

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



**Vliv klimatických faktorů na hnízdní biologii sýce rousného
(*Aegolius Funereus*) v Krušných horách**

Effects of climatic factors on the breeding biology of the boreal owl
(*Aegolius funereus*) in the Ore Mts.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomant: Štěpánka Pěničková

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

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpánka Pěničková

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Vliv klimatických faktorů na hnízdní biologii sýce rousného (*Aegolius Funereus*) v Krušných horách

Název anglicky

Effects of climatic factors on the breeding biology of the boreal owl (*Aegolius funereus*) in the Ore Mts.

Cíle práce

Hlavní cíle práce jsou:

- vyhodnotit klimatické poměry získané z ČHMU, tj. úhrn srážek, výšku sněhové pokrývky a teplotu ve studijní oblasti Krušných hor v období 2014–2020,
- vyhodnotit hnízdní biologii sýce rousného, tj. datum zahnízdění, velikost snůšky a počet vyprodukovaných mláďat v období 2014–2020,
- zjistit vliv klimatických poměrů na hnízdní biologii sýce rousného ve zvoleném období,
- diskutovat výsledky z Krušných hor (střední Evropa) s výsledky z ostatních oblastí.

Metodika

Studentka shromáždí a analyzuje historická klimatická data (srážky, sněhovou pokrývkou a teplotu) z Českého hydrometeorologického ústavu. Školitelka poskytne studentce data o hnízdní biologii sýce rousného ze zájmové oblasti z období 2014-2020. Tato data studentka vyhodnotí a analyzuje efekt klimatických poměrů na hnízdní úspěšnost sýce rousného. Současně se studentka bude pravidelně účastnit terénních činností a sběru dat, včetně kontroly budek a hnízd, odchytů hnízdicích jedinců sýce rousného a odchytu drobných zemních savců pro účely zjištění potravní nabídky. Informace o potravní nabídce budou zohledněny v analýzách.

Doporučený rozsah práce

30–40 stran

Klíčová slova

sýc rousný, hnízdní biologie, reprodukční úspěšnost, klima, teplota, srážky, sníh

Doporučené zdroje informací

1. Altwegg R., Roulin A., Kestenholtz M., Jenni L. (2006). Demographic effects of extreme winter weather in the barn owl. *Oecologia* 149: 44–51.
2. Drdáková M. (2003). Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Sylvia* 39: 35–51.
3. Glenn E. M., Anthony R. G., Forsman E. D., Olson G. S. (2011). Local weather, regional climate, and annual survival of the Northern spotted owl (*Clima Local, Clima Regionaly Supervivencia Anual de Strix occidentalis caurina*). *Condor* 113: 150–158.
4. Chausson A., Henry I., Almasi B., Roulin A. (2014). Barn Owl (*Tyto alba*) breeding biology in relation to breeding season climate. *Journal of Ornithology* 155(1): 273–281.
6. Lehtikoinen A., Ranta E., Pietiäinen H. et al. (2011). The impact of climate and cyclic food abundance on the timing of breeding and brood size in four boreal owl species. *Oecologia* 165: 349–355.
7. McDonald P. J., Olsen P. D., Cockburn A. (2004). Weather dictates reproductive success and survival in the Australian Brown Falcon *Falco berigora*. *Journal of Animal Ecology* 73: 683–692.
8. Patten M. A., Rotenberry J. T. (1999). The proximate effects of rainfall on clutch size of the California gnatcatcher. *Condor* 101: 876–880.
9. Seamans M. E., Gutiérrez R. J., May C. A. (2002). Mexican Spotted Owl (*Strix occidentalis*) population dynamics: influence of climatic variation on survival and reproduction. *Auk* 119: 321–334.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Richard Ševčík

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2023

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Jilemnici dne 19. 03. 2023

.....

Štěpánka Pěničková

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi s vypracováním této diplomové práce pomohli. V první řadě chci poděkovat doc. Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D., za její ochotu, rady, připomínky a celkovou pomoc při dokončení této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Richardu Ševčíkovi za cenné rady, vstřícnost a spolupráci při výjezdech do Krušných hor. Rovněž bych chtěla poděkovat celému týmu, který byl nápomocný při sběru dat a účastnil se terénních výjezdů do Krušných hor.

Abstrakt

Tato práce se věnuje vlivu klimatických faktorů na hnízdní biologii sýce rousného (*Aegolius funereus*) v letech 2014–2020 v Krušných horách. Ve studijní oblasti o rozloze 120 km² se v průběhu hnízdní sezóny sýce rousného prováděly pravidelné kontroly za účelem sběru dat. Cílem této práce bylo zjistit a vyhodnotit hnízdní biologii sýce rousného (tj. datum zahnízdění, velikost snůšky a počet vylétlých mlád'at) a následně zjistit vliv klimatických faktorů (tj. teplota, úhrn srážek a výška sněhové pokrývky) na hnízdní biologii sýce rousného.

Ve studovaném období bylo zaznamenáno celkem 113 zahnízdění samic, 507 vajec ve 102 hnízdech a 234 vylétlých mlád'at z 64 hnízd. S pozdějším datem zahnízdění se zvyšovala teplota. Signifikantní vztah nebyl prokázán mezi datem zahnízdění a srážkami. Zároveň bylo zjištěno, že žádný z klimatických faktorů neovlivňuje velikost snůšky ani počet vylétlých mlád'at. Při vyšší potravní nabídce začaly samice hnízdit průkazně později, zvyšovala se velikost snůšky a počet vylétlých mlád'at.

Klíčová slova: sýc rousný, hnízdní biologie, reprodukční úspěšnost, klima, teplota, srážky, sníh

Abstract

This thesis researched the influence of climatic factors on the breeding biology of the boreal owl (*Aegolius funereus*) from 2014 to 2020 in the Ore Mountains. Inspections were carried out regularly during breeding season for the purpose of data collection. The study area consisted of 120 km². This work aimed to find out and evaluate the breeding biology of the boreal owl (i.e., laying date, clutch size and the number of fledglings) and subsequently determine the influence of climatic factors (i.e., temperature, total precipitation and snow cover height) on the breeding biology of the boreal owl.

During the time of the study, a total of 113 nesting females, 507 eggs in 102 nests and 234 fledglings from 64 nests were recorded. The temperature increased with a later laying date. No significant relationship was found between laying date and precipitation. At the same time, I found that none of the climatic factors affects the size of the clutch or the number of fledglings. With a higher food supply, females started nesting significantly later, and the size of the clutch and the number of fledglings increased.

Keywords: boreal owl, breeding biology, reproductive success, climate, temperature, precipitation, snow

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Sýc rousný	12
3.1.1	Charakteristika druhu	12
3.1.2	Ochrana.....	13
3.1.3	Areál rozšíření ve světě	13
3.1.4	Areál rozšíření v ČR.....	14
3.1.5	Biotopové nároky	15
3.1.6	Potrava.....	15
3.1.7	Hnízdění.....	16
3.1.8	Snůška a inkubace	17
3.1.9	Růst a výchova mláďat	18
3.2	Populační dynamika	18
3.3	Vliv klimatických faktorů	19
4	Metodika	21
4.1	Charakteristika studijní oblasti.....	21
4.2	Hnízdní budky	22
4.3	Odchyty drobných zemních savců.....	22
4.4	Klimatická data.....	23
4.5	Statistické analýzy	23
5	Výsledky	25
5.1	Potravní nabídka.....	25
5.2	Vzájemné korelace mezi klimatickými faktory a potravní nabídkou sýce rousného	26

5.3	Hustota hnízdní populace	27
5.4	Datum zahnízdění	28
5.5	Velikost snůšky	31
5.6	Vylétlá mláďata	33
6	Diskuse.....	36
7	Závěr	39
8	Literární zdroje	40
9	Přílohy.....	45

1 Úvod

Sýc rousný (*Aegolius funereus*) je jedním z devíti druhů sov, hnízdících na našem území. Obývá především staré vysokokmenné lesy vyšších poloh, ale běžně ho nalezneme i v rozsáhlých jehličnatých lesích v nižších polohách. Kromě jehličnatých lesů obydluje i smíšené a listnaté lesy, kde si vybírá zejména bučiny. Hnízdí nejen uvnitř porostů, ale i na imisních či kalamitních holinách, kde využívá jednotlivé doupné stromy (Šťastný et al. 2021). Hnízdí v dutinách, které bývají vytesány datlem černým (*Dryocopus matius*), ale obsazuje i vyvěšené hnízdní budky (Hudec et Šťastný 1983). Území Krušných hor, kde byla studie prováděna bylo silně poznamenané těžbou lesů a působením imisí z podhůří. Z toho důvodu se v Krušných horách začaly od roku 1999 vyvěšovat hnízdní budky, které nahrazují přirozené dutiny (Drdáková 2004). Ty využívá prakticky celá místní populace čítající přibližně 400 hnízdících párů (Zárybnická et al. 2015; Šťastný et al. 2021).

Tato práce je zaměřená na vliv klimatických faktorů na hnízdní biologii sýce rousného. Klimatické podmínky spolu s množstvím dostupné kořisti jsou jedny z nejdůležitějších faktorů ovlivňující reprodukční úspěšnost a populační hustotu ptáků. Počasí může ovlivnit hustotu populací přímo, prostřednictvím nepříznivých povětrnostních podmínek, ale také může populace ovlivnit nepřímo, změnou stanovištních podmínek a dostupností potravy (Newton 2007). Podnebí studijní oblasti Krušných hor je charakteristické přechodem mezi západoevropským oceánským a východoevropským kontinentálním klimatem. To má za následek značnou variabilitu počasí. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 5 C° a roční úhrn srážek je okolo 900 mm (Jankovská et al. 2007). Data pro tuto práci byla sbírána v letech 2014–2020 pravidelnými návštěvami hnízdních budek. Analyzováno bylo datum zahníždění, velikost snůšky a počet vylétlých mláďat ve vztahu ke klimatickým podmínkám.

2 Cíle práce

Cíle této diplomové práce jsou:

- vyhodnotit klimatické poměry získané z ČHMU, tj. úhrn srážek, výšku sněhové pokrývky a teplotu ve studijní oblasti Krušných hor v období 2014–2020,
- vyhodnotit hnízdní biologii sýce rousného, tj. datum zahnízdění, velikost snůšky a počet vyprodukovaných mláďat v období 2014–2020,
- zjistit vliv klimatických poměrů na hnízdní biologii sýce rousného ve zvoleném období,
- diskutovat výsledky z Krušných hor (střední Evropa) s výsledky z ostatních oblastí.

3 Literární rešerše

3.1 Sýc rousný

3.1.1 Charakteristika druhu

Sýc rousný (*Aegolius funereus*) se řadí do čeledi puštíkovitých (Strigidae). Je to středně malá sova s velkou hlavou, která má ploché temeno. V dospělosti dorůstá velikosti okolo 22–27 cm (Svensson 2012). Oči má výrazně žluté s černým orámováním a jsou posazeny poměrně blízko sebe, což společně se zobákem tvoří rovnostranný trojúhelník (Bejček et Šťastný 2006). Svrchní strana těla je tmavohnědá s bělavými tečkami, které jsou nejviditelnější na šíji a na hlavě, kde tvoří světlý závoj. Na hřbetu jeho těla tvoří bělavé V. Ocas má krátký s několika přerušovanými bělavými proužky a nohy jsou hustě bíle opeřeny až k drápům (Šťastný 2017). Jeho křídla jsou zaoblená se světlehnědými letkami, které jsou bíle páskované (Obr. 1). Mláďata vyvedená z hnízda jsou čokoládově hnědá a přes obličej mají bílou kresbu do tvaru X (Obr. 2). Rozpětí křídel bývá okolo 50–62 cm. Let sýce je přímočarý s řadami rychlých rázů a krátkým plachtěním (Svensson 2012). Hmotnost samice bývá okolo 120–200 g a samec váží okolo 90–115 g (Šťastný 2017). V době hnízdění mívají tedy samice až o 40–60 % větší hmotnost než samci. Tento rozdíl je vysvětlován tzv. hypotézou hladovění. Sýc totiž začíná hnízdit velice brzy a je tedy nutné, aby sedící samice na vejcích dokázala přečkat nepříznivé podmínky bez dostatku kořisti (Drdáková 2004).



