

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Vliv teploty prostředí na teplotu snůšky sýce  
rousňého (*Aegolius funereus*) v průběhu  
inkubace

The effect of ambient temperature on the temperature of  
the Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) clutches during  
incubation period

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Markéta Zárbynická, Ph. D.

Bakalant: Richard Ševčík

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Richard Ševčík

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Vliv teploty prostředí na teplotu snůšky sýce rousného (*Aegolius funereus*) v průběhu inkubace**

Název anglicky

**The effect of ambient temperature on the temperature of the Tengmalm s owl (*Aegolius funereus*) clutches during incubation period**

---

### Cíle práce

S pomocí teplotních čidel umístěných ve snůšce sýce rousného v průběhu inkubace a ve venkovním prostředí zjistit:

- teplotu snůšky v monitorovaných hnízdech s ohledem na denní a noční čas,
- teplotu snůšky vzhledem k počtu vajec ve snůšce,
- vliv venkovní teploty na teplotu snůšky.

### Metodika

Potřebná data budou získána s pomocí teplotních čidel umístěných v hnízdech sýce rousného v okolním prostředí (mimo hnízdní budku).

**Doporučený rozsah práce**

30-40 stran

**Klíčová slova**

sýc rousný, hnízdní budka, snůška, termoregulace, teplotní čidla

---

**Doporučené zdroje informací**

- Boulton, R. L. and Cassey, P. 2012. How avian incubation behaviour influences egg surface temperature: relationships with egg position, development and clutch size. *Journal of Avian Biology*. 43: 289-296.
- Korpimäki, E. and Hakkarainen, H. 2012. *The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Rockweit, J. T., Franklin, A. B., Bakken G. S. and Gutiérrez, R. J. 2012. Potential influences of climate and nest structure on spotted owl reproductive success: a biophysical approach. *PLoS ONE* 7: e41498. doi:10.1371/journal.pone.0041498.
- Windsor, R. L., Fegely, J. L. and Ardia, D. R. 2013. The effects of nest size and insulation on thermal properties of tree swallow nests. *Journal of Avian Biology* 44: 305-310.
- Zárybnická, M. 2009. Parental investment of female Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithologica* 44: 81-88. 10.3161/000164509X464911

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18. 9. 2014

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 11. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2015

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Markéty Zárybnické, Ph. D. a uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 8. 4. 2015

.....

## **Poděkování**

Především bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Markétě Zárybnické, Ph. D. za neustálou podporu a výpomoc při zpracování této práce, za nesčetné rady a připomínky. Dále bych jí chtěl poděkovat za cenné poznatky, které byly nezbytné při práci se sýcem rousným v terénu. Děkuji také Mgr. Jiřímu Šindelářovi, Janě Marešové, Veronice Sítkové, Veronice Laryšové a Karolíně Mahlerové za spolupráci při výjezdech do Krušných hor a při sbírání veškerých dat.

Výzkum sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor byl finančně podporován grantem CIGA 20144203.

## Abstrakt

V roce 2014 byla v imisemi poškozené oblasti Krušných hor provedena studie o vlivu venkovní teploty na teplotu snůšky sýce rousného. Na tomto území v okolí Flájské přehrady bylo vyvěšeno 220 budek a následně byly pravidelně kontrolovány od konce března do července. Po nalezení hnízda byla budka vyměněna za tzv. „inteligentní ptačí budku“, která byla pomocí teplotních senzorů schopná měřit venkovní teplotu a teplotu uvnitř snůšky. Pomocí dat z pěti hnízd bylo statisticky dokázáno, že venkovní teplota signifikantně ovlivňuje teplotu snůšky sýce rousného, a to jak v nočních hodinách ( $P < 0,001$ , korelační koeficient 0,638), kdy samice opouští hnízdo, tak i ve dne ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,661), kdy sedí nepřetržitě na hnízdě. Dále byla zjištěna inkubační teplota, která panovala v jednotlivých hnízdech ve dne a v noci, přičemž v nočních hodinách byla tato teplota průkazně nižší ( $27,31 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$  versus  $25,89 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$ ). Samice, které hnízdily ve stejném období, vykazovaly podobnou inkubační teplotu, avšak v průběhu celého hnízdního období se teplota snůšky v jednotlivých budkách zvyšovala společně s teplotou vzduchu. Data, která byla získána, vypovídají o termoregulačních procesech sýce rousného a jejich ovlivnitelnosti okolním prostředím a jsou cenným přínosem znalostí o hnízdní biologii tohoto druhu.

Klíčová slova: hnízdní budka, termoregulace, teplotní čidla, sýc rousný, snůška

## Abstract

In a year 2014 a study of an influence of outside temperature on a lay of Boreal owl was performed in the area of Ore Mountains that are known to have been damaged by emissions. 220 boxes were put in the area of Flájská přehrada and since the end of March until July they were regularly controlled. After the nest was found, the box was exchanged for a so-called “intelligent nesting box” which was able to measure the outside temperature and the temperature of the lay with a help of temperature sensors. According to the data taken from five nests it was statistically proven that outside temperature significantly influences the temperature of Tengmalm’s owl’s nest, either at night ( $P < 0,001$ , correlation coefficient 0,638), when a female owl leaves the nest, or in a daytime ( $P < 0,001$ , corr. coeff. 0,661), when it is present in a nest. An incubation temperature that prevailed in individual nests during the day or a night was also discovered. At night it was demonstrably lower ( $27,31 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$  versus  $25,89 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$ ). Female owls that nested in the same period of time showed a similar incubation temperature, however, during the whole nesting period the temperatures in individual boxes increased with the air temperature. Collected data say much about the thermoregulation processes of Boreal owl and the possibility to influence them with surrounding environment. The data are valuable contribution to knowledge of nesting biology of the species.

Key words: nesting box, thermoregulation, temperature sensors, Tengmalm’s owl, clutch

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Literární rešerše .....	2
2.1 Vzhled.....	2
2.2 Výskyt a biotop sýce rousného .....	2
2.2.1 Výskyt.....	2
2.2.2 Preferované prostředí .....	3
2.3 Potrava .....	4
2.4 Hnízdní biologie.....	5
2.4.2 Tok.....	5
2.4.1 Hnízdo.....	5
2.4.3 Hnízdění.....	6
2.4.4 Velikost snůšky .....	7
2.4.5 Inkubace vajec .....	7
2.4.6 Mláďata.....	9
2.4.7 Úspěšnost hnízdění .....	10
2.5 Vliv potravy na chování sýce rousného .....	10
3. Materiál a metodika .....	12
3.1 Charakteristika studijní oblasti.....	12
3.2 Období hnízdění a monitoringu sýce rousného.....	12
3.4 Rozměry a vzhled budky .....	13
3.5 Kontrola budek a výměna budky za kamerovou inteligentní budku.....	13
3.6 Kamerová inteligentní budka.....	13
3.7 Kontrola kamerových budek.....	14
3.8 Statistické analýzy a zpracování dat .....	14
4. Výsledky .....	15
4.1 Porovnání inkubační teploty snůšky mezi monitorovanými hnízdy .....	15
4.2 Porovnání denní inkubační teploty mezi hnízdy .....	16
4.3 Porovnání noční inkubační teploty mezi hnízdy .....	17
4.4 Velikost snůšky.....	19
4.5 Vztah mezi vnitřní teplotou snůšky a venkovní teplotou.....	19
4.6 Zhodnocení inkubační teploty v jednotlivých hnízdech .....	22
4.6.1 Budka 63 .....	22



4.6.2 Budka 848 .....	23
4.6.3 Budka 1377 .....	24
4.6.4 Budka 1396 .....	25
4.6.5 Budka 13154 .....	26
5. Diskuze .....	27
6. Závěr .....	30
7. Literatura.....	31
8. Přílohy.....	35

# 1. Úvod

Sýc rousný je oproti ostatním druhům sov menšího vzrůstu. Má silně opeřené nohy a jeho tvář se vyznačuje světlým závojem s tmavohnědým ohraničením (Černý 1980). Tato sova osidluje severské lesy, ale můžeme ji nalézt i jižněji, kde se převážně vyskytuje v lesích vyšších nadmořských výšek. V České republice můžeme sýce rousného zahlédnout ve všech pohraničních horstvech, jako jsou například Krušné hory (Hudec et Šťastný 2005, Šťastný et al. 1998, Šťastný et al. 1987). Studie o tomto druhu byly prováděny jak v zahraničí, tak i v České republice. O hnízdní biologii sýce rousného u nás bylo pojednáváno například Vacíkem (1991), Drdákovou - Zárybnickou (2002), Hanelem (2008) a Rymešovou (2006). Ve všech studiích autoři řešili otázky týkající se doby inkubace, jejího trvání, úspěšnosti líhnutí a vyvedení mláďat, avšak teplotu v hnízdě a faktory, které by mohly ovlivňovat inkubační teplotu nikoli. Nicméně Drdáková - Zárybnická (2002) ve své diplomové práci uvedla, že venkovní teplota by mohla ovlivňovat teplotu uvnitř snůšky, neboť v roce s nižší teplotou vzduchu zahřívala samice svá vejčeka déle. V zahraničí se o hnízdní biologii této sovy zabýval například Korpimäki (1981). Studie, která se zabývá vztahem mezi venkovní a inkubační teplotou, řešil Haftorn (1983), ačkoli tento výzkum nebyl prováděn u sýce rousného, ale u sýkory koňadry (*Parus major*).

Cílem této bakalářské práce je zjistit:

- a) teplotu snůšky v monitorovaných hnízdech s ohledem na denní a noční čas,
- b) teplotu snůšky vzhledem k počtu vajec ve snůšce,
- c) vliv venkovní teploty na teplotu snůšky.

Všechna potřebná data byla získána pomocí teplotních čidel, která byla umístěna uvnitř hnízda sýce rousného a vně budky. S pomocí těchto dat se dozvídáme podrobnosti o inkubaci této sovy a o jejích interakcích s prostředím. Dopomohou nám poznat a více pochopit tento druh v průběhu rozmnožování, které je nedílnou součástí každého organismu.

## 2. Literární rešerše

### 2.1 Vzhled

Sýc rousný je menší sova, která se velice podobá sýčkovi obecnému (*Athene noctua*). Na rozdíl od sýčka má sýc dlouze opeřené nohy a o něco delší ocas. Sýc sedí zpravidla vzpřímeně a léta přímo, zatímco sýček sedává v korunách skrčený a léta plácavým letem. Hlava sýce je zakulacena a vyznačuje se světlým okrouhlým závojem s tmavohnědým ohraničením, který velice zvýrazňuje dvě žluté oči (Černý 1980). Vyznačují se tmavohnědým zbarvením se světlými skvrnami, které se především objevují na vrchu hlavy a šíji (Drdáková - Zárybnická 2004). Felix et Hisek (1975) stanovili rozměry těla na 25 cm a rozpětí křídel na 54 cm. Další autoři, například Šťastný et al. (1998), uvádějí délku těla v rozmezí od 19 cm do 23 cm, rozpětí křídel od 48 cm do 55 cm a hmotnost sýce rousného na 120-150 g. Tento druh se také vyznačuje výrazným obráceným pohlavním dimorfismem. Drdáková - Zárybnická (2004) uvádí, že samice mají hmotnost o 40-60 % větší než samci. Samice nejčastěji váží okolo 140-180 g, zatímco samci mají jen 100-110 g. Tento hmotnostní rozdíl je však patrný pouze v období hnízdění (Hipkiss 2006). Samice získává vyšší hmotnost v době rozmnožování především proto, aby se ochránila proti nedostatku potravy, která může nastat v průběhu inkubace a výchovy mláďat (Drdáková – Zárybnická 2004). Mláďata sýce rousného jsou celá jednobarevně čokoládová se světlým závojem na hlavě, na kterém je výrazná bílá kresba připomínající písmeno X (Smrček et Smrčková 2005).

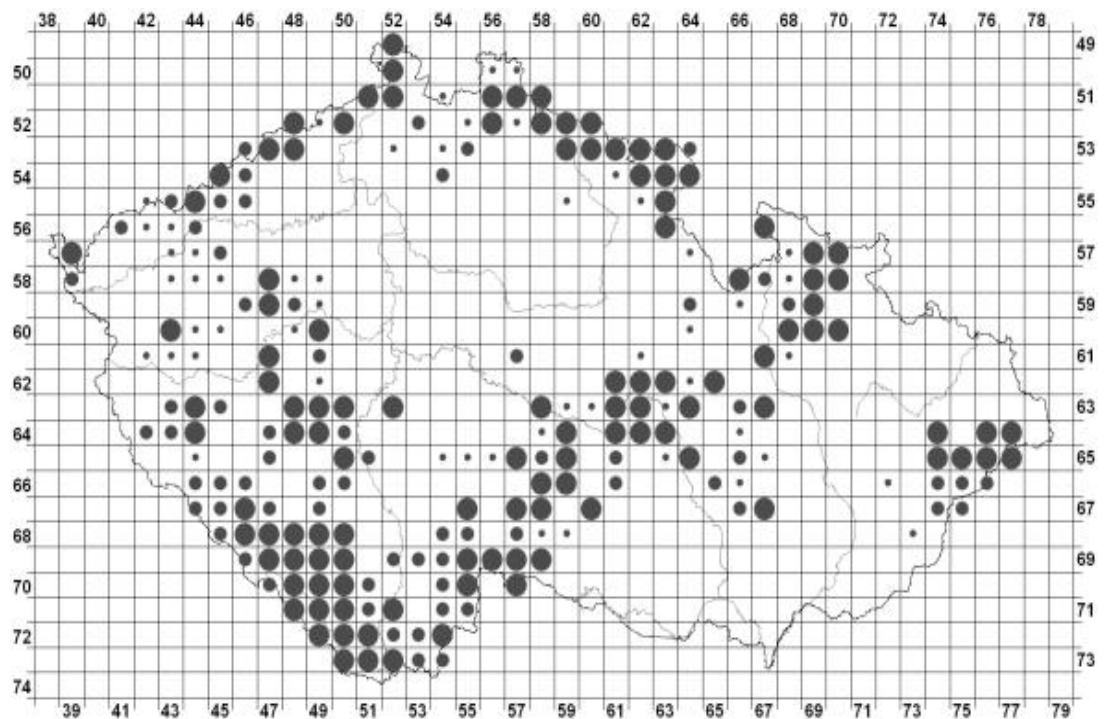
### 2.2 Výskyt a biotop sýce rousného

#### 2.2.1 Výskyt

Ve světě se sýc rousný vyskytuje převážně na severu, kde osidluje cirkumpolárně euroasijské a severoamerické jehličnaté lesy. Toto rozšíření se řadí do typu sibiřsko-kanadského (Hudec et Šťastný 2005). Lze ho i nalézt jižněji, kde se vyskytuje v jehličnatých popřípadě bukových lesích ve vyšších nadmořských výškách (Šťastný et al. 1998). Jeho jižní rozšíření je ostrůvkovité. Některé jižní populace sýce rousného jsou rozšířeny až po Pyreneje a mohou se objevit i na Balkáně. Tyto izolované populace se označují jako glaciální relikty (Šťastný et al. 2006).

