

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



**Věková struktura hnízdní populace sýce rousného v Krušných horách
v letech 2002 – 2006**

**Age structure of the Tengmalm's owl nesting population in the Ore Mts.
in 2002 – 2006**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Veronika Laryšová

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

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Veronika Laryšová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Věková struktura hnízdní populace sýce rousného v Krušných horách v letech 2002-2006

Název anglicky

Age structure of the Tengmalm s owl nesting population in the Ore Mts. in 2002-2006

Cíle práce

- Vyhodnotit věkovou strukturu samic a samců sýce rousného hnízdicích ve studijní oblasti Krušných hor v období 2002-2006,
- vyhodnotit vliv stáří hnízdicích jedinců na reprodukční úspěšnost.

Metodika

Studentka vyhodnotí a statisticky analyzuje data o věkové struktuře samic a samců hnízdicích ve studijní oblasti Krušných hor v období 2002-2006.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

sýc rousný, Krušné hory, věk, hnízdní populace

Doporučené zdroje informací

- Hörnfeldt B., Carlsson B. G. and Nordström A. 1988: Molt of primaries and age determination in Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*). *Auk* 105: 783-789.
- Koleček J. 2012. Využití UV záření při určování stáří sov. *Kroužkovatel* 13: 8
- Korpimäki E, H Hakkarainen. 2012. *The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Korpimäki E. 1988: Effects of age on breeding performance of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in western Finland. *Ornis Scand.* 19: 21-26.
- Rymešová D., Hertl I. 2012. Určování věku sýce rousného (*Aegolius funereus*). *Kroužkovatel* 13: 6-7
- Zárybnická M., Sedláček O., Korpimäki E. 2009. Do Tengmalm's Owls alter parental feeding effort under varying conditions of main prey availability? *Journal of Ornithology* 150: 231-237.
- Zárybnická M., Vojar J. 2013. Effect of male provisioning on the parental behavior of female Boreal Owls *Aegolius funereus*. *Zoological Studies* 52: 36. doi:10.1186/1810-522X-52-36.

Predběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18. 9. 2014

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 11. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Věková struktura hnízdní populace sýce rousného v Krušných horách v letech 2002 – 2006“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D.. Uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 15.4.2015

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D. za její rady, velkou trpělivost při vedení této práce, za poskytnutou literaturu a data, za její vstřícnost, konzultace, za pomoc v terénu, za kritiku textu práce a celkovou pomoc s dokončením bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a příteli za podporu při tvorbě této práce.

Abstrakt

V této práci je hodnocena věková struktura hnízdní populace sýce rousného (*Aegolius funereus*) a její vliv na reprodukční úspěšnost v Krušných horách v letech 2002 až 2006. Věková struktura ve studijní oblasti nebyla doposud hodnocena. Studijní plocha je situována v imisemi poškozené východní části Krušných hor v oblasti Flájské přehrady na ploše 70 km². Ve studovaném období bylo odchyceno celkem 93 jedinců (23 samců a 70 samic).

Průměrná věková struktura samic sýce rousného byla $1,8 \pm 0,83$ let, a samců byla $2,0 \pm 0,79$ let. Nebylo prokázáno, že reprodukční úspěšnost je závislá na věku hnízdicích samic, ani samců. Věková struktura samic i samců se meziročně nelišila. Zároveň nebyl odlišný věk hnízdicích samců od věku hnízdicích samic.

Byl prokázán signifikantní rozdíl u délky křídla samic a samců. Délka křídla samice se výrazně lišila od délky křídla samce; samice ($173,2 \pm 4,13$ mm) dosahovaly delší velikosti křídla než samci ($169,8 \pm 0,79$ mm). Zároveň byl prokázán vztah mezi délkou křídla a věkem samice. Se zvyšujícím se věkem rostla délka křídla.

Informace o věkové struktuře hnízdicích jedinců sýce rousného v Krušných horách, ale i v ostatních studijních oblastech, jsou vzácné a předložená studie tak poskytuje cenné výsledky.

Klíčová slova: sýc rousný, Krušné hory, věk, délka křídla, hnízdní populace

Abstract

This work evaluates the age structure of the Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) nesting population and its effect on reproductive success in the Ore Mountains, in the years 2002 to 2006. The age structure in the study area has not yet been evaluated. The study area spans 70km² of land situated in the eastern part of the Ore Mountains. The Ore Mountains are located in the Fláje reservoir area which has been damaged by pollution. 93 individual owls have been found there, 23 males and 70 females.

The average age structure of the female Tengmalm's owl was $1,8 \pm 0,83$ years, and males was $2,0 \pm 0,79$ years. Reproductive success has not been found to be dependent on the age of nesting females or males. Age structure of females and males was different between years. The ages of breeding males is different from the ages of breeding females.

It has been found that there is a significant difference between the lengths of the male and female wings. The length of the female wing is significantly longer than the length of the male wing, with the female wing measuring $173,2 \pm 4,13$ mm, and the male wing measuring $169,8 \pm 0,79$ mm. It has been proven that there is a relationship between the length of the wing and the age of the female: as the female's age increases, the length of her wing increases also.

Information about the age structure of the Tengmalm's owl nesting population in the Ore Mountains is rare, therefore this study provides valuable results.

Keywords: Tengmalm's owl, Ore Mountains, age, length of the wing, nesting population

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíle práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Popis druhu – sýc rousný	12
3.2 Opeření u ptáků, stavba pera	14
3.3 Přepeřování	17
3.4 Zbarvení opeření	19
3.5 Metodiky stanovení věku u ptáků	20
3.6 Určení věku a pohlaví sýce rousného	21
Určení věku u dospělých jedinců	21
Určení věku mláďat	24
3.7 Stanovení věku a pohlaví u ostatních sov	25
Kalous pustovka (<i>Asio flammeus</i>)	25
Sova pálená (<i>Tito alba</i>)	25
Výr velký	26
Kulíšek nejmenší	26
3.8 Závislost reprodukčního úspěchu na věku hnízdících jedinců	27
Sýc rousný	27
Pušťík bělavý (<i>Strix uralensis</i>)	27
Pušťík obecný	28
4. Metodika	29
4.1 Charakteristika zájmového území	29
4.2 Hnízdní budky, odchyt jedinců	29
4.3 Určení věku	30
4.4 Určení délky křídla, váhy a hnízdní úspěšnosti	30
4.5 Statistické zpracování dat	31
5. Výsledky	33
5.1 Počet zahníždění a úspěšnost hnízdění	33

5.2	Věkové a růstové charakteristiky hnízdících jedinců.....	34
5.3	Věková struktura hnízdní populace a její vliv na reprodukční úspěšnost	36
5.4	Délka křídla v závislosti na pohlaví a věku hnízdících jedinců	38
5.5	Opakovaná zahnízdění	40
6.	Diskuse.....	41
7.	Závěr	43
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů	44

1. Úvod

Krušné hory jsou dlouhodobě narušovány lidskou činností. V počátku se jednalo o zemědělství, mnohem větší změny zdejší krajiny však způsobil nástup průmyslu. Původní smrko-jedlo-bukové porosty byly s rozvojem sklářského průmyslu a těžby rud nahrazeny monokulturami smrku (*Picea* sp.). V druhé polovině 20. století došlo k výraznému poškození těchto monokultur vlivem emisí produkovaných z tepelných elektráren a chemických továren lokalizovaných v podhůří. Současná krajina východních Krušných hor má mozaikovitý charakter, ve kterém se nacházejí mladé porosty náhradních dřevin (zejména smrku pichlavého *Picea pungens*), mladé porosty smrku ztepilého (*Picea abies*), zbytky starých smrkových lesů i rozsáhlé holiny. Toto prostředí se stalo vhodným pro malou noční sovu – sýce rousného (*Aegolius funereus*), který zde nachází dostatek potravy (zejména na rozvolněných plochách) a také absenci predátorů či hnízdnic konkurentů, jako je jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*), puštík obecný (*Strix aluco*) či výr velký (*Bubo bubo*) (Drdáková-Zárybnická 2004).

Přesto, že sýc rousný nachází v imisních oblastech vhodné podmínky pro svůj pobyt, často se zde potýká s nedostatkem přirozených dutin pro svá hnízdění. V roce 1999 byly v imisních oblastech Krušných hor vyvěšeny první budky vhodné k hnízdění této sovy. Od té doby zde nepřetržitě probíhá rozsáhlý výzkum hnízdní biologie a potravní ekologie druhu. V rámci jednotlivých projektů zde vzniklo množství diplomových prací zabývajících se reprodukční úspěšností, skladbou potravy či strukturou a velikostí využívaného biotopu. Doposud však nebyla zhodnocena věková skladba hnízdicí populace sýce rousného a její vliv na reprodukční úspěšnost.

2. Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit:

- věkovou strukturu samic a samců sýce rousného hnízdících ve studijní oblasti Krušných hor v období 2002 – 2006,
- vliv stáří hnízdících jedinců na reprodukční úspěšnost.