Obrázek 1: Samice sýce rousného (autor: Štěpánka Pěničková).



Obrázek 2: Mládě sýce rousného (autor: Štěpánka Pěničková).

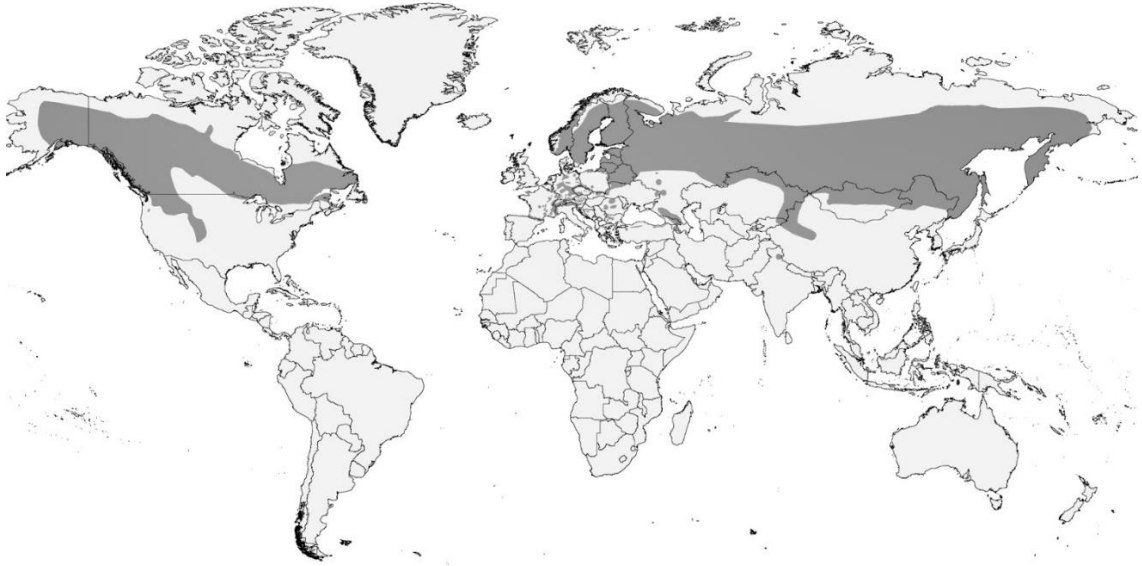
3.1.2 Ochrana

Sýc rousný je v prováděcí vyhlášce č. 395/92 Sb. k zákonu č. 114/92 Sb. O ochraně přírody a krajiny zařazen mezi silně ohrožené druhy. V červeném seznamu spadá do kategorie zranitelný druh (Šťastný et Bejček 2003). V Evropské unii je sýc uveden v příloze I směrnice č. 79/409/EHS o ochraně volně žijících ptáků. V seznamu CITES se řadí do přílohy II (CITES 2018), kde spadá k druhům, které by mohly být ohroženy v případě, že by nebyl regulován mezinárodní obchod.

3.1.3 Areál rozšíření ve světě

Sýc rousný má takzvaný cirkumpolární holarktický typ rozšíření. Vyskytuje se v jehličnatých lesích tajgy v Severní Americe a Eurasii až po hranici lesa a také v pohořích jižněji (Šťastný 2017). V Severní Americe je jeho hranicí rozšíření arktická stromová linie, která se táhne od Aljašky k poloostrovu Labrador, lokálně hnízdí také jižněji v horách (Obr. 3) (Johnsgard 1988). Nejhojněji se vyskytuje v severní Evropě a Asii, konkrétně v Rusku, Finsku, Švédsku a Norsku. Jeho areál rozšíření zasahuje

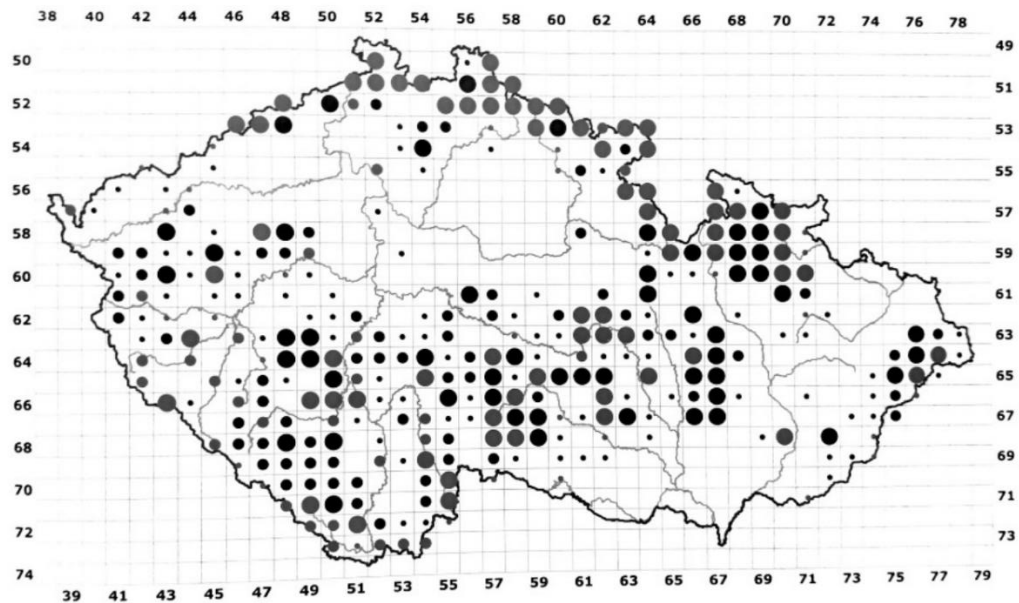
přes střední Evropu až na Balkán a po Pyreneje (Obr. 3). Jižní populace jsou izolované, jedná se o glaciální relikty (Šťastný et al. 2006).



Obrázek 3: Areál rozšíření sýce rousného ve světě
(zdroj: <https://birdsoftheworld.org/bow/species/borowl/cur/introduction?media=figures>)

3.1.4 Areál rozšíření v ČR

Sýc rousný osidloval v 70. letech v České republice jen pohraniční hory. Postupně začal pronikat do vnitrozemí. Nyní jsou jím obsazeny celé jižní a západní Čechy a patrný je posun i do středních Čech, dále velká část Českomoravské vrchoviny a část střední Moravy (Obr. 4). Dnes je sýc rousný rozšířen na 54 % našeho území. Při posledním mapování v letech 2014–2017 se početnost sýce odhadovala na 1700–2500 párů (Šťastný et al. 2021)



Obrázek 4: Areál rozšíření sýce rousného v České republice (Šťastný et al. 2021).

3.1.5 Biotopové nároky

Sýc rousný hnízdí převážně v rozsáhlejších starých vysokokmenných jehličnatých lesích. Jedná se zejména o smrkové, vyskytuje se ale i ve smíšených a listnatých lesích (většinou v bučinách). Kromě vnitřků lesních celků hnízdí sýc i na imisních a kalamitních holinách s ojedinělými doupnými stromy (Šťastný et al. 2021). Nejčastěji využívá dutiny vytesané datlem černým (*Dryocopus martius*). Ochetně přijímá i vyvěšené hnízdní budky, kterými se mu pomáhá v oblastech s velkoplošným lesním hospodářstvím nebo na již zmíněných imisních holinách (Korpimäki et Hakkarainen 2012; Šťastný et al. 2021).

3.1.6 Potrava

Sýc rousný se řadí jako ostatní sovy mezi noční lovce. Lovení ve dne se vyhýbají kvůli jejich případné predaci, čímž mohou být během krátkých nocí limitovány zejména severské populace (Zárybnická et al. 2012). Na kořist často číhají ve větvích v průměrné výšce 1,7 metrů nad zemí, využívají rovněž 0,2–1 metr vysoké pařezy nebo loví z letu zpravidla uvnitř lesních porostů (Norberg 1970). Na oběť útočí obvykle jen na vzdálenost 10 metrů, i když podle některých údajů slyší myš na

vzdálenost 67 kroků (Šťastný 2017). Kořist dokáže lokalizovat díky bilaterální asymetrii sluchového ústrojí (Norberg, 1970; Bye et al. 1992).

Lovné pole sýce rousného se v průběhu let mění podle dostupnosti potravy (Hakkarainen et al. 2003). V letech vyšší abundance drobným zemním savcům loví sýc svou kořist přibližně v okruhu 1 km od hnízda, zatímco při nedostatku se rozsah jeho lovného areálu rozšiřuje na 2–3 km² (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Sýc rousný se živí především drobnými zemními savci v rozmezí 20–30 gramů (Vacík 1991). To jsou zejména hraboši (rodu *Microtus* sp.), myšice (rodu *Apodemus* sp.), norník rudý (*Myodes glareolus*) a rejsci (*Sorex* sp.). Při nedostatku drobných hlodavců se sýc orientuje na drobné ptáky. Mezi ně patří nejčastěji pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), červenka obecná (*Erithacus rubecula*), drozd zpěvný (*Turdus philomelos*), kos černý (*Trudus merula*), strnad obecný (*Emberiza citrinella*), sýkory (*Parus* sp.) a budníčci (*Phylloscopus* sp.) (Zárybnická et al. 2013). Ojediněle se v jeho potravě objevuje i hmyz (Korpimäki 1988, Vacík 1991).

Hlavní složkou potravy sýce rousného v severní Evropě jsou hraboši. Ve Skandinávii vykazuje tento drobný savec cyklické kolísání s délkou cyklu 3–4 roky. Ve střední Evropě bývají tyto cykly nepravidelné a hlavní potravu tvoří spolu s hraboši i myšice, které se tu oproti severským oblastem vyskytují v hojnější míře (Zárybnická et al. 2013). Dostupnost hlavní složky potravy je pro sýce rousného důležitý faktor, který ovlivňuje začátek hnízdění, velikost snůšky a reprodukční úspěšnost. (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

3.1.7 Hnízdění

Páry sýců rousných nejsou trvalé, ale každoročně se obměňují (Šťastný 2017). Samci zůstávají po celý rok ve svém teritoriu a od ledna, nejčastěji však od února do dubna, se začínají vytrvale po celou noc ozývat (Vacík 1991). Obvykle naletují k hnízdu, nosí tam potravu a v úspěšném případě je pak samice následují. K páření dochází za pronikavého křiku v noci ve větvích stromu. Sýc si hnízda nestaví, do hnízda si žádný materiál nepřináší a ani si hnízdo nečistí, na dně se tak hromadí zbytky potravy, vývržky a trus (Hudec et Šťastný 1983). Samice obvykle hnízdí jednou ročně a vejce kladou od března do června (Zárybnická et al. 2017). Drdáková (2003) a Vacík (1991) uvádějí, že nejčastěji je snůška kladena na konci března nebo zpočátku dubna.

Doba začátku hnízdění je ovlivněna především množstvím potravní nabídky (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Od doby zahnízdění až do doby, kdy samice budku opustí, obstarává většinu potravy pouze samec. Během tohoto období samice opouštějí hnízdo jednou až dvakrát denně jen na 3–9 minut, aby se vyprázdnily, nakrmily a vyvrhly zbytky potravy (Zárybnická 2009). Pokud je potravy dostatek může samice zahnízdit i dvakrát do roka (Zárybnická et al. 2012). Při vyšší potravní nabídce dochází u sýců také k polygynii (samec se stará o dvě nebo více hnízdicích samic naráz) a k sukcesivní polyandrii (samice zahnízdí v jedné hnízdní sezóně se dvěma různými samci) (Korpimäki et al. 2011).

