

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



**Poměr pohlaví mláďat v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*)
v Krušných horách v letech 2017–2019**

Sex ratio of the Boreal Owl (*Aegolius funereus*) broods in 2017–2019 in the Ore Mts.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Renata Vávrová

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Renata Vávrová

Krajinné inženýrství
Regionální environmentální správa

Název práce

Poměr pohlaví mláďat v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách v letech 2017-2019

Název anglicky

Sex ratio of the Boreal Owl (*Aegolius funereus*) broods in 2017-2019 in the Ore Mts.

Cíle práce

Cílem práce je:

1. Shromáždit krevní vzorky mláďat sýce rousného ve studijní oblasti v Krušných horách v letech 2017-2019.
2. Metodou PCR analyzovat shromážděné vzorky a stanovit pohlaví mláďat.
3. Vyhodnotit poměr pohlaví mláďat v hnízdech v závislosti na potravní nabídce.
4. Vyhodnotit poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mláďat z hnízda.
5. Vyhodnotit poměr pohlaví mláďat vzhledem k období hnízdění a velikosti snůšky.

Metodika

Krevní vzorky budou odebírány mláďatům v hnízdech sýce rousného ve studijní oblasti v Krušných horách. Odběr krve bude prováděn odborným pracovníkem za účasti studenta. Pohlaví mláďat bude stanoveno metodou analýzy DNA v laboratoři FŽP.

Součástí diplomové práce bude účast studentky na terénních pracech a samostatné stanovení pohlaví mláďat sýce rousného metodou analýzy DNA.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

sýc rousný, Krušné hory, hnězdění, sex racion, potravní nabídka

Doporučené zdroje informací

- Drdáková M. 2003. Breeding biology of the Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in air-pollution damaged areas of the Krušné hory Mts. *Sylvia* 39: 35-51.
- Hipkiss T, Hörnfeldt B (2004) High interannual variation in the hatching sex ratio of Tengmalm's owl broods during a vole cycle. *Pop Ecol* 46: 263-268.
- Hipkiss, T. 2002. Brood sex ratio and sex differences in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*). PhD thesis. Umea University.
- Hörnfeldt B, Hipkiss T, Fridolfsson AK, Eklund U, Ellegren H (2000) Sex ratio and fledging success of supplementary-fed Tengmalm's owl broods. *Mol Ecol* 9: 187-192.
- Korpimäki, E., and H. Hakkarainen. 2012. *The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Korpimäki E. 1981: On the ecology and biology of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in Southern Ostrobothnia and Soumensekka, western Finland. *Acta Univ. Oul. A* 118. *Biol.* 13: 1-84.
- Zárybnická-Drdáková M., 2005: Růst mláďat sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách. *Buteo*, 14: 37-50.
- Zárybnická M., 2009: Parental investment of female Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithol.* 44: 81-88.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 ZS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Konzultant

Ing. Richard Ševčík

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2020

doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 10. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma “Poměr pohlaví mládřat v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách v letech 2017–2019“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D. Uvedla jsem veškeré literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Chloundku, dne 10. 2. 2021

.....

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala doc. Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D. za vedení závěrečné práce, za její ochotu, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Richardu Ševčíkovi za jeho cenné rady při konzultacích, spolupráci při výjezdech do Krušných hor a Ing. Karolíně Mahlerové za konzultace v laboratoři. Děkuji také celému týmu, který se zúčastnil a spolupracoval na terénních výjezdech do Krušných hor.

Abstrakt

V letech 2017–2019 byla v Krušných horách provedena studie o poměru pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*). Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda je poměr pohlaví mlád'at ovlivněn datem zahnízdění, potravní nabídkou a velikostí snůšky. V zájmové oblasti v okolí Flájské přehrady byly každým rokem od konce března do konce srpna pravidelně kontrolovány vyvěšené budky za účelem nalezení nových hnízd sýce rousného. Každému mláděti bylo odebráno 50 μ l krve z brachiální žíly. Následně bylo pomocí PCR a elektroforézy determinováno pohlaví na základě odlišné délky intronů genu CHD1 mezi chromozomy Z a W.

V letech 2017–2019 bylo zjištěno celkem 29 hnízdních pokusů. V období, kdy byla prováděna tato studie, snesly samice sýce rousného celkem 160 vajec. Průměrně se každý rok ve snůšce nacházelo 5,8 (\pm 1,3) vajec. Ve studovaném období bylo pohlaví mlád'at sýce rousného určeno u 96 mlád'at v 19 hnízdech. Úspěšných bylo 19 hnízdních pokusů, tj. bylo z nich vyvedeno alespoň jedno mládě. V roce 2018 došlo k výraznému poklesu potravní nabídky, mezi vylíhlými převažovaly samice 58,3 %. Naproti tomu roky 2017 a 2019 byly charakteristické vysokou potravní nabídkou a mezi vylíhlými převažovali samci 59,6 %, 57,9 %. Signifikantní efekt potravní nabídky na pohlaví mlád'at však nebyl v této tříleté studii potvrzen. Poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at také nebyl ovlivněn datem zahnízdění ani velikostí snůšky ($P > 0,05$).

Klíčová slova: sýc rousný, Krušné hory, hnízdění, poměr pohlaví, potravní nabídka

Abstract

Between 2017 and 2019 there was a study carried out in Ore Mountains dealing with the ratio of the sex of the hatched and fledged nestlings in owl nests of the Boreal Owl (*Aegolius funereus*). The aim of this master thesis was to find out whether there are some connections between the sex of the offspring and their laying date, food supply or brood size. In the area of Flájská Dam there was a regular checking of the nesting boxes from the end of March to the end of August in order to find new nests of the Boreal Owls. Each offspring was blood sampled 50 µl from the brachial vein and the sex was determined by the following polymerase chain reaction (PCR) and the electrophoresis based on the length of introns CHD1 between chromosomes Z and W.

There were 29 breeding trials discovered between 2017 and 2019. The female Boreal Owls laid 160 eggs in total by the time of this study. The average number of eggs in a brood was 5,8 ($\pm 1,3$) every year. The sex of the Boreal Owl's offspring was determined on 96 offspring in 19 nests. 19 nestling trials were successful, i.e. there was at least one offspring. The significant decrease of the food supply was noticed in 2018 and among the hatched Boreal Owls, it was the females who predominated in 58,3 %. On the other side, the year 2017 and 2019, characterized by the rich food supply, showed the predomination of the hatched males in 59,6 % and 57,9 %. However, the significant effect of the food supply on the sex of the offspring was not confirmed concerning this 3-year-old-lasting study. The ratio of the sex of the hatched and fledged offspring was influenced neither by the date of the nesting nor by the brood size ($P > 0,05$).

Key words: Boreal Owl, Ore Mountains, nesting, sex ratio, food supply

Obsah

1. Úvod.....	10
1.1 Cíle diplomové práce	11
2. Rešerše.....	12
2.1 Charakteristika druhu	12
2.2 Ochrana a ohrožení	13
2.3 Rozšíření v ČR	14
2.4 Rozšíření ve světě	14
2.5 Hnízdní biologie.....	15
2.5.1 Velikost snůšky.....	16
2.5.2 Rodičovské péče	17
2.5.3 Poměr pohlaví mlád'at.....	18
2.5.4 Pohlavní dimorfismus	19
2.5.5 Tok	19
2.5.6 Polygynie	19
2.6 Potravní ekologie	20
2.6.1 Lov	20
2.6.2 Potrava	21
2.6.3 Zásoby potravy.....	21
2.7 Predace	22
3. Materiál a metodika	23
3.1 Studijní oblast.....	23
3.2 Rozměry, vzhled a umístění budky	23
3.3 Sběr dat.....	24
3.4 Odchyty drobných zemních savců.....	25
3.5 Laboratorní zpracování	27
3.5.1 Metoda HOTSHOT.....	27
3.5.2 Polymerázová řetězová reakce.....	27
3.5.3 Agarózová elektroforéza.....	28
3.6 Statistické analýzy	30
4. Výsledky.....	32
4.1 Potravní nabídka.....	32
4.2 Reprodukční úspěšnost.....	33
4.3 Determinace pohlaví.....	34
4.4 Celkový poměr pohlaví.....	34
4.5 Vylíhlá vs. vylétlá mlád'ata.....	35
4.6 Rozdíly mezi roky 2017–2019 v poměru pohlaví mlád'at.....	36

4.7	Rozdíly v poměru pohlaví mezi vylíhlými a vylétlými mládřaty	38
4.8	Poměr pohlaví mládřat vzhledem k období hnízdění	38
4.9	Poměr pohlaví vzhledem k velikosti snůšky	39
4.10	Poměr pohlaví mládřat v hnízdech v závislosti na potravní nabídce.....	40
5.	Diskuze	41
5.1	Poměr pohlaví a dostupnost potravní nabídky	41
5.2	Závislost poměru pohlaví mládřat na datu zahnízdění	43
5.3	Vylíhlý vs. vylétlý.....	43
6.	Závěr	44
7.	Literatura	45
8.	Přílohy	54

1. Úvod

Krušné hory byly dlouhodobě vystaveny následkům lidské činnosti, zejména v souvislosti s těžbou rud a později černého uhlí. Výraznější škody na lesních porostech byly zaznamenány na konci 1. pol. 20. století. Intenzivní poškození porostů nastalo jednak jako důsledek dlouhodobého zatížení porostů imisemi síry, ale také vlivem extrémních povětrnostních podmínek (Lomský, Šrámek 2004). Od 2. pol. 20. století docházelo k výsevu náhradních dřevin, které byly schopny růst i v oblastech silně ohrožených imisemi. Porosty náhradních dřevin byly zakládány z břízy pýřité (*Betula pubescens*), smrku pichlavého (*Picea pungens*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). V současnosti je krajina Krušných hor tvořena mozaikovitě uspořádanými biotopy od rozsáhlých holin s porostem třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*), mladých porostů náhradních dřevin až po zbylé fragmenty vzrostlých porostů smrku ztepilého (*Picea abies*). Jak bylo zjištěno, tyto porosty náhradních dřevin se staly vyhovujícím habitatem pro lov sýce rousného (Zárybnická et al. 2015). Vzhledem ke ztrátě přirozených hnízdních možností se tu od roku 1999 vyvěšují hnízdní budky a probíhá tu dlouhodobý výzkum a monitoring.

V zájmovém území tedy od dané doby probíhá výzkum nepřetržitě. Hnízdní biologii se věnovali např. Drdáková (2002) či Hanel (2008). Potravní ekologii se věnovali Holý (2002), Řanková (2016), Šimková (2016), Šindelář (2019) a další. Ze zahraničí se hnízdní biologii zabýval například Korpimäki (1981). Doposud byla zjištěna řada poznatků o tomto druhu, ale poměru pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at a poměru pohlaví vzhledem k měnícím se environmentálním podmínkám se do současnosti zabývalo pouze několik studií. V Krušných horách se o tuto problematiku zajímala např. Mahlerova (2015), Sítková (2017) či Vávrová (2018). Ve Švédsku se zabýval vztahem mezi množstvím poskytnuté potravy a poměrem pohlaví mlád'at Hipkiss, Hörnfeldt (2004). Předkládaná diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci, dále ji rozšiřuje o nové poznatky a pokračuje v již započatém výzkumu. Práce se zabývá poměrem pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at na hnízdě, zjištěním vlivu potravní nabídky, datem zahníždění a velikostí snůšky sýce rousného. Data pro diplomovou práci byla sbírána v letech 2017–2019. Stanovení pohlaví mlád'at se provádí molekulárními metodami, které byly použity při výzkumu i v této diplomové práci a probíhaly v laboratořích Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze.

1.1 Cíle práce

Cílem práce je:

1. Shromáždit krevní vzorky mlád'at sýce rousného ve studijní oblasti v Krušných horách v letech 2017–2019.
2. Metodou PCR analyzovat shromážděné vzorky a stanovit pohlaví mlád'at.
3. Vyhodnotit poměr pohlaví mlád'at v hnízdech v závislosti na potravní nabídce.
4. Vyhodnotit poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at z hnízda.
5. Vyhodnotit poměr pohlaví mlád'at vzhledem k období hnízdění a velikosti snůšky.

2. Rešerše

2.1 Charakteristika druhu

Sýc rousný (*Aegolius funereus*) je malá lesní sova (Šťastný 2017). Z pohledu aktivity je řazen k nočním ptákům. Je to naše druhá nejmenší sova po kulíškovci nejmenším (*Glaucidium passerinum*), jak uvádí Kloubec (1987). Délka dospělce je 22–27 cm s rozpětím křídel 50–62 cm (Korpimäki, Hakkarainen 2012; Svensson 2012). Svou velikostí a zbarvením je sýc rousný podobný sýčku obecnému (*Athene noctua*). K hlavním odlišnostem patří kratší ocas, hustě opeřené nohy a hlava s kontrastnějším zbarvením závoje. Hlava sýce rousného je velká, zakulacená se žlutohnědě až bíle zbarveným závojem (Cramp, Simmons 1985). Dominancí hlavy sýce rousného jsou velké žluté oči s černým orámováním a nažloutlý zobák (Obr. 1). Tělo má svrchu tmavohnědé se světlými skvrnami a spodinu bělavou s hnědými skvrnami ve tvaru kříže (Šťastný 2017). Mláďata mají po vylíhnutí čistě bílý prachový šat, který začíná zhruba po čtyřech dnech tmavnout. Od 20. dne se formuje závoj s typicky bílou kresbou ve tvaru X, nacházející se v okolí obočí a zobáku. Let sýce rousného je přímý a sed zpravidla vzpřímený, zatímco sýček obecný létá v dlouhých obloucích nízko nad zemí plácavým letem a v korunách sedává schoulený (Hudec, Šťastný 2005).

Pohlavní zralosti dosahuje sýc rousný již v prvním roce života. Samci se po celý rok zdržují ve vlastním teritoriu, kde od února do srpna (jedno hnízdní období) vytvářejí hnízdní páry. Svá teritoria samci opakovaně obývají od jednoho do šesti let, což je doba, ve které obývají od jedné až do pěti budek na území 2–5 km² (Korpimäki 1988a). Samci hnízdí jedenkrát, výjimečně dvakrát ročně. K dalšímu hnízdění dochází obvykle po zničení první snůšky a většinou v jiné dutině. Ve vhodném biotopu se vyskytuje průměrně 0,5–1,7 páru na km², přičemž nejvyšších hustot bývá zaznamenáno v letech gradací drobných zemních savců (Flousek 1985). Samice zpravidla hnízdí na místech, která jsou vzdálena 15 až 20 km od jejich místa narození (Drdáková 2004). Začátek hnízdění, velikost snůšky a celková hnízdní úspěšnost úzce souvisí s výší potravní nabídky (Korpimäki 1981; Korpimäki 1988b). Průměrná velikost lovného domovského okrsku se během jednoho období zahnízdění pohybuje v rozmezí 100–300 ha (Sonerud et al. 1986; Kouba et al. 2010).

Obrázek 1: Samice sýce rousného (autor: Jan Albrecht).



