

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



Meziroční a sezónní změny velikosti snůšky a objemu vajec samic sýce rousného (*Aegolius funereus*)

Inter-annual and within-seasonal changes in clutch size and egg volume of Boreal owl (*Aegolius funereus*) females

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomant: Nikola Klečanská

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

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nikola Klečanská

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Meziroční a sezónní změny velikosti snůšky a objemu vajec samic sýce rousného (*Aegolius funereus*)

Název anglicky

Inter-annual and within-seasonal changes in clutch size and egg volume of Boreal owl (*Aegolius funereus*) females

Cíle práce

Cílem práce je analyzovat sezónní a meziroční variabilitu v reprodukčním úsilí samic sýce rousného vyjádřenou velikostí snůšky (počet vajec ve snůšce) a objemem vajec.

Specifické cíle:

- 1) shromáždit data o velikosti snůšky, objemu vajec a data zahnízdění sýce rousného z období 2000 – 2004 a 2014 – 2019,
- 2) shromáždit data o potravní nabídce drobných zemních savců z období 2000 – 2004 a 2014 – 2019,
- 4) zjistit vliv velikosti snůšky na objem vajec,
- 5) zjistit vliv potravní nabídky na meziroční změny ve velikost snůšky a objemu vajec,
- 6) zjistit vliv data zahnízdění na objem vajec a velikost snůšky (tj. sezónní změny).

Metodika

Studentka se bude podílet na sběru dat v terénu v letech 2015 – 2019. Zbývající data budou poskytnuta školitelem. Získaná data analyzuje a patřičně vyhodnotí.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

sovy, snůška, objem vajec, potravní nabídka, zahnízdění

Doporučené zdroje informací

- Drdáková, M. 2003. Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Sylvia* 39: 35-51.
- Hörmfeldt, B. and Eklund, U. 1990. The effect of food on laying date and clutch-size in Tengmalm's Owl. *Oecologia* 85: 543-552.
- Korpimäki, E. and Hakkarainen, H. 1991. Fluctuating food supply affects the clutch size of Tengmalm's owl independent of laying date. *Oecologia* 85: 543-552.
- Korpimäki, E. and Hakkarainen, H. 2012. The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zárybnická, M., Riegert, J., and 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. 2009. Parental investment of female Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithologica* 44: 81-88.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Richard Ševčík

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2021

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Meziroční a sezónní změny velikosti snůšky a objemu vajec samic sýce rousného (*Aegolius funereus*) vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D. Uvedla jsem veškeré literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne:

.....

Nikola Klečanská

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce doc. Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D., za vedení této práce, její rady, připomínky, poskytnutou literaturu, ochotu a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Richardu Ševčíkovi za pomoc při zpracování této práce. A především bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu.

V Praze dne:

.....

Abstrakt

Diplomová práce zjišťuje, zda velikost snůšky ovlivňuje velikost vajec a zda dochází k vlivu meziročních změn (tj. vlivu potravní nabídky) a sezónních změn (tj. vlivu data zahnízdění) na velikost snůšky a objem vajec samic sýce rousného (*Aegolius funereus*). V práci byla použita data získaná z terénu v letech 2000–2004 a 2014–2019. Data byla získána ve studijní oblasti umístěné v Krušných horách. Tato oblast imisemi poškozených lesních porostů slouží jako ideální místo pro hnízdění sýce rousného, převážně v budkách. V průběhu studijního období byla zjišťována potravní nabídka. Celkem bylo odchyceno 270 kusů drobných zemních savců. Nejvyšší podíl měla myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), která se vyskytovala v 60 % odchycených jedinců. Nejčasnější doba zahnízdění sýce rousného byla 10. března, nejpozději sýc zahnízdil 17. června. Průměrná doba zahnízdění byla 26. dubna (SD = 15). Celkem bylo za uvedené období změřeno 545 vajec s průměrným objemem 10,5 cm³ (SD = 0,6). Ve snůškách se vyskytovalo od 2 do 8 vajec, průměrný počet byl 4,65 kusů (SD = 0,7) vajec na snůšku. Se zvyšující se potravní nabídkou se zvyšovala velikost snůšky a její celkový objem. Objem vajec nebyl se zvyšující se potravní dostupností signifikantně ovlivněn. Nebyl nalezen signifikantní vliv velikosti snůšky na velikost vajec. Vliv doby zahnízdění na velikost snůšky a objem vajec nebyl prokázán.

Klíčová slova: sovy, snůška, objem vajec, potravní nabídka, zahnízdění

Abstract

This diploma thesis investigates the effect of the clutch size on the egg volume and inter-annual (i.e. the effect of the food supply) and within-seasonal (i.e. the effect of the laying date) changes in the clutch size and the egg volume of Boreal owl (*Aegolius funereus*) females. The data used in the thesis were obtained in the field in the years 2000–2004 and 2014–2019. The study area was located in the Ore Mountains. This area consisting of forests damaged by pollution serves as an ideal place for the Boreal owl and nest boxes. During the study period, a food supply was detected. A total of 270 mammals were captured. The Yellow-neck mouse (*Apodemus flavicollis*) was represented the most, occurring in 60 % of the food supply. The earliest laying date of the Boreal owl female was on March 10 and the latest on June 17, with an average laying date on April 26 (SD = 15). A total of 545 eggs with an average volume of 10.5 cm³ (SD = 0.6) were measured during the study period. There were 2 to 8 eggs in the clutch, on average 4.65 (SD = 0.7) eggs per clutch. With the increased food supply, the clutch size and its total volume also increased. However, the egg volume was not significantly affected by increasing food availability. There was no significant effect of the clutch size on the egg volume. The effect of the laying date on the clutch size and the egg volume was not proven.

Key words: owls, clutch, egg volume, food supply, nesting

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Cíle diplomové práce	2
2	Literární rešerše.....	3
2.1	Taxonomické zařazení	3
2.2	Popis druhu	3
2.3	Rozšíření	4
3.3.1	Rozšíření ve světě	4
3.3.2	Rozšíření v České republice.....	5
2.4	Migrace	7
2.5	Ochrana a ohrožení	7
2.6	Hnízdní biologie.....	8
2.6.1	Průběh zahníždění	9
2.6.2	Velikost snůšky	10
2.6.3	Inkubace	11
2.6.4	Velikost vajec.....	12
2.7	Hlasové projevy	13
2.8	Potrava.....	14
2.8.1	Složení potravy.....	14
2.8.2	Lov	15
2.8.3	Zásoby a konzumace	16
3	Metodika	17
3.1	Popis studijního území	17
3.2	Hnízdní budky	17
3.3	Měření vajec.....	18
3.4	Potravní nabídka.....	18
3.5	Statistická analýza.....	19
4	Výsledky	21
4.1	Potravní nabídka.....	21
4.2	Objemy vajec	25
4.2.1	Průměrná velikost vajec	25
4.2.2	Průměrná velikost snůšky	26
4.2.3	Průměrný objem vejce na velikost snůšky	28
4.3	Sezónní změny	29
5	Diskuze.....	32
6	Závěr	35
7	Literatura	36
8	Přílohy	42

1 Úvod

Sýc rousný (*Aegolius funereus*) je noční dravec a druhá nejmenší sova, vyskytující se na území České republiky (Kloubec 1986). První záznamy o výskytu této sovy na našem území jsou již z 19. století a od 90. let 20. století v Česku probíhá její monitoring (Hudec et Šťastný 2005). Sýc patří podle zákona č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. mezi silně ohrožené druhy. Vyskytuje se převážně v horských a podhorských polohách, ale můžeme ho najít i v nížinách (Šťastný et al. 2006). Sýc rousný si nikdy nestaví své hnízdo sám, ke hnízdění si vybírá dutiny stromů, zanechané např. po datlu černém (*Dryocopus martius*), nebo využívá vyvěšené budky (Drdáková–Zárybnická 2004). Na rozdíl od severských sýců je středoevropský sýc stálý a má tendenci hnízdit v blízkosti svého narození (Drdáková–Zárybnická 2004, Korpimäki 1987).

Sýc našel zalíbení v imisemi poškozených oblastech Krušných hor, kde pravidelně hnízdí. V 70. – 90. letech 20. stol. zde docházelo k výrazné těžbě hnědého uhlí a jeho zpracování. Poškození průmyslovými imisemi a emisemi z tepelných elektráren způsobilo zničení přítomných smrkových lesů a vznik rozlehlých holin a rozvolněných ploch (Šťastný et al. 2010). Ty tvoří na jedné straně ideální biotop pro výskyt drobných savců jako jsou hraboši (*Microtus* sp.) a myšice (*Apodemus* sp.), které jsou hlavní kořistí sýce, ale na straně druhé nehostí velké množství predátorů (Zárybnická et al. 2015).

Studiem potravní ekologie a hnízdní biologie se zabývají zahraniční i čeští autoři, například Drdáková–Zárybnická (2003), Korpimäki (1981), Rymešová (2006) a Vacík (1991). První studie na území České republiky byly provedeny v Beskydech (Borovička et Kašpar 1978) a v Jeseníkách (Beneš 1986). V Krušných horách probíhá výzkum od roku 1999. Tato data byla zpracována např. Davidovou (2009), Sobotovou (2008), či Vopálkou (2010). Marešová (2015) souhrnně zpracovala data o hnízdní biologii z let 1999–2012.

1.1 Cíle diplomové práce

Cílem práce je analyzovat sezónní a meziroční variabilitu v reprodukčním úsilí samic sýce rousného vyjádřenou velikostí snůšky (počet vajec ve snůšce) a objemem vajec.

Specifické cíle:

- 1) Shromáždit data o velikosti snůšky, objemu vajec a data zahrnutí sýce rousného z období 2000–2004 a 2014–2019,
- 2) shromáždit data o potravní nabídce drobných zemních savců z období 2000–2004 a 2014–2019,
- 3) zjistit vliv velikosti snůšky na objem vajec,
- 4) zjistit vliv potravní nabídky na meziroční změny ve velikosti snůšky a objemu vajec,
- 5) zjistit vliv data zahrnutí na objem vajec a velikost snůšky (tj. sezónní změny).

2 Literární rešerše

2.1 Taxonomické zařazení

Říše: Živočichové (Animalia)

Kmen: Strunatci (Chordata)

Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)

Třída: Ptáci (Aves)

Nadřád: Letci (Neognathae)

Řád: Sovy (Strigiformes)

Čeleď: Puštíkovití (Strigidae)

Rod: Sýc (*Aegolius*)

Druh: Sýc rousný (*Aegolius funereus*)

Poddruh: Sýc rousný evropský (*Aegolius funereus funereus* L.)

2.2 Popis druhu

Sýc rousný je malá sova podobná sýčkovi obecnému (*Athene noctua*). Rozměry obou sov jsou podobné (výška těla 22–27 cm, rozpětí křídel 50–62 cm), liší se ovšem hustotou opeření na nohách a zbarvením závoje (Bejček et Šťastný 2006, Hudec et al. 1983). Dále si sýce můžeme splést také s kulíškem nejmenším (*Glaucidium passerinum*), ten má ovšem menší rozpoležení, více podobné vrabci (*Passer domesticus*; Svensson et Grant 2004). Po kulíškovi nejmenším je sýc rousný druhá nejmenší sova vyskytující se na našem území (Kloubec 1986).

Let sýce je přímý a ve větvích sedává vzpřímeně (Šťastný et al. 2009). Charakteristickým znakem sýce (Příloha 1) je velká zakulacená hlava, která je ozdobena bílým obličejovým závojem a tmavohnědým orámováním a v jejím středu leží nažloutlý zobák a velké žluté oči s černým orámováním, jejichž spojnice tvoří rovnostranný trojúhelník, který je pro sýce typický. Jeho tělo je ve vrchní části tmavohnědé se světlými skvrnami, spodní část je bílá s tmavohnědým skvrněním. Sýc má krátký, tmavohnědý ocas se třemi řadami bílých teček, kulatá křídla a hustě opeřené nohy (Cramp et Simmons 1985, Šťastný et al. 2009). U mláďat (Příloha 2) se nevyskytuje bílé skvrnění, bílá kresba na obličejí je podobná písmenu X a jejich zbarvení je hnědo–černé (Cramp et Simmons 1985).

U sýce je zřetelný rozdíl v hmotnosti mezi samcem a samicí. Jedná se o sovu s největším pohlavním dimorfismem v Evropě (Hipkiss 2006). Samice vážící kolem 140–180 g jsou přibližně o 60 % těžší než samci s váhou 100–110 g (Drdáková–Zárybnická 2004). Nejvýrazněji se tento rozdíl projevuje v období hnízdění, kdy samice nabývá až dvojnásobné hmotnosti (Hipkiss 2006).