3.1.8 Snůška a inkubace

Klást snůšku začíná samice, až když má dostatečné množství živin a energie (Drdáková 2004; Korpimäki 1987a). Týden před kladením vajec zásobuje samec samici potravou, aby nabrala na váze (Vacík 1991). Velikost snůšky je nejčastěji 4–6 vajec, která jsou kladena ve dvoudenních intervalech (Šťastný 2017). To ve své třináctileté studii potvrzuje Korpimäki (1987b), který zjistil, že velikost snůšky je nejčastěji 5–6 vajec a průměrná velikost je 5,6. Velikost snůšky pozitivně koreluje především s dostupností potravy (Drdáková 2003; Korpimäki 1987b). Významný pozitivní vztah byl zjištěn i mezi velikostí snůšky a hmotností samice (Hakkarainen et Korpimäki 1993). Dalším faktorem, který má vliv na velikost snůšky je věk hnízdicích jedinců. Laaksonen et al. (2002) zjistili, že tříleté samice kladou větší snůšky než roční samice, a že samice hnízdicí s tříletými samci kladly snůšku časněji než samice hnízdicí s ročními partnery. Špatnou výkonnost ročních sov u obou pohlaví lze vysvětlit tím, že mladí jedinci jsou limitováni svými loveckými dovednostmi.

Inkubovat začíná samice již od prvního vejce, což způsobuje asynchronní líhnutí. Inkubace trvá 27–32 dní. Mláďata se líhnou postupně v pořadí, v jakém byla snášena vejce, obvykle opět ve dvoudenních intervalech (Drdáková 2003, Vacík 1991).

3.1.9 Růst a výchova mlád'at

Po vylíhnutí mají mlád'ata bílý prachový šat, který začíná asi 4. den jejich života postupně tmavnout. Po 7–8 dnech se peří mění v poloprachové, od 14.–16. dne skoro celé tělo pokrývá druhý šat a zbytky prachové peří mizí ze špiček per do 20. dne života. Následně se na tělech mlád'at formuje typický závoj s bílou kresbou do tvaru písmene X v okolí zobáku a očí (Vacík 1991).

Samice zůstává s mlád'aty do doby, kdy jsou schopna udržet si stálou tělesnou teplotu, což bývá ve věku 2–3 týdnů (Zárybnická 2008; Vacík 1991). Potravu i nadále obstarává především samec, ale v době jejího nedostatku může s krmením vypomáhat i samice (Zárybnická 2009). Mlád'ata setrvávají na hnízdě po dobu 30–35 dní (Hudec et Šťastný 1983). Kouba et al. (2015) uvádějí, že mlád'ata zůstávají na hnízdě průměrně 32,4 dne. Ve 3.–6. týdnu po opuštění hnízda se mlád'ata osamostatňují. Pohlavně dospívají v prvním roce života, a tak v následujícím roce již sama zahnízdí (Šťastný 2017).

3.2 Populační dynamika

Velikost populace se odráží především na dostupnosti kořisti. Početnost hrabošů na konci zimy a začátkem jara určuje následnou hnízdní hustotu a velikost populace sýce rousného (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Stabilita populací živočichů se liší v závislosti na zeměpisné šířce. Ptačí druhy ve střední a jižní Evropě tvoří zónu poměrně stabilních společenstev oproti těm severským (Järvinen 1979). Kolísání populace sýce rousného se směrem na sever zvyšuje. Nejstabilnější populace jsou ve střední Evropě, dále v jižním a západním Finsku a nejmenší stabilita byla zjištěna u populací v Norsku, Švédsku a ve východním a severním Finsku (Korpimäki 1986). Ve Skandinávii nemá na fluktuaci populací vliv zeměpisná šířka a délka, naopak zjištěny byly pozitivní vztahy mezi fluktuací a množstvím sněhu. Různorodost stanovišť ale může populační výkyvy stabilizovat. Stabilitu populací určuje také kolísání hustoty hrabošů, která se v Evropě rovněž zvětšuje směrem na sever. S kolísáním hustoty hrabošů souvisí i velkoplošné synchronizace populačních výkyvů sýce zjištěných ve Finsku (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

V České republice je již od 80. let 20. století zaznamenáno územní šíření sýce rousného, a to je samozřejmě provázáno i se stoupající početností. V posledních třiceti

letech došlo ke zvýšení početnosti o 200 %. Díky dostatečnému množství rozsáhlejších starověkých lesních porostů by neměl být sýc rousný v Česku ohrožen (Šťastný et al. 2021). Naproti tomu v severní Evropě jeho početnost v posledních čtyřech desetiletích klesá. Tento pokles má nejspíš na svědomí úbytek vzrostlých a starých lesů. Sýc rousný upřednostňuje lov v těchto lesích, jelikož je zde větší hustota hrabošů a jsou v nich více chráněny před predátory jako jsou puštíci (zejména puštík obecný *Strix aluco*) a jestřábi lesní (*Accipiter gentilis*) (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

3.3 Vliv klimatických faktorů

Klimatické podmínky jsou jedny z faktorů ovlivňující reprodukční úspěšnost, populační hustotu a míru přežívání ptáků. Na rozdíl od jiných limitujících faktorů jsou zpravidla nepředvídatelné (Newton 1998). Všeobecně ve vyšších zeměpisných šířkách bývá nejvlivnějším faktorem teplota, a naopak v nižších to bývají srážky. Jelikož je každý druh přizpůsoben svému prostředí, a navíc jsou ptáci schopni svým chováním vliv počasí částečně eliminovat (vyhledáním úkrytu, přeletem na jinou lokalitu, kontrolou nad termoregulací – uhlazování nebo načechrávání peří), většina klimatických faktorů působí na ptáky nepřímou, změnou stanovištních podmínek a dostupností potravy (Newton 1998; Newton 2007).

Při nízkých teplotách a sněžení se zvyšují nároky na potravu a energii kvůli potřebě regulovat tělesnou teplotu. Ptáci často omezují energeticky náročné činnosti nebo shání více potravy, pokud energie ze získané kořisti převažuje náklady spojené s jejím sháněním (Newton 1998). Živiny, které by mohly být směřovány pro účely rozmnožování, budou směřovány nejprve na přežití, pokud jich není dostatek na uspokojení obou potřeb (Mikkola 2020). Schopnost odolávat nízkým teplotám částečně závisí na velikosti těla, protože větší druhy mají relativně více rezerv a věnují tak menší část denního příjmu energie na udržení tepla. Při velkých mrazech mohou ptáci zahynout buď hladem (když nemají dostatečné energetické zásoby na produkci tepla) nebo podchlazením (když nedokážou dostatečně rychle metabolizovat své zásoby na tyto požadavky) (Newton 1998).

Podle Altwegg et al. (2003) je přežívání sovy pálené (*Tyto alba*) ve Švýcarsku obecně nižší v letech s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou a nízkými teplotami. Kruté zimní podmínky také negativně ovlivňují přežívání puštíka obecného ve Finsku a oddalují

začátek jeho hnízdění (Lehikoinen et al. 2011). Při nízkých teplotách může být kořist také obtížně dostupná kvůli sněhové pokrývce. Některé větší sovy jsou schopny prorazit tvrdší a hlubší sníh, zatímco menší druhy, jako je sýc rousný, jsou ovlivněny i velmi nízkou vrstvou sněhu (Newton et al. 2002). Jeden z nejdůležitějších signálů k načasování hnízdění je množství potravy (Dunn et Winkler 2010), proto by vyšší vrstva sněhu mohla u sýce rousného způsobit zpoždění začátku hnízdění z důvodu nedostatečného množství kořisti (Lehikoinen et al. 2011). Výskytu hlodavců také často brání jarní tání sněhu, které jim znemožňuje pohyb po povrchu (Newton et al. 2002). Naopak v teplejších oblastech může extrémní teplo vyvolat u sov fyziologický stres, snížit aktivitu hlodavců a tím zároveň snížit reprodukční úspěšnost sov. To zpozorovali Charter et al. (2017) v jejich studii v Izraeli, kde vysoké teploty negativně ovlivnili přežívání sovy pálené.

Podobně jako sníh a teplota mohou sovy ovlivňovat i srážky. Déšť snižuje letovou aktivitu sov a schopnost rozpoznání kořisti a zároveň se snižuje i pohybová aktivita drobných zemních savců (Rubolini et al. 2003). Altwegg et al. (2003) zjistili, že množství srážek negativně ovlivňuje přežívání sovy pálené. Naopak Seamans et al. (2002) zjistili, že množství srážek pozitivně souvisí s přežíváním puštíka karibského mexického (*Strix occidentalis lucida*) v Novém Mexiku. Podobné výsledky zjistili i Chausson et al. (2014), kdy přežívání sovy pálené bylo pozitivně ovlivněno množstvím deště před a během hnízdního období. Množství srážek může pozitivně souviset s reprodukcí sov tím, že přispívá k růstu vegetace, která je často hlavním zdrojem pro hlodavce a ti se tak stávají pro sovy dostupnější (Charter et al. 2017).

4 Metodika

4.1 Charakteristika studijní oblasti

Studie byla prováděna na severozápadě České republiky v Krušných horách, konkrétněji v okolí vodní nádrže Fláje. Studijní oblast má rozlohu okolo 120 km² a nachází se v nadmořské výšce v rozmezí 735 (hladina Flájské přehrady) – 956 m n. m. (vrchol Loučná) (Zárybnická et al. 2013). Sever a západ tohoto území je ohraničen státními hranicemi. Na východu je ohraničeno Mikulovským údolím a obcí Nové Město, na jihovýchodu obcí Dlouhá Louka a z jihu ho vymezují Klíny (Drdáková 2003).

Podnebí Krušných hor je charakteristické přechodem mezi západoevropským oceánským a východoevropským kontinentálním klimatem. To má za následek značnou variabilitu počasí. Proudí zde převážně západní větry od Atlantského oceánu (Minářová et al. 2017). Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 5 C° a roční úhrn srážek je okolo 900 mm (Jankovská et al. 2007).

Území je značně poznamenané těžbou smíšených lesů, složených především ze smrku ztepilého (*Picea abies*), buku lesního (*Fagus sylvaticus*) a jedle bělokoré (*Abies alba*). Oblast je rovněž postižená působením imisí z tepelných elektráren a chemických továren v podhůří ze 70. let 20. století. Právě imisní holiny a rozpadající se lesní porosty jsou pro sýce rousného ideálními místy k hnízdění z důvodu absence některých přirozených predátorů jako je puštitík obecný či jestřáb lesní. Zároveň se zde vyskytuje velké množství potravy (Drdáková 2003).

V dnešní době je biotop charakterizován otevřenými plochami s fragmenty lesa. Dřeviny byly opětovně uměle vysázeny s převládajícím nepůvodním druhem smrku pichlavého (*Picea pungens*). Další porostní skladbu tvoří smrk ztepilý, bříza bělokorá (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), modřín opadavý (*Larix decidua*) a fragmenty buku lesního. Na otevřených plochách a mýtinách se vyskytují traviny s dominujícím druhem třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*) (Zárybnická et al. 2012)

4.2 Hnízdní budky

Z důvodů výše zmíněné problematiky imisí a těžby byly přirozené dutiny ve studované oblasti nahrazeny budkami. Hnízdní budky vyrobené ze dřeva se základnou 25x25 cm, výškou 40 cm a vstupním otvorem o průměru 8 cm, vystlané dřevní štěpkou jsou prakticky využívány celou místní populací sýce rousného (Drdáková 2002). V letech 2014–2017 bylo ve studijní oblasti k dispozici 246 budek. V roce 2018 počet hnízdních budek nepatrně klesl na 237 a v roce 2019 a 2020 jich bylo 244. Rozmístěny byly rovnoměrně ve studovaném území na přístupných místech. Nejčastěji na okrajích lesních porostů nebo na solitérních stromech. Vyvěšované byly ve výšce 3–5 m nad zemí a okolí vstupního otvoru do budky bylo udržováno bez vegetace (Zárybnická et al. 2017).