2.2 Ochrana a ohrožení

Sýc rousný je v České republice chráněn zákonem č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí vyhláškou MŽP č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Sýc rousný patří mezi silně ohrožené druhy podle směrnice Evropské unie o ptácích, Směrnice Rady č. 79/409/EEC ze dne 2. 4. 1979 o ochraně volně žijících ptáků, později novelizována Směrnicí Evropského parlamentu a Rady č. 2009/147/ES ze dne 30. 11. 2009 o ochraně volně žijících ptáků. Sýc rousný je zařazen do přílohy č. I. Mezi ohrožené druhy je sýc rousný řazen kvůli poměrně nízké početnosti a vazbě na lesní porosty s nutnou přítomností doupných stromů (Flousek 1985).

Od 80. let minulého století je sýc rousný veden v červeném seznamu ČR jako zranitelný druh, i přes výrazný nárůst početnosti (přesto však dosahuje méně než 10 000 dospělých jedinců, současně však nesplňuje podmínku úbytku), dle Chobota, Němce (2017).

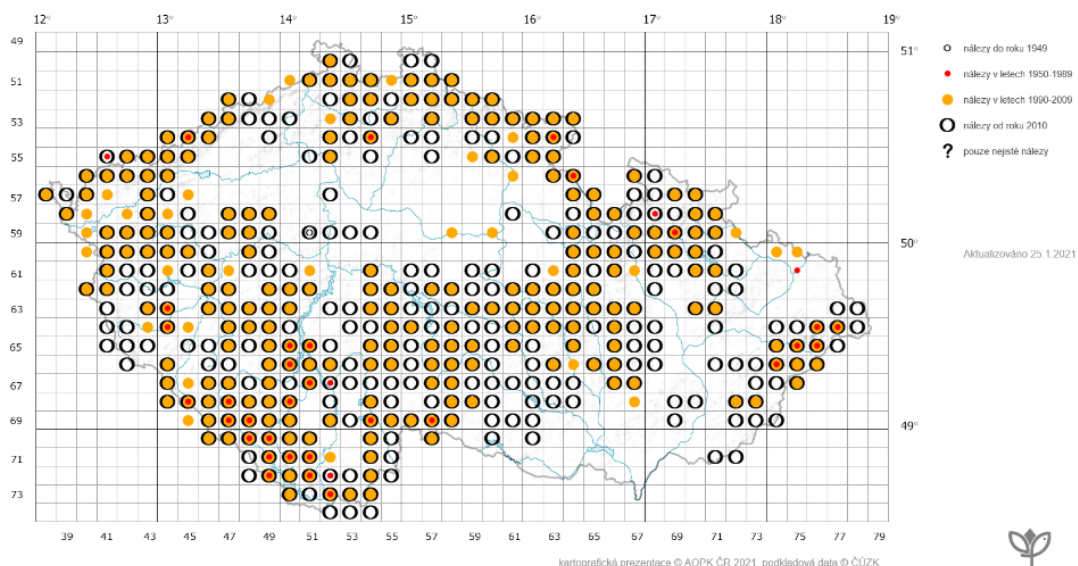
2.3 Rozšíření v ČR

Již z 19. století evidujeme záznamy o výskytu sýce rousného na území České republiky, a to především v pohraničních oblastech. Výskyt v České republice vyobrazuje přiložená mapa (Obr. 2). V 60. letech 20. století je zřejmý zvýšený výskyt této noční sovy, který je spojený s narůstajícím obyváním míst s nižší nadmořskou výškou, což není pro sýce typické (Drdáková 2004).

Lokality výskytu s nízkou nadmořskou výškou najdeme například v Moravském krasu (400–420 m n. m.; Mrlík 1994) nebo v České Třebové v nadmořské výšce 550 m n. m. (Tomeš 1997). Daleko typičtější prostředí nacházíme v široké oblasti Šumavy až po Novohradské hory, kde sýc rousný osidluje oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 1000 m n. m. (Kloubec 1986). V Krkonoších byl sýc rousný zastižen od podhůří až po horní hranici lesa, prakticky v každém vhodném biotopu. Těžiště výskytu je zde mezi 900–1100 m n. m., avšak existují záznamy o houkajících samcích v polohách již 500 m n. m. (Flousek 1986).

Obrázek 2: Výskyt sýce rousného dle záznamů z ND OP na území ČR, autor: AOPK ČR©2020 (aktualizováno 25. 1. 2021).

Výskyt druhu *Aegolius funereus* podle záznamů v ND OP



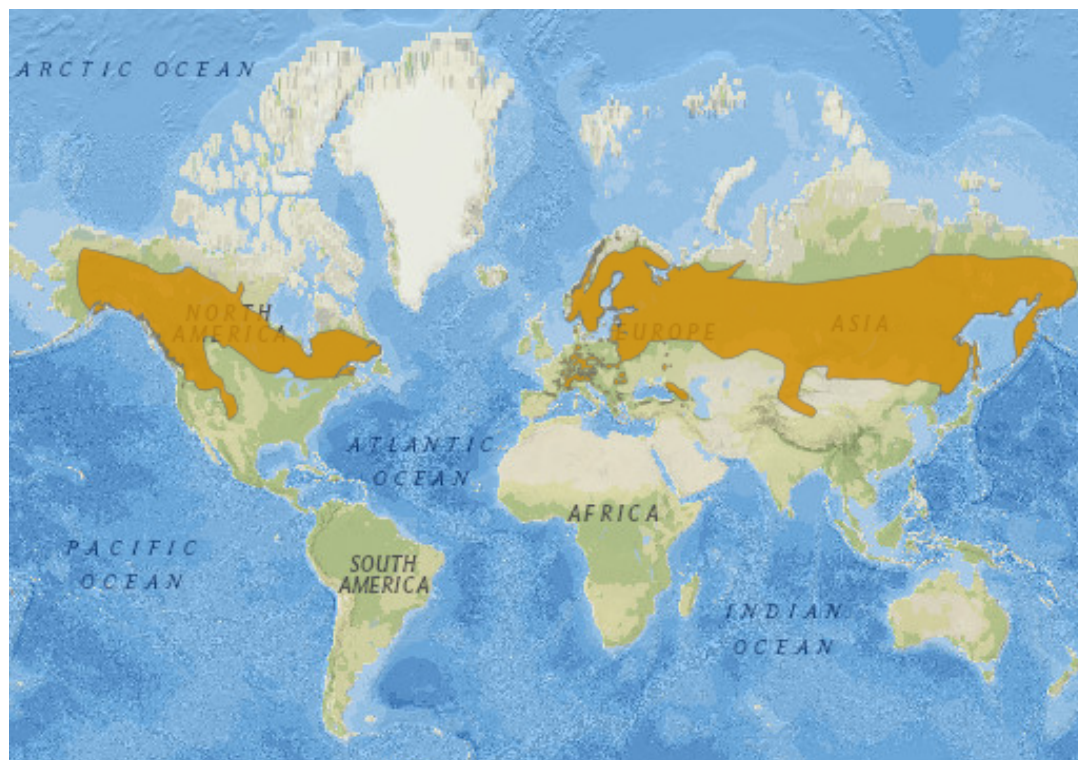
2.4 Rozšíření ve světě

Světové rozšíření sýce rousného je soustředěno v převážné míře do severské oblasti Holarktidy, centrum výskytu se nachází v severní části tajgového pásma Evropy, Asie a Severní Ameriky (Obr. 3), jak zmiňují Mikkola (1983) a Flousek

(1985). Vyskytuje se v 5 poddruzích (König, Weick 2008). *A. f. richardsoni* se nalézá v Severní Americe, kde obývá boreální lesy Aljašky a Kanady. Zbylé čtyři poddruhy se vyskytují v Euroasii (*A. f. magnus*, *A. f. pallens*, *Aegolius funereus funereus* a *A. f. caucasicus*). V Evropě se vyskytuje na Skandinávském poloostrově a přes střední Evropu zasahuje až na Balkánský poloostrov. Nejzápadnější euroasijskou populaci najdeme v Pyrenejích, kde jedinci sýce rousného obývají porosty borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a borovice horské (*Pinus uncinata*) v 1500–2500 m n. m. (Kouba, Šťastný 2012). Největší zastoupení má však populace sýce rousného v severní Evropě a Asii, konkrétněji ve Švédsku, Norsku, Finsku a Rusku (Mikkola 1983). Hnízdí ve smíšených a jehličnatých lesích vyšších poloh (v západní Evropě i v nížinách) a preferuje rozvolněné porosty se zastoupením starých, dutých stromů, s pravidelným zmlazováním a s přítomností mýtin a světlin (Korpimäki 1987a; Šťastný et al. 1987; Hakkarainen et al. 2008).

Obrázek 3: Mapa rozšíření sýce rousného ve světě (oranžová barva)

(<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22689362A93228127.en>, 2018).



2.5 Hnízdní biologie

Sýce rousný hnízdí ve vyhloubených dutinách stromů, které vytvořily jiné druhy ptáků, nejčastěji datel černý (*Dryocopus martius*), žluna šedá (*Picus canus*) nebo žluna zelená (*Picus virigis*), jak předkládají Mikkola (1983) a Flousek et al.

(2015). Stejně jako sova pálená (*Tyto alba*) si sýc rousný nestaví hnízda ani nehledá žádný materiál k hnízdění (Cramp, Simmons 1985). Další možností pro zahnízdění je využití uměle vytvořených a nainstalovaných budek. Přestože přítomnost uměle vytvořených budek nemá dokázaný vliv na úspěšné zahnízdění, podařilo se vytvořit početné populace sýců rousných v budkách, a to především v severozápadních Čechách (Kloubec 2003).

Počátek snůšky ovlivňuje několik faktorů, v první řadě dostupnost potravy v dané zeměpisné šířce, dále pak stav vegetačního krytu, který přímo souvisí s délkou sněhové pokrývky (Korpimäki 1986; Sonerud 1986). Odložení snůšky může souviset také s dlouhodobými dešťovými srážkami. Obsazení budek bývá v různých místech odlišné, nejvíce jsou obsazovány budky na imisních holinách, kde se nachází dostatek potravy (Flousek 1986; Drdáková 2002). I v oblastech, kde je k nalezení nadbytek přirozených dutin, sýc často obsazuje vytvořené budky, které jsou svými parametry a kvalitou prostředí vhodnější. Na úspěšné zahnízdění může mít vliv i přítomnost endo a ektoparazitů (Korpimäki 2000). Vytvořené hnízdní budky mají vzhledem k pravidelnému odstraňování hnízdního materiálu a jeho nahrazování čistými pilinami méně vhodné podmínky pro tyto parazity (Korpimäki 1984).

2.5.1 Velikost snůšky

Vejce sýce rousného mají eliptický tvar, jsou hladká, bílá a relativně lesklá. Váží přibližně 12–13 g a měří 33 x 26 mm (Cramp, Simmons 1985). Vacík (1991) ve své studii zaznamenal nejmenší nalezené vejce o rozměrech 30,3 x 24,0 mm a největší vejce o rozměrech 36,0 x 27,0 mm. Snůška většinou obsahuje 3–6 vajec. Korpimäki (1987c) udává velikost snůšky 1–10 vajec. Schwerdtfeger (1984) uvádí průměrnou velikost snůšky od 3,8–6,5 vajec. Velikost snůšky je nejvíce ovlivňována početností potravní nabídky (Šťastný et al. 1987). V letech s vysokou potravní nabídkou jsou snůšky zpravidla větší, i proto jsou mláďata v těchto snůškách relativně lépe krmena (Drdáková 2003). Datum prvního sneseného vejce závisí na celkové velikosti snůšky, tzn. samice, která zahnízdí později, mívá menší snůšku než samice hnízdící dříve, což potvrdila i Zárybnická et al. (2015). Průměrná velikost snůšky klesá od severu k jihu (Korpimäki, Hakkarainen 2012).

2.5.2 Rodičovské péče

Do místa hnízdění samice zaletuje již 5–6 dnů před snesením prvního vejce. Vejce jsou snášena ve dvoudenních intervalech a snůšku zahřívá samice již od snesení druhého vejce. Inkubační doba bývá 26–32 dní a poslední snesené vejce má inkubační dobu průměrně o 2,6 dne kratší (Korpimäki 1981; Vacík 1991; Drdáková 2004). Délka období zahřívání hnízda závisí na okolní teplotě hnízda. Samec má zásobovací úlohu a obstarává veškerou potravu jak pro samici, tak i pro mláďata. Během inkubační doby a péče o mláďata samice hnízdo neopouští. Výjimka nastává v podobě krátkých časových úseků, kdy samice 1–3krát opustí hnízdo z důvodů vyprázdnění a narovnání křídel a obvykle se vrací zpět bez kořisti.

Pořadí vylíhnutí mláďat z jednotlivých vajec odpovídá pořadí snesení a mláďata ve hnízdě setrvávají 30–38 dní (Drdáková 2002; Drdaková 2004; Hudec, Šťastný 2005). V případech, kdy samec není schopen dostatečně zásobovat hnízdo kořistí, opouští samice hnízdo již po 8 dnech. V některých případech může docházet k biandrii, při které samice po ukončení zahřívání mláďat zahájí novou snůšku s jiným samcem. Mláďata musí od této doby vynakládat více energie na samotné zahřívání a udržení tělesné teploty (Solheim 1983).

Rozdílné rodičovské povinnosti zaznamenáváme u řady ptáků, existují druhy ptáků, u kterých samci i samice spolupracují při zahřívání snůšky a zajištění potravy nebo hnízda, jako např. pěvci, avšak sýc rousný je druh, u kterého mají samec i samice role striktně rozděleny. Samice se stará o inkubaci a zahřívání mláďat, dokud se nedokážou postarat o samostatnou termoregulaci, tj. přibližně do 20. dne nejstaršího mláděte, a samec obstarává potravu, viz Obr. 4 (Korpimäki 1981; Drdáková 2004; Zárybnická, Vojar 2013). V případě nedostatku potravy samice netrpí nedostatkem, jelikož přijímá přednostně potravu pro sebe a své energetické potřeby (Zárybnická, Vojar 2013). Když už jsou mláďata schopna vlastní termoregulace, samice se opět uchýlí k lovení a pomáhá samci se zásobováním mláďat potravou, ovšem ve většině případů (70 %) se samice rozhodne svá mláďata i partnera definitivně opustit a opětovně zahnízdí (Zárybnická 2009). Jakmile samice opustí hnízdo, veškeré zásobování mláďat zbude na samcovi. Zárybnická, Vojar (2013) uvádějí, že průměrná doba setrvání sourozenců na hnízdě byla kratší v potravně silném roce oproti potravně slabému.

Samci zásobují potravou i již vzletná mláďata, a to až do doby jejich úplného osamostatnění (Zárybnická 2009). Mláďata opouštějí budku ve věku 28–32 dnů od vylíhnutí (Korpimäki 1981; Eldegard, Sonerud 2010).

Obrázek 4: mláďata sýce rousného (autor: Renata Vávrová).



2.5.3 Poměr pohlaví mláďat

Rodiči přinášenou kořist získávají častěji starší mláďata a mladší strádají. Tento jev vede k častějšímu úmrtí nejmladších mláďat, která se následně mohou stát potravou pro své starší sourozence (Korpimäki 1981).

Dostupnost potravy může mít významný vliv na počet mláďat, jejich pohlaví a také na jejich celkovou úmrtnost. Hippkiss, Hörnfeldt (2004) ve své studii ze Švédska uvádějí, že rodiče jsou schopni přizpůsobovat poměr svých mláďat podle očekávané dostupnosti potravy. Ve své studii zkoumají tři hnízdní sezóny, které byly charakterizovány postupným snižováním potravní nabídky sýce rousného. Nárůst narozených samců evidovali v roce s největším množstvím potravy, avšak v roce, kdy bylo běžné množství potravy, se rodili samci i samice ve stejném či podobném poměru, naproti tomu v roce s nízkou dostupností potravy došlo opět ke změně a v hnízdech se častěji rodily samice.

