

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Metody využívané ke studiu rodičovské péče u ptáků

Vendula Teichmannová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Biologie a environmentální výchova pro vzdělávání/Geografie pro
vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Beata Matysioková, Ph.D.

Olomouc 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Beaty Matysiokové, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Bibliografická identifikace:

Teichmannová V. 2022. Metody využívané ke studiu rodičovské péče u ptáků.

Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 57 s. 10 příloh. Česky

Abstrakt

V rámci této bakalářské práce byly v přehledové studii shrnuty metody využívané pro výzkum rodičovské péče u ptáků, které byly použity jak v minulosti, tak v dnešní době. Rodičovská péče u ptáků se dá zkoumat mnoha způsoby. V teoretické části byla věnována pozornost rodičovské péči obecně a poté rodičovské péči, která se vyskytuje u ptáků. Stěžejní částí bylo shrnutí poznatků o metodách výzkumu této péče. Byly zhodnoceny výhody a nevýhody jednotlivých metod. V rámci praktické části byly použity videokamery v kombinaci s teplotními datalogery (iButtony) pro výzkum rodičovské péče v době inkubace u sýkory koňadry (*Parus major*) a sýkory modřínky (*Cyanistes caeruleus*). Výsledky byly následně vyhodnoceny. Na závěry této práce lze navázat dalším výzkumem zahrnujícím kombinaci různých metod za účelem obdržení většího množství dat.

Klíčová slova: inkubace, rodičovská péče, metody výzkumu, sýkora koňadra, sýkora modřínka

Bibliographical identification:

Teichmannová V. 2022. Methods used in studies of parental care in birds.

Bachelor thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc. 57 pp. 10 Appendices. Czech

Abstract

In this bachelor thesis, a review study summarized the methods used for parental care research in birds, both in the past and in the present. Parental care in birds can be studied in many ways. In the theoretical section, attention was given to parental care in general and then to parental care as it occurs in birds. The central part was a summary of what is known about methods for researching this care. The advantages and disadvantages of each method were evaluated. In the practical part, video cameras in combination with temperature data loggers (iButtons) were used to investigate parental care during incubation in the Great Tit (*Parus major*) and Blue Tit (*Cyanistes caeruleus*). The results were subsequently evaluated. The findings of this work can be followed up with further research involving a combination of different methods to obtain more data.

Key words: incubation, parental care, methods of research, Great Tit, Blue Tit

Obsah

Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	x
Seznam příloh	xi
Poděkování	xii
1 Úvod	13
1.1. Rodičovská péče	13
1.1.1. Faktory ovlivňující rodičovskou péči.....	14
1.1.2. Formy rodičovské péče	14
1.1.3. Výhody rodičovské péče	15
1.1.4 Nevýhody/Náklady rodičovské péče.....	15
1.2. Rodičovská péče u ptáků	16
1.2.1. Výhody rodičovské péče u ptáků	18
1.2.2. Nevýhody rodičovské péče u ptáků	18
1.2.3. Inkubace	19
1.2.3.1. Parazitismus na mládřatech a kooperativní hnízdění	23
1.2.3.2. Ochrana mládřat.....	23
2 Cíle práce	25
3 Materiál a metody	26
3.1. Sýkora koňadra a sýkora modřinka.....	26
3.2. Záznam ovládaný spínačem (itograf).....	27
3.3. Snímače síly a fotoelektrické buňky	28
3.4. Bezdrátová zařízení citlivá na tlak	29
3.5. Fotografie a časosběrné kamery.....	30
3.6. Videokamery se záznamem v reálném čase.....	31
3.7. Pasivní integrované transpondérové štítky (PIT).....	31
3.8. Termočlánky, termistory v hnízdních kotlinkách, uvnitř vajec, telemetrické vejce	32
3.9. iButtony (teplotní dataloggery).....	33
3.10. Automatizované sledování návštěvnosti hnízda	35
3.11. Chytré hnízdní budky.....	35
4 Výsledky	37
4.1. Umístění budek na pozorování	37
4.2. Příprava na pozorování v terénu	37

4.3. Práce v terénu.....	38
4.4. Analýza videí a dat.....	39
5 Pedagogická část	42
6 Diskuse	43
7 Závěr	46
8 Seznam literatury	47
9 Přílohy	53

Seznam obrázků

Obrázek 1: Různé typy hnízdních nažin vyznačené černě; (A) křepel kalifornský (<i>Callipepla californica</i>), (B) potápka rudokrká (<i>Podiceps grisegena</i>), (C) strnadec bělokorunkatý (<i>Zonotrichia leucophrys</i>), (D) havran polní (<i>Corvus frugilegus</i>).....	20
Obrázek 2: Rozložení způsobů inkubace u 163 ptačích čeledí (upraveno podle Gill 2007)	21
Obrázek 3: Změny plazmatických koncentrací hormonu během dne na počátku inkubace. (Lea a Klandorf 2002+ citace dopsat na konci)	22
Obrázek 4: Způsoby změny hladiny cirkulace prolaktinu u ptáků (Smiley 2019)	23
Obrázek 5: Inkubační rytmus sýkory koňadry během času v závislosti na teplotě vzduchu (Gill 2007)	26
Obrázek 6: Záznamové zařízení zachycující data z budky (Kendeigh a Baldwin 1930)	28
Obrázek 7: Ukázka papírového záznamu inkubace (Kendeigh a Baldwin 1930).....	28
Obrázek 8: Umístění snímačů v hnízdní budce, na kterém je poté budováno hnízdo (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).....	29
Obrázek 9: Termovizní snímky zkoumající teplotu rodičů a vajec při inkubaci u druhu faeton žlutozobý (<i>Phaethon lepturus</i>) (Hart, Downs, a Brown 2016).....	30
Obrázek 10: Pasivní integrovaný transpondérový štítek (PIT) umístěný na pravé noze sýkory modřinky (vlevo) a přijímač, který je umístěn kolem otvoru do hnízda (vpravo) (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)	32
Obrázek 11: Telemetrické vejce s magnetometrem a citlivým senzorem na teplotu a umístění vejce do hnízda albatrose laysanského (<i>Phoebastria immutabilis</i>) (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)	33
Obrázek 12: iButton umístěný ve snůšce sýkory modřinky (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).....	34
Obrázek 13: Hnízdní budka s připojeným automatickým záznamníkem (Rose 2009).....	35
Obrázek 14: Chytrá hnízdní budka (Zárybnická et al. 2016)	36
Obrázek 15: Budka obsazená sýkorou.....	37
Obrázek 16: Teplotní datalogger iButton	37
Obrázek 17: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.17 během inkubace sýkory v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.	40
Obrázek 18: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.23 během inkubace sýkory v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.	41

Obrázek 19: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.3 během inkubace sýkory v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tři hodin natáčení. 41

Obrázek 20: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.4 během inkubace sýkory v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tři hodin natáčení. 42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Stav pozorovaných budek ze dne 28. 4. 2021	38
Tabulka 2: Stav pozorovaných budek ze dne 10. 5. 2021	38
Tabulka 3: Stav pozorovaných budek ze dne 12. 5. 2021	39

Seznam příloh

Příloha 1: Zaznamenané informace budky č. 3 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora modřínka).....	53
Příloha 2: Zaznamenané informace budky č. 4 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora koňadra)	53
Příloha 3: Zaznamenané informace budky č. 8 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora koňadra)	53
Příloha 4: Zaznamenané informace budky č. 17 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)	54
Příloha 5: Zaznamenané informace budky č. 23 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)	54
Příloha 6: Zaznamenané informace budky č. 30 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)	54
Příloha 7: Samec sýkory přilétává k hnízdu	55
Příloha 8: Samec sýkory na budce	55
Příloha 9: Pracovní list na téma Ptáci	56
Příloha 10: Vypracovaný pracovní list	57

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Mgr. Beatě Matysiokové, Ph.D. za vedení, rady, odborný dohled v praktické části, trpělivost a čas, který mi věnovala. Zároveň bych ráda poděkovala doc. Vladimíru Remešovi, Ph.D. za zapůjčení videokamer a doc. Miloši Kristovi, Ph.D. za zapůjčení teplotních dataloggerů.

1 Úvod

1.1. Rodičovská péče

Rodičovskou péčí lze definovat jako jakýkoliv rodičovský rys, ať už behaviorální nebo ne-behaviorální, který zvyšuje fitness potomků. Zahrnuté jsou zde rodičovské výdaje, jako je čas, energie či fyziologické kapacity, na péči o potomstvo. Běžně se předpokládá, že péče o potomstvo snižuje přežití rodičů (Williams 2018). Rodiče většiny zvířat, zvláště pak u větší části bezobratlých, neposkytují svým potomkům žádnou rodičovskou péči kromě počátečního zdroje výživy do doby, než jsou potomci schopni se o sebe plně postarat. Přesto rodiče některých živočichů vynakládají velké úsilí, aby zvýšili přežití svých potomků. Mohou chránit již narozená mláďata před predátory či nedostatkem potravy nebo dosud nevylíhnutá vejce před poškozením (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012).

Předpokládá se, že se rodičovská péče vyvinula opakovaně a mnohokrát. Výsledky Kluga a Bonsalla (2010) naznačují, že rodičovská péče se může vyvinout za různých životních podmínek. Rodičovská péče může být minimální nebo dlouhodobá (Gill 2007). Péčí jsou známí zvláště savci a ptáci, u nichž se jeden nebo oba rodiče starají o potomky. Zahrnuje to například ochranu potomků a jejich výživu, obranu proti predátorům či parazitům a v neposlední řadě také zásobování mláďat potravou, mlékem apod. po narození nebo vylíhnutí (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012).

U obratlovců se vyskytuje převážně péče ze strany samic (asi v 90 % čeledí) a občasná je péče obou rodičů (asi 10 %). U ptáků se vyskytuje především péče obou rodičů, kde pouze samičí rodičovská péče je vzácná (asi 8 %) a samčí ještě vzácnější (asi 2 %) (Gross 2005). Méně známé příklady rodičovské péče se vyskytují u plazů, obojživelníků nebo ryb. Někteří z nich poskytují podobnou péči jako savci či ptáci, jako je poskytování potravy pro vylíhnuté potomky. Naopak u některých druhů obojživelníků či ryb je role rodičovské péče o něco jednodušší. Zahrnuje např. pouze péči o vajíčka až do jejich vylíhnutí (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012). U ryb většina druhů neposkytuje svým mláďatům vůbec žádnou rodičovskou péči. Z těch druhů ryb, které se starají o potomky (asi 20 % čeledí), vykazují samci péči v asi 50 % a samice v 30 %. Oba rodiče se poté starají o mláďata v asi 20 % (Gross a Sargent 1985). Diverzita rodičovské péče mezi těmito skupinami je cenná jako další studie pro zkoumání její evoluce (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012). Není pochyb o tom, že rozmanitost rodičovské péče je

obrovská, od minimální péče (například náhodné hlídání vajíček vylíhnutých v pářících se teritoriích; Echelle 1973) až po extrémní mateřskou péči, která často vede k úmrtí rodiče (například obětavá péče u pavouků; Evans 1998). Dosud však žádná studie neurčila nejobecnější podmínky (jako úmrtnost, reprodukční rychlost apod.), které by pravděpodobně podporovaly evoluci rodičovské péče (Klug a Bonsall 2010).

1.1.1. Faktory ovlivňující rodičovskou péči

Podle Grosse (2005) existují čtyři hlavní faktory, které ovlivňují výši rodičovské péče. Jedná se o velikost vrhu, předchozí rodičovské investice, genetická příbuznost a budoucí příležitosti k páření. Co se týče velikosti vrhu, tak pro počet potomků, kterému je poskytována péče, jsou potřeba velké rodičovské investice (Gross 2005). Mnoho výzkumníků zjistilo, že pokud porovnáme dvě skupiny rodičů, kteří mají stejnou velikost snůšky, bude se rodičovská péče v těchto dvou případech lišit. Jedna skupina v minulosti vynaložila větší výdaje na péči o potomky než ta druhá, a proto první skupina rodičů bude pracovat na obranu svého potomstva více než ta druhá. Typickým příkladem jsou ryby (Gross a Sargent 1985). Důležitým faktorem ovlivňující rodičovskou péči je také počet potenciálních příležitostí k páření, zejména u samců (Gross 2005).

1.1.2. Formy rodičovské péče

Stavba hnízda je běžnou formou péče u obratlovců i bezobratlých. Nejjednodušší forma stavby hnízda se vyskytuje u suchozemských plžů, kteří zahrabávají svá vejce pod povrch substrátu. Tento způsob formování hnízda lze pozorovat rovněž v případě lososovitých ryb, jejichž vajíčka jsou také zakryta substrátem. Za složitější stavby hnízda se považuje použití materiálů, které živočichové naleznou v okolním prostředí. Zmínit lze bahno, které je velkou součástí stavby hnízda u vlaštovek rodu *Hirundo*, využívání rostlinných materiálů, materiálů vyrobených rodiči, jako je hedvábí, nebo slizu, který je používán ke stavbě bublinových hnízd. Jiní živočichové si staví hnízdní nory. Patří mezi ně například ledňáček říční (*Alcedo atthis*). Stavba hnízd a nor napomáhá rodičům ukrývat svá mláďata před predátory či nebezpečím z vnějšího prostředí (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012).

Rodiče hnízda navštěvují především z důvodů biologických nebo environmentálních. U ptáků je přítomnost rodičů na vejcích spojena s inkubací. Inkubace ptáků je vždy doprovázena vývojem snůšky, který zvyšuje přenos tepla od rodičů. Inkubace se nevyskytuje pouze u ptáků, dá se pozorovat rovněž u hadů, jako je krajta

královská (*Python regius*), kde inkubace zabraňuje vysychání vajec (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012). Jako formu rodičovské péče může být považováno i opuštění potomků nebo tzv. filiální (synovský) kanibalismus, kdy dospělý jedinec nějakého druhu požírá část nebo všechny potomky svého vlastního druhu a tím ovlivňuje hustotu této populace (Davenport, Bonsall, a Klug 2019). Nošení potomků je také forma rodičovské péče, kdy rodiče nosí své potomky po vylíhnutí nebo narození. Některé druhy, jako například čeled' koalovitých (*Phascolarctidae*) své potomky nosí zvenčí na těle, jiné, jako například vačnatci ve vnitřně specializovaných vacích (Royle, Smiseth, a Kölliker 2012).

1.1.3. Výhody rodičovské péče

Rodičovská péče je pro rodiče prospěšná, pokud zvyšuje přežití, kvalitu nebo růst potomstva (Clutton-Brock 1991; Royle, Smiseth, a Kölliker 2012). Může mít dlouhodobý vliv po celou dobu života potomka. Výhody péče se mohou projevit až po jejím ukončení (Alonso-Alvarez a Velando 2012). Existují čtyři obecné typy výhod rodičovské péče. Za prvé, rodiče mohou zvýšit přežití potomků ve fázi, kdy jsou rodiče a mláďata spolu. Do této skupiny patří ochrana před predátory, parazity, obranné chování, zvýšená ostražitost, nošení mláďat, poplašné volání či hlídání samce (Klug a Bonsall 2014).