V České republice se vyskytuje poddruh sýc rousný evropský (*Aegolius funereus funereus*). Tento druh byl u nás ještě v polovině 20. století považován za vzácný, nicméně se postupem času začalo objevovat čím dál více zpráv o jeho výskytu na našem území (Šťastný et al. 1997). V současné době se sýc rousný vyskytuje ve všech pohraničních horách, ale i v nižších polohách a ve vnitrozemí. Výskyt v České republice nám podrobně vyobrazuje mapa na obrázku 1.

Obr. 1 Mapa výskytu sýce rousného v České republice (Šťastný et al. 2006).



### 2.2.2 Preferované prostředí

Sýc rousný se nachází především v horských jehličnatých lesích, ale vyskytuje se také v pahorkatinách a nížinách (Felix et Hísek 1975). Může přebývat i ve smíšených či listnatých porostech, zejména v bučinách (Šťastný et al. 1987). Oblíbeným prostředím sýce rousného jsou také imisní oblasti našich pohraničních hor, zejména Krušné a Jizerské hory. Zde se nacházejí rozsáhlé holiny s hustým zápojem třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*), které poskytují vhodné prostředí zejména pro hraboše mokřadního (*Microtus agrestis*), který tvoří hlavní složku potravy této sovy. Jako další výhodou v tomto biotopu je, že zde zcela chybí přirození nepřátelé sýce rousného a to zejména puštík obecný (*Strix aluco*), výr velký (*Bubo bubo*) a jeřáb lesní (*Accipiter gentilis*). Tito dravci nemají v těchto ekotypch dostačující podmínky pro zahnízdění (Drdáková - Zárybnická 2004).

V severních oblastech Evropy, konkrétně ve Finsku bylo vypořádováno, že největší počet zahnízděných párů byl v porostech s menší koncentrací borových porostů a mokřin, kde byl odchycen vysoký počet drobných zemních savců, kteří jsou hlavní složkou potravy sýce rousného. Oproti tomu byl nízký počet zahnízdění zjištěn ve smrkových monokulturách a v oblasti s velkými zemědělskými plochami (Korpimäki 1988a).

### 2.3 Potrava

Potravou sýce rousného jsou především drobní hlodavci. Při nedostatku drobných zemních savců loví drobné ptáky (*Aves*), jako například pěnkavy (*Fringilla*), sýkory (*Parus*) nebo mláďata drozdů (*Turdus*) (Felix et Hísek 1975). Porovnání složení potravy v Evropě je uvedeno v práci Vopálky (2012), který zjistil, že největší zastoupení kořisti zaujímají savci a jako doplňkovou stravou jsou ptáci. Ze savců byli nejčastěji loveni hraboši (*Microtus* sp. a *Myodes glareolus*), rejsci (*Soricidae*) a myšice (*Apodemus* sp.). Dominantním druhem loveným sýcem rousným se považuje hraboš, avšak pokud se sníží jejich počet, dochází ke zvýšení lovení rejsek a ptáků (Jäderholm 1987). V mnoha pracích o složení potravy, které probíhaly na území České republiky, je například práce Rymešové (2006), která se zabývala složením potravy sýce rousného v CHKO Žďárské vrchy. Potvrdila, že nejčastější kořist představoval hraboš polní (*Microtus arvalis*) a hraboš mokřadní. Hraboš polní v zastoupení 27,52% a hraboš mokřadní 24,54%. To samé zjistil Vopálka (2012) v Krušných horách a v Krkonoších, kde bylo zastoupení hraboše mokřadního 45,7% a 37,2%. O zastoupení hraboše mokřadního jako hlavní složky potravy sýce rousného v Krušných horách vypovídá i Drdáková – Zárybnická (2004), která poukazuje na to, že tomuto druhu se dobře daří na otevřených plochách, které vznikly v těchto horách v důsledku působení imisí, které poškodily tamní lesy, a velká část byla vykácena.

Složení potravy sýce rousného je však silně ovlivněno potravní nabídkou, která se v daných letech velmi často mění (Beneš 1986). Sýc se často živí také myšicemi, které v některých letech bývají jeho hlavní složkou potravy (Komrsková 2009). Dominanci myšic v České republice vysvětluje studie Zárybnické et al. (2013). Zjistili, že oproti severní Evropě, kde převažují pouze hraboši (60-90%), se u středoevropské populace kromě hrabošů významně vyskytují také myšice. To je dáno tím, že na severu Evropy jsou myšice (tj. myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*) a

myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) méně dostupné, protože jejich severní hranice areálu zasahuje do jižní části Skandinávie (Zárybnická et al. 2013). V České republice byl nalezen pozitivní vztah mezi dostupností myšic v terénu a jejich podílem v potravě sýců, zatímco u hrabošů tento vztah nebyl významný (Zárybnická et al. 2013). Dále bylo poukázáno na to, že myšice jsou noční zvířata a tudíž mohou být pro sýce lépe dostupné, protože tato sova loví výhradně v noci (Zárybnická et al. 2012). Další, alternativní, složku potravy sýce rousného tvoří hmyzožravci, zejména rejsek obecný (*Sorex araneus*) (Komrsková 2009). V Krušných horách se dále v potravě sov objevuje norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), plšík lískový (*Muscardinus avellanarius*) nebo hryzec vodní (*Arvicola terrestris*). V letech nízké populační hustoty drobných savců se v potravě sýce rousného častěji vyskytují ptáci. V roce 2000 tvořili ptáci v potravě sýce rousného až 15,2 % (Holý 2002).

## 2.4 Hnízdní biologie

### 2.4.2 Tok

Tok samců sýce rousného začíná brzy z jara a to v období od února do dubna. Sýce můžeme slyšet zejména ve večerních nebo časně ranních hodinách. Nespárovaní jedinci ještě houkají v květnu i červnu (Drdáková - Zárybnická 2004). Samci sýců vydávají při toku melodické houkavé „huhuhu“, které nám může připomínat hvizd parní lokomotivy (Černý 1980). Drdáková - Zárybnická (2004) uvádí, že intenzita houkání je závislá na počasí, ale také na stavu potravy. Samečci nehoukají za silného větru a deště, ale při dobrých povětrnostních podmínkách bývá houkání slyšet až do vzdálenosti 3 km. Hlasitost, doba a délka hlasového projevu je často nepředvídatelná, protože samec může reagovat na vyrušení z okolí. Hlasová aktivita v místech s nízkou hustotou jedinců téhož druhu je nižší, než v oblasti s větší koncentrací jedinců tohoto druhu (Kloubec 1986).

### 2.4.1 Hnízdo

Sýc rousný nejčastěji vyhledává pro zahnízdění stromové dutiny, které jsou převážně pozůstatky po datlu černém (*Dryocopus matius*) (Felix et Hísek 1975). Tunka (1988) uvádí, že dutina se často nachází ve výšce 6-8 m nad zemí, ale vyskytly se i případy, kdy sýc hnízdil ve výšce až 12 m nad zemí. Přirozená hnízdní dutina bývá nejčastěji ve smrku, buku nebo borovici. Hudec et Šťastný (2005) uvádějí, že ze sedmi zjištěných přirozených hnízd byly čtyři v buku.

Sýce rousného můžeme najít i ve vyvěšených budkách. Tyto budky byly zpravidla instalovány jako náhrada přirozených hnízdních dutin v imisemi postižených pohraničních oblastech. Slouží převážně ke zvýšení početnosti této sovy, ale také ke zjištění nových poznatků o tomto druhu. Například ve Finsku bylo vyrobeno přes 11 000 budek (Drdáková - Zárybnická 2004). V České republice se používají budky zkonstruované z prken nebo zhotovené z dutých kmenů (Hudec et Šťastný 2005). Preferenci prkenných budek oproti budkám vyrobeným z dutých kmenů zjistil Korpimäki (1987a).

Dutina nebo budka je převážně využívána jako hnízdo, ale také jako zásobárna potravy (Drdáková – Zárybnická 2003). Ulovená kořist v mrazech zmrzne a je na delší dobu zachována. Po delší době, kdy sýc neuloví žádnou kořist, si na ni sedne a začne jí rozechřívát svým tělem. Roztálou potravu následně pozře (Bondrup-Nielsen 1977). V Krušných horách 5 – 10% budek slouží těmto sovám jako zásobárna ulovené kořisti (Drdáková - Zárybnická 2003).

Struktura hnízda, v případě sýce rousného hnízdní dutina, je velice důležitá k udržení teploty během inkubace nebo při nepřítomnosti samičky na vejcích. Studie, která se touto problematikou zabývá, ukazuje, že nejlepší variantou hnízda pro sovy ze severního teplotního regionu je přirozená hnízdní dutina, která dokáže déle udržet teplo za předpokladu nepříznivých klimatických podmínek. Tento typ hnízda je pro tyto sovy velice nápomocný a to zejména pro samice, které tak mohou opustit hnízdo na delší dobu, než kdyby měli hnízda, která by byla více otevřená přírodním vlivům. Konkrétně pro puštíka západního (*Strix occidentalis*), který hnízdí v dutině, trvá ochlazení vajec za nepřítomnosti samice na únosnou teplotu pro embrya ve vajíčkách cca 10 – 33min (Rockweit et al. 2012).

### 2.4.3 Hnízdění

Hnízdění sýce rousného začíná obvykle v únoru a končí často v červnu (Drdáková – Zárybnická 2004). Vacík (1991) uvádí, že samice začínají klást svá vajíčka nejčastěji v první dubnové dekádě. V roce 2002 byla v CHKO Žďárské vrchy nalezena samice, která snesla první vejce již 13. února (Čejka 2004). Začátek hnízdění však závisí především na dostupnosti kořisti (Drdáková - Zárybnická 2004). Tento poznatek potvrzuje studie Hanela (2008), který vyzoroval, že v roce s nízkou potravní nabídkou a vysokou sněhovou pokrývkou zahnízdlily soví samice později, než v roce s nízkou sněhovou pokrývkou a vysokou početností kořisti.



V období hnízdění s hojností drobných zemních savců dochází u sýců rousných k případům polygynie (tzv. samec hnízdí s více samicemi najednou) a sukcesivní polyandrie (tzv. samice předčasně opustí hnízdo, aby v téže sezóně zahrázila s jiným samcem) (Korpimäki 1992). Hanel (2008) uvádí, že v Krušných horách se objevily případy polygamie a polyandrie během let 2006 až 2008. Nejvíce případů však bylo zaznamenáno v roce 2007, kdy nabídka kořisti byla značně vysoká. Konkrétně hnízdilo 18,2 % polygammních samců a 9 % samic, které v téže sezóně zahrázily podruhé s jiným samcem.

#### 2.4.4 Velikost snůšky

Samice sýce rousného snáší v průměru 3-6 vajec (Černý 1980, Felix et Hísek 1975, Šťastný et al. 1998). Velikost snůšky je především ovlivňována dostupností drobných zemních savců (Šťastný et al. 1998). Drdáková - Zárybnická (2002) zjistila, že v roce 2000 bylo v Krušných horách průměrně sneseno  $3,6 \pm 0,5$  vajec na hnízdo, kdežto v roce 2001 činila průměrná velikost snůšky  $5,0 \pm 0,9$  vajec. A právě v roce 2001 byla zjištěna výrazně vyšší početnost jejich kořisti. Další faktor, který hraje roli u velikosti snůšky, je hmotnost samice, což přímo souvisí s dostatkem kořisti (Korpimäki 1987b).

Laaksonen et al. (2002) také zjistil, že starší a zkušenější samice kladou signifikantně větší počet vajec. Oproti tomu u samců se s rostoucím věkem velikost snůšky snižuje.

Vacík (1991) uvádí, že počet snesených vajec je závislý také na začátku hnízdění (datum prvního snesení vejce); tzn. samice, které zahrází dříve, snáší větší snůšku než samice, které zahrází později. Tento trend potvrdili Zárybnická et al. (2015). Na základě desetileté studie ve Finsku a České republice tito autoři ukázali, že s rostoucí dobou zahrázění se snůška zmenšuje v obou oblastech.

Korpimäki (1984a) také přišel na to, že velikost snůšky je pozitivně závislá na prostoru hnízdní dutiny nebo budky. Ve Finsku zjistil, že větší počet vajec byl nalezen v budkách, které měli rozsáhlejší prostor oproti přirozeným hnízdním dutinám, ve kterých byl průměrný počet vajec menší.