2.5.4 Pohlavní dimorfismus

Sýc rousný je druhem sovy s poměrně výrazným pohlavním dimorfismem. U adultních jedinců pozorujeme největší rozdíl při počínající době hnízdění a v průběhu hnízdní sezóny, kdy má samice až dvojnásobnou hmotnost, které využívá především pro úspěšné kladení vajec, inkubaci a zahřívání mláďat (Korpimäki 1990). V období hnízdní sezóny je samec zhruba o 30 % až 40 % lehčí než samice (samec cca 102 g, samice 170 g) a také má o 5 % kratší křídla. Rozpětí křídel je u samce v rozmezí 160–170 mm a u samic obvykle 165–183 mm (Korpimäki 1981; Hudec, Šťastný 2005; Bednář 2015). Délka křídel je u samic v hnízdní sezóně zřejmě kompenzací za větší hmotnost a usnadňuje lov. Mimo hnízdní sezónu však zaznamenáváme opravdu jen malé rozdíly. Samci jsou průměrně lehčí o 4 % tělesné hmotnosti a křídla mají oproti samicím kratší pouze o 2,5 % (Hipkiss 2002).

2.5.5 Tok

Samec sýce rousného se hlasově projevuje především v situacích spojených s obsazováním teritoria, vábením samičky, komunikací mezi páry a ukazováním hnízdní dutiny. Dle Korpimäki, Hakkarainen (2012) by se daly hlasové projevy sýce rousného rozdělit do nejméně osmi druhů vokalizací. Například při dvoření vydává nejčastěji rychlé sledy „pu“ nebo „po“, které postupně nabývají na intenzitě. V České republice zaznamenáváme tok sýce již od ledna, ale nejčastější zvukové projevy slyšíme během února až dubna. Ševčík et al. (2019) ve svém výzkumu udávají, že v letech vyšší hojnosti kořisti houká více samců a zároveň se vokální aktivita snižuje s postupující hnízdní sezónou.

Vacík (1991) udává, že na houkání sýce rousného mohou mít vliv meteorologické a klimatické podmínky. Sýc obvykle nehouká za silného větru, většinou se ozývá hlavně v bezvětří a bez srážek. Naopak Ševčík et al. (2019) tvrdí, že rychlost větru a množství srážek nemá vliv na vokální aktivitu. Samec sýce přestává úplně tokat, když samice začne sedět na vejcích, ale houkání se ustaluje již v období vytváření páru (König 1969).

2.5.6 Polygynie

Sýci jsou obvykle monogamní, ale někdy u nich zaznamenáme i polygynii (Cramp, Simmons 1985). Nejčastější případy polygynie zaznamenáváme v období hnízdění, kdy dochází k nárůstu drobných zemních savců, samci se mohou spárovat

s dvěma nebo i třemi samicemi současně (Kormipäki 1991a). Korpimäki (1983) ve své studii uvádí, že 10–20 % samců v letech bohatých na drobné zemní savce je polygynní. Ačkoli zpočátku stíhá samec dostatečně zásobovat potravou obě samice, po vylíhnutí mláďat v prvním hnízdě začne přednostně přinášet kořist primární samici (Carlsson et al. 1987). Sekundární samice tak odchovávají méně vzletných mláďat než primární (Korpimäki 1991a). Sekundární samice, které tvoří pár s polygynním samcem, nejsou reprodukčně tolik úspěšné. Hlavní devízou polygynního samce oproti monogamnímu je především reprodukční úspěch, kdy je odchováno více potomků. Ačkoli polygynní samci krmí dvě až tři rodiny za jednu sezónu, tyto náklady nikterak neohrozí a nesníží jejich budoucí přežívání (Korpimäki 1983). Toto se děje častěji v severních zeměpisných šířkách, kde je dostatek potravy.

2.6 Potravní ekologie

2.6.1 Lov

Lesní porosty a imisní holiny představují ideální prostředí pro lov sýce rousného, který loví především v nočních hodinách. Při neúspěchu se uchyluje k lovení i v brzkých ranních hodinách nebo výjimečně v průběhu dne.

Bye et al. (1992) a Norberg (1970) uvádějí, že sýci si pro lov vybírají nižší posedy oproti vyšším místům, kde odpočívají. Průměrná výška posedu u sýce rousného bývá 4,3 m. V Severní Americe uvádí Nielsen (1978) až 6,1 m. Svá úspěšná lovná místa si dobře pamatují a často se k nim vrací, v případě neúspěchu je sýc schopný svůj lovný okrsek zvětšovat (Sonerud 1986). Pro odpočinek si sýc vybírá úkryty ve výše položených místech, kde je maskován hustší spleť větví a listů, aby minimalizoval pravděpodobnost odhalení ptačími predátory (Nielsen et al. 1978).

Norberg (1970) ve své studii popisuje lov metodou přímého sledování. Po zaměření kořisti se sýc upřeně dívá směrem k cíli, své soustředění doplňuje občasnými pohyby hlavou a chodidla přibližuje k sobě a někdy přešlapuje na místě. Těsně před kořistí hlavu stáhne zpět, natáhne nohy směrem k cíli a pařáty kořist uchopí. Kořist usmrtí údery směřovanými do oblasti hlavy nebo do zadní části krku. Sýc může ulovit kořist o hmotnosti větší než 100 g, tj. dosahující téměř hmotnosti vlastní (Kloubec 1989).

Hakkarainen et al. (2008) poznamenávají, že během latentní fáze hrabošního cyklu mohou samci lovit až na vzdálenost 4 km od hnízda, naopak v letech s vyšším počtem hrabošů loví samci přibližně do 1,3 km od hnízda.

2.6.2 Potrava

Ve většině případů sovy polykají kořist vcelku. Jejich žaludek tráví potravu velmi rychle, ovšem kosti, chlupy a peří nejsou stravitelné. Proto jsou sýci nuceni jednou až dvakrát denně vyvrhnout tuto nestrávenou hmotu (Hudec, Šťastný 2005).

Sýc rousný je typickým predátorem specializujícím se na lov drobných savců, ovšem v období nedostatku hlavní kořisti jsou zastoupeni i ptáci nebo výjimečně hmyz (Korpimäki 1981; Mikkola 1983). Z hlediska početnosti je nejvýznamnější potravou hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) a myšice lesní (*Apodemus flavicolis*), dále pak norník rudý (*Myodes glareolus*), rejsek obecný (*Sorex araneus*), rejsek malý (*Sorex minutus*) a hraboš polní (*Microtus arvalis*), jak shodně zaznamenávají Pokorný (1997) a Zárybnická et al. (2013). Někdy se v jeho potravě může nalézat i plšík lískový (*Muscardinus avellanarius*), krtek obecný (*Talpa europaea*) nebo netopýr (*Microchiroptera*). Kořisti se v malém množství stávají také drobnější ptáci, zhruba o stejné velikosti, jako například sýkory (*Parus*) nebo pěnkavy (*Fringilla*) (Hudec, Šťastný 1983; Flousek 1992).

Sýc rousný dokáže vynaložit větší lovecké úsilí v případě, že se v lovném okrsku nachází omezená dostupnost potravy (Zárybnická et al. 2009).

2.6.3 Zásoby potravy

Především v období nedostatku potravy si sýc rousný vytváří zásoby ulovené kořisti v hnízdě, a to i před začátkem hnízdního období (Korpimäki 1987b). Shromažďování potravy v budoucí hnízdní dutině je důležitým signálem pro potencionální samici (Obr. 5), svědčící o loveckých kvalitách samce při námluvách (Cramp, Simmons 1985). Výzkum Drdákové (2004) z Krušných hor zmiňuje až 24 ulovených hlodavců v jednom hnízdě v období dostatku potravy. Vacík (1991) uvádí průměrnou dobu skladování potravy 3 dny. Korpimäki (1981) ve své studii z Finska uvádí délku skladování až 9 dnů, obvykle je to však jen 1,6 dne. Délku skladování může prodloužit nízká okolní teplota.

Obrázek 5: Zásoby kořisti a mláďata sýce rousného v hnízdni budce (autor: Jiří Šindelář).



2.7 Predace

Hnízdní hustota sýce rousného je ovlivněna zejména strukturou biotopu, množstvím dostupné potravy a predáčním tlakem. Dle Mikkoly (1983) představují největší nebezpečí pro sýce výr velký (*Bubo bubo*), jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) a pušтік obecný (*Strix aluco*). Největším predátorem sýce rousného je v oblasti Krušných hor kuna lesní (*Martes martes*), v blízkosti obydlí to může být i kuna skalní (*Martes foina*), viz Šťastný et al. (2010). Vacík (1989) uvádí ve své studii predaci kunou 15,3 %, Drdáková (2002) udává dokonce 50 %. Sonerud (1993) a Kloubec (2003) vyzorovali, že frekvence ataků na hnízdo roste s věkem budek. Predace se sníží přemísťováním budek, jelikož kuna lesní si již navštívené budky pamatuje a navštěvuje je pravidelně, a to zejména v období nedostatku potravy nebo v případě předešlého úspěšného nálezu potravy. Korpimäki (1987a) ve svém výzkumu naopak tvrdí, že četnost predací snůšek kunou lesní nezávisí na typu, stáří dutiny, ani na úspěšnosti předchozího hnízdění v budce.

Predace kuny je identifikována převážně pomocí specifických znaků zanechaných v hnízdě, především chlupy nebo rozbitými zbytky vaječných skořápek (buď uvnitř nebo v blízkosti hnízdní budky). Dalšími důkazy ukazujícími na přítomnost kuny jsou zabitá nebo chybějící mláďata (Zárybnická et al. 2015).

3. Materiál a metodika

3.1 Studijní oblast

Studijní území se nachází na severu České republiky ve východní části Krušných hor v okolí Flájské přehrady (50°40' N, 13°35' E), na rozloze cca 145 km². Jih a jihovýchod studijní oblasti ohraničují obce Klíny a Dlouhá Louka. Východní část je ohraničena obcí Nové Město. Sever a východ území je vymezen státní hranicí s Německem (Zárybnická et al. 2015). Studijní oblast se nalézá v nadmořské výšce od 735 m n. m. (Flájská přehrada) do 956 m n. m. (vrchol hory Loučná), jak definuje Drdáková (2003).

V druhé polovině 20. století byla oblast Krušných hor silně znečištěna emisemi z továren umístěných v podhůří. Emise v podobě kyselých dešťů přímo poškozovaly nadzemní části dřevin a zvyšovaly kyselost půdy. V důsledku jejich působení velká část vegetace a zejména lesní porosty odumřely a následně byly odtěženy. Proces následné obnovy byl komplikován vysokou kyselostí půdy, drsným horským podnebím a okusem jelenovité zvěře (Flousek 2000).

Současnou krajinu studijní oblasti tvoří mozaika různověkových lesních porostů a rozvolněných ploch (Zárybnická et al. 2012). Nezalesněné porosty vytvářejí ideální podmínky pro výskyt třtiny chloupkaté, na rašelinistích a vřesovištích se vyskytují například vřesy (*Calluna vulgaris*), suchopýr (*Eriophorum* sp.) a druhy čeledi Vacciniaceae (Slodičák 2008).

Množství přirozených dutin pro hnízdění sýce rousného je ve studijní oblasti značně redukováno, proto jsou zde od roku 1999 vyvěšovány hnízdní budky (Drdáková 2004). V období, ve kterém byla provedena daná studie (2017–2019), se v oblasti nacházelo 246, 237 a 244 hnízdních budek pro sýce rousného.

3.2 Rozměry, vzhled a umístění budky

Budky pro sýce rousného byly ve studijní oblasti Krušných hor vyvěšovány do různých lokalit, nejčastěji se umísťovaly na lesních okrajích, na loukách a pasekách, do porostů smrku ztepilého, v porostech náhradních dřevin smrku pichlavého, poblíž méně frekventovaných lesních komunikací či na solitérních stromech buku lesního (*Fagus sylvatica*), vzdálených někdy až několik desítek metrů od spojitých lesních porostů. Hnízdní budky byly umísťovány do výšky 3–5 m nad zemí a pravidelně kontrolovány pomocí endoskopické kamery a výsuvného žebříku.

Hnízdní budky byly postaveny z dřevěných materiálů s vletovým otvorem o průměru 8 cm, výšce stěn 40 cm, rozměrů dna 25 x 25 cm a střechy 25 x 30 cm. V každé budce byla uložena 4 cm vysoká pilinová výstelka, která byla každý rok během podzimu měněna (Drdáková 2002). Většina budek se otevírala boční nebo přední stěnou pro snadné čištění a odběr hnízdního materiálu na determinaci potravy. Všechny hnízdní budky byly udržovány v dobrém stavu a pravidelně opravovány. Vletový otvor budek byl spolu s přilehlým okolím udržován bez větví (Zárybnická et al. 2015).

3.3 Sběr dat

V průběhu hnízdní sezóny 2017–2019 byly prováděny pravidelné kontroly vyvěšených budek v 7–14denních intervalech od první poloviny března do konce srpna (Drdáková 2002). Obsazená hnízda byla kontrolována každých 7–10 dní a byla u nich zaznamenávána velikost snůšky, datum zahnízdění, velikost vajec, počet vylíhlých a vylétlých mláďat, počty mrtvých mláďat a příčiny těchto ztrát. Dále se zaznamenávaly informace o nalezené kořisti a kroužkovaly se dospělé samice. Při pravidelných kontrolách byla mláďata měřena pomocí posuvného měřítka a vážena pomocí pružinové váhy. Jednotlivá mláďata byla během pobytu na hnízdě měřena a vážena 1–4krát. Ve stáří dvou týdnů byla mláďata kroužkována, aby nedocházelo k záměně mezi sourozenci. Zkoumalo se také, zda bylo hnízdění úspěšné či nikoli. Úspěšné hnízdění bylo takové, kdy vylétlo z hnízda alespoň 1 mládě. Za neúspěšné se považovalo takové hnízdění, kdy bylo hnízdo predováno přirozenými nepřáteli, např. kunou lesní, nebo když samice hnízdo opustila.

Pohlaví mláďat bylo zjišťováno z krve v laboratoři pomocí metody PCR. Mláďatům byla krev odebírána z brachiální žíly dle metody Hörnfeltd et al. (2000). Nejdříve se místo vpichu očistilo 96% etanolem a rozvolnilo se drobné peří tak, aby byla vidět brachiální žíla, z níž byla odebrána krev pomocí kapiláry (průměr cca 0,8 mm, objem 50 μ l). Každému jedinci bylo odebráno méně než 50 μ l krve (Obr. 6). Po odběru vzorku se bylo nutné ujistit, zda se krvácení zastavilo, obvykle se zastavilo rychle. Pokud docházelo dále ke krvácení, bylo nutné přiložit bavlněný hadřík a křídlo složit do přirozené polohy (Owen 2011). Odebraná krev byla umístěna do Eppendorf zkumavek (objem 1,5 ml) s 96% etanolem a následně zamražena při teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do doby laboratorního zkoumání.