Za druhé, rodičovská péče může zlepšit určité aspekty kvality potomstva, když už nejsou s rodiči v těsné blízkosti (Klug a Bonsall 2014). Příkladem může být čikarí červený (*Tamiasciurus hudsonicus*), který si před pářením ukládá potravu a poskytuje ji svým potomkům při osamostatnění (Boutin, Larsen, a Berteaux 2000). Za třetí, pokud rodiče a potomci zůstávají v těsném kontaktu až do dospělosti, mohou rodiče přímo zvýšit reprodukční úspěšnost svých potomků (Klug a Bonsall 2014). Jako příklad je uveden kočkodan červozelený (*Chlorocebus pygerythrus*). Samice tohoto rodu, které zůstávají se svými matkami, mají vyšší reprodukční úspěšnost než ty samice, které s nimi nezůstávají (Fairbanks a McGuire 1986). Čtvrtá výhoda zahrnuje rodičovskou kontrolu nad rychlostí vývoje potomstva, což zvyšuje jejich celkové přežití nebo reprodukční úspěšnost (Klug a Bonsall 2014). Například samičky pavouka lepovky (*Scytodes*) přenášející vajíčka, upravují dobu líhnutí vajíček v reakci na hrozbu predace (Li 2002).

1.1.4 Nevýhody/Náklady rodičovské péče

Je obvyklé, že rodiče převádějí náklady rodičovské péče na své potomky. Když rodiče opouštějí mláďata nebo zmenšují poskytovanou péči, tak rodiče ztrácí pouze potenciální

výhody v budoucnu (Clutton-Brock 1991). Kvůli rozmanitosti je obtížné klasifikovat náklady na rodičovskou péči. Dělíme je především na fyziologické a nefyziologické náklady. Nefyziologické náklady souvisí především se získáváním zdrojů z prostředí, naopak fyziologické jsou většinou spojeny s alokací (přidělením) zdrojů (Alonso-Alvarez a Velando 2012). Rodičovská péče se často vyskytuje společně s chováním rodičů jako je opouštění potomků nebo kanibalismus (Davenport, Bonsall, a Klug 2019). Zvýšení nákladů na produkci potomstva také způsobuje, že dospělí jedinci, kteří nemají závislá mláďata, zvyšují své energetické zásoby na vyšší úroveň, než se pustí do hledání nového partnera (Balshine a kol. 2002).

Rodičovská péče může zvyšovat riziko predace a ta snižuje zdatnost. Příklady zvýšení rizika predace v důsledku rodičovských aktivit jsou běžné zejména u bezobratlých živočichů (Alonso-Alvarez a Velando 2012). Rodiče mohou také utrpět zranění při ochraně svých reprodukčních investic (Alonso-Alvarez a Velando 2012). Změny energetického faktoru (jako denní náklady na péči nebo podmínky krmení) mohou vést ke zvýšení nebo snížení délky péče. Je zajímavé, že zvýšení denních energetických nákladů na rodičovskou péči vede ke zkrácení doby trvání péče (Balshine a kol. 2002). Zvýšení výdeje energie během rodičovské péče je významné zejména u živočichů (Speakman 2001). Péče rodičů může vést k vyčerpání energetických zásob, a to následně vede k fyziologickému stresu, který může být vyvolán dalšími stresory prostředí (Wingfield a Sapolsky 2003).

1.2. Rodičovská péče u ptáků

S výjimkou parazitických druhů, které kladou vejce do hnízd jiných ptáků, poskytují téměř všichni ptáci po snesení vajec nějakou formu rodičovské péče (Ketterson a Nolan 1994). U mnoha druhů vyžaduje výchova mláďat velké úsilí dvou nebo více rodičů. Samci a samice se mohou o rodičovské úsilí dělit rovnoměrně nebo nerovnoměrně (Gill 2007). Ve více než 90 % u ptačích druhů se oba rodiče podílejí na péči o vejce a své potomky (Wesolowski 1994). U ptáků je přibližně u 90-95 % druhů přítomna biparentální (starají se oba rodiče) péče o mláďata po vylíhnutí. Pouze samičí péče o potomky se vyskytuje přibližně u 5 % druhů a pouze samčí péče přibližně u 1-2 % druhů.

Samci a samice se společně mohou podílet na stavbě hnízda, inkubaci vajec, krmení a také následně ochraně mláďat (Liker a kol. 2015; Zilkha, Scott, a Kimchi 2017). Rodičovská péče u samců je u ptáků mnohem rozsáhlejší než u kterékoliv jiné skupiny

obratlovců. Například z dvanáctileté studie rodičovského chování samců u strnadce zimního (*Junco hyemalis*) vyplývá, že tento druh zpěvného ptáka chrání a krmí své potomky, ale na druhou stranu ostatní formy rodičovského chování přenechává výhradně samicím. Je zvláštní, že samci ptáků často pečují o potomky, kteří s nimi nejsou geneticky spjati. Celkově jsou samci, kteří pomáhají s péčí o potomky, svým vnějším vzhledem více podobní samicím (Ketterson a Nolan 1994).

Na rodičovskou péči má významný vliv prostředí, které zahrnuje prostorové a časové výkyvy abiotických a biotických faktorů (například dostupnost potravy nebo povětrnostní podmínky) (Kavelaars, Lens, a Müller 2019). Sociální monogamie s biparentální péčí je známá jako nejběžnější model párování mezi žijícími ptáky. U ostatních taxonů je tento model vzácný nebo se nevyskytuje vůbec (Clutton-Brock 1991). Na základě fylogeneze, kde pěvci tvoří nejstarší ptačí řád, vyvozují Tullber a kol. (2002), že u současných ptáků dochází k přechodu od péče samicím k péči biparentální. Na rozdíl od minulosti, kdy u archosauřího předka byla péče pouze samicím.

Existují dvě fáze rodičovské péče, které se dají dobře studovat. Jedná se o inkubaci a péči po vylíhnutí. Zahřívání mládřat a ochrana pře přehřátím patří také mezi důležité aspekty rodičovského chování. Samice musejí zahřívát nekrmivá mládřata ihned po vylíhnutí, protože nemají ještě úplně zdokonalenou termoregulaci. Regulace u nekrmivých mládřat je skoro na maximum již po prvním týdnu. Naopak u krmivých ptáků se termoregulace objevuje pouze v malém množství (Veselovský 2001). Při ochraně mládřat útočí jak malé, tak velké druhy ptáků. Některé mohou člověka přímo napadnout, jiní pouze znepríjemní život, např. shazováním trusu na nepřítele. Vyskytují se také případy, kdy se rodiče vydávají za zraněné (kulhání, tahání křídla za sebou) a tím poskytnout svým mládřatům dostatečný čas na úkryt (Veselovský 2001; Riechert a Becker 2017).

Co jednou začne, musí také skončit. Jinak tomu není ani u rodičovské péče. U některých ptáků je ukončení rodičovské péče snadné. Příkladem mohou být mládřata rorýsů, která vyletí z hnízda hned, jakmile tam nejsou přítomni jejich rodiče. Naopak většina ptáků to tak jednoduché nemá. Jejich mládřata musejí být z hnízda vypuzována a přemlouvána, aby opustila hnízdo. Zajímavé je ukončení rodičovské péče u papoušků rodu *Forpus*. Jejich samice se totiž po prvním týdnu už o mládřata nestarají a probíhá u nich další kopulace. Narůstající agresivita rodičů vypudí mládřata z hnízda a rodiče se

zabývají již dalším hnízděním (Veselovský 2001). Ne moc příznivé je také záměrně usmrcování svých potomků tzv. infanticida (Gill 2007).

1.2.1. Výhody rodičovské péče u ptáků

Rodiče mohou zvyšovat přežití svých mláďat. Často k tomu patří jejich ochrana před predátory nebo usnadnění jejich života, třeba u krmení. Jako příklad poslouží ochrana mláďat oběma rodiči před predátory u sojky zlověstné (*Perisoreus infaustus*, Griesser 2003). Příkladem zásobování nebo přípravy potravy jsou rodiče sýkory koňadry, kteří připravují potravu pro své potomky, což pravděpodobně usnadňuje požití a následné trávení potravy (Barba, López, a Gil-Delgado 1996). Přítomnost otce na hnízdě u sýkory koňadry zvyšuje také imunitní funkci potomků a pravděpodobnost jejich rozmnožování v následujícím roce (Tinne, Rianne, a Marcel 2005).

Při výzkumu u ptáků se zjistilo, že experimentální snížení cirkulačního prolaktinu inhibuje inkubaci a vede k vyhnízdění, zatímco experimentální zvýšení tohoto hormonu zvýhodňuje inkubační chování (Alonso-Alvarez a Velando 2012). Existují také pouze samčí výhody rodičovské péče u ptáků. Jedná se například o vyšší míru přežití potomků (Burley a Johnson 2002). Různé studie naznačují, že změna klimatu ovlivňuje jak náklady na péči (jako třeba energii, kterou rodiče vynakládají na výchovu mláďat), tak přínosy rodičovské péče (jako lepší přežití a přírůstek mláďat) (Clutton-Brock 1991; Bonsall a Klug 2011).

Klimatické podmínky také ovlivňují závislost mláďat na péči, která se zvyšuje především v extrémně chladném nebo horkém podnebí nebo pokud je nedostatek zdrojů potravy (Vincze a kol. 2017). Rodičovská ochrana podstatně zlepšuje přežívání potomků v těchto drsných podmínkách, na rozdíl od podmínek příznivějších (Clutton-Brock 1991; Bonsall a Klug 2011).

1.2.2. Nevýhody rodičovské péče u ptáků

Vysoká úroveň rodičovské péče má negativní účinky na fyziologický stav rodičů, který je spojen se sníženou budoucí plodností a jejich přežitím. Jedná se o nejnákladnější fázi reprodukce, kde existuje optimální pracovní kapacita, po jejímž překročení se u zvířat snižuje kondice a trpí fyzickou únavou, která v důsledku vede ke zvýšené úmrtnosti (Williams 2018). Například Caro a kol. (2016) uvádějí, že produkce potomstva představuje energeticky nejnáročnější fázi v životě zvířete. Podobně Riechert a Becker

(2017) zopakovali tvrzení že odchov a výchova mláďat je často považován za nejnáročnější fázi reprodukce. U některých altriciálních druhů ptáků opouštějí mláďata hnízdo mnohem dříve, než jsou fyziologicky zralá a rodičovská péče, která zahrnuje především hledání potravy, může představovat velmi malou část celkové doby rodičovské péče (Adams, Skagen, a Adams 2001; Remeš a Matysioková 2016). Aby se rodiče vyvarovali větší fyziologické zátěži a s tím spojené jejich případné úmrtí, rozmnožuje se většina ptáků na jaře a začátkem léta právě kvůli sezónnímu nárustu potravy. Rodiče poté nejsou ve stresu z důvodu nedostatku potravy (Williams 2018). U ptáků mohou tukové zásoby potřebné k produkci vajec zhoršovat letovou schopnost, čímž se zvyšuje riziko predace (Witter a Cuthill 1993).

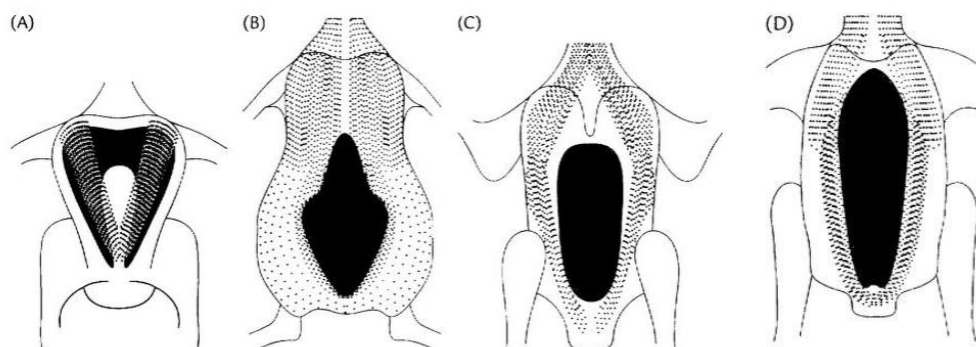
U druhů s biparentální péčí obstarávají oba rodiče náklady na péči individuálně, avšak o celkové výhody se dělí společně. Proto je v zájmu obou rodičů, aby jejich partner poskytoval více péče než oni sami (Kavelaars, Lens, a Müller 2019). Je známo, že změna teploty může ovlivňovat energetické náklady na rodičovskou péči (například obstarávání potravy nebo vyvádění mláďat, a tím i přežívání rodičů; Bonsall a Klug 2011).

1.2.3. Inkubace

Jedná se o nejčastější formu rodičovské péče u ptáků (Deeming 2002). Péče nejprve o vajíčka a poté o mláďata vyžaduje velké množství času a energie, často od obou pohlaví (Gill 2007; Moreau a kol. 2018). Pro zajištění efektivní inkubace bylo nejdříve potřeba vývoje endotermie dospělých jedinců. Burley a Johnson (2002) se domnívají, že před vývinem metabolismu, který umožňuje inkubaci při teplotách vyšších než jsou v okolí, se u dospělých jedinců dříve vyvinula povrchová hnízda. Je dost možné, že si samice osvojily behaviorální adaptace, jako je například zakrývání vajec vegetací pro úkryt před predátory. Avšak jednodušší možností je, že se povrchová hnízda vyvinula až poté, co se začala vyvíjet endotermie u samic (Burley a Johnson 2002). Úkolem rodičů je zvýšit úspěšnost líhnutí vajec tím, že po dobu sedmi týdnů opakovaně kontrolují prostředí, v němž se vajíčka nacházejí (Deeming 2002).

Při inkubaci dochází k předávání tepla rodičem zárodkům pomocí hnízdních nažin (Veselovský 2001). V závislosti na druhu, buď hnízdící samec, samice nebo oba inkubují vejce, aby je udrželi v teple. Většinou inkubujících ptáků se vytvoří tzv. hnízdní nažiny (Obrázek 1). Jde o malé oblasti na břicho, které jsou vyplněné mnoha cévami, které přenášejí teplo do vajíček (Smiley 2019). Hnízdní nažiny se vyvíjejí těsně před inkubační

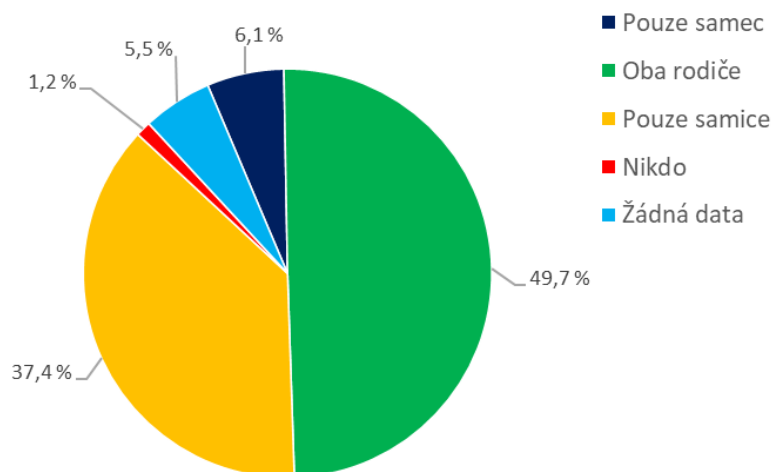
dobou. Pokud inkubují oba rodiče, pak se nažiny vyvíjejí u obou pohlaví. Existují druhy ptáků, kterým chybí tyto hnízdní nažiny. U některých ptáků, jako jsou polyandrické druhy (například některé druhy lyskonohů), se vyvíjejí hnízdní nažiny pouze u samců a ti také potom inkubují vejce (Veselovský 2001).