3. Literární rešerše

3.1 Popis druhu – sýc rousný

Sýc rousný je sova velikosti holuba domácího (*Columbia livia f. domestica*) (König et Weick 2008). Hmotnost činí 120 až 150 g (Šťastný et al. 1998b). U sýce rousného se vyskytuje tzv. obrácený pohlavní dimorfismus, kdy samice je nápadně větší než samec. Dospělá samice je těžší a také má delší křídla a ocas než samec (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Tělo je dlouhé 19 až 23 cm. Rozpětí křídel činí 48 až 55 cm (Šťastný et al. 1998b). Tato sova má bíle tečkované šedohnědé peří, relativně velké žluté oči, velkou kulatou hlavu bez oušek, krátký ocas a relativně dlouhá křídla (Obr. 1). Jsou definovány 4 poddruhy sýce rousného žijící v Evropě (*A. f. funereus*, *A. f. magnus*, *A. f. pallens*, *A. f. caucasicus*) a 1 žijící v Severní Americe (*A. f. richardsoni*) (König et Weick 2008).

Obrázek 1. Sýc rousný (Doležal 2011).



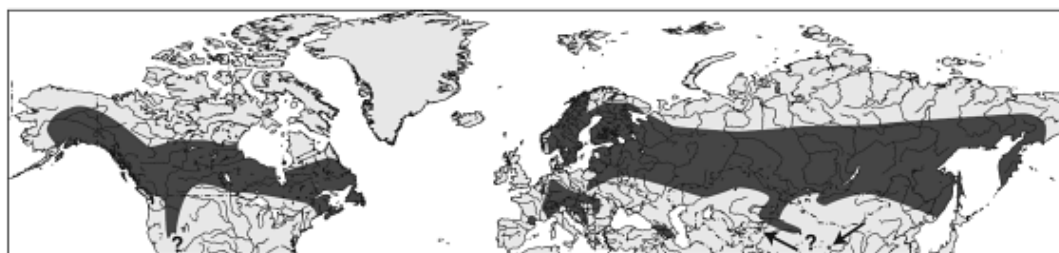
Sýc rousný je ptačí predátor eurasijských a severoamerických jehličnatých lesů. Tento druh sovy je výhradně nočním dravcem, který je ve dne téměř

nepostřehnutelný (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Potrava je tvořena hlavně drobnými savci a řídkěji ptáky (Bezzel et al. 1998). Nejčastější kořistí sýce rousného jsou hraboši (*Microtus a Myodes* sp.), méně časté jsou myšice (*Apodemus* sp.), rejsci (*Sorex* sp.) a ptáci – např. pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), drozd zpěvný (*Turdus philomelos*) a červenka obecná (*Erithacus rubecula*) (Zárybnická et al. 2013). Sýce lze zahlédnout nejčastěji při sezení na větvi jehličnatého stromu, zejména smrku. Obvykle stojí bez hnutí ve vzpřímené poloze v blízkosti kmene stromu. Nejlépe lze jeho přítomnost rozpoznat s pomocí hlasového projevu („pupupu“ nebo „popopo“) (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

V Evropě je rozšíření tohoto druhu shodné s průběhem holarktického jehličnatého pásma. Jižně od této oblasti se vyskytuje v horských oblastech (např. Karpaty, Alpy i česká pohoří) (König et Weick 2008). Jeho přítomnost lze zaznamenat až na Balkánu, i v nižších nadmořských výškách ve smíšených a listnatých lesích (Šťastný et al. 1998b). V Evropě je jeho rozšíření závislé na přítomnosti smrku ztepilého. Druh žije také v Severní Americe, kde je rozšířen pouze v lesních oblastech Skalnatých hor a v severním jehličnatém pásmu (Obr. 2). U druhu lze pozorovat částečnou migraci, zvláště u severské populace. Dospělí samci se zdržují spíše v jednom místě, oproti tomu samice a mladí jedinci se mohou rozptýlit do vzdálených území. Jedinci severské populace jsou schopni migrovat až 1350 km (König et Weick 2008).

Páry obvykle hnízdí v přirozených dutinách stromů, nejčastěji vytvořených datlem černým (*Dryocopus martius*). Samice jsou však schopny zahnízdit v předem připravených budkách (Korpimäki et Hakkarainen 2012). K hnízdění dochází v průběhu února až června. Samice snášejí obvykle 3 až 6 vajec. Doba inkubace je 26 až 31 dnů (Šťastný et al. 1998b). Mláďata zůstávají v hnízdě 30 až 35 dnů (Bezzel et al. 1998). Nejčastějším predátorem sýce rousného je kuna lesní (*Martes martes*), méně často i pušтік obecný (König et Weick 2008).

Obrázek 2. Rozšíření sýce rousného (König et Weick 2008).

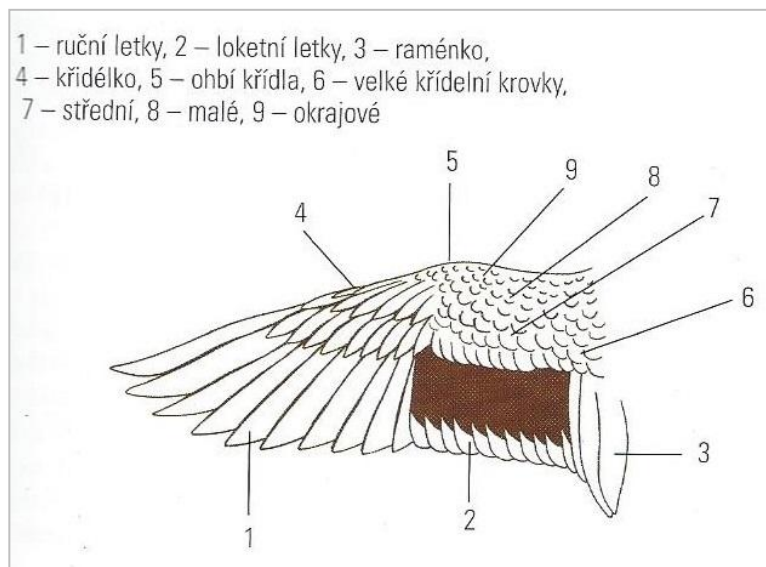


3.2 Opeření u ptáků, stavba pera

Peří ptáků se skládá z keratinu neboli rohoviny. Keratin je pružný a pevný (Burnie 1988). Růst per na povrchu těla je nerovnoměrný. Pera se soustřeďují do perných pásem (pernic), které jsou odděleny nažinami (Černý 2005). Při růstu peří se odštěpují od brka složité a navzájem související větve a paprsky. Po vytvoření celého pera se zastaví přívod krve do něj. Pera rostou jako dřeví v krátkých trubičkách (pochvy pera). Špička pera se postupně prodlužuje a vyčnívá z pochvy, na konci tvorby pochva odpadne a zbývá dokonale vytvořené pero (Burnie 1988). Peří ptáků se dělí na tzv. letky, rýdovací (ocasní) pera, obrysová (krycí) pera, prachové peří, pera vlasová a štětinová (Šťastný et al. 1998a, Černý 2005).

Díky stavbě křídla jsou ptáci nejrychlejší a nejzdatnější letci. Křídlo je lehké, pevné a pružné. Schopností křídla je otáčení zepředu dozadu, což umožňuje ptactvu se pohybovat vzduchem s menším odporem (tzv. aerofoil). Křídlo se skládá z ručních letek, loketních neboli druhotných letek, ramenních neboli terciárních letek (tzv. raménko), z křídélka a z krovek (velké křídelní, střední, malé a okrajové) (Obr. 3) (Burnie 1988, Šťastný et al. 1998a).

Obrázek 3. Jednotlivé typy per ptačího křídla (Šťastný et al. 1998a).



Křídélko je skupina pírek, která se za letu mohou vztyčit či otáčet. Křídélko má zamezit turbulenci a nachází se na druhém prstu. Okraj křídla je tvořen ručními, loketními a ramenními letkami (Burnie 1988). Krovky zakrývají spodní část letek svrchu i zespodu a prorážejí vzduch. Tvoří prohnutý povrch, který usnadňuje vztlak (Burnie 1988, Šťastný et al. 1998a). Ruční letky tvoří přední (ruční) část křídla, zajišťují rychlost letu a slouží také k řízení letu (Burnie 1988). Loketní letky jsou zakotveny v okostici loketní kosti (Černý 2005). Tyto letky tvoří vnitřní část křídla, umožňují plynulý tok vzduchu kolem křídel a svým vyklenutím zapříčiňují vznik vztlaku. Loketní letky jsou kratší než ruční (Burnie 1988, Šťastný et al. 1998a). Ramenní letky jsou tvrdé a krátké. Tvoří ramenní perut' (Černý 2005). Jsou nejvnitřnějšími letkami, které přiléhají těsně k tělu a mají za úkol zabránit turbulencím (Burnie 1988).

Letky sov mají hřebínkovitý vnější okraj, který spolu s měkkým povrchem letek umožňuje zcela tichý let (Šťastný et al. 1998b). Navíc mají pera široké prapory s hojným bazálním pápeřím, což také přispívá k bezhlučnému letu, aby se sovy lépe orientovaly sluchem a aby nevarovaly kořist. Zajímavé je, že např. u kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*), který běžně loví v denní dobu, jsou hřebínkovitá pera vyvinuta slabě (Singer 1992).