#### 2.4.5 Inkubace vajec

V době hnízdění vzniká u samic sýce rousného tzv. hnízdní nažina, která je buďto holá nebo řídce zarostlá prachovým peřím. Nažina přichází do úzkého styku



s vejci a udržuje jejich teplotu pomocí tělesné teploty samice (Hanzák et Hudec 1963). Haftorn et Reinertsen (1982) uvádějí, že je samice schopna regulovat její metabolickou produkci tepla a průtoku krve k hnízdní nažině a tím napomoci k ochlazení nebo zvýšení teploty vajec. Tyto poznatky získal zkoumáním sýkory koňadry, kdy experimentálně ochladil teplotu vejce na 0°C. Po usednutí samice na vejce okamžitě došlo ke snížení její tělesné teploty a tím pádem i k předání potřebného tepla vejci. Na druhou stranu, když ohřál vejce na 50 – 60 °C a samice opět usedla na snůšku, její tělesná teplota vzrostla na maximum (43,4 °C). Při této teplotě těla začala zrychleně dýchat a tím pádem se ochlazovala. Teplota vajec přitom klesla na 37,9 °C spolu s teplotou těla samice, která se zastavila na 40,8 °C. Z toho vyplývá, že se samička aktivně podílí na ochlazení snůšky. U sýce rousného zahřívá vejce pouze samice, která se zdržuje na hnízdě už 5 – 6 dnů před tím, než začne snášet vejce (Vacík 1991). Inkubace začíná ihned od snesení prvního či druhého vejce (Šťastný et al. 1998). V průběhu zahřívání vajec se samice během dne zdržovaly na vejcích nepřetržitě, ale během noci a časně zrána se vydávaly na krátké výlety (Drdáková - Zárybnická 2004). Korpimäki (1981) ve své studii uvedl, že tato aktivita samice v období inkubace začínala 1 hodinu a 14 minut po západu slunce a končila 1 hodinu a 49 minut před svítáním.

Korpimäki (1981) uvádí, že inkubace vajec trvá přibližně 26 – 32 dnů. Tato doba se však v mnohých studiích a literatuře liší (25 – 31 dnů: Felix et Hísek 1975, 26 – 27 dnů: Černý 1980, 28 – 32 dnů: Vacík 1991). Drdáková - Zárybnická (2002) rovněž zaznamenala rozdíly v době trvání inkubace. Při výzkumu v Krušných horách v roce 2000 zahřívaly samice svá vejce  $29,1 \pm 1,4$  dní, kdežto v následujícím roce trvala inkubace  $30,6 \pm 0,7$  dní. Každý rok se vyznačoval různými klimatickými podmínkami a dostupností potravy (Drdáková - Zárybnická 2004).

Schopnost přenosu tepelné energie ze samic na jejich snůšku je ovlivňována mnoha faktory. Korpimäki (1981) prokázal, že samice, které měly snůšku o velikosti pěti a více vajec, zahřívaly snůšku mnohem efektivněji, než tomu bylo u snůšky se čtyřmi vejci. Tento fakt vysvětluje tím, že nižší počet inkubovaných vajec většinou odpovídá době, kdy je dostupnost potravy značně nízká a v důsledku těchto nepříznivých podmínek není samice v dobré tělesné kondici a schopnost přenosu tělesné teploty na vejce je tak snížena. Toto tvrzení prokázal ve své studii i Vacík (1991), který zjistil, že úspěšnost líhnutí byla u snůšky se sedmi vejci 100 %, s pěti

vejci 93,3 % a nejhůře se líhla mlád'ata v hnízdech, ve kterých snesly samice čtyři vejce (68,8 %).

Boulton et Cassey (2012), kteří se zabývali termoregulačními procesy během inkubace sýkory koňadry, zjistili, že u menších snůšek samice v počátcích inkubace nevydávají tolik tělesného tepla a za její nepřítomnosti se vajíčka ochlazují mnohem rychleji než u větších snůšek. Dále poukazují na to, že vejce, která se nachází na okraji, se ochladí mnohem rychleji než vejce, která leží uprostřed snůšky. Samice byly schopny odhadnout individuální teplotu těchto krajních vajec a podle potřeby je přemísťovat. Studium termoregulačních procesů u vajec křepelky japonské (*Coturnix japonica*) a čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) se zabývali Šálek et Zárybnická (2015). Tento výzkum byl zaměřen na uspořádání jednotlivých vajec ve snůšce a jejich termoregulaci s okolním prostředím. Výsledky ukazují, že nejvýhodnější umístění vajec v hnízdě je systematická uspořádanost vajíček s jejich ostřejším vrcholem orientovaným do středu snůšky, než kdyby byly vejce roztroušené bez systematického uspořádání oválných a ostrých konců vajec. Tyto části vajec se od sebe lišily zadržováním tepla. Oválné části se ochlazovaly výrazně pomalu, než tomu bylo u protilehlých ostrých vrcholů, a proto je výhodné nastavit vejce tak, aby oválné konce byly orientované vně snůšku a zabránily přílišnému ochlazení celého vajíčka.

#### 2.4.6 Mlád'ata

Mlád'ata jsou po vylíhnutí slepá, hluchá a vývojově jsou mezi sebou rozdílná. To je dáno tím, že samice snáší vejce postupně a mezi snesením vajec může být i několikadenní prodleva (Dmitrijeva 1991). To mládě, které se vylíhne jako první, má oproti sourozencům výhodu, protože při nedostatku potravy může v zájmu přežití mladší mlád'ata sežrat (tzv. kainismus). Toto chování při nedostatečné dostupnosti kořisti mohou provést i rodiče (tzv. kronismus) (Šťastný et al. 1998).

Hned po vylíhnutí mají mlád'ata bílé prachové peří, které po čtyřech dnech jejich života začíná tmavnout. 7. – 8. den se jim vytvoří na těle poloprachové opeření, které od 14. až 16. dne pokrývá skoro celé tělo. Zbytek bílého prachového peří zůstává na těle do 19. – 21. dne života mláděte. Barva druhého poloprachového opeření je kávově hnědá, kdy na břiše je světlejší a na křídlech a ocasu je viditelná bíle kropenatá barva. Od 20. dne se vyvíjí vzhled, který je pro sýce rousného typický (Vacík 1991).

V době hnízdění samice inkubuje vejce a zahřívá mláďata, zatímco samec obstarává veškerou potravu pro svá mláďata a samici. Během noci se sameček dostaví s kořistí k vletovému otvoru hnízda a tam předává samici potravu, která jí následně naporcuje a nakrmí s ní mladé (Mlíkovský 1998). Sýci rousní svojí dutinu v době hnízdění nečistí a veškeré zbytky kořisti a vývržky nechávají v hnízdě (Šťastný et al. 1987).

Mláďata zůstávají na hnízdě cca 30 dní (Drdáková - Zárybnická 2002). Po vylétnutí se do hnízdní dutiny nevracejí, ale krmení mláďat mají nadále na starost jejich rodiče. Potravu jim předávají na větvích stromů nebo i za letu (Felix et Hísek 1975).

#### 2.4.7 Úspěšnost hnízdění

Úspěšnost hnízdění závisí u sýce rousného především na potravní nabídce, ale také na predaci hnízd (Drdáková – Zárybnická 2004). V roce 2006 až 2008 bylo v Krušných horách nejčastější příčinou neúspěšného hnízdění fakt, že rodiče opustili hnízdo (téměř 21,5 %), a to kvůli nedostatku potravy (Hanel 2008). Úspěšnost hnízdění je ovlivňováno především samci, kteří mají za úkol obstarávat potravu pro samici a mláďata. Počet úspěšně dokončených hnízdění se zvyšuje s věkem samce, kdy starší jedinci mají více zkušeností při obstarávání kořisti (Korpimäki 1988b). Dalším hlavním faktorem neúspěšného hnízdění je predace kunou (*Martes* sp.). V roce 2000 – 2003 hnízdilo v Krušných horách 72 samic, přičemž 24 hnízd (33 %) zničili predátoři (Drdáková – Zárybnická 2004). Sonerud (1985) ve své norské studii uvedl, že kuna se po nalezení hnízda s největší pravděpodobností i v příštím hnízdním období zase vrátí, a proto sýc rousný po napadení hnízda vyhledává zcela nové dutiny nebo budky, aby snížil riziko predace. Líhnutí mláďat z vajec je pravděpodobně ovlivňováno nízkými teplotami, které mohou způsobit zastydnutí vajec a delším trváním sněhové pokrývky, která ovlivňuje dostupnost potravy a tudíž samice nejsou schopné vydat na inkubaci potřebné množství energie (Drdáková - Zárybnická 2004).

#### 2.5 Vliv potravy na chování sýce rousného

Období, kdy sýc rousný začíná hnízdit je silně ovlivněno dostupností potravy (Drdáková - Zárybnická 2004). Šťastný et al. (1998) uvádí, že hojnost potravy určuje také velikost snůšky. Početnost drobných zemních savců obvykle kolísá

v pravidelných 3-4 letých cyklech. V letech vysoké početnosti drobných savců odchovávají hnízdící jedinci více mláďat a někdy dochází i k tomu, že samice zahnízdí ve stejném roce po druhé, naopak samci mohou hnízdit se dvěma i třemi samicemi najednou (Šťastný et al. 1998, Hakkarainen et Korpimäki 2012). A právě v tomto období, kdy je dostupnost hrabošů značně vysoká, mohou úspěšně zahnízt i jednoleté sovy. Naopak při nedostatku potravy hnízdí pouze starší a zkušenější ptáci (Korpimäki 1988c). Na další ovlivnění chování sýců rousných při nedostatku potravy poukazuje ve své studii Zárybnická (2009). Uvádí, že při nízké početnosti potravní nabídky samice na konci hnízdního období pomáhaly samcům s obstaráváním potravy, zatímco v roce s hojností potravy samce i s mláďaty předčasně opustily.

## 3. Materiál a metodika

### 3.1 Charakteristika studijní oblasti

Studijní oblast, ve které byl sledován sýc rousný, leží na severozápadě České republiky v loučenské části Krušných hor v okolí Flájské přehradě na ploše cca 70 km<sup>2</sup>. Výzkumné území je ze severu a ze západu ohraničeno státními hranicemi. Na jihu a jihovýchodě je oblast ohraničena obcemi Dlouhá Louka a Klíny, na východě Novým Městem a na severozápadě Moldavou a Českým Jiřetínem. Studijní oblast leží v nadmořské výšce v rozmezí od 735 do 956 m n. m. (Drdáková - Zárybnická 2002).

Krušné hory se klimaticky řadí do mírného a chladného podnebí. Svou výškou ovlivňují klima ve vnitrozemí, brání pronikání studeného severního a severozápadního proudění a jsou typické tím, že vytváří dešťový stín pro Podkrušnohorské oblasti. Na vrcholcích hor spadne přibližně 1200 milimetrů srážek za rok. Průměrná roční teplota klesá na nejvyšších částech pohoří pod 3°C (Hetze et al. 1984).

Při osidlování Krušných hor docházelo k devastaci přirozených lesů, převážně díky těžbě dřeva. Místo původních lesů, které se skládaly z acidofilních doubrav, dubohabřin, horských bučin, vzácných bukojedlin až po klimaxové smrčiny v nejvyšších polohách se začali zpravidla zakládat smrkové monokultury (Čihař 2002). V druhé polovině dvacátého století docházelo k intenzifikaci průmyslu a rozvoji těžby hnědého uhlí. V důsledku těchto procesů začalo poškozování druhotných smrčín emisemi z průmyslových továren. V zájmu zachování lesního ekosystému se zde zakládaly porosty náhradních dřevin, které náročné klimatické podmínky prostředí a chemické půdní složení snášely (Hetze et al. 1984). Porosty náhradních dřevin byly tvořeny nejčastěji smrkem pichlavým (*Picea pungens*), břízami (*Betula* sp.), jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) a modřínem opadavým (*Larix decidua*) (Drdáková – Zárybnická 2002).

### 3.2 Období hnízdění a monitoringu sýce rousného

V roce 2014 bylo ve studijní oblasti rozmístěno 220 budek vhodných pro hnízdění sýce rousného. Tyto budky byly pravidelně kontrolovány za účelem nalezení hnízd. Kontroly probíhaly od konce března do července. Převážná většina

budek byla vyvěšena na krajích smrkových porostů, cca třetina byla umístěna na soliterních dřevinách (většinou buky) a zbylé na porostech náhradních dřevin.

Měření teploty v hnízdě probíhalo v období inkubace, kdy samička sedí na vejcích. Toto měření probíhalo po nalezení prvního hnízda v počátku dubna a končilo posledním nalezeným hnízdem v červnu. Monitorováno bylo celkem pět hnízd. Průměrná doba monitoringu v každém hnízdě činila 15,4 dnů.

### **3.4 Rozměry a vzhled budky**

Budky pro sýce rousného, které byly ve studijní oblasti vyvěšeny, byly vyrobeny z dřevěných prken o tloušťce 2 cm. Rozměry těchto budek činí: dno 25 x 25 cm, výška stěn 40 cm, střecha 25 x 30 cm, přičemž je střecha rovná a přesahuje přední stěnu o 5 cm. Na přední straně budky se nachází vletový otvor kruhového tvaru o průměru 8 cm. V každé budce byla pilinová podestýlka vysoká cca 2 - 4 cm (Drdáková - Zárybnická 2002).

### **3.5 Kontrola budek a výměna budky za kamerovou inteligentní budku**

Od začátku hnízdního období do konce hnízdění (březen - červen) byly všechny budky kontrolovány v intervalu 7-10 dnů. Po nalezení hnízda byla tato budka vyměněna za kamerovou budku. Nakonec byla přidělena protipredační ochrana proti kuně lesní. Vajíčka byla vždy přemístěna s největší opatrností a co možná nejrychleji, abychom předcházeli poškození snůšky sýce rousného.

### **3.6 Kamerová inteligentní budka**

Kamerové budky jsou sestaveny z dřevěných konstrukcí, do kterých jsou vestavěny dvě průmyslové kamery s pohybovým senzorem (ČTK 2014). Kamery jsou připojeny k základní desce, která byla vytvořena na základě procesových modulů řady SQM4 pro průmyslové prostředí. Ke kamerám bylo také zakomponováno infračervené osvětlení (Kubizňák 2014). Dále je zde zabudována čtečka čipových kódů, kterými byli sýcové označeni, aby se zjistilo, zda přilétá do budky samec či samice (ČTK 2014). Systém je dále vybaven infračervenou optickou závorou, která se nachází ve vletovém otvoru budky. Při příletu sýce rousného se závora přerušuje a díky tomu se spustí nahrávání několika vteřinového rychlejšího záznamu, z kamery namířené proti vletovému otvoru, kde je zachyceno předání potravy samici samcem. Poté je pořízen pomalejší záznam ze dna budky, kde probíhá krmení mláďat. Toto video je cca 1 minutu dlouhé. Celý běh systému zajišťuje

trakční baterie s kapacitou 60 Ah, která vydrží v chodu šest až sedm dní (Kubizňák 2014).