Obrázek 1: Různé typy hnízdních nažin vyznačené černě; (A) křepel kalifornský (*Callipepla californica*), (B) potápka rudokrká (*Podiceps grisegena*), (C) strnavec bělokorunkatý (*Zonotrichia leucophrys*), (D) havran polní (*Corvus frugilegus*)

Výchova mláďat je jedním z energeticky nejnáročnějších období ročního cyklu rodičů (Gill 2007). Kromě lyskonohů existují i další příklady, kdy inkubují pouze samci. Najdeme je u běžců, jako jsou nanduové či emuové. Co se týče pěvců, tak v inkubaci se většinou střídají oba rodiče v intervalech dlouhých asi jedna hodina, ale někteří mohou inkubovat i v mnohem delších časových úsecích (Veselovský 2001). Zvýšené energetické výdaje, které jsou nutné k termoregulaci při nízkých teplotách nebo k zateplení větších snůšek vajec, jsou pro inkubující rodiče velmi náročné (Gill 2007).

Téměř u všech druhů ptáků inkubuje jeden z rodičů (nebo oba) vejce několik týdnů, v některých případech i více než dva měsíce (Deeming 2002). Ve většině ptačích čeledí inkubují obě pohlaví. Z výzkumu inkubace u 163 ptačích čeledí samice sama inkubuje v přibližně 37 procentech a samec pouze v 6 procentech čeledí. Přibližně v polovině čeledí inkubují oba rodiče, asi u 49 % (Obrázek 2; Gill 2007).

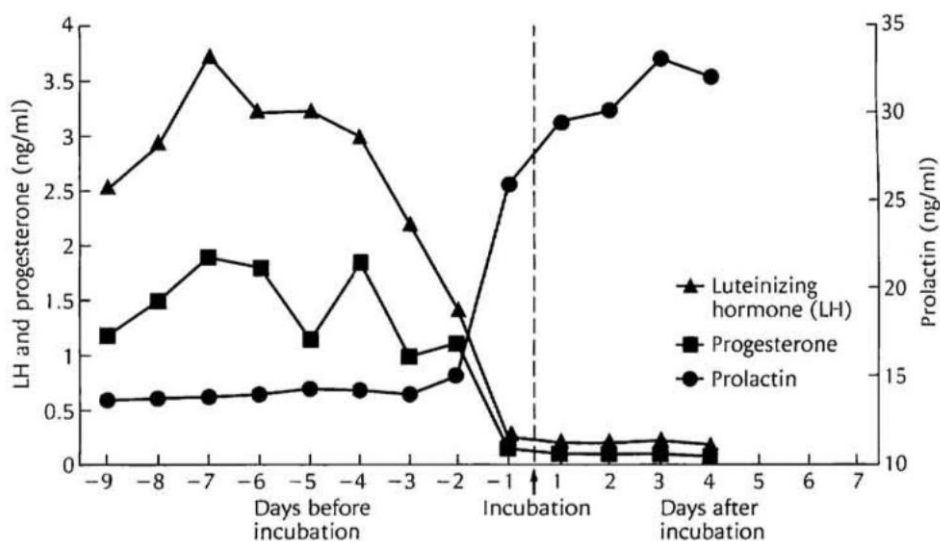


Obrázek 2: Rozložení způsobů inkubace u 163 ptačích čeledí (upraveno podle Gill 2007)

Různé druhy ptáků inkubují jinou dobu v závislosti na jejich velikosti nebo způsobu života. Mezi ptáky s nejkratší dobou inkubace patří malí pěvci, kteří sedí na vejcích přibližně 10-12 dní, zatímco nejdelší inkubace je známá u albatrosů, jejichž doba sezení na vejcích se pohybuje kolem 80-95 dnů (Veselovský 2001). Inkubační rodiče udržují teplotu vajec tím, že je otáčejí a zahřívají, respektive ochlazují v chladném nebo horkém klimatu (Deeming 2002; Yen a kol. 2021). V chladu vejce udržují hlavně ptáci, kteří hnízdí na horkých místech. Teplota rychle stoupá na smrtelnou úroveň u nechráněných vajec. Zastínění vajec se považuje za důležitou součást inkubačního chování. Naopak při přímém vystavení vajec slunci, hrozí potenciální zánik i celých hnízdních kolonií (Gill 2007).

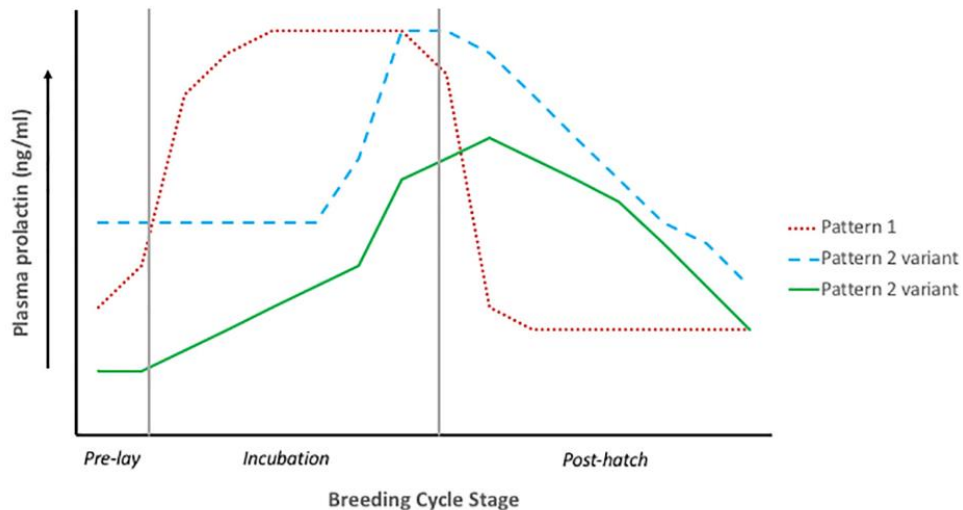
Okolní teplota má významný vliv na inkubaci u ptáků hnízdicích na zemi, protože jejich vejce a rodiče, kteří inkubují, nejsou chráněni před extrémními teplotami (Deeming 2002; AlRashidi a kol. 2011). Ideální teploty pro inkubaci jsou kolem 2-3 °C pod normální tělesnou teplotou inkubujících rodičů, což je kolem 37 do 39 °C. U jednotlivých druhů ptáků je to odlišné. Riziko nastává také v případě, že se teplota zvýší nad 42 °C nebo sníží pod 30 °C. V případě zvýšení teploty nad optimální hranici dojde k úhynu zárodků, naopak u snížení teploty dojde k zastavení jeho vývinu (Veselovský 2001; Gill 2007).

Zapojení samců do rodičovské péče během inkubace je obvykle méně výrazné než u samic. Samci inkubují spíše v noci, zatímco samice inkubují většinou po celý den. (Vincze a kol. 2017). Hormon prolaktin zprostředkovává inkubační chování ptáků. Hladina tohoto hormonu, který cirkuluje v krvi, prudce stoupá den před začátkem inkubace (Obrázek 3; Gill 2007). U několika málo druhů, u nichž inkubují pouze samci, je hladina hormonu prolaktinu vyšší u samců než u samic. Pokud inkubují obě pohlaví, mají zvýšený prolaktin oba rodiče, a pokud inkubuje pouze samice, často vykazuje zvýšenou hodnotu prolaktinu pouze ona (Ketterson a Nolan 1994).



Obrázek 3: Změny plazmatických koncentrací hormonu během dne na počátku inkubace

Mohou existovat tři způsoby změn hladiny v cirkulaci prolaktinu, jež jsou pozorovány u ptáků. Ptáci, kterým se líhnou prekociální mláďata, mají vysokou hladinu tohoto hormonu bezprostředně po snesení vajec, ale po jejich vylíhnutí hladina prolaktinu klesá (Obrázek 4, červená přerušovaná čára). U ostatních druhů ptáků, kteří líhnou své potomky, dochází v průběhu inkubace k postupnému nárůstu prolaktinu (Obrázek 4, plná zelená čára) nebo k nárůstu tohoto hormonu v polovině inkubace (Obrázek 4, přerušovaná modrá čára; Smiley 2019).



Obrázek 4: Způsoby změny hladiny cirkulace prolaktinu u ptáků (Smiley 2019)

1.2.3.1. Parazitismus na mlád'atech a kooperativní hníždění

U části ptáků s biparentální péčí je častá také kooperativní rodičovská péče (Remeš a kol. 2015; Smiley 2019). Kooperativní hníždění se vyvíjí hlavně v podmínkách, kde jsou nějaké ekologické omezení (například nedostatek hnízdních teritorií). To poté brání mladým ptákům v samostatném hníždění. V tomto typu hníždění si ptáci pomáhají navzájem vychovávat i další mlád'ata než jenom ty své. Tím zvyšují své vlastní šance na rozmnožování třeba poděděním teritoria (Gill 2007; AlRashidi a kol. 2011; Vincze a kol. 2017). Na úplně druhé straně spektra rodičovských strategií je poté hnízdní parazitismus (Gill 2007; Birkhead a kol. 2011).

Některé druhy ptáků sami vejce vůbec neinkubují. Inkubaci ponechávají na jiných ptácích tím, že kladou vejce do jejich hnízd, což je známé jako parazitismus na mlád'atech. Přenechávají tím veškeré své rodičovské povinnosti náhradním rodičům (Cockburn 2006). Určité nároky rodičovské péče přímo vybízejí k „podvádění.“ Parazitismus na snůšce u jiných ptáků je známý jako běžná forma „podvodu.“ Jedná se o skryté přidávání vajec do hnízda jiné samice a tím umožňuje dané samici zvýšit počet nakladených vajec a zároveň se nezvýší její náklady na rodičovskou péči (Gill 2007).

1.2.3.2. Ochrana mlád'at

Inkubace je důležitým procesem pro všechny druhy ptáků, a proto vynakládají nemalé úsilí k ochraně svých potomků před predátory. Rodiče své potomky chrání různými způsoby. Mohou snůšky překrývat jemným prachem, vytrhaného z břicha, jako to dělají

samice kachen, dále například potápky překrývají vajíčka rostlinami nebo ostnáci pokryjí snůšku pískem (Veselovský 2001).

Někteří ptáci nepoužívají svá těla pro zahřívání mláďat a vyvinuli si jiný systém inkubace. Malý počet ptáků také zahrabává svá vejce pod zem a využívá geotermální teplo, čímž nemusejí tyto druhy inkubovat (Cockburn 2006). Známí jsou ptáci z čeledě tabonovitých, kteří na svých vejcích nesedí, pouze zahrabávají svá vejce pod vybudované hnízdo a využívají tím zdroje vnějšího tepla. Regulace inkubační teploty vychází buď z manipulace samotných ptáků nebo z tepelné stability hnízda (Gill 2007).

2 Cíle práce

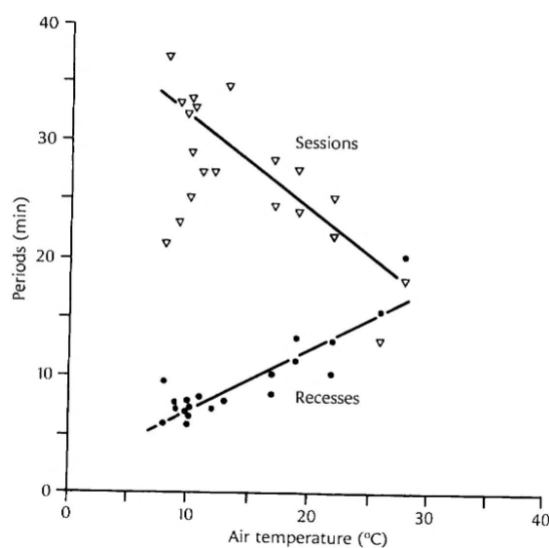
Hlavním cílem teoretické části bakalářské práce bylo napsat přehledovou studii metod, které se používaly nebo jsou používány na výzkum rodičovské péče u ptáků především v době inkubace. Cílem praktické části bylo zaznamenání a analyzování inkubačního chování sýkory modřinky a sýkory koňadry pomocí videokamer a teplotních dataloggerů.

3 Materiál a metody

3.1. Sýkora koňadra a sýkora modřinka

U sýkor čeledi *Paridae* staví hnízda pouze samice (Veselovský 2001). Sýkory mají velký počet vajec, která kladou do stromových dutin. Počet vajec závisí také na postupujícím hnízdění, protože klesají s probíhající sezónou. U sýkor hnízdí sezóna končí kolem května až června. Během května jsou totiž nejvhodnější podmínky (Veselovský 2001).

Sýkora koňadra dosahuje velikosti kolem 13,5–15 cm (Singer 2008). V ČR se tento druh sýkory vyskytuje nejvíce. Jejím hnízdištěm jsou všechny typy lesa, hnízdí také v parcích nebo zahradách. Hnízdí dvakrát ročně kolem dubna až června. Jejich hnízdo se většinou skládá z mechu, různého rostlinného materiálu nebo kousky srsti a chmýří. Sýkory si většinou své hnízda staví v durinách stromů, ve zdech nebo často také v ptačích budkách (Singer 2008; Formánek 2017). Sýkory koňadry snáší kolem 8-16 vajec, která se jsou bílá s červenohnědými skvrnami koncentrující se spíše na jednu konci vejce. Co se týče inkubace, tak na vejcích sedí pouze samice kolem 12–17 dnů. Na rozdíl od inkubace se krmení mláďat účastní oba rodiče (Formánek 2017). Inkubace u sýkory koňadry je zajímavá, protože její inkubační rytmus souvisí přímo s teplotou vzduchu v dutině. Doba, kterou sedí sýkora na vejcích (sessions) se zkracuje, zatímco doba, kdy není sýkora na vejcích (recesses) se prodlužuje, pokud je vzduch teplejší (Obrázek 5; Gill 2007). Při opuštění hnízda samice chrání svá vajíčka tím, že je zakryje materiálem, který tvoří hnízdo (Singer 2008; Formánek 2017).