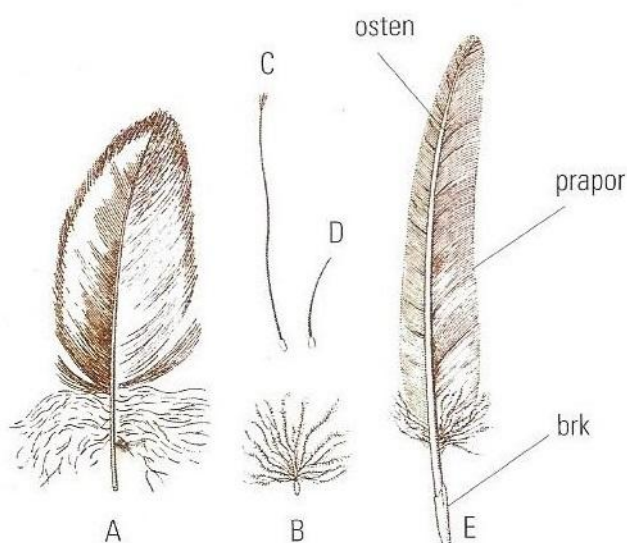
Ke kormidlování a udržování rovnováhy slouží rýdovací pera (Burnie 1988). Jsou to tuhá a pevná pera, která jsou stavebně podobná letkám. Rýdovací pera jsou zakotvena na kostrči. Jejich počet je variabilní, obvykle odpovídá počtu obratlů tvořících kostrč (Černý 2005). Rýdovací pera ptáci využívají při přistávání, kdy jsou rozevřená a po dosednutí se uzavřou (Burnie 1988).

Obrysová pera, letky a rýdovací pera mají uprostřed stvol. Stvol (*scapus*) tvoří osu pera a je rozdělen na brk (*calamus*) a osten (*rhachis*) (Obr. 4). Vrchní část stvolu je tvořena ostenem. Osten je pružný, tvrdý a na průřezu čtyřhranný a je vyplněn dřevem. Povrch ostenu je pokryt kůrou (Šťastný et al. 1998a, Černý 2005). Brk tvoří spodní část stvolu, je průhledný, válcovitý a na rozdíl od ostenu je dutý. Brk je umístěn v péřovém folikulu (*folliculus*) v kůži. Dutina brku je rozdělena tenkými blanitými překážkami na menší dutinky, které jsou vyplněny vzduchem (Burnie 1988, Šťastný et al. 1998a, Černý 2005). Na ostenu se nachází prapor (*vexillum*) (Obr. 4) (Šťastný et al. 1998a). Prapor je tvořen řadami větví, které od ostenu odstupují v úhlu 45°. Z větví vycházejí na každou stranu pod úhlem 45° velmi jemné paprsky. Z horních větví vyrůstají obloučkovité paprsky, které jsou zakončeny ostrým hřebenem. Ze spodních větví vyrůstají háčkovité paprsky, které jsou opatřeny háčky. Háčky umožňují spojení jednotlivých paprsků mezi sebou.

Háčkovité spojení je pohyblivé a dovoluje paprskům pohyb a změnu polohy. Jednotlivé paprsky mají stejný elektrický náboj, a tudíž díky odpudivé síle nedochází ke slepení paprsků (Černý 2005). V případě letek má jedna strana praporu zakřivený okraj, je užší a tuhá (návětrná část pera). Na závětrné části praporu je nezakřivený okraj. Tato část praporu je širší a měkčí (Burnie 1988).

Obrázek 4. Typy ptačích per a popis částí letky (Šťastný et al. 1988a).

A – obrysové pero, B – prachové pero, C – vlasové (nitkovité) pero,
D – štětínové pero, E – letka



Tělo ptáka izoluje prachové peří, kterým prostupuje vzduch. Jsou to jemné a roztřepené chumáčky a jejich větve nejsou spojeny (Burnie 1988). Vyrůstá na nažinách či pernicích mezi brky obrysových per. Osten je jen naznačen nebo zcela chybí (Černý 2005). Sovy v dospělosti prachové peří nemají. U mláďat sov se však prachové peří nachází (Šťastný et al. 1998b). Čerstvě vylíhlá mláďata jsou pokryta hustým bělavým prachovým peřím – neoptile. Definitivní opeření se nazývá teleoptile, u sov existuje mezi těmito dvěma opeřeními ještě meziprach - mesoptile (Šťastný et al. 1998a, Černý 2005).

Drobný prach se nachází u ptáků, kterým chybí kostrční žláza či ji mají velice malou – např. volavkovití (*Ardeinae*), jeřábovití (*Gruidae*). Větve těchto per se na konci odlamují jako jemný pudr a roztírají se do krycího peří, které tímto učiní nesmáčitelným (Šťastný et al. 1998a). Ptáci mají dále štětínová a vlasová pera

mající smyslové a hmatové funkce (Šťastný et al. 1998a, Černý 2005). Hmatová funkce štětinových per je nejlépe viditelná u sov, kdy si podávají potravu do zobáku a ohmatávají ji těmito štětinami (Šťastný et al. 1998a).

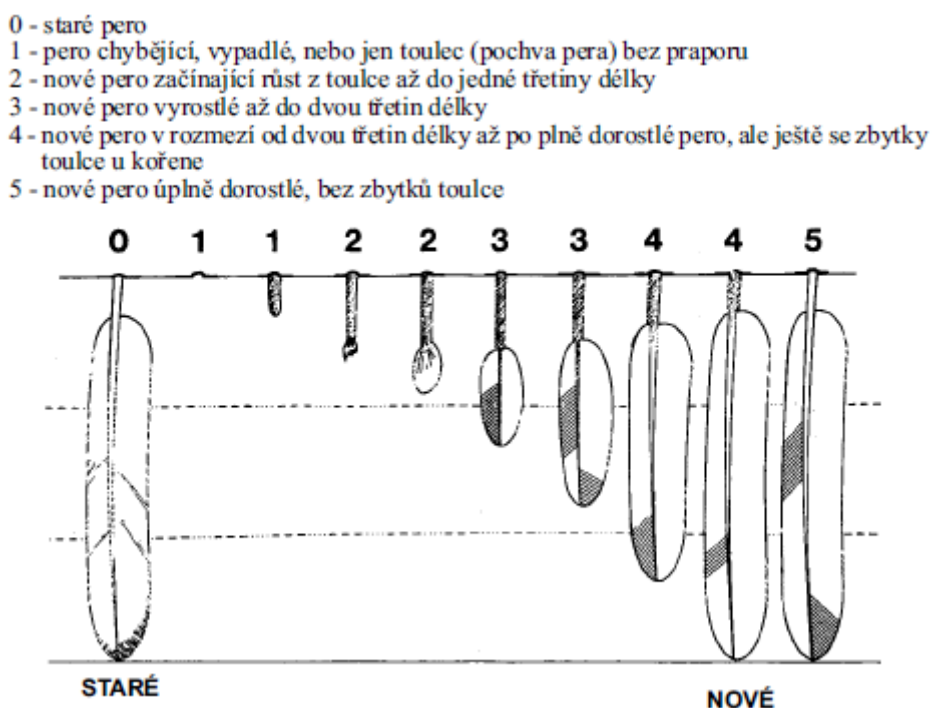
3.3 Přepeřování

Přepeřování je pravidelná výměna opotřebených per. Je to důležitý proces v životě ptáků, který je metabolicky obrovsky náročný (Klápště 2007). V době pelichání dochází k velkým ztrátám tepla, ptáci ztrácejí proteinové substance a jsou celkově oslabení (Černý 2005). Cyklus výměny peří se skládá ze dvou procesů. První proces se nazývá ecdysis a dochází při něm k ztrátě starých per. Druhý děj se nazývá endysis a vyznačuje se růstem nových per (Klápště 2007). Nově rostoucí pero vytlačuje ze stejného pérového váčku pero staré (Šťastný et al. 1998a). Přepeřování je hormonálně řízený proces (Černý 2005). Hormon je produkován hypofýzou v závislosti na ročním období, ve střední Evropě hlavně na množství světla. Ze stejného folikulu vyrostou nejprve prachové peří, poté peří mladých ptáků, pero šatu přechodného, pero klidového šatu a naposledy svatebního šatu dospělé (Šťastný et al. 1998a).

Při pelichání se výrazně mění vzhled ptáka. Změna barvy peří je možná pouze s jeho částečnou či úplnou výměnou (Bezzel 2001). Během hnízdění se vymění veškeré opotřebené a odřené peří včetně letek a rýdovacích per. K částečnému pelichání dochází před hnízděním. Dojde k výměně drobného konturového peří a ptáci získají svatební šat (Šťastný et al. 1998a). Volně žijící ptactvo pelichá postupně po jednotlivých letkách, aby byla zachována schopnost letu (Černý 2005). U sýce rousného dochází k procesu pelichání postupně během několika let (Rymešová et Hertl 2012).