Kamerová inteligentní budka je dále vybavena teplotními senzory, které měly za úkol měřit teplotu snůšky (inkubační teplotu) uvnitř hnízda a venkovní teplotu. Vnitřní senzor je umístěn na dně budky. Vajíčka byla vždy při kontrole přemístěna nad senzor, aby bylo měření co nejpřesnější.

### **3.7 Kontrola kamerových budek**

Po 6-8 denních intervalech byly kamerové budky navštěvovány, z důvodu výměny trakční baterie za novou, zcela nabitou baterii. Při těchto návštěvách bylo hnízdo zkontrolováno a pomocí datového kabelu byla ze zabudované paměti stáhnuta všechna cenná data včetně dat, která obsahovala teplotní záznamy, měřené po půl minutě.

### **3.8 Statistické analýzy a zpracování dat**

Teplotní senzory zaznamenávaly data po půl minutě. Primární data byla následně zprůměrována do hodinových intervalů (tzn. průměrná teplota, která panovala během jedné hodiny) a vyhodnocena statistickou analýzou. Tyto hodnoty se dále dělily na denní a noční teploty. Teploty, které byly naměřeny ve dne, byly brány od 7:00 do 20:00 hodin. Teploty, které panovaly od 21:00 do 6:00 ráno, byly označeny jako noční. Grafickým zobrazením primárních dat, bylo vytvoření tří boxplotů pomocí programu R (3.1.2). Tyto boxploty slouží k vizualizaci a porovnání středních hodnot dat (tzv. mediánu), 1. a 3. kvartilu, minima, maxima a odlehlých hodnot. Grafické zobrazení závislosti mezi venkovní teplotou a teplotou uvnitř snůšky bylo vytvořeno programem Statistica 12, tímto softwarem byly rovněž vytvořeny grafy, které zobrazují vývoj teploty snůšky s teplotou okolního prostředí.

Statistická analýza byla provedena v programu R (3.1.2), kde byla použita funkce lmer, která představuje zobecněné lineární modely se smíšenými efekty. Tyto modely byly použity k testování vztahu mezi vnitřní (inkubační) a vnější (venkovní) teplotou. Do modelu byly zahrnuty dvě kovariáty, které zohledňovaly konečný výsledek spolu s náhodným efektem. Datum a čas byly myšleny jako kovariáty a budka představovala náhodný efekt.

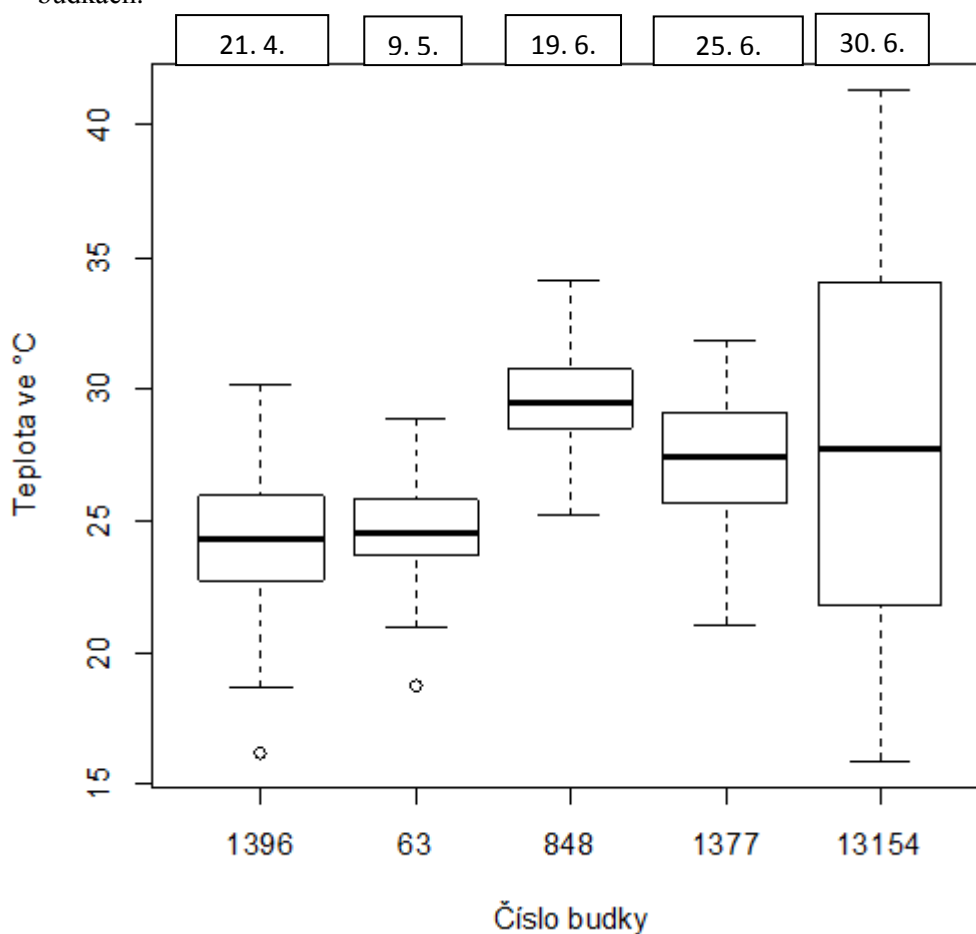
## 4. Výsledky

### 4.1 Porovnání inkubační teploty snůšky mezi monitorovanými hnízdy

Maximální teplota během inkubace vajec byla naměřena v budce 13154 dne 6. 7. ( $41,31^{\circ}\text{C}$ ), nejnižší teplota opět v budce 13154 dne 26. 6. ( $15,91^{\circ}\text{C}$ ) (Tab. 1).

Samice, které hnízdily ve stejném období, vykazovaly inkubační teplotu podobnou (Obr. 2). Samice hnízdící v budce 1377 a 13154 v období od 18. 6. – 1. 7. a 24. 6. – 6. 7. vykazovaly průměrnou teplotu snůšky během inkubace  $27,38^{\circ}\text{C}$  a  $27,73^{\circ}\text{C}$  (Tab. 2), ačkoli samice hnízdící ve stejném období v budce 848 (11. 6. – 27. 6.), vyhřála teplotu snůšky průměrně až na  $29,6^{\circ}\text{C}$ . Nižší průměrná inkubační teplota byla naměřena v budkách 63 ( $24,64^{\circ}\text{C}$ ) a 1396 ( $24,25^{\circ}\text{C}$ ), kde samice hnízdily přibližně o měsíc dříve (7. 5. – 11. 5. a 14. 4. – 27. 4.). Z výsledků je tedy patrné, že inkubační teplota byla podobná v souběžně probíhajících hnízdech, přičemž se průměrná teplota s pozdějším hnízděním zvyšovala (Tab. 1 a 2).

Obr. 2 Grafické zobrazení minima, 1. kvartilu, mediánu, 3. kvartilu, maxima a odlehlých hodnot inkubační teploty, včetně průměrného data hnízdění v jednotlivých budkách.





Tab. 1 Základní statistické ukazatele pro porovnání inkubační teploty (v průběhu celého dne) v jednotlivých hnízdech (budkách).

Budka	Průměr (°C)	Směrodatná odchylka	Minimum (°C)	Maximum (°C)
1396	24,25	2,377	16,15	30,17
63	24,64	1,694	18,72	28,83
848	29,6	1,609	25,21	34,14
1377	27,38	2,098	21,03	31,88
13154	27,73	7,619	15,91	41,31

Tab. 2 Období monitoringu (inkubace vajec) v jednotlivých hnízdech.

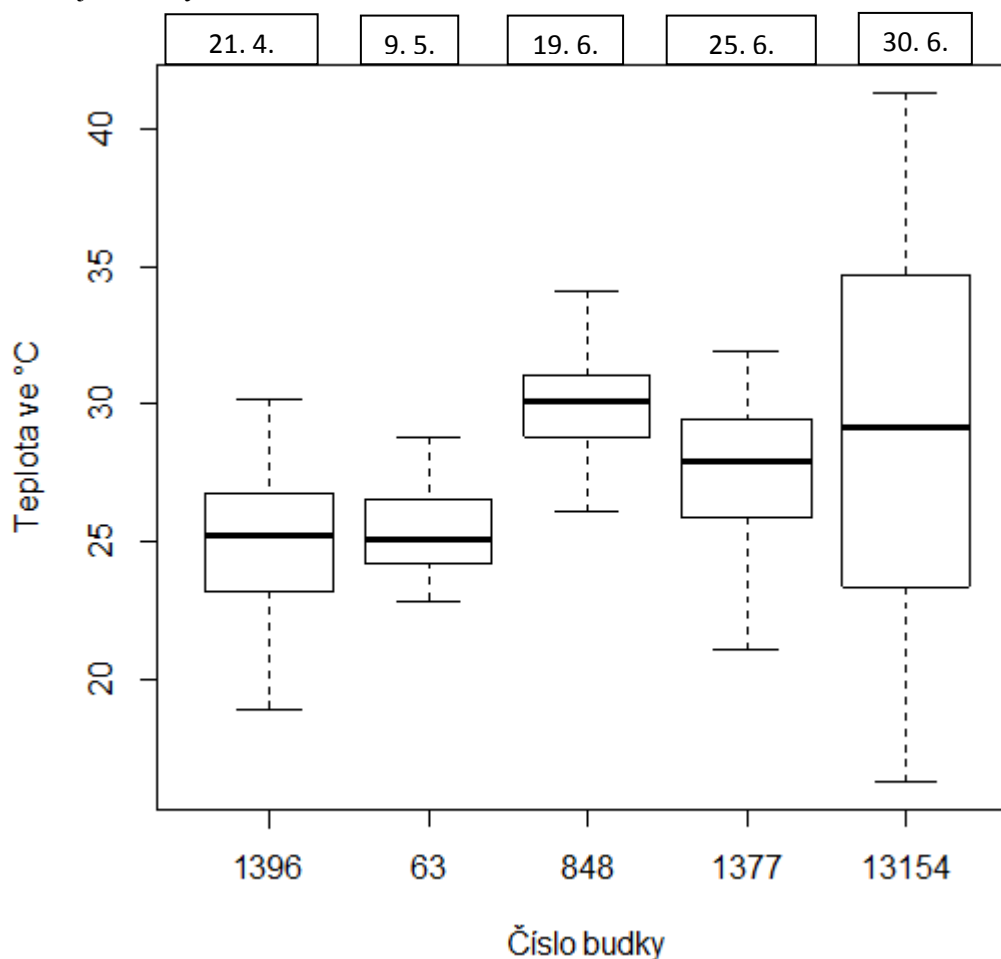
Číslo budky	Začátek monitoringu	Ukončení inkubace vajec	Počet monitorovaných dnů
1396	14. 4. 2014	27. 4. 2014	14
63	7. 5. 2014	11. 5. 2014	5
848	11. 6. 2014	27. 6. 2014	17
1377	18. 6. 2014	1. 7. 2014	14
13154	24. 6. 2014	6. 7. 2014	13

#### 4.2 Porovnání denní inkubační teploty mezi hnízdy

Maximální a minimální naměřená teplota během dne byla zaznamenána v budce 13154 dne 6. 7. (41,31°C) a 26. 6. (16,26°C). V ostatních budkách byla minimální teplota vyšší, i když byly tyto budky obsazeny dříve (Tab. 3).

Nejnižší průměrná denní teplota snůšky panovala v budce 1396, kde samice hnízdila v období od 14. 4. – 27. 4. (24,93°C). Po tomto zahnízdění prvního páru se inkubační teplota postupem času zvyšovala (Obr. 3). V následujícím hnízdě se pohybovala průměrná denní teplota okolo 25,32°C (budka 63). Samice inkubující v červnu zahřály své snůšky průměrně na 27,76°C a 28,53°C, nicméně v budce 848, která byla monitorována dříve, než předchozí dvě hnízda, byla naměřená vyšší inkubační teplota (30,01°C).

Obr. 3 Grafické zobrazení minima, 1. kvartilu, mediánu, 3. kvartilu, maxima a odlehlých hodnot denní inkubační teploty, včetně průměrného data inkubace vajec v jednotlivých budkách.



Tab. 3 Základní statistické ukazatele pro denní inkubační teploty (tj. v průběhu denního času mezi 7 – 20 hodinou) v jednotlivých hnízdech (budkách).