Krev byla mládřatům odebírána 1–2krát v různém věku. V roce 2017 byla krev odebrána 71 mládřatům, v roce 2018 pouze 5 mládřatům a roku 2019 dalším 21 mládřatům. Vzorky odebrané krve byly analyzovány v laboratoři.

Obrázek 6: Odběr krve kapilárou z brachiální žíly sýce rousného (autor: Renata Vávrová).



3.4 Odchyty drobných zemních savců

Početnost drobných zemních savců byla zjišťována v terénu na studijním území pomocí tzv. metody pastování v letech 2017–2019. Drobní zemní savci byli odchyťováni pomocí sklapovacích pastí, a tím se zjišťovala potravní nabídka sýce rousného. Odchyty byly prováděny jednou do roka, začátkem června na třech 1ha kvadrátech (nacházejících se na souřadnicích B: N50°40.276', E13°33.708', C: N50°39.652', E13°32.463', D: N50°38.939', E13°31.870'). Položeno bylo vždy 11 x 11 pastí na ploše 100 x 100 m. Pasti byly od sebe vzdáleny 10 m, ponechány na místě po dobu tří nocí a kontrolovány každé dopoledne. Návnada byla tvořena kusem knotu potřepenými směsí rozpuštěného tuku, mouky a špeku (Obr. 7). Všichni odchycení jedinci byli zařazeni do druhu a dále se zjišťovala jejich velikost, váha a pohlaví. Výsledné počty byly dále převedeny na počet odchycených jedinců / 100

past'onocí, tj. celkový počet odchytených jedinců / (celkový počet položených pastí na 1 kvadrát * počet kvadrátů * 3 noci) * 100 (Zárybnická et al. 2013).

V roce 2017 byly prováděny odchvy drobných zemních savců pouze na dvou kvadrátech (B, C), jelikož na kvadrátu D probíhala těžba dřeva. Celkem bylo položeno 726 pastí. V letech 2018 a 2019 bylo každý rok celkově položeno 1089 pastí.

Kvadrát B byl umístěn v oplocence, zde se ojediněle vyskytovaly vzrostlé stromy smrku pichlavého, modřínu opadavého (*Larix decidua*), břízy bělokoré (*Betula pendula*) jeřábu ptačího a sazenice buku lesního. Převážná část území byla pokryta porosty třtiny chloupkaté a metličky křivolaké (*Avenella flexuosa*). Kvadrát C byl situován ve svahu, byl tvořen vzrostlými stromy smrku ztepilého a jeho sazenicemi. Kvadrát D se nacházel na volné ploše a probíhala zde těžba dřeva. Ojediněle se zde vyskytoval smrk ztepilý. Bylinné patro bylo v tomto kvadrátu obdobné jako v kvadrátu B (Šťastný et al. 2010; Šindelář et al. 2015).

Obrázek 7: Pasti kladené na kvadrátech (autor: Renata Vávrová).



3.5 Laboratorní zpracování

U mláďat sýce rousného nelze zjistit pohlaví na základě sexuálního dimorfismu. Pro zjištění pohlaví a izolaci DNA byl použit vzorek krve. Nejprve byla v laboratoři ze vzorků krve (které byly po odběrech v terénu zakonzervovány v 96% ethanolu) izolována DNA metodou HOTSHOT, poté proběhla polymerázová řetězová reakce a následně agarózová elektroforéza, která vedla k určení pohlaví.

3.5.1 Metoda HOTSHOT

HOTSHOT je levná, rychlá a jednoduchá metoda sloužící k izolaci DNA.

Nejprve bylo nutné zmraženou krev homogenizovat mikrohomogenizátorem v mikrozkušavkách. Z mikrozkušavek bylo odebráno 50 μ l krve a přeneseno do nových. Následně byly vzorky odstředěny na centrifuze Hettich MIKRO 200R ($t = 5$ minut, RPM = 3000–5000), kde došlo k oddělení krve od ethanolu, který byl přidávaný ke krvi mláďat ihned po odběru. Přebytečný ethanol byl ze vzorků odebrán. Dále byl použit roztok A, který sloužil jako alkalické činidlo (pH 12). Byl připraven z 0,2 mmol/l disodné soli kyseliny EDTA a 25 mmol/l NaOH, pH 12 se připravilo rozpuštěním soli ve vodě bez úpravy pH. Do každé mikrozkušavky s odstředěnou krví se přidalo 40 μ l roztoku A a poté byly vzorky dány na termoblok (95 °C, 12 minut). Po inkubaci na termobloku byly vzorky vyndány a v nádobě s ledem ihned zchlazeny. Nakonec bylo přidáno 40 μ l neutralizačního roztoku B (pH 5), který byl připraven rozpuštěním 40 mmol/l Tris-HCL ve vodě dle metod Truetta (2000) a Mahlerové (2015). Nakonec byly vzorky uschovány v lednici (4 °C).

3.5.2 Polymerázová řetězová reakce

Metoda polymerázové řetězové reakce byla vyvinuta K. Mullisem a jeho kolegy v polovině 80. let. 20. století (Saiki et al. 1985; Mullis et al. 1986).

Polymerázová řetězová reakce (PCR z angl. polymerase chain reaction) je metoda molekulární biologie používaná k zmnožení (amplifikaci) specifického úseku DNA *in vitro* (Alberts et al. 2014). Jedná se o reakci, která probíhá v jedné reakční směsi a je založena na cyklu tří kroků. Prvním krokem je denaturace DNA. Nejprve se směs zahřeje na přibližně 94 °C, čímž dochází k denaturaci dvoušroubovice DNA na dva samostatné řetězce (vlákna). Vzniká tak jednovláknová ssDNA (z angl. single stranded DNA). Druhým krokem je nasednutí primerů na ssDNA. Primery jsou krátké oligonukleotidy o délce 20–50 nukleotidů a jsou komplementární k 3' a 5'

konci amplifikovaného úseku DNA. Aby došlo k dosednutí primerů na specifickou sekvenci ssDNA, musí být teplota snížena na 50 °C. Ve třetím kroku dochází k syntéze nového řetězce DNA. Pomocí DNA–polymerázy se dle komplementarity bází syntetizují nová vlákna DNA. Teplotně stabilní Taq–polymeráza se získává z bakterie *Thermus aquaticus*, která žije a rozmnožuje se při 70–80 °C, proto nedochází k denaturaci Tag–polymerázy již během první fáze a není tedy nutné ji přidávat v každém opakování cyklu (Mullis 1994; Murray 2012).

Tento proces se opakuje 20–30krát, což vede k exponenciálnímu namnožení (amplifikaci) DNA. Jeden cyklus trvá přibližně 1–5 minut (Rahman et al. 2013).

Reakce PCR probíhala v termocyleru, který dokáže ohřívat a ochlazovat zkumavky k dosažení požadovaných teplot v jednotlivých krocích PCR reakce. Pro amplifikaci DNA pomocí metody PCR byly na termocyleru nastaveny hodnoty dle tabulky Tab. 1.

Pro 10 paralelních stanovení byly vytvořeny inkubační směsi:

- Dream Taq buffer 20 µl
- dH₂O 163µl
- dNTP 2,5 µl
- DNA 1,5 µl
- dva primery
 - 2550 Forward (5′ - GTTACTGATTCGTCTACGAGA - 3′) 2 µl
 - 2718 Reverse (5′ - ATTGAAATGATCCAGTGCTTG - 3′) 2 µl
- Dream Taq Polymerase 0,5 µl

Tabulka 1: Nastavení termocyleru.

Krok PCR		Teplota [°C]	Čas [min:sec]	Cykly
První	Denaturace	94	00:30	29 ×
Druhý	Annealing	60	00:40	29 ×
Třetí	Primer extension	72	00:70	29 ×
Závěr	Final extension	72	10:10	

3.5.3 Agarózová elektroforéza

K rozdělení fragmentů DNA je pro svoji spolehlivost a technickou jednoduchost využívána agarózová elektroforéza. Pohyblivost molekul v elektrickém

poli určité intenzity je závislá na jejich tvaru, velikosti a náboji (Koolman, Roehm 2005).

Nejprve bylo nutné připravit 0,8% agarózový gel. Do Erlenmeyerovy baňky bylo naváženo 0,8 g agarózy a rozpuštěno 80 ml 1x TBE pufru. V tabulce 2 je uvedeno množství jednotlivých složek pro přípravu TBE pufru. Aby byla agaróza zcela rozpuštěna, musela být baňka vložena do mikrovlnné trouby na přibližně 90 sekund a po povaření byla baňka zchlazena pod proudem studené vody. Pro následnou vizualizaci bylo do baňky přidáno 1,5 μ l ethidium–bromidu. Roztok byl nalit do skleněné vaničky a do gelu byly vloženy plastové hřebínky pro vytvoření jamek. Gel zatuhl po přibližně 10–20 minutách. Poté byly vyndány hřebínky a zatuhlý gel byl umístěn do vany pro elektroforézu. V agarózovém gelu byly díky plastovému hřebínku vytvořeny jamky, které umožnily postup vzorku v jedné linii. Do první jamky byl nanesen standard (2,5 μ l DNA ladder) pro odhad velikosti pozorovaných DNA fragmentů. Dále bylo na mikropapír nanášeno 3 μ l DNA a 1 μ l nanášecího pufru (loading buffer), díky němuž bylo možné pozorovat postup fragmentů DNA agarózovým gelem. Do jamek gelu byly pipetovány 4 μ l této směsi. Nakonec byla elektroforetická vana přikryta víkem a kabely připojeny ke zdroji napětí. Konstantní napětí bylo nastaveno na 110 V a 35 minut. Po ukončení elektroforézy byl gel vyjmut a přendán do čtecího zařízení, kde byly pomocí UV světla zobrazeny výsledky. Díky ethidium–bromidu, který se inkorporoval do struktury DNA, bylo možné pozorovat rozdělení fragmentů DNA podle jejich velikosti (Mahlerová 2015).

Tabulka 2: Poměry složek pro TBE¹ pufr.

10% koncentrace TBE na 100 ml		
EDTA ²	2 ml	
H ₃ BO ₃ ³	2,75 g	
Tris base ⁴	5,4 g	0,5 M, pH = 8

Pohlaví mláďat bylo určeno detekcí oddělených fragmentů DNA. Samice byly charakterizovány na základě zobrazení CHD1W fragmentů (gen CHD na

¹ TBE = Tris–borát–EDTA pufr

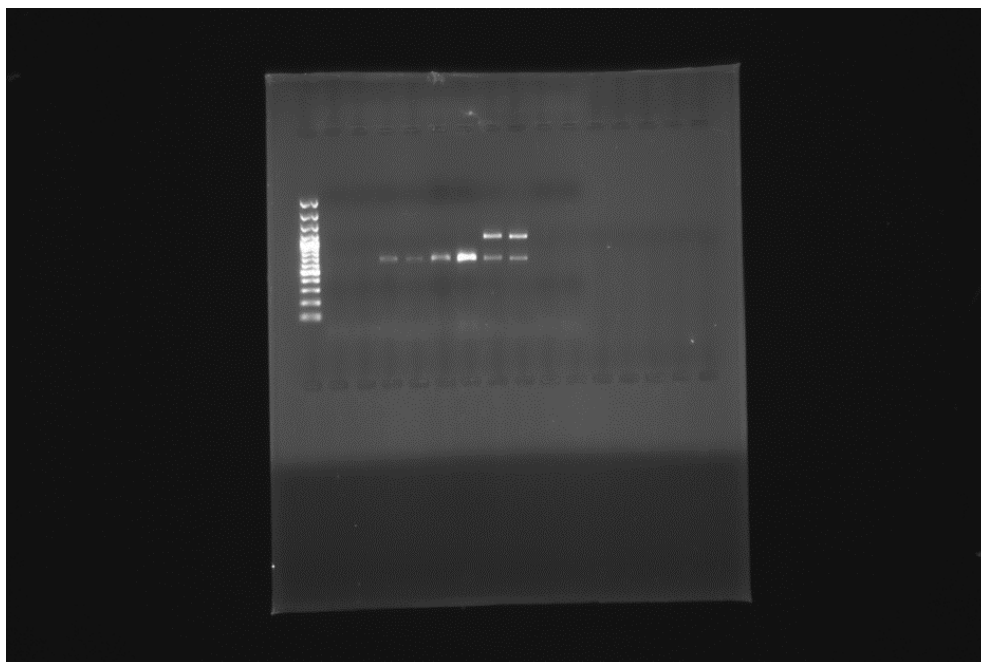
² EDTA = Ethylenediamine tetraacetic acid (kyselina ethylendiamintetraoctová)

³ H₃BO₃ = kyselina boritá

⁴ Tris base = Tris je triviální název organické látky trisaminomethanu, která se běžně používá v molekulární biologii jako pufr

chromozómu W), které se zobrazily ve velikosti 1,2 kb a zároveň se zobrazily i kratší fragmenty CHD1Z (gen CHD na chromozómu Z) ve velikosti 0,7 kb. Samci byli charakterizováni zobrazením pouze kratších fragmentů CHD1Z ve velikosti 0,5 kb (Hipkiss 2002; Hipkiss, Hörnfeldt 2004). Sameček se rozpoznal ve čtecím zařízení pod UV světlem jako jeden proužek, na rozdíl od samičky, kde byly viditelné proužky dva (Obr. 8).

Obrázek 8: Část výsledného elektrogramu osvětlená UV (autor: Renata Vávrová).



3.6 Statistické analýzy

U některých mláďat byla krev odebrána vícekrát v jedné sezóně, duplikátní záznamy byly odstraněny. Od těchto jedinců byly použity vzorky odebírané nejpozději. Každý jedinec byl tedy započítán pouze jednou.

Na jednodušší výpočty, tabulky a grafy byl použit program Excel z balíku MS Office. Do statistické analýzy byla zahrnuta pouze ta hnízda, ve kterých bylo určeno pohlaví u všech vylíhlých mláďat. Pro výpočet vztahů a závislostí mezi daty byl použit software R a program R Studio (version 3.4.2, 2017–09–28). Nejprve jsem pomocí Shapirova–Wilkova testu (funkce *shapiro.test*) na hladině významnosti 0,05 testovala, zda data odpovídají normálnímu rozdělení. Pokud data nesplňovala tuto podmínku (zamítla jsem nulovou hypotézu o normalitě), bylo místo parametrických testů použito testů neparametrických.

Pro testování vztahů mezi roky a poměrem pohlaví vylíhlých a vylétlých samců byla použita ANOVA s grafickým vyjádřením pomocí boxplotu, tlustou čarou je vyznačen medián (prostřední hodnota = 2. kvartil, neboli 50% kvantil), okraje krabičky grafu = interkvartilové rozpětí (IQR) vyznačují 1. kvartil = 25% kvantil ve spodní části a 3. kvartil = 75% kvantil ve vrchní části. Vertikální vousy vyznačují vzdálenost 1. kvartilu $- 1.5 * IQR$, resp. 3. kvartilu $+ 1.5 * IQR$. Pokud se nějaká data vyskytovala za těmito hranicemi, jednalo se o odlehlé pozorování znázorněné kolečkem.

Pro testování rozdílu v poměru pohlaví vylíhlých a vylétlých mláďat mezi roky 2017–2019 byl použit neparametrický párový Wilcoxonův test (funkce *wilcox.test*, V = testová statistika, P = p -hodnota, n = počet pozorování).