V průběhu hnízdních sezón (březen–červenec) v letech 2014–2020 byly budky ve studijní oblasti Krušných hor pravidelně kontrolovány v týdenních či čtrnáctidenních intervalech. Budky se kontrolovaly za účelem nalezení hnízd sýce rousného. Při nalezení hnízd se pak zjišťovalo datum zahníždění, velikost snůšky, počet vylíhlých mlád'at, počet vylétlých mlád'at, případně počet mrtvých mlád'at a příčina jejich smrti. Při kontrolách byla vejce i mlád'ata vážena a měřena a zaznamenávala se kořist v hníždě. Samice a mlád'ata ve stáří dvou týdnů byla kroužkována. Hnízda, ze kterých nevlétlo alespoň jedno mládě, byla klasifikována jako neúspěšná.

4.3 Odchyty drobných zemních savců

Pro zjištění potravní nabídky sýce rousného probíhaly ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020 odchyty drobných zemních savců. Odchyty byly dvakrát ročně, na začátku června a října ve třech kvadrátech B, C, D. Kvadráty o velikosti 1 ha byly umístěny v reprezentativních habitatech studijní oblasti.

Drobní zemní savci byli odchyťováni pomocí 121 nastražených sklapovacích pastí, které byly v jednotlivých kvadrátech rovnoměrně rozmístěny (11x11 pastí na 1 kvadrát). Jako návnada se používal knot namočený ve směsi tuku, mouky a slaniny. Odchyťování probíhalo vždy tři noci a kontroly pastí se prováděly následující den dopoledne. Každý rok bylo tedy po dobu tří nocí položeno celkem 1089 pastí na třech

kvadrátech. Odchycení jedinci byli přiřazeni k příslušnému druhu a celková suma byla následně přepočtena na 100 past'onocí podle následujícího vzorce: (počet drobných zemních savců určitého druhu / počet položených pastí * počet kvadrátů * 3 noci) * 100 (Zárybnická et al. 2013). Do analýz byly použity pouze druhy rodů myšic a hrabošů, jelikož jsou ve studijní oblasti hlavní složkou potravy sýce rousného (Zárybnická et al. 2013). Do rodu myšic patří myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) a myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*) a do rodu hrabošů patří hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) a hraboš polní (*Microtus arvalis*).

4.4 Klimatická data

Klimatická data byla získána z Českého hydrometeorologického ústavu z hydrometeorologické stanice Nová Ves v Horách, která se nachází nejbližší studijní oblasti. Do statistických analýz byla použita data od roku 2014 do roku 2020 s údaji o průměrné denní teplotě, denním úhrnu srážek a výšce sněhové pokrývky. Ke každému hnízdu zvlášť byly vypočítány průměrné hodnoty z denních dat dva měsíce před zahnízděním samice.

4.5 Statistické analýzy

Hnízdní a potravní data pro tuto práci pocházejí z let 2014–2020. Tato data byla poskytnuta školitelem, přičemž autorka práce se významně podílela na sběru dat v letech 2017–2020. Klimatická data byla získána z hydrometeorologické stanice Nová Ves v Horách a následně byla zpracována pomocí statistických analýz v programu R verze 4.2.2 (2022-10-31).

Bylo zjišťováno, jaký vliv mají klimatické faktory společně s potravní nabídkou na hnízdní biologii sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Analýzy se prováděly zvlášť pro každou ze sledovaných závislých proměnných. Závislou proměnnou byla hustota hnízdní populace, datum zahnízdění, velikost snůšky a počet vylétlých mláďat. Jako nezávislá proměnná byla použita dostupnost drobných zemních savců, která se skládá z rodů *Apodemus* sp. a *Microtus* sp. Potravní nabídka byla do statistických analýz přepočtena na počet kusů/100 past'onocí. Další nezávislé proměnné tvořily data s klimatickými hodnotami průměrné

teploty, úhrnu srážek a výšky sněhové pokrývky. Jako náhodný efekt byla použita budka. Analýzy se provedly pomocí smíšených lineárních modelů, funkce *lmer*. K zobrazení výsledků byly použity boxploty a lineární regrese, ty byly zobrazeny pouze pokud byly výsledky signifikantní.

5 Výsledky

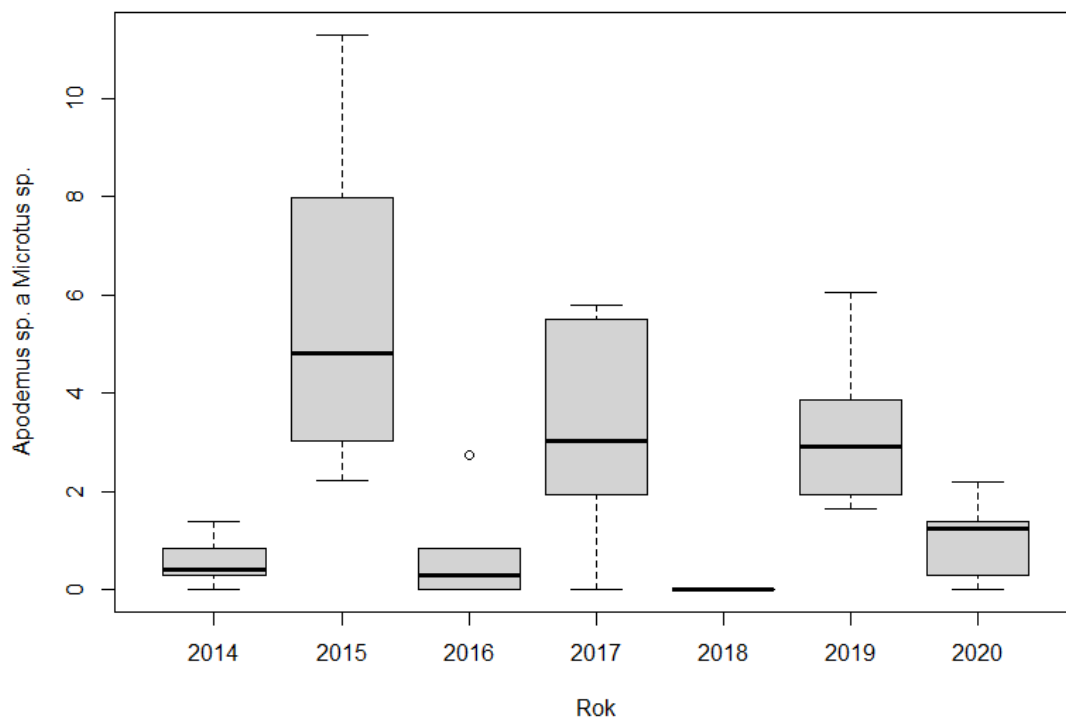
5.1 Potravní nabídka

V letech 2014–2020 se na třech odchyťových kvadrátech odchyťilo celkem 314 drobných zemních savců, tj. 28,8 jedinců/100 pastonocí (Tabulka 1). Nejvíce byla zastoupena myšice lesní, která tvořila 62,1 % (195 ks) celkové potravní nabídky. Druhým nejčtenějším savcem byl hraboš mokřadní (35,4 %, 111 ks). Nejmenší podíl potravní nabídky tvořila myšice křovinná (1,9 %, 6 ks) a hraboš polní (0,6 %, 2 ks). Ve zkoumaném období početnost odchyťených jedinců kolísala mezi roky (Obr. 5). Maximum bylo zaznamenáno v roce 2015, kdy se odchyťilo 124 ks (39,5 %). Dalšími významnými roky byly 2017 a 2019, kdy bylo zaznamenáno shodně 70 odchyťených jedinců (22,3 %). Naopak minimum bylo zaznamenáno v roce 2018, kdy se neodchyťil ani jeden jedinec.

Protože hlavní složku potravy sýce rousného v naší studijní oblasti tvoří myšice (myšice lesní) a hraboši (hraboš mokřadní), byly do následujících statistických analýz zahrnuty pouze tyto druhy (resp. rody).

Rok	Myšice lesní	Myšice křovinná	Hraboš mokřadní	Hraboš polní	Celkem
2014	0.7	0.0	0.4	0.0	1.1
2015	4.0	0.0	7.3	0.1	11.4
2016	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4
2017	6.2	0.0	0.2	0.0	6.4
2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019	5.7	0.5	0.3	0.0	6.4
2020	1.2	0.1	0.7	0.1	2.1
Celkový součet	17.9	0.6	10.2	0.2	28.8
Podíl v %	62.1	1.9	35.4	0.6	100.0

Tabulka 1: Počet drobných zemních savců po přepočtu kusů na 100 pastonocí odchyťených v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor.



Obrázek 5: Změny v početnosti drobných zemiých savců odchycených v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Početnost je uvedena po přepočtu jedinců na 100 past'onocí. Boxplot znázorňuje medián, 25–75% kvartil, minimum, maximum a odlehlé hodnoty.

5.2 Vzájemné korelace mezi klimatickými faktory a potravní nabídkou sýce rousného

Klimatické faktory a potrava sýce rousného byly před statistickou analýzou kontrolovány pro potenciální vzájemné korelace. Mezi klimatické prediktory patří teplota, úhrn srážek a velikost sněhové pokrývky. Významná korelace 0,8 byla zjištěna mezi výškou sněhové pokrývky a potravní nabídkou (Tabulka 2). Zbylé testované faktory nevykazovaly významnou korelaci a nepřekročily hodnotu 0,6. Výška sněhové pokrývky proto byla vyřazena z následujících statistických analýz, jelikož potrava je pro sýce významnějším faktorem.

	teplota	srážky	sněhová pokrývka	potrava
teplota	1.000	0.603	-0.503	0.007
srážky	0.603	1.000	0.077	0.563
sněhová pokrývka	-0.503	0.077	1.000	0.800
potrava	0.007	0.563	0.800	1.000

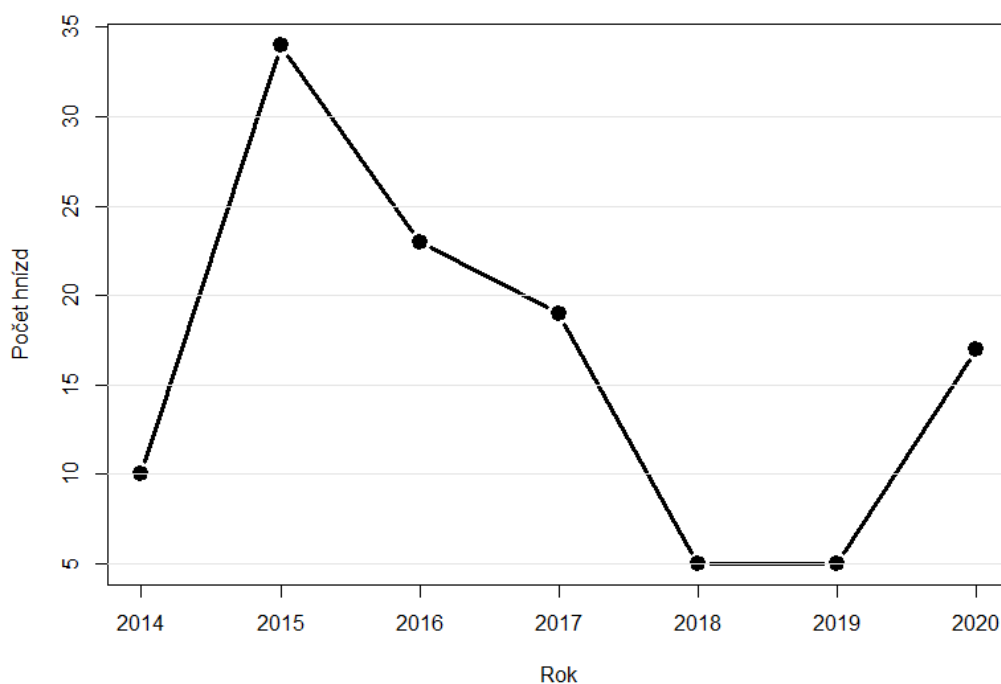
Tabulka 2: Vzájemné korelace dat mezi teplotou, úhrnem srážek, výškou sněhové pokrývky a dostupností potravní nabídky sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor.