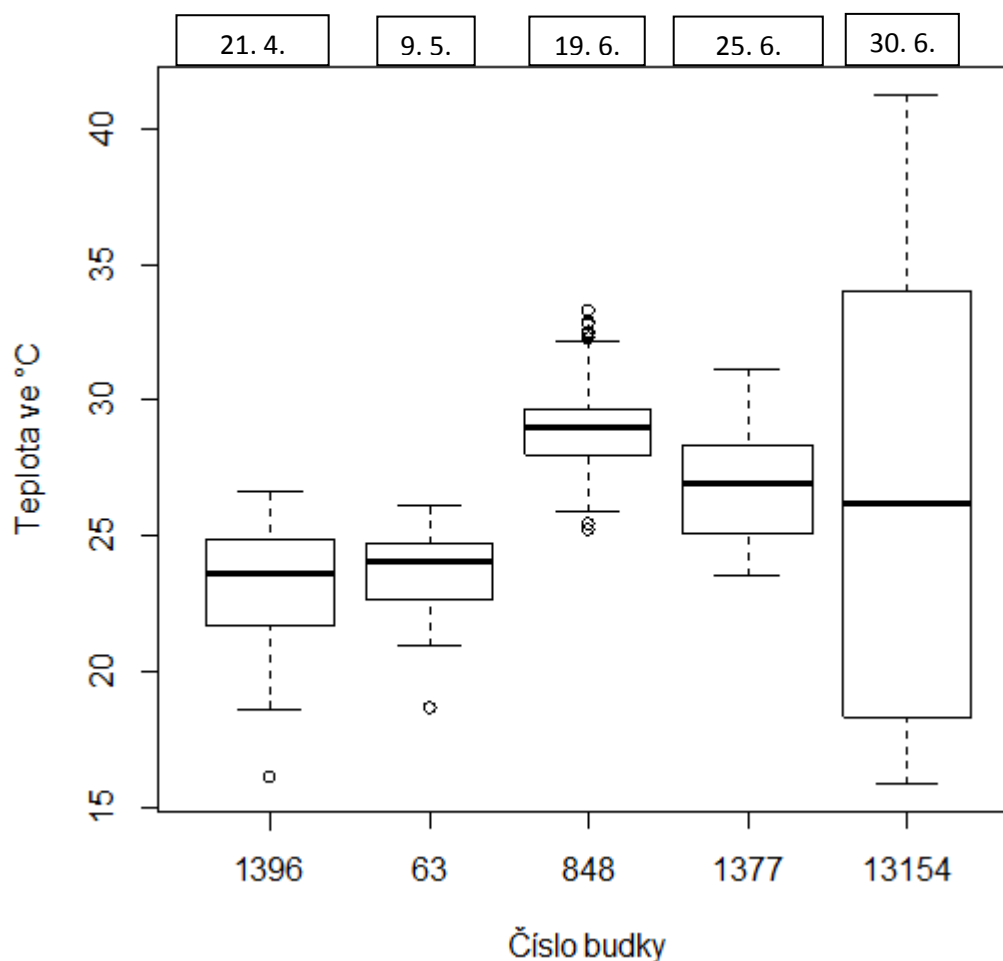
Budka	Průměr (°C)	Směrodatná odchylka	Minimum (°C)	Maximum (°C)
1396	24,93	2,431	18,86	30,17
63	25,32	1,506	22,83	28,83
848	30,01	1,578	26,11	34,14
1377	27,76	2,145	21,03	31,88
13154	28,53	7,554	16,26	41,31

#### 4.3 Porovnání noční inkubační teploty mezi hnízdy

Při monitorování noční inkubační teploty se zaznamenalo mnohem více extrémních hodnot (Obr. 4), než tomu bylo u denního měření (Obr. 3). V průběhu celého hnízdění se průměrná noční inkubační teplota v jednotlivých hnízdech lišila (Tab. 4). Inkubační teplota ve snůškách probíhajících v během dubna a května (budka 1396 a 63) byla podobná (23,32°C vs. 23,65°C). Podobné inkubační teploty

byly nalezeny také ve snůškách, které probíhaly od poloviny června do začátku července (1377, 13154), kde průměrná teplota činila 26,87°C a 26,61°C. V budce 848, ve které byla inkubační teplota zaznamenána v polovině června, byla zjištěna průměrná noční teplota ve snůšce 29,01°C.

Obr. 4 Grafické zobrazení minima, 1. kvartilu, mediánu, 3. kvartilu, maxima a odlehlých hodnot noční inkubační teploty včetně průměrného datumu hnízdění v jednotlivých budkách.



Tab. 4 Základní statistické ukazatele pro noční inkubační teploty (v průběhu nočního času mezi 21 – 6 hodinou) v jednotlivých hnízdech (budkách).

Budka	Průměr (°C)	Směrodatná odchylka	Minimum (°C)	Maximum (°C)
1396	23,32	1,949	16,15	26,62
63	23,65	1,456	18,72	26,12
848	29,01	1,476	25,21	33,29
1377	26,87	1,998	23,56	31,13
13154	26,61	7,655	15,91	41,19

#### 4.4 Velikost snůšky

V roce 2014 měly tři samice snůšku po 4 vejcích a pouze jedna po 3. Snůška o 3 vejcích měla průměrnou inkubační teplotu 24,64°C a čtyři hnízda o 4 vejcích 24,64°C, 29,59°C, 27,38°C a 27,73°C. Tyto hodnoty se od sebe nepatrně liší. Podobné průměrné teploty (24,64°C a 24,25°C) byly naměřeny v rozmezí dubna a května (budka 1396 a 63). Srovnatelné průměrné teploty byly zaznamenány i v budkách 1377 a 13154. V těchto budkách hnízily samice v červnu.

Tab. 4 Porovnání průměrné teploty vzhledem k velikosti snůšky.

Číslo budky	Počet vajec	Průměrná teplota snůšky (°C)
63	3	24,64
848	4	29,59
1377	4	27,38
1396	4	24,25
13154	4	27,73

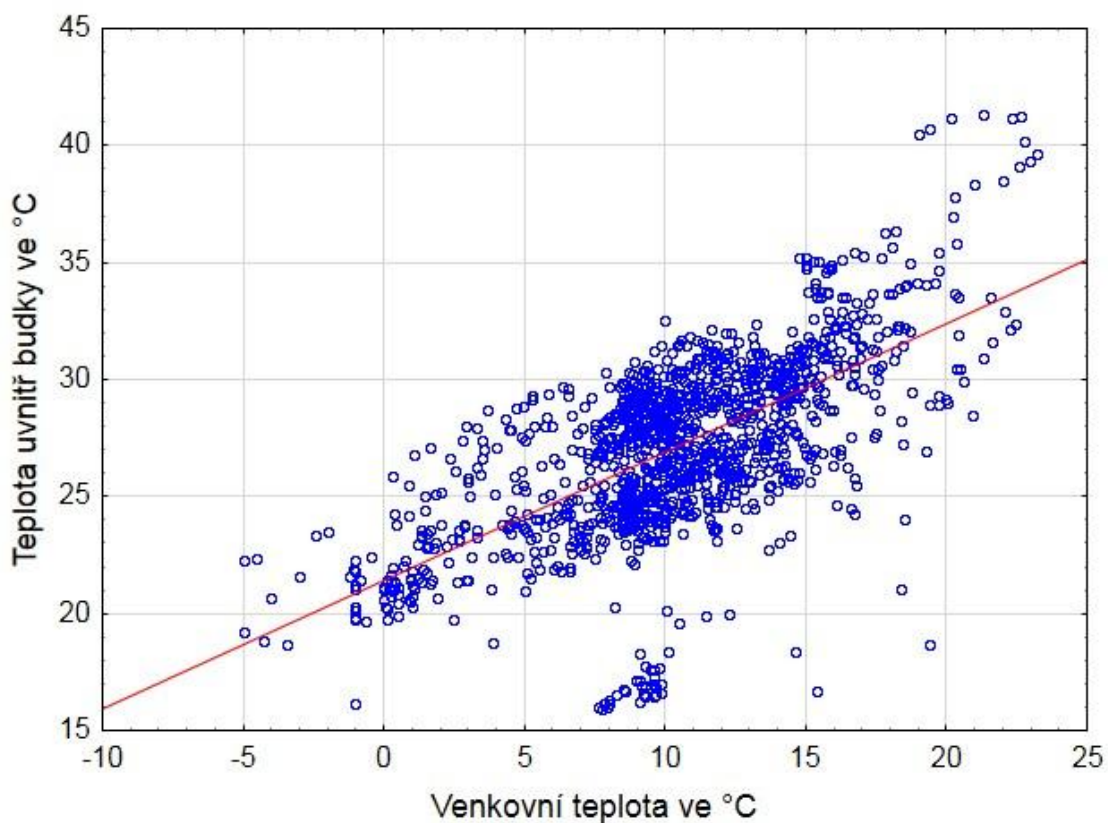
#### 4.5 Vztah mezi vnitřní teplotou snůšky a venkovní teplotou

Venkovní teplota v průběhu celého dne ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,659, % vysvětlená variabilita 8,42 %, Obr. 5), v denních hodinách ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,661, % vysv. var. 7,31 %, Obr. 6) i nočních hodinách ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,638, % vysv. var. 9,38 %, Obr. 7) významně ovlivňovala teplotu snůšky. V budce 63 byla zaznamenávána teplota nejkratší dobu a to v průběhu 5 dní. Nejdéle byla inkubační a venkovní teplota měřena v budce 848 (17 dní), kde bylo naměřeno 390 záznamů (tzv. 390 hodnot vnitřní teploty a 390 záznamů venkovní teploty). V dalších budkách byla teplota monitorována 13-14 dní (Tab. 5).

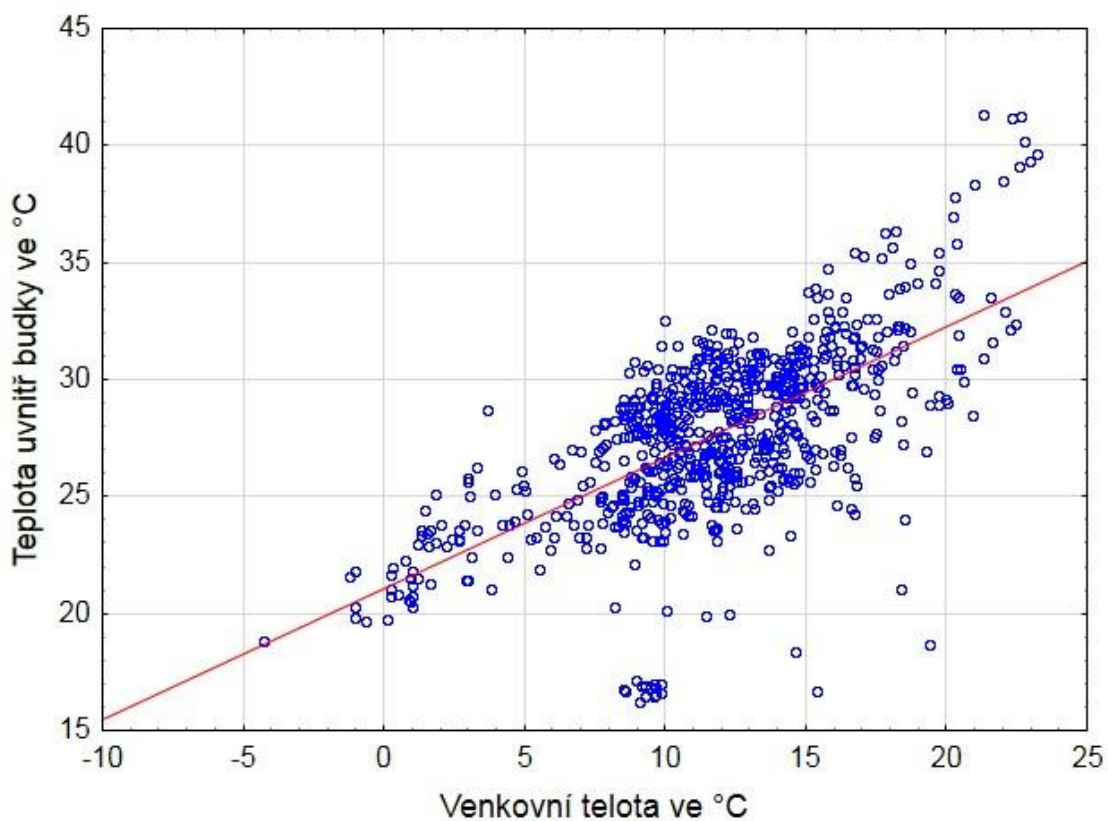
Tab. 5 Tabulka s počtem monitorovaných dní a počtem pozorování (tzv. počet zaznamenaných inkubačních a venkovních teplot v jednotlivých budkách).

Budka	Počet monitorovaných dnů	Počet pozorování
1396	14	308
63	5	99
848	17	390
1377	14	306
13154	13	146

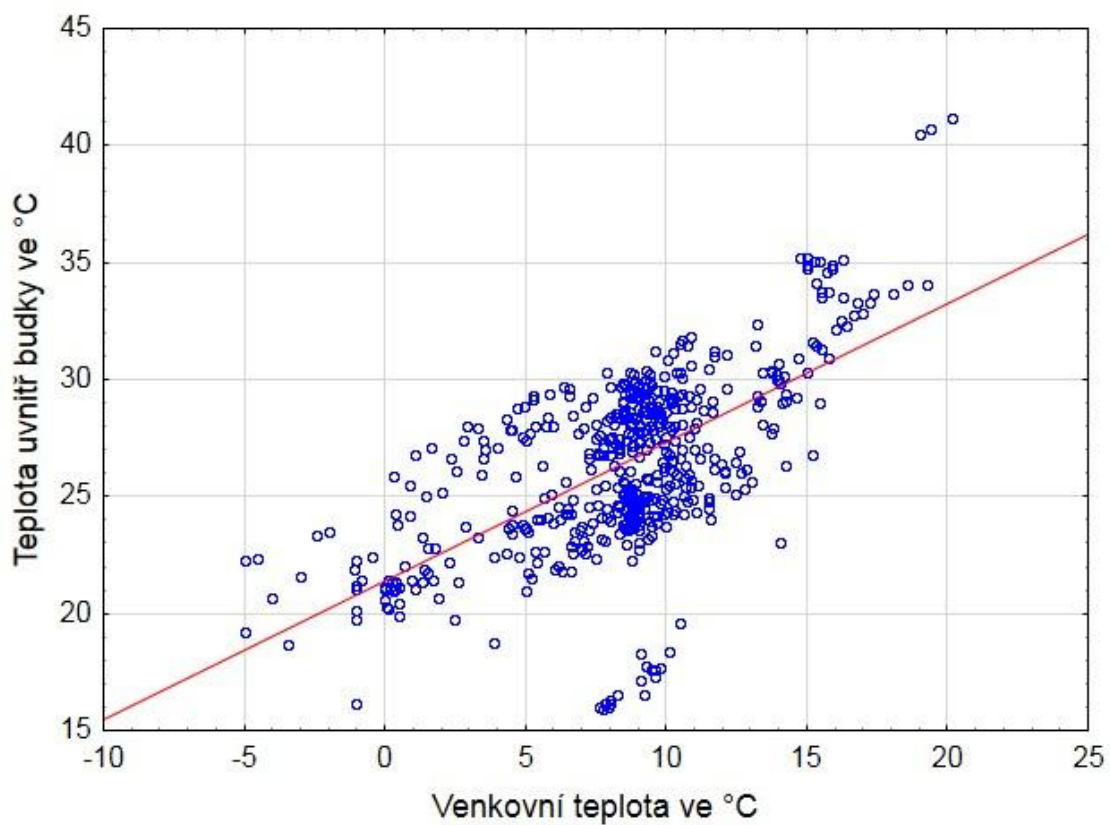
Obr. 5 Závislost mezi venkovní teplotou (mimo budku) a teplotou uvnitř snůšky (inkubační teplota, n= 5 hnízd).