Pro analýzu závislosti poměru pohlaví (vylétlých, resp. vylíhlých) samců na datu zahnízdění jsem den zahnízdění definovala jako počet dní od 1. ledna do data zahnízdění. Pro testování této závislosti byla použita lineární regrese (β = regresní koeficient, F = F -statistika, P = p -hodnota, DF = stupně volnosti). Pro testování závislosti poměru pohlaví na velikosti snůšky byla také použita lineární regrese. Pro ověření předpokladů pro lineární regresi (normalita reziduí) jsem aplikovala Shapirův–Wilkův test na rezidua modelu.

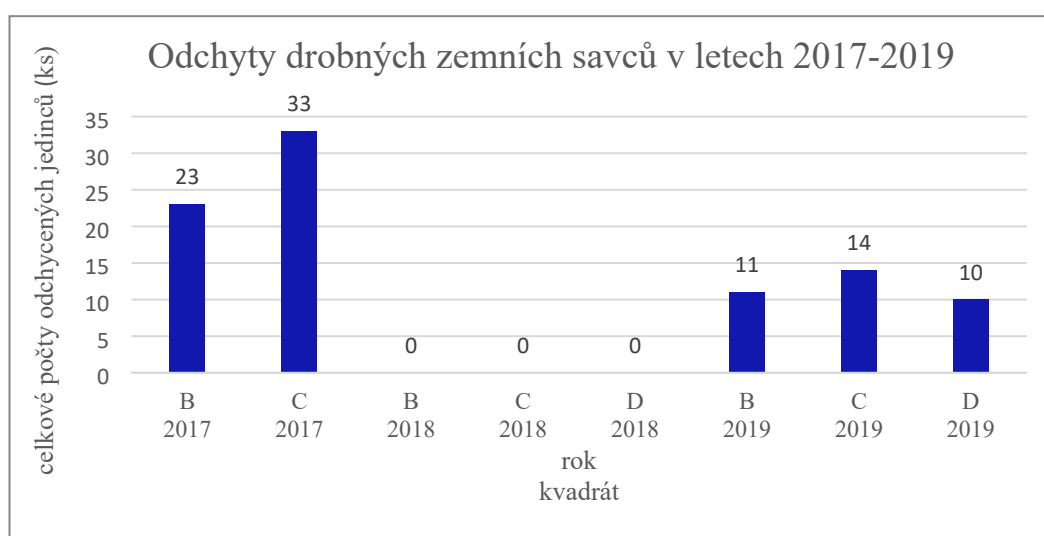
Pro analýzu závislosti poměru pohlaví (vylétlých, resp. vylíhlých) samců na potravní nabídce byla také použita lineární regrese. Potravní nabídka byla přepočítána na kusy odchycených jedinců drobných zemních savců za 100 past'onocí. Pro ověření předpokladů pro lineární regresi (normalita reziduí) jsem aplikovala Shapirův–Wilkův test na rezidua modelu.

4. Výsledky

4.1 Potravní nabídka

V letech 2017–2019 bylo odchyceno celkem 91 kusů drobných zemních savců (Obr. 9). Nejvíce se zde vyskytovala myšice lesní (67 ks), která tvořila 73,6 % celkové potravní nabídky. Dále byl odchyten norník rudý (14 ks; 15,4 %), myšice křovinná (5 ks; 5,5 %) a hraboš mokřadní (4 ks; 4,4 %). Nejméně byl zastoupen rejsek obecný (1 ks; 1,1 %).

Obrázek 9: Odchyty drobných savců v Krušných horách v letech 2017–2019. V roce 2017 proběhly odchyty pouze na kvadrátech B a C.



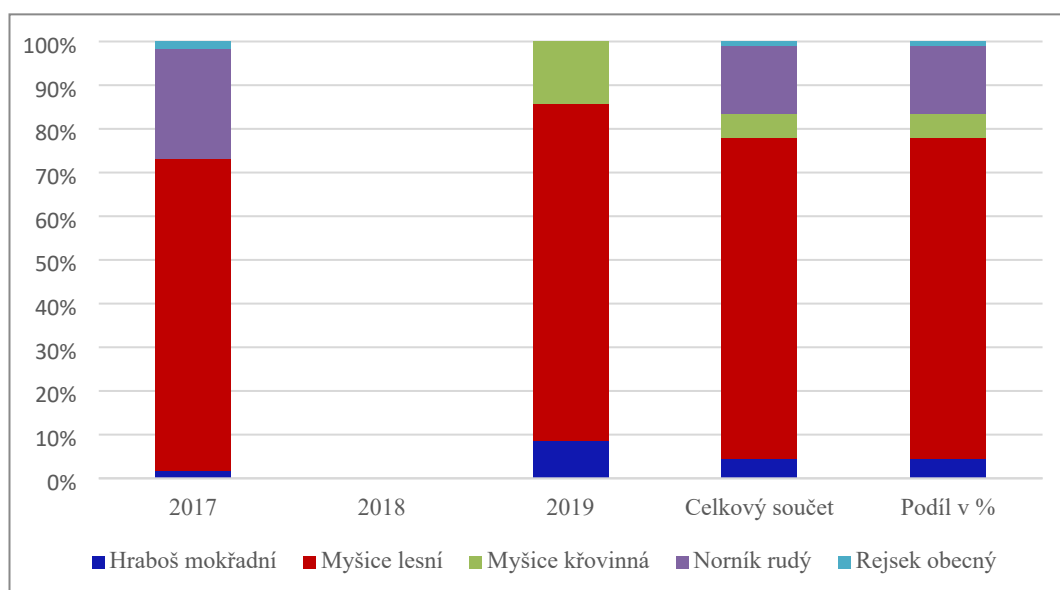
Tabulka 3: Početnost drobných zemních savců v Krušných horách v letech 2017–2019. Roční hodnoty ukazují celkový počet odchycených jedinců na třech 1ha kvadrátech. V roce 2017 pouze na dvou 1ha kvadrátech.

ROK	Hraboš mokřadní <i>Microtus agrestis</i>	Myšice lesní <i>Apodemus flavicollis</i>	Myšice křovinná <i>Apodemus sylvaticus</i>	Norník rudý <i>Myodes glareolus</i>	Rejsek obecný <i>Sorex araneus</i>	Cekem
2017	1	40	0	14	1	56
2018	0	0	0	0	0	0
2019	3	27	5	0	0	35
Celkový součet	4	67	5	14	1	91
Podíl v %	4,4	73,6	5,5	15,4	1,1	100

V roce 2017 bylo odchyceno celkem 56 drobných zemních savců, tj. 7,7 ks / 100 past'onocí.

Nejčastěji se v tomto roce objevovala myšice lesní (40 ks; 71,4 %), dále norník rudý (14 ks; 25 %), rejsek obecný (1 ks; 1,8 %) a hraboš mokřadní (1 ks; 1,8 %), viz Tab. 3. V roce 2018 nebyl uloven žádný jedinec. V roce 2019 bylo odchyceno celkem 35 drobných zemních savců, tj. 3,21 ks / 100 past'onocí. Dominovala mezi nimi myšice lesní (27 ks; 48,2 %), dále myšice křovinná (5 ks; 8,9 %), hraboš mokřadní (3 ks; 5,4 %) a žádný zástupce rodu *Sorex* sp. (Obr. 10).

Obrázek 10: Procentuální zastoupení odchycených drobných zemních savců v letech 2017–2019.



4.2 Reprodukční úspěšnost

V roce 2017 zahrnulo celkem 19 samic. Sneseo bylo celkem 121 vajec, průměrně 6,4 vajec (SD = 1,0; n = 19 hnízd), 81 mlád'at se vylíhlo, průměrně se vylíhlo 4,3 mlád'at (SD = 2,6; n = 19 hnízd), 64 mlád'at opustilo hnízdní dutinu, průměrně tedy opustilo hnízdo 4,8 mlád'at (SD = 1,7; n = 13 hnízd).

V roce 2018 zahrnulo celkem 5 samic. Sneseo bylo 12 vajec, průměrně bylo sneseo 3,0 vajec (SD = 0; n = 5 hnízd), vylíhlo se 5 mlád'at, průměrně 2,5 mlád'at (SD = 0,5; n = 5 hnízd), 3 mlád'ata opustila hnízdní dutinu, průměrně 1,5 mlád'at (SD = 0,5; n = 2 hnízda). Pouze ve 2 případech bylo dokončeno líhnutí, u zbylých 3 samice opustily hnízdo.

V roce 2019 zahrnulo celkem 5 samic. Sneseo bylo 27 vajec, průměrně bylo sneseo 5,4 vajec (SD = 0,5; n = 5 hnízd), celkově se vylíhlo 25 mlád'at, v průměru to bylo 5 mlád'at (SD = 0,9; n = 5 hnízd), 21 mlád'at opustilo hnízdní

dutinu, v průměru opustilo budku 4,2 odrostlých jedinců ($SD = 2,2$; $n = 4$). Pouze ze 4 hnízd vylétla mláďata, 1 hnízdo bylo predováno kunou.

4.3 Determnace pohlaví

V roce 2017 bylo pohlaví vylétlých mláďat z hnízda zjišťováno v 19 hnízdech, z toho byl poměr pohlaví úplného počtu vylíhlých mláďat zjištěn ve 13 hnízdech. Ve snůškách s úplným počtem pohlavně determinovaných vylíhlých mláďat bylo sneseno průměrně 6,2 vajec ($SD = 0,9$; $n = 13$ hnízd). V těchto snůškách se vylíhlo průměrně 5,3 mláďat ($SD = 1,3$) a 5,0 mláďat opustilo hnízdní dutinu ($SD = 1,6$).

V roce 2018 bylo kontrolováno 5 hnízd, z toho 3 hnízda samice opustily. Proto bylo určeno pohlaví vylétlých mláďat pouze ve 2 hnízdech, z toho byl poměr pohlaví úplného počtu vylíhlých mláďat zjištěn v obou hnízdech. V obou těchto snůškách byla snesena tři vejce ($SD = 0$; $n = 2$ hnízdění), z nichž se vylíhlo průměrně 2,5 mláďat ($SD = 0,5$) a 1,5 mláďat opustilo hnízdní dutinu ($SD = 0,5$).

V roce 2019 bylo kontrolováno 5 hnízd, z toho 1 hnízdo bylo predováno kunou. Proto bylo určeno pohlaví vylétlých mláďat ve 4 hnízdech, z toho byl poměr pohlaví úplného počtu vylíhlých mláďat zjištěn ve všech čtyřech hnízdech. Ve snůškách s úplným počtem pohlavně determinovaných vylíhlých mláďat ($n = 4$ hnízda) bylo sneseno průměrně 5,5 vajec ($SD = 0,5$). V těchto snůškách se vylíhlo průměrně 5,3 mláďat ($SD = 0,8$) a 5,3 mláďat opustilo hnízdní dutinu ($SD = 0,5$).

4.4 Celkový poměr pohlaví

V letech 2017–2019 bylo pohlaví mláďat určeno v celkem 26 hnízdech, z toho byl poměr pohlaví úplného počtu vylíhlých mláďat zjištěn v 19 hnízdech. Celkem se vylíhlo 96 mláďat ($n = 19$ hnízd; Tab. 4). Ve snůškách s úplným počtem pohlavně determinovaných vylíhlých mláďat ($n = 19$ hnízd) bylo průměrně sneseno 5,8 vajec ($SD = 1,3$). V těchto snůškách se vylíhlo průměrně 4,4 mláďat ($SD = 1,3$) a 3,9 mláďat vylétlo ($SD = 1,7$).

Tabulka 4: Celkové počty vylíhlých a vylétlých mlád'at v letech 2017–2019.

ROK	Počet hnízd	Vylíhlá mlád'ata	Počet samců	Počet samic	Poměr ve prospěch samců	Vylétlá mlád'ata	Počet samců	Počet samic	Poměr ve prospěch samců
2017	13	70	41	29	1,4	64	37	27	1,4
2018	2	5	2	3	0,7	3	1	2	0,5
2019	4	21	12	9	1,3	21	12	9	1,3
Celkem	19	96	55	41	1,3	88	50	38	1,3

4.5 Vylíhlá vs. vylétlá mlád'ata

V letech 2017–2019 se vylíhlo celkem 96 mlád'at ($n = 19$ hnízd). V těchto letech byl zaznamenán vyšší počet samců (55) než samic (41). Průměrné procento vylíhlých samců v hnízdě bylo 53,1 % ($SD = 8,1$; $n = 19$ hnízd) a průměrné procento vylíhlých samic činilo 46,9 % ($SD = 7$; $n = 19$ hnízd). Z těchto hnízd vylétlo celkem 88 mlád'at, z čehož 50 bylo samců a 38 samic. Průměrné procento vylétlých samců bylo 50 % ($SD = 11,8$; $n = 19$ hnízd) a průměrné procento vylétlých samic činilo 50 % ($SD = 11,8$; $n = 19$ hnízd).

V roce 2017 se vylíhlo celkem 70 mlád'at ve 13 analyzovaných hnízdech. V těchto hnízdech byl zjištěn vyšší počet samců (41) než samic (29). Průměrné procento vylíhlých samců v hnízdě bylo 59,6 % ($SD = 23,3$; $n = 13$ hnízd) a průměrné procento vylíhlých samic v hnízdě činilo 40,4 % ($SD = 23,3$; $n = 13$ hnízd). Úmrtnost mlád'at byla nízká, vylétlo 65 mlád'at (37 samců, 27 samic) z celkového počtu 70 vylíhlých mlád'at, tj. 93 %. Průměrné procento vylétlých samců bylo 58,8 % ($SD = 21,7$; $n = 13$ hnízd) a průměrné procento vylétlých samic činilo 41,2 % ($SD = 21,7$; $n = 13$ hnízd).

V roce 2018 se vylíhlo celkem 5 mlád'at ve 2 analyzovaných hnízdech. V těchto hnízdech byl zjištěn vyšší počet samic (3) než samců (2). Průměrné procento vylíhlých samic v hnízdě bylo 58,3 % ($SD = 0,1$; $n = 2$ hnízda) a průměrné procento vylíhlých samců 41,7 % ($SD = 0,1$; $n = 2$ hnízda). Vylétla 3 mlád'ata (2 samice, 1 samec) z celkového počtu 5 vylíhlých mlád'at (tj. 60 %). Průměrné procento vylétlých samic činilo 66,7 % ($SD = 0,1$; $n = 2$ hnízda) a průměrné procento vylétlých samců bylo 33,3 % ($SD = 0,1$; $n = 2$ hnízda).

V roce 2019 se vylíhlo celkem 21 mlád'at ze 4 analyzovaných hnízd. V těchto hnízdech byl zjištěn vyšší počet samců (12) než samic (9). Průměrné procento vylíhlých samců v hnízdě bylo 57,9 % (SD = 0,1; n = 4 hnízda) a průměrné procento vylíhlých samic v hnízdě činilo 42,1 % (SD = 0,1; n = 4 hnízda). Úmrtnost mlád'at nebyla zaznamenána, vylétlo 21 mlád'at (12 samců, 9 samic). Průměrné procento vylétlých samců činilo 57,9 % (SD = 0,1; n = 4 hnízda) a průměrné procento vylétlých samic v hnízdě bylo 42,1 % (SD = 0,1; n = 4 hnízda), podrobněji Tab. 5.

Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty poměru pohlaví u vylíhlých a vylétlých mlád'at (hodnoty jsou vždy průměr na budku za rok ± směrodatná odchylka).