2.3 Rozšíření

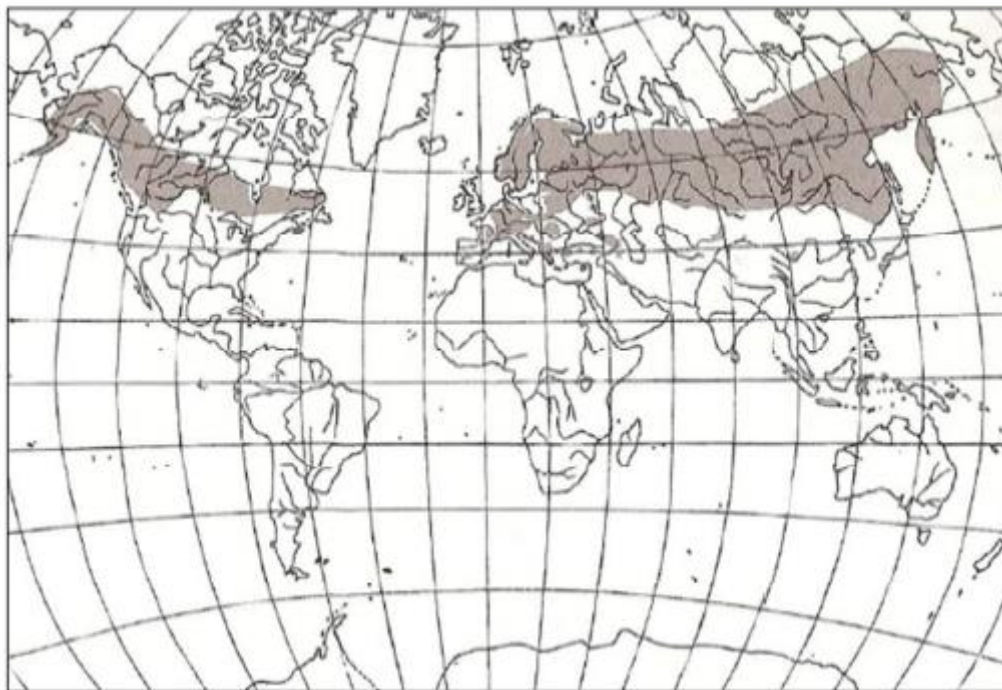
3.3.1 Rozšíření ve světě

Výskyt sýce rousného je především soustředěn na severu, značí se tzv. sibiřsko – kanadským typem rozšíření (Obr. 1; Hudec et Šťastný 2005). Obývá euroasijské a severoamerické jehličnaté lesy (tajgy; Cramp et Simmons 1985). Izolované populace jižně od tajgy jsou pravděpodobně glaciální relikty, zatímco středoevropské populace tvoří relikty postglaciální (Hudec et Šťastný 2005).

Dříve byl sýc dělen do 8 poddruhů, nyní uznáváme pouze pět (Mebs et Scherzinger 2000). Jsou to: sýc rousný evropský vyskytující se v Evropě (Linnaeus 1758), sýc rousný západosibiřský (*Aegolius funereus pallens*) na východě (Schalow 1908), sýc rousný kavkazský (*Aegolius funereus caucasicus*) na Kavkaze (Buturlin 1907) a zbylé dva poddruhy nacházející se ve východní Sibiři (*Aegolius funereus magnus*, Buturlin 1907) a Severní Americe (*Aegolius funereus richardsoni*, Bonaparte 1838) (Hudec et al. 1983).

Největší populace sýce můžeme najít ve Skandinávii, Rusku a Bělorusku (Mikkola 1983).

Sýc obývá především smrkové porosty, ale můžeme ho najít i ve smíšených či listnatých lesích, především s borovicí, břízou a topolem (Cramp et Simmons 1985).



Obrázek 1: Areál sýce rousněho (Hudec et Šťastný 2005).

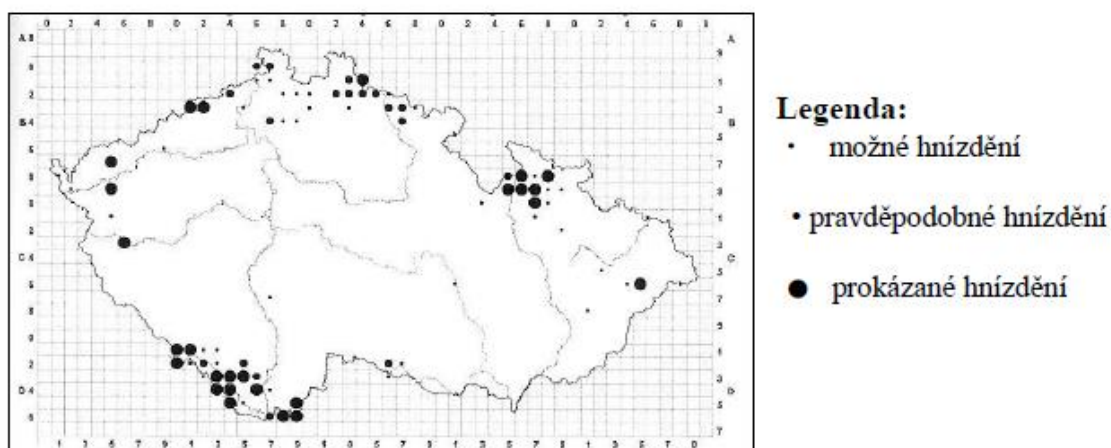
3.3.2 Rozšíření v České republice

První záznamy o výskytu sýce rousněho pocházejí z 19. století, kdy se objevoval v horských pohraničních oblastech (Hudec et Šťastný 2005). Do 60. let 20. století na sýce bylo nahlíženo jako na vzácnou sovu, od 80. let začal sýc pronikat i do vnitrozemí a dnes patří mezi pravidelně hnízdící sovy a v Červeném seznamu se udává jako druh zranitelný.

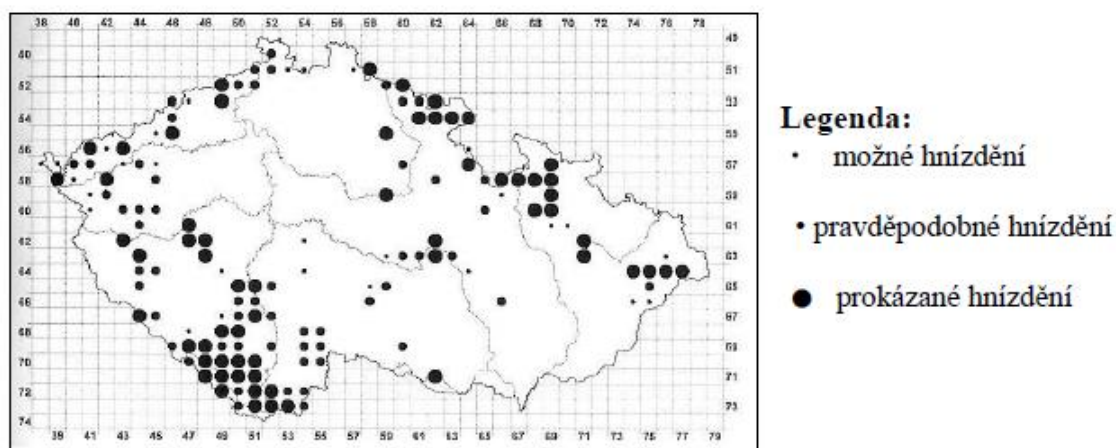
Monitoring sýce se v Česku provádí už od 90. let. V letech 2001–2003 se na území ČR vyskytovalo přibližně 1500–2000 párů (Šťastný et al. 2009, Vacík 1991).

Sýc se z horských a podhorských poloh rozšířil i do nižších poloh. Nejpočetnější populace se vyskytují ve výšce od 700 do 1000 m n. m. V současné době ho můžeme najít ve všech vnitrozemských a pohraničních pohořích (Šumava, Českomoravská vrchovina, Krkonoše, Krušné hory, Jizerské hory, Orlické hory, Beskydy, Jeseníky). V nadmořských výškách nižších jak 800 m n. m. (Křivoklátsko, Brdy, Znojensko) je ale v silné konkurenci s puštíkem obecným (*Strix aluco*). Místa s největším rozšířením v České republice jsou Novohradské hory a Šumava (Mikkola 1976, Šťastný et al. 2009).

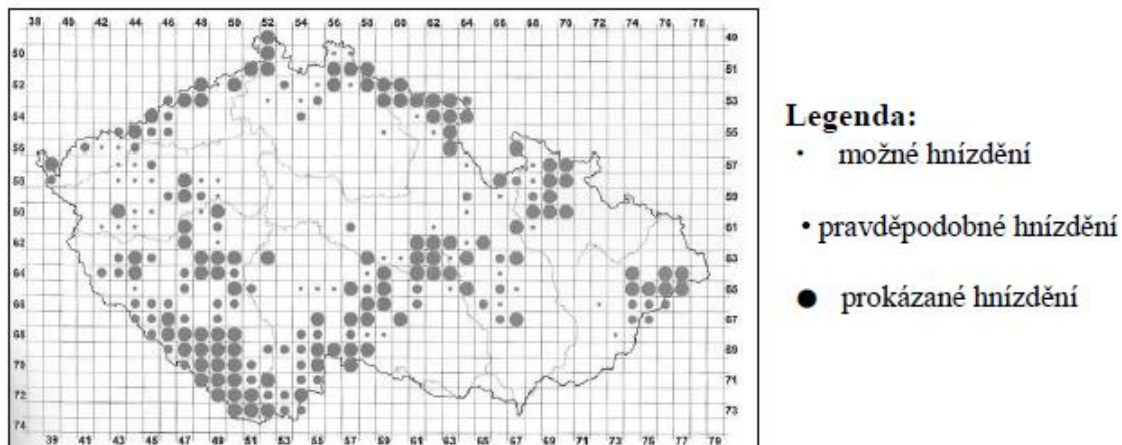
Zvyšující se trend výskytu sýce rousného v ČR je patrný z obsazenosti mapovacích kvadrátů. V letech 1973–1977 bylo obsazeno 10 % kvadrátů (Obr. 2), v letech 1985–1989 došlo k nárůstu o 13 procentních bodů (obsazeno 23 % kvadrátů; Obr. 3) a v letech 2001 – 2004, již obsazenost tvořila 37 % (nárůst o 14 procentních bodů od posledního mapování; Obr. 4; Šťastný et al. 2009).



Obrázek 2: Výskyt sýce rousného v České republice v letech 1973–1977 (Šťastný et al. 2009).



Obrázek 3: Výskyt sýce rousného v České republice v letech 1985–1989 (Šťastný et al. 2009).



Obrázek 4: Výskyt sýce rousného v České republice v letech 2001–2003 (Šťastný et al. 2009).

2.4 Migrace

Sýc rousný je ve střední Evropě stálý, samice většinou zahnízdí 15–20 km od místa narození (Drdáková–Zárybnická 2004, Korpimäki 1987). Na Skandinávském poloostrově a ve Finsku je však sýc (převážně samice a mlád'ata) částečně migrujícím druhem (Korpimäki 1987).

Sýci ze severu Evropy se mohou přesouvat od místa narození do vzdálenosti 200–500 km, někteří dokonce až 1350 km, když putují přes Baltské a Severní moře (del Hoyo et al. 1999). Rozdíl ve vzdálenosti migrace může být vysvětlen rozdílnými klimatickými podmínkami a potravní nabídkou.

Početnost hrabošů v boreálních oblastech kolísá ve 3–4letých intervalech, avšak na severu je kolísání výraznější než na jihu (Korpimäki 1987, Zárybnická et al. 2013).

2.5 Ochrana a ohrožení

Sýc rousný je chráněn v zákoně č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Ve vyhlášce č. 395/1992 Sb., kterou se provádí zákon 114/1992 Sb., se dle 2. části Přílohy č. III. sýc rousný řadí mezi zvláště chráněné druhy do kategorie silně ohrožené druhy.

Dále je chráněn směrnicí Evropské Unie o ptácích, celým názvem Směrnice Rady č. 79/409/EEC ze dne 2. 4. 1979 o ochraně volně žijících ptáků. Později novelizovanou Směrnicí Evropského parlamentu a Rady č. 2009/147/ES ze dne 30.

11. 2009 o ochraně volně žijících ptáků, kde se řadí do Přílohy č. I. (Šťastný et Bejček 2003).

V Červeném seznamu IUCN (vydává každé 2 roky Mezinárodní svaz ochrany přírody pro Českou republiku) je sýc udáván jako druh zranitelný (Chobot et Němec 2017).

Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin CITES ho zahrnuje v Příloze č. II.

Mezi nejčastější predátory sýce patří kuna (*Martes* sp.). Drdáková–Zárybnická (2002) udává že dochází k predaci kunou na hnízdě až v 50 % případů. Dále jsou největšími predátory sýce dravci, zejména výr velký (*Bubo bubo*), jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) a pušтік obecný, který ohrožuje zejména mláďata (König 1969, Vacík 1991).

Sýc je nepříznivě ovlivněn narušováním horských porostů a probírkou, při kterých dochází k odstranění doupných stromů, které slouží sýci jako přirozené hnízdiště (Závalský 2004). Mezi vhodná ochranná opatření patří zabránění ničení a vybírání hnízd, znemožnění nadměrného rušení v době hnízdění, zavěšování vhodných budek a zvýšení biodiverzity která povede ke zvýšení hnízdních možností (Flousek 1985, Závalský 2004).

2.6 Hnízdní biologie

Sýc rousný svoje hnízda nestaví a nehledá žádný materiál k hnízdění (Cramp et Simmons 1985). Hledá opuštěné dutiny ve stromech, které jsou většinou zanechány datlem černým a žlunou (*Picus* sp.), ale mohou také vzniknout vyhníváním, nebo ke hnízdění využije i vyvěšených budek (Kloubec 1986, Mikkola 1983).

Sýc hnízdo nečistí, dochází tak na dně hnízda k vytvoření několika centimetrové vrstvy tvořené ze zbytků kořisti, vývržků a trusu, tzv. potravního koláče, který se může dále analyzovat ke zjištění potravy (Šťastný et al. 2009).

Hnízdění většinou probíhá jedenkrát ročně od února do června, pouze v případě vysokého výskytu potravní nabídky může sýc zahnízdit vícekrát (většinou 2x, ojediněle 3x; Drdáková–Zárybnická, 2004, Eldegard et Sonerud 2009, Zárybnická 2009). Ve střední Evropě samice hnízdí ve stejné dutině jako předchozí roky nebo v okruhu 20 km od této dutiny. Existují i výjimky kdy se samice vzdálily

na stovky kilometrů. V Krušných horách však samice zahnízdily maximálně 6 km od posledního zahnízdění (Korpimäki 1981, Drdáková–Zárybnická 2004).