Klápště (2007) uvádí metodiku určování pelichání. Při zjišťování stádia přepeření je nutné držet ptáka opatrně v ruce. Někteří ptáci (např. holubovití *Columbidae* a drozdovití *Turdidae*) podléhají úlekovému pelichání (stress moulting), které se projevuje ztrácením velkého množství peří při držení v ruce. Po uchopení jedince křídlo jemně rozevíváme. Je třeba nejprve zjistit hranici mezi ručními (primárními) letkami a loketními (sekundárními) letkami. Tato hranice nemusí být při některé fázi přepeřování zřejmá. Ručních letek je obvykle u ptactva 10 (Šťastný et al. 1998a, Klápště 2007). Sýc rousný má rovněž 10 ručních letek (Rymešová et Hertl 2012). Přepeřování se zaznamenává ve stupnici 0 až 5 (Obr. 5). Ruční letky lze číslovat dvěma způsoby. První způsob je ascendentní, při němž se počítají letky od okraje křídla směrem k tělu (Klápště 2007). Tento způsob se rovněž využívá u sýce rousného (Rymešová et Hertl 2012). Druhý způsob je descendentní, od zápěstního kloubu směrem ven (Klápště 2007). Ruční letky obvykle pelichají od nejnižší letky ke špičce (Šťastný et al. 1998a). U počítání loketních letek používáme vždy způsob ascendentní (směrem dovnitř k tělu) (Klápště 2007). Loketní letky se vyměňují od středu ke špičce (Šťastný et al. 1998a). Sýc rousný má 12 loketních letek (Rymešová et Hertl 2012).

Obrázek 5. Posouzení a číselné označení fází přepeřování (Klápště 2007).



Ptáci mají převážně 12 ocasních per (tj. 6 párů). Výměna ocasních per je nejčastěji centrifugální. Začíná u středového páru a pokračuje symetricky, vždy v páru směrem do stran. Další postup je centripetální, který je méně častý. Přepeřování probíhá od vnějšku do středu (Klápště 2007). S tímto způsobem se lze setkat u ptáků šplhajících po kmenech (Šťastný et al. 1998a). Tato pera číslujeme vždy od středu do stran (Klápště 2007).

U sýce rousného začíná přepeřování od konce května až do poloviny července. Pelichání vrcholí v polovině léta (červen a červenec, po vylíhnutí mláďat). Přepeřování trvá obvykle necelé dva až tři měsíce a je ukončeno koncem července až koncem září. Přepeřování neprobíhá během kladení a inkubace vajec, aby zřejmě nedocházelo k zbytečné energetické spotřebě (Hörnfeldt et al. 1988).

3.4 Zbarvení opeření

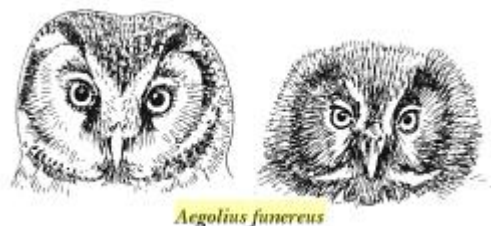
Zbarvení peří je způsobeno přítomností pigmentů. Pigmenty jsou chemické látky, které na základě absorpce dané vlnové délky světla vytvářejí různé barevné odstíny. Pigment, který určuje zbarvení opeření, se nazývá melanin. Jsou známy tři druhy melaninu – černý eumelanin, světlehnědý až purpurový phaeomelanin a červenohnědý erythromelanin. Kombinací těchto typů vznikají různé odstíny barev. Lesk peří je zapříčiněn postavením paprsků v praporu (Černý 2005).

Zbarvení opeření ptactva je velice variabilní. Může se lišit i v rámci druhu. Hlavními faktory, které ovlivňují zbarvení per, je pohlaví (pohlavní dimorfismus), stáří i roční období. U ptáků bývá samička méně výrazně zbarvena, než je tomu u samce. Některé druhy ptáků se vyskytují v různých variacích bez ohledu na pohlaví, stáří či roční období (Obhlídal 1977). Vzory a zbarvení per mohou ptáky dokonale maskovat nebo je naopak učinit nápadně nádhernými (Singer 1992).

Opeření sov je velice nenápadné, s barvami, které dobře maskují jedince v přírodě (Šťastný et al. 1998b). Opeření sýce rousného má tmavě hnědou barvu s bílými skvrnami. Ventrální strana je krémově bílá žíhaná tmavě hnědou až rudou barvou. Toto žíhání je výrazné zvláště na prsou. Vybarvení dorsální strany těla je značně individuální. Někteří jedinci jsou více šedí a jiní jsou více rudě hnědí. Jednoletí jedinci jsou tmavší než starší sovy. Krátký ocas je na svrchní straně hnědý s bílými pruhy. Nohy a chodidla jsou překryté bělošedým peřím, což patří také k nápadným rozdílům od ostatních malých sov. Barva starších vylíhnutých a vylétlých mláďat je rozdílná od starých jedinců. Mladé sovy jsou celkově tmavě

hnědé, mají i tmavší péřový závoj kolem očí, bílé skvrny nad očima a na křídlech (Korpimäki et Hakkarainen 2012). U mladých jedinců se i vyskytuje bílé zbarvení v obličejí ve tvaru X (Obr. 6) (König et Weick 2008).

Obrázek 6. Opeření hlavy mláděte (vpravo) a dospělé (vlevo) sýce rousného (König et Weick 2008).



3.5 Metodiky stanovení věku u ptáků

Kompletní pochopení a stanovení načasování, sekvence a rozsahu pelichání opeření ptactva je základní podklad pro určení věku a pohlaví ptáků. Základním principem stanovení věku u ptáků je přepeřování. Přepeřování přispívá k rozdílům mezi jednotlivci v barvě, vzoru, tvaru a opotřebení peří. Ornitologové používají různé charakteristiky, které jim umožňují odhadnout stáří jedince pomocí přepeření, především tvar, barva a opotřebení peří, velikost křídel i ocasních per. Vlastnosti opeření mohou být použity při zběžném určení nejen pohlaví a věku, ale také ke stanovení druhů a poddruhů (Pyle 1997). U sýce rousného se nejčastěji určuje věk sledováním barvy a opotřebení ručních a loketních letek (Rymešová et Hertl 2012).

K jednoduššímu určení věku podle zbarvení opeření se může využít i UV záření. V opeření sov se vyskytuje pigment porfyrin, který v UV světle září. Díky tomuto principu lze rozlišit jednotlivé generace letek, tedy stáří jedinců. V praxi se metoda vyplatila u nočně aktivních ptáků, zejména sov. Dle intenzity fluorescence při vystavení spodní části křídla UV záření lze rozlišit relativní stáří ručních a loketních letek. Nové letky svítí nejvíce a jsou v kontrastu se staršími pery. Je však nutné zakrývat ptákům oči, aby nedošlo k poškození zraku (Koleček 2012).

Anatomické rysy (velikost těla, délka křídla, váha atd.) používané pro vyhodnocení stáří a pohlaví jedince jsou velice užitečné a široce používané. „Skulling“ je technika používaná k přibližnému určení věku ptáků. Jejím principem je pneumatizace určitých částí lebky. Mladší jedinci nemají zcela pneumatizovanou lebku. Ta je tvořena jednou ucelenou vrstvou. V průběhu čtyř až dvanácti měsíců od vylétnutí jedinců z hnízda (v závislosti na druhu) dochází k tvorbě druhé vrstvy, která kopíruje první původní vrstvu. Mezi vrstvami se vytvářejí různé vzduchové kapsle, které lze rozpoznat již při pouhém doteku na ptačí hlavu. Plně pneumatizovanou lebku mají starší jedinci (Pyle 1997).

Další cestou k určení nebo zpřesnění věku ptáků jsou metody založené na kroužkování ptáků. Tyto metody se však dají používat pouze u zpětně odchycených ptáků (Cepák et al. 2008).

3.6 Určení věku a pohlaví sýce rousného

Určení věku u dospělých jedinců

Věk dospělých jedinců sýce rousného se určuje podle zbarvení a opotřebenosti jednotlivých ručních i loketních letek. U jednoletých ptáků nedošlo ještě k pelichání, a proto mají všechny ruční i loketní letky stejnou barvu (světle hnědou) (Obr. 7). Skvrny na letkách jsou individuálními znaky a nelze dle nich určit stáří jedince (Rymešová et Hertl 2012).

U dvouletých jedinců již proběhlo první pelichání. Tito jedinci mají vyměněné aspoň některé ruční letky (od vrcholu křídla k tělu to je 1. až 4. letka), které jsou tmavší než ostatní stará pera (5. až 10. ruční letka). Dvouletí jedinci vyměňují i část loketních letek (12. až 7. loketní letka). Ty pelichají v opačném směru (od těla k okraji křídla). Sýc v druhém roce života má tedy ruční letky dvou odstínů hnědé (Obr. 8) (Rymešová et Hertl 2012).