Obr. 6 Závislost mezi venkovní teplotou (mimo budku) a teplotou uvnitř snůšky uvnitř snůšky (inkubační teplota, n= 5 hnízd) v průběhu denní doby (7 – 20 h).



Obr. 7 Závislost mezi venkovní teplotou (mimo budku) a teplotou uvnitř snůšky (inkubační teplota, n= 5 hnízd) v průběhu noční doby (21 – 6 h).

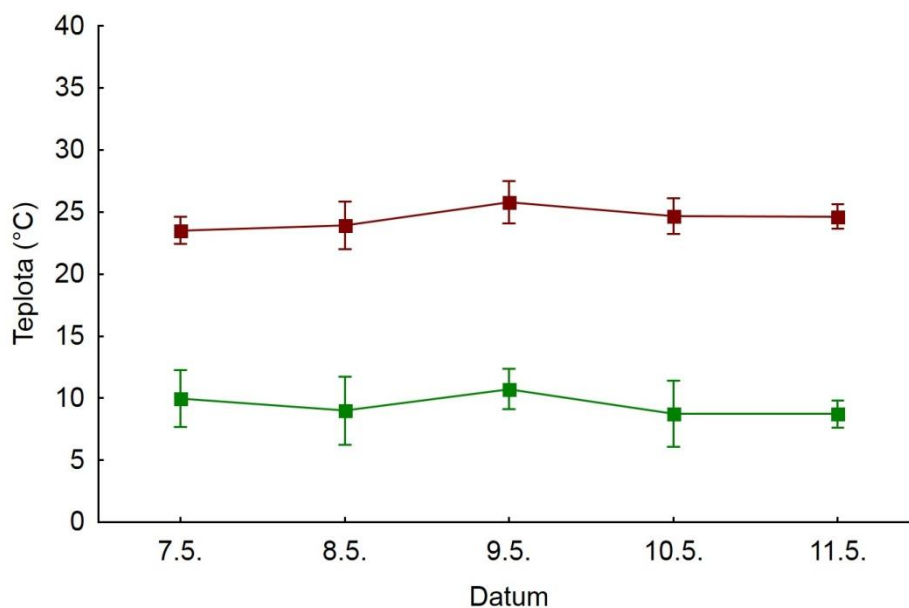


## 4.6 Zhodnocení inkubační teploty v jednotlivých hnízdech

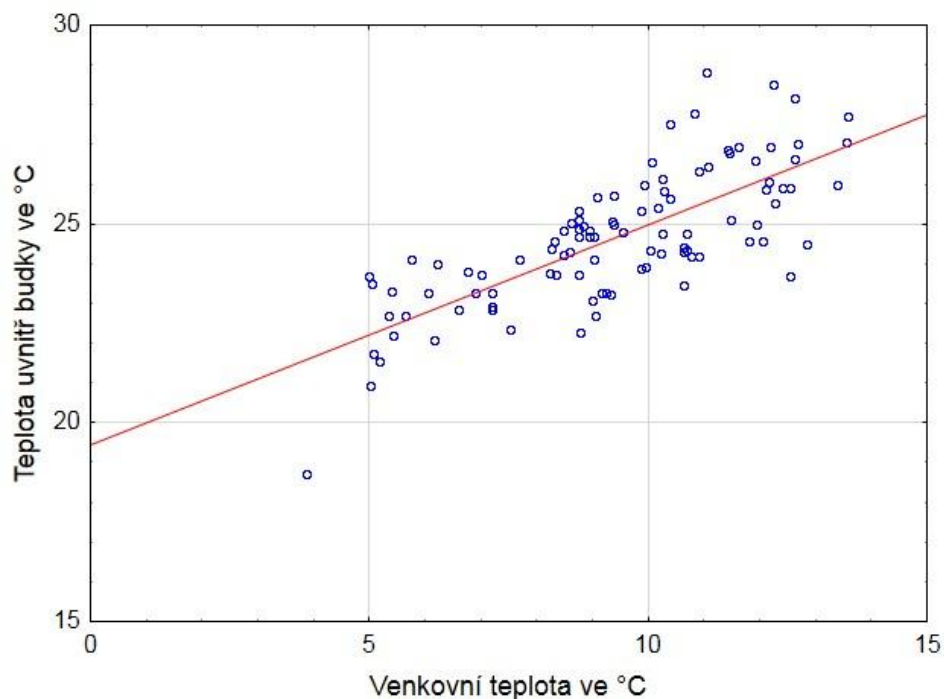
### 4.6.1 Budka 63

Průměrná denní teplota uvnitř snůšky (inkubační teplota) v budce 63 oscilovala spolu s venkovní teplotou (Obr. 8). Venkovní teplota průkazně ovlivňovala teplotu snůšky ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,758, % vysv. var. 22,57 %, Obr. 9).

Obr. 8 Vývoj teploty snůšky a okolní teploty hnízda č. 63. Červená křivka představuje denní průměrnou teplotu uvnitř snůšky a zelená křivka průměrnou venkovní teplotu vzduchu. Obě průměrné teploty jsou zobrazeny spolu se směrodatnou odchylkou.



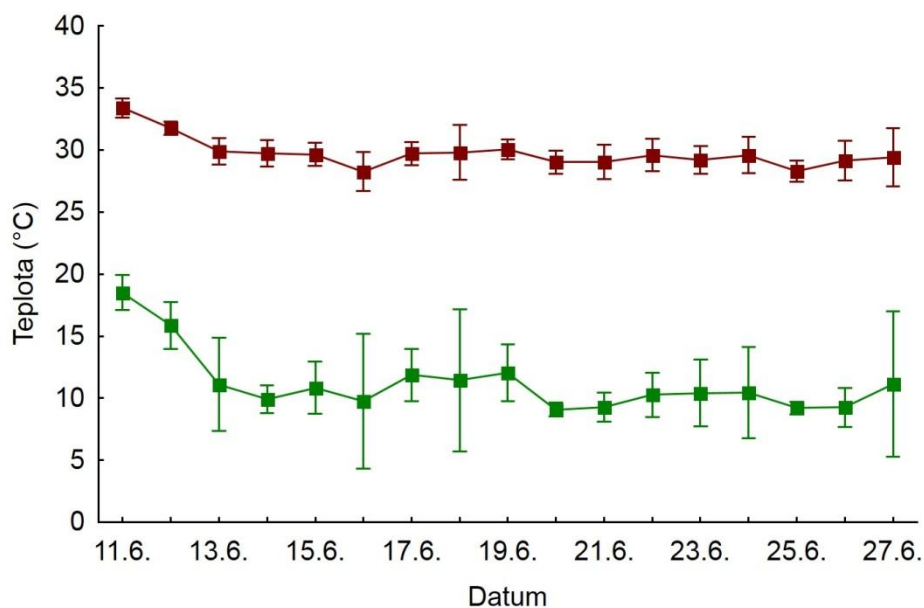
Obr. 9 Zobrazení závislosti mezi venkovní a vnitřní teplotou v budce č. 63.



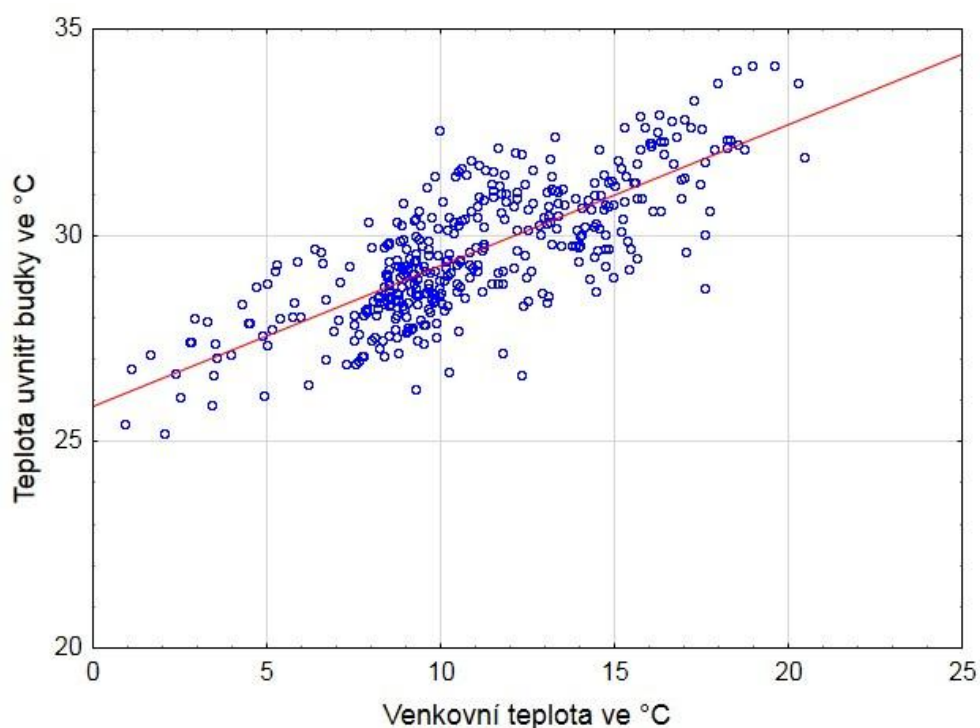
#### 4.6.2 Budka 848

Inkubační teplota v hnízdě č. 848 kolísala s venkovní teplotou (Obr. 8). Tato teplota vzduchu v okolí průkazně ovlivňovala teplotu snůšky sýce rousného ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,758, % vysv. var. 22,57 %, Obr. 9).

Obr. 10 Vývoj teploty snůšky a okolní teploty hnízda č. 848. Červená křivka představuje průměrnou denní teplotu uvnitř snůšky a zelená křivka průměrnou venkovní teplotu vzduchu. Obě průměrné teploty jsou zobrazeny spolu se směrodatnou odchylkou.



Obr. 11 Zobrazení závislosti mezi venkovní a vnitřní teplotou v budce č. 848.

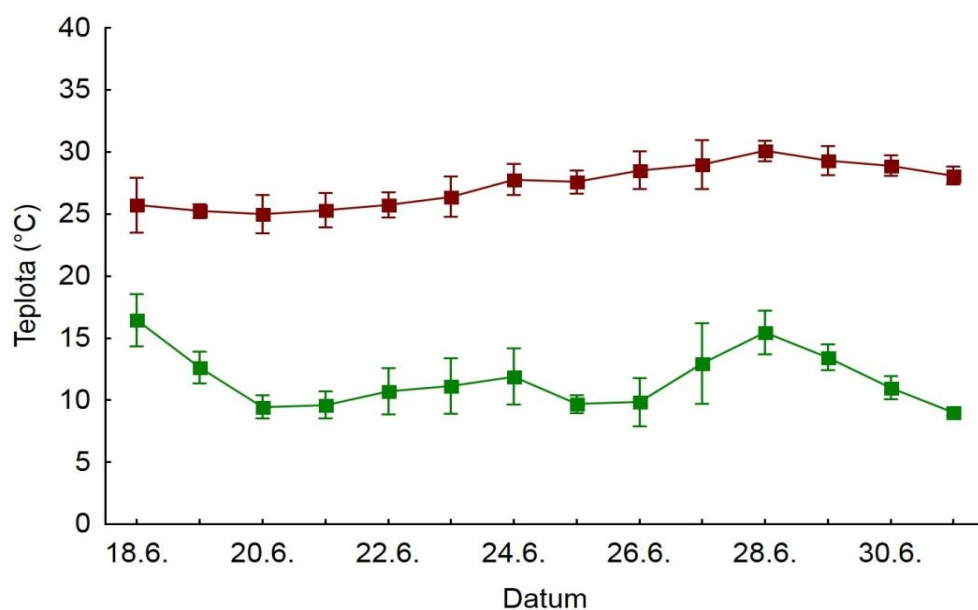




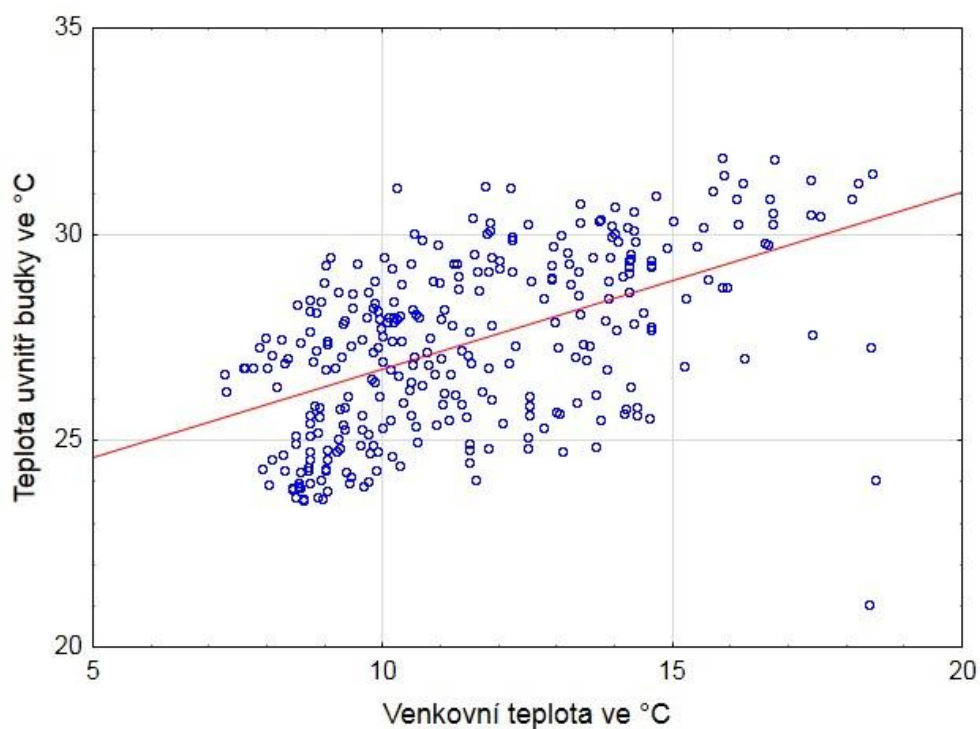
### 4.6.3 Budka 1377

Venkovní teplota v průběhu celého dne významně ovlivňovala teplotu snůšky v budce č. 1377 ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,523, % vysv. var. 11,55 %, Obr. 13). Inkubační teplota uvnitř budky viditelně kolísala s venkovní teplotou (Obr. 12).