Sýci využívají mimo hnízdní období hnízdo pro ukládání zásob kořisti (Korpimäki 1987). Žijí soliterně a pár vytváří nově každý rok (Hudec et Šťastný 2005).

V letech s vysokou potravní nabídkou se u sýce objevuje polygynie (samec zahnízdí najednou s více samicemi) a polyandrie (samice opustí své hnízdo a zahnízdí s jiným samcem; Korpimäki 1992). Při vyšší početnosti drobných savců zahnízdí až 20 % samců najednou se dvěma, někdy i se třemi samicemi (Korpimäki et Hakkarainen 1991). První samice, se kterými samec zahnízdí jsou zpravidla úspěšnější (snášejí větší počet vajec a vyvádí více mláďat), to může být dáno tím, že polygynní samci přináší nedostatek potravy po vylíhnutí mláďat (Carlsson 1987, Korpimäki et Hakkarainen 1991). Hnízda polygammích samců jsou od sebe poměrně vzdálená, což přináší teorii, že se samci snaží svojí polygynií skrýt (Korpimäki 1989).

Úspěšný průběh zahnízdění záleží zejména na dostupnosti kořisti a klimatických podmínkách (Drdáková–Zárybnická 2004, Korpimäki 1981).

2.6.1 Průběh zahnízdění

Samec, který se na svém území vyskytuje po celý rok, začne vydávat od února hlasové projevy (Kloubec 2007). Tím se samec snaží přilákat samici, přičemž jeho hlasová aktivita je nejvýraznější v noci (Hudec et Šťastný 2005). První vlétává do stromové dutiny samec s ulovenou kořistí, poté ho následuje samice (König 1969). Páření, trvající obvykle 4–6 vteřin, probíhá v noci ve větroví v blízkosti dutiny za doprovodu pronikavého křiku (Cramp et Simmons 1985, Hudec et Šťastný 2005).

Samci zásobují samici i s mláďaty potravou, a to po celou dobu hnízdění. Když samice opustí hnízdo, péče o mláďata zůstává na samcích (Drdáková–Zárybnická 2004). Zárybnická (2009) zjistila z údajů z let 2004 a 2006, že při vysoké dostupnosti potravy v roce 2004 většina samic hnízdo opustila a nechala péči o ně jen na samcovi, a naopak při nedostatku v roce 2006 v rodičovské péči pokračovala.

Již od jednoho roku je sýc schopný rozmnožování i při nedostatku potravní nabídky. V roce s nízkou dostupností potravy samice hnízdí pouze se staršími samci, jednoletí samci se většinou nerozmnožují (Korpimäki 1981). Úspěšnost hnízdění se totiž zvyšuje se zvyšujícím se věkem samce (Drdáková–Zárybnická 2004). Při možnosti výběru si proto samice zvolí staršího samce (Korpimäki 1989). Když dojde k zahnízdění jednoleté samice s jednoletým samcem, tak začátek jejich snůšky připadne do pozdějšího období, mají menší počet vajec, nízkou úspěšnost líhnutí a nižší počet vyvedených mláďat oproti starším hnízdícím párům (Drdáková–Zárybnická 2004).

2.6.2 Velikost snůšky

Korpimäki (1990) uvádí, že je samice schopna naklást 6–8 vajec, a při nedostatku potravní nabídky 3–5 vajec, zatímco Vacík (1991) zjistil že samice kladou 1–7 vajec, nejčastěji však 5–6 vajec. V Krušných horách bylo v letech 2000–2001 nalezeno v průměru 4,5 (SD = 1) vajec na hnízdo (Drdáková–Zárybnická 2003). Počet vajec ve snůšce se mezi různými druhy sov liší. Sova pálená (*Tyto alba*) klade průměrně 3–10 vajec, puštík obecný 2–5 vajec, výr velký 1–5 vajec, kulíšek nejmenší 5–6 vajec, kalouš ušatý (*Asio otus*) 3–7 vajec a sýček obecný klade 3–6 vajec na snůšku (Ehrlich et al. 1988).

Velikost snůšky (Příloha 3) je závislá na dostupnosti potravy. Drdáková–Zárybnická (2003) uvádí, že samice kladla menší snůšky v letech s nízkou dostupností hrabošů. Hörnfeldt et Eklund (1990) poskytli vybraným samicím extra potravu před dobou zahnízdění i v době zahnízdění a zjistili, že nakrmené samice měly větší váhu, dříve se začaly rozmnožovat a měly větší velikost snůšky oproti samicím, kterým nebyla poskytnuta dodatečná potrava.

Velikost snůšky je ovlivněna i dalšími faktory jako je například věk samice (mladší samice mají menší snůšku než starší), zeměpisná šířka (blíže k rovníku je snůška menší), typ hnízdění (ptáci tvořící kolonie mají menší snůšku než solitérní druhy) a kvalita biotopu (Ehrlich et al. 1988, Laaksonen et al. 2002).

Velikost snůšky ovlivňuje i datum zahnízdění. Při nízké potravní nabídce můžou mezi tvorbou páru a začátkem snůšky uběhnout až 2 měsíce (Glutz et Bauer 1980).

Ve Finsku bylo zjištěno, že v budkách jsou větší snůšky než v hnízdních dutinách. To poukazuje na skutečnost, že velikost snůšky je závislá na velikosti dutiny (Korpimäki 1984).

2.6.3 Inkubace

Samička zahnízdí v dutině přibližně 7 dní před snůškou prvního vejce z důvodu nabrání dostatku živin a energie (Cramp et Simmons 1985, Perrins 1970). Hlavní roli při zahřívání vajec má samice, která snáší po 48–hodinových intervalech a začíná inkubovat již po snesení prvního vejce (Hudec et Šťastný 2005).

První vejce se inkubuje přibližně 29,2 dní a poslední vejce 26,6 dní. Mláďata se líhnou v různou dobu (tzv. asynchronní líhnutí) postupně od prvního sneseného vejce po poslední (Korpimäki 1981). Asynchronní líhnutí je pravděpodobně adaptací na změny v dostupnosti potravy. Při nedostatečné potravní nabídce jako první většinou umírá nejdříve vylíhlé mládě, které poté může sloužit jako potrava pro ostatní mladé (Korpimäki et Hakkarainen 2012, Lacl 1954). Korpimäki et Hakkarainen 2012 zjistili, že u asynchronního líhnutí má vliv i věk samce a teritorium. U ročních samců v méně kvalitních teritoriích je asynchronie v líhnutí větší než v kvalitních teritoriích, u starších samců však nebyly zaznamenány žádné změny.

Korpimäki (1981) zjistil výrazné procento úspěšnosti líhnutí mláďat ve velké snůšce, což je dáno především velkou dostupností potravní nabídky.

Zárybnická (2008) ve své studii zjistila, že samci obstarávali kořist po celou dobu inkubace vajec a výchovy mláďat, zatímco samice nepřetržitě seděly na hnízdě a uskutečňovaly pouze krátké výlety trvající pár minut. Samec přináší kořist až do hnízda, dovnitř hnízdní dutiny však zalétává jen vzácně (Zárybnická 2008).

Po narození se u mláďat vyskytuje bílé prachové peří, které postupem času tmavne a po 7 dnech se mění v tzv. mesoptilii (Vacík 1991).

Mláďata zůstávají ve snůšce 27–38 dnů od vylíhnutí. Tato doba je ovlivněna délkou křídel (se zvyšující se délkou křídel se zkracuje doba opuštění hnízda). Mláďata jsou po opuštění hnízda schopni letu (Kouba et al. 2015).

Mláďata se poté již do dutiny nevrací, ale rodiče jim zajišťují potravu ještě po dobu 5–6 týdnů (Cramp et Simmons 1985, Hudec et Šťastný 2005).

2.6.4 Velikost vajec

Vejce sýce mají eliptický tvar, jsou mírně lesklá, hladká a zbarvená do bíla (Cramp et Simmons 1985).

Vacík et al. (1991) zjistil, že průměrná velikost vajec je 32,6 x 26,4 mm, přičemž průměrná délka je 32,55 (SD = 1,23) mm a průměrná šířka 26,44 (SD = 0,82) mm, největší nalezené vejce měřilo 36 x 27 mm a nejmenší vejce 30,3 x 24 mm. Drdáková–Zárybnická (2003) naměřila v Krušných horách v letech 1999–2001 průměrnou velikost vajec 26,8 x 32,8 mm, přičemž největší vejce měřilo 26,6 x 35 mm a nejmenší 25,1 x 30,2 mm a jejich průměrný objem byl 8,7 cm³ s minimálním objemem 8,1 cm³ a s maximálním objemem 9,1 cm³.

Hakkarainen et Korpimäki (1994) zjistili, že velikost vajec byla více ovlivněna věkem samce, datem zahníždění a cykly drobných zemních savců než věkem samice a kvalitou teritoria. Velikost vajec byla největší při zvyšující se početnosti hrabošů, když šance na přežití potomků byly největší. Korpimäki et Hakkarainen (1993) uvádějí, že když potravní dostupnost hrabošů byla na svém vrcholu, měly těžší samice s delšími křídly signifikantně větší vejce než lehčí samice s kratšími křídly. K podobným závěrům došel Järvinen (1991) u lejska černohlavého (*Ficedula hypoleuca*) a sýkory laponské (*Poecile cinctus*), u kterých těžší samice snášely větší vejce.

U racků novozélandských (*Larus novaehollandiae scopulinus*) zjistil Mills (1979) že pořadí, v jakém je vejce sneseno, ovlivňovalo velikost vajec (velikost vajec se postupně zmenšovala).

Vejce váží kolem 12–13 gramů (Cramp et Simmons 1985). Hmotnost vajec klesá s délkou od jejich snesení. V době inkubace dojde ke snížení hmotnosti vajec vlivem transpirace až o 1/3, je tedy důležité vážit vejce co nejdříve od jejich snesení (Mattas 1999). Vacík et al. (1991) zvažil vejce v den snůšky a poté v období 6–10 dní před vylíhnutím mláďat. Zjistil, že doslo k rozpoznatelné ztrátě hmotnosti, z první naměřené váhy 13,75 (SD = 0,25) gramů se hmotnost snížila na 11,11 (SD = 0,25) gramů. K podobnému závěru došla také Drdáková – Zárybnická (2003).

Velikost vajec může ovlivňovat výkon potomstva, větší vejce mají nutriční a termoregulační výhodu a tím se zlepšuje jejich vitalita (Karell et al. 2008, Serrano et al. 2005).

2.7 Hlasové projevy

Sýc rousný vydává až 16 rozdílných hlasových projevů (Cramp et Simmons 1985). Korpimäki et Hakkarainen (2012) uvádějí, že se u sýce vyskytuje nejméně 8 druhů vokalizací. V období toku vydává zvuk podobný volání dudka chocholatého (*Upupa epops*), připomínající pupupu a dududu (Šťastný et al. 2006). Hlasové projevy mláďat zní jako pípavé a cvrčivé zvuky a jsou výraznější v době při nedostatku potravy (Kouba et al. 2014, Šťastný et al. 2009).

Sýce můžeme slyšet od února (tzv. teritoriální volání) do května (Kloubec 2007). Při nepříznivých teplotách se samci začínají ozývat až o měsíc později (Drdáková–Zárybnická 2004). Samec neúspěšný v nalezení partnerky toká až do června, zatímco u úspěšného samce se tokání zkracuje, až úplně vymizí po naklazení vajec samičkou (Cramp et Simmons 1985, Holmberg 1979). Sýce můžeme na začátku hnízdního období slyšet i ve dne, většinou však vydává hlasové projevy k večeru nebo brzy ráno (Drdáková–Zárybnická 2004, Šťastný et al. 2006).

Hlasové projevy jsou ovlivněny dostupností potravní nabídky, ale i klimatem. Při dostatku potravy sýc houká po celou noc, při jejím nedostatku jen málokdy (Drdáková–Zárybnická 2002). Při dobrých klimatických podmínkách můžeme sýce slyšet až na vzdálenost 3 km, zatímco při silném dešti či větru sýc nehouká (Drdáková–Zárybnická 2004, Mikkola 1983). V Krušných horách nebyl zjištěn vliv množství srážek a rychlosti větru na vokální aktivitu sýce, nižší vokální aktivita v době nižší potravní nabídky však byla potvrzena (Ševčík et al. 2019). Při jasných nocích, kdy dosahuje teplota 5–6 °C je volání sýce nejintenzivnější (Dvořák 1998). Ševčík et al. (2019) uvádí že samčí tok dosahuje dvou maxim, kolem 11.–12. hodiny večerní a 3.–4. hodiny ranní.

Kloubec (1986) zjistil, že hlasovou aktivitu sýce ovlivňuje také četnost rušení člověkem, predátorem nebo jiným sýcem. Hlasová aktivita je výraznější u sýců, kteří jsou rušeni projevy jiných samců.

2.8 Potrava

2.8.1 Složení potravy

Potrava sýce se skládá z živočišné stravy, převážně z drobných savců. Sýc je však potravní generalista, což znamená že při poklesu hlavní složky potravy se sýc zaměří na alternativní kořist (Korpimäki 1986). Složení jeho potravy záleží na třech základních faktorech: na potravní nabídce, na schopnosti jedince ulovit kořist a na jeho preferencích (Mlíkovský 1998).