5.3 Hustota hnízdní populace

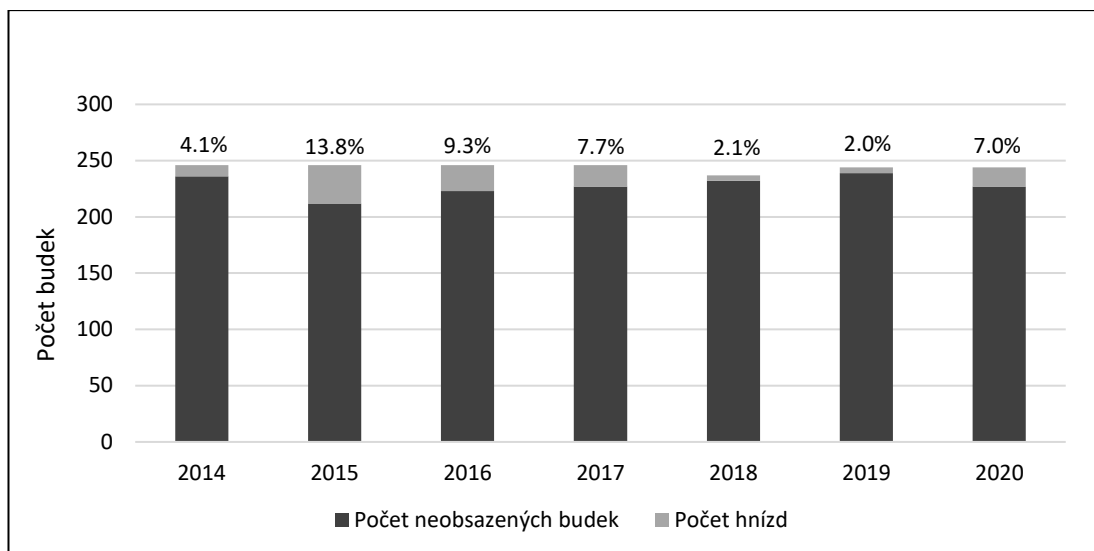
V letech 2014–2020 bylo zaznamenáno celkem 113 zahníždění s průměrnou hodnotou $16,1 \pm 9,7$ párů ročně. Počet hnízd se ve sledovaném období měnil (Obr. 6). Nejvíce jich bylo zaznamenáno v roce 2015, kdy bylo obsazeno 13,8 % hnízdních budek z celkových 246 (34 hnízdících samic; Obr. 7). Naopak nejméně to bylo v letech 2019 a 2020, kdy byla obsazenost kolem 2 % (5 hnízdících samic). Procentuální obsazenost vyvěšených budek činila průměrně 6,6 % \pm 3,9. Počet hnízd nebyl významně ovlivněn žádnou z vysvětlujících proměnných (Tabulka 3).

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
Počet hnízd					
(Intercept)	8.287	18.808	3.000	0.441	0.689
teplota	-1.039	0.564	3.000	-1.842	0.163
srážky	0.407	14.783	3.000	0.028	0.98
potrava	0.615	0.368	3.000	1.671	0.193

Tabulka 3: Vliv klimatických faktorů a dostupné potravní nabídky na hustotu hnízdní populace sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020.



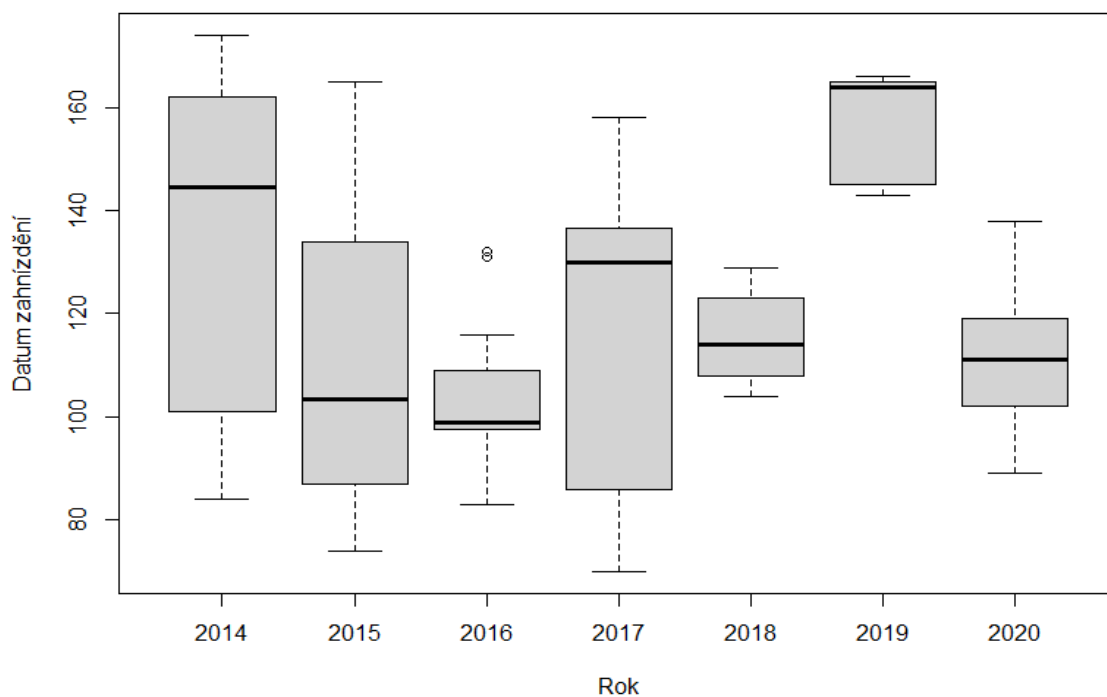
Obrázek 6: Počet zahníždění sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020.



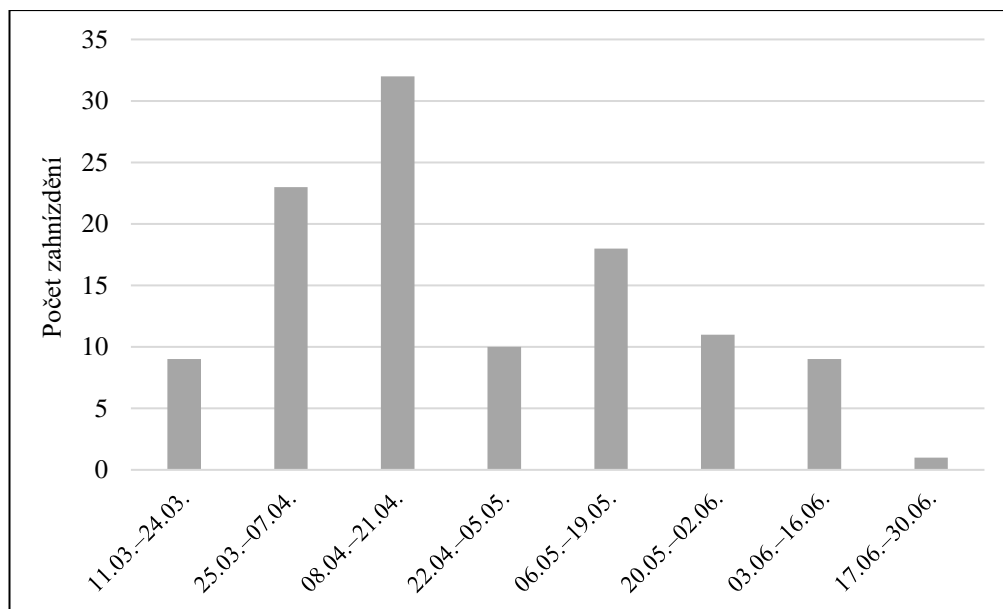
Obrázek 7: Celkový počet buděk ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020, včetně procentuální obsazenosti buděk sýcem rousným.

5.4 Datum zahníždění

Průměrné datum zahníždění sýce rousného v letech 2014–2020 bylo 23. dubna (SD = 25 dní, n = 113). Nejčasnější datum zahníždění bylo zpozorováno v roce 2017, kdy první samice zahníždila již 12. března. Naopak nejpozdější zahníždění samice bylo 23. června, což bylo zaznamenáno v roce 2014. Medián doby zahníždění v jednotlivých letech kolísal od 9. dubna do 13. června (Obr. 8). Samice sýce rousného nejčastěji zahníždily od 8. dubna do 21. dubna (Obr. 9). Signifikantní vztah byl prokázán mezi datem zahníždění a potravou ($P < 0.0001$, $df = 109$; Tabulka 4). Při vyšší potravní nabídce samice sýce rousného začínaly hnízdit průkazně později (Obr. 10). Další statisticky významný vztah byl prokázán mezi datem zahníždění a teplotou ($P = 0,0105$, $df = 109$, Tabulka 4). S pozdějším datem zahníždění se zvyšovala teplota v průběhu sezóny (Obr. 11). Signifikantní vztah nebyl prokázán mezi datem zahníždění a srážkami (Tabulka 4).



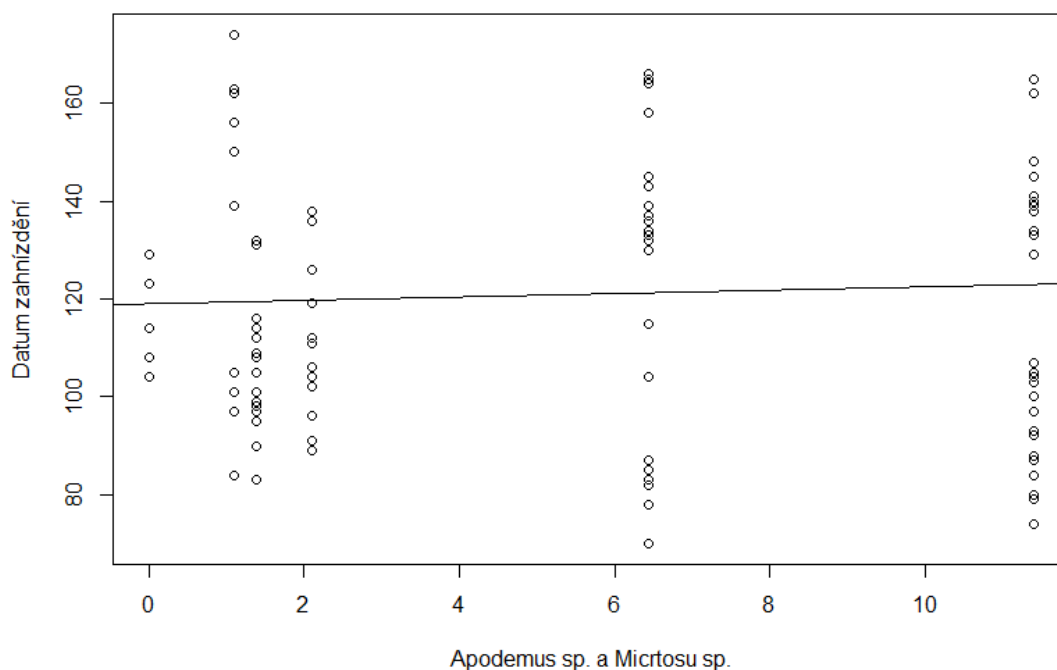
Obrázek 8: Rozložená data zahnízdění sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Hodnoty na ose y znázorňují počet dní od 1.1. Boxplot znázorňuje medián, 25–75% kvartil, minimum, maximum a odlehlé hodnoty.