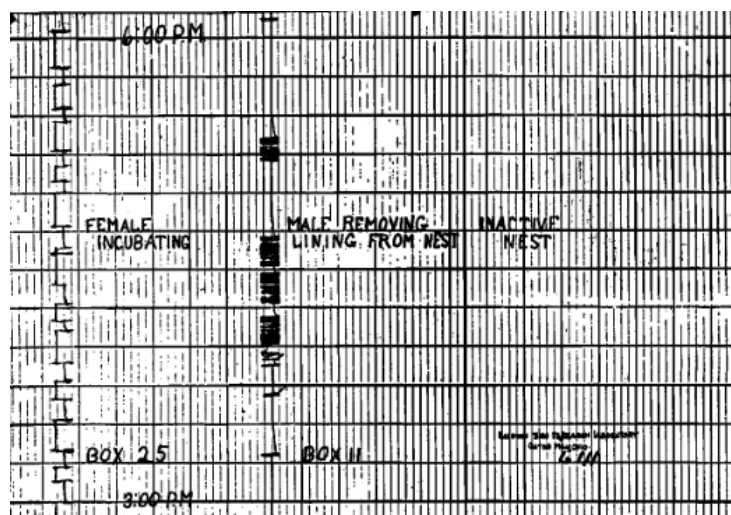


Obrázek 5: Inkubační rytmus sýkory koňadry během času v závislosti na teplotě vzduchu (Gill 2007)

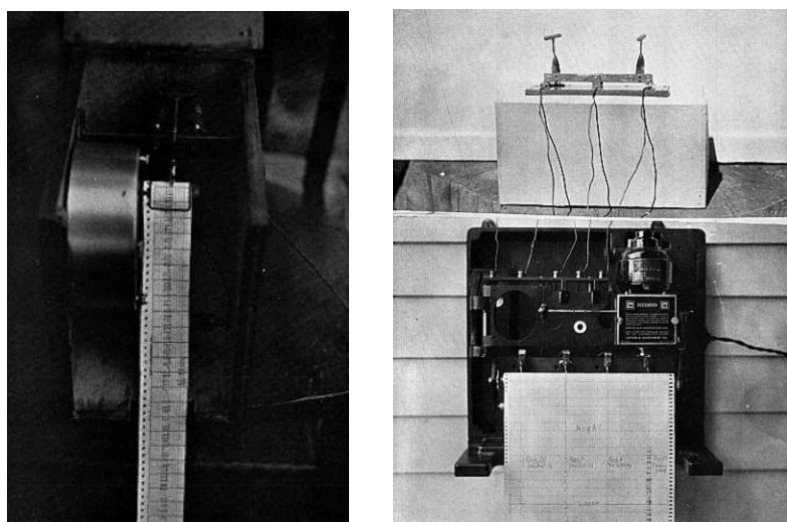
Sýkora modřinka dosahuje velikosti kolem 10,5–12 cm (Singer 2008). Jedná se o menší druh sýkory, než je sýkora koňadra. Jejím hnízdištěm jsou především opadavé nebo smíšené lesy, hnízdí také v parcích a zahradách. Stejně jako sýkora koňadra i sýkora modřinka hnízdí dvakrát ročně během dubna až června. Hnízdo si staví z rostlinného materiálu, chmýří, srsti, chlupů a mechu. Jejich hnízda se nacházejí opět v dutinách stromů, ptačích budkách, ale jsou také známy příklady, kdy zahnízdili v poštovních schránkách. Sýkory modřinky snášejí obvykle 7–12 vajec a samice inkubuje kolem 13-15 dnů. Pokud jsou optimální podmínky tak může naklást až 19 vajec. Mláďata jsou opět krmena oběma rodiči a hnízdo bývá zakrýváno samicí při jejím odletu (Singer 2008; Formánek 2017).

3.2. Záznam ovládaný spínačem (itograf)

Tyto spínače fungují na takovém principu, že když pták přiletí nebo odletí z hnízda, tak přistane na spínači, který uzavře elektrický obvod a tím se aktivuje záznamové zařízení jménem potenciometr pořizující záznam, který vypadá jako detekční papírky podobné jako záznam u seismografu (Obrázek 6; Kendeigh a Baldwin 1930). Tyhle záznamové potenciometry jsou ovládané elektrickým proudem a projde jím asi 91 cm záznamového papíru, na který je perem prováděn záznam (Obrázek 7; Kendeigh a Baldwin 1930). První spínače, které byly použity u střízlíka zahradního (*Troglodytes aedon*; Kendeigh a Baldwin 1930), napomohli k získání informací ohledně chování tohoto ptáka během inkubace. Tato metoda umožnila vědcům získat informace o času a také směru pohybu ptáků, pomocí kterých poté vyhodnotili průběh inkubace. Tímto lze studovat nejenom ptáky, kteří hnízdí v dutinách stromů, ale také ty, kteří hnízdí na otevřených hnízdech (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Důležité také je, aby spínače a větve okolo, byly umístěny tak, aby ptáci spustili spínač pokaždé, co navštíví hnízdo nebo z něho odletí (Kendeigh a Baldwin 1930). Výhodou této metody zaznamenávání je, že je přesná, lze ji vykonávat nepřetržitě ve dne i v noci a je tím pádem časově nenáročná (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Tyto spínače lze také snadno umístit do všech druhů hnízd, a tudíž se dá zjistit přesná doba, po kterou rodiče inkubují svá vejce. Nevýhodou této metody je, že přístroj nezaznamenává rodiče při krmení, protože se nevyskytují delší dobu na hnízdě (Kendeigh a Baldwin 1930).



Obrázek 6: Záznamové zařízení zachycující data z budky (Kendeigh a Baldwin 1930)



Obrázek 7: Ukázka papírového záznamu inkubace (Kendeigh a Baldwin 1930)

3.3. Snímače síly a fotoelektrické buňky

První metodou, která používá snímače síly není tak invazivní oproti ostatním metodám, jelikož se do hnízda nezavádí žádné předměty během inkubace. Tato metoda je založena na umístění snímačů na malou plošinu do hnízdní budky ještě před zahájením inkubace (Obrázek 8). Na této plošině si poté ptáci staví své hnízda. Data jsou poté zjišťována pomocí tohoto detektoru, který měří sílu na hnízdě, ať už je pták na hnízdě přítomen nebo nikoliv. Tento zátěžový snímač síly je připojen k záznamníku dat, který je umístěn mimo hnízdo (Mallory a Weatherhead 1993; Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Snímače jsou účinné a lze je požit za všech klimatických podmínek. Nevýhodou je jejich vysoká pořizovací cena a náročnost na energii (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).

Co se týče fotoelektrických buněk, tak tato metoda funguje na principu přerušení paprsku světla, který je většinou nasměrován přes vchod do hnízda a na fotoelektrický článek. Při přerušení paprsku se spustí reléové pero, které zaznamená přilet nebo odlet ptáka při inkubaci a sleduje tím také průběh inkubace. Fotoelektrické články jsou účinné zvláště pro druhy, které hnízdí v různých dutinách. Používají se také pro posouzení vlivu počasí na inkubaci. Pokud jsou pečlivě umístěny mohou se používat také pro pozorování otevřených hnízd (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).



Obrázek 8: Umístění snímačů v hnízdní budce, na kterém je poté budováno hnízdo (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)

3.4. Bezdrátová zařízení citlivá na tlak

Další metodou je bezdrátový tlakový spínač. Funguje to tak, že v hnízdě je umístěno zařízení citlivé na tlak, které je umístěno uvnitř umělého vejce, které se dává do hnízda. Při sebemenším tlaku na umělé vejce, kdy se v hnízdě nachází pták, tak se zařízení zapne a vyšle signál „zapnuto“ do přijímače, který se nenachází v hnízdě. Pokud pták odletí z hnízda, zařízení se deaktivuje a vyšle signál „vypnuto“. Tímto způsobem se také zjišťuje průběh inkubace. Tato metoda je velmi účinná oproti jiným automatizovaným systémům, jelikož se jedná o zařízení, které je velmi citlivé na tlak, a tudíž zaznamenává přesnou dobu, po kterou je inkubující pták na vejcích (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).

3.5. Fotografie a časoběrné kamery

Většina těchto kamer jsou předem naprogramované, aby pořizovaly snímky v předem určených intervalech a používají se například při studiu inkubace hnízd (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Studie používaly v minulosti časoběrné kamery, které byly založeny na pořizování snímků v pravidelných intervalech a zaznamenávaly aktivitu na hnízdě, a tudíž i inkubaci. Tyto kamery obsahovaly asi 3 600 snímků, a to 1 snímek za minutu, které se prodávaly v polovině 80. let 20. století (Weller a Derksen 1972). V roce 2000 se začaly vyrábět zařízení, které měly vyšší kapacitu a ukládání dat, a proto umožňovaly pořizování i 1–5 snímků za sekundu (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Některé kamery používají infračervenou spoušť, které jsou citlivé na sluneční světlo, vítr či pohybující se rostliny. Musí být proto pečlivě umístěné a hodí se především pro pozorování velkých ptáků nebo hnízdních budek (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Gaston a kol. (2014) použili digitální fotografie inkubujících ptáků, které byly pořízeny každodenně na 49 hnízdištích v druhé polovině inkubace. Fotografie byly pořizovány ve vzdálenosti asi od 25 do 100 m. Nevýhodou této metody je nemožnost focení ve dnech, kdy se vyskytovala mlha nebo byl silný vítr (Gaston a kol. 2014). Dále se mohou používat i termokamery, které zaznamenávají povrchové teploty různých částí těla dospělých jedinců a povrchové teploty vajec při opuštění hnízda rodičem (Obrázek 9; Hart, Downs, a Brown 2016).



Obrázek 9: Termovizní snímky zkoumající teplotu rodičů a vajec při inkubaci u druhu faeton žlutozobý (*Phaethon lepturus*) (Hart, Downs, a Brown 2016)

3.6. Videokamery se záznamem v reálném čase

Videokamery, které umožňují nepřetržitý záznam inkubace, vedly k velkému rozšíření metod, které jsou založené na videu. Některé přenosné videokamery se pro záznam inkubace dají namontovat na trojnožku a dají se před hnízdo. Zaznamenávají poté časy, kdy ptáci přiletí a odletí z hnízda. Výhodou videokamer je jejich přenosnost. Naopak jejich velkou nevýhodou je neodolnost vůči přírodním podmínkám, jako je vítr či déšť a často omezení životnosti baterie nebo kapacita paměti (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). U ptáků, kteří hnízdí v různých dutinách nebo hnízdních budkách, se dají nainstalovat videokamery, které jsou vyrobené na míru. Některé z těchto kamer mohou být vybavené infračerveným světlem, a proto mohou nahrávat inkubaci i během noci (Wang a Weathers 2009). Nevýhoda této metody spočívá také ve vytváření velkých objemů dat, kdy se poté musí procházet i mnohahodinové videozáznamy.

Ve výzkumu Stanleyho a Newmarka (2010) se monitorovala hnízda v 2-10 intervalech v průběhu několika let. Záznamy probíhaly od konce září do začátku února v letech 2003-2008. Po nalezení hnízd určili druh ptáka, zaznamenali počet vajec nebo počet mláďat (Stanley a Newmark 2010). McQuillen a Brewer (2000) použili miniaturní videokamery vybavené infračervenými světelnými diodami. Kamery byly připojeny k 24hodinovému časosběrnému videorekordéru, který byl umístěný asi 18 m od každého hnízda. Natáčení zaznamenala snesení vajec, inkubaci, odchov mláďat nebo jejich vylétnutí. Tato metoda poskytuje velmi detailní a neinvazivní způsob pozorování hnízdního chování ptáků (McQuillen a Brewer 2000).

3.7. Pasivní integrované transpondérové štítky (PIT)

Tyto štítky (tagy) jsou velmi malé mikročipy (asi kolem 2 mm), které se připevňují na nohy ptáka (Obrázek 10; Booms a McCaffery 2007). Při průletu ptáka kolem vstupního otvoru do hnízdní budky, hnízdní dutiny nebo po obvodu otevřeného hnízda, se pták s připevněným PIT štítkem dostane k anténě, která je umístěna v blízkosti hnízda. Anténa zaznamená datum, čas a místo a dá štítku jedinečný identifikační kód. Nevýhodou této metody je nerozlišení přiletu nebo odletu ptáka, PIT štítky toto nerozeznají (Booms a McCaffery 2007; Smith, Cooper, a Reynolds 2015; Oswald a kol. 2018). Často se tato metoda vyskytuje v kombinaci s dalšími například iButtony (zařízení citlivé na teplotu).

Další nevýhodou je nutnost odchytení ptáků, které může být provedeno pouze na základě licence (Smith, Cooper, a Reynolds 2015).



Obrázek 10: Pasivní integrovaný transpondérový štítek (PIT) umístěný na pravé noze sýkory modřinky (vlevo) a přijímač, který je umístěn kolem otvoru do hnízda (vpravo) (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)

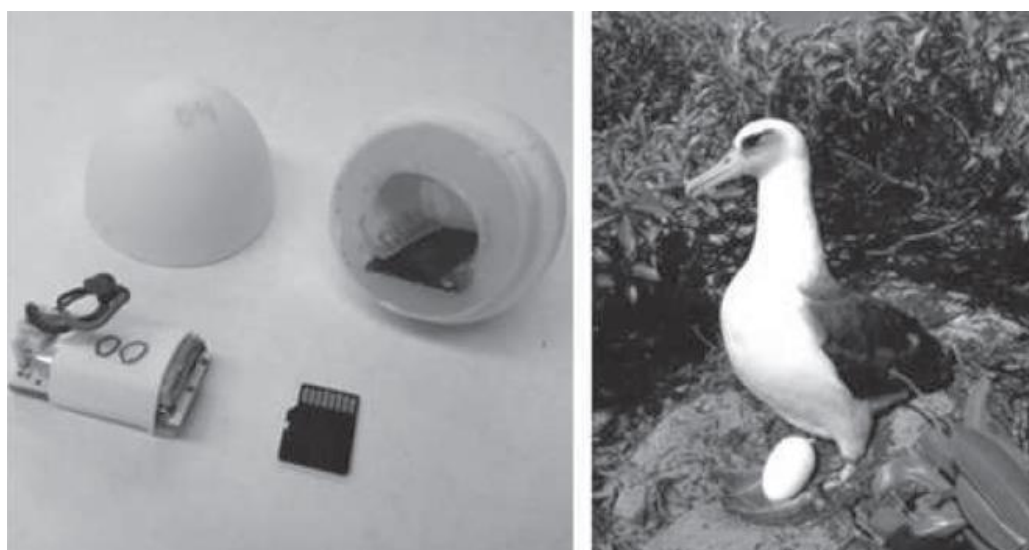
3.8. Termočlánky, termistory v hnízdních kotlinkách, uvnitř vajec, telemetrické vejce

Pro určování teploty v hnízdě se používají různé zařízení. Pokrok nastal na začátku 20. století. Začaly se používat zařízení citlivé na teplotu, a to ve formě termočlánků a termistorů, které se umisťují v hnízdech pro zkoumání inkubace (označení i jako teplotní sondy). Jako první se začaly používat potenciometry k zaznamenávání teploty z hnízda přímo na papír (Baldwin a Kendeigh 1927; Howell a Dawson 1954). Tyto termočlánky umožňují zjistit přítomnost ptáků na hnízdě prostřednictvím měření teploty přímým kontaktem s inkubujícím rodičem. Teplotní sondy zaznamenávají data nepřetržitě, tím se zjistilo, že ptáci inkubují také v noci (Baldwin a Kendeigh 1927). I přes objev tohoto zařízení se musejí dát do hnízda a tím se bohužel naruší přirozené inkubační chování ptáků.