Největší podíl v potravě sýce v České republice má hraboš rodu *Microtus* a myšice rodu *Apodemus*. Dále se v jeho potravě objevuje normík rudý (*Myodes glareolus*), rejsek (*Sorex* sp.), vzácněji plšík lískový (*Muscardinus avellannarius*) či netopýr (*Microchiroptera*; Pokorný 2000, Zárybnická et al. 2013). Při nedostatku hlavní kořisti se sýc uchýlí i k lovu drobných ptáků, jako jsou sýkory (*Parus*), pěnkavy (*Fringilla*) nebo drozdí mláďata (*Turdus*; Felix et Hísek 1975, Hudec 1983). Plazi, obojživelníci a bezobratlí mají v potravě pouze mizivý význam (Pokorný 2000).

Populace hrabošů ve střední Evropě jsou víceméně stabilní, naproti tomu severské populace vykazují 3 až 5leté cykly (Korpimäki 1988). Důležitou složkou potravy pro středoevropské populace sýců, na rozdíl od populací severských, jsou myšice, tvoří 10–70 % složky potravy (Zárybnická et al. 2013).

V CHKO Žďárské vrchy se ve složení potravy nejčastěji nacházel hraboš polní (*Microtus arvalis*) a hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), první jmenovaný se vyskytoval v 28 % a druhý v o něco menším zastoupení (Rymešová 2006). V Krušných horách a v Krkonoších měl Vopálka (2012) stejné výsledky. Na obou studovaných územích bylo v potravě největší zastoupení hraboše, a to 46 % v Krušných horách a 37 % v Krkonoších.

Složení potravy může být ovlivněno i pohlavím. V letech nízké početnosti drobných zemních savců může mít menší a obratnější samec výhodu před samicí při lovu hbitější kořisti, jakou jsou například ptáci (Korpimäki 1987).

Bylo prokázáno, že dostupnost myšic v Krušných horách se pozitivně odráží v potravě. Stejná skutečnost nebyla u hrabošů zjištěna. Zastoupení myšic v potravě

se však zmenšovalo se zvyšujícím se podílem alternativní kořisti (Zárybnická et al. 2013).

Při dostatečném množství potravní nabídky si sýc vytváří zásoby na horší časy (Bondrup – Nielsen 1977). Pokud je malá dostupnost potravy, může se u sýce projevit kronismus (samice pozře mládě), nebo kainismus (starší sourozenci pozřou mladší; Drdáková–Zárybnická 2004).

2.8.2 Lov

Sýc většinou loví uvnitř lesních porostů (Norberg 1970). Pokud je jeho lov neúspěšný, loví časně zrána i v průběhu dne, ale běžně loví převážně v noci (Cramp et Simmons 1985, Zárybnická et al. 2012). Loví ze 4,5 metrů z nízko položené pozorovatelné (kolem 1,7 metrů), kterou poměrně často mění (Norberg 1970). Je schopný lovit i za letu (Mlíkovský 1998).

V době nedostatku potravní nabídky loví samec až 3 km od hnízda, při dostatku kořisti se samec pohybuje od hnízda jenom do 1 km (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Velikost loviště je kolem 3 km² (Korpimäki 1986). Pozorovatelné jsou od sebe vzdáleny kolem 17 metrů. Na každém čekacím místě vydrží sýc kolem dvou minut a při nedostatku kořisti až po dobu 30 minut.

Při dobré dostupnosti kořisti stačí sýci pro úspěšný lov 9 napadnutí, při nízké dostupnosti potravy potřebuje až 126 útoků (Glutz et Bauer 1980).

Sýc má tzv. bilaterální asymetrii sluchového ústrojí, díky které lokalizuje kořist. Čeká kolem 10 minut, než na kořist zaútočí, a většinou ji uloví do 10 metrů od čekacího místa (del Hoyo et al. 1999).

Poté co zaregistruje kořist, nejprve pohybuje lehce křídly a ve vzdálenosti jednoho metru od kořisti už pouze plachtí. Vystrčí pařáty vpřed, křídla drží ve tvaru připomínajícím písmeno V, rozprostře ocas, hlavu skloní k nohám a zavře oči, aby nedošlo k jejich poškození kořistí (Norberg 1970). Kořist poté usmrtí klovnutím do krku nebo hlavy, ale živou ji dokáže nést až po dobu 20 minut. V letu kořist drží v jednom pařátu a před hnízdem si ji přemístí do zobáku (Cramp et Simmons 1985). Zárybnická (2020) uvádí, že sýc dekapituje část kořisti (21–24 % drobných savců a 19 % ptáků), než ji doručí do hnízda.

2.8.3 Zásoby a konzumace

Sýc vytváří zásoby potravy ve hnízdě již před začátkem hnízdění. Ve Finsku byly po dobu 13 let výzkumu nacházeny zásoby potravy, které byly ze 72 % tvořeny hraboši, pouze ve hnízdních dutinách (Korpimäki 1987).

Korpimäki (1987) zjistil, že větší zásoby si sýci vytvářeli při vyšší dostupnosti kořisti, kdy zahnízdili dříve a bylo pravděpodobnější nepříznivé počasí. Když se v blízkosti do 1 km vyskytoval jiný predátor hrabošů, vytvářeli sýcové menší zásoby.

Korpimäki (1987) uvádí délku skladování kořisti 9 dní, zatímco Vacík (1991) jenom 3 dny. Délka skladování závisí na teplotě. Bondrup–Nielsen (1977) uvádí, že je sýc schopný rozmrazit kořit stejným způsobem, jakým zahřívá vejce.

Uskladněná potrava se často (až z 50 %) nachází bez hlavy nebo přední části těla, přičemž samice požívá kořist od hlavy (Sulkava et Sulkava 1971). Menší jedinci jsou zkonzumováni v celku, zatímco větší jsou požíváni po částech (Vacík 1991).

Dravci a sovy zpravidla vytváří tzv. vývržky. Zkonzumovaná potrava je u nich strávena za krátkou dobu (kolem 13 hodin) a dochází k nízké koncentraci žaludečních šťáv, což vede k tomu, že těžko stravitelné části potravy jako jsou peří, chlupy a kosti se nestihnou zcela rozložit. Tyto nerozložené části jsou vyvrhnuty ven z těla v podobě vývržků. K tomuto jevu dochází zpravidla 1–2x denně. Průměrný vývržek je vysoký 22 mm a široký 12 mm (Erkinaro 1973). Vývržky nám rozběrem, který se provádí buď za sucha nebo louhováním v 10% roztoku hydroxidu sodného, mohou poskytnout důležité informace o složení potravy daného jedince (Pokorný 2000).

3 Metodika

3.1 Popis studijního území

Studijní oblast se nachází na severu České republiky ve východní části Krušných hor. Nadmořská výška území se pohybuje od 735 m n. m. do 956 m n. m. Oblast byla v počátečních letech rozlehlá přibližně 70 km², dnes její rozloha činí až 145 km². V okolí studovaného území se nachází vodní nádrž Fláje.

V 70.–80. letech byly lesy v oblasti Krušných hor silně poškozeny průmyslovými imisemi z povrchové těžby hnědého uhlí a vznikajícími emisemi z tepelných elektráren při jeho spalování (Drdková–Zárybnická 2004). Vzrostlé smrkové lesy byly poškozeny, nebo zničeny a vznikaly rozlehlé holiny a rozvolněné plochy (Šťastný et al. 2010). Jelikož sýc ke svému hnízdění využívá staré doupné stromy, vykácení dřevin mělo za následek zničení přirozeného habitatu sýce rousného (Drdáková–Zárybnická 2004).

Současná studijní oblast se skládá převážně z jehličnanů (67 %), z toho je v největší míře zastoupen smrk pichlavý (*Picea pungens*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Z listnatých stromů můžeme převážně najít buk lesní (*Fagus sylvatica*), břízu (*Betula* sp.), modřín opadavý (*Larix decidua*) a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*; Chvátal 2009). Na nelesních plochách se hojně vyskytuje třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), která v kombinaci s mozaikovitou krajinou tvoří vhodné podmínky pro zahnízdění sýce. V tomto typu mozaikovitých holin se totiž vyskytuje velké množství potravy, ale malý počet predátorů (Zárybnická et al. 2015).

3.2 Hnízdní budky

V letech 2000–2004 a 2014–2019 bylo ve studijní oblasti rozmístěno od 100 do 246 budek, v průměru 175,9 (SD = 69,7). Budky jsou využívány sýcem rousným při nedostatku primárních a sekundárních dutin. Hnízdní budky jsou vyrobeny na zakázku z dřevěných prken o tloušťce 2 cm. Stěny budky jsou vysoké 45 cm a dno má rozměry 25 x 25 cm, přičemž střecha přečnává přes přední stěnu o 2 cm. V přední části budky je vytvořen kruhový vletový otvor o průměru 8 cm. Na dno budky je umístěna vrstva pilin. V době zahnízdění sýce rousného je na budky použita antipredační ochrana v podobě plechů na horní a přední stěně budek (Příloha 4).

Tyto budky byly rozvěšeny kolem okrajů lesních porostů, převážně na smrky, nebo na vhodně umístěné bukové či modřínové porosty.

V průběhu hnízdní sezóny (od března do června) byly obsazené budky pravidelně kontrolovány každých 7–14 dní. Budky byly kontrolovány za pomoci endoskopické kamery, nebo manuálně s přistaveným žebříkem.

Byla zjišťována tato data: datum zahnízdění, konec hnízdění, velikost snůšky, počet vylíhlých a vylétlých mládřat, jejich predace a kořist ve hnízdě. U vajec se zjišťovala jejich délka, šířka a váha. U mládřat se průběžně dokumentoval jejich růst, konkrétně hmotnost a délka křídel. Ve stáří dvou týdnů se poté mládřata spolu s dospělými samicemi kroužkovaly.

3.3 Měření vajec

Každé vejce bylo změřeno pomocí posuvného měřítka, tzv. šuplery. Měření bylo provedeno s přesností na desetinu milimetru. Nejprve byla změřena délka (L) vejce a poté jeho šířka (B).

V programu MS Excel se vytvořila databáze, do které se zadala zjištěná data, konkrétně číslo budky, rok, velikost snůšky, počet vylíhlých a počet vylétlých mládřat, datum zahnízdění, konec zahnízdění, první mládě, datum měření, délka a šířka každého vejce a jejich objem. Objem vajec byl vypočítán pomocí vzorce $0,457 \times L \times B^2$ dle metodiky Šálka et Zárybnické (2015).

3.4 Potravní nabídka

Odchyty drobných zemních savců slouží k určení dostupnosti potravní nabídky sýce rousného. V této práci byla použita data z odchyť v letech 2000–2004 a 2014–2019. Odchyty drobných zemních savců probíhaly na začátku června v oblasti Krušných hor.

Byla použita kvadrátová metoda, při které se na daném území pokládají sklápovací pastičky po 10 metrech na ploše 100 x 100 m dle metody Pelikána (1971). Odchyty se provádějí na třech kvadrátech (B, C, D). Kvadrát B se nachází na souřadnicích N 50°40.276', E 13°33.708', kvadrát C na souřadnicích N 50°39.652', E 13°32.463' a kvadrát D na souřadnicích N 50°38.939', E 13°31.870'. Na každý kvadrát bylo umístěno 121 pastí. Ve zkoumaných letech bylo položeno na třech

kvadrátech po dobu 3 nocí celkově 1089 pastí. Jedinou výjimku tvořil rok 2017, ve kterém bylo možné pasti položit pouze na kvadráty B a C z důvodu těžby dřeva na kvadrátu D. V roce 2017 bylo na dvou kvadrátech po dobu 3 nocí položeno celkem 726 pastí.

Na kvadrátu B je lesní porost převážně tvořen smrkem pichlavým a modřínem opadavým. Lesní porost na kvadrátu C byl tvořen převážně smrkem pichlavým, avšak v roce 2018 došlo k rozsáhlému vykácení lesního porostu a vytvoření volné plochy. Na kvadrátu D dominoval smrk pichlavý, nicméně po těžbě dřeva v roce 2017 se zde převážně vyskytuje volná plocha se solitárními dřevinami smrku ztepilého.

Použité pastičky byly navazeny směsí mouky, tuku a uzeného masa, která byla natřena na nastříhané kousky knotu. Po dobu 3 dnů byly pastičky každé ráno kontrolovány. U každého odchyceného jedince byl zjišťován druh, pohlaví, váha a rozměr. Celkový počet odchycených zemních savců byl přepočítán na 100 past'onocí pomocí vzorce: celkový počet jedinců / (celkový počet pastí na jeden kvadrát * počet položených kvadrátů * 3 noci) * 100 (Šťastný et al. 2010, Šindelář et al. 2015, Zárybnická et al. 2013).

Chycenými druhy na daném studijním území jsou nejčastěji myšice lesní, myšice křovinná, hraboš mokřadní, hraboš polní, norník rudý, rejsek obecný, rejsek malý. Do analýzy byly použity pouze vybrané druhy zemních savců, a sice druhy myšice rodu *Apodemus* a hraboši rodu *Microtus*, kteří jsou hlavní kořistí sýce rousného (Zárybnická 2020).

3.5 Statistická analýza

Veškerá data použitá v této práci z let 2000–2004 a 2014–2019, byla poskytnutá školitelkou práce doc. Ing. Markétou Zárybnickou, Ph.D. Na sběru dat v terénu jsem se od roku 2015 podílela. Všechna data, která byla použita v této diplomové práci byla zpracována pomocí programu MS Excel a programu R (verze 4.0.4 (2021–02–15)). Do analýz vstupovala data pouze z dokončených snůšek. Vzhledem ke zkoumaným datům byla použita statistická metoda lineární regrese v programu RStudio (verze 4.0.4 (2021–02–15); RStudio Team 2021).