U jedinců třetího roku života pokračuje pelichání ručních a loketních letek od místa, kde předešlého roku přestalo. Tito ptáci mají ruční a loketní letky tří odstínů. U ručních letek dochází k pelichání 5. až 7. letky (nejtmavší odstín). Loni pelichané letky (1. až 4.) jsou středně tmavé. Nejsvětější a nejvíce opotřebená je 8. až 10. letka, u kterých dosud nedošlo k pelichání. U loketních letek pelichá 2. až 6., které

jsou tedy i nejtmaší. Nejsvětlejší a nejpotřebovanější loketní letka je první (Obr. 9) (Rymešová et Hertl 2012).

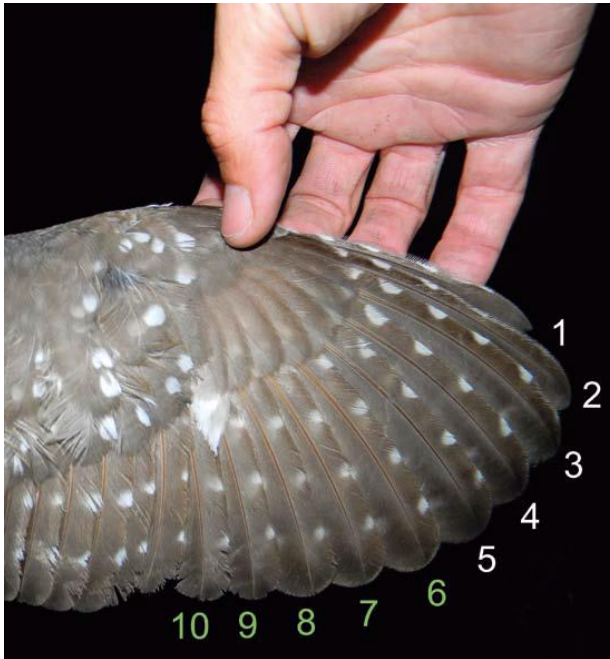
Určení věku ptáků starších tří let je velice obtížné. Navíc mohou existovat jedinci, u kterých nedochází k pelichání dle výše stanoveného pořadí či k přesnému počtu pelichaných letek (Hörnfeldt et al. 1988).

Korpimäki (1981) také uvádí, že samice mají křídla obvykle delší jak 170 mm a samci kratší než 170 mm, čímž je možné do jisté míry určovat i pohlaví dospělých jedinců.

Obrázek 7. Jednoletý sýc rousný - není patrné žádné rozhraní pelichání (Rymešová et Hertl 2012).



Obrázek 8. Dvouletý jedinec sýce rousného – je patrné rozhraní mezi novými a starými letkami (1. – 5. ruční letka je přepelichaná, 6. – 10. ruční letka je stará) (Rymešová et Hertl 2012).



Obrázek 9. Tříletý jedinec sýce rousného - první až pátá letka je rok stará (bílé číslování), 6. až 7. ruční letka je nově přepelichaná (oranžové číslování) a 8. až 10. ruční letka je dosud nevyměněna (zelené číslování). Patrné jsou i tři generace loketních letek (Rymešová et Hertl 2012).



Určení věku mláďat

Věk lze stanovit nejen u dospělců sýce rousného (Hörnfeldt et al. 1988, Korpimäki et Hakkarainen 2012, Rymešová et Hertl 2012), ale také u mláďat. Korpimäki (1981), Vacík (1992), Drdáková-Zárybnická (2002, 2005) vytvořili klíč k určení věku mláďat. K tomuto určování lze využít kvantitativní znaky (délka běháku, křídla a ručních letek). Hmotnost mláďat není vhodným parametrem k stanovení věku, neboť hodnota hmotnosti během hnízdění různě kolísá a je velice individuální. Například v prvním týdnu života může být jedno mládě až třikrát těžší než druhé, stejně staré. Korpimäki (1981) tvrdí, že odhad věku mláděte dle tělesné hmotnosti je spolehlivý do 2 týdnů života, jelikož v dalším vývoji mláděte je tělesná hmotnost ovlivněna hlavně množstvím potravy a pohlavním dimorfismem.

Určení věku dle délky ručních letek patří k nejpřesnějším metodám, jelikož rostou nepřetržitě během celého pobytu mláďat na hnízdě a ani množství přinášené kořisti neovlivňuje rychlost růstu letek (Vacík 1992). Korpimäki et Hakkarainen (2012) dodávají, že přesnost odhadu věku délky křídla je 1 den do věku 3 týdnů a 2 dny do věku 4 až 5 týdnů.

Stanovení věku dle délky běháku s patním kloubem není tak přesné a doporučuje se provádět do doby, než začnou růst ruční letky (7. až 8. den). Ke stanovení věku dle běháku se využívá také celkový vzhled mláďat (Vacík 1992).

Přibližný věk mláďat lze odhadnout i dle barvy opeření. Peří mláďat je první tři dny života čistě bílé, čtvrtý až pátý den peří tmavne a sedmý den jsou mláďata šedá (Vacík 1992).

Dosud však nebyla nalezena žádná metoda k určování pohlaví vylíhnutých či vylétlých jedinců dle opeření či rozměrů těla (Korpimäki 1981). Pohlaví u vylíhklých mláďat a nehnízdících jedinců lze zjistit s pomocí vzorku krve, který lze analyzovat v molekulární laboratoři metodou polymerázové řetězcové reakce (PCR) (Hörnfeldt et al. 2000).

3.7 Stanovení věku a pohlaví u ostatních sov

Kalous pustovka (*Asio flammeus*)

U mláďat kalouse pustovky lze stejně jako u sýce rousného určit věk dle rozměrů těla (hmotnost, délka křídla a délka běháku). Mezi rozměry těla a věkem existuje lineární závislost, kterou lze využít k stanovení stáří mláďat do patnácti dnů věku bez ohledu na pohlaví. U mláďat starších než 15 dnů se už projevuje pohlavní dimorfismus, který je zvláště viditelný u délky křídla, a pro stanovení věku mláďat je nutné odlišit pohlaví (Arroyo et al. 2000).

Na rozdíl od mláďat sýce rousného lze u mláďat kalouse pustovky určit pohlaví podle barevné skladby letek. Pohlaví mláďete je dobře rozpoznatelné ve věku deseti až patnácti dnů. Loketní letka z vnitřní strany je u kalouse pustovky z jedné poloviny zbarvena do hněda a druhá polovina letky má bílou barvu. U mužského pohlaví je však zřetelný větší kontrast mezi oběma polovinami. U samic je přechod mezi odlišně vybarvenými polovinami plynulý. Bílá strana letky u samic není čistě bílá (jak je tomu u samců), ale nabývá tmavšího odstínu. Špička letky z vnější strany je zbarvena do běla. U samců je tato špička delší než je tomu u samic (Arroyo et al. 2000).

Sova pálená (*Tito alba*)

Jedinci sovy pálené mají v prvním roce života veškeré ruční letky lesklé, stejně barevné a neopotřebené. U dvouletého jedince lze už zaznamenat část per nových, lesklých a část per opotřebených a bez lesku. Ptáci tří let nebo starší mají několik nových letek (Taylor 1993). Principy předchozích metod určení stáří jedince jsou totožné (míra opotřebenosti a zbarvení ručních letek) a jsou velice podobné metodě určování věku sýce rousného (Rymešová et Hertl 2012).

Velikost křídla je nejlepší znak pro stanovení věku u mláďat sovy pálené. Podle zbarvení opeření lze dokonce určit pohlaví mláďat. U čerstvě vylétlých mláďat je rozdíl v množství skvrn na spodní straně těla, kdy samice jich mají prokazatelně více než samci (Taylor 1993).

U dospělých jedinců mají samice rozdílné zbarvení než samci, jejich opeření obsahuje více černých a šedých skvrn. Samice mají na rozdíl od samců širší a tmavší křídlo. Tyto znaky však nejsou objektivní. Výrazný rozdíl je v množství skvrn na spodní straně těla, kdy samice jich mají prokazatelně více než samci. Podle tohoto znaku lze snadno určit pohlaví dospělců sovy pálené (Taylor 1993).

Výr velký

Stáří mláďat výra velkého lze určit podle barvy a typu opeření, rozevírání očí, reakce na člověka a dle dalších morfologických znaků i způsobu chování. Pro přesné stanovení věku a pohlaví mláďat je však nejlepší využít morfometrických znaků, zejména délky křídla. Po padesátém pátém dnu života mláděte lze také použít k určení pohlaví délku těla. Délka těla samice je větší než samců (Kunstmüller 2012).

Kulíšek nejmenší

Polakowski (et al. 2008) při své studii kulíška nejmenšího ve Švédsku využil ke stanovení věku opotřebení a zbarvení opeření na křídlech. Při studii byl rozlišen pouze mladý jedinec (jednoletý) a dospělý jedinec. V prvním roce života již lze spatřit první přepeření ručních letek. Jednoletí jedinci mají obnoveno variabilní množství ručních letek ve vnitřní části. To znamená, že kulíšek nejmenší pelichá v opačném směru než sýc rousný. Na koncové části křídla lze rozeznat jednu až dvě krajní letky, které nebyly ještě přepeřené. Další rozdíl mezi mladými a dospělými jedinci byl v rozdílném zbarvení opeření na křídlech. Jednoletí jedinci měli křídla více hnědá a tmavší než dospělci, kteří měli křídla spíše šedá a nacházelo se na nich více bílých skvrn.

