5,00 (SD = 22,42 minut), tzn. 49,95 minut (SD = 17,49 minut) po východu Slunce.

U večerní aktivity nebyly výsledky tak jednoznačné, neboť aktivita obou rodičů se prodlužovala s počtem vylíhnutých mláďat, což souviselo s větší potřebou krmení (Obr. 18). Průměrný čas západu Slunce byl v 20:02 (SD = 11,13 minut) a poslední aktivita dospělců nastávala průměrně 3,04 minut (SD = 81,88 minut) před západem Slunce.

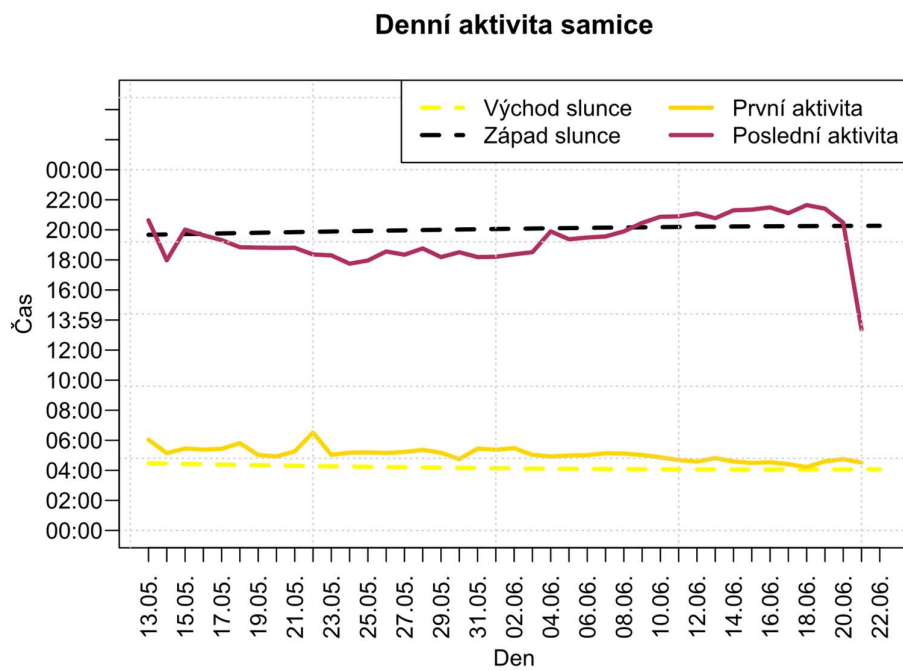
Srovná-li se aktivita mezi dospělci, je patrné, že samice (Obr. 17) začala být po ránu aktivnější o něco dříve než samec (Obr. 18), který oproti tomu ukončoval svou denní aktivitu později než samice (Obr. 15).



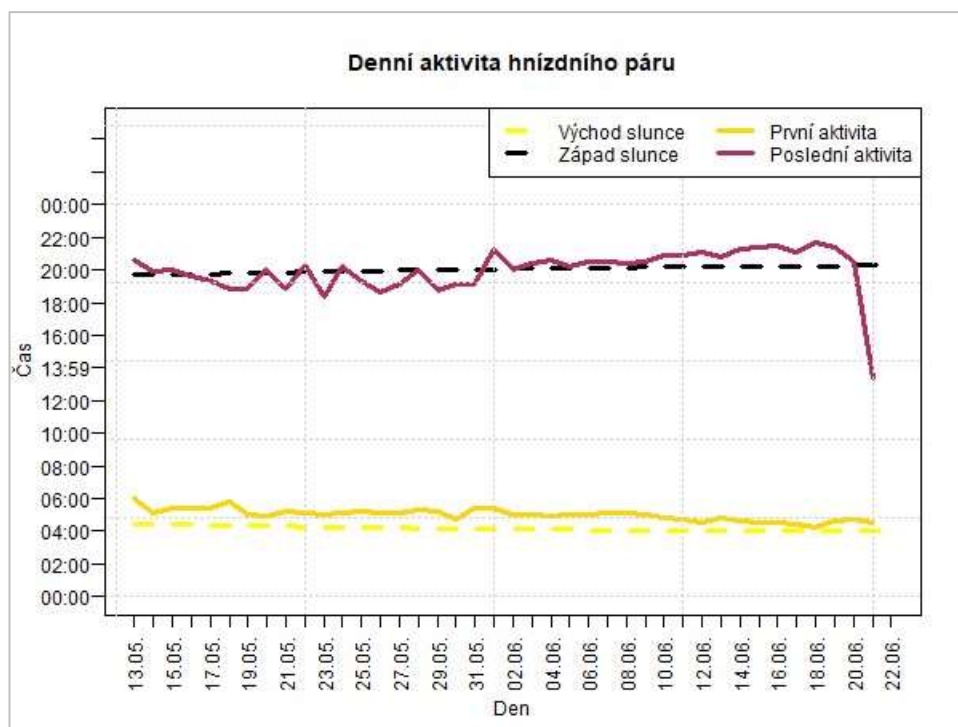
Obrázek 10: Průměrná první a poslední denní aktivita samce a samice. Box plot znázorňuje rozdělení dat do kvartilů; tlustá čára zvýrazňuje medián, „vousy“ označují proměnlivost mimo horní a dolní kvartily, body znamenají odlehle hodnoty.



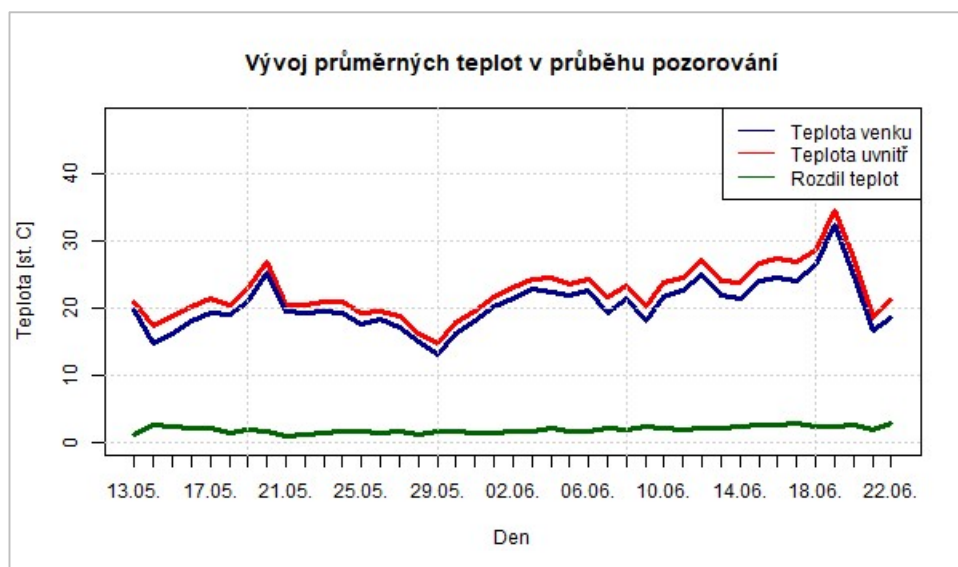
Obrázek 11: Denní aktivita samce v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání s východem a západem slunce.



Obrázek 12: Denní aktivita samice v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání s východem a západem slunce.