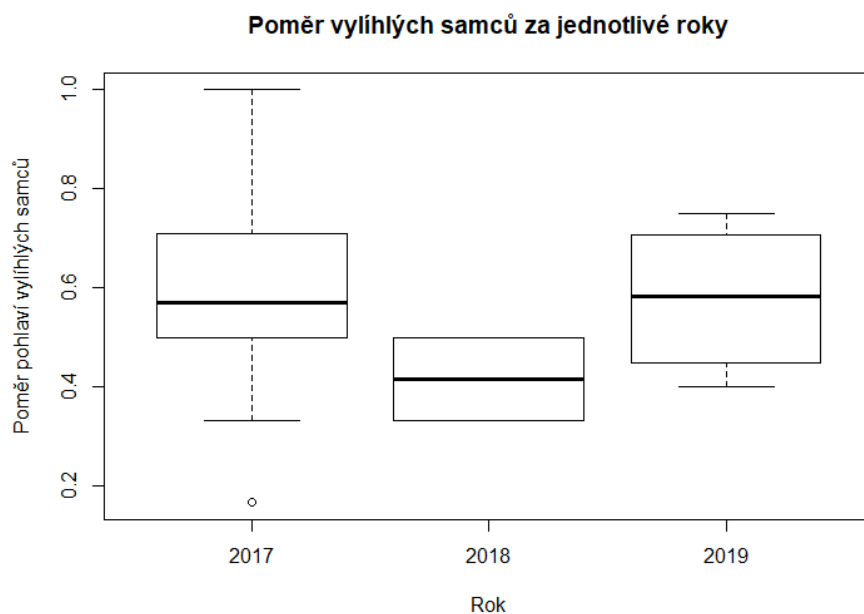
Průměr na budku												
		vylíhlá						vylétlá				
Rok	Počet hnízd	Velikost snůšky	Počet mlád'at	Počet samců	Poměr samců (%)	Počet samic	Poměr samic (%)	Počet mlád'at	Počet samců	Poměr samců (%)	Počet samic	Poměr samic (%)
2017	13	6,2 ± 0,9	5,4 ± 1,3	3,2 ± 1,2	59,6 ± 23,3	2,6 ± 1,1	40,4 ± 23,3	4,7 ± 1,9	2,8 ± 1,2	54,6 ± 25,8	2,5 ± 1,2	48,7 ± 13,7
2018	2	3 ± 0	2,5 ± 0,5	1 ± 0	41,7 ± 0,1	1,5 ± 0,5	58,3 ± 0,1	1,5 ± 0,5	0,5 ± 0,5	50 ± 50	0,50 ± 0	50 ± 50
2019	4	5,5 ± 0,5	5,3 ± 0,8	3 ± 0,7	57,9 ± 0,1	2,3 ± 0,8	42,1 ± 0,1	5,3 ± 0,8	3 ± 0,7	57,9 ± 13,7	2,3 ± 0,8	42,1 ± 13,71
Celk.	19	5,8 ± 1,3	4,5 ± 1,4	2,8 ± 1,2	54,5 ± 24,1	2,4 ± 1	46,9 ± 16,2	4,5 ± 1,9	2,8 ± 1,1	55 ± 23,1	2,4 ± 1,1	49,6 ± 20,5

4.6 Rozdíly mezi roky 2017–2019 v poměru pohlaví mlád'at

Poměr pohlaví vylíhlých samců v jednotlivých hnízdech se mezi studovanými roky (2017–2019) nelišil ($P = 0,5807$; $DF = 16$; $F = 0,5637$; $n = 19$), jak znázorňuje Obr. 11.

V roce 2017 činil poměr samců 59,6 % (SD = 23,3), v roce 2018 41,7 % (SD = 0,1) a v roce 2019 57,9 % (SD = 0,1).

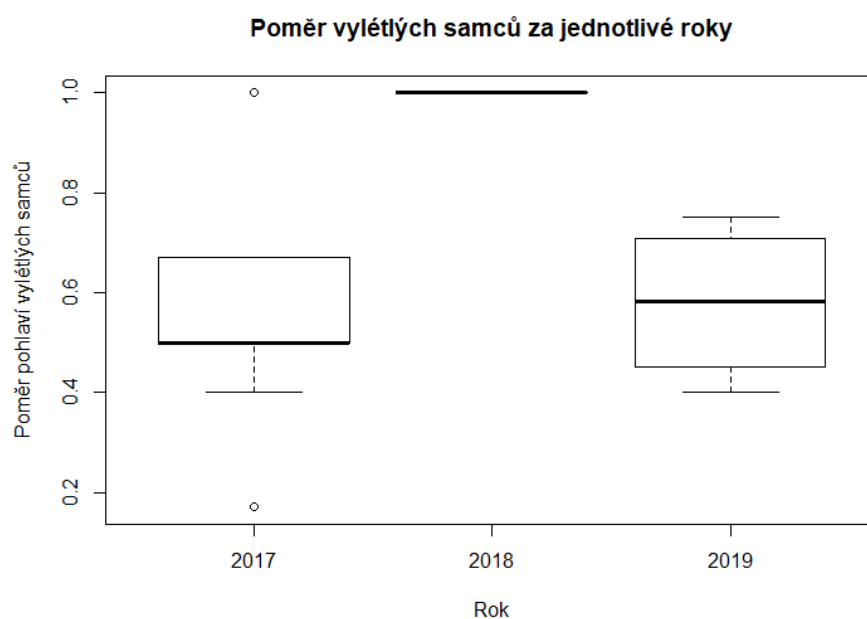
Obrázek 11: Poměr vylíhlých samců v letech 2017–2019. Poměr pohlaví je vyjádřen podílem samců. Boxploty znázorňují medián, 25–75% kvartil, minimum a maximum.



Poměr pohlaví vylétlých samců se v jednotlivých hnízdech mezi studovanými roky (2017–2019) také nelišil ($P = 0,2028$; $DF = 15$; $F = 1,778$; $n = 19$, podrobněji Obr. 12).

V roce 2017 byl poměr samců 58,8 % ($SD = 21,7$), v roce 2018 33,3 % ($SD = 0,1$) a v roce 2019 57,9 % ($SD = 0,1$).

Obrázek 12: Poměr vylétlých samců v letech 2017–2019. Poměr pohlaví je vyjádřen podílem samců. Boxploty znázorňují medián, 25–75% kvartil, minimum a maximum.



4.7 Rozdíly v poměru pohlaví mezi vylíhlými a vylétlými mládřaty

V období 2017–2019 nebyl nalezen prokazatelný rozdíl mezi poměrem pohlaví mládřat, resp. v podílu vylíhlých a vylétlých samců ($P = 0,7874$; $V = 6$; $n = 19$ hnízd).

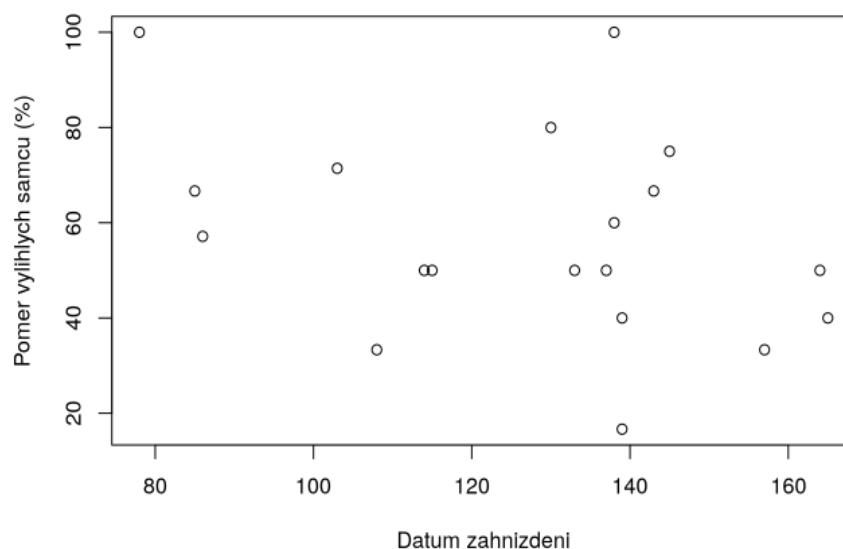
V roce 2017 nebyl nalezen signifikantně významný rozdíl mezi poměrem pohlaví vylíhlých a vylétlých mládřat, samců ($P = 0,8551$; $V = 6$; $n = 13$ hnízd). Rok 2018 nelze statisticky vyhodnotit, jelikož je jen jedna budka pro vyhodnocení. A v roce 2019 vylíhlo a vylétlo stejně mládřat.

4.8 Poměr pohlaví mládřat vzhledem k období hnízdění

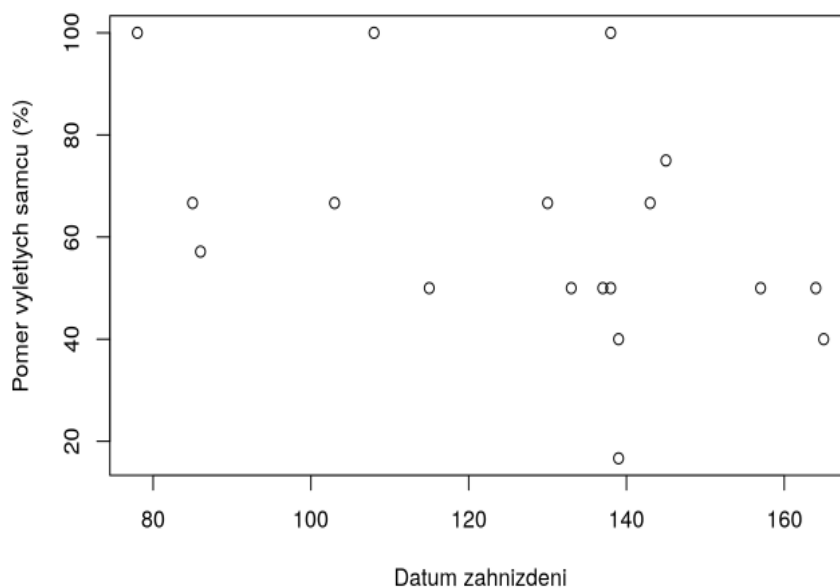
Datum zahnízdění neovlivnil poměr pohlaví mládřat, která se v hnízdech vylíhla ($P = 0,13540$; $DF = 17$; $F = 2,457$; $\beta = -0,2987$; $n = 19$), viz Obr. 13, ani těch, která z hnízd vylétla ($P = 0,058081$; $DF = 16$; $F = 4,167$; $\beta = -0,3839$; $n = 19$), což zachycuje Obr. 14.

V roce 2017 datum zahnízdění neovlivnilo poměr pohlaví mládřat (podíl samců), která se v hnízdech vylíhla ($P = 0,098$; $DF = 11$; $F = 3,25$; $n = 13$ hnízd), ani těch, která z hnízd vylétla ($P = 0,117$; $DF = 11$; $F = 2,88$; $n = 13$ hnízd). V roce 2019 datum zahnízdění neovlivnil poměr pohlaví mládřat, která se z hnízd vylíhla ($P = 0,07154$; $DF = 2$; $F = 12,5$; $\beta = -0,02220$; $n = 4$ hnízda), ani těch, která vylétla z hnízda ($P = 0,07154$; $DF = 2$; $F = 12,5$; $\beta = -0,02220$; $n = 4$ hnízda). Rok 2018 nelze statisticky vyhodnotit, protože je málo údajů pro vyhodnocení.

Obrázek 13: Poměr pohlaví vylíhlých samců (%) v letech 2017–2019 vzhledem k datu zahnízdění.



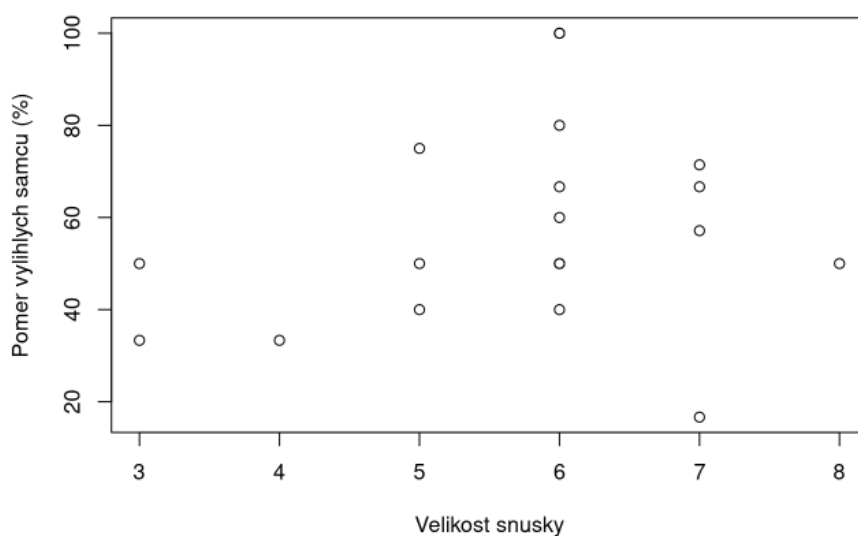
Obrázek 14: Poměr pohlaví vylétlých samců (%) v letech 2017–2019 vzhledem k datu zahnízdění.



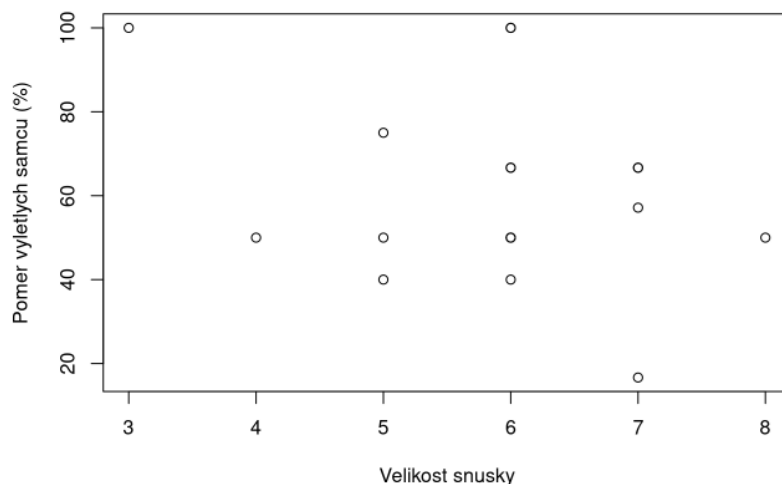
4.9 Poměr pohlaví vzhledem k velikosti snůšky

Velikost snůšky neovlivnila poměr pohlaví mláďat, která se v hnízdech vylíhla ($P = 0,3534$; $DF = 17$; $F = 0,91$; $\beta = 3,697$; $n = 19$), jak znázorňuje Obr. 15, ani těch, která z hnízd vylétla ($P = 0,2212$; $DF = 16$; $F = 1,62$; $\beta = -5,725$; $n = 19$), viz Obr. 16.

Obrázek 15: Poměr pohlaví vylíhlých samců (%) v letech 2017–2019 vzhledem k velikosti snůšky.