Ve 30. letech 20. století vědci poprvé vložili teplotní sondy také přímo do hnízd k vejcům, což umožnilo poprvé měřit i teplotu vajec a tím se zjistilo, že teplota vajec není po celou dobu inkubace konstantní (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Tato metoda byla drastická z toho důvodu, že do vajec byly vyvrtány malé otvory, do kterých se umístily sondy a ty měřily teplotu. Ze sond vedly dráty končící v záznamovém potenciometru,

který byl zahrabán v hnízdním substrátu vedle budky. Díky této metodě se často nevylihlo mnoho vajec (Haftorn 1988).

Dalším zařízením jsou miniaturní telemetrická zařízení, která mohou být umístěna uvnitř vajíčka (Obrázek 11). Tyto zařízení jsou citlivá na teplotu a světlo. Data přenášejí do přijímače, který je skrytý mimo hnízdo (Caldwell a Cornwell 1975). Tato zařízení se používají pro studium inkubace a teploty vajec, často mohou zaznamenávat také polohu vejce ve snůšce nebo rychlost otáčení vajec. Telemetrická vejce umožňují zaznamenávat polohu vajec každých 10 sekund (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Nejnovější telemetrické vejce obsahují také magnetometry, které umožňují měřit orientaci ve vztahu k magnetickému poli Země (Caldwell a Cornwell 1975).



Obrázek 11: Telemetrické vejce s magnetometrem a citlivým senzorem na teplotu a umístění vejce do hnízda albatrose laysanského (*Phoebastria immutabilis*) (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)

3.9. iButtony (teplotní datalogery)

Tyto teplotní datalogery umožňují sledovat průběžnou teplotu uvnitř hnízda, aniž by se musely kontrolovat (Hartman a Oring 2006; Moreau a kol. 2018). Jedná se o velice přesnou metodu. iButtony jsou samostatné záznamníky teploty, které jsou napájeny zevnitř bateriemi. Obsahují počítačové čipy, které se nastavují předem v počítačovém programu. Teplotní datalogery pořizují data v intervalech od 1 sekundy do 273 hodin s přesností $\pm 0,5$ °C. iButtony se využívají pro záznam a srovnávání dat s vysokým rozlišením teplotních dat. Celkově je tento datalogger velký asi 16 mm a váží kolem 3 g (Smith, Cooper, a Reynolds 2015). Používání iButtonů se v posledních deseti letech

výrazně zvýšilo. Svou malou velikostí jsou schopny zapadnout mezi vejce a samice proto nemusí poznat, že se v hnízdě vyskytuje kromě snůšky také cizí předmět.

Datalogger se může ve snůšce ponechat buď mezi vejci (Obrázek 12), nebo ho lze připevnit, aby ho samice například omylem nevyhodila z hnízda. iButtony se přichycují pomocí oboustranného lepidla na zahradní drát, který se následně omotá kolem hnízdního materiálu nebo je prostrčen hnízdem a upevněn. Může se také používat suchý zip, díky němuž se poté nemusí odstraňovat drát z hnízda a zbytečně se tím nenarušuje inkubace (Bayard a Elphick 2011). Umístění těchto dataloggerů lze přizpůsobit na různé druhy ptáků. Podle Hartmana a Oringa (2006) se iButtony dají přilepit na horní část dlouhého hliníkového zamaskovaného kůlu nebo dřevěné tyče (Moreau a kol. 2018). Ten je poté zatlačen do středu hnízda, dokud není iButton v jedné rovině se dnem hnízda. Tato metoda byla využita u studie inkubace kolihy americké (*Numenius americanus*). Dá se však použít i na jiné druhy ptáků, u kterých se musejí iButtony různě upravovat, aby zapadly do hnízd ke snůšce. Jednotlivé dataloggery se musejí také nastavit v programu, aby iButton věděl, kdy má začít měřit teplotu v hnízdě. Lze také nastavit v jakých intervalech bude datalogger měřit teplotu během inkubace. Je vhodné propojovat tuto metodu i s jinými metodami například PIT štítky zmíněné již dříve.



Obrázek 12: iButton umístěný ve snůšce sýkory modřinky (Smith, Cooper, a Reynolds 2015)

3.10. Automatizované sledování návštěvnosti hnízda

Pro usnadnění pozorování ptáků v době hnízdění lze využít také automatický snímač (systém APR – Automated PerchRecorder), který shromažďuje přesné a dlouhodobé údaje o návštěvnosti hnízda či celkovém počtu návštěv rodičovského páru na hnízdě za celé inkubační období, na kterém je zařízení nasazeno (Vézina, Charlebois, a Thomas 2001; Rose 2009). Systém APR je vodotěsný, samostatně napájený a velkou výhodou je nepřetržitě zaznamenávání údajů po dobu více než 30 dní a tím stanoví i dobu inkubace. Tento systém zaznamenává čas a teplotu, každou návštěvu hnízda oběma rodiči, sleduje také okolní teplotu v průběhu dne. Tato metoda byla použita například na 80 ti párech vlaštovek stromových (*Tachycineta bicolor*). Systém APR se skládá ze dvou základních součástí – elektrického spínače spouštěného váhou, a záznamníku dat (Obrázek 13, Rose 2009).



Obrázek 13: Hnízdní budka s připojeným automatickým záznamníkem (Rose 2009)

3.11. Chytré hnízdní budky

Metoda sledování hnízd pomocí kamer je v mnoha případech nevyhovující například z důvodu nevhodného počasí. Tato metoda je účinnou náhradou za standartní videokamery, protože lze sledovat inkubaci a shromažďovat informace i za nepříznivého počasí (Cutler a Swann 1999). Nevýhodou je však stále nedostatečný zdroj energie, který omezuje délku záznamu nebo nepřístupnost v hnízdních dutinách. Naštěstí mnoho ptáků

využívají hnízdní budky, a to usnadňuje jejich sledování. V budce se nacházejí dvě průmyslové kamery, které zaznamenávají až 10 snímků za sekundu. Budka je také chráněná hliníkovou deskou na ochranu proti predaci (Obrázek 14). Byly použity teplotní čidla, která měřila vnitřní i vnější teploty. Jednotlivé hodnoty byly měřeny každých 30 sekund. Tato metoda byla například použita Zárybnickou a kol. (2016) pro výzkum sýce rousného (*Aegolius funereus*).



Obrázek 14: Chytrá hnízdní budka (Zárybnická a kol. 2016)

4 Výsledky

4.1. Umístění budek na pozorování

Pozorování probíhalo v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji. Před zahájením hnízdní sezóny byly školitelkou umístěny na stromy ptačí budky ve výšce cca 1,5 m. Celkem se jednalo o 30 budek, které byly rozmístěny v dostatečných rozestupech asi 5 metrů. Jednalo se o budky vyrobené pro menší druhy ptáků, v našem případě pro pozorování sýkorek (Obrázek 15).



Obrázek 15: Budka obsazená sýkorou

4.2. Příprava na pozorování v terénu

Na každé sledování byly připraveny tři kamery a dva datalogery (iButtony) měřící teplotu v hnízdě během inkubace (Obrázek 16). Datalogery byly předem nastaveny na čas, kdy bylo zahájeno měření teploty. Pro aktivaci zařízení a stahování dat z dataloggerů byl použit software OneWireViewer, ze kterého byla po konci pozorování stažena naměřená data.



Obrázek 16: Teplotní datalogger iButton

4.3. Práce v terénu

Každé hnízdo bylo kontrolováno z pohledu stavu hnízda, počtu a teploty vajec, ukazující na již probíhající inkubaci, a jestli samice sedí na hnízdě při kontrole jednotlivých hnízd. Informace byly zapsány, vyhodnoceny a tím bylo zjištěno, která hnízda jsou vhodná pro natáčení a umístění dataloggerů. Jednotlivé informace popisují tabulky níže (Tabulky 1-3).

Tabulka 1: Stav pozorovaných budek ze dne 28. 4. 2021

Datum: 28. 4. 2021				
Číslo hnízda	Stav hnízda	Počet vajec	Teplota vajec	Samice na hnízdě při kontrole
1.	žádné	0	-	-
2.	hnízdo	0	-	-
3.	žádné	0	-	-
4.	základ hnízda	0	-	-
5.	velký základ hnízda	0	-	-
6.	velký základ hnízda	0	-	-
7.	žádné	0	-	-
8.	velký základ hnízda	0	-	-
9.	hnízdo	0	-	-
17.	hnízdo	4	studená	-
23.	hnízdo	6	studená	-
30.	hnízdo	5	studená	-

Tabulka 2: Stav pozorovaných budek ze dne 10. 5. 2021

Datum: 10. 5. 2021				
Číslo hnízda	Stav hnízda	Počet vajec	Teplota vajec	Samice na hnízdě při kontrole
1.	žádné	0	-	-
2.	hnízdo	0	-	-
3.	hnízdo	8	teplá	-
4.	hnízdo	9	teplá	-
5.	hnízdo	6	studená	-
6.	hnízdo	2	studená	-
7.	základ hnízda	0	-	-
8.	hnízdo	9	teplá	ano
9.	hnízdo	9	studená	-
17.	hnízdo	8	teplá	ano
23.	hnízdo	11	teplá	ano
30.	hnízdo	9	teplá	ano

Tabulka 3: Stav pozorovaných budek ze dne 12. 5. 2021

Datum: 12. 5. 2021				
Číslo hnízda	Stav hnízda	Počet vajec	Teplota vajec	Samice na hnízdě při kontrole
1.	malý základ hnízda	0	-	-
2.	hnízdo	0	-	-
3.	hnízdo	8	teplá	ano
4.	hnízdo	9	teplá	ano
5.	hnízdo	6	teplá	ano
6.	hnízdo	2	studená	-
7.	základ hnízda	0	-	-
8.	hnízdo	9	teplá	ano
9.	hnízdo	10	teplá	-
17.	hnízdo	8	teplá	ano
23.	hnízdo	11	teplá	ano
30.	hnízdo	9	teplá	ano

První kontrola hnízd proběhla 28. dubna 2021. Budky byly zkontrolovány a ze třiceti budek jich bylo obsazených devět. V budkách byly většinou základy hnízd, z toho ve třech potom byla snesena vejce. Další dvě již měření a natáčení hnízd probíhaly 10. května 2021 a 12. května 2021. Po kontrole jednotlivých budek se některé zaznamenané informace nezměnily, naopak u některých hnízd přibyla vejce nebo se změnila jejich teplota z důvodu již probíhající inkubace samic. Každé měření probíhalo stejně. Jako první byl zjištěn počet vajec v hnízdě, dále byla před hnízdo umístěná kamera a natáčení probíhala vždy minimálně tři hodiny.

4.4. Analýza videí a dat

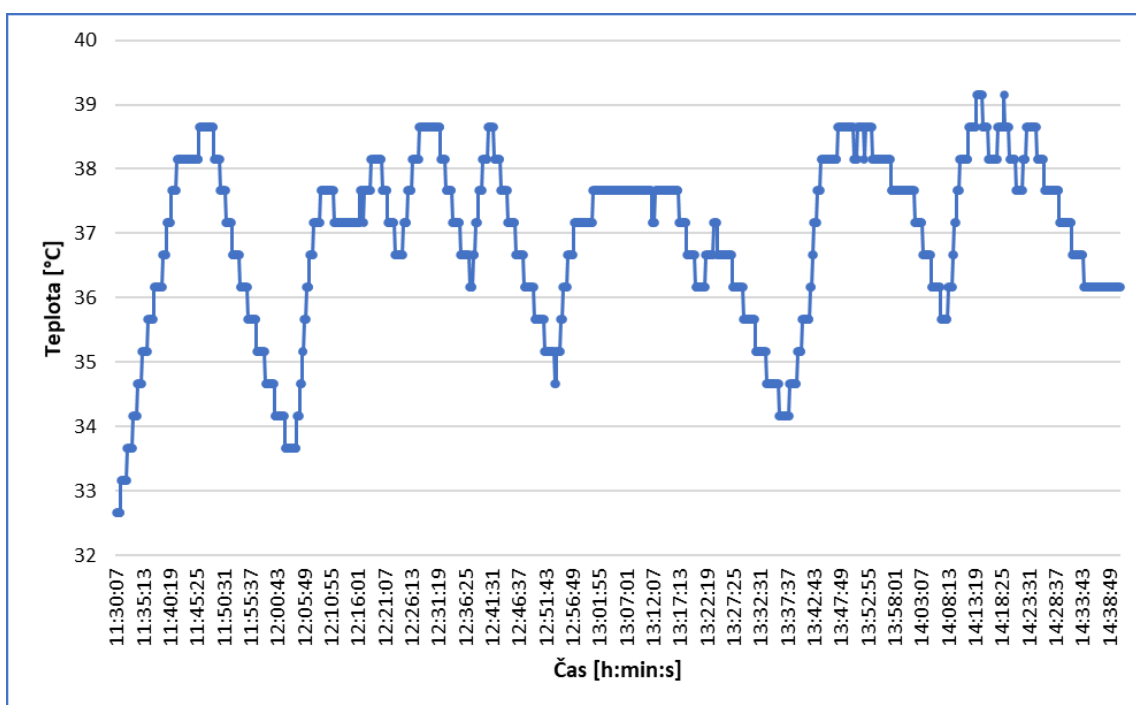
Po natočení jednotlivých videí došlo k jejich analýze a zapsání informací do tabulek (Přílohy 1–6). U každého videa byl zkoumán přilet a odlet samice na hnízdo, tím vypočítán i interval, kdy samice inkubovala vejce. Dále byla zjišťována i frekvence přiletu a odletu samce (Příloha 7, Příloha 8), tudíž i jeho interval. Celkem bylo natočeno šest budek, kde samice inkubovaly vejce. Do čtyř hnízd byl také vložen teplotní datalogger, který v něm byl ponechán po celou dobu natáčení. Po ukončení pozorování byly z dataloggeru stáhnuty jednotlivé naměřené teploty a z nich byly vytvořeny grafy (Obrázky 17-20). Datalogger snímaly teplotu každých 9 sekund po dobu minimálně tří hodin.