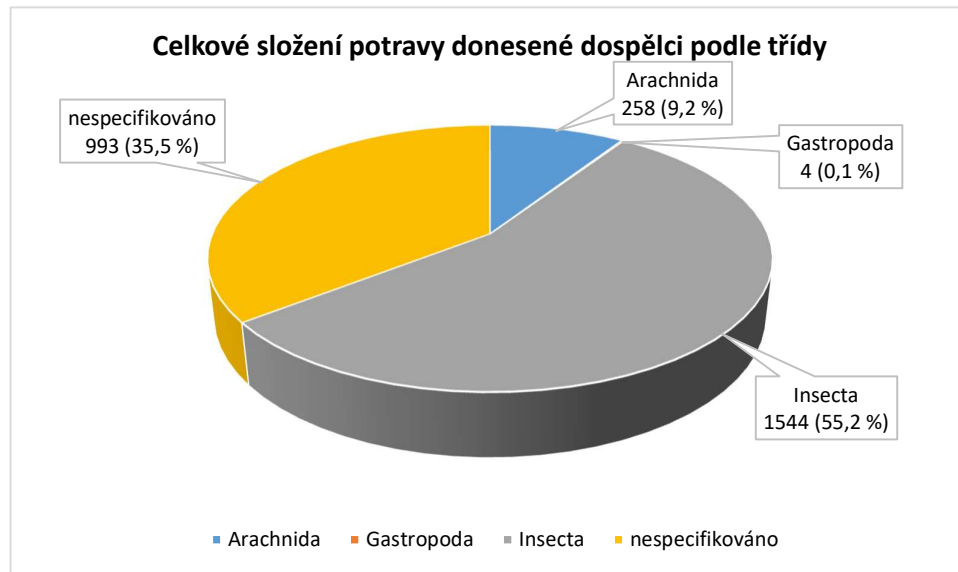
Obrázek 13: Denní aktivita hnízdícího páru v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání podle východu a západu slunce.



Obrázek 14: Vývoj průměrných teplot v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022.

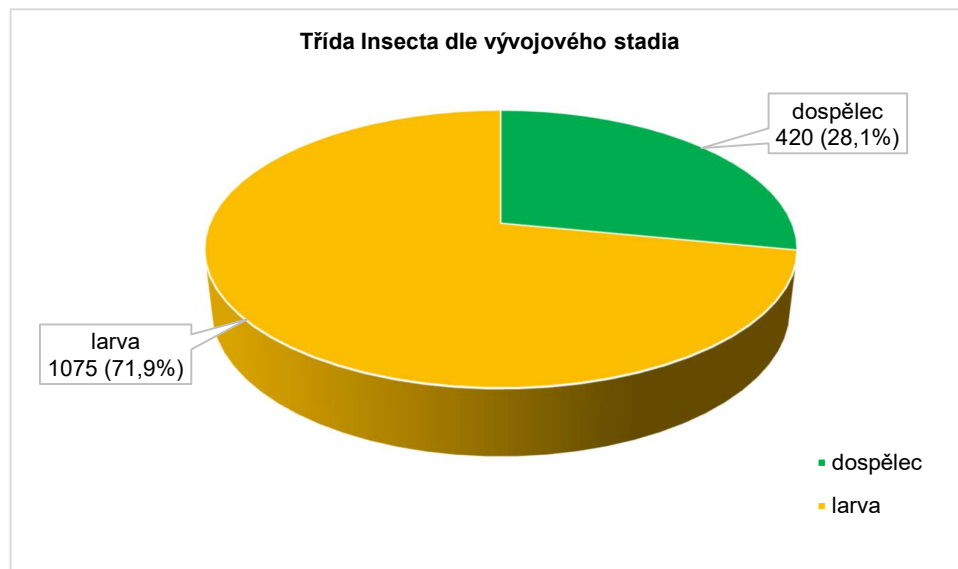
## 5.6 Struktura potravy

Z celkového počtu 2 799 donesených kusů potravy dospělci se podařilo specifikovat potravu ve 64,5 % (n = 1806). V období celého hnízdění se v donesené potravě určily 3 třídy, a to Insecta (n = 1544; 55,2 %), Arachnida (n = 258; 9,2 %) a Gastropoda (n = 4; 0,1 %) (Obr. 20).



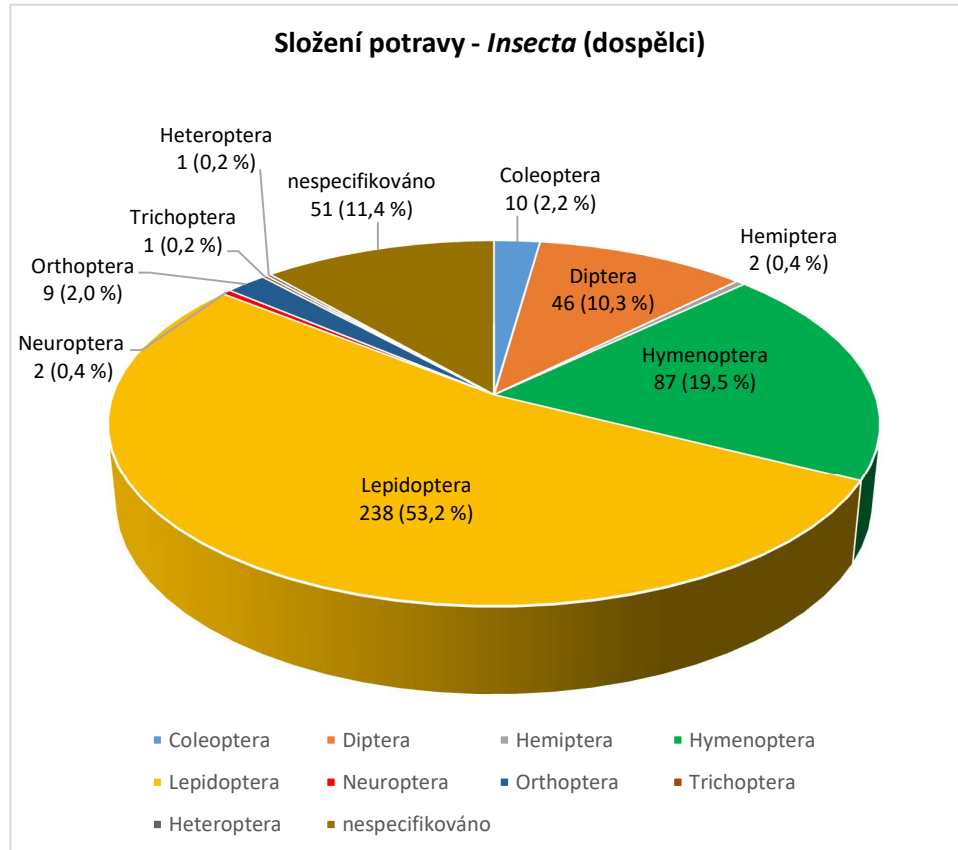
Obrázek 15: Celkové složení potravy donesené samcem a samičí (dohromady) podle třídy.

Donesený hmyz (Insecta) byl nejčastěji v larválním stadiu, čítající 71,9 % (n = 1 075) (Obr. 21).