Pohlaví kulíšků nejmenších lze odvodit od délky křídla. Samice mají křídla delší než 101 mm a samci mají křídla kratší než 100 mm (Polakowski et al. 2008).

3.8 Závislost reprodukčního úspěchu na věku hnízdících jedinců

Sýc rousný

Určení stáří u sýce rousného může pomoci odhalit úspěšnost hnízdění u tohoto druhu. Obecně s rostoucím věkem jedinců se zvyšuje reprodukční úspěšnost (Korpimäki 1988). Reprodukční úspěšnost nejvíce ovlivňují samci, neboť jsou nositeli kořisti samicím a mláďatům (Korpimäki 1988, Drdáková-Zárybnická 2004, Zárybnická et al. 2009, Zárybnická et Vojar 2013). Lze tedy předpokládat, že věk ovlivňuje reprodukční úspěšnost a tento vztah je více výrazný u samců než u samic.

Mladí jedinci hnízdí pouze, když je dostatek potravy. Jednoletá samice je schopna zahrnout se starším samcem i při menší potravní nabídce, avšak jednoletý samec zahrnout se samicí pouze při vysoké potravní nabídce (Korpimäki 1988, Laaksonen et al. 2002). Jedinci sýce rousného mohou při vysoké potravní nabídce hnízdit víckrát do roka, u samic se jedná o tzv. sukcesivní polyandrii, u samců o současnou polygynii (Eldegarg et Sonerud 2009, Zárybnická 2009, Korpimäki et al. 2011).

Pušťík bělavý (*Strix uralensis*)

Brommer (et al. 1998) při svém výzkumu v roce 1977 až 1995 ve Finsku zjistil, že reprodukční úspěšnost puštíka bělavého je závislá na množství dostupné potravy, stejně tak je tomu u sýce rousného (Korpimäki 1988, Laaksonen et al. 2002). Jednoletí jedinci puštíka bělavého hnízdili v roce s vysokou potravní nabídkou, zatímco dvouletí jedinci i v období s nízkou potravní nabídkou. Zároveň samice, které začaly hnízdit v prvním roce života, měly menší šanci na přežití než samice, které zahrnout poprvé až v druhém roce. Nejvíce vylétlých mláďat bylo zaznamenáno u samic, které poprvé zahrnout v druhém a třetím roce života. Pokud samice poprvé zahrnout v prvním či až ve čtvrtém a pozdějším roce života, reprodukční úspěšnost byla nízká. Věková struktura hnízdících samic závisela na potravní nabídce v daném roce (Brommer et al. 1998).

Pušťík obecný

Při výzkumu pušťíka obecného v Maďarsku v letech 1992 až 1999 bylo prokázáno, že starší samci se dokážou lépe přizpůsobovat potravní nabídce a zvolit alternativní kořist (Sasvári et al. 2000). Obvykle se živí drobnými savci a jejich alternativní kořisti jsou ptáci (Bezzel et al. 1998). Starší samci jsou schopni ulovit více kořisti než mladší i v případě nízké potravní nabídky. Byla zaznamenána nízká reprodukční úspěšnost u mladých párů při nepříznivých klimatických podmínkách (Sasvári et al. 2000).

Sasvári et Hegri (2002) doplňují, že počet vajec a vylíhnutých mláďat je ovlivněn věkem samice. Počet vylétlých mláďat je závislý na věku samce. Reprodukční úspěšnost je také ovlivněna přítomností či nepřítomností sněhové pokrývky.

4. Metodika

4.1 Charakteristika zájmového území

Studijní plocha je situována ve východních Krušných horách v oblasti Flájské přehrady. Oblast o velikosti přibližně 70 km² se nachází v lesích poškozených průmyslovými imisemi na náhorních plošinách Krušných hor. Na studovaném území se nachází zbytky vzrostlých smrkových lesů tvořených smrkem ztepilým, mýtinami, v jejichž podrostu převládá bylinný druh třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), a plochy náhradních dřevin, zejména smrku pichlavého, břízy (*Betula* sp.), jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) a modřínu opadavého (*Larix decidua*). V tomto porostu se roztroušeně vyskytují také staré solitérní stromy, zejména buk lesní (*Fagus sylvatica*). Od r. 1999 jsou v této oblasti nabízeny hnízdní budky pro sýce rousného, každoročně průměrně 124 budek (SD = 26.3, období 1999 - 2011). Díky nedostatku přirozených dutin vytvořených datlem černým využívá sýc rousný nabízené budky k hnízdění poměrně často; každoročně je obsazeno 14,2 % budek (SD = 5,7) (Zárybnická et al. 2015).

4.2 Hnízdní budky, odchyt jedinců

Hnízdní budky byly postaveny z dřevěných prken o tloušťce 2 cm. Rozměry dna byly 25 x 25 cm, výška stěn činila 40 cm. Střecha byla vytvořena s nulovým sklonem a o 5 cm přesahovala přední stěnu. Rozměry střechy činily 25 x 30 cm. Budka byla opatřena otvorem určeným pro vlet jedince o průměru 8 cm. Budky byly natřeny tmavě hnědou barvou. Na dno všech budek byla uložena přibližně 4 cm vysoká vrstva pilin, která byla každý rok vyměňována během podzimu.

Samice byly odchyceny při hnízdění. Důležitou podmínkou při odchytu samice je její přítomnost v hníždě. Nesmí být vyrušena, aby nevyletla z hnízda. K budce bylo nutné přistupovat s maximální opatností. Jako odchytový nástroj sloužil klasický podběrák s kruhovou obručí o průměru cca 30 cm.

Samci byli chytáni v nočních hodinách, když přinášeli potravu pro samici a mláďata do hnízda. Před budku se nainstalovala síť (4 – 6 m) s rozměry ok 22 x 22 mm. Bylo nutné, aby síť zastínila výletový otvor a byla v dostatečné vzdálenosti od budky, aby nedošlo k poranění jedince při vletu do sítě či k průletu

samce do výletového otvoru mezi sítí a budkou. Účastník odchytu musel tiše čekat v blízkosti sítě na přilet samce.

Někteří jedinci zahníždili i víckrát za rok či víckrát za celé sledované období. Takovéto opětovné zahníždění bylo zjištěno identifikací ptáka dle ornitologického kroužku.

4.3 Určení věku

Věk jedinců byl určen podle zbarvení a opotřebenosti jednotlivých ručních i loketních letek (viz literární rešerše). U jednoletých ptáků nedošlo ještě k pelichání, a proto mají všechny ruční i loketní letky stejné barvy (světle hnědé).

U dvouletých jedinců již proběhlo první pelichání. Tito jedinci měli vyměněné aspoň některé ruční letky (od vrcholu křídla k tělu to je 1. až 4. letka), které byly tmavší než ostatní stará pera (5. až 10. ruční letka). Dvouletí jedinci vyměňují i část loketních letek (12. až 7. loketní letka).

U jedinců třetího roku života pokračovalo pelichání ručních a loketních letek od místa, kde předešlého roku přestalo. Tito ptáci měli ruční a loketní letky tří odstínů. U ručních letek byla přepelichána 5. až 7. letka (nejtmavší odstín). Loni pelichané letky (1. až 4.) byly středně tmavé. Nejsvětlejší a nejvíce opotřebená byla 8. až 10. letka, u kterých dosud nedošlo k pelichání. U loketních letek pelichala 2. až 6., které byly tedy i nejtmavší. Nejsvětlejší a nejpotřebovanější loketní letka je první. Všichni jedinci starší než tři roky byli identifikováni jako 3+.

4.4 Určení délky křídla, váhy a hnízdní úspěšnosti

Odchycení jedinci byli opatrně vloženi do pytlíku o hmotnosti obvykle 30-50 g a změřeni pružinovou závěsnou váhou (pesolou). Od výsledné hmotnosti byla odečtena hmotnost pytlíku, a tím přesně zjištěna hmotnost samotného jedince. Délka křídla včetně letky byla změřena umělohmotným měřítkem. Při časně kontrole hnízda byl zjištěn počet vajec. Hnízdní úspěšnost byla vyjádřena počtem vylétlých mláďat z hnízda. Nekroužkovaní jedinci byli vždy okroužkováni klasickými kroužkovacími kroužky.

4.5 Statistické zpracování dat

Zpracovaná data pochází z let 2002 – 2006 a obsahují informace o dospělých jedincích, zejména jejich pohlaví, délce křídla, věku, číslu kroužku, číslu budky a počtu vylétlých mláďat z jejich hnízda. Statistické analýzy byly provedeny v programu R, verze 3.1.1 (R Development Core Team 2014). Grafy byly vytvořeny v programu Statistica 6.0 (StatSoft 2003).