Obr. 12 Vývoj teploty snůšky a okolní teploty hnízda č. 1377. Červená křivka představuje průměrnou teplotu uvnitř snůšky a zelená křivka průměrnou venkovní teplotu vzduchu. Obě průměrné teploty jsou zobrazeny spolu se směrodatnou odchylkou.



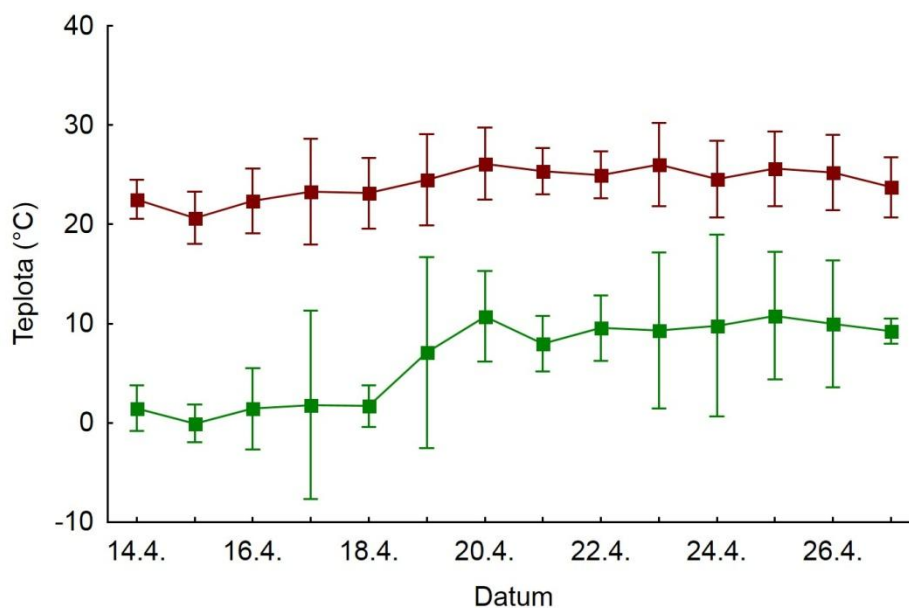
Obr. 13 Zobrazení závislosti mezi venkovní a vnitřní teplotou v budce č. 1377.



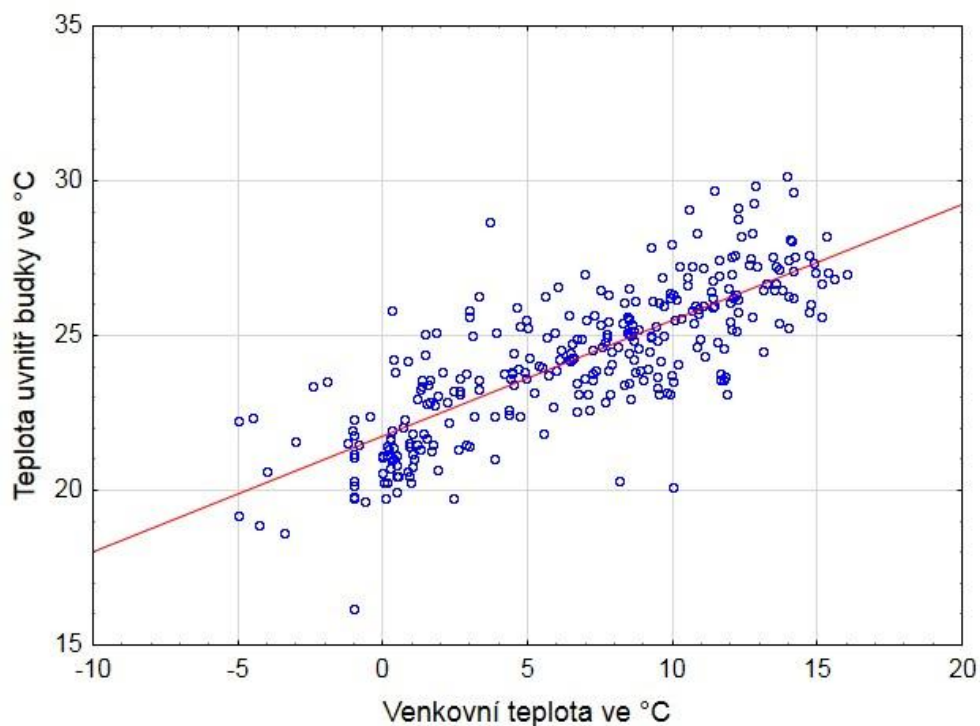
#### 4.6.4 Budka 1396

Inkubační teplota, v hnízdě č. 1396, kolísala s venkovní teplotou (Obr. 14). Tato teplota vzduchu v okolí hnízda významně ovlivňovala teplotu snůšky ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,789, % vysv. var. 13,47 %, Obr. 15).

Obr. 14 Vývoj teploty snůšky a okolní teploty hnízda č. 1396. Červená křivka představuje průměrnou denní teplotu uvnitř snůšky a zelená křivka průměrnou venkovní teplotu vzduchu. Obě průměrné teploty jsou zobrazeny spolu se směrodatnou odchylkou.



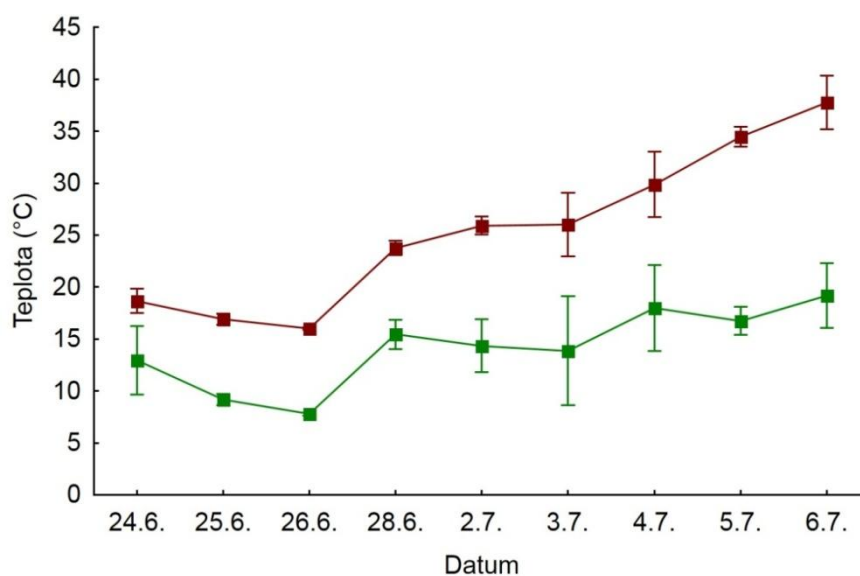
Obr. 15 Zobrazení závislosti mezi venkovní a vnitřní teplotou v budce č. 1396.



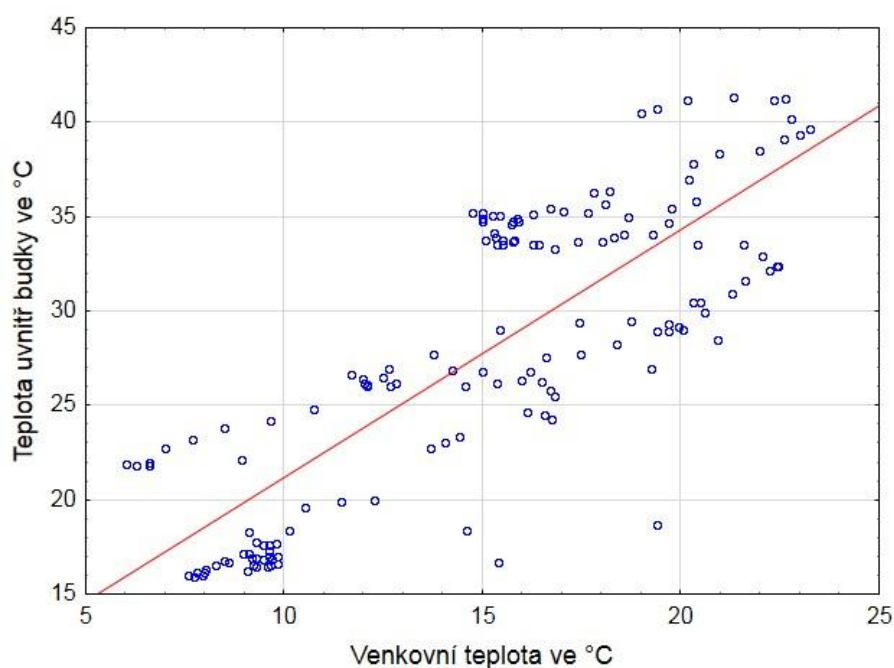
#### 4.6.5 Budka 13154

Venkovní teplota v průběhu celého dne významně ovlivňovala teplotu uvnitř budky č. 13154 ( $P < 0,001$ , kor. koef. 0,813, % vysv. var. 8,30 %, Obr. 17). Inkubační teplota uvnitř budky na začátku hnízdění viditelně kolísala s venkovní teplotou, ačkoli v průběhu posledních dní (4. 7. – 6. 7.) se teplota uvnitř budky neustále zvyšovala, kdežto venkovní teplota se 5. 7. snížila a následující den se o  $2,5^{\circ}\text{C}$  zvýšila (Obr. 12).

Obr. 16 Vývoj teploty snůšky a okolí teploty hnízda č. 13154. Červená křivka představuje průměrnou denní teplotu uvnitř snůšky a zelená křivka průměrnou venkovní teplotu vzduchu. Obě průměrné teploty jsou zobrazeny spolu se směrodatnou odchylkou.



Obr. 17 Zobrazení závislosti mezi venkovní a vnitřní teplotou v budce č. 13154.



## 5. Diskuze

Měření inkubační a venkovní teploty bylo v předložené studii uskutečněno pomocí teplotních senzorů, které byly umístěné na dně budky (viz. příloha 1 a 2) a vně budku. Teplota snůšky je proto mírně zkreslena, neboť teplotní čidlo nebylo umístěno přímo mezi vejci. Existují další způsoby měření inkubační teploty, například Haftorn (1979, 1983) použil ve svém výzkumu o termoregulaci sýkory koňadry a sýkory lužní (*Parus montanus*) zařízení, které bylo vloženo do neoplozeného vejce cca 1 mm pod vaječnou skořápku. Tyto vajíčka s teplotním senzorem Haftorn nazýval „T – eggs“. Umístil je na pevně do snůšky sýkory, aby zabránil jejich manipulaci samicí a jejich případnému poškození. Jiné zařízení pro měření inkubační teploty snůšky bylo použito ve výzkumu Conwayho et Martina (2000), kteří se zabývali vlivem venkovní teploty na inkubační teplotu ptáků. Pro zaznamenání teplot si zvolili zařízení, které se nazývá „Copper – Constantan thermocouple“. Součástí přístroje jsou dva oddělené teplotní senzory. První senzor byl umístěn uprostřed snůšky a druhý senzor vně hnízdo pro snímání venkovní teploty vzduchu. Zaznamenávání inkubační a venkovní teploty sýce rousného bylo nastaveno po 30 sekundách. Stejný interval měření si zvolili i Conway et Martin (2000), kdežto Haftorn (1979, 1983) ve svém výzkumu nastavil měření těchto teplot po 40 sekundách nebo 1 minutě.

Venkovní teplota vzduchu signifikantně ovlivňovala inkubační teplotu sýce rousného ve všech hnízdech. V jednotlivých grafech (viz. kapitola 4.6) je názorně ukázáno, jak inkubační teplota oscilovala společně s teplotou vzduchu. Nesrovnalost, kterou můžeme vidět na obr. 16, tj. zvýšené teploty na konci inkubačního období, jsou pravděpodobně narušeny selháním celého kamerového systému (Markéta Zárybnická, IV. 2015, in verb.). Závislost mezi venkovní a inkubační teplotou byla prokázána i u sýkory koňadry a sýkory lužní (Haftorn 1979, 1983). Přestože venkovní teplota vzduchu ovlivňuje teplotu snůšky, jsou ptáci schopni zahřát vejce tak, aby udrželi dostatečnou teplotu pro vývoj embrya ve vejci, dokonce i když teplota vzduchu klesne na delší dobu pod 0°C (Haftorn 1983).