Celkem bylo provedeno 6 analýz. Bylo zjišťováno, zda má velikost snůšky (součet všech snesených vajec ve snůšce, nezávislá proměnná x) vliv na objem vajec (průměrný objem vajec ve snůšce, závislá proměnná y). Vliv data zahníždění (nezávislá proměnná x) na objem vajec (průměrný objem vajec ve snůšce, závislá proměnná y). Vliv data zahníždění (nezávislá proměnná x) na velikost snůšky (součet všech snesených vajec ve snůšce, závislá proměnná y). Vliv dostupnosti potravní nabídky (přepočítané na 100 past'onocí, nezávislá proměnná x) na objem vajec (průměrný objem vajec ve snůšce, závislá proměnná y). Vliv dostupnosti potravní nabídky (přepočítané na 100 past'onocí, nezávislá proměnná x) na velikost snůšky (součet všech snesených vajec ve snůšce, závislá proměnná y). Vliv dostupnosti potravní nabídky (přepočítané na 100 past'onocí, nezávislá proměnná x) na objem snůšky (součet objemů všech snesených vajec ve snůšce, závislá proměnná y).

4 Výsledky

4.1 Potravní nabídka

V letech 2000–2004 a 2014–2019 bylo odchyceno celkem 270 kusů drobných zemních savců (Tab. 1). Nejvyšší zastoupení měla myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) v celkovém počtu 162 kusů (60 %). Dále zde byl zastoupen hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*, 40 ks, 14,8 %), norník rudý (*Myodes glareolus*, 36 ks, 13,3 %), rejsek obecný (*Sorex araneus*, 21 ks, 7,8 %), myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*, 9 ks, 3,3 %) a s nejmenším zastoupením rejsek malý (*Sorex minutus*) a hraboš polní (*Microtus arvalis*, 1 ks, 0,4 %; Obr.5).

Hlavní kořist sýce rousného ve střední Evropě tvoří myšice rodu *Apodemus* a hraboši rodu *Microtus* (Tab. 2). Celkově bylo mezi roky 2000–2004 a 2014–2019 chyceno 167 myšic rodu *Apodemus* a 41 hrabošů rodu *Microtus*, s celkovým počtem 20,98 ind./100 past'onocí. Početnost myšic v průběhu let kolísala, s výraznými gradacemi v letech 2004, 2015, 2017 a 2019. Početnost u hrabošů výrazně nekolísala, k mírným gradacím došlo v letech 2002, 2004 a 2015. Nejvyšší počet myšic byl odchycen v roce 2004 (57 ks), v tomto roce byl odchycen také nejvyšší počet hrabošů (10 ks). Celkově bylo v roce 2004 odchyceno 6,15 ind./100 past'onocí.

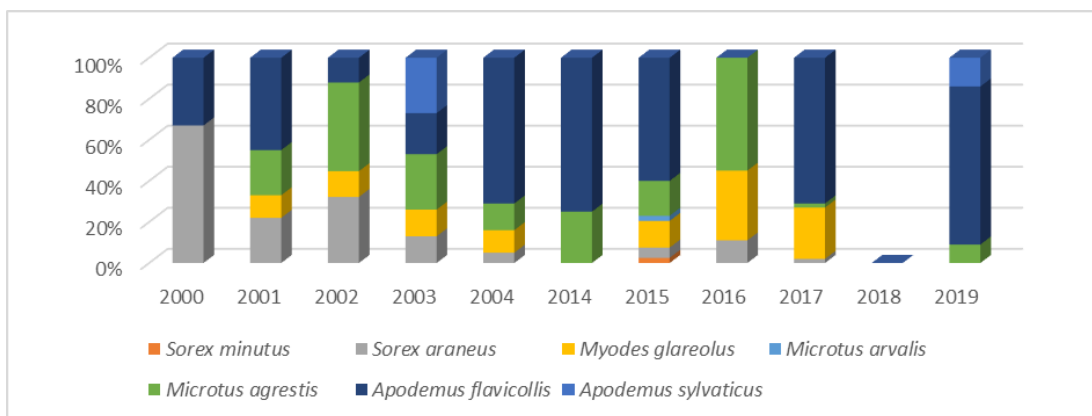
Ve zkoumaném období nebyly zjištěny významné meziroční změny v objemu vajec – tj. objem vajec v jednotlivých letech nebyl ovlivněn početností hlavní složky potravy (myšice a hraboši) sýce rousného ($P = 0,06332$, $F = 3,5232$, $DF = 104$; Obr. 6). Dostupnost potravní nabídky ovšem ovlivnila velikost snůšky sýce ($P = 1,604e-09^{***}$, $F = 43,831$, $DF = 104$). Celková velikost snůšky se signifikantně zvyšovala se zvyšující se dostupností potravy (Obr. 7). Dostupnost potravní nabídky také ovlivnila celkový objem snůšky sýce ($P = 6,182e-08^{***}$, $F = 34,034$, $DF = 104$). Se zvyšujícím se množstvím početnosti drobných zemních savců se tedy výrazně zvyšuje celkový objem snůšky sýce (Obr. 8). Meziroční změny velikosti snůšky tedy byly prokázány.

Rok	<i>Sorex minutus</i>	<i>Sorex araneus</i>	<i>Myodes glareolus</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Microtus agrestis</i>	<i>Apodemus flavicollis</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Celkem
2000	0	4	0	0	0	2	0	6
2001	0	2	1	0	2	4	0	9
2002	0	5	2	0	7	2	0	16
2003	0	2	2	0	4	3	4	15
2004	0	4	9	0	10	57	0	80
2014	0	0	0	0	1	3	0	4
2015	1	2	5	1	7	24	0	40
2016	0	1	3	0	5	0	0	9
2017	0	1	14	0	1	40	0	56
2018	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	3	27	5	35
Celkem	1	21	36	1	40	162	9	270
%	0,4	7,8	13,3	0,4	14,8	60,0	3,3	100

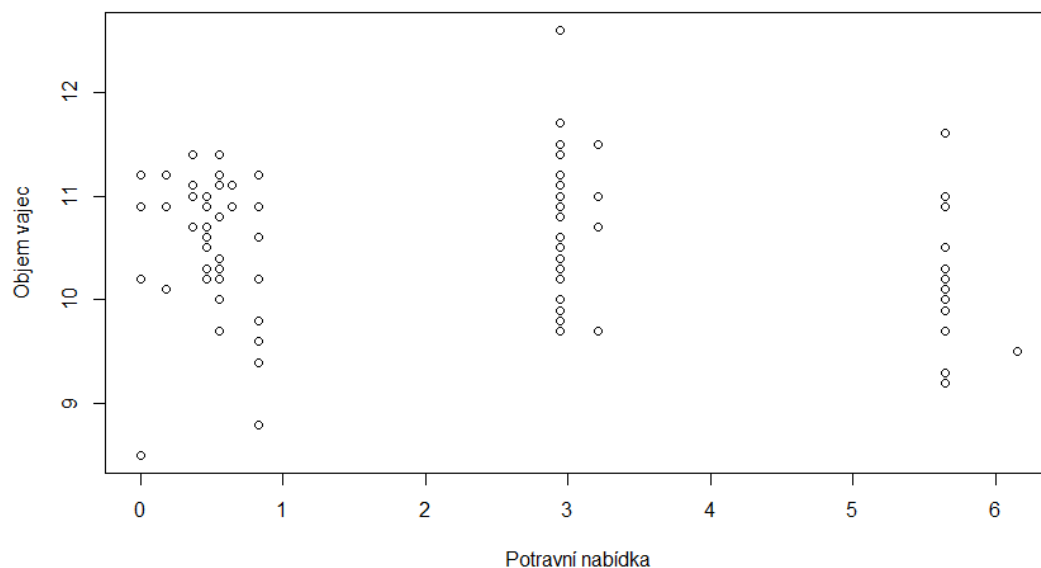
Tabulka 1: Počet odchycených drobných zemních savců v Krušných horách v letech 2000–2004 a 2014–2019.

Rok	<i>Apodemus</i> sp.	<i>Microtus</i> sp.	<i>Apodemus</i> spp. + <i>Microtus</i> sp.	100 pastonocí
2000	2	0	2	0,18
2001	4	2	6	0,55
2002	2	7	9	0,83
2003	3	4	7	0,64
2004	57	10	67	6,15
2014	3	1	4	0,37
2015	24	8	32	2,94
2016	0	5	5	0,46
2017	40	1	41	5,65
2018	0	0	0	0
2019	32	3	35	3,21
Celkem	167	41	208	20,98

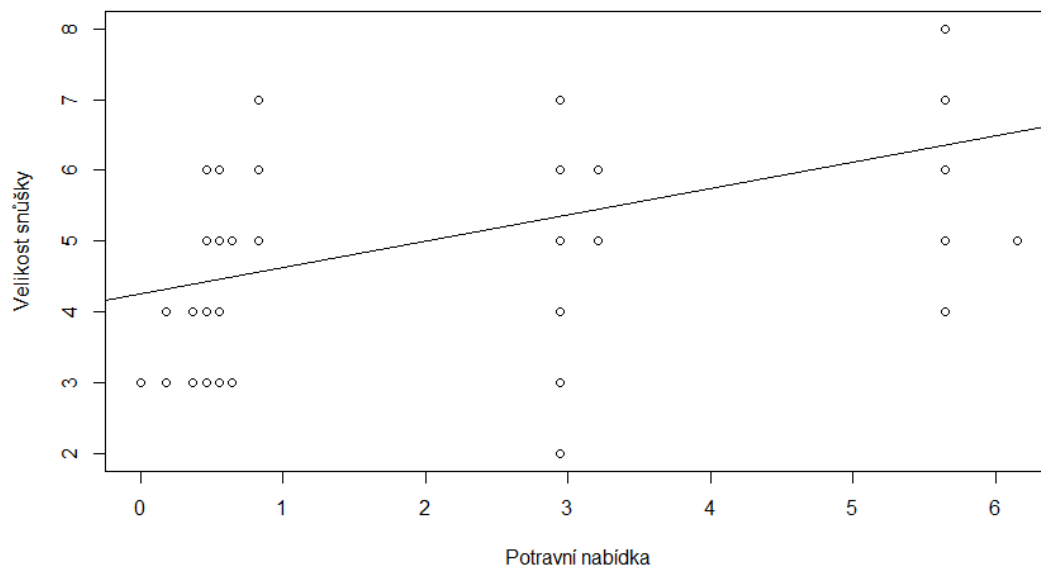
Tabulka 2: Hlavní potravní nabídka sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019.



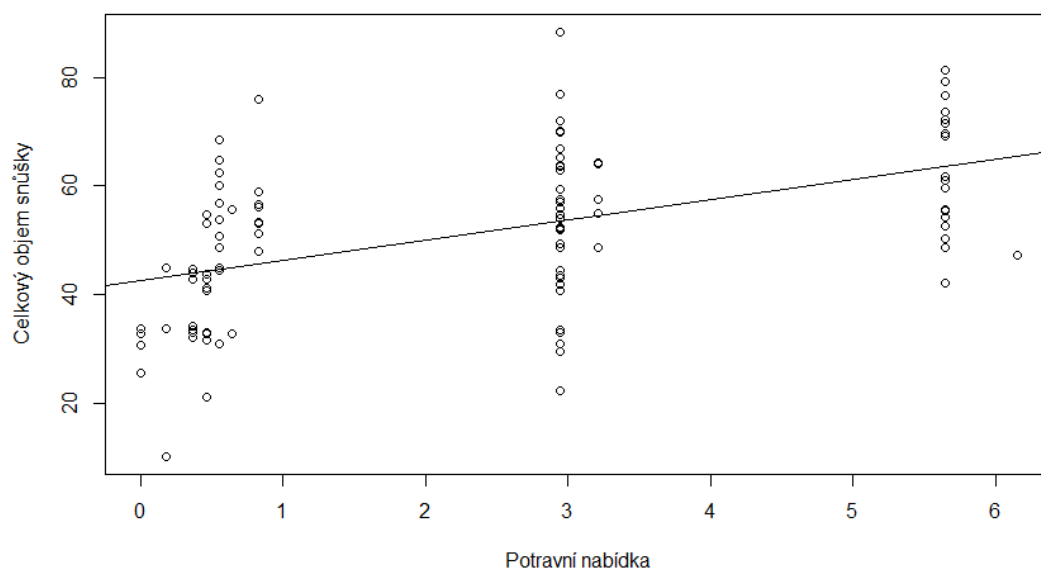
Obrázek 5: Procentuální zastoupení odhycených drobných zemních savců.



Obrázek 6: Korelační diagram zobrazující vliv potravní nabídky (přepočítané na počet odhycených jedinců na 100 past'onocí) na objem vajec sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.



Obrázek 7: Korelační diagram, proložený regresní přímkou, zobrazující vliv potravní nabídky (přepočítané na počet odchycených jedinců na 100 past'onocí) na velikost snůšky sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.



Obrázek 8: Korelační diagram, proložený regresní přímkou, zobrazující vliv potravní nabídky (přepočítané na počet odchycených jedinců na 100 past'onocí) na celkový objem snůšky sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.