Z vytvořených grafů, které zobrazují závislost vývoje teploty v hnízdě na čase, je patrné, že v době, kdy se samice nacházela na hnízdě a inkubovala vejce, se teplota

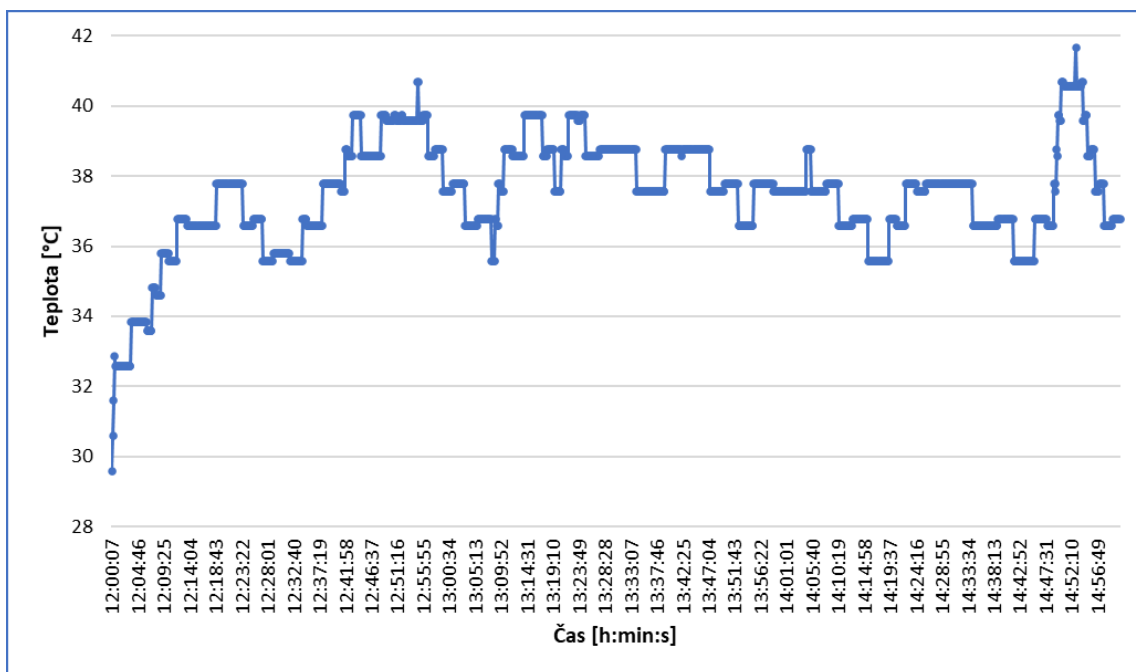
zvyšovala nebo byla po nějakou dobu konstantní. V momentě opuštění hnízda teplota postupně klesala až do dalšího přiletu samice.

Celkem byly z videozáznamů získány informace o inkubaci šesti samic. Do výpočtu byla zahrnuta pouze data z pěti hnízd, jelikož v hnízdě č. 8 byl pozorován nestandardní stav, kdy do hnízda během cca tří hodin přiletěla samice pouze jednou. Data z této budky by tudíž významně zkreslovala výsledné hodnoty.

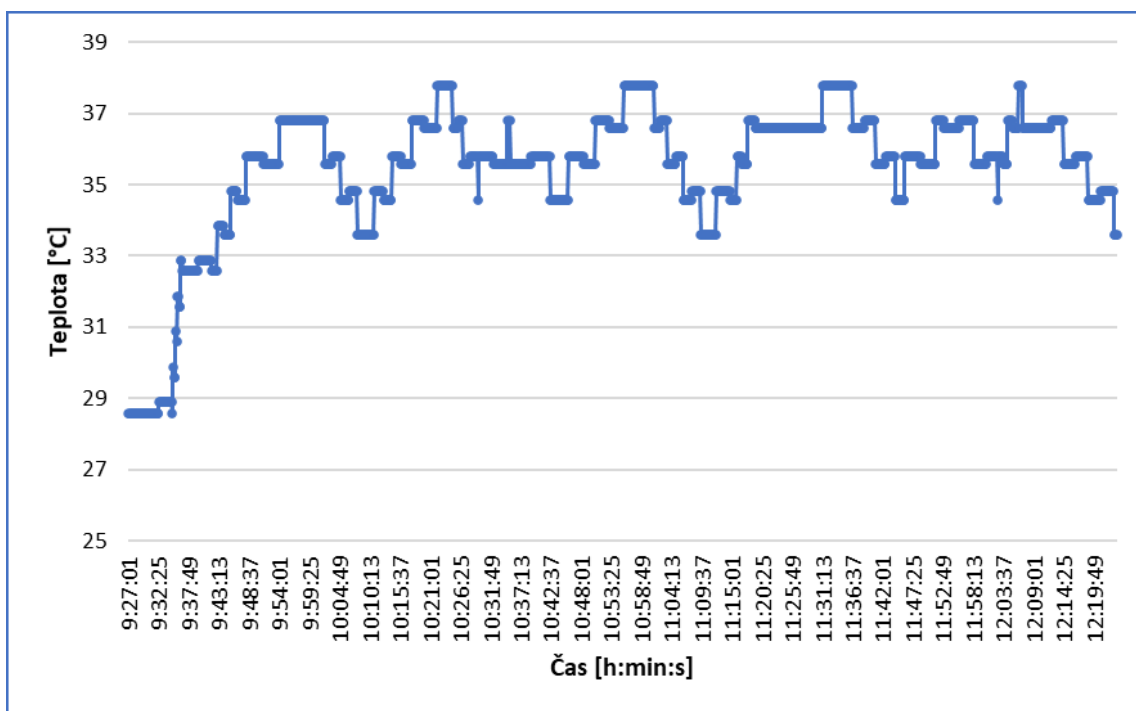
Průměrná délka inkubačního intervalu byla 11 min 16 s u sýkory koňadry (rozsah 1:09 – 26:45, N=36 směn) a 11 min 36 s u sýkory modřinky (rozsah 0:42 – 23:06, N=10 směn). Průměrná délka, kdy samice na hnízdě nebyla, pak byla 8 min 52 s u koňadry (rozsah 0:36 – 49:18, N=32 směn) a 4 min 43 s u modřinky (rozsah 0:33 – 7:48, N=9 směn). Průměrná intenzita inkubace (procento času, který samice strávily během 1 hodiny na hnízdě) byla 58,81 % u sýkory koňadry a 73,22 % u sýkory modřinky. Samec sýkory koňadry navštívil hnízdní budku průměrně 1,91krát za hodinu (rozsah 2 – 7, N=4 hnízd) a samec sýkory modřinky průměrně 1,72krát za hodinu (5 přiletů, N=1 hnízdo).



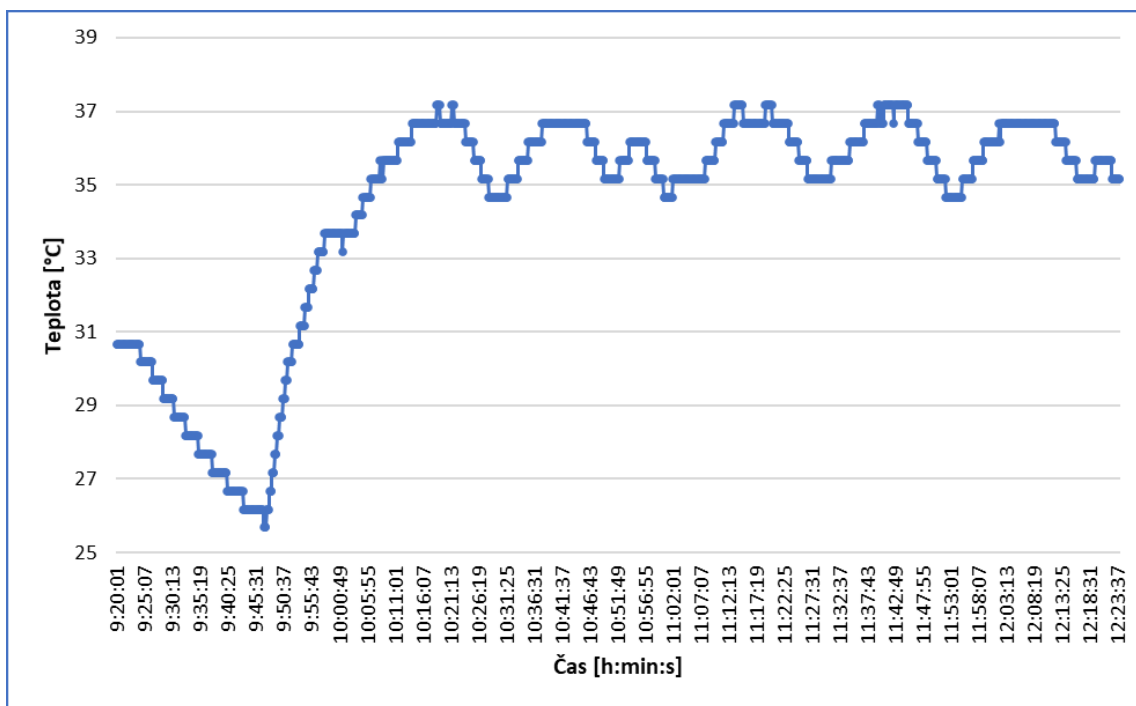
Obrázek 17: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.17 během inkubace sýkory koňadry v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.



Obrázek 18: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.23 během inkubace sýkory koňadry v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.



Obrázek 19: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.3 během inkubace sýkory modřinky v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.



Obrázek 20: Graf teploty zaznamenané v průběhu času na budce č.4 během inkubace sýkory koňadry v přírodní rezervaci Království u Grygova v Olomouckém kraji v roce 2021. Graf znázorňuje inkubační teploty v hnízdě během cca tří hodin natáčení.

5 Pedagogická část

Pro pedagogickou část jsem vytvořila pracovní list na téma ptáci (Příloha 9 a 10), jelikož se jimi zabývám i v mé bakalářské práci. V rámci rámcového vzdělávacího programu (RVP) se ptáci řadí do vzdělávací oblasti Člověk a příroda a dále do sekce Přírodopis na druhém stupni. V rámci prvního stupně na základní škole se žáci setkávají s učivem o ptácích v oblasti Člověk a jeho svět a v sekci rozmanitost přírody. Konkrétně učivem rostliny, houby a živočichové. V rámci druhého stupně na základní škole se žáci setkávají s učivem o ptácích v biologii živočichů. Konkrétně učivem je stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těl, dále vývoj, vývin a systém živočichů. V rámci gymnázií se s ptáky setkáváme také ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda a sekci biologie živočichů. Co se týče předškolního věku, tak děti se s ptáky setkávají ve vzdělávací oblasti Dítě a svět („Rámcové vzdělávací programy" 2021).

6 Diskuse

Metod, které se využívají pro výzkum rodičovské péče u ptáků, je mnoho. Některé z nich jsou primárně určeny pro vizuální pozorování rodičovské péče jako například fotografie, časoběrné kamery, termovizní snímky nebo videokamery se záznamem v reálném čase. Mezi nevýhody těchto metod patří především komplikovaná možnost pořizování fotek nebo videozáznamů během nevhodných přírodních podmínek (vítr, mlha, déšť). Dalšími nevýhodami je omezení životnosti baterie, kapacita paměti zařízení nebo časově náročná analýza velkého množství dat. K výhodám lze zařadit jednoznačnou interpretaci vizuálních dat a možnost přenosu zařízení. Tyto metody dále poskytují velmi detailní a neinvazivní způsob pozorování hnízdního chování ptáků či jejich vizuální kontrolu.

Kromě vizuálních metod existují také další metody, které jsou určeny pro zjišťování parametrů souvisejících s teplotou vajec při inkubaci, teplotou prostředí nebo intenzitou, s jakou se rodiče vyskytují na hnízdě v průběhu inkubace. Patří zde například teplotní datalogery (iButtony), itografy, snímače síly, bezdrátová zařízení citlivá na tlak, fotoelektrické buňky, PIT štítky či různé termistory v hnízdních kotlinkách. Mezi nevýhody těchto metod patří zejména omezená životnost datalogerů, vysoká pořizovací cena a náročnost na energii v případě fotoelektrických buněk. Dále je také nutný odchyt ptáků při metodě PIT štítků nebo umístění termistorů do hnízd, čímž je narušeno přirozené chování samic v hnízdě.

K výhodám řadíme účinnost zařízení a jejich odolnost. Lze je použít i za nevhodných přírodních podmínek. Některá zařízení jsou natolik malá, že mohou být ukryta do hnízda a samice ani nepozná, že se v hnízdě nachází cizí předmět (například iButtony). Jiná mohou být uzpůsobena tak, aby vypadala jako vejce ptáků (například telemetrická vejce).

V této práci byla zvolena metoda videokamer v kombinaci s teplotními datalogery (iButtony), která představuje kombinaci vizuálního pozorování rodičovské péče u ptáků v průběhu inkubace a sledování teploty v hnízdě.

Z naměřených dat byly spočteny průměrné délky inkubačního intervalu zvláště pro samice sýkory koňadry a sýkory modřinky. Stejně tak byly vypočteny průměrné délky intervalu, kdy samice na hnízdě nebyla, průměrná intenzita inkubace (procento času,

který samice strávily během 1 hodiny na hnízdě) a v neposlední řadě také kolikrát průměrně navštívil samec budku u jednotlivých druhů sýkor.

Pro výpočty průměrné intenzity inkubace u jednotlivých druhů sýkor byly jako krajní body sledovaného časového intervalu zvoleny čas prvního přiletu samice na hnízdo a čas posledního odletu samice z hnízda. Videozáznamy, ze kterých byly tyto časy určovány, jsou zhruba 3 hodiny dlouhé a jak je patrné z tabulek se zaznamenanými časy přiletů a odletů samic a samců u jednotlivých budek (Přílohy 1–6), začínají již před prvním přiletem samice a končí ve všech případech po posledním odletu samice (tj. v intervalu, kdy se samice nenacházela na hnízdě). Interval, kdy se samice na hnízdě nenacházela před svým prvním přiletem od započetí natáčení, nebyl do výpočtů průměrné intenzity inkubace započítán z toho důvodu, že při instalaci kamery došlo k narušení přirozeného prostředí samice. Není tudíž jasné, zda poté neinkubovala kvůli tomuto vyrušení či z přirozených důvodů. Interval mezi posledním odletem samice a ukončením videozáznamu nebyl započítán z toho důvodu, že nelze zjistit přesnou délku tohoto časového úseku, kdy se samice nenacházela na hnízdě, jelikož k dalšímu přiletu došlo až po ukončení videozáznamu. Interval s takto vytyčenými krajními body (čas prvního přiletu samice na hnízdo a čas posledního odletu samice z hnízda) tak představuje nejbližší možné přiblížení přirozené inkubace samice, kdy byly eliminovány neznámé údaje během procesu natáčení.