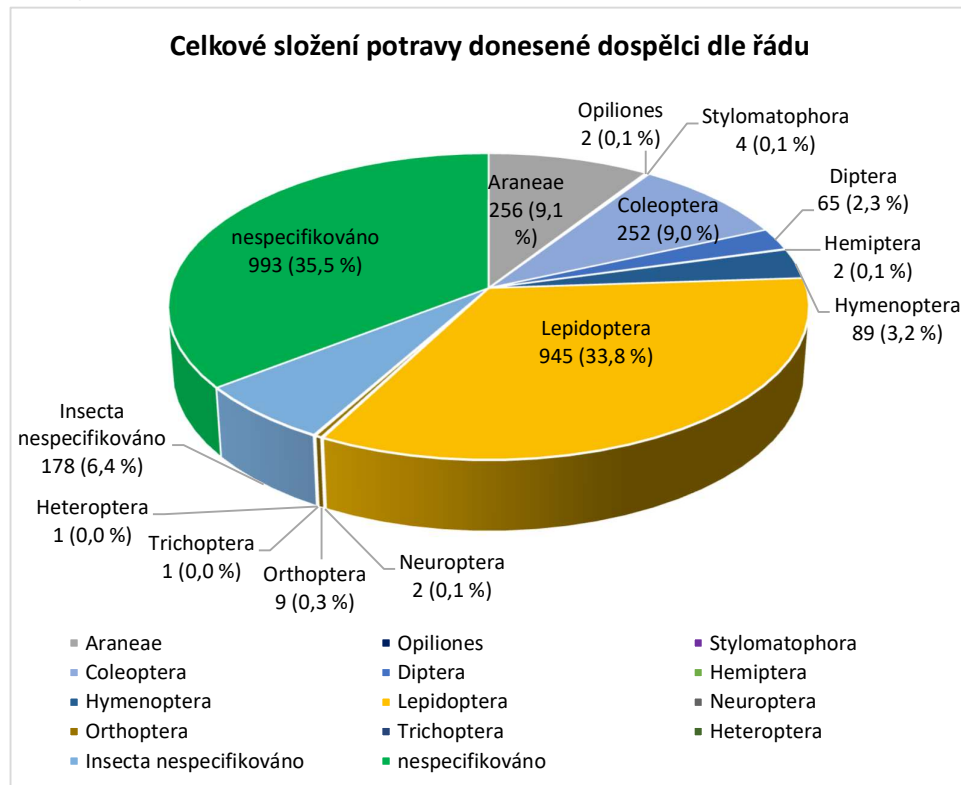
Obrázek 16: Rozdělení donesené potravy samcem a samičí (dohromady) - třída Insecta dle vývojového stadia.

V případě hmyzu se ve stadiu dospělců (n = 420; 28,1 %) vyskytoval řád Lepidoptera (n = 238; 53,2 %), Hymenoptera (n = 87; 19,5 %), Diptera (n = 46; 10,3 %), Coleoptera (n = 10; 2,2 %), Neuroptera (n = 3; 0,4 %), Orthoptera (n = 9; 2,0 %), dále pak v zanedbatelném počtu 1 až 2 kusy Hemiptera, Trichoptera a Heteroptera. Zbýlých 31 dospělců hmyzu se nepodařilo specifikovat (Obr. 22).



Obrázek 17: Rozdělení donesené potravy samcem a samicí – *Insecta* (dospělci) dle řádů.

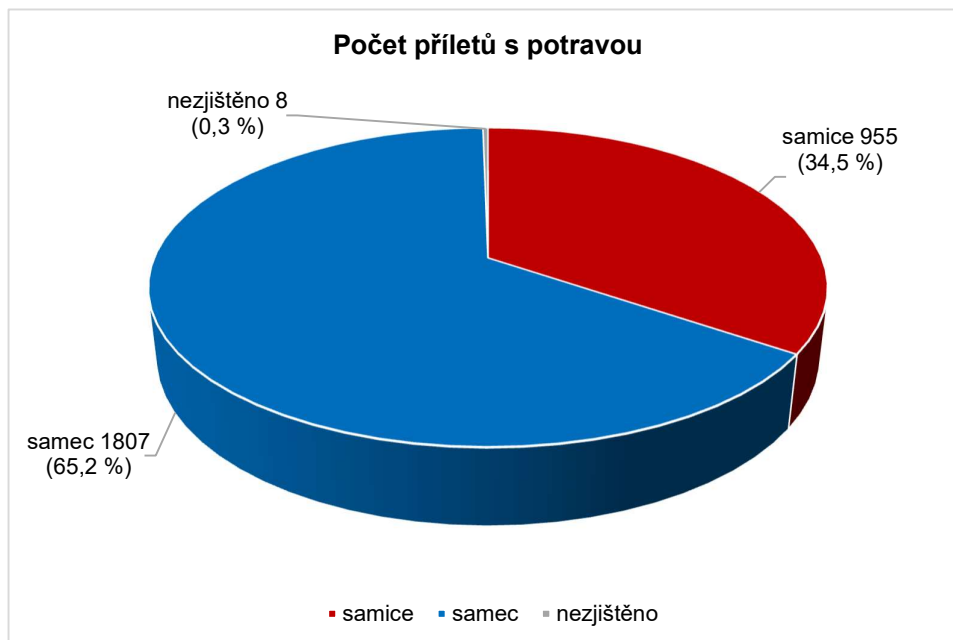
V třídě Arachnida se v 99,2 % vyskytovaly řády Araneae (n = 256) a v 0,8 % Opiliones (n = 2), v třídě Gastropoda se 4krát vyskytl řád Stylomatophora (0,1 %) (Obr. 23).



Obrázek 18: Celkové složení potravy donesené samcem a samicí podle řádu.

### 5.6.1 Struktura potravy: rozdíly mezi samcem a samicí

Samec donesl za celé hnízdní období 1 807 kusů potravy (65,2 %), zatímco samice donesla 955 kusů (34,5 %) (Obr. 24).



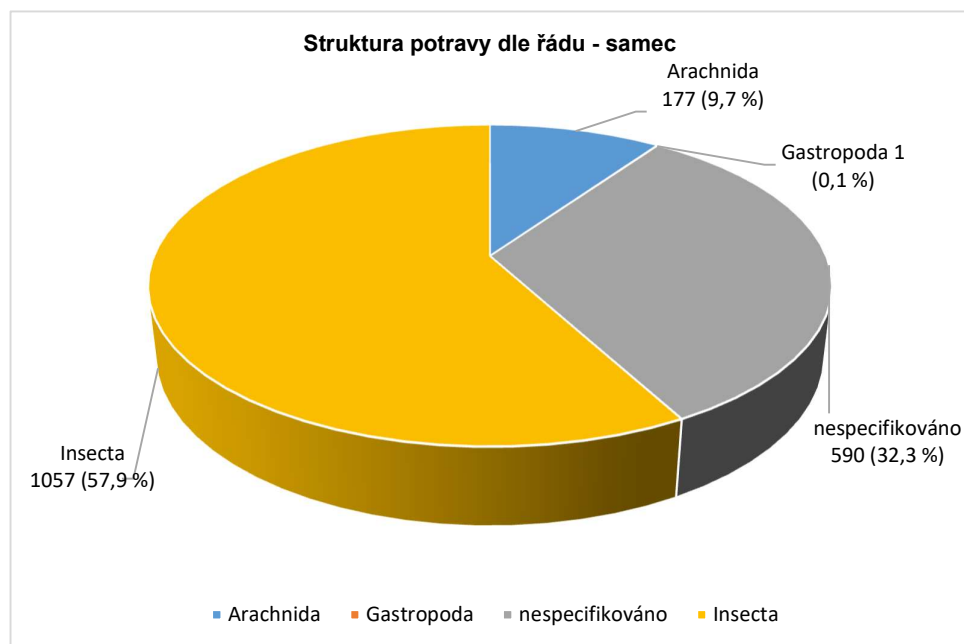
Obrázek 19: Počet přiletů s potravou za celé hnízdní období.

Nejčastější potravou přinesenou samcem byl hmyz (Insecta,  $n = 1057$ , 57,9 %) a pavoukovci (Arachnida,  $n = 177$ ; 9,7 %). Ve 32,3 % případů se nepodařilo donesenou potravu specifikovat (Obr. 25). Z třídy Insecta samec nejčastěji přinášel řád Lepidoptera ( $n = 653$ ; 63,1 %), Coleoptera ( $n = 136$ ; 13,1 %), Hymenoptera ( $n = 73$ ; 7,1 %) a Diptera ( $n = 46$ ; 4,4 %), v zanedbatelném množství pak Hemiptera ( $n = 1$ ), Heteroptera ( $n = 1$ ), Trichoptera ( $n = 1$ ), Orthoptera ( $n = 2$ ) a Neuroptera ( $n = 2$ ), u 11,6 % hmyzu se řád nepodařilo určit ( $n = 120$ ) (Obr. 27).