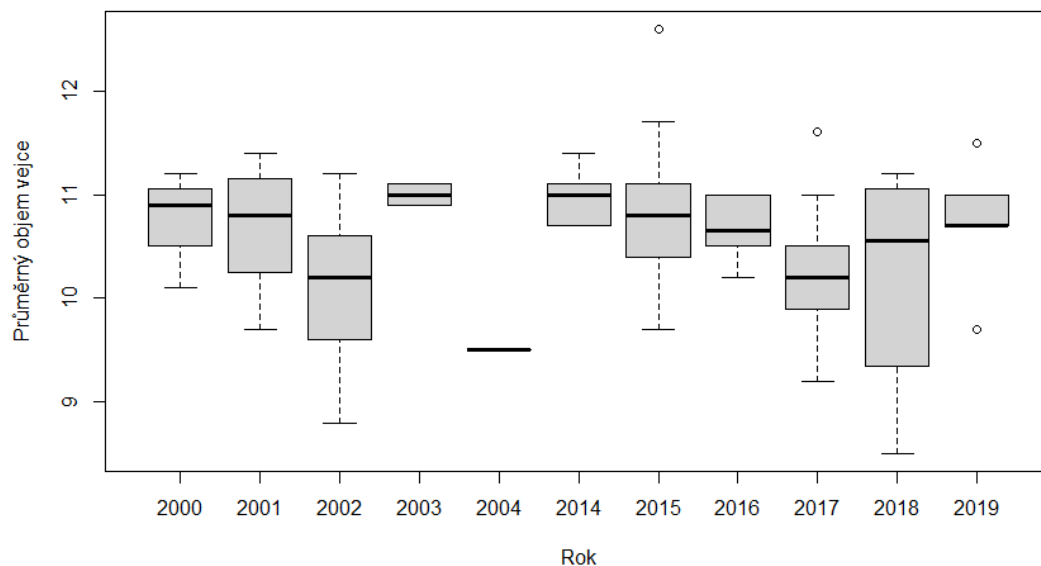
4.2 Objemy vajec

4.2.1 Průměrná velikost vajec

V letech 2000–2004 a 2014–2019 bylo změřeno celkově 545 vajec s průměrným objemem $10,5 \text{ cm}^3$ ($SD = 0,6$; Tab. 3). Nejmenší průměrný objem vejce byl v roce 2004 ($9,5 \text{ cm}^3$, $SD = 0,3$) a největší v roce 2003 ($11,1 \text{ cm}^3$, $SD = 0,4$; Obr. 9). Minimální objem vejce byl 8 cm^3 v roce 2002 a maximální objem $13,2 \text{ cm}^3$ v roce 2015. Celková průměrná šířka vejce byla $32,9 \text{ mm}$ ($SD = 1$), nejmenší šířka byla naměřena v roce 2017 ($27,9 \text{ mm}$) a největší šířka v roce 2015 (38 mm). Celková průměrná délka vejce byla $26,5 \text{ mm}$ ($SD = 0,5$), nejmenší délka byla naměřena v roce 2018 ($24,5 \text{ mm}$) a největší délka v roce 2015 ($28,7 \text{ mm}$).

Rok	Průměrný objem (cm^3)	SD	Minimální objem	Maximální objem	Průměrná šířka (mm)	SD	Průměrná délka (mm)	SD
2000	11,1	0,4	10,1	11,4	34,4	0,4	26,6	0,4
2001	10,6	0,7	8,7	12	32,6	1,2	26,7	0,6
2002	10,1	0,9	8	12	32,9	0,7	26,4	0,4
2003	11,1	0,4	10,2	11,7	32,9	0,7	27,1	0,4
2004	9,5	0,3	9,1	9,8	32,6	0,7	25,2	0,2
2014	10,9	0,3	10,4	11,5	32,8	0,9	27	0,2
2015	10,8	0,8	8,3	13,2	33	1,1	26,7	0,7
2016	10,7	0,4	9,7	11,4	32,6	0,8	26,8	0,4
2017	10,2	0,7	8,2	11,9	32,3	1,3	26,3	0,6
2018	10,2	1,1	8,4	12	32,7	1,5	26,1	0,9
2019	10,7	0,6	9,5	11,7	32,9	1,2	26,7	0,6
Celkem	10,5	0,6	8,0	13,2	32,9	1,0	26,5	0,5

Tabulka 3: Průměrný objem a rozměry vajec sýce rousného v Krušných horách mezi lety 2000–2004 a 2014–2019. SD vyjadřuje velikost směrodatné odchylky.



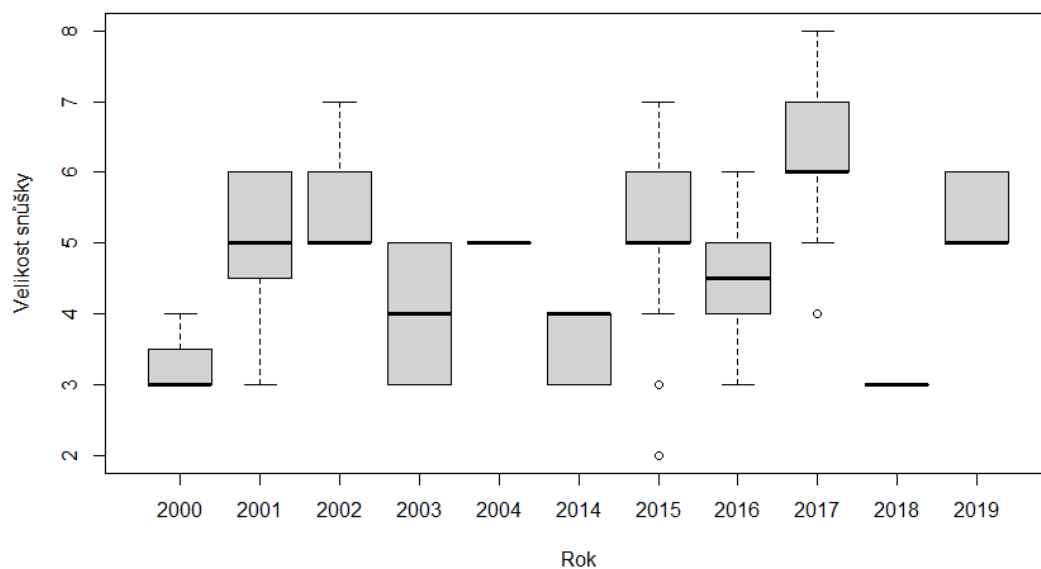
Obrázek 9: Boxplot znázorňující velikost vajec sýce v Krušných horách v letech 2000–2004 a 2014–2019.

4.2.2 Průměrná velikost snůšky

Ve sledovaném období bylo nalezeno celkem 106 dokončených snůšek, obsahujících dohromady 545 vajec (Tab. 4). Počet snůšek se v jednotlivých letech lišil, nejpočetnější byl rok 2015 (34 ks) a nejméně početný byl rok 2004 (1 ks). Největší počet vajec byl v roce 2015 (182 ks) a nejmenší v roce 2004 (5 ks). Celkový objem všech snůšek (součet objemů všech vajec ve snůšce) byl 5363,4 cm³. Snůška obsahovala minimálně 2 vejce a maximálně 8 vajec s celkovým průměrným počtem vajec na snůšku 4,65 kusů (SD = 0,7; Obr. 10).

Rok	Počet snůšek	Počet vajec	Průměrný počet vajec na snůšku	SD	Celkový objem snůšky	Minimální počet vajec	Maximální počet vajec
2000	3	10	3,3	0,5	88,7	3	4
2001	11	55	5	1	585,7	3	6
2002	9	51	5,6	0,8	506	5	7
2003	2	8	4	1	88,4	3	5
2004	1	5	5	0	47,3	5	5
2014	8	29	3,6	0,5	306,5	3	4
2015	34	182	5,4	1,2	1807,6	2	7
2016	10	45	4,5	1	394,7	3	6
2017	19	121	6,4	1	1126,5	4	8
2018	4	12	3	0	122,6	3	3
2019	5	27	5,4	0,5	289,4	5	6
Celkem	106	545	4,65	0,7	5363,4	2	8

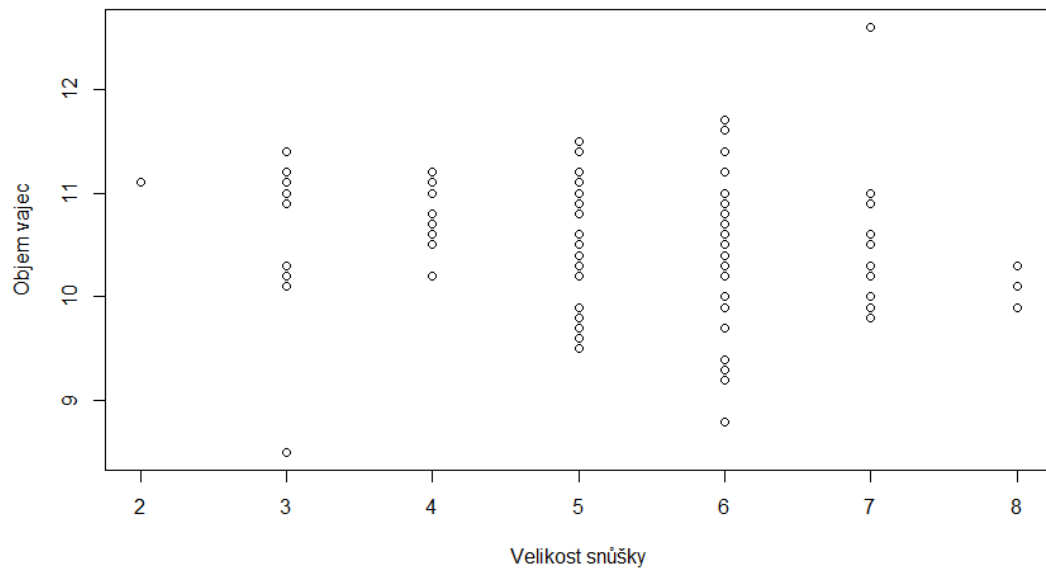
Tabulka 4: Průměrná velikost snůšky sýce rousného v Krušných horách mezi lety 2000–2004 a 2014–2019.



Obrázek 10: Boxplot znázorňující velikost snůšky sýce v Krušných horách v letech 2000–2004 a 2014–2019.

4.2.3 Průměrný objem vejce na velikost snůšky

Velikost snůšky neměla signifikantní vliv na objem vajec sýce ($P = 0,05676$, $F = 3,7117$, $DF = 104$; Obr. 11).



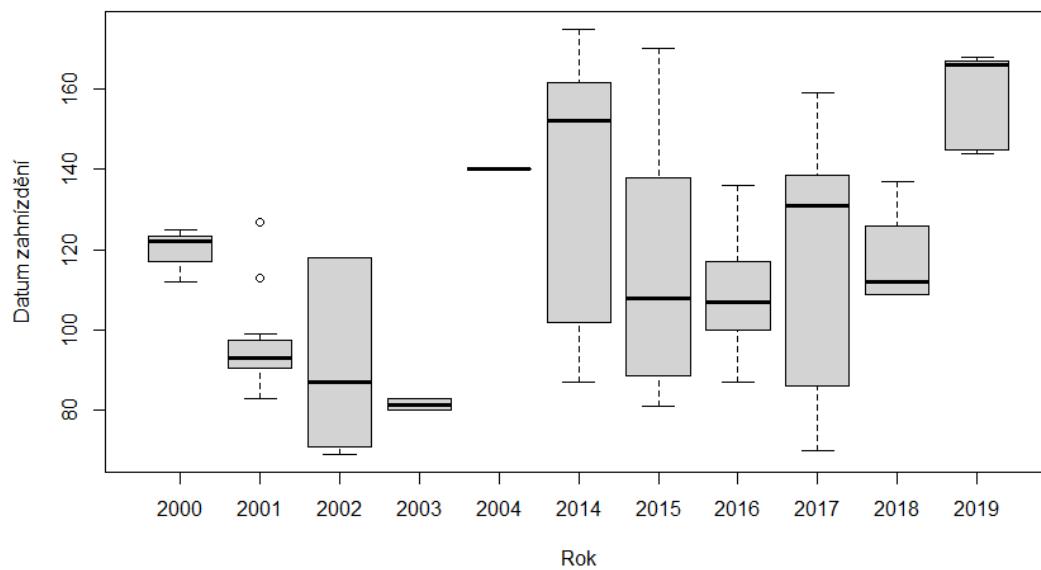
Obrázek 11: Korelační diagram zobrazující vliv velikosti snůšky na objem vajec sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.

4.3 Sezónní změny

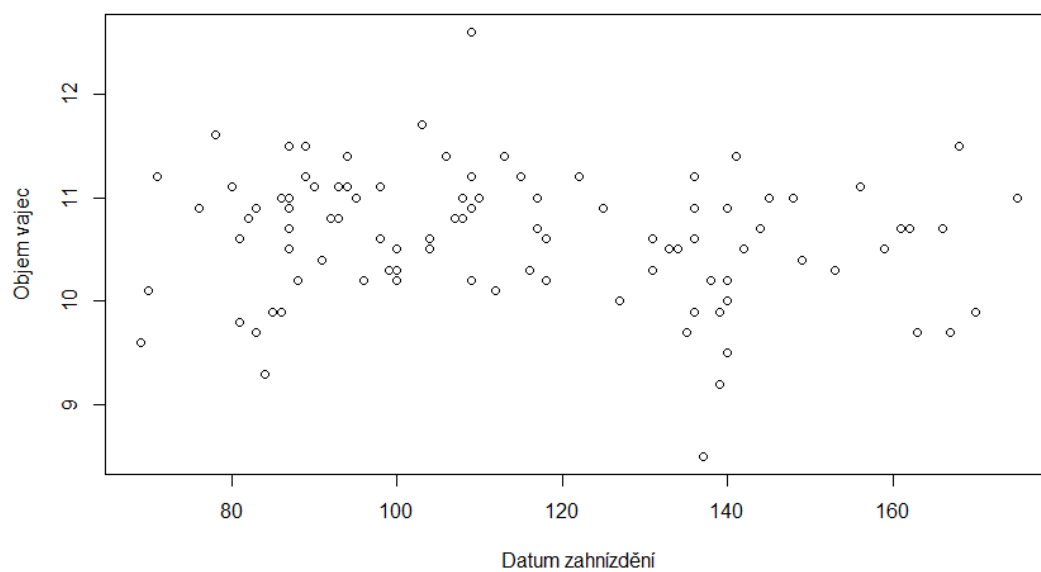
Průměrné datum zahnízdění sýce rousného mezi roky 2000–2004 a 2014–2019 bylo 117 dní (SD = 15), tedy 26. dubna (Tab. 5). Nejdřívější datum, kdy sýc zahnízdil, bylo 10. března v roce 2002, zatímco nejpozdější datum bylo 17. června v roce 2019 (Obr. 12). Datum zahnízdění nemělo signifikantní vliv na objem vajec sýce ($P = 0,1203$, $F = 2,4577$, $DF = 95$; Obr. 13), ani na velikost snůšky ($P = 0,3567$, $F = 0,8578$, $DF = 95$; Obr. 14). Sezónní změny ve velikosti snůšky ani objemu vajec nebyly prokázány.