Pro výpočty průměrného počtu návštěv budky samcem u jednotlivých druhů sýkor byly jako krajní body sledovaného časového intervalu zvoleny čas prvního přiletu jakéhokoliv pohlaví k hnízdu a čas posledního odletu jakéhokoliv pohlaví od hnízda. V některých případech tyto časy korespondují s prvním přiletem a posledním odletem samice (budka č. 4, viz Příloha 2) a v některých je oproti výpočtům průměrné intenzity inkubace samice změněn počáteční čas sledovaného úseku na první přilet samce (budka č. 3, viz Příloha 1), resp. poslední odlet samce (budka č. 23, viz Příloha 5). Tyto rozsahy byly opět zvoleny z důvodu co nejpřesnějšího přiblížení se výpočtů přirozenému procesu inkubace. Při výpočtech je totiž sledován pouze počet návštěv samce, nikoliv jejich délka, a to jak v případech, kdy je samice na hnízdě, tak v případech, kdy na něm není.

Průměrná délka inkubačního intervalu byla 11 min 16 s u sýkory koňadry a 11 min 36 s u sýkory modřinky. Průměrná délka, kdy samice na hnízdě nebyla, byla 8 min 52 s u sýkory koňadry a 4 min 43 s u modřinky. Co se týče intervalů, kdy se sýkory

nacházely na hnízdě, samotné jejich délky i minimální a maximální hodnoty započtené do průměru (viz kapitola 4.4) jsou téměř shodné. Intervaly, kdy samice na hnízdě nebyla, jsou naopak skoro dvakrát delší v případě sýkory koňadry. U sýkory koňadry však průměrnou délku, kdy samice nebyla na hnízdě, zkresluje maximální započtená hodnota, kdy interval nepřítomnosti samice na hnízdě dosáhnul skoro 50 minut (budka č. 17, viz Příloha 4). Z tohoto důvodu lze předpokládat, že výsledná průměrná délka inkubačního intervalu u sýkory koňadry bude nižší než u modřinky.

Průměrná intenzita inkubace samic byla vypočítána jako podíl celkové délky intervalů, které sýkory daného druhu strávily na hnízdě, a celkové délky sledovaných časových intervalů. U sýkory koňadry byla průměrná intenzita inkubace 58,81 % a u sýkory modřinky 73,22 %. Na závěr bylo také spočteno, kolikrát průměrně navštívil samec budku u jednotlivých druhů sýkor za sledovaný časový interval. U sýkory koňadry samec navštívil budky průměrně 1,91krát za hodinu (počítáno z celkových 22 pozorovaných příletů ke 4 hnízdům). Samec sýkory modřinky poté budku navštívil průměrně 1,72krát za hodinu (počítáno z celkových 5 příletů k 1 hnízdu).

Intenzity inkubace pro jednotlivá hnízda se poměrně významně lišily. Nejnížší intenzita inkubace u sýkory koňadry byla na hnízdě č. 30, kde činila pouhých 48,39 %, zatímco nejvyšší byla na hnízdě č. 4, kde činila 70,38 %. U sýkory modřinky byla intenzita inkubace 73,22 % na budce č. 3. Jednotlivé hodnoty se v dostupné literatuře liší. Například Shaw a Cresswell (2014) nebo Bryan a Bryant (1999) zjistili, že intenzita inkubace je okolo 75–76 % u sýkory koňadry. Nejvyšší naměřená intenzita inkubace v této práci se těmito hodnotám blíží. Co se týče sýkory modřinky, výsledky různých studií ukazují, že intenzita inkubace se pohybuje v různých rozmezích, nejčastěji kolem 75–85 % (Tripet, Glaser, a Richner 2002; Cantarero a kol. 2013; Bueno-Enciso, Barrientos, a Sanz 2017;). Intenzita inkubace spočtena v této práci je velmi blízká.

Důvodů, proč se hodnoty v některých případech tak liší, může být hned několik – technické limitace přístrojů (kapacita baterie, paměť), počasí (při špatném počasí nelze natáčet hnízda) nebo možnost pozorovat pouze krátký interval inkubace během roku (jen pár dnů/týdnů). Krátká délka pozorování (cca 3 hodiny) pak vytváří prostor pro zkreslení vypočtených hodnot z důvodu nedostatku naměřených dat, kdy náhodné odchylky mají daleko větší vliv než u rozsáhlých souborů.

7 Závěr

Tato bakalářská práce se věnovala přehledové studii zaměřené na metody, které jsou používané k výzkumu rodičovské péče u ptáků. Z dostupné literatury byly zjištěny různé metody, které se používaly v minulosti nebo se používají v dnešní době. V praktické části byly testovány některé z metod k pozorování rodičovské péče u sýkory koňadry a sýkory modřinky. Pro vizuální výzkum byla použita metoda videokamer, zatímco pro zaznamenání teploty byly použity teplotní datalogery, které byly umístěny do ptačích hnízd během inkubace.

Z jednotlivých pozorování byly zaznamenány údaje o příletech a odletech samic a samců sýkory koňadry a sýkory modřinky. Z těchto údajů byla poté vypočítána průměrná délka inkubačního intervalu samic, jež činila 11 min 16 s u koňadry a 11 min 36 s u modřinky. Rovněž byla spočtena průměrná délka, kdy samice na hnízdě nebyla, a to 8 min 52 s u koňadry a 4 min 43 s u modřinky. Dále byla stanovena také výsledná průměrná intenzita inkubace, a to na 58,81 % u koňadry a 73,22 % u modřinky. Nakonec byl určen také průměrný počet návštěv samce za hodinu, a to 1,91krát u koňadry a 1,72krát u modřinky.

Tato práce nastínila základní průběh procesu inkubace u dvou ptačích druhů – sýkory koňadry a sýkory modřinky. Přestože z důvodů technických limitací použitých zařízení nebylo možné provést dlouhodobou kontinuální analýzu, výsledky mohou být využity jako základ a referenční hodnoty pro intenzivnější výzkum inkubace u těchto druhů. Na tuto práci lze navázat měřeními s využitím jiných metod, například použití tlakových snímačů v budce nebo kamer, které poskytují delší možnost nahrávání, a tím umožňují sběr většího množství dat.

8 Seznam literatury

- Adams, A. A. Yackel, S. K. Skagen, R. D. Adams. 2001. „Movements and Survival of Lark Bunting Fledglings". *The Condor* 103 (3): 643–47. <https://doi.org/10.1093/condor/103.3.643>.
- Alonso-Alvarez, C., A. Velando. 2012. „Benefits and costs of parental care". In *The Evolution of Parental Care*, 40–61. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199692576.003.0003>.
- AlRashidi, M., A. Kosztolanyi, M. Shobrak, C. Kupper, a T. Székely. 2011. „Parental cooperation in an extreme hot environment: natural behaviour and experimental evidence". *Animal Behaviour* 82 (2): 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.04.019>.
- Baldwin, S. Prentiss, S. Ch. Kendeigh. 1927. „Attentiveness and Inattentiveness in the Nesting Behavior of the House wren". *The Auk* 44 (2): 206–216. Oxford University Press <https://doi.org/10.2307/4075208>.
- Barba, E., J. A. López, J. A. Gil-Delgado. 1996. „Prey Preparation by Adult Great Tits *Parus Major* feeding nestlings". *Ibis* 138 (3): 532–538. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1996.tb08074.x>.
- Bayard, T. S., Ch. S. Elphick. 2011. „Planning for sea-level rise: Quantifying patterns of Saltmarsh sparrow (*Ammodramus Caudacutus*) Nest flooding under current sea-level conditions". *The Auk* 128 (2): 393–403. <https://doi.org/10.1525/auk.2011.10178>.
- Birkhead, T. R., N. Hemmings, C. N. Spottiswoode, O. Mikulica, C. Moskát, M. Bán, K. Schulze-Hagen. 2010. „Internal incubation and early hatching in brood parasitic birds". *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278 (1708): 1019–1024. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1504>.
- Bonsall, M. B., H. Klug. 2011. „The Evolution of parental care in stochastic environments". *Journal of Evolutionary Biology* 24 (3): 645–655. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2010.02203.x>.
- Booms, T. L., Brian J. McCaffery. 2007. „A novel use of passive integrated transponder (PIT) tags as nest markers". *Journal of Field Ornithology* 78 (1): 83–86. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2006.00088.x>.
- Boutin, S., K. W. Larsen, D. Berteaux. 2000. „Anticipatory parental care: acquiring resources for offspring prior to conception". *Proceedings. Biological Sciences* 267 (1457): 2081–2085. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1252>.
- Bryan, S. M., D. M. Bryant. 1999. „Heating nest-boxes reveals an energetic constraint on incubation behaviour in Great Tits, *Parus major*". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 266 (1415): 157–162. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0616>.
- Bueno-Enciso, J., R. Barrientos, J. J. Sanz. 2017. „Incubation behaviour of blue *Cyanistes caeruleus* and Great Tits *Parus major* in a mediterranean habitat". *Acta Ornithologica* 52 (1): 21–34. <https://doi.org/10.3161/00016454AO2017.52.1.003>.
- Burley, N. T., K. Johnson, S. Balshine, B. Kempenaers, T. Székely. 2002. „The evolution of avian parental care". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 357 (1419): 241–250. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0923>.

- Caldwell, P. J., G. W. Cornwell. 1975. „Incubation behavior and temperatures of the Mallard duck". *The Auk* 92 (4): 706–731. <https://doi.org/10.2307/4084783>.
- Cantarero, A., J. López-Arrabé, V. Rodríguez-García, S. González-Braojos, R. Ruiz-De-Castañeda, A. J. Redondo, J. Moreno. 2013. „Factors affecting the presence and abundance of generalist ectoparasites in nests of three sympatric hole-nesting bird species". *Acta Ornithologica* 48 (1): 39–54. <https://doi.org/10.3161/000164513X669982>.
- Caro, S. M., A. S. Griffin, C. A. Hinde, S. A. West. 2016. „Unpredictable environments lead to the evolution of parental neglect in birds". *Nature Communications* 7 (1): 10985. <https://doi.org/10.1038/ncomms10985>.
- Clutton-Brock, T. H. 1991. *The Evolution of Parental Care*. Princeton University Press. 368 s. <https://doi.org/10.1515/9780691206981>.
- Cockburn, A. 2006. „Prevalence of different modes of parental care in birds". *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273 (1592): 1375–1383. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3458>.
- Cutler, T. L., D. E. Swann. 1999. „Using remote photography in wildlife ecology: A Review". *Wildlife Society Bulletin* 27 (3): 571–581. <https://doi.org/10.2307/3784076>.
- Davenport, M. E., M. B. Bonsall, H. Klug. 2019. „Unconventional care: Offspring abandonment and filial cannibalism can function as forms of parental care". *Frontiers in Ecology and Evolution* 7 (113): 1-11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00113>
- Deeming, D. 2002. *Avian Incubation: Behavior, Environment and Evolution*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 421 s.
- Echelle, A. A. 1973. „Behavior of the Pupfish, *Cyprinodon rubrofluviatilis*". *Copeia* 1973 (1): 68–76. <https://doi.org/10.2307/1442359>.
- Evans, T. A. 1998. „Offspring recognition by mother crab spiders with extreme maternal care". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 265 (1391): 129–134. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0273>.
- Fairbanks, L. A., M. T. McGuire. 1986. „Age, reproductive value, and dominance-related behaviour in vervet monkey females: cross-generational influences on social relationships and reproduction". *Animal Behaviour* 34 (6): 1710–1721. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(86\)80258-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(86)80258-5).
- Formánek, J. 2017. *Hnízda pěvců České republiky*. Praha: Academia. 208 s.
- Gaston, A. J., M. Pelletier, Ch. Eberl, M. L. Mallory. 2014. „Incubation shifts of northern fulmars *Fulmarus Glacialis* in the Canadian high Arctic determined by digital photography". *Polar Biology* 37 (2): 261–267. <https://doi.org/10.1007/s00300-013-1429-y>.
- Gill, F. B. 2007. *Ornithology*. New York: W.H. Freeman and Company. Třetí vydání. 758 s.
- Griesser, M. 2003. „Nepotistic vigilance behavior in Siberian jay parents". *Behavioral Ecology* 14 (2): 246–250. <https://doi.org/10.1093/beheco/14.2.246>.
- Gross, M. R. 2005. „The evolution of parental care". *The Quarterly Review of Biology* 80 (1): 37-45. <https://doi.org/10.1086/431023>

- Gross, M. R., R. C. Sargent. 1985. „The evolution of male and female parental care in fishes". *American Zoologist* 25 (3): 807–822. <https://doi.org/10.1093/icb/25.3.807>
- Haftorn, S. 1988. „Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the ‚physiological zero temperature‘ during their absences from the nest". *Ornis Scandinavica (Scandinavian Journal of Ornithology)* 19 (2): 97–110. <https://doi.org/10.2307/3676458>.
- Hart, L. A., C. T. Downs, M. Brown. 2016. „Hot footing eggs: thermal imaging reveals foot mediated incubation in White-tailed tropicbirds, *Phaethon Lepturus*". *Journal of Ornithology* 157 (2): 635–640. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1323-1>.
- Hartman, C. A., L. W. Oring. 2006. „An inexpensive method for remotely monitoring nest activity". *Journal of Field Ornithology* 77 (4): 418–424. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2006.00073.x>.
- Howell, T. R., W. R. Dawson. 1954. „Nest temperatures and attentiveness in the Anna Hummingbird". *The Condor* 56 (2): 93–97. <https://doi.org/10.2307/1364665>.
- Kavelaars, M. M, L. Lens, W. Müller. 2019. „Sharing the burden: on the division of parental care and vocalizations during incubation". *Behavioral Ecology* 30 (4): 1062–1068. <https://doi.org/10.1093/beheco/arz049>.
- Kendeigh, S. Ch., S. P. Baldwin. 1930. „The mechanical recording of the nesting activities of birds". *The Auk* 47 (4): 471–480. <https://doi.org/10.2307/4075844>.
- Ketterson, E. D., V. Nolan Jr. 1994. „Male parental behavior in birds". *Annual Review of Ecology and Systematics* 25 (1): 601–628. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.25.110194.003125>.
- Klug, H., M. B. Bonsall. 2010. „Life history and the evolution of parental care". *Evolution* 64 (3): 823–835. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00854.x>.
- Klug, H., M. B. Bonsall. 2014. „What are the benefits of parental care? The Importance of parental effects on developmental rate". *Ecology and Evolution* 4 (12): 2330–2351. <https://doi.org/10.1002/ece3.1083>.
- Lea, R.W., and H. Klandorf. 2002. The brood patch. In *Avian Incubation*, 100-118 (D.C. Deeming, Ed.). Oxford: Oxford University Press. 421 s.
- Li, D. 2002. „Hatching responses of subsocial spitting spiders to predation risk". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 269 (1505): 2155–2161. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2140>.
- Liker, A., R. P. Freckleton, V. Remeš, T. Székely. 2015. „Sex differences in parental care: Gametic investment, sexual selection, and social environment". *Evolution; International Journal of Organic Evolution* 69 (11): 2862–2875. <https://doi.org/10.1111/evo.12786>.
- Mallory, M. L., P. J. Weatherhead. 1993. „Incubation rhythms and mass loss of common goldeneyes". *The Condor* 95 (4): 849–859. <https://doi.org/10.2307/1369422>.
- McQuillen, H. L., L. W. Brewer. 2000. „Methodological considerations for monitoring wild bird nests using video technology". *Journal of Field Ornithology* 71 (1): 167–172. <https://doi.org/10.1648/0273-8570-71.1.167>.