Testovány byly následující nulové hypotézy: 1) reprodukční úspěšnost není závislá na věku samic, 2) reprodukční úspěšnost není závislá na věku samců, 3) věk hnízdících samic se neliší mezi roky 2002 - 2006, 4) věk hnízdících samců se neliší mezi roky 2002 - 2006, 5) věk není rozdílný mezi hnízdícími samci a samicemi, 6) velikost křídla není rozdílná mezi samci a samicemi, 7) velikost křídla není závislá na věku samice, 8) velikost křídla není závislá na věku samce.

Při testování nulové hypotézy, že reprodukční úspěšnost není závislá na věku samic/samců, byl použit zobecněný smíšený lineární model. Normalita vysvětlované proměnné (počet vylétlých mláďat z hnízda) byla nejprve odhadnuta vizuálně po vytvoření histogramu, a poté ověřena Shapiro – Wilkovým testem. Následovalo vytvoření nulového modelu (model 0 = počet vylétlých mláďat ~ 1 + 1budka + 1rok) a modelu 1 (model 1 = počet vylétlých mláďat ~ věk + 1budka + 1rok), kde budka a rok jsou náhodné efekty. Oba dva modely byly vyhodnoceny a navzájem porovnány jednocestnou analýzou variance. V případě prokázání závislosti byla zjištěna hodnota Chi-statistiky, p-statistiky, procento vysvětlené variability, korelační koeficient a byl vytvořen bodový graf znázorňující závislost.

Při testování nulové hypotézy, že věková struktura hnízdících samic/samců se neliší mezi roky 2002 - 2006, byl použit zobecněný smíšený lineární model. Normalita vysvětlované proměnné (věk hnízdících samic/samců) byla nejprve odhadnuta vizuálně po vytvoření histogramu, a poté ověřena Shapiro – Wilkovým testem. Následovalo vytvoření nulového modelu (model 0 = věk ~ 1 + 1kroužek) a modelu 1 (model 1 = věk ~ rok zahníždění + 1kroužek), kde kroužek je náhodný efekt. Oba dva modely byly vyhodnoceny a navzájem porovnány jednocestnou analýzou variance. V případě prokázání závislosti byla zjištěna hodnota Chi-statistiky, p-statistiky, procento vysvětlené variability, korelační koeficient a byl vytvořen bodový graf znázorňující závislost.

Při testování nulové hypotézy, že není rozdíl mezi věkem/délkou křídla hnízdících samic a samců, byl použit zobecněný smíšený lineární model. Normalita

vysvětlované proměnné (věk, délka křídla) byla nejprve odhadnuta vizuálně po vytvoření histogramu, a poté ověřena Shapiro – Wilkovým testem. Následovalo vytvoření nulového modelu (model 0 = věk/délka křídla ~ 1 + 1lkroužek + 1lrok odchyty) a modelu 1 (model 1 = věk/délka křídla ~ pohlaví + 1lkroužek + 1lrok), kde kroužek a rok odchyty jsou náhodné efekty. Oba dva modely byly vyhodnoceny a navzájem porovnány jednocestnou analýzou variance. V případě prokázání závislosti byla zjištěna hodnota Chi-statistiky, p-statistiky, procento vysvětlené variability, korelační koeficient a byl vytvořen bodový graf znázorňující závislost.

Při testování nulové hypotézy, že velikost křídla není závislá na věku samice, byl použit zobecněný smíšený lineární model. Normalita vysvětlované proměnné (velikost křídla samice) byla nejprve odhadnuta vizuálně po vytvoření histogramu, a poté ověřena Shapiro – Wilkovým testem. Následovalo vytvoření nulového modelu (model 0 = velikost křídla samice ~ 1 + 1lkroužek + 1lrok odchyty) a modelu 1 (model 1 = velikost křídla samice ~ věk samice + 1lkroužek + 1lrok odchyty), kde kroužek a rok odchyty byly náhodné efekty. Oba dva modely byly vyhodnoceny a navzájem porovnány jednocestnou analýzou variance. V případě prokázání závislosti byla zjištěna hodnota Chi-statistiky, p-statistiky, procento vysvětlené variability, korelační koeficient a byl vytvořen bodový graf znázorňující závislost.

Při testování nulové hypotézy, že velikost křídla není závislá na věku samce, byl použit z důvodu malého počtu pozorování neparametrický Mann-Whitney U Test. Byla zjištěna hodnota p-statistiky. Testování této hypotézy bylo provedeno v programu Statistica 6.0 (StatSoft 2003).

5. Výsledky

5.1 Počet zahnízdění a úspěšnost hnízdění

V letech 2002 až 2006 bylo v Krušných horách nalezeno 99 hnízdění. Bylo odchyceno celkem 93 jedinců, z toho 70 samic a 23 samců. Úspěšných hnízdění (tzn. z hnízda vylétlo alespoň jedno mládě) bylo zaznamenáno celkem 52. 18 hnízd bylo predováno kunou lesní a zbylá hnízdění byla opuštěna samicí z neznámého důvodu (29 hnízd). Průměrná snůška činila $4,6 \pm 1,89$ vajec a reprodukční úspěšnost byla $1,9 \pm 2,08$ (Tab. 1).

V roce 2002 bylo zaznamenáno 26 hnízdění. Chyceno bylo celkem 24 jedinců, z toho 23 samic a 1 samec. 16 hnízdění bylo úspěšných. 3 hnízda byla predována kunou lesní. Byla nalezena 2 hnízda, z nichž nebyla odchycena samice ani samec. Reprodukční úspěšnost činila $2,4 \pm 2,25$ a průměrná snůška byla $5,0 \pm 1,70$ vajec (Tab. 1).

V roce 2003 bylo nalezeno 14 hnízdění. Odchyceno bylo celkem 17 jedinců, z toho 15 samic a 2 samci. 1 samice ještě před snesením vajec hnízdo opustila z neznámého důvodu. Byla zaznamenána 4 úspěšná hnízdění. 4 hnízda byla predována kunou. U 2 samic a 1 samce nebyla zjištěna hnízdní úspěšnost. Průměrná snůška činila $3,9 \pm 2,35$ vajec a reprodukční úspěšnost byla $0,7 \pm 2,52$ (Tab. 1).

V roce 2004 bylo zaznamenáno 15 hnízdění. Chyceno bylo celkem 15 jedinců, z toho 11 samic a 4 samci. 9 hnízdění bylo úspěšných. 1 hnízdo bylo predováno kunou lesní. U 3 hnízd nebyla chycena samice ani samec. Průměrná snůška činila $5,0 \pm 1,73$ vajec a reprodukční úspěšnost byla $2,9 \pm 2,53$ (Tab. 1).

V roce 2005 bylo nalezeno 20 hnízdění. 8 hnízdění bylo úspěšných. Nebyl odchycen žádný jedinec. 7 hnízd bylo predováno kunou lesní. Reprodukční úspěšnost byla $1,5 \pm 2,12$. Průměrná snůška činila $4,5 \pm 1,93$ vajec (Tab. 1).

V roce 2006 bylo zaznamenáno 24 hnízdění. Chyceno bylo celkem 37 jedinců, z toho 21 samic a 16 samců. 15 hnízdění bylo úspěšných. 3 hnízda byla predována kunou lesní. Reprodukční úspěšnost byla $1,7 \pm 1,60$. Průměrná snůška činila $4,3 \pm 1,81$ vajec (Tab. 1).

Tabulka 1. Celkový počet jedinců, počet samic, samců, hnízd, úspěšných hnízdění v jednotlivých letech a celkové sumy zjištěné v letech 2002 – 2006 v Krušných horách. Uvedeny jsou průměrné hodnoty snůšek a reprodukční úspěšnosti se směrodatnou odchylkou.

	2002	2003	2004	2005	2006	2002 - 2006
Počet jedinců	24	17	15	0	37	93
Počet samic	23	15	11	0	21	70
Počet samců	1	2	4	0	16	23
Počet hnízd	26	14	15	20	24	99
Počet úspěšných hnízdění	16	4	9	8	15	52
Průměrná snůška	5,0 ± 1,70	3,9 ± 2,35	5,0 ± 1,73	4,5 ± 1,93	4,3 ± 1,81	4,6 ± 1,89
Reprodukční úspěšnost	2,4 ± 2,25	0,7 ± 2,52	2,9 ± 2,53	1,5 ± 2,12	1,7 ± 1,60	1,9 ± 2,08

5.2 Věkové a růstové charakteristiky hnízdících jedinců

V letech 2002 bylo v Krušných horách odchyceno 23 samic, u 16 z nich byl určen věk. U 21 samic byla změřena délka křídla a u 18 váha. V tomto roce byl chycen 1 samec, u kterého nebyl zjištěn věk, ale byla zaznamenána hmotnost a délka křídla (Tab. 2).

V roce 2003 bylo chyceno celkem 15 samic a u všech těchto samic byl určen věk. U 14 z nich byla zjištěna hmotnost a u 13 samic byla změřena délka křídla. Samci byli chyceni celkem 2. U všech samců byl zjištěn věk, váha a délka křídla (Tab. 2).