Rok	Průměrné datum zahnízdění	SD	Nejdřívější datum	Nejpozdější datum
2000	121,9	4	112	125
2001	97,5	12,5	83	127
2002	90,7	20,6	69	118
2003	81,1	1,45	80	83
2004	140	0	140	140
2014	137,7	31,3	87	175
2015	115,2	26,3	81	170
2016	108,9	14,9	87	136
2017	112,7	26,9	70	159
2018	117,5	11,5	109	137
2019	157,8	11,1	144	168
Celkem	117	15	69	175

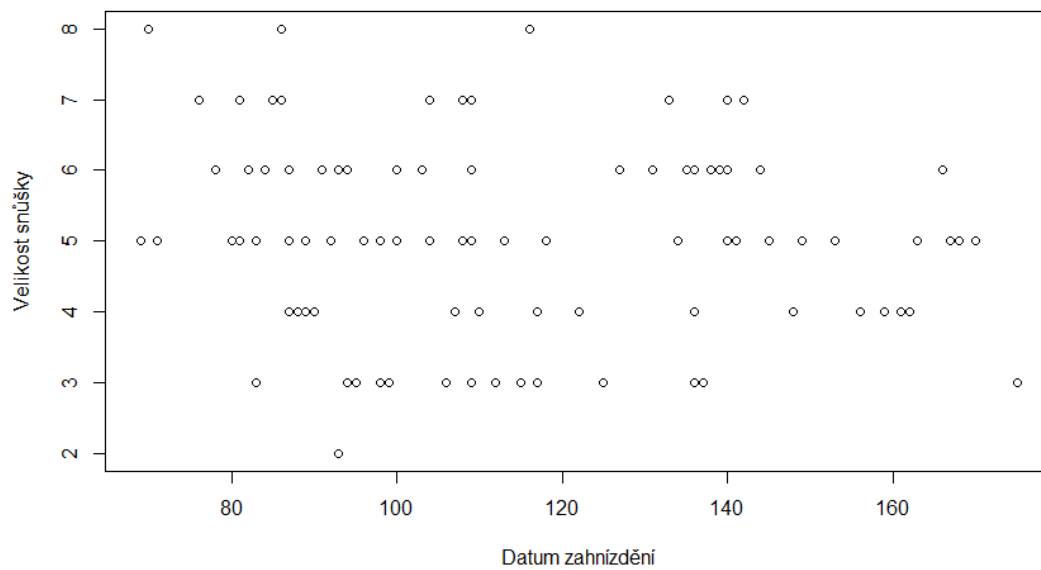
Tabulka 5: Průměrné datum zahnízdění (tj. počet dní od 1. ledna) sýce rousného v Krušných horách mezi lety 2000–2004 a 2014–2019.



Obrázek 12: Boxplot znázorňující datum zahnízdění sýce v Krušných horách. Hodnoty na ose y uvádějí počet dní od začátku konkrétního roku.



Obrázek 13: Korelační diagram zobrazující vliv data zahnízdění na objem vajec sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.



Obrázek 14: Korelační diagram zobrazující vliv data zahnízdění na velikost snůšky sýce rousného v letech 2000–2004 a 2014–2019 v Krušných horách.

5 Diskuze

Mezi lety 2000–2004 a 2014–2019 bylo v Krušných horách celkem odchyceno 270 drobných zemních savců. Nejčastěji byla zastoupena myšice lesní, která tvořila 60 % z celkového počtu determinovaných jedinců, poté byl výrazně zastoupen hraboš mokřadní (14,8 %) a norník rudý (13,3 %). Převážně u myšic docházelo k výrazným fluktuacím v průběhu let. V letech 2000–2003 bylo odchyceno od 2 do 4 myšic, zatímco v roce 2004 počet odchycených jedinců vzrostl na 57 kusů. V letech 2014–2019 může být vidět trend ve zvyšování počtu odchycených jedinců každý druhý rok. V severní Evropě tvoří největší podíl potravy hraboši, naproti tomu ve střední Evropě se sýc rousný převážně zaměřuje na hraboše a myšice, což je dáno rozdílným rozšířením drobných savců (Korpimäki 1988, Zárybnická 2013). Početnost drobných zemních savců má velký vliv na hnízdní biologii sýce rousného. Ovlivňuje i datum zahnízdění, počty hnízdicích párů i počty vylétlých mláďat (Drdáková–Zárybnická 2003).

V letech 2000–2004 a 2014–2019 docházelo k meziročním změnám ve velikosti snůšky. Velikost snůšky se signifikantně zvyšovala se zvyšující se dostupností hlavní kořisti (myšice a hraboši) sýce rousného. Na našem území tuto skutečnost potvrzuje i Drdáková–Zárybnická (2003), která vyzkoumala, že v letech s nedostatečnou potravní nabídkou kladla samice snůšky menší. V severní Evropě došel Korpimäki et Hakkarainen (2012) ke stejným závěrům. V letech s nízkou dostupností potravy kladly samice ve Finsku 3–5 vajec, zatímco s vysokou potravní nabídkou bylo ve hnízdě nalezeno 5–8 vajec.

Velikost snůšky u ptáků může, kromě v této práci zkoumaného data zahnízdění a dostupné potravní nabídky, ovlivňovat i velikost budky (Korpimäki 1984), velikost samice (Hakkarainen 1993), podmínky prostředí (Haywood 1992), populační hustota (Ricklefs 1980), věk samice a její tělesná kondice (Milonoff 1998), zeměpisná šířka a délka migrace (Böhning–Gaese 2000).

Ve zkoumaných letech sice docházelo k meziročním změnám ve velikosti snůšky a jejímu celkovému objemu, nebyla však prokázána signifikantní změna v průměrném objemu vajec na snůšku. Se zvyšující se potravní nabídkou se

signifikantně zvětšovala velikost snůšky i její celkový objem, zatímco v průměrném objemu vajec na snůšku nebyl zjištěn signifikantní rozdíl.

Zvýšení celkového objemu snůšky může být připsáno zvyšující se velikosti snůšky, tj. více vajec ve snůšce má větší celkový objem.

Drdáková–Zárybnická (2003) také zjistila, že potravní nabídka neměla vliv na objem snesených vajec. Korpimäki (1989) zjistil, že při populačním cyklu hrabošů na svém vrcholu došlo ke zvýšení velikosti snůšky, ale velikost vajec se nezvýšila. Uvádí, že jiné studie se ohledně vlivu potravní nabídky na velikost vajec liší, což by mohlo být dáno tím, že rozdílné druhy ptáků používají nadbytečné zásoby k různým účelům. Hakkarainen et Korpimäki (1994) uvádí, že objem vajec byl nejmenší, když byl populační cyklus ve fázi populačního minima, střední objem byl zjištěn při fázi vrcholu a největší objem vajec byl zjištěn, když byl populační cyklus na vzestupu. To vysvětluje domněnkou, že je možné, že sovy přizpůsobují péči o potomstvo paralelně s šancí na jeho přežití, jelikož při fázi vzestupu (kdy byl objem vajec největší) je největší šance pro přežití mláďat. Stejnou domněnku uvádí Korpimäki et Hakkarainen (1991) i ohledně zvyšující se velikosti snůšky, která signifikantně vzrostla ve fázi vzestupu hrabošů. Tato teorie však může být z mého pohledu použita jen s ohledem k severským zemím, kde dochází k pravidelným a předvídatelným populačním cyklům hrabošů.

Objem vajec i objem snůšky u ptáků může být také ovlivněn tělesnou kondicí samice (Galdbach 2010). Objem vajec může být dále ovlivněn věkem samce, jelikož samec je hlavním zajišťovatelem potravy (Hakkarainen et Korpimäki 1994), váhou samice (Eklund 1990) nebo velikostí budky (Korpimäki 1985).

V letech 2000–2004 a 2014–2019 nebyl zjištěn vliv velikosti snůšky na objem vajec sýce rousného. Tato skutečnost se u různých druhů ptáků liší. Galdbach et al. (2010) uvádí, že se velikost vajec u husice magellanské (*Chloephaga picta*) zvyšovala se zvyšující se velikostí snůšky. Galdbach et al. (2010) poukazuje na teorii Hōráka et al. (2008), který říká, že absence kompromisu mezi velikostí snůšky a objemem vajec může být vysvětlena nižší kvalitou mláďat vylíhnutých z větších snůšek, ale dodává, že u husice magellanské nenašel evidenci, která by to potvrzovala. Na druhou stranu Uzun et al. (2010) zjistil, že u lysky černé (*Fulica atra*) docházelo ke snížení objemu vajec při zvyšující se velikosti snůšky. Uzun et al.

(2010) uvádí, že by tento výsledek mohl být způsoben faktory týkajícími se velikosti hnízda, věku samice a obdobím kladení vajec.

Ve zkoumaných letech sýc hnízdil poprvé v březnu a nejpozději v červnu, přičemž nejčastěji zahrnil ke konci dubna. Vacík (1989) došel ke stejnému zjištění. Drdáková–Zárybnická (2002) udává, že pozdější snůšky mohou být náhradní, nebo se týkají polyandrie či polygynie.

V mojí práci nebyl zjištěn vliv data zahrnilání na velikost snůšky nebo objem vajec, tj. nebyly zjištěny signifikantní sezónní změny ve velikosti snůšky ani objemu vajec. Tento výsledek neodpovídá zjištění, ke kterému došel Korpimäki (1987). Ten ve svém výzkumu sýce rousného z Finska zjistil vliv data zahrnilání na velikost snůšky a uvádí, že dříve nakladené snůšky byly větší než snůšky nakladené později. Korpimäki (2020) odkazuje na dvě hlavní hypotézy vysvětlující snižování velikosti snůšky v průběhu sezóny. První hypotéza říká, že ptáci snášejí později a menší snůšky kvůli jejich špatné tělesné kondici, zatímco ptáci v dobré tělesné kondici snášejí dříve a ve větším počtu (Perrins 1970). Druhá hypotéza uvádí, že snížení velikosti snůšky může být adaptivní, takže velikost snůšky, která zvyšuje reprodukční výkon, je větší pro dříve se rozmnožující páry (Klomp 1970).

V současné době není dostatek studií zabývajících se vlivem data zahrnilání na objem vajec u sýce rousného. Studie týkající se jiných druhů ptáků mají rozdílné výsledky. Kwon et al. (2018) zkoumal sezónní změny v objemu vajec u tří druhů ptáků z čeledi slukovitých (Scolopacidae) a zjistil tři odlišné výsledky. U jespkáka aljašského (*Calidris mauri*) byl zjištěn výrazný pokles v objemu vajec, u lyskonoha úzkozobého (*Phalaropus lobatus*) byl zjištěn zvyšující se trend v objemu vajec a jespák srostloprstý (*Calidris pusilla*) nevykazoval žádný trend ve změně objemu vajec. Takagi (2003) nezjistil sezónní změny v objemu vajec ťuhýka hlavatého (*Lanius bucephalus*) a Hill (1984) zjistil pokles v objemu vajec kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) a poláka chocholačky (*Athya fuligula*). Rozdílné výsledky mohou být vysvětleny tím, že zde byly sledovány rozdílné druhy.

6 Závěr

Diplomová práce se zabývá hnízdní biologii sýce rousného (konkrétně velikostí snůšky a objemu vajec) a jeho potravní nabídkou z Krušných hor v letech 2000–2004 a 2014–2019. Data byla získána z pravidelných odchytů drobných zemních savců a budek vyvěšených v imisemi postižených oblastech Krušných hor v okolí Flájské přehrady.

Cílem bylo zjistit, zda velikost snůšky ovlivňuje objem vajec, zda potravní nabídka ovlivňuje velikost snůšky a objem vajec (tj. meziroční změny) a zda datum zahnízdění ovlivňuje velikost snůšky a objem vajec (tj. sezónní změny).

Průměrná velikost snůšky ve sledovaných letech činila 4,7 vajec ($SD = 0,7$) na snůšku a průměrný objem vajec byl $10,5 \text{ cm}^3$ ($SD = 0,6$). Se zvyšující se dostupností hlavní potravní nabídky (myšice a hraboši) se zvyšovala velikost snůšky a celkový objem snůšky. Vliv potravní nabídky na průměrný objem vajec na snůšku však nebyl signifikantní. Vliv velikosti snůšky na objem vajec nebyl prokázán.