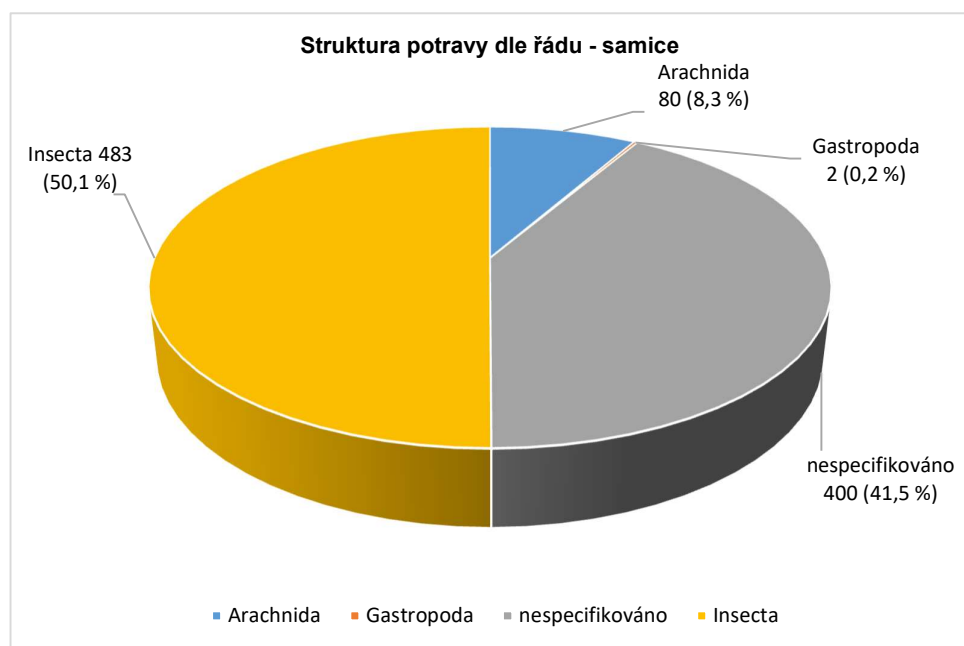
Samice nejčastěji mláďatům nosila hmyz (Insecta,  $n = 479$ , 50 %), v 8 % pavoukovce (Arachnida,  $n = 78$ , 8 %) a 3krát se podařilo rozlišit plže (Gastropoda,  $n = 3$ , 0 %) (Obr. 26). Ve 45,3 % ( $n = 396$ ) se nepodařilo specifikovat potravu, obvykle z důvodu nekvalitního záznamu nebo rychlosti nakrmení. Z třídy Insecta nejčastěji přinášela řád Lepidoptera ( $n = 271$ ; 31,0 %), Coleoptera ( $n = 113$ ; 12,9 %), dále Diptera ( $n = 15$ ; 1,7 %), Hymenoptera ( $n = 14$ ; 1,6 %), Orthoptera ( $n = 6$ ; 0,7 %) (Obr. 28).

Celková struktura potravy, kterou přinesla samice se významně lišila od struktury potravy, kterou donesl samec ( $\chi^2 = 13,43$ ,  $df = 4$ ,  $P = 0,009$ , Obr. 27, Obr. 28).

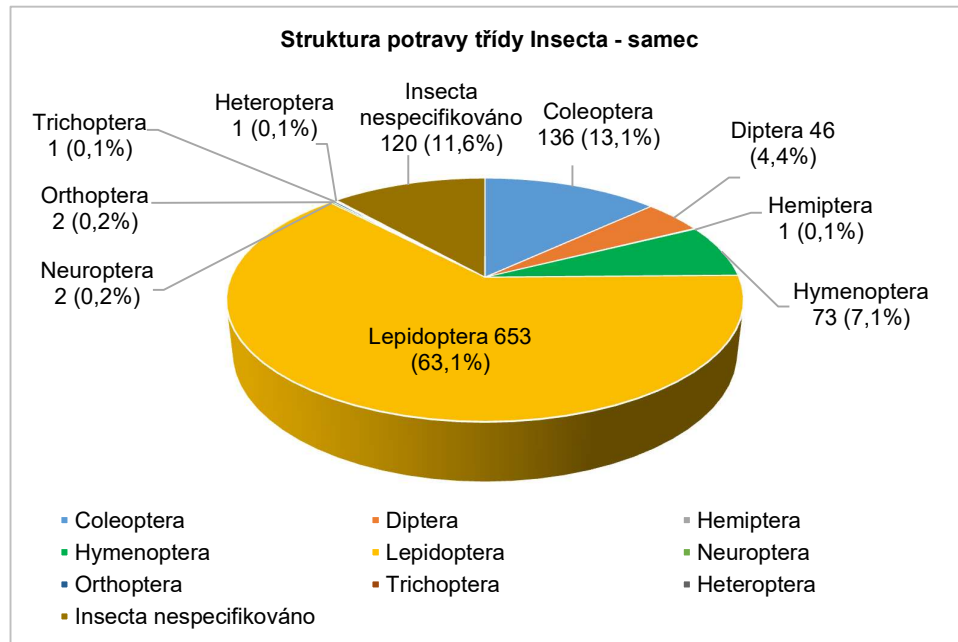




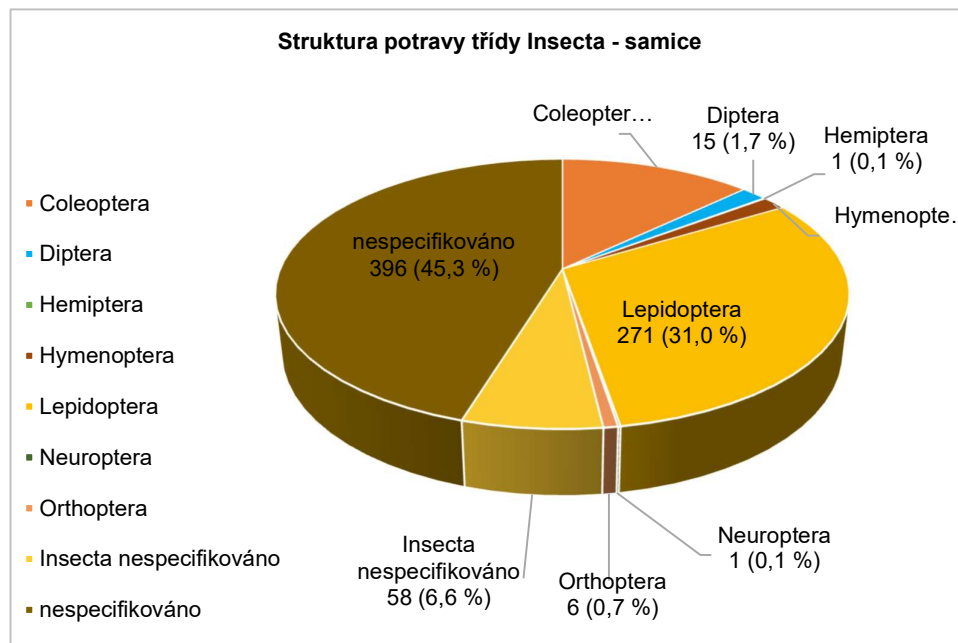
Obrázek 21: Struktura potravy donesené samcem, rozlišení dle řádu.



Obrázek 20: Struktura potravy donesené samicí, rozlišení dle řádu.