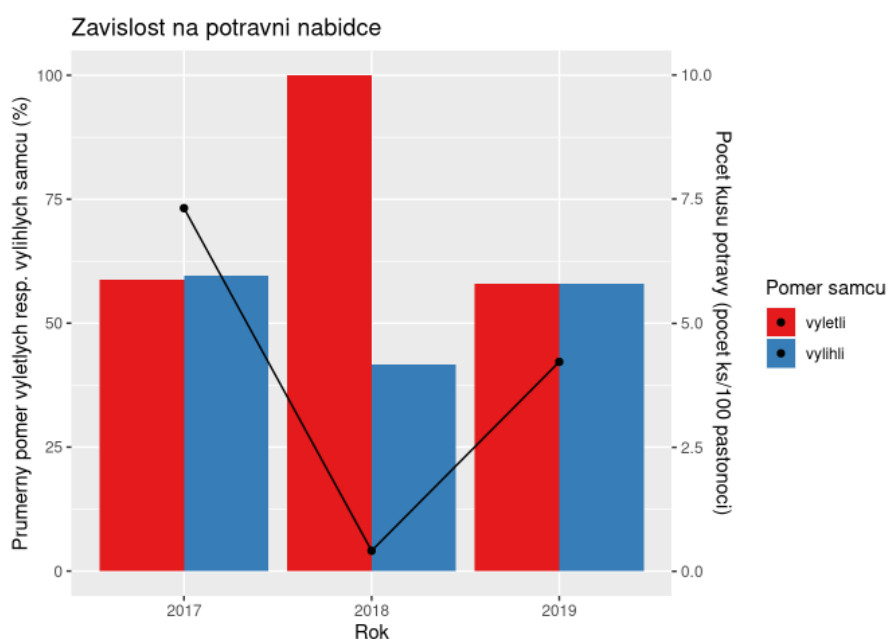
Obrázek 16: Poměr pohlaví vylétlých samců (%) v letech 2017–2019 vzhledem k velikosti snůšky.



4.10 Poměr pohlaví mlád'at v hnízdech v závislosti na potravní nabídce

Přes významné kolísání potravní nabídky v letech 2017–2019 nebyl nalezen signifikantní vztah mezi potravní nabídkou a poměrem pohlaví (podílem samců) vylíhlých ($P = 0,34$; $F = 0,9553$; $DF = 17$; $\beta = 0,02154$; $n = 19$ hnízd) ani vylétlých mlád'at ($P = 0,2043$; $F = 1,751$; $DF = 16$; $\beta = -0,03573$; $n = 19$ hnízd). V roce 2019 všichni vylíhlí samci úspěšně vylétli, na rozdíl od roku 2017, kdy vylétlo 90 % samců, a v roce 2018 vylétlo pouze 50 % samců (Obr. 17).

Obrázek 17: Poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at (procento samců), celková početnost drobných savců za rok (znázorněn je průměrný počet odchycených jedinců na 100 past'onocí)



5. Diskuze

5.1 Poměr pohlaví a dostupnost potravní nabídky

Podmínky prostředí, jako je hojnost kořisti a kvalita území, byly identifikovány jako rozhodující faktory pro alokaci pohlaví rodičů (Hipkiss, Hörnfeldt 2004).

V předložené studii bylo zjištěno, že mezi roky 2017 až 2019 nebyl nalezen významný rozdíl v poměru pohlaví vylíhlých a vylétlých mláďat v jednotlivých hnízdech. Průměrný podíl vylíhlých a vylétlých samců ve studovaném období činil 54,5 % a 55,0 %. Důležitým faktorem, který mohl ovlivnit poměr pohlaví, byla dostupnost potravní nabídky, dalším činitelem byla velikost snůšky, u které je známo, že se mění v závislosti na dostupnosti potravy sýce rousného (Korpimäki, Hakkarainen 2012). Avšak i přes významné kolísání nebyl nalezen signifikantní efekt potravní nabídky nebo velikostí snůšky na poměr pohlaví (podílem samců) vylíhlých ani vylétlých mláďat. Roky 2017 a 2019 byly charakteristické vysokou početností drobných zemních savců, mezi vylíhlými mláďaty převažovali samci 59,6 %, 57,9 %. Naproti tomu v roce 2018 došlo k výraznému poklesu potravní nabídky a zároveň k převaze samic na hnízdě (58,3 %). I když tato data vykazují trend v nárůstu podílu mláďat samičího pohlaví v letech s nízkou potravní nabídkou, ze statistického hlediska nebyl tento vztah signifikantní. Tyto nálezy nejsou v souladu s nálezy Hipkisse, Hörnfelda (2004) a Hipkisse et al. (2002), kteří ve svých studiích ze Švédska uvádějí, že sýc rousný je schopný ovlivnit pohlaví svých mláďat v souvislosti s množstvím přítomné kořisti. Při nadbytku potravy se vychyluje poměr pohlaví mláďat k menšímu množství samic, zatímco v obdobích s nižším výskytem kořisti se rodí méně samců. Udávají, že sýci mohou být schopni předvídat budoucí zásoby kořisti v podmínkách cyklické hustoty kořisti. Poměr pohlaví mláďat byl ovlivněn tříletým cyklem hrabošů. Tyto rozdílné výsledky mohou být závislé na rozdílné předvídatelnosti sýce rousného ve výskytu kořisti mezi severní a střední Evropou. Na rozdíl od střední Evropy jsou v severní Evropě 3–4leté cykly hlavní kořisti (hraboši rodu *Microtus*) pravidelné a synchronní, ve střední Evropě jsou hlavní kořisti hraboši a myšice rodu *Apodemus*, proto může být pro sýce rousného těžké odhadnout jejich četnost. Je nutné podotknout, že je potřeba ověřit tuto teorii Hipkisse, Hörnfelda (2004) ve více letech s více daty. Výsledek může být do značné míry ovlivněn množstvím analyzovaných dat (96 mláďat) a omezeným počtem

(pouze tři) let. Je tedy možné, že v případě většího množství dat by byl výsledek jiný. Nicméně závěry mojí práce se shodují s výsledky studií Kouby et al. (2019) a Schwerdtfegera a Winka (2013) ze střední Evropy (Česká republika, Německo), kteří také nezjistili závislost v poměru pohlaví sýce rousného a hojnosti jeho kořisti.

K podobným výsledkům jako Hipkiss, Hörnfeld (2004) dospěly různé studie u jiných druhů dravých ptáků. Například Clout et al. (2001), který zkoumal kakapo soví (*Strigops habroptila*), došli k výsledku ukazujícímu na silnou převahu samic u ptáků, kteří nebyli přikrmováni. U přikrmovaných byl naopak poměr pohlaví vychýlen ve prospěch samců. Zde je ale velkým nedostatkem malé množství dat dané nízkým počtem jedinců v populaci. Brommer et al. (2003) ve své studii ve Finsku uvádějí, že samice puštíka bělavého (*Strix uralensis*) ve špatných potravních podmínkách snižuje rodičovské krmení a upřednostňuje méně nákladné (menší) pohlaví. To je obvykle samec, který váží asi o 12 % méně než samice, tento rozdíl se zvyšuje o 30–40 % v dospělosti. Nenalezli však žádné důkazy o tom, že by se poměr pohlaví přizpůsobil situaci během tří let nízké dostupnosti kořisti. Naproti tomu i k zcela opačným závěrům se přiklání studie jako například Appleby et al. (1997), kteří tvrdili, že puštík obecný vykazuje výrazné vychýlení poměru pohlaví ve prospěch samic v období vysoké početnosti hrabošů. Vysvětlují to tím, že samice, které kladou vajíčka obvykle v březnu, dokážou předpovědět zásobu potravy později v létě a měly by být schopny odpovídajícím způsobem upravit snůšku a produkovat pohlaví, které s největší pravděpodobností získá dlouhodobý přínos.

Jedno z ústředních témat evoluční ekologie představuje studium vychýleného poměru pohlaví. U plazů, ryb, obojživelníků a některých bezobratlých existují přesvědčivé důkazy o vlivu prostředí na poměry pohlaví. Kdežto u ptáků a savců zatím nejsme schopni najít jednoznačné zodpovězení naší otázky. Existuje několik desítek experimentálních studií, ovšem stále se nedaří objevit jednotnou fyziologickou adaptaci, která by dokázala jedincovu manipulaci s poměrem pohlaví (Krackow 1995). U sýce rousného zatím jiný faktor ovlivňující poměr pohlaví nebyl prokázán. U jiných ptačích druhů může mít vliv např. inkubace. Neexistují však dostupné práce dokládající manipulaci s poměrem pohlaví díky teplotě bez ovlivnění mortality jednoho pohlaví. Například Göth, Booth (2005) zjistili u tabonovitých (*Megapodiidae*) v Austrálii, že může různá teplota při inkubaci zapříčinit vyšší mortalitu jednoho pohlaví, a tak je možné docílit vychýlení poměru pohlaví

u vylíhnutých mlád'at. Nižší teploty vedly k vyšší mortalitě samičích embryí a vyšší teploty k nárůstu mortality u samců během prvních dvou týdnů embryonálního vývoje. Taboni svá vejce neinkubují svým teplem, ale v hromadách tlejícího listí, kde teploty kolísají výrazněji než u ostatních druhů ptáků.

5.2 Závislost poměru pohlaví mlád'at na datu zahrnutí

V předložené práci byla vyhodnocena také závislost poměru pohlaví mlád'at k datu zahrnutí, ukázalo se, že datum zahrnutí neovlivnil poměr pohlaví mlád'at vylíhlých ani vylétlých. Ke stejnému závěru se přiklání i Hörnfeldt et al. (2000) a Hipkiss, Hörnfeldt (2004). Brommer et al. (2003) také uvádějí ve svém výzkumu ve Finsku, že poměry potomků nekorelovaly s datem snášky u puštíka bělavého. Naopak Dijkstra et al. (1990) zjistili, že podíl samců u mlád'at poštolky obecné (*Falco tinnunculus*) klesá s datem snášky. Samice, které snášely později v sezóně, vyprodukovaly více samic. Vysvětlují si to tím, že dospělí jedinci si zvyšují svoje fitness tím, že produkují samečky dostatečně brzy. Narození samečci se mohou tak rozmnožovat již další hnízdní sezónu. V pozdějších snůškách trpí samci větší úmrtností spojenou s menší dostupností potravy a mají tendenci vynechat první rozmnožovací sezónu. Poměr pohlaví je tedy vychýlený k pohlaví, které má z vylíhnutí na začátku sezóny největší užitek.

5.3 Vylíhlý vs. vylétlý

V období 2017–2019 činil podíl vylíhlých samců v jednotlivých hnízdech 54,5 %, což znamená, že je poměr pohlaví při líhnutí u sýce rousného téměř vyrovnaný. S podobnými výsledky přišel Schwerdtfeger, Wink (2013), kteří ve své studii uvádějí, že na hnízdě převažovali samci se zastoupením 53 %. Ve Švédsku byl však poměr vylíhlých samců (65 %) dle Hörnfeldt et al. (2000) znatelně vyšší než v Krušných horách. V roce 2018, kdy panoval v Krušných horách významný nedostatek potravy, činil podíl vylíhlých samců v jednotlivých hnízdech pouze 41,7 % a podíl vylétlých samců pouze 33,3 %. Z těchto údajů tedy vyplývá, že z hnízda nakonec vylétlo výrazně více samic, 66,7 %. To mohlo být zapříčiněno tím, že samice se zdají býti daleko úspěšnější při konkurenčním boji o potravu. Zásadním vlivem je velikost samice a rychlejší růst, což upevňuje dominanci samice v hnízdě. V souvislosti s velikostí má samice v boji o potravu výhodu, která vede k větší úmrtnosti samců (Mikkola 1983; Hipkiss et al. 2002).

6. Závěr

V předložené diplomové práci bylo hlavním cílem zjistit poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at v hnízdech sýce rousného a dále, zda je poměr pohlaví mlád'at ovlivněn potravní nabídkou, datem zahnízdění a velikostí snůšky. Data pro tuto práci byla sbírána v okolí Flájské přehrady v imisech poškozených Krušných horách v letech 2017–2019. Pohlaví mlád'at bylo určeno metodou PCR. Celkem bylo analyzováno pohlaví u 96 mlád'at z 19 hnízd. V období 2017–2019 nebyl nalezen prokazatelný rozdíl mezi poměrem pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at.

V roce 2017 bylo průměrné procento vylíhlých a vylétlých samců v hnízdě (59,6 %; 58,8 %) a průměrné procento vylíhlých a vylétlých samic (40,4 %; 41,2 %). Mortalita mlád'at byla poměrně nízká a představuje 93 % přeživších mlád'at sýce rousného. Z celkového počtu 70 vylíhlých mlád'at jich vylétlo 65 (37 samců a 27 samic). V roce 2018 byla zaznamenána extrémně nízká dostupnost kořisti. V tomto roce činilo průměrné procento vylíhlých a vylétlých samců v hnízdě 41,7 %, 33,3 % a průměrné procento vylíhlých a vylétlých samic 58,3 % a 66,7 %. Úmrtnost byla 40 %, kdy vylétla 3 mlád'ata (2 samice, 1 samec) z celkového počtu 5 vylíhlých mlád'at. V roce 2019 jsme zaznamenali úspěšné vylétnutí všech vylíhlých mlád'at, s poměry pohlaví 57,9 % samců a 42,1 % samic. Ve studovaném období 2017–2019 však nebyl zjištěn významný vliv potravní nabídky na poměr pohlaví mlád'at. Poměr pohlaví vylíhlých a vylétlých mlád'at nebyl také ovlivněn datem zahnízdění ani velikostí snůšky. Zjištěné výsledky poskytují zajímavé informace o přizpůsobování se populací mechanismům environmentálního prostředí.

V budoucích studiích by bylo zapotřebí analyzovat víceletá data a zahrnout více potenciálních faktorů, jako je například věk dospělých jedinců, inkubační teplota, váha samotné samice nebo vliv klimatu či habitatu.

7. Literatura

ALBERTS B., BRAY D., HOPKIN K., JOHNSON A., LEWIS J., RAFF M., ROBERTS K., WALTER P., 2014: Essential cell biology. 4th ed. Garland Science, New York 4.

APPLEBY B. M., PETTY S. J., BLAKEY J. K., RAINEY P., MACDONALD D. W., 1997: Does variation of sex ratio enhance reproductive success of offspring in tawny owls (*Strix aluco*)? Proc Royal Society, London, 264: 1111–1116.

BEDNÁŘ J., 2015: Sovy. Bednář Jiří, Častolovice.

BROMMER J. E., KARELL P., PIHLAJA T., PAINTER J. N., PRIMMER C. R., PIETIÄINEN H., 2003: Ural Owl sex allocation and parental investment under poor food conditions. Oecologia, 137: 140–147.

BYE F. N., JACOBSEN B. V., SONERUD G. A., 1992: Auditory prey location in a pause—travel predator: search height, search time, and attack range of Tengmalm's owls (*Aegolius funereus*). International Society for Behavioral Ecology, Oslo.

CARLSSON B. G., HÖRNFELDT B., LÖFGREN O., 1987: Bigyny in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*: effect of mating strategy on breeding success. Ornis Scandland, 18: 237–243.

CRAMP S., SIMMONS K., 1985: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic Vol. IV. Oxford University Press, Oxford & New York.

DIJKSTRA C., DAAN S., BUKER J. B., 1990: Adaptive seasonal variation in the sex ratio of kestrel broods. Functional Ecology 4, 143–147.