Průměrná doba zahnízdění sýce rousného ve zkoumané oblasti byla 26. dubna ($SD = 15$), k nejčasnějšímu zahnízdění došlo 10. března a k nejpozdějšímu 17. června. Nebyl nalezen signifikantní vztah mezi dobou zahnízdění a velikostí snůšky, ani objemem vajec.

Tato diplomová práce přinesla zajímavé výsledky o sýci rousném z důležité lokality pro výzkum sýce v České republice. Zjištěné poznatky budou použity k dalšímu výzkumu tohoto druhu.

7 Literatura

- Bejček V., Šťastný K., 2006:** Encyklopedie ptáci. Rebo productions. Dobřejojvice: 288 s.
- Bondrup-Nielsen S., 1977:** Thawing of frozen prey by boreal and saw-whet owls. Canadian Journal of Zoology 55(3): 595–601.
- Böhning-Gaese K., Halbe B., Lemoine N., Oberrath R.:** Factors influencing the clutch size, number of broods and annual fecundity of North American and European land birds. Evolutionary Ecology Research 2: 823–839.
- Carlsson B.-G., Hörnfeldt B., Löfgren O., 1987:** Bigyny in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*: effect of mating strategy on breeding success. Ornis Scandinavica 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 a New York: 606–616.
- Del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J. [Eds], 1999:** Handbook of the Birds of the World Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions. Barcelona: 759 s.
- Drdáková-Zárybnická M., 2002:** Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Diplomová práce. FLD ČZU Praha: 104 s.
- Drdáková-Zárybnická M., 2003:** Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Sylvia 39: 35–51.
- Drdková-Zárybnická M., 2004:** Sýc rousný – úspěšný druh imisních holin. Živa 3: 128–130.
- Dvořák L., 1998:** Sovy přírodního parku Údolí Křetínky. Panurus 9: 83–91.
- Ehrlich Paul R., David S. Dobkin, Darryl Wheye, 1988:** The Birder's Handbook. Simon and Schuster. New York: 816 s.
- Eldegard K., Sonerud G. A., 2009:** Female offspring desertion and male-only care increase with natural and experimental increase in food abundance. Proceedings of the Royal Society. Biological science 276: 1713–1721.
- Erkinaro E., 1973:** Structure of the diet activity in the Tengmalm's Owl, *Aegolius funereus* and the Short-eared Owl, *Asio flammeus*. Aquilo, Series Zoologica 14: 59–67.
- Felix J., Hísek K., 1975:** Ptáci v lesích a horských oblastech. Státní zemědělské nakladatelství. Praha: 184 s.

- 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 22: 139–151.
- Galdbach A., Galdbach D. J., Quillfeldt P., 2010:** Seasonal clutch size decline and individual variation in the timing of breeding are related to female body condition in non-migratory species, the Upland Goose *Chloephaga picta leucoptera*. Journal of Ornithology 151: 817–825.
- Glutz Von Boltzheim U. N., Bauer K. M. [Eds], 1980:** Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9. Akademische Verlagsgesellschaft. Wiesbaden.
- Hakkarainen H., Korpimäki E., 1994:** Environmental, parental and adaptive variation in egg size of Tengmalm's Owls under fluctuating food conditions. Oecologia 98 (3/4): 362–368.
- Hakkarainen H., Korpimäki E., 1993:** The effect of female body size on clutch volume of Tengmalm's Owls *Aegolius funereus* in varying food conditions. Ornis Fennica 70: 189–195.
- Haywood S., Perrins C. M., 1992:** Is clutch size in birds affected by environmental conditions during growth? Proceedings of the Royal Society. Biological science 249: 195–197.
- Hill D. A., 1984:** Laying date, clutch size and egg size of Mallard *Anas platyrhynchos* and Tufted Duck *Aythya fuligula*. IBIS 126 (4): 484–495.
- Hipkiss T., 2006:** Sexual size dimorphism in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) on autumn migration. Journal of Zoology 257 (3): 281–285.
- Holmberg T., 1979:** Point transect census of Tengmalm's owl – a methodological study. Vår Fågelvärld 38: 237–244.
- Hörnfeldt B., Eklund U., 1990:** The effect of food on laying date and clutch-size in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. IBIS 132 (3): 395–406.
- Hörák D., Klvana P., Albrecht T., 2008:** Why there is no negative correlation between egg size and number in the common pochard? Acta Oecologica 33:197–202.
- Hudec K., Šťastný K. [eds], 2005:** Fauna ČR. Ptáci. Vol II/2. Academia. Praha: 1023–1026.
- Hudec K., Šťastný K., 1983:** Fauna ČSSR. Ptáci. Vol. 3/I. Academia. Praha: 109–116.
- Chobot K., Němec M., 2017:** Červený sezam ohrožených druhů: Obratlovci. Praha. AOPK ČR.
- Chvátal M., 2009:** Ptačí oblasti České republiky. Aventinum. Praha: 88 s.

- Järvinen A., 1991:** Proximate factors affecting egg volume in subarctic hole-nesting passerines. *Ornis Fennica* 68: 99–104.
- Karell P., Kontiainen P., Pietiäinen H., Siitari H., Brommer J. E., 2008:** Maternal effects on offspring Igs and egg size in relation to natural and experimentally improved food supply. *Functional Ecology* 22: 682–690.
- Klomp H., 1970:** The determination of clutch size in birds. A review. *Ardea* 58: 1–121.
- Kloubec B., 1986:** Rozšíření, početnost a ekologické nároky sýce rousného (*Aegolius funereus* L.) v jižních Čechách. Sborník z ornitologické konference Sovy 1986. Přerov: 85–93.
- Kloubec, B., 2007:** Long-term monitoring of owls in Special Protected Areas: the influence of circadian, and within and between season voice activity of owls. *Buteo* 15: 59–74.
- König C., 1969:** Sechsjährige Untersuchungen an einer Population des Rauhfusskauzes, *Aegolius funereus* (L.). *Journal für Ornithologie* 110: 133–147.
- Korpimäki E., Hakkarainen H., 1991:** Fluctuating food supply affects the clutch size of Tengmalm's owl independent of laying date. *Oecologia* 85: 543–552.
- Korpimäki E., 1981:** On the ecology and biology of Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä, western Finland. *Acta University Oulu. A* 118. Department of Zoology 13: 1–84.
- 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., 1985:** Clutch size and breeding success in relation to nest-box size in Tengmalm's owl *Aegolius funereus*. *Holarctic Ecology* 8: 175–180.
- Korpimäki E., 1986:** Prey caching of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus* as a buffer against temporary food shortage. *Ibis* 129: 499–510.
- Korpimäki E., 1987:** Prey caching of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus* as a buffer against temporary food shortage. *Ibis* 129: 499–510.
- Korpimäki E., 1988:** Costs of reproduction and success of manipulation broods under varying food conditions in Tengmalm's owl. *Journal of Animal Ecology* 57: 1027–1039.
- Korpimäki E., 1989:** Mating system and mate choice of Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*. *Ibis* 131: 41–50.
- Korpimäki E., 1990:** Body mass of breeding Tenmalm's Owls *Aegolius funereus*: seasonal, between-year, site and age – related variation. *Ornis Scandinavica* 21: 169–178.

- Korpimäki E., 1992:** Fluctuating food abundance determines the lifetime reproductive success of male Tengmalm's Owl. *Journal of Animal Ecology* 61: 103–111.
- Korpimäki E., Hakkarainen H., 2012:** The Boreal Owl: ecology, behaviour, and conservation of a forest – dwelling predator. Cambridge University Press. Cambridge.
- Korpimäki E., 2020:** Highlights from a long-term study of Tengmalm's Owls: cyclic fluctuations in vole abundance govern mating systems, population dynamics and demography. *British Birds* 113: 316–333.
- Kouba M., Bartoš L., Št'astný K., 2014:** Factors affecting vocalization in Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) fledglings during post-fledging dependence period: Scramble competition or honest signalling of need? *PLOS ONE* 9(4): e95594.
- Kwon E., English W. B., Weiser E. L., Franks S. E., Hodkinson D. J., Lank D. B., Sandercock B. K., 2018:** Delayed egg-laying and shortened incubation duration of Arctic-breeding shorebirds coincide with climate cooling. *Ecology and Evolution* 8: 1339–1351.
- Laaksonen T., Korpimäki E., Hakkarainen H., 2002:** Interactive effects of parental age and environmental variation on the breeding performance of Tengmalm's owl. *Journal of Animal Ecology* 71: 23–31.
- Lacl D., 1954:** The natural regulation of animal numbers. Oxford University Press. Cambridge: 343 s.
- Mattas M. 1999:** Calculation of egg volume and surface area using egg measures. *Sylvia* 35: 83–91.
- Mebis T., Scherzinger W., 2000:** Die Eulen Europas. Kosmos, Germany.
- Mikkola H., 1976:** Owls killing and killed by other owls and raptors in Europe. *British Birds* 69: 144–154.
- Mikkola H., 1983:** Owls of Europe. T. & A. D. Poyser. Calton: 440 s.
- Mills J. A., 1979:** Factors affecting the egg size of Red-billed Gull *Larus novaehollandiae scopulinus*. *IBIS* 121 (1): 53–67.
- Milonoff M., Pöysä H., Runko P.:** Factors affecting clutch Size and Duckling Survival in Common Goldeneye *Bucephala clangula*. *Wildlife Biology* 4 (2): 73–80.
- Mlíkovský J., 1998:** Potravní ekologie našich dravců a sov. Metodika českého svazu ochránců přírody č. 11: ZO. Vlašim: 103 s.
- Mrlík V., 1994:** Sýc rousný (*Aegolius funereus*) v Moravském krasu a poznámky k jeho hlasové aktivitě. *Sylvia* 30: 141–147.
- Norberg R. Å., 1970:** Hunting technique of Tengmalm's owl *Aegolius funereus*. *Ornis Scandinavica* 1: 51–64.

- Pavlík P., 1970:** Hnízdění sýců rousných na Kleti. *Živa* 18:29–31.
- Pelikán J., 1971:** Quadrat size and density estimates of small mammals. *Folia Zoologica* 20: 139–152.
- Perrins C. M., 1970:** The timing of birds' breeding season. *Ibis* 112: 242–255.
- Pokorný J., 2000:** Potrava sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisemi poškozených oblastech Jizerských hor a Krkonoš. *Buteo* 11: 107–114.
- Ricklefs R. E., 1980:** Geographical Variation in Clutch Size among Passerine Birds: Ashmole's Hypothesis. *The Auk* 97 (1): 38–49.
- RStudio Team, 2021:** Integrated Development for R. PBC. Boston. MA: <http://www.rstudio.com/>.
- Rymešová D., 2006:** Složení potravy a hnízdní úspěšnost sýce rousného *Aegolius funereus* (L., 1758), v CHKO Žďárské vrchy. Bakalářská práce. PřF MU. Brno: 75 s.
- Serrano D., Tella, J.L., Ursúa, E. 2005:** Proximate causes and fitness consequences of hatching failure in lesser kestrels *Falco naumanni*. *Journal of Avian Biology* 36: 242–250.
- Sulkava P., Sulkava S., 1971:** Die nistzeitliche Nahrung des Rauhfusskauzes *Aegolius funereus* in Finnland 1958–67. *Ornis Fennica* 48: 117–124.
- Svensson L., Grant P., 2004:** Ptáci Evropy, Severní Afriky a blízkého Východu. Svojtka&Co. Praha: 400 s.
- Šálek M. E., Zárybnická M., 2015:** Different Temperature and Cooling Patterns at the Blunt and Sharp Egg Poles Reflect the Arrangement of Eggs in an Avian Clutch. *PLOS ONE* 10(2): e0117728.
- 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., 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.
- Šťastný K., Bejček V., Hudec K., 2009:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum s. r. o. Praha: 463 s.
- Šťastný K., Bejček V., Zárybnická M., 2010:** Využití predátorů v biologickém boji s drobnými hlodavci ve vyhlášených ptačích oblastech na Krušných horách. Praha:77 s.
- Šťastný K., Bejček V., 2003:** Červený seznam ptáků České republiky. *Příroda*, Praha 22: 95–129.

- Takagi M., 2003:** Seasonal change in egg–volume variation within a clutch in the Bull–headed Shrike, *Lanius bucephalus*. Canadian Journal of Zoology 81 (2).
- Uzun A., Uzun B., Kopij G., 2010:** The effect of clutch size on egg and hatchling mass and measurements in the Common Coot *Fulica atra*. Ekoloji 19: 160 – 163.
- Vacík R., 1991:** Hnízdění biologie sýce rousného, *Aegolius funereus*, v Čechách a na Moravě. Sylvia 28: 95 – 113.
- Vopálka P., 2012:** Potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Diplomová práce. FŽP ČZU. Praha: 87.
- Zárybnická M., 2008:** Cirkadiánní aktivita sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách: efekt rozdílných rodičovských rolí. 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., 2020:** Using automated data collection from nest boxes for avian research and education. Habilitační práce. ČZU. Praha: 117 s.
- 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: e36932.
- 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., 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.
- Závalský O., 2004:** Naši dravci a sovy a jejich praktická ochrana. Metodika ČSOP č. 29. Nový Jičín: 80 s.

8 Přílohy



Příloha 1: Samice sýce rousného. Autor: Nikola Klečanská.



Příloha 2: Mlád'ata sýce rousného (*Aegolius funereus*). Autor: Nikola Klečanská.



Příloha 3: Snůška sýce rousného. Autor: Ing. Richard Ševčík.



Příloha 4: Hnízdní budka pro sýce rousného. Autor: Nikola Klečanská.