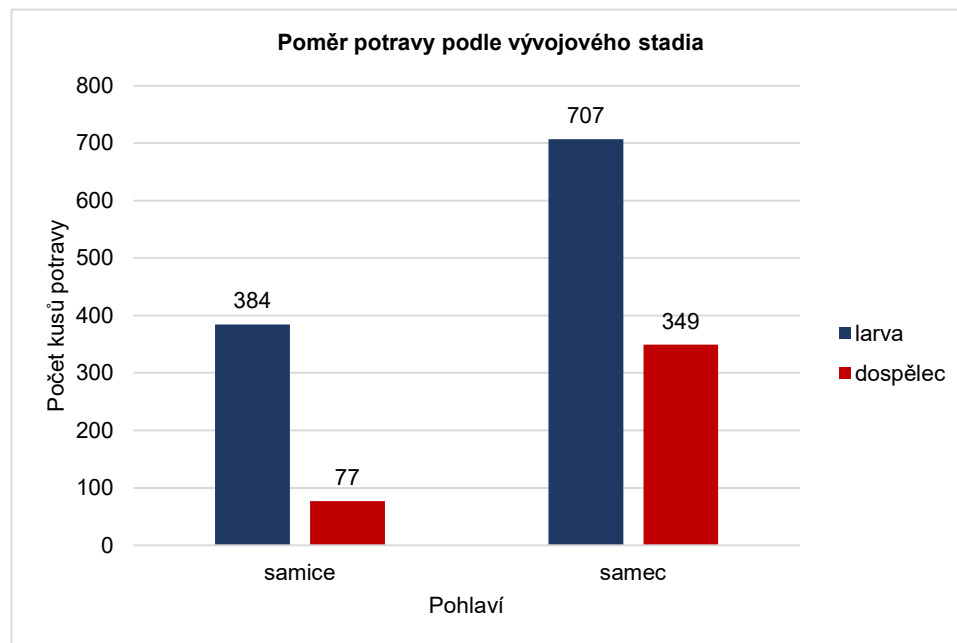


Obrázek 22: Struktura potravy donesené samcem v období celého hnízdění  
třída Insecta rozdělení dle řádu.



Obrázek 23: Struktura potravy donesené samičí v období celého hnízdění

Samice přinesla signifikantně vyšší podíl larev a nižší podíl dospělců než samec ( $\chi^2 = 11,58$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0,007$ , Obr. 29).



Obrázek 24: Poměr donesené potravy podle vývojového stadia.

## 5.7 Zajímavá pozorování

Přestože nebyla pozorována stavba hnízda, ale pouze doplňování hnízdního materiálu, bylo vyzorováno, že se na této činnosti podílela výhradně samice. Během prvních pěti dnů byl samec zaznamenán pouze 2krát a tři dny se dokonce neobjevil vůbec (Obr. 16).

Péči o vejce měla taktéž na starosti samice, jednalo se o sezení na vejcích, rovnání vajec a přikrývání snůšky. Samec pravidelně zajišťoval potravu pro samici. Během výchovy mláďat počet příletů samce s potravou výrazně převyšoval počet příletů samice (Obr. 12). Zprvu byl samec v krmení poněkud nejistý, a proto často samice donesenou potravu převzala a nakrmila mládě sama.

Zajímavostí bylo nalétávání do budky. Samice preferovala přílet s potravou vlevo a samec naopak vpravo. Toto chování bylo pravidelné až do doby, kdy byla mláďata většího věku a zabírala velkou část prostoru budky, čímž byla místa rodičů obsazena.

Bylo v podstatě pravidlem, že právě nakrmené mládě ihned po požití potravy nastavilo kloaku směrem k rodiči a vyloučilo trus ve tvaru válečku (Obr. 42). Trus byl pravidelně odnášen nebo požrán oběma rodiči. Pouze samice však často kontrolovala hnízdo pod mláďaty a vyhledávala případný zapomenutý trus. U samce toto chování pozorováno nebylo.

Překvapující byl fakt, že se dospělcům nepodařilo vynést z budky uhynulé mládě z předchozí snůšky (Obr. 30, Obr. 31). Tento problém samice vyřešila tím, že kadáver přikryla hnízdním materiálem (Obr. 32).

## 6. Diskuze

Reprodukční úspěšnost ptáků obecně závisí na různých faktorech, zejména na dostupnosti potravy, hnízdním habitatu a pravděpodobnosti predace. Jensen et al. (2023) uvádí, že sýkory se v období rozmnožování vyhýbají lokalitám s nepůvodními stromy. Ve městech reprodukci ovlivňuje řada antropogenních faktorů, včetně zvýšené teploty a proměnlivého počasí.

Hnízdní pár sýkory koňadry v budce lokalizované v areálu 6. mateřské školy v Plzni byl pozorován po dobu 41 dnů. Jedním z hlavních cílů bylo vyhodnotit reprodukční úspěšnost. Většina publikací uvádí, že reprodukční úspěšnost hnízdění sýkory koňadry obvykle nebývá vysoká. Blotzheima (1997) zmiňuje mortalitu mláďat 52,0 %, Šťastný et al. (2011) dokonce 57,0 %, Tito autoři také uvádí, že druhá snůška bývá menší. Ve sledovaném hnízdění se toto tvrzení potvrdilo, neboť se jednalo o hnízdění druhé v pořadí a snůška obsahovala 7 vajec. První snůška pravděpodobně stejného páru obsahovala 10 vajec (Sherstobitova in press). V monitorovaném druhém hnízdění se podařilo úspěšně odchovat 100 % mláďat, zatímco v prvním hnízdění byla pouze 40% úspěšnost, 6 z 10 mláďat zahynulo (Sherstobitova in press).

Wawrzyniak et al. (2020) uvádí výsledky výzkumu, ze kterých vyplývá, že úspěšnější reprodukce koňader bývá v lesním prostředí oproti městskému parku. Jako hlavní důvod uvádí větší rozmanitost stromů a tím i odpovídající množství housenek. Tento fakt je v rozporu s výsledkem pozorování v této bakalářské práci. Ačkoli se jednalo o hnízdění v městské lokalitě uprostřed sídlištní zástavby se silniční provozem, páru se podařilo odchovat všechna mláďata. Příčinou tohoto úspěchu může být dostatek potravy s dostupností hmyzu ve všech formách vývojového stádia, ale také nižší predáčnická tlak na sledované lokalitě. Šťastný et Hudec (2011) uvádí, že hlavní příčinou hnízdního neúspěchu bývá predace, Figura (2013) potvrzuje, že v případě sýkory koňadry se jedná nejčastěji o predaci kunou (*Martes sp.*). Šťastný et Hudec (2011) dále zmiňují mnohem nižší pravděpodobnost predace u sýkor, které si k hnízdění zvolily hnízdní budku. Toto tvrzení potvrzuje fakt, že ani v jednom ze dvou hnízdění nebyla zaznamenána žádná predáčnická událost.

Na počátku pozorování byl problém s určením, zda se jednalo o samici nebo samce. Bylo potřeba se zprvu zaměřit na činnosti, které jednotlivci vykonávají. Šťastný et Hudec (2011) uvádí, že hnízdo staví samice a také, že výhradně samice vejce zahřívá. Podle těchto činností bylo snadné vypočítat, o které pohlaví se jednalo a bylo možné se zaměřit na specifické znaky a typické chování. Dále se pozorováním ukázalo, že samice do budky nalétala na levou stranu, kdežto samec na pravou. Toto chování se stalo neocenitelnou pomůckou, nedalo se ale

samozřejmě považovat za 100% indikátor. Vždy bylo potřeba zkombinovat toto pozorování s vizuálními rozlišovacími znaky. Shirihai a Svensson (2016) popisují typické morfologické znaky u obou pohlaví, které se potvrdily i v tomto pozorování. U samce byl přechod mezi černou barvou zátylku a bílou skvrnou výraznější, rovnější a skvrna se stávala viditelnou v případě ohnutí hlavy. Zrovna tak byl pozorovatelný rozdíl u pruhů po stranách krku, kdy se v případě samce jednalo o široký, zarovnaný a výrazný pruh. Nejjednodušší volbou bylo pozorování bílé skvrny na zátylku, která se u obou pohlaví výrazně lišila. Tento rozlišovací znak ve své práci potvrdili Kalaš (2022) i Bartošová (2018).