V průběhu období hnízdění se v jednotlivých hnízdech sýce rousného inkubační teplota uvnitř budky zvyšovala, v důsledku zvyšující se teploty vzduchu. Tento trend potvrdil Haftorn (1983), který prokázal závislost mezi teplotou vajec a obdobím inkubace a mezi teplotou vajec a venkovní teplotou. Avšak u jednoho

hnízda (budka 848) byla průměrná inkubační teplota vyšší (29,6°C), než tomu tak bylo u dvou snůšek (budky 1377: 27,38°C a 13154: 27,73°C), které byly sneseny později. Tato vyšší teplota mohla být způsobena z důvodu fyzicky zdatnější samice, která dokázala vyhřívat svoji snůšku lépe, než ostatní. I u samice sýkory koňadry dokážou někteří jedinci eliminovat dopady venkovní teploty na teplotu snůšky lépe, než jiní (Haftorn 1983). Nicméně, nelze vyloučit i faktické důvody jako je např. lokální umístění budky (teplejší mikroklima) nebo mírně odlišné umístění sondy vzhledem k centru vajec.

Průměrná noční inkubační teplota v hnízdech sýce rousného byla o pár stupňů nižší, než ve dne. Haftorn (1983) ve své studii o sýkoře koňadře uvedl, že u tohoto druhu ptáka byla inkubační teplota signifikantně vyšší v noci, kdy samice seděla nepřetržitě na snůšce, kdežto ve dne samice vylétala z hnízda. To je pozoruhodný rozdíl. Samice sýce rousného nepřerušovaně inkubuje svá vejce během dne, pouze v noci občasně opouští hnízdo. Tyto výlety trvají cca 5 – 10 minut (Drdáková – Zárybnická 2004). Jedním z faktorů, které způsobují nižší noční teploty uvnitř snůšky, může být četnost a trvání těchto výletů z hnízda. Doba trvání výletu samice sýce rousného za potravou může být ovlivněna teplotou, která panuje v noci vně hnízdo. Bylo prokázáno, že sýkora lužní vzhledem k venkovní teplotě prodlužuje své pobyty na hnízdě (inkubace vajec). Své výlety vně hnízdo prodlužuje jen tehdy, pokud teplota vzduchu vzroste (Haftorn 1979). Conway et Martin (2000) poukazují na to, že pozornost samice vůči snůšce úzce souvisí s určitou teplotou vzduchu. Jestliže je venkovní teplota v rozmezí od 9°C do 26°C, je tato pozornost závislá na této teplotě (tzn. se vzrůstající teplotou vzrůstá doba trvání nepřítomnosti samice na snůšce). Avšak když teplota klesne pod 9°C nebo vzroste na 26°C – 40°C, tato doba trvání samice na snůšce (případě venku) nebyla prokázána. Nicméně, zřejmým faktorem poklesu noční inkubační teploty je také pokles nočních venkovních teplot oproti denním teplotám.

Velikost snůšky sýce rousného může pravděpodobně ovlivnit průměrnou teplotu uvnitř hnízda. Nicméně, v této studii nelze relevantně hodnotit vliv velikosti snůšky na teplotu, neboť variabilita velikosti snůšky byla velmi malá. Drdáková – Zárybnická (2004) zjistila, že při vyšších venkovních teplotách kladly samice sýce rousného v Krušných horách v roce 2000 menší snůšky a v následujícím roce, kdy teplotní podmínky byly horší, kladly větší snůšky. Tyto rozdíly byly způsobeny

odlišnou potravní nabídkou, která má významně vyšší vliv na reprodukci sýce rousného než vliv počasí (Hakkarainen et Korpimäki 2012).

Ačkoli venkovní teplota má značný vliv na teplotu snůšky, samice dokážou tyto vlivy eliminovat a na úspěšnost líhnutí mlád'at nemají vliv (Haftorn 1983). O úspěšnosti hnízdění se zmiňuje i Drdáková – Zářybnická (2004), kdy v Krušných horách ve dvou letech s odlišnou teplotou vzduchu byla úspěšnost líhnutí mlád'at podobná.

## 6. Závěr

Předložená bakalářská práce se zabývá teplotou snůšky sýce rousného v průběhu inkubace a vlivem venkovní teploty na inkubační teplotu v imisemi poškozené oblasti Krušných hor. V roce 2014 zde bylo monitorováno pět hnízd, ze kterých byla získána potřebná data.

Bylo prokázáno, že venkovní teplota signifikantně ovlivňuje inkubační teplotu uvnitř hnízda a teplota snůšky se zvyšovala se zpoždující dobou inkubace vajec, tj. od dubna do června. Dále byla zjištěna průměrná inkubační teplota v hnízdě sýce rousného během dne ( $27,31^{\circ}\text{C}$ ) a noci ( $25,89^{\circ}\text{C}$ ), přičemž v noci byla teplota snůšky průkazně nižší než ve dne. Snahou bylo zjistit i rozdíly v teplotě snůšky v závislosti na počtu vajec ve snůšce, ale pro toto hodnocení byla příliš nízká variabilita ve velikosti snůšek (čtyři snůšky se čtyřmi vejci, jedno hnízdo se třemi vejci).

Tato studie přispívá k poznatkům o termoregulačních principech snůšky a zejména je jednou z prvních studií, které zkoumají toto téma u nočně aktivního dravce.

## 7. Literatura

BENEŠ B., 1986: Savci v potravě sýce rousného (*Aegolius funereus*) z Rejvízu (Jeseníky). *Časopis slezského Muzea v Opavě (A)* 35: 219 – 225.

BONDRUP – NIELSEN S., 1977: Thawing of frozen prey by boreal and saw – whet owls. *Canadian Journal of Zoology* 55: 595 – 601.

BOULTON L. R. et CASSEY P., 2012: How avian incubation behaviour influences egg surface temperatures: relationship with egg position, development and clutch size. *Journal of Avian Biology* 43: 289 – 296.

CONWAY J. C. et MARTIN E. T., 2000: Effects of ambient temperature on avian incubation behavior. *Behavioral Ecology Vol. 11 No. 2*: 178 – 188.

ČEJKA J., 2004: Mimořádně časně hnízdění sýce rousného (*Aegolius funereus*) ve Žďárských vrších v roce 2002. *Crex* 23 – 24: 169 – 171.

ČERNÝ W., 1980: Ptáci. *Artia, Praha*.

ČIHAŘ M., 2002: Naše hory. *Ottovo nakladatelství – Cesty, Praha*.

ČTK, 2014: Odborníci sledují sýce rousného pomocí unikátní monitorovací budky. *České noviny, Praha, online: <http://magazin.ceskenoviny.cz/zpravy/odbornici-sleduji-syce-rousne-pomoci-unikatni-monitorovaci-budky/1080030>, cit. 16. 5. 2014*

DMITRIJEV J., 1991: Ptáci známí i neznámí, lovení, chránění. *Lidové nakladatelství, Praha*.

DRDÁKOVÁ M., 2002: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Nepublikováno. Diplomová práce LF ČZU, Praha*.

DRDÁKOVÁ M., 2003: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Sylvia* 39: 35 – 51.

DRDÁKOVÁ M., 2004: Sýc rousný – úspěšný druh imisních holín. *Živa* 52: 128 – 130.

FELIX J. et HÍSEK K., 1975: Ptáci v lesích a horských oblastech. *Státní zemědělské nakladatelství, Praha*.

HAFTORN S., 1979: Incubation and Regulation of Egg Temperature in the Willow Tit *Parus montanus*. *Ornis Scandinavica* 10: 220 – 234.

HAFTORN S. et REINERTSEN E. R., 1982: Regulation of body temperature and heat transfer to egg during incubation. *Ornis Scandinavica* 13: 1 – 10.



- HAFTORN S., 1983: Egg temperature during incubation in the Great Tit *Parus major*, in relation to ambient temperature, time offday, and other factors. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 6: 22 – 38.
- HAKKARAINEN H. et KORPIMÄKI E., 2012: The boreal owl. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- HANEL J., 2008: Hnízdění biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Nepublikováno. Diplomová práce FŽP ČZU, Praha*.
- HANZÁK J. et HUDEC K., 1963: Světem zvířat II. díl, Ptáci (1. část). *Albatros, Praha*.
- HETZE W. (ed.), 1984: Krušné hory. *Severočeské nakladatelství, Ústí nad Labem*.
- HIPKISS T., 2006: Sexual size dimorphism in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) on autumn migration. *Journal of Zoology* 257 (3): 281 – 285.
- HOLÝ P., 2002: Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) v imisních oblastech Krušných hor. *Nepublikováno. Diplomová práce LF ČZU, Praha*.
- HUDEC K. et ŠŤASTNÝ K. (eds.), 2005: Fauna ČR, sv. 29/2 Ptáci – Aves, díl II/2. *Academia, Praha*.
- JÄDERHOLM K., 1987: Diets of the Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* and the Ural Owl *Strix uralensis* in Central Finland. *Ornis Fennica* 64: 149 – 153.
- KLOUBEC B., 1986: Rozšíření, početnost a ekologické nároky sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) v jižních Čechách. *Sborník z ornitologické konference, Přerov: 85 – 93*.
- KOMRSKOVÁ P., 2009: Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách. *Nepublikováno. Diplomová práce FŽP ČZU, Praha*.
- KORPIMÄKI E., 1981: On the ecology and biology of Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä, western Finland. *Acta Univ. Ovl. A 118. Biol. 13: 1 – 84*.
- KORPIMÄKI E., 1984a: Clutch size and breeding success of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in natural cavities and nest – boxes. *Ornis Fennica* 61: 80 – 83.
- KORPIMÄKI E., 1987a: Timing of breeding of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in relation to vole dynamics in western Finland. *Ibis* 129: 58 – 68.
- KORPIMÄKI E., 1987b: Clutch size, breeding success and brood size experiments in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*: a test of hypotheses. *Ornis Scandinavica* 18: 277 – 284.

- KORPIMÄKI E., 1988a: Effects of territory quality on occupancy, breeding performance and breeding dispersal in Tengmalm's owl. *Journal of Animal Ecology* 57: 97 – 108.
- KORPIMÄKI E., 1988b: Costs of reproduction and success of manipulation broods under varying food conditions in Tengmalm's owl. *Journal of Animal Ecology* 57: 1027 – 1039.
- KORPIMÄKI E., 1988c: Effects of age on breeding performance of Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in western Finland. *Ornis Scandinavica* 19: 21 – 26.
- KORPIMÄKI E., 1992: Fluctuating food abundance determines the lifetime reproductive success of male Tengmalm's Owl. *Journal of Animal Ecology* 61: 103 – 111.
- KUBIZŇÄK P., 2014: Inteligentní ptačí budky. *Tecnicall* 2: 4.
- LAAKSONEN T., KORPIMÄKI E. et HAKKARAINEN H., 2002: Interactive effects of parental age and environmental variation on the breeding performance of Tengmalm's owl. *Journal of Animal Ecology* 71: 23 – 31.
- MLÍKOVSKÝ J., 1998: Potravní ekologie našich dravců a sov. *ZO ČSOP, Vlašim*.
- R CORE TEAM, 2014: R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- ROCKWEIT J. T., FRANKLIN A. B., BAKKEN G. S. et GUTIÉRREZ R. J., 2012: Potential influences of climate and nest structure on Owl reproductive success: a biophysical approach. *PLoS ONE* 7: e41498. Doi: 10.1371/journal.pone.0041498.
- RYMEŠOVÁ D., 2006: Složení potravy a hnízdní úspěšnost sýce rousného, *Aegolius funereus* (L. 1758), v CHKO Žďárské vrchy. *Nepublikováno. Bakalářská práce PF Masarykova univerzita, Brno*.
- SMRČEK M. et SMRČKOVÁ L., 2005: Naši ptáci. *Albatros, Praha*.
- SONERUD A. G., 1985: Nest hole shift in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* as defence against nest predation involving long – term memory in the predator. *Journal of Animal Ecology* 54: 179 – 192.
- ŠÁLEK E. M. et ZÁRYBNICKÁ M., 2015: Different Temperature and Cooling Patterns at the Blunt and Sharp Egg Poles Reflect the Arrangement of Eggs in an Avian Clutch. *PLoS ONE* 10 (2): e0117728. doi: 10.1371/journal.pone.0117728.
- ŠŤASTNÝ K., RANDÍK A. et HUDEC K., 1987: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v ČSSR 1973/77. *Academia, Praha*.
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. et HUDEC K., 1997: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 1985 – 1989. *Nakladatelství a vydavatelství H&H, Jinočany*.

- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. et VAŠÁK P., 1998: Svět zvířat V. Ptáci (2). *Albatros, Praha*.
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. et HUDEC K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003. *Aventinum, Praha*.
- TUNKA Z., 1988: Sýc rousný novým hnízdicím druhem avifauny Znojemska. *Živa* 36: 36 – 196.
- VACÍK R., 1991: Hnízdní biologie sýce rousného, *Aegolius funereus*, v Čechách a na Moravě. *Sylvia* 28: 95 – 113.
- VOPÁLKA P., 2012: Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Nepublikováno. Diplomová práce FŽP ČZU, Praha*.
- ZÁRYBNICKÁ M., 2009: Parental investment of female Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithologica* 44: 81 – 88.
- ZÁRYBNICKÁ M., KORPIMÄKI E. et GRIESSER M., 2012: Dark or Short Nights: Differential Latitudinal Constraints in Nestling Provisioning Patterns of a Nocturnally Hunting Bird Species. *PLoS ONE* 7 (5): e36932 doi: 10.1371/journal.pone.0036932.
- ZÁRYBNICKÁ M., RIEGERT J. et ŠŤASTNÝ K., 2013: The role of *Apodemus* mice and *Microtus* voles in the diet of Tengmalm's owl in Central Europe. *Popul Ecol* 55: 353 – 361.
- ZÁRYBNICKÁ M., SEDLÁČEK O., SALO P., ŠŤASTNÝ K. et KORPIMÄKI E., 2015: Reproductive responses of temperate and boreal Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* populations to spatial and temporal variation in prey availability. *Ibis* doi: 10.1111/ibi.12244.

## 8. Přílohy

Příloha 1. Monitorovací kamerová budka se dvěma kamerami a teplotním senzorem na dně budky (autor: Markéta Zářybnická).



Příloha 2. Detail teplotního senzoru umístěného na dně budky (autor: Markéta Zárybnická).