- Moreau, J., L. Perroud, L. Bollache, G. Yannic, M. Teixeira, N. M. Schmidt, J. Reneerkens, O. Gilg. 2018. „Discriminating uniparental and biparental breeding strategies by monitoring nest temperature". *Ibis* 160 (1): 13–22. <https://doi.org/10.1111/ibi.12507>.
- Oswald, K. N., A. A. Evlambiou, Â. M. Ribeiro, B. Smit. 2018. „Tag location and risk assessment for passive integrated transponder-tagging passerines". *Ibis* 160 (2): 453–457. <https://doi.org/10.1111/ibi.12558>.
- „Rámcové vzdělávací programy". 2021. Národní pedagogický institut České republiky. [WWW Stránka] URL: <https://www.npi.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>.
- Remeš, V., R. P. Freckleton, J. Tökölyi, A. Liker, T. Székely. 2015. „The evolution of parental cooperation in birds". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (44): 13603–13608. <https://doi.org/10.1073/pnas.1512599112>.
- Remeš, V., B. Matysioková. 2016. „Survival to independence in relation to pre-fledging development and latitude in songbirds across the globe". *Journal of Avian Biology* 47 (5): 610–618. <https://doi.org/10.1111/jav.00841>.
- Riechert, J., P. H. Becker. 2017. „What makes a good parent? Sex-specific relationships between nest attendance, hormone levels, and breeding success in a long-lived seabird". *The Auk* 134 (3): 644–658. <https://doi.org/10.1642/AUK-17-13.1>.
- Rose, A. P. 2009. „Temporal and individual variation in offspring provisioning by Tree swallows: A new method of automated nest attendance monitoring". *PLOS ONE* 4 (1): e4111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004111>.
- Royle, N. J., P. T. Smiseth, M. Kölliker. 2012. *The Evolution of Parental Care*. Oxford University Press. 356 s.
- Shaw, P., W. Cresswell. 2014. „Latitudinal variation in day length and working day length has a confounding effect when comparing nest attentiveness in tropical and temperate species". *Journal of Ornithology* 155 (2): 481–489 <https://doi.org/10.1007/s10336-013-1029-1>.
- Singer, D. 2008. *Encyklopedie ptáků: fotografický průvodce*. Praha: Beta-Dobrovský. 384 s.
- Smiley, K. O. 2019. „Prolactin and avian parental care: New insights and unanswered questions". *Hormones and Behavior*, 111 114–130. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.02.012>.
- Smith, J.A., C.B. Cooper, S.J. Reynolds. 2015. „Advances in Techniques to Study Incubation". In *Nests, Eggs, and Incubation*. D.C. Deeming, S. J. Reynolds. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198718666.003.0015>.
- Snoeijs, T., R. Pinxten, M. Eens. 2005. „Experimental removal of the male parent negatively affects growth and immunocompetence in nestling Great tits". *Oecologia* 145 (1): 165–173. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0088-2>.
- Speakman, J. R. 2001. *Body composition analysis of animals: A handbook of non-destructive methods*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511551741>.
- Stanley, T. R., W. D. Newmark. 2010. „Estimating length of avian incubation and nestling stages in afrotropical forest birds from interval-censored nest records". *The Auk* 127 (1): 79–85. <https://doi.org/10.1525/auk.2009.09140>.

- Tripet, F., M. Glaser, H. Richner. 2002. „Behavioural responses to ectoparasites: Time-budget adjustments and what matters to Blue Tits *Parus Caeruleus* infested by fleas". *Ibis* 144 (3): 461–469. <https://doi.org/10.1046/j.1474-919X.2002.00018.x>.
- Tullberg, B. S., M. Ah–King, H. Temrin., S. Balshine, B. Kempenaers, T. Székely. 2002. „Phylogenetic reconstruction of parental–care systems in the ancestors of birds". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 357 (1419): 251–257. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0932>.
- Veselovský, Zdeněk. 2001. *Obecná ornitologie*. 1. Praha: Academia. 358 s.
- Vézina, F., D. Charlebois, D. W. Thomas. 2001. „An automated system for the measurement of mass and identification of birds at perches (Un sistema automatizado para medir la masa e identificación de ayes en perchas)". *Journal of Field Ornithology* 72 (2): 211–220.
- Vincze, O., A. Kosztolányi, Z. Barta, C. Küpper, M. Alrashidi, J. A. Amat, A. T. Argüelles, a kol. 2017. „Parental cooperation in a changing climate: Fluctuating environments predict shifts in care division". *Global Ecology and Biogeography* 26 (3): 347–358. <https://doi.org/10.1111/geb.12540>.
- Wang, J. M., W. W. Weathers. 2009. „Egg laying, egg temperature, attentiveness, and incubation in the Western bluebird". *The Wilson Journal of Ornithology* 121 (3): 512–520. <https://doi.org/10.1676/08-116.1>.
- Webb, J. N., T. Székely, A. I. Houston, J. M. McNamara, S. Balshine, B. Kempenaers. 2002. „A theoretical analysis of the energetic costs and consequences of parental care decisions". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 357 (1419): 331–340. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0934>.
- Weller, M. W., D. V. Derksen. 1972. „Use of time-lapse photography to study nesting activities of birds". *The Auk* 89 (1): 196–200. <https://doi.org/10.2307/4084080>.
- Wesolowski, T. 1994. „On the origin of parental care and the early evolution of male and female parental roles in birds". *The American Naturalist* 143 (1): 39–58. <https://doi.org/10.1086/285595>.
- Williams, T. D. 2018. „Physiology, activity and costs of parental care in birds". *The Journal of Experimental Biology* 221 (17): jeb169433. <https://doi.org/10.1242/jeb.169433>.
- Wingfield, J.C., R. Sapolsky. 2003. „Reproduction and resistance to stress: when ad how". *Journal of neuroendocrinology* 15 (8): 711–724. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.2003.01033.x>.
- Witter, M. S., I. C. Cuthill. 1993. „The ecological costs of avian fat storage". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 340 (1291): 73–92. <https://doi.org/10.1098/rstb.1993.0050>.
- Yen, A., H.-J. Wu, P.-Y. Chen, H.-T. Yu, J.-Y. Juang. 2021. „Egg incubation mechanics of giant birds". *Biology* 10 (8): 738. <https://doi.org/10.3390/biology10080738>.
- Zárybnická, M., P. Kubizňák, J. Šindelář, V. Hlaváč. 2016. „Smart nest box: A tool and methodology for monitoring of cavity-dwelling animals". *Methods in Ecology and Evolution* 7 (4): 483–492. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12509>.

Zilkha, N., N. Scott, T. Kimchi. 2017. „Sexual dimorphism of parental care: From genes to behavior". *Annual Review of Neuroscience* 40 (1): 273–305. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-072116-031447>.

9 Přílohy

BUDKA Č.3 (začátek 9:20)					
SAMICE			SAMEC		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
			9:24:42	9:24:51	0:09
			9:28:42	9:28:51	0:09
			9:35:15	9:35:21	0:06
			9:36:39	9:36:45	0:06
9:41:00	9:41:42	0:42			
9:42:15	9:57:21	15:06			
10:00:39	10:23:45	23:06			
10:28:27	10:44:33	16:06			
			10:49:42	10:49:48	0:06
10:50:00	10:56:00	6:00			
11:00:51	11:03:30	2:39			
11:05:18	11:19:51	14:33			
11:27:30	11:45:06	17:36			
11:52:54	12:10:24	17:30			
12:16:45	12:19:30	2:45			

Příloha 1: Zaznamenané informace budky č. 3 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora modřinka)

BUDKA Č.4 (začátek 9:27)					
SAMICE			SAMEC		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
9:33:36	10:00:21	26:45	9:38:18	9:38:24	0:06
			9:41:09	9:41:18	0:09
10:08:18	10:24:30	16:12			
10:28:48	10:33:54	5:06	10:29:39	10:29:45	0:06
10:38:45	10:40:51	2:06	10:40:36	10:40:45	0:09
10:42:45	11:01:09	18:24	10:43:51	10:43:57	0:06
			11:02:06	11:02:24	0:18
11:10:12	11:34:27	24:15			
11:43:35	11:53:06	9:31			
12:02:03	12:06:30	4:27	12:06:24	12:06:30	0:06
12:07:06	12:11:24	4:18			

Příloha 2: Zaznamenané informace budky č. 4 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora koňadra)

BUDKA Č.8 (začátek 9:38)					
SAMICE			SAMEC		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
11:37:00	12:10:03	33:03			

Příloha 3: Zaznamenané informace budky č. 8 ze dne 12. 5. 2021 (sýkora koňadra)

BUDKA Č.17 (začátek 11:30)					
<i>SAMICE</i>			<i>SAMEC</i>		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
11:32:09	11:50:18	18:09	11:39:00	11:39:09	0:09
			11:50:18	11:50:30	0:12
			11:52:51	11:53:03	0:12
12:39:36	12:43:39	4:03	12:43:45	12:44:00	0:15
12:55:36	13:04:54	9:18			
13:05:30	13:19:03	13:33	13:05:00	13:05:12	0:12
13:23:00	13:25:54	2:54			
13:39:12	14:03:54	24:42	14:02:57	14:03:06	0:09
14:09:33	14:32:15	22:42			
14:36:39	14:40:18	3:39	14:40:12	14:40:24	0:12

Příloha 4: Zaznamenané informace budky č. 17 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)

BUDKA Č.23 (začátek 12:00)					
<i>SAMICE</i>			<i>SAMEC</i>		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
12:01:00	12:20:12	19:12			
12:28:48	12:53:51	25:03			
13:06:48	13:15:09	8:21			
13:18:27	13:40:45	22:18			
13:50:03	14:04:33	14:30			
14:15:51	14:22:57	7:06			
14:26:48	14:28:51	2:03			
14:31:51	14:34:21	2:30	14:33:21	14:33:28	0:07
14:41:15	14:52:12	10:57			
			14:53:30	14:54:27	0:57

Příloha 5: Zaznamenané informace budky č. 23 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)

BUDKA Č.30 (začátek 12:10)					
<i>SAMICE</i>			<i>SAMEC</i>		
přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)	přilet (h:min:s)	odlet (h:min:s)	interval (min:s)
12:11:45	12:26:54	15:09			
			12:30:27	12:30:39	0:12
12:37:12	12:47:36	10:24			
13:01:33	13:08:00	6:27	13:05:21	13:05:27	0:06
			13:07:51	13:07:56	0:05
13:15:36	13:22:12	6:36			
13:31:18	13:39:21	8:03			
13:48:48	13:58:12	9:24			
14:10:30	14:15:30	5:00	14:12:21	14:12:24	0:03
14:23:15	14:29:51	6:36			
14:41:45	14:56:18	14:33			
			14:58:51	14:59:00	0:09
15:02:51	15:04:00	1:09			
			15:04:00	15:04:06	0:06

Příloha 6: Zaznamenané informace budky č. 30 ze dne 10. 5. 2021 (sýkora koňadra)



Příloha 7: Samec sýkory přilétává k hnízdu



Příloha 8: Samec sýkory na budce

Pracovní list - Ptáci

1) Poznej o jakého ptáka se jedná.



2) Odpověz na následující otázky a vylušti tajenku (v závorce číslo písmene pro tajenku)

- a) Kostra ptáků je většinou lehká, protože jejich kosti jsou... _ _ _ _ (1)
 b) Jak se jmenuje nejznámější parazitující pták, který klade vejce do cizích hnízd? _ _ _ _ _ (4)
 c) Člověk, co zkoumá ptactvo se nazývá... _ _ _ _ _ (5)
 d) Čím je krytý povrch těla ptáků? _ _ _ _ _ (2)
 e) Přeměněné přední končetiny ptáků se nazývají ... _ _ _ _ _ (5)

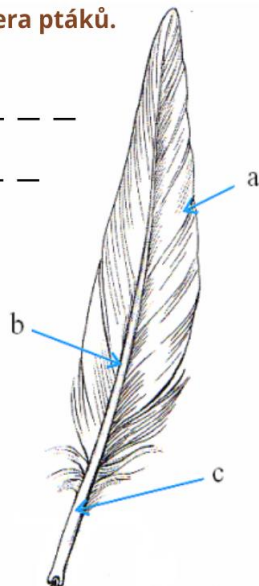
TAJENKA: Tento pták patří mezi šplhavce. Je to _____.

3) Popiš části pera ptáků.

a) _ _ _ _ _

b) _ _ _ _ _

c) _ _ _ _



4) Vylušti názvy ptačích druhů.

a) ŠOKVAVLTA EÁOBNC -

b) BLUOH ÁČŘVINH -

c) AAĚKPNV BCÁNOE -

d) NŽUAL EENLZÁ -

e) SKO ÝENČR -

Pracovní list – Ptáci

1) Poznej o jakého ptáka se jedná.



S Ý K O R A



Š P A Č E K



L E D Ň Á Č E K



Č E R V E N K A



S O J K A



V R A B E C

2) Odpověz na následující otázky a vylušti tajenku (v závorce číslo písmene pro tajenku)

- a) Kostra ptáků je většinou lehká, protože jejich kosti jsou... D U T É (1)
 b) Jak se jmenuje nejznámější parazitující pták, který klade vejce do cizích hnízd? K U K A Č K A (4)
 c) Člověk, co zkoumá ptactvo se nazývá... O R N I T O L O G (5)
 d) Čím je krytý povrch těla ptáků? P E Ř Í M (2)
 e) Přeměněné přední končetiny ptáků se nazývají... K Ř Í D L A (5)

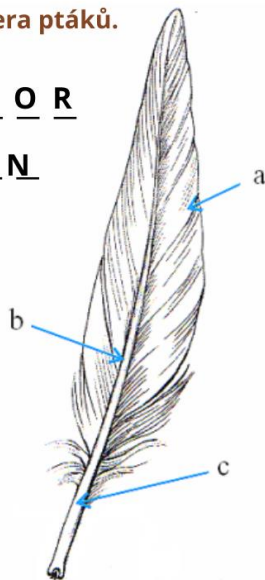
TAJENKA: Tento pták patří mezi šplhavce. Je to D A T E L.

3) Popiš části pera ptáků.

a) P R A P O R

b) O S T E N

c) B R K



4) Vylušti názvy ptačích druhů.

a) Š O K V A V L T A E A O B N C -
VLAŠTOVKA OBECNÁ

b) B L U O H Á Č R V I N H -
HOLUB HŘIVNÁČ

c) A A Ě K P N V B C A N O E -
PĚNKAVA OBECNÁ

d) N Ž U A L E E N L Z Á -
ŽLUNA ZELENÁ

e) S K O Ý E N Č R -
KOS ČERNÝ