Šťastný et Hudec, Kloubec et al. (2015), Formánek (2017) a další uvádí, že je za stavbu hnízda zodpovědná samice, což se v mé práci potvrdilo. Přestože se v tomto pozorování jednalo o již založené hnízdo, materiál doplňovala pouze samice. Kloubec et al. (eds, 2015) i Formánek (2017) se shodují na tom, že hlavním stavebním materiálem sýkory koňadry bývá mech. Majoritním druhem materiálu v již postaveném hnízdě byl viditelně z velké části mech a samice ve sledovaném období doplňovala další hnízdní materiál, v němž převažovala tráva a mech, dále v malém množství donesla i chmýří a srst. Podobné materiálové složení uvádí i Kalaš (2022). Bartošová (2020) ve své práci uvádí, že pozorované hnízdo bylo ze 44 % tvořeno jehličím a mech tvořil jen 34% složku. Oproti tomu Molková (2019) pozorovala složení hnízda s úplnou absencí mechu, kde převažoval hnízdní materiál v podobě chlupů, lišejníků, travin a dřevin. Stavbou hnízda se zabýval Lambrechts (2017) a uvádí, že typ stanoviště ovlivňuje složení hnízd a sýkora je schopná využít i jehličí v případě, že je hnízdo založeno např. v blízkosti borovic.

Od snesení prvního vejce se inkubaci věnovala taktéž výhradně samice. Úloha samce spočívala v pravidelném krmení samice, které započal pět dní po snesení prvního vejce. Samice několikrát denně hnízdo opouštěla, pravděpodobně za účelem vlastního hledání potravy. Formánek (2017) uvádí, že před opuštěním hnízda samice pečlivě přikryje snůšku, tak jako jiné sýkory. V mém monitorování ovšem toto chování nebylo potvrzeno. Samice se sice snažila o nahrnutí hnízdního materiálu přes snůšku, ale nijak výrazně se touto činností nezabývala. Málokdy se stalo, že by vejce byla opravdu schovaná, jednalo se spíše o ledabylé přikrytí vajec několika stébly trávy. Na odnosu trusu se podíleli oba rodiče, ve většině případů jej odnesli, v malé míře trus mláděte zkonsumovali. V hnízdě přespávala pouze samice (Obr. 37, Obr. 41), samec ve večerních hodinách odlétal a vracel se po svítání.

Hnízdění probíhalo v urbanizovaném prostředí. Aktivita páru mohla být částečně ovlivněna i umělým osvětlením, které může být příčinou změn nočního rytmu. Světelný smog vytvořený městským osvětlením může nejenom měnit obvyklé

vzorci hnízdního chování, zvláště v období krmení mláďat, ale může ovlivňovat i hmyz, který je hlavní složkou jídelníčku sýkory koňadry. Kluijver (1950) uvádí, že první denní aktivita u samice byla pozorována vždy před východem Slunce. Stejný poznatek uvádí i Kalaš (2022), ovšem v mé práci se tento trend nepotvrdil. Co se týká první denní aktivity, ukázalo se, že samice začínala svůj den až po východu slunce a samec ještě později. Večer byl ovšem výsledek pozorování opačný, tj. samice ukončovala aktivitu dříve než samec. Délka aktivity obou rodičů se prodlužovala se stářím mláďat.

Struktura potravy odpovídala složení uváděným v odborných publikacích (např. Klejdus et Vačkař). V mé práci převažuje hmyz, a to ve všech jeho vývojových stádiích a dále pavoukovci. Je patrné, že na monitorovaném místě nebyl nedostatek potravy, přestože se jednalo o urbanizovanou lokalitu, kde chyběla bezprostřední blízkost rozsáhlejšího lesního porostu. Složení potravy, které uvádí Kalaš (2022), Bartošová (2018, 2020) a Molková (2019) se nijak výrazně neliší od mého pozorování. V případě zajišťování potravy byl jednoznačně aktivnější samec, což je zapříčiněno tím, že se samec nepodílel na inkubaci vajec zahřívání mláďat.

Projekt Ptáci Online je neinvazivní monitorování pomocí kamerového systému a jedná se velmi prospěšnou metodu, která bez fyzické přítomnosti pozorovatele umožňuje sledovat stavbu hnízda, inkubaci, líhnutí vajec, chování jedinců, hnízdní aktivitu, složení potravy a další biologické aspekty. Příkladem je i tato studie, která svojí povahou navazuje na podobné již dříve provedené studie. V předložené studii nedošlo během monitorování k žádnému nestandardnímu chování jedinců, oba rodiče pečovali o mláďata, hnízdo nenavštívil žádný predátor a všechna mláďata byla úspěšně vyvedena. Pozorované hnízdění mělo tedy 100% úspěšnost. Sofistikovaná technika, použitá v projektu byla navíc efektivním prostředkem pro šíření osvěty v rámci školy i široké veřejnosti ((Zárybnická et al., 2017).

## 7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo detailně prozkoumat hnízdní chování sýkory koňadry (*Parus major*) v budce umístěné uprostřed urbanizovaného prostředí. Pozorování zahrnovala sledování hnízdění, aktivity samce a samice, složení potravy a úspěšnost reprodukce.

Bylo vyzorováno, že první denní aktivita hnízdního páru začínala vždy až po východu Slunce. Večerní aktivita v době inkubace končila před západem Slunce, ale po vylíhnutí mláďat se tato doba prodlužovala. Během výchovy mláďat byl zpravidla hnízdní pár aktivní ještě po západu Slunce.

Složení potravy nijak nepřekvapilo a výrazně převažoval hmyz ve vývojovém stadiu larvy nebo housenky. Mláďata byla krmena relativně velkou potravou a v případě velkých housenek, pavoukoců a motýlů měli častokrát potíže s jejich požitím. V těchto případech často docházelo k odebrání potravy a nakrmení jiného mláděte. Nebylo pozorováno rozměňování nebo rozdělávání potravy. Bylo zjištěno, že se struktura potravy donesené samcem a samicí lišilo a zároveň se lišilo preferování stadia donesené potravy.

Sýkora koňadra je nejčastěji studovaným pěvcem, který je velmi adaptabilní druh, schopný přizpůsobit se různým prostředím. Tato práce rozšířila poznání o jejím chování v urbanizované oblasti. Ukázalo se, že navzdory tomu, že se jednalo o druhou snůšku, byla zaznamenána 100% úspěšnost hnízdění.

Zatímco výsledky této studie poskytují podrobné informace o všech denních aktivitách rodičů a jejich vztahu s mláďaty, je potřeba zdůraznit, že hodnoceno bylo pouze jedno hnízdění, ze kterého nelze usuzovat úspěšnost či neúspěšnost jedinců hnízdících v urbánním prostředí. Takové závěry by vyžadovaly analýzy a porovnání min. desítek hnízdění. Přesto tato analýza individuálního hnízdění sýkory koňadry přináší další velmi cenné poznatky.



## 8. Literatura a zdroje

Avian Urban Ecology: Behavioral and Physiological Adaptations, editovali Diego Gil a Henrik Brumm, Oxford University Press, Incorporated, 2014. ProQuest Ebook Central. Dostupné z:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID= 1573043>.

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. Dostupné z [https://is.czu.cz/zp/portal\\_zp.pl](https://is.czu.cz/zp/portal_zp.pl).

Bartošová A., 2020: Porovnání hnízdní biologie sýkory koňadry (*Parus major*) a sýkory modřinky (*Cyanistes caeruleus*) v hnízdech lokalizovaných v areálu základní školy v Týnu nad Vltavou v roce 2017 a 2018; vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Dostupné z [https://is.czu.cz/zp/portal\\_zp.pl](https://is.czu.cz/zp/portal_zp.pl).

Bejček V., Šťastný K., 1999: Encyklopedie ptáků. Rebo, Čestlice, ISBN 80-7234-075-1.