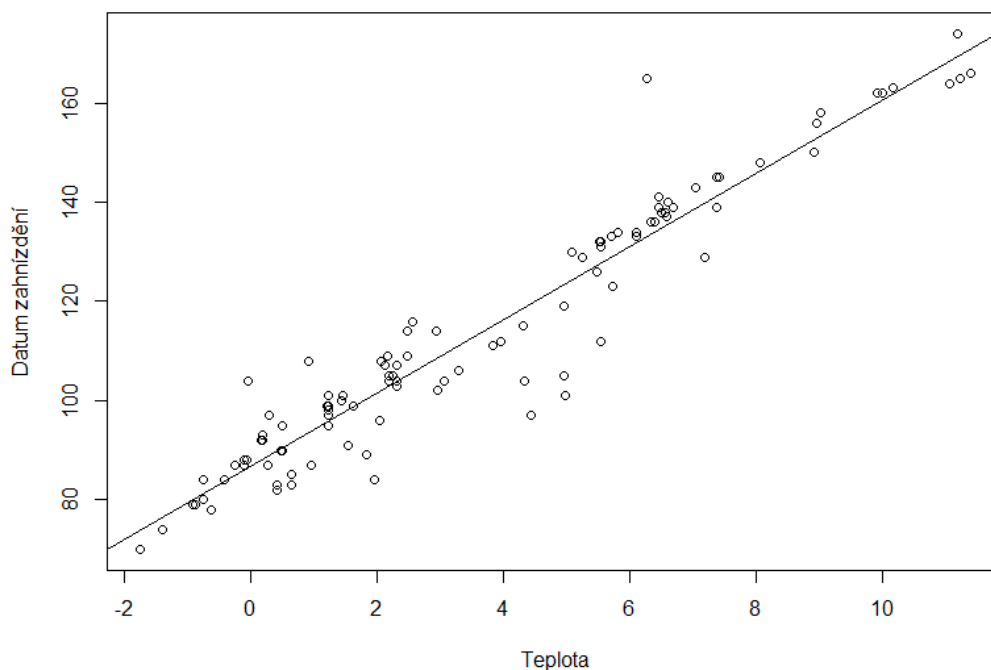
Obrázek 9: Počet zahnízdění sýce rousného ve 14denních intervalech v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor.

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
Datum zahnízdění					
(Intercept)	83.027	2.925	109.000	28.389	2.00E-16
teplota	7.451	0.207	109.000	36.010	2.00E-16
srážky	0.852	1.907	109.000	0.447	0.6559
potrava	0.401	0.154	109.000	2.605	0.0105

Tabulka 4: Vliv klimatických faktorů a dostupné potravní nabídky na datum zahnízdění sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020.



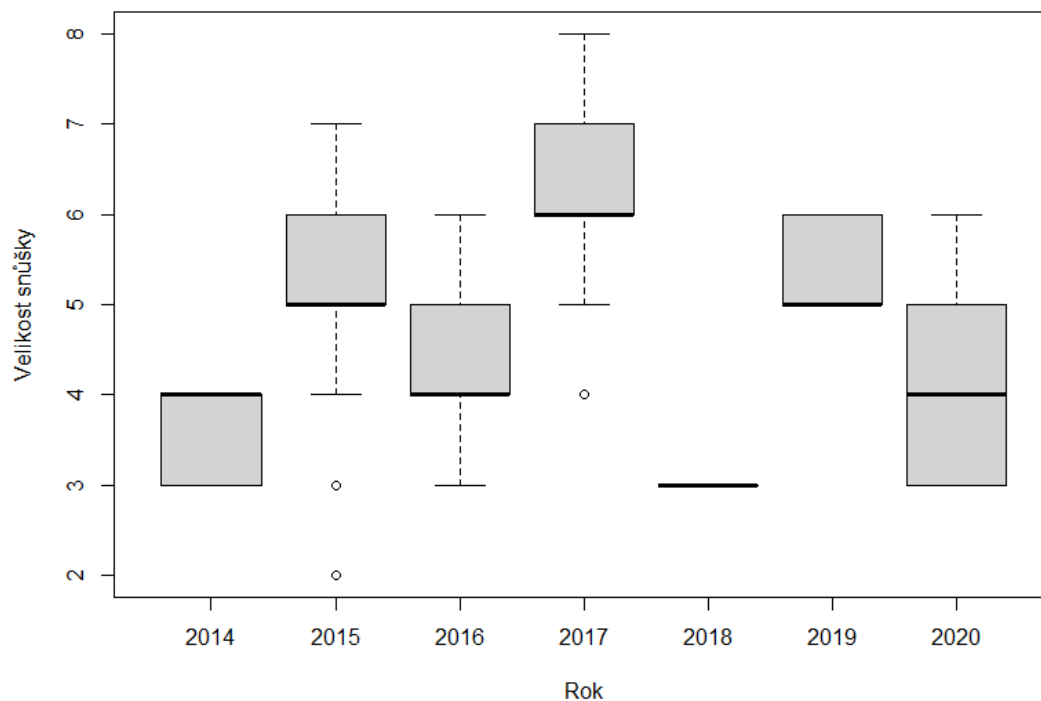
Obrázek 10: Pozitivní signifikantní vztah mezi datem zahnízdění a dostupnou potravní nabídkou sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Uvedené hodnoty na ose y znázorňují počet dní od 1.1. Hodnoty na ose x znázorňují počet odchycených jedinců na 100 pastvonocí.



Obrázek 11: Pozitivní signifikantní vztah mezi datem zahnízdění a teplotou v předhnízdním období sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Uvedené hodnoty na ose y znázorňují počet dní od 1.1.

5.5 Velikost snůšky

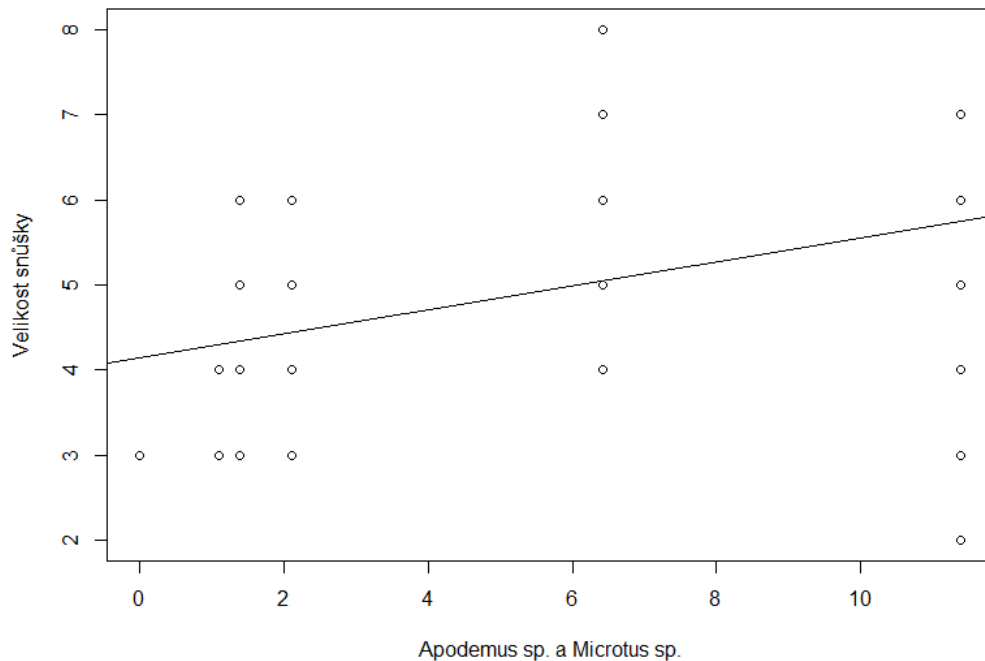
V letech 2014–2020 bylo v hnízdních budkách sýce rousného nalezeno celkem 507 vajec ve 102 snůškách. Průměrná snůška obsahovala 5,0 vajec ($SD \pm 1,4$). V jednotlivých letech průměrná velikost snůšky značně kolísala (Obr. 12). Nejmenší velikost snůšek byla zpozorována v roce 2018, kdy byla v hnízdech průměrně 3,0 vejce ($SD \pm 0$, $n = 4$). Největší snůšky byly naopak zaznamenány v roce 2017, kdy byla průměrná velikost 6,4 vajec ($SD \pm 1$, $n = 19$). Nejmenší nalezená snůška obsahovala 2 vejce, naopak největší 8 vajec. Signifikantní vztah byl prokázán mezi velikostí snůšky a potravní nabídkou. Velikost snůšky se zvyšovala s rostoucí dostupností hlavní potravy sýce rousného ($P < 0.0001$, $df = 98$; Tabulka 5, Obr. 13). S žádným ze sledovaných klimatických faktorů nebyl signifikantní vztah prokázán (Tabulka 5).



Obrázek 12: Velikost snůšky sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Boxplot znázorňuje medián, 25–75% kvartil, minimum, maximum a odlehlé hodnoty.

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
Velikost snůšky					
(Intercept)	3.188	0.584	98.000	5.461	3.58E-07
teplota	-0.024	0.038	98.000	-0.637	0.525
srážky	0.703	0.371	98.000	1.895	0.061
potrava	0.138	0.028	98.000	4.852	4.61E-06

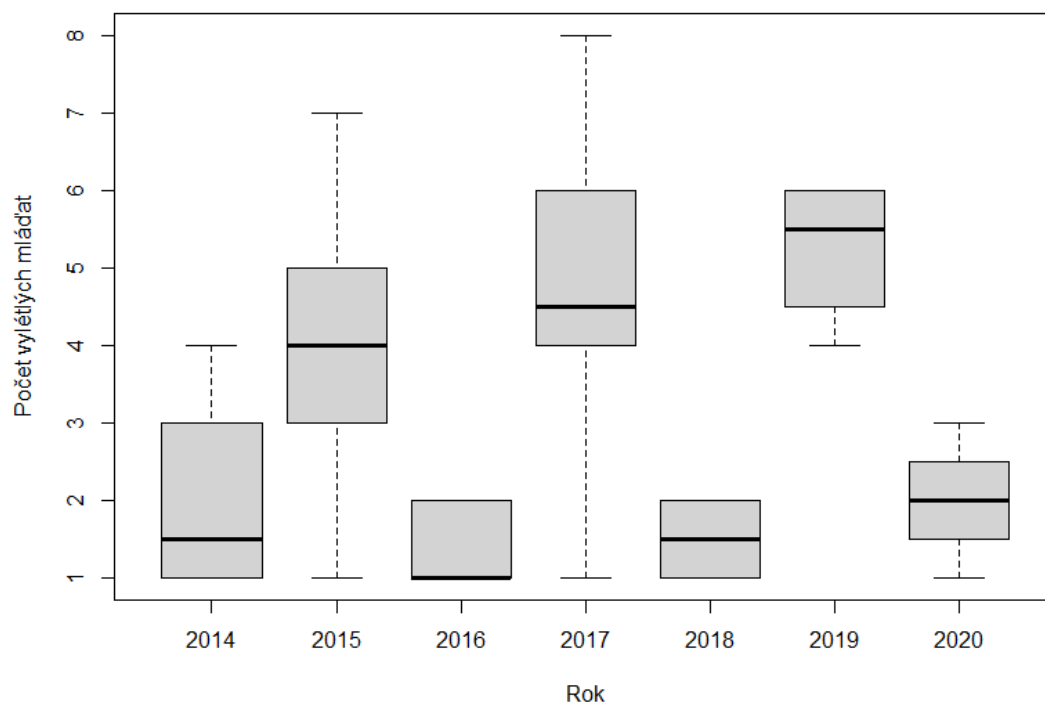
Tabulka 5: Vliv klimatických faktorů a dostupné potravní nabídky na velikost snůšky sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020.