DRDÁKOVÁ M., 2002: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 98 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

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

DRDÁKOVÁ M., 2004: Tengmalm's owl—successful species of air pollution damaged areas. *Živa* 3: 128–130.

ELDEGARD K., SONERUD G. A., 2010: Experimental increase in food supply influences the outcome of within-family conflicts in Tengmalm's owl. *Behavioral Ecology* 64: 815–826.

FLOUSEK J., 1985: Návrh na posílení populací sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) a kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum* L.) na území Krkonošského národního parku. *Opera Corcontica*, 139–151.

FLOUSEK J., 1986: Ochrana sov v Krkonošském národním parku. Sborník z ornitologické konference. *Sovy 1986*, Přerov: 33–34.

FLOUSEK J., 1992: Společenstva ptáků a drobných savců v imisemi postižených oblastech Krkonoš: struktura a vývoj. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.

FLOUSEK J., 2000: Analysis of selected limiting factors: the influence of emissions on forests. *Sylvia* 36: 61–67.

FLOUSEK J., GRAMSZ B., TELENSKÝ T., 2015: Birds of Krkonoše Mts. the atlas of breeding distribution in 2012–2014. Správa KRNAP Vrchlabí, Dyrekce KPN Jelenia Góra.

GÖTH A., BOOTH D. T., 2005: Temperature-dependent sex ratio in a bird. *Biology Letters* 1(1), 31–33.

HAKKARAINEN H., KORPIMÄKI E., LAAKSONEN T., NIKULA A., SUORSA P., 2008: Survival of male Tengmalm's owls increases with cover of old forest in their territory. *Oecologia* 155: 479–486.

HANEL J., 2008: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 41 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

HIPKISS T., 2002: Brood sex ratio and sex differences in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*), „nepublikováno“. Diplomová práce Ecology and Environmental Science Umeå University, Sweden: „Dep.: Umeå University“.

HIPKISS T., HÖRNFELDT B., 2004: High interannual variation in the hatching sex ratio of Tengmalm's owl broods during a vole cycle. *Population Ecology*, 46: 263–268.

HIPKISS T., HÖRNFELDT B., LUNDMAKR A., NORBÄCK M., 2002: Sex ratio and age structure of nomadic Tengmalm's owls: a molecular approach. *Journal of Avian Biology* 33: 107–110.

HOLÝ P., 2002: Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 41 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

HÖRNFELDT B., HIPKISS T., FRIDOLFSSON A. K., EKLUND U., ELLEGREN H., 2000: Sex ratio and fledging success of supplementary-fed Tengmalm's owl broods. *Molecular Ecology* 9: 187–192.

HUDEK K., ŠŤASTNÝ K., 1983: Fauna ČSSR. Ptáci. Vol. 3/I. Academia, Praha: 109–116.

HUDEK K., ŠŤASTNÝ K., 2005: Fauna ČR. Ptáci. Vol. 2/II. Academia, Praha: 1023–1026.

CHOBOT K., NĚMEC M., (eds) 2017: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Obratlovci. *Příroda*, Praha, 34: 36–43.

KLOUBEC B., 1986: Rozšíření, početnost a ekologické nároky sýce rousného (*Aegolius funereus*) v jižních Čechách. Sborník z ornitologické konference, Přešov: 85–93.

KLOUBEC B., 1989: Dosavadní poznatky o složení potravy sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) na Šumavě. Ornitologická konference, Přešov.

KLOUBEC B., 2003: Hnízdění sýce rousného (*Aegolius funereus*) v budkách na Šumavě: shrnutí z let 1978–2002. *Buteo*, 13: 75–86.

- KÖNIG C., 1969: Sechsjährige Untersuchungen an einer Population des Raufusskauzes, *Aegolius funereus* (L.). *Journal für Ornithologie*, 110: 133–147.
- KÖNIG C., WEICK F., 2008: *Owls of the World*. Christopher Helm Publishers, London, 519 s.
- KOOLMAN J., ROEHM K. H., 2005: *Color Atlas of Biochemistry*. New York: Thieme.
- 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., 1983. Polygamy in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. *Ornis Fennica* 60: 86–87.
- KORPIMÄKI E., 1984: Clutch size and breeding success of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in natural cavities and nest-boxes. *Ornis Fennica* 61: 80–83.
- KORPIMÄKI E., 1986: Seasonal changes in the food of the Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in western Finland. *Ann. Zoologica Fennici* 23: 339–344.
- KORPIMÄKI E., 1987a: Selection for nest-hole shift and tactics of breeding dispersal in Tengmalm's owl *Aegolius funereus*. *Journal of Animal Ecology*, 56: 185–196.
- KORPIMÄKI E., 1987b: Prey caching of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus* a buffer against temporary food shortage. *Ibis* 129 (4): 499–510.
- 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: Diet of breeding Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*: long-term changes and year-to-year variation under cyclic food conditions. *Ornis Fennica* 65: 21–30.
- KORPIMÄKI E., 1990: Body mass of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: seasonal, between-year, site and age related variation. *Ornis Scandinavica* 21: 169–178.

KORPIMÄKI E., 2000: Population dynamics of European owls: food, nest-sites and natural enemies as limiting factors. *Ecology and Conservation of European Wood Owls*, Harz, 42.

KORPIMÄKI E., HAKKARAINEN H., 2012: *The Boreal Owl: Ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*. Cambridge University Press, Cambridge.

KOUBA M., TOMÁŠEK V., ŠŤASTNÝ K., 2010: Telemetrie sýce rousného *Aegolius funereus* v imisemi poškozených oblastech Krušných hor. In: *Zoologické dny Praha 2010, sborník abstraktů*, Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno: 126.

KRACKOW S., 1995: Potential mechanisms for sex ratio adjustment in mammals and birds. *Biological Review*, 70, 225–241.

LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V., 2004: Different types of damage in mountain forest stands of the Czech Republic. *Journal of Forest Science* 50, 533–537.

MAHLEROVÁ K., 2015: Vliv pohlaví mláďat sýce rousného na jejich růst v období pobytu na hnízdě. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 46 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

MIKKOLA H., 1983: *Owls of Europe*. T & A D Poyser, Calton.

MRLÍK V., 1994: Sýc rousný (*Aegolius funereus*) v Moravském krasu a poznámky k jeho hlasové aktivitě. *Sylvia*, 30: 141–147.

MULLIS K. B., 1994: The polymerase chain reaction (Nobel Lecture). *Angewandte Chemie International Edition in English*, 33.12: 1209–1213.

MULLIS K., FALOONA F., SCHARF S., SAIKI R., HORN G., ERLICH H., 1986: Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol*, 51 Pt 1: 263–73.

MURRAY R. K., 2012: *Harper's illustrated biochemistry*. 29th ed. McGraw–Hill Medical, Lange medical book, New York.

- NIELSEN S. B., 1978: Vocalizations, nesting and habitat preferences of the boreal owl (*Aegolius funereus*) in North America (MS thesis). Toronto, Canada, University of Toronto.
- NORBERG R. A., 1970: Hunting technique of Tengmalm's owl *Aegolius funereus*. *Ornis Scandinavia*, 1: 51–64.
- OWEN J. C., 2011: Collecting, processing, and storing avian blood: a review. *Journal of Field Ornithology* 82(4): 339–354.
- POKORNÝ J., 1997: Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) v imisemi postižených oblastech Jizerských hor a Krkonoš. Česká zemědělská univerzita, Lesnická, Praha. 188 s. (diplomová práce). LF ČZU v Praze.
- RAHMAN M. T., UDDIN M. S., SULTANA R., MOUE A., SETU M., 2013: Polymerase Chain reaction fakulta (PCR): short review. *Anwer Khan Modern Medical College Journal*, 4, 1, 30–36.
- ŘANKOVÁ K., 2016: Struktura potravy sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách v letech 2014–2015: vliv načasování hnízdění na zastoupení myšic (*Apodemus* sp.) a rejsků (*Sorex* sp.). Česká zemědělská Fakulta životního prostředí, Praha. 51 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.
- SAIKI R. K., SCHARF S., FALOONA F., 1985: Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science*; 230: 1350–4.
- SCHWERDTFEGER O., 1984: Verhalten und Populationsdynamik des Rauhußkauzes (*Aegolius funereus*). *Vogelwarte*, 32: 183–200.
- SCHWERDTFEGER O., WINK M., 2013: Lack of correlation between sex ratio and food supply or other biotic variables in nestlings of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. *Journal of Ornithology* 155 (2), 497–505.
- SÍTKOVÁ V., 2017: Poměr pohlaví mláďat v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 41 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

SOLHEIM R., 1983: Bigyny and biandry in the Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. *Ornis Scandinavia* 14: 51–57.

SONERUD G. A., 1986: Effect of snow cover on seasonal changes in diet, habitat and regional distribution of raptors that prey on small mammals in boreal zones of Fennoscandia. *Holarctic Ecology*, 9: 33–47.

SONERUD G. A., SOLHEIM R., JACOBSEN B. V., 1986: Home–range use and habitat selection during hunting in a male Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. *Fauna norvegica Series C, Cinclus* 9: 100–106.

SONERUD G. A., 1993: Reduced predation by nest box relocation: differential effect on Tengmalm's Owl nests and artificial nests. *Ornis Scandinavia* 24: 249–253.

SLODIČÁK M., 2008: Lesnické hospodaření v Krušných horách: Forestry management in the Krušné hory Mts. Hradec Králové: Lesy České republiky, Edice Grantové služby LČR.

SVENSSON L., 2012: Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu. Plzeň.

ŠEVČÍK R., RIEGERT J., ŠINDELÁŘ J., ZÁRYBNICKÁ M., 2019: Vocal activity of the Central European Boreal Owl population in relation to varying environmental conditions. *Ornis Fennica* 96: 1–12.

ŠINDELÁŘ J., 2019: Breeding and foraging strategies of Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) population in temperate area. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita.

ŠINDELÁŘ J., KUBIZŇÁK P., ZÁRYBNICKÁ M., 2015: Sequential polyandry in female Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) during a poor rodent year. *Folia Zoologica*, 64 (2): 123–128.

ŠIMKOVÁ K., 2016: Struktura potravy sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách v letech 2014–2015: vliv načasování hnízdění na zastoupení hrabošů (*Microtus* sp.) a ptáků (*Aves*). Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 51 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze: Dep. SIC ČZU v Praze.

ŠŤASTNÝ K., 2017: Dravci, sokoli a sovy. Nakladatelství Aventinum, Praha, 336 s.

ŠŤASTNÝ K., RANDÍK A., HUDEC K., 1987: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v ČSSR 1973/77. Academia, Praha.

ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., ZÁRYBNICKÁ M., 2010: Využití predátorů v biologickém boji s drobnými hlodavci ve vyhlášených ptačích oblastech na Krušných horách (závěrečná zpráva 2007–2009). Lesy České republiky, Hradec Králové, 76 s.

TOMEŠ K., 1997: Hnízdění sýce rousného (*Aegolius funereus*) v okolí České Třebové. Panurus, 8: 57–58.

TRUETT G. E., 2000: Preparation of PCR–Quality Mouse Genomic DNA with Hot Sodium Hydroxide and Tris (HotSHOT). BioTechniques 29: 52–54.

VACÍK R., 1989: Rozšíření a hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v ČSR. Diplomová práce. PřF UK, Praha, 142.

VACÍK R., 1991: Hnízdní biologie sýce rousného, *Aegolius funereus*, v Čechách a na Moravě. Sylvia 28: 95–113.

VÁVROVÁ R., 2018: Poměr pohlaví mláďat v hnízdech sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách v roce 2017. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 37 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. FŽP ČZU v Praze.

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., SEDLÁČEK O., KORPIMÄKI E., 2009: Do Tengmalms Owls alter parental feeding effort under varying conditions of main prey availability? Journal Ornithology 150: 231–327.

ZÁRYBNICKÁ M., KORPIMÄKI E., GRIESSER M., 2012: Dark or Short Nights: Differential Latitudinal Constraints in Nestling Provisioning Patterns of a Nocturnally Hunting Bird Species. PLoS ONE 7: 1–9.

ZÁRYBNICKÁ M., VOJAR J., 2013: Effect of male provisioning on the parental behavior of female boreal owls *Aegolius funereus*. Zoological Studies, 52 (1).

ZÁRYBNICKÁ M., RIEGERT J., ŠŤASTNÝ K., 2013: The role of *Apodemus* mice and *Microtus* voles in the diet of the Tengmalm's owl in Central Europe. *Population Ecology* 55: 353–361.

ZÁRYBNICKÁ M., RIEGERT J., ŠŤASTNÝ K., 2015: Non-native spruce plantations represent a suitable habitat for Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in the Czech Republic, Central Europe. *Journal of Ornithology* 156: 457–468.

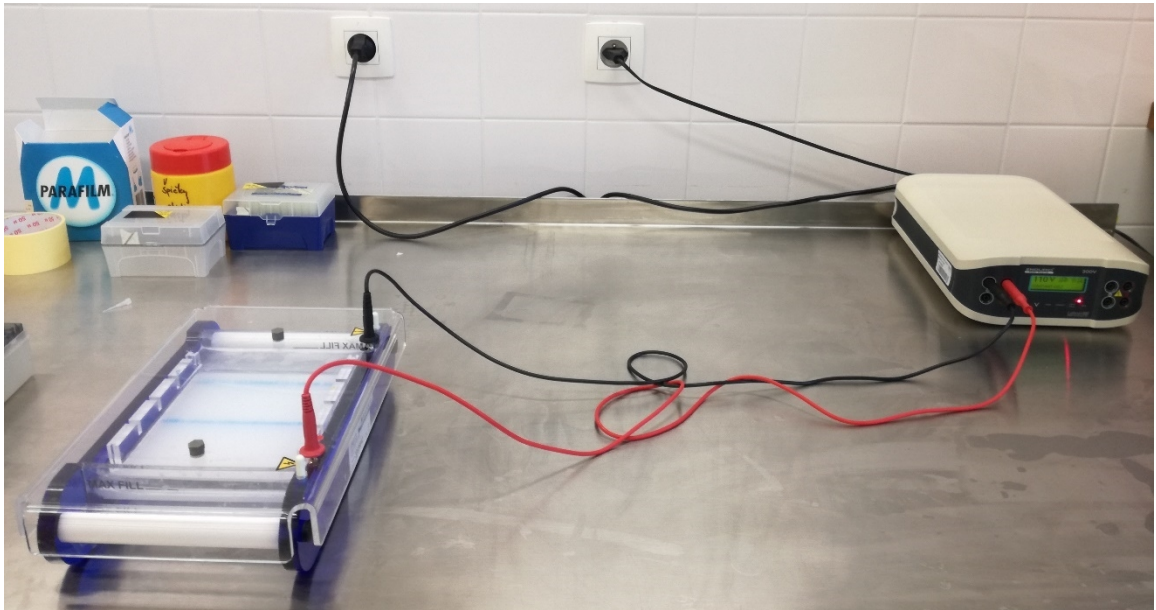
ZÁRYBNICKÁ M., SEDLÁČEK O., SALO P., ŠŤASTNÝ K., KORPIMÄKI E., 2015: Reproductive response of temperate and boreal Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* populations to spatial and temporal variation in prey availability. *Ibis* 157: 1–15.

Internetové zdroje:

R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

8. Přílohy

Příloha 1: Elektroforéza



Příloha 2: Termocycler