Bíl M., Bartonička T., 2022: Zvířata na silnicích, Masarykova univerzita, ProQuest Ebook Central. Dostupné z <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=7182164>.

Bouchner M., 1989: Kapesní atlas ptáků, Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Catfolis B., Vanroy T., Verheyen K., Baeten L., Martel A., Pasmans F., Strubbe D., Lens L., 2023: Avian nutritional condition increases with forest structural complexity, Ecological Indicators. ISSN 1470-160X. Dostupné z <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110536>.

Černý W., 1999: Ptáci, edice Průvodce přírodou. Aventinum, Praha, ISBN 80-7151-089-0.

Diviš T., 1983: Příspěvek k nidobiologii některých našich sýkor (*Parus*). dostupné z <http://www.vcpcso.cz/wp-content/uploads/divi%C5%A1-p%C5%99%C3%ADsp%C4%9Bvek-k-nidobiologii-n%C4%9Bkter%C3%BDch-s%C3%BDkor.pdf>.

Dominoni D., Quetting M., Partecke J., 2013: Artificial light at night advances avian reproductive physiology Proc. R. Soc. B.2802012301720123017 dostupné z <http://doi.org/10.1098/rspb.2012.3017>.

Estók P., Zsebok S., Siemers B.M., 2010: Great tits search for, capture, kill and eat hibernating bats. Biol Lett. 2010 Feb 23;6(1):59-62. doi: 10.1098/rsbl.2009.0611. Epub 2009 Sep 9. PMID: 19740892; PMCID: PMC2817260.

- Felix J., 1975: Ptáci v zahradě a na poli. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Figura R., 2013: Hnízdní ztráty dutinových pěvců: sezónní vlivy a reprodukční odpovědi. Dostupné z [https://theses.cz/id/j9a6kw/Hnizdni\\_ztraty\\_dutinovych\\_pevcu.pdf](https://theses.cz/id/j9a6kw/Hnizdni_ztraty_dutinovych_pevcu.pdf)
- Formánek J., 2017: Hnízda pěvců České republiky. Akademia, Praha, ISBN 978-80-200-2688-0.
- Gorissen L., Snoeijs T., Duyse E. V. et al., 2005: Heavy metal pollution affects dawn singing behaviour in a small passerine bird. *Oecologia* 145, 504–509. Dostupné z <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0091-7>.
- Gosler A., 1994: Atlas ptáků světa. Příroda, Bratislava, ISBN 80-07-00669-9
- Harrap S., Tits, Nuthatches and Treecreepers, Bloomsbury Publishing Plc, 2010: proQuest Ebook Central. Dostupné z <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1986654>
- Jensen J.K., Ekroos J., Watson H. et al., 2023: Urban tree composition is associated with breeding success of a passerine bird, but effects vary within and between years. *Oecologia* 201, 585–597. Dostupné z <https://doi.org/10.1007/s00442-023-05319-8>.
- Kalaš J., 2022: Hnízdní biologie a potravní ekologie sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdě lokalizovaném v areálu ZŠ v Praze 6 v 2019: vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Dostupné z [https://is.czu.cz/zp/portal\\_zp.pl](https://is.czu.cz/zp/portal_zp.pl).
- Klejdus J., Vačkař J., 2016: Ptáci a stromy. Julius Klejdus ve spolupráci s vydavatelstvím CENTA, spol. s r.o., Brno, ISBN 978-80-86785-28-8.
- Kloubec B., Hora J., Šťastný K. [eds.], 2015: Ptáci jižních Čech. Jihočeský kraj ve spolupráci s AOPK ČR, České Budějovice, ISBN 978-80-87520-12-3.
- Kluyver H. N., 1950: Daily Routines of the Great Tit (*Parus major*), *Ardea*, 38, 99–135.
- Lambrechts M. M., 2017. Nest design in a changing world: Great tit *Parus major* nests from a Mediterranean city environment as a case study. *Urban Ecosystems* 20: 1181-1190.
- Marchowski D., 2019 - Atlas ptáků - 250 evropských druhů. Bookmedia, Ostrava, ISBN 978-80-88213-71-0.
- Molková A., 2019: Hnízdní biologie sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdě lokalizovaném v areálu JÚŠ v roce 2017; vyhodnocení údajů získaných pomocí kamerového monitorování. Dostupné z [https://is.czu.cz/zp/portal\\_zp.pl](https://is.czu.cz/zp/portal_zp.pl).

- Pagani-Núñez E., Senar J. C., 2013: One Hour of Sampling is Enough: Great Tit *Parus major* Parents Feed Their Nestlings Consistently Across Time. *Acta Ornithologica* [online]. 48(2), 194-200 [cit. 2022-03-15]. ISSN 0001-6454. Dostupné z doi:10.3161/000164513X678847
- Poesel A., Kunc H. P., Foerster K., Johnsen A., Kempnaers B., 2005: Early birds are sexy: male age, dawn song and extrapair paternity in blue tits, *Cyanistes* (formerly *Parus*) *aeruleus*, *Animal Behaviour*, Volume 72, Issue 3, 2006, Pages 531-538, ISSN 0003-3472 Dostupné z <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.10.022>.
- Polak, M., Wiącek, J., Kucharczyk, M. et al., 2013: The effect of road traffic on a breeding community of woodland birds. *Eur J Forest Res* 132, 931–941 (2013). Dostupné z <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0732-z>
- Shirihai H., Svensson L., 2021: Ptáci: pěvci Evropy, Blízkého východu a severní Afriky, Svazek II. Euromedia Group, Praha, ISBN 978-80-242-7677-9.
- Straassová V., Lieckfeld C. P., 2005: Zpěvní ptáci: průvodce naší přírodou. Beta, Praha, ISBN 80-7306-219-4
- Straussová D., 2015: Ptáci našich zahrad v životní velikosti. Z německého originálu *Gartenvogel lebensgroß*, Grada, Praha, ISBN 978-80-247-5600-4.
- Summerville K. S., Crist T. O., Kahn J. K. & Gering J. C., 2003: Community structure of arboreal caterpillars within and among four tree species of the eastern deciduous forest. *Ecol. Entomol.* 28: 747–757. Dostupné z <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2003.00561.x>
- Svensson L., Killian Mullarney, Dan Zetterström, P. J. Grant, 2016: Ptáci Evropy, Severní Afriky a Blízkého Východu, Ševčík, Plzeň, ISBN: 978-80-7291-246-9.
- Šťastný K., Bejček V., Mikuláš I., Telenský T., 2021: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice: 2014-2017. Aventinum, Praha, ISBN 978-80-7442-130-3.
- Šťastný K., Hudec K. et al., 2011: Fauna ČR, Ptáci 3. Academia, Praha, ISBN
- Šťastný K., Krištín A., 2021: Ottův obrazový atlas – Ptáci Česka a Slovenska. Ottovo nakladatelství, Praha, ISBN 978-80-7451-866-9.
- Taylor M., 2012: RSPB British Birdfinder, Bloomsbury Publishing Plc, ProQuest Ebook Central, dostupné z <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=4338835>.
- Veselovský Z., 2001: Obecná ornitologie. Academia, Praha, ISBN 80-200-0857-8
- Veselovský Z., 2005: Etologie – Biologie chování zvířat. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1621-8
- Wawrzyniak J., Gładalski M., Kaliński A., Bańbura M., Markowski M., Skwarska J., Zieliński P. & Bańbura J., 2020: Differences in the breeding performance of great

tits *Parus major* between a forest and an urban area: a long term study on first clutches, *The European Zoological Journal*, 87:1, 294-309. Dostupné z DOI: 10.1080/24750263.2020.1766125.

Zárybnická M., 2020: Using automated data collection from nest boxes for avian research and education. Habilitation Thesis. 117 pp. Czech University of Life Sciences Prague. ISBN 978-80-213-3012-2, dostupné z [https://home.czu.cz/storage/408/68102\\_Official-version-Habilitation-Thesis.pdf](https://home.czu.cz/storage/408/68102_Official-version-Habilitation-Thesis.pdf).