Obrázek 13: Pozitivní signifikantní vztah mezi velikostí snůšky a dostupnou potravní nabídkou sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor

5.6 Vylétlá mláďata

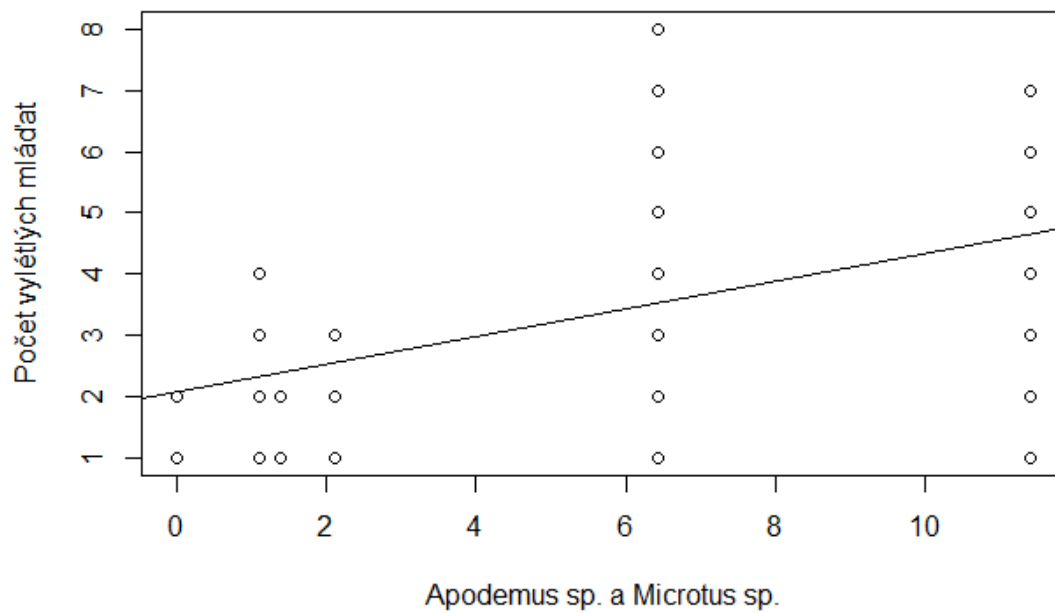
V letech 2014–2020 vylétlo celkem 234 mláďat z 64 hnízd. Průměrný počet vylétlých mláďat byl 3,7 ($SD \pm 1,9$). Ve studovaném období se počet vylétlých mláďat měnil (Obr. 14). Nejvíce mláďat vylétlo v roce 2019 ($5,3 \pm 0,8$; $n = 4$), naopak nejméně mláďat ($1,3 \pm 0,5$; $n = 6$) opustilo hnízdní budky v roce 2016. Největší počet vylétlých mláďat z jednoho hnízda činil 8, což bylo v roce 2017 ($n = 14$). Nejmenší počet bylo 1 vylétlé mládě, to bylo zaznamenáno ve všech studovaných letech kromě roku 2019. Signifikantní vztah byl prokázán mezi počtem vylétlých mláďat a potravní nabídkou. Počet vylétlých mláďat se zvyšoval s rostoucí dostupností hlavní potravy sýce rousného ($P < 0.0001$, $df = 59$; Tabulka 6, Obr. 15). Počet vylétlých mláďat ve vztahu s teplotou a srážkami nebyl signifikantně prokázán (Tabulka 6).



Obrázek 14: Počet vylétlých mlád'at sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. Boxplot znázorňuje medián, 25–75% kvartil, minimum a maximum.

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
Vylétlá mlád'ata					
(Intercept)	0.91	1.05	59.00	0.86	0.391
teplota	0.07	0.07	59.00	0.94	0.352
srážky	0.50	0.73	59.00	0.69	0.492
potrava	0.24	0.05	59.00	4.69	0.0000169

Tabulka 6: Vliv klimatických faktorů a dostupné potravní nabídky na počet vylétlých mlád'at sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020



Obrázek 15: Pozitivní signifikantní vztah mezi počtem vylétlých mláďat a dostupnou potravní nabídkou sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor.

6 Diskuse

V této práci bylo zjištěno, že klimatické faktory neměly významný vliv na velikost snůšky a počet vylétlých mlád'at. Statisticky významný vztah byl prokázán mezi datem zahrnutí a teplotou. Je obtížné zjistit efekt teploty, která přirozeně roste s průběhem sezóny, což se v této studii projevilo (s pozdějším zahrnutím samic stoupala teplota). Pokud by teplota skutečně ovlivňovala datum zahrnutí, byla by mezi těmito proměnnými prokázána negativní závislost. To zjistili Chausson et al. (2014) v jejich studii ve Švýcarsku, kde datum líhnutí mlád'at sovy pálené negativně souviselo s teplotou, tj. mlád'ata se líhla dřív v letech s vyšší teplotou. Dále zjistili, že s vyšší teplotou se zvyšoval i počet vylétlých mlád'at. Dykstra et al. (2021) zjistili v jejich studii v jižním Ohiu, že mlád'ata káně páskované (*Buteo lineatus*) se líhla dřív v letech s vyšší teplotou v předhnízdním období a menším počtem dní se sněhovou pokrývkou. K podobnému zjištění došli Kreiderits et al. (2016) v jejich studii ve Vídni, kde zkoumali vliv klimatických faktorů na hnízdni výkonost poštolek obecných (*Falco tinnunculus*). Došli k závěru, že vyšší teploty v období páření pozitivně korelovaly s dřívějším kladením vajec. To ve své studii ve Finsku stvrzují Lehikoinen et al. (2011), kde načasování hnízdění puštíka bělavého (*Strix uralensis*) a puštíka obecného urychlila zvyšující se teplota na konci zimy a zpočátku jara. Avšak tyto teplotní změny neměly žádný vliv na sýce rousného a jeho datum zahrnutí či velikost snůšky.

Kouba et al. (2020), kteří ve své 46leté studii zkoumali vliv klimatických změn a kolísání hlavní kořisti na populaci sýce rousného ve Finsku, zjistili, že počet vyprodukovaných mlád'at se zvětšuje s vyššími teplotami a srážkami na jaře. Vyšší teploty a dešťové srážky mají pozitivní vliv na populační hustotu hrabošů prostřednictvím lepší potravní nabídky (vegetativní růst), čímž se zvyšuje hnízdni úspěšnost sýce rousného. Chausson et al. (2014) zjistili, že s rostoucími srážkami v předhnízdním období se zvětšovala velikost snůšky sovy pálené. Pozitivní vliv ročních srážek na reprodukční úspěšnost zaznamenali Peery et al. (2012) na populacích puštíka západního (*Strix occidentalis*) v Arizoně, Novém Mexiku a Jižní Kalifornii. Vyšší teploty souvisely s vyšší reprodukční úspěšností v Jižní Kalifornii. Naopak vysoké teploty v Arizoně a Novém Mexiku měly na reprodukci a míru přežití negativní vliv. V rozdílných stanovištních podmínkách mohou mít populace stejného druhu vůči klimatickým faktorům odlišné reakce (Dunn et Winkler 2010). Kreiderits et al. (2016)

zjistili, že nízká intenzita deště v období páření poštolky obecné pozitivně korelovala s počtem vylétlých mláďat.

V mé práci byla výška sněhové pokrývky, z důvodu korelace s potravní nabídkou, ze statistických analýz vyřazena. To bylo nejspíš způsobeno tím, že sněhová pokrývka ovlivňuje dostupnost kořisti sýce rousného. Kouba et al. (2020) ve své studii vyzorovali, že s rostoucí průměrnou výškou sněhové pokrývky v lednu–březnu se opožďoval termín kladení snůšky a velikost snůšky se zvětšovala. To vysvětlili tím, že vyšší sněhová pokrývka zneprístupňuje dostupnost hrabošů, což následně zpožďuje kladení vajec, jelikož samice začínají hnízdit až když mají dostatek energie (Korpimäki 1987a). Na druhou stranu hluboký sníh poskytuje izolaci pro přezimující hraboše, kteří se pod sněhem mohou rozmnožovat. Vyšší sněhová pokrývka by tak mohla mít pozitivní vliv na přežívání hrabošů přes zimu a na jaře by mohla pozitivně ovlivnit velikost snůšek (Kouba et al. 2020). K podobnému zjištění došli i Lehikoinen et al. (2011), kdy výška sněhové pokrývky pozitivně ovlivnila velikost snůšky sýce rousného. Navíc i v jejich studii bylo zjištěno, že se zvyšující se sněhovou pokrývkou se zpožďovalo datum zahnízdění puštíka bělavého a sýce rousného.

Dostupnost potravní nabídky byla v mé práci v korelaci se všemi vysvětlujícími proměnnými. S vyšší potravní nabídkou začaly samice hnízdit později. Tento poznatek může být způsoben tím, že v letech s vysokým množstvím drobných zemních savců mohou samice hnízdit opakovaně (Korpimäki et al. 2011). Pokud ekologické podmínky umožňují výchovu mláďat pouze jedním rodičem, samice může opustit hnízdo, zahnízdit podruhé a zvýšit tak svůj reprodukční úspěch (Zárybnická 2009). Dále bylo v mé práci zjištěno, že s větším množstvím dostupné kořisti se zvětšovala velikost snůšky a počet vylétlých mláďat. To potvrzují i Kouba et al. (2020), kteří vyzorovali, že s vyšší hojností hlavní kořisti se zvyšovala velikost snůšky a počet vyprodukovaných mláďat. I když v době jejich studie panovaly příznivé klimatické podmínky (mírnější zimy a vyšší teploty v předhnízdním období), nedokázaly kompenzovat nedostatek potravy, který je pro sýce stěžejní a jeho populace v pozorovaných letech tak měla klesající tendenci. Lehikoinen et al. (2011) to ve své práci potvrzují. Klimatické faktory ovlivnily reprodukční úspěšnost sýce rousného, ale větší závislost se prokázala vůči dostupnosti hrabošů. K podobnému zjištění došli Millon et al. (2014) ve své studii v severní Anglii. Jejich studie ukázala, že populace puštíka obecného trpí spíše klesající početností kořisti než vlivem klimatu.

To stvrzuje i Drdáková (2004), která v Krušných horách zaznamenala dva teplotně odlišné roky. V roce 2000 při vyšších teplotách a menší potravní nabídce kladly samice menší snůšky a v následujícím roce při nižších teplotách a vyšším množství kořisti kladly větší snůšky. To dokazuje, že množství kořisti má vyšší vliv na hnízdní úspěšnost, než vliv klimatických podmínek (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

V severských oblastech je reprodukční úspěšnost sýce rousného ovlivňována množstvím hlavní kořisti daleko více než populace ve střední Evropě. (Zárybnická et al. 2015; Korpimäki 1986). To je nejspíš způsobeno tím, že reprodukční úspěšnost populací v severských oblastech závisí na dostupnosti hrabošů, kteří zde fluktuují ve tříletých až čtyřletých cyklech (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Kdežto ve střední Evropě je početnost hrabošů nižší a stabilnější a k prudkým poklesům nedochází (Zárybnická et al. 2015; Korpimäki 1986). Zároveň je potrava střeoevropských populací doplněna o myšice, jejichž hojnost souvisí s reprodukční úspěšností sýce rousného (Zárybnická et al. 2013). Kouba et al. (2020) zjistili, že při klesající fázi tříleté fluktuace hraboše dosahuje mortalita mládřat sýce až 81 %, což lze přičíst hladovění. K podobnému zjištění došli i Zárybnická et al. (2015), kdy ve své studii srovnávali populace v České republice a ve Finsku. Zatímco ve finské populaci se mortalita mládřat u pozdějších snůšek zvyšovala, v české populaci byl tento nárůst zanedbatelný. Nárůst mortality mládřat nemusí souviset pouze s fluktuací hraboše, ale i s tím, že v severských oblastech je lov sýce rousného limitován kratší dobou tmy.

7 Závěr

Cílem této práce bylo zanalyzovat vliv klimatických faktorů na hnízdní biologii sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020. Vliv těchto faktorů byl hodnocen na datumu zahnízdění, velikosti snůšky a počtu vylétlých mláďat.

Zaznamenáno bylo celkem 113 zahnízdění samic s průměrnou hodnotou $16,1 \pm 9,7$ párů ročně. Bylo zjištěno, že doba zahnízdění se v průběhu sezóny signifikantně prodlužovala se zvyšující se dostupností potravy. Samice, které zahnízdily později v sezóně hnízdily při vyšších teplotách. Signifikantní vztah nebyl prokázán mezi datem zahnízdění a srážkami. Vliv klimatických faktorů na velikosti snůšky se analyzoval z celkem 507 vajec ve 102 snůškách. Bylo zjištěno, že velikost snůšky se zvyšovala s rostoucí dostupností hlavní potravy. Žádný z klimatických faktorů neměl na velikost snůšky statisticky významný vliv. Ve studovaném období byla zaznamenáno celkem 234 vylétlých mláďat z 64 hnízd. Počet mláďat se zvyšoval s rostoucí dostupností hlavní kořisti. Počet vylétlých mláďat ve vztahu s teplotou a srážkami opět nebyl signifikantně prokázán.

Tato práce přináší důležité poznatky o hnízdní biologii sýce rousného ve vztahu ke klimatickým podmínkám ve významné studijní oblasti. V mé práci bylo zjištěno, že největší vliv na hnízdní biologii sýce rousného má dostupnost potravní nabídky. Avšak je nutné brát v potaz, že klimatické faktory mohou hnízdní biologii sýce rousného ovlivnit i nepřímo, především prostřednictvím změn v množství kořisti. Proto by tato práce mohla sloužit jako podklad pro další studie, do kterých by mohlo být začleněno více faktorů, zejména trofických interakcí, ovlivňující reprodukční úspěšnost sýce rousného.

8 Literární zdroje

ALTWEGG R., ROULIN A., KESTENHOL M. et JENNI L., 2003: Variation and covariation in survival, dispersal, and population size in Barn owls *Tyto alba*. *Journal of Animal Ecology* 72(3): 391–399.

BEJČEK V. et ŠŤASTNÝ K., 2006: Encyklopedie ptáci (3). Rebo, Čestlice.

BYE F. N., JACOBSEN B. V. et 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*). *Behavioral Ecology* 3(3): 266–276.

DRDÁKOVÁ M., 2002: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Diplomová práce. Lesnická fakulta. 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 holin. *Živa* 3: 128–130.

DUNN P. O. et WINKLER D., 2010: Effects of climate change on timing of breeding and reproductive success in birds. *Effects of Climate Change on Birds*, Møller, A.P., Fiedler, W. et Berthold P.: 113–128, Oxford University Press, Oxford.

DYKSTRA C. R., HAYS J. L., SIMON M. M. et WEGMAN A. R., 2021: Breeding phenology of Red-shouldered hawks (*Buteo lineatus*) is related to snow cover and air temperature during the pre-laying period. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: online [cit. 2023-03-12], dostupné z doi: 10.3389/fevo.2021.658390.

HAKKARAINEN H. et KORPIMÄKI E., 1993: The effect of female body size on clutch volume of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in varying food conditions. *Ornis Fennica* 70: 189–195.

HAKKARAINEN H., MYKRÄ S., KURKI S., KORPIMÄKI E., NIKULA A. et KOIVUNEN V., 2003: Habitat composition as a determinant of reproductive success of Tengmalm's owls under fluctuating food conditions. *Oikos* 100(1): 162–171.

HUDEC K. et ŠŤASTNÝ K., 1983: Fauna ČSSR. Ptáci 3/I. Academia, Praha.

CHARTER M. IZHAKI I., MEYROM K., AVIEL S., LESHEM Y. et ROULIN A., 2017. The relationship between weather and reproduction of the Barn owl *Tyto alba* in a semi-arid agricultural landscape in Israel. *Avian Biology Research*. 10(4): 253–258.

- CHAUSSON A., HENRY I., ALMASI B. et ROULIN A., 2014: Barn Owl (*Tyto alba*) breeding biology in relation to breeding season climate. *Journal of Ornithology* 155(1): 273–281.
- JANKOVSKÁ V., KUNĚŠ P. et VAN DER KNAAP W. O., 2007: 1. Fláje-Kiefern (Krušné Hory Mountains): Late Glacial and Holocene vegetation development. *Grana* 46(3): 214–216.
- JÄRVINEN O., 1979: Geographical Gradients of Stability in European Land Bird Communities. *Oecologia* 38(1): 51–69.
- JOHNSGARD P. A., 1989: North American owls: Biology and natural history. Smithsonian Books, Washington, D.C..
- KORPIMÄKI E. et HAKKARAINEN H., 2012: The Boreal Owl: Ecology behaviour and conservation of a forest-dwelling predator. Cambridge University Press, Cambridge.
- KORPIMÄKI E., 1986: Gradients in population fluctuations of Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in Europe. *Oecologia* 69(2): 195–201.
- KORPIMÄKI E., 1987a. Timing of breeding of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in relation to vole dynamics in western Finland. *Ibis* 129(1): 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(4): 277–284.
- KORPIMÄKI E., 1988: Diet of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: long-term changes and year-to-year variation under cyclic food conditions. *Ornis Fennica* 65(1): 21–30.
- KORPIMÄKI E., SALO P. et VALKAMA J., 2011: Sequential polyandry by brood desertion increases female fitness in a bird with obligatory bi-parental care. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65(5): 1093–1102.
- KOUBA M., BARTOŠ L., BARTOŠOVÁ J., HONGISTO K. et KORPIMÄKI E., 2020: Interactive influences of fluctuations of main food resources and climate change on long-term population decline of Tengmalm's owls in the boreal forest. *Scientific Reports* 10(1): 1–14.

- KOUBA M., BARTOŠ L., KORPIMÄKI E. et ZÁRYBNICKÁ M., 2015. Factors affecting the duration of nestling period and fledging order in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*): Effect of wing length and hatching sequence. PLoS ONE 10(3): e0121641.
- KREIDERITS A., GAMAUF A., KRENN H. W. et SUMASGUTNER P., 2016: Investigating the influence of local weather conditions and alternative prey composition on the breeding performance of urban Eurasian Kestrels *Falco tinnunculus*. Bird Study 63(3): 369–379.
- LAAKSONEN T., KORPIMÄKI E. et HAKKARAINEN H., 2002: Interactive Effects of Parental Age and Environmental Variation on the Breeding Performance of Tengmalm's Owls. Journal of Animal Ecology 71(1): 23–31.
- LEHIKONEN A., RANTA E., PIETIÄINEN H., BYHOLM P., SAUROLA P. VALKAMA J. HUITU O. HENTTONEN H. et KORPIMÄKI E., 2011: The impact of climate and cyclic food abundance on the timing of breeding and brood size in four boreal owl species. Oecologia 165(2): 349–355.
- MIKKOLA H., 2020. Owls. IntechOpen, London.
- MILLON A., PETTY S. J., LITTLE B., GIMENEZ O., CORNULIER T. et LAMBIN X., 2014: Dampening prey cycle overrides the impact of climate change on predator population dynamics: A long-term demographic study on tawny owls. Global Change Biology 20(6): 1770–1781.
- MINÁŘOVÁ J., MÜLLER M., CLAPPIER A., HÄNSEL S., HOY A., MATSCHULLAT J et KAŠPAR M., 2017. Duration, rarity, affected area, and weather types associated with extreme precipitation in the Ore Mountains (Erzgebirge) region, Central Europe. International Journal of Climatology 37(12): 4463–4477.
- NEWTON I., 1998: Population limitation in birds. Academic Press, Amsterdam.
- NEWTON I., 2007: Population limitation in birds: the last 100. British Birds 100: 518–539.
- NEWTON I., KAVANAGH R., OLSEN J. et TAYLOR I., 2002: Ecology and Conservation of Owls. CSIRO Publishing, Melbourne.
- NORBERG R. Å., 1970: Hunting Technique of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* (L.). Ornis Scandinavica 1: 51–64.

- PEERY M. Z., GUTIÉRREZ R. J., KIRBY R., LEDEE O. E. et LAHAYE W., 2012: Climate change and spotted owls: Potentially contrasting responses in the Southwestern United States. *Global Change Biology* 18(3): 865–880.
- RUBOLINI D., PIROVANO A. et BORGHI S., 2003: Influence of seasonality, temperature and rainfall on the winter diet of the long-eared owl, *Asio otus*. *Folia Zool* 52(1): 67–76.
- SEAMANS M. E., GUTIÉRREZ R. J. et MAY C. A., 2002: Mexican Spotted Owl (*Strix Occidentalis*) Population Dynamics: Influence of Climatic Variation on Survival and Reproduction. *The Auk* 119(2): 321–334.
- SVENSSON L., 2016: Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu (2.). Jíří Ševčík, Plzeň.
- ŠŤASTNÝ K. et BEJČEK V., 2003: Červený seznam ptáků České republiky. Příroda, Praha.
- ŠŤASTNÝ K., 2017: Dravci, sokoli a sovy v ilustracích Pavla Procházky. Aventinum, Praha.
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. et HUDEC K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum, Praha.
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., MIKULÁŠ I. et TELENSKÝ T., 2021: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2014–2017. Aventinum, Praha.
- VACÍK R., 1991: Hnízdní biologie sýce rousného *Aegolius funereus* v Čechách a na Moravě. *Sylvia* 28: 95–113.
- ZÁRYBNICKÁ M., 2008: Circadian activity of the Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in the Krušné hory Mts.: the effect of different parental roles. *Sylvia* 44: 51–61.
- ZÁRYBNICKÁ M., 2009: Parental investment of female Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: Correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithologica* 44(1): 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.

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. *Population Ecology* 55: 353–361.

ZÁRYBNICKÁ M., RIEGERT J. et ŠŤASTNÝ K., 2017: Seasonal habitat-dependent change in nest box occupation by Tengmalm's owl associated with a corresponding change in nest predation. *Population Ecology* 59(1): 65–70.

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* 157: 369–383.

9 Přílohy

Příloha č. 1: Průměrné, nejčasnější a nejpozdější datum zahrnutí sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020. Hodnoty znamenají počet dní od 1.1. SD vyjadřuje velikost směrodatné odchylky.

Rok	Průměrné datum zahrnutí	SD	Nejčasnější datum zahrnutí	Nejpozdější datum zahrnutí
2014	133.1	31.3	84	174
2015	108.6	26.1	74	165
2016	103.4	11.7	83	132
2017	114.0	26.8	70	158
2018	115.6	9.3	104	129
2019	156.6	10.3	143	166
2020	111.4	14.8	89	138
Celkem	113	25	70	174

Příloha č. 2: Celkový počet snesených vajec, průměrná velikost snůšky, minimální a maximální počet vajec sýce rousného ve studijní oblasti Krušných hor v letech 2014–2020. SD vyjadřuje velikost směrodatné odchylky.

Rok	Počet vajec celkem	Průměrný počet vajec	SD	Minimální počet vajec	Maximální počet vajec
2014	29	3.6	0.5	3	4
2015	181	5.3	1.3	2	7
2016	83	4.4	0.9	3	6
2017	121	6.4	1.0	4	8
2018	12	3.0	0.0	3	3
2019	27	5.4	0.5	5	6
2020	54	4.2	1.0	3	6
Celkem	507	5.0	1.4	2	8

Příloha č. 3: Celkový počet vylétlých mlád'at, průměrný, maximální a minimální počet vylétlých mlád'at sýce rousného v letech 2014–2020 ve studijní oblasti Krušných hor. SD vyjadřuj velikost směrodatné odchylky.

Rok	Počet vylétlých mlád'at celkem	Průměrný počet vylétlých mlád'at	SD	Minimální počet vylétlých mlád'at	Maximální počet vylétlých mlád'at
2014	16	2.0	1.1	1	4
2015	114	4.2	1.6	1	7
2016	8	1.3	0.5	1	2
2017	66	4.7	1.9	1	8
2018	3	1.5	0.5	1	2
2019	21	5.3	0.8	4	6
2020	6	2.0	0.8	1	3
Celkem	234	3.7	1.9	1	8

Příloha č. 4: Hnízdící samice sýce rousného (autor: Štěpánka Pěničková).



Příloha č. 5: Hnízdící samice sýce rousného se snůškou (autor: Richard Ševčík).



Příloha č. 5: Mláďata sýce rousného (autor: Štěpánka Pěničková).