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: 483-492.

Zárybnická M., Osoba V., 2020: Chytrá ptačí budka – od technologie k biologii, dostupné z [https://home.czu.cz/storage/408/68102\\_A4-Chytra-ptaci-budka-od-technologie-k-biologii.pdf](https://home.czu.cz/storage/408/68102_A4-Chytra-ptaci-budka-od-technologie-k-biologii.pdf).

Zárybnická M., Sklenicka P., Tryjanowski P., 2017: A Webcast of Bird Nesting as a State-of-the-Art Citizen Science. *PLoS Biology* 15(1): e2001132. Dostupné z: [https://home.czu.cz/storage/408/68102\\_journal.pbio.2001132.pdf](https://home.czu.cz/storage/408/68102_journal.pbio.2001132.pdf)

<https://www.birdlife.cz/rekordni-ptaci-hodinka-lide-pozorovali-temer-800-tisic-ptaku-nejvic-bylo-sykor-konader/#more-31986>.

[https://ms6.plzen.eu/galerie/galid\\_39279/nase-zahrada.aspx](https://ms6.plzen.eu/galerie/galid_39279/nase-zahrada.aspx)

<https://mapy.cz/zakladni?source=firm&id=360440&ds=1&x=13.4117086&y=49.7470357&z=17&base=ophoto>.

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Sykora\\_konadra](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sykora_konadra)

<https://www.fotoaparát.cz/fotogalerie/fotografie/418603/>.

<https://botany.cz/cs/parus-major/>.

## 9. Seznam obrázků, tabulek a příloh

- Obrázek 1: Pár sýkory koňadry: vlevo samice, vpravo samec (Wikipedia, 2024).
- Obrázek 2: Mládě sýkory koňadry (Edab, 2016).
- Obrázek 3: Sýkora koňadra hnízdící v dutině stromu (Vančurová, 2020).
- Obrázek 4: Hnízdo sýkory koňadry včetně snůšky (Frománek, 2017).
- Obrázek 5: Návrh chytré ptačí budky, model 3.0 a jeho jednotlivých částí (Kubizňák et al., 2018).
- Obrázek 6: Schéma síťové infrastruktury kamerového systému chytré ptačí budky (Kubizňák et al., 2018).
- Obrázek 7: Chytrá ptačí budka na sledované lokalitě (6. MŠ, Plzeň
- Obrázek 8: Lokalita umístění chytré ptačí budky, areál 6. MŠ v Plzni (mapy.cz)
- Obrázek 9: Vývoj inkubace vajec a výchovy mláďat během hnízdění sýkory koňadry v lokalitě MŠ v Plzni v období od 13.5. do 22. 6. 2022.
- Obrázek 10: Přílety dospělců s hnízdním materiálem v průběhu celého hnízdění.
- Obrázek 11: Poměr hnízdního materiálu doneseného do hnízda samicí během celého hnízdění.
- Obrázek 12: Denní počty příletů dospělců s potravou v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022.
- Obrázek 13: Počet denních příletů dospělých jedinců do budky v době hnízdění.
- Obrázek 14: Srovnání poměru mezi odnosem z budky a požitím trusu mláďat u samce a samice v období výchovy mláďat.
- Obrázek 15: Průměrná první a poslední denní aktivita samce a samice v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022.
- Obrázek 16: Denní aktivita samce v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání s východem a západem slunce.
- Obrázek 17: Denní aktivita samice v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání s východem a západem slunce.
- Obrázek 18: Denní aktivita hnízdního páru v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022 a porovnání podle východu a západu slunce.
- Obrázek 19: Vývoj průměrných teplot v období hnízdění od 13.5. do 22.6. 2022.
- Obrázek 20: Celkové složení potravy donesené samcem a samicí podle třídy.
- Obrázek 22: Rozdělení donesené potravy samcem a samicí – třída Insecta dle vývojového stadia
- Obrázek 23: Rozdělení donesené potravy samcem a samicí – třída Insecta (dospělci) dle řádů.
- Obrázek 24: Počet příletů s potravou za celé hnízdní období

- Obrázek 25: Struktura potravy donesené samcem, rozlišení dle řádu.
- Obrázek 26: Struktura potravy donesené samicí, rozlišení dle řádu.
- Obrázek 27: Struktura potravy donesené samcem v období celého hnízdění, třída Insecta; rozdělení dle řádu.
- Obrázek 28: Struktura potravy donesené samicí v období celého hnízdění, třída Insecta; rozdělení dle řádu.
- Obrázek 29: Poměr donesené potravy podle vývojového stadia.
- Obrázek 30: Hnízdní pár sýkory koňadry na počátku hnízdění, vlevo samice, vpravo samec, uprostřed uhynulé mládě z předchozího hnízdění.
- Obrázek 31: Pokus samice o vynesení uhynulého mláděte.
- Obrázek 32: Samice přikrývá uhynulé mládě z prvního vrhu hnízdním materiálem.
- Obrázek 33: Samec krmí inkubující samici – třída Insecta, čeleď Lampyridae.
- Obrázek 34: Inkubující samice převzala housenku od samce.
- Obrázek 35: Samice s dokončenou snůškou v hnízdě.
- Obrázek 36: Patrný pohlavní dimorfismus - vlevo samice s potravou, vpravo samec odnášející trus.
- Obrázek 37: Spící samice při inkubaci, v hnízdě jsou patrné skořápky.
- Obrázek 38: Samec krmí mláďata, třída Insecta, řád Lepidoptera.
- Obrázek 39: Samec krmí mláďata, třída Arachnida, řád Araneae.
- Obrázek 40: Mláďata žadonící o potravu.
- Obrázek 41: Spící samice s mláďaty.
- Obrázek 42: Samec čekající na trus mláděte.
- Obrázek 43: První mládě vylétává z budky.
- Obrázek 44: Samec předávající potravu mláděti, třída Insecta, čeleď Hymenoptera
- Tabulka 1: Základní informace o hnízdění páru sýkory koňadry v lokalitě MŠ v Plzni v období od 13. 5. do 22. 6. 2022.
- Tabulka 2: Souhrnné informace o výsledcích monitorování hnízdění sýkory koňadry v lokalitě MŠ v Plzni v období od 13.5. do 22. 6. 2022.
- Příloha 1: Výsledná tabulka, samec
- Příloha 2: Výsledná tabulka, samice
- Příloha 3: Výsledná tabulka, celkové údaje



Obrázek 30: Hnízdní pár sýkory koňadry na počátku hnízdění, vlevo samice, vpravo samec, uprostřed uhynulé mládě z předchozího hnízdění.



Obrázek 31: Pokus samice o vynesení uhynulého mláděte.



Obrázek 3225: Samice přikrývá uhynulé mládě z prvního vrhu hnízdním materiálem.



Obrázek 33: Samec krmí inkubující samici – třída Insecta, čeleď Lampyridae.





Obrázek 34: Inkubující samice převzala housenku od samce.



Obrázek 35: Samice s dokončenou snůškou v hnízdě.



Obrázek 36: Patrný pohlavní dimorfismus - vlevo samice s potravou, vpravo samec odnášející trus.



Obrázek 37: : Spící samice při inkubaci, v hnízdě jsou patrné skořápky.



Obrázek 38: Samec krmící mláďata, třída Insecta, řád Lepidoptera.



Obrázek 39: Samec krmící mláďata, třída Arachnida, řád Araneae.



Obrázek 40: Mláďata žadonící o potravu.



Obrázek 41: Spící samice s mláďaty.



Obrázek 42: Samec čekající na trus mláděte.



Obrázek 43: První mládě vylétává z budky.



Obrázek 44: Samec předávající potravu mláděti, třída Insecta, čeleď Hymenoptera.