V roce 2004 bylo odchyceno celkem 11 samic a u všech byl určen věk. U 5 samic byla zjištěna váha a u žádné z nich nebyla změřena délka křídla. V tomto roce byli chyceni 4 samci, u kterých byl zjištěn věk. U 1 samce byla určena hmotnost a žádnému samci nebyla změřena délka křídla (Tab. 2). V roce 2005 nebyl v Krušných horách odchycen žádný jedinec (Tab. 2).

V roce 2006 bylo odchyceno celkem 21 samic. U všech z těchto samic byl určen věk a délka křídla. U 20 z nich byla zjištěna hmotnost. V tomto roce bylo chyceno 16 samců, u kterých byl určen věk. U 15 z nich byla změřena délka křídla a u 14 byla zjištěna hmotnost (Tab. 2).

V letech 2002 až 2006 bylo v Krušných horách odchyceno celkem 70 samic, z toho u 63 byl určen věk a u 56 zjištěna délka křídla a hmotnost. Celkem bylo chyceno 23 samců, z toho u 22 byl určen věk a u 18 zjištěna hmotnost a délka křídla (Tab. 2).

Tabulka 2. Počet jedinců, u kterých byl určen věk, délka křídla a hmotnost v jednotlivých letech a celkově v letech 2002 – 2006 v Krušných horách.

	2002	2003	2004	2005	2006	2002 - 2006
Počet samic	23	15	11	0	21	70
Věk	16	15	11	0	21	63
Délka křídla	21	14	0	0	21	56
Hmotnost	18	13	5	0	20	56
Počet samců	1	2	4	0	16	23
Věk	0	2	4	0	16	22
Délka křídla	1	2	0	0	15	18
Hmotnost	1	2	1	0	14	18
Počet jedinců	24	17	15	0	37	93
Věk	16	17	15	0	37	85
Délka křídla	22	16	0	0	36	74
Hmotnost	19	15	6	0	34	74

5.3 Věková struktura hnízdní populace a její vliv na reprodukční úspěšnost

V letech 2002 až 2006 bylo v Krušných horách odchyceno celkem 28 jednoletých samic (44,4 %), 18 dvouletých samic (28,6 %), 3 tříleté samice (4,8 %) a 14 samic starších než tři roky (22,2 %). Průměrný věk odchycených samic v tomto období činil $1,8 \pm 0,83$. Bylo odchyceno celkem 7 jednoletých (31,8 %) a 9 dvouletých samců (40,9 %). V tomto období byli chyceni 2 tříletí samci (9,1 %) a 4 samci starší než 3 roky (18,2 %). Průměrný věk samců činil $2,0 \pm 0,79$ (Tab. 3). Průměrný věk všech jedinců v letech 2002 až 2006 v Krušných horách byl $1,9 \pm 0,82$.

V roce 2002 bylo v Krušných horách odchyceno 8 jednoletých (50,0 %), 3 dvouletých (18,8 %), 1 tříletá samice (6,3 %) a 4 samice starší než 3 roky (25 %). Průměrný věk samic v tomto roce činil $1,8 \pm 0,91$. V roce 2002 nebyl chycen žádný samec, u něhož by byl určen věk. V roce 2003 byly chyceny 4 jednoleté samice (26,7 %), 4 dvouleté (26,7 %), 2 tříleté (13,3 %) a 5 samic starších 3 let (33,3 %). Průměrný věk samic činil $2,2 \pm 0,86$. V témže roce byl odchycen 1 jednoletý (50 %) a 1 dvouletý samec (50 %). Průměrný věk samců byl $1,5 \pm 0,71$. V roce 2004 byly chyceny 3 jednoleté samice (27,3 %), 5 dvouletých samic (45,5 %) a 3 samice starší než 3 roky (27,3 %). Průměrný věk samic v tomto roce činil $2,0 \pm 0,77$. V témže roce byli odchyceni 3 jednoletí samci (75%) a jeden tříletý samec (25 %). Průměrný věk samců v tomto roce byl $1,5 \pm 1$. V roce 2005 nebyl chycen žádný jedinec, u něhož by byl určen věk. V roce 2006 bylo chyceno 13 jednoletých samic (61,9 %), 6 dvouletých samic (28,6 %) a 2 samice starší než 3 roky (9,5 %). Průměrný věk samic v roce 2006 byl $1,5 \pm 0,68$. V tomto roce byli chyceni 3 jednoletí samci (18,8 %), 8 dvouletých (50,0 %), 1 tříletý samec (6,3 %) a 4 samci starší než 3 roky (25,0 %). Průměrný věk samců v roce 2006 činil $2,1 \pm 0,72$ (Tab. 3).

Ve studovaném období 2002-2006 nebyla reprodukční úspěšnost ovlivněna věkem samice ($p = 0,958$), ani věkem samce ($p = 0,249$). Věková struktura hnízdicích samic nebyla rozdílná v jednotlivých studijních letech ($p = 0,246$). Stejně tak nebyla rozdílná věková struktura samců v jednotlivých letech ($p = 0,349$). Zároveň se nelišil věk hnízdicích samců od věku hnízdicích samic ($p = 0,703$).

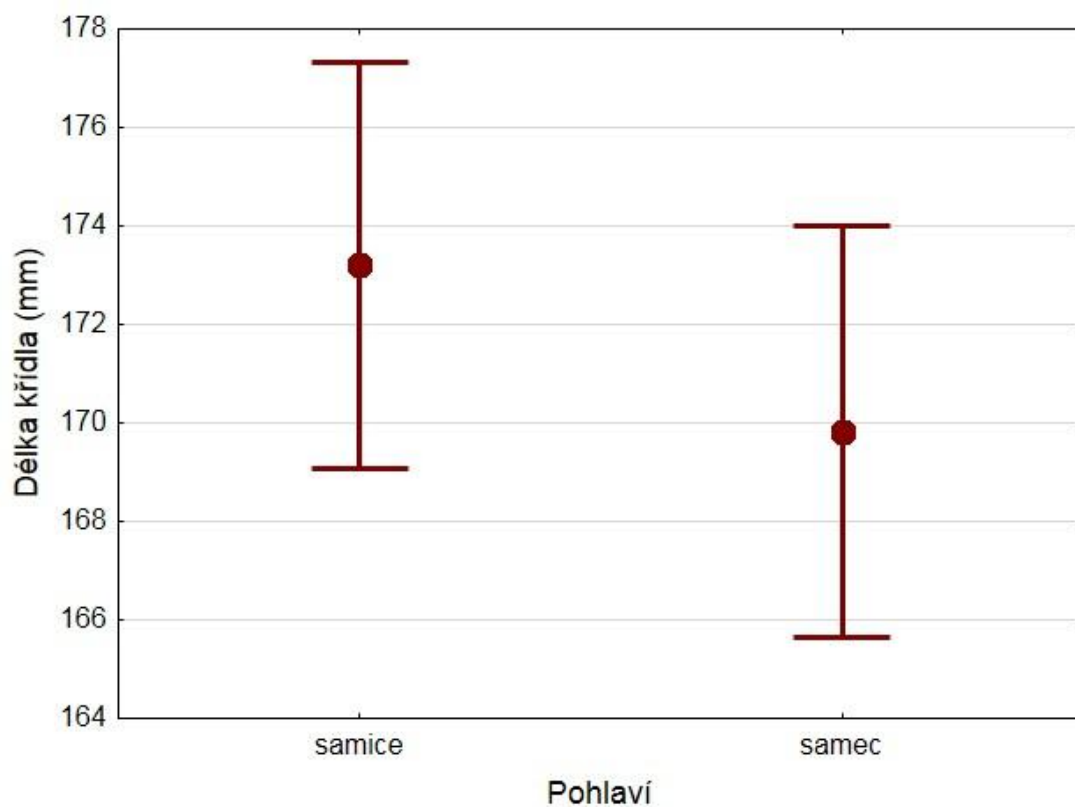
Tabulka 3. Věková struktura sýce rousného v Krušných horách v letech 2002 – 2006. Počet jedinců v jednotlivých věkových kategoriích včetně procentuálního zastoupení. Průměrný věk je uveden včetně směrodatné odchylky.

	2002	2003	2004	2005	2006	2002 - 2006
Samice						
1 rok	8 (50,0 %)	4 (26,7 %)	3 (27,3 %)	0	13 (61,9 %)	28 (44,4 %)
2 roky	3 (18,8 %)	4 (26,7 %)	5 (45,5 %)	0	6 (28,6 %)	18 (28,6 %)
3 roky	1 (6,3 %)	2 (13,3 %)	0	0	0	3 (4,8 %)
3 a více let	4 (25 %)	5 (33,3 %)	3 (27,3 %)	0	2 (9,5 %)	14 (22,2 %)
Průměrný věk	1,8 ± 0,91	2,2 ± 0,86	2,0 ± 0,77	0	1,5 ± 0,68	1,8 ± 0,83
Samci						
1 rok	0	1 (50 %)	3 (75 %)	0	3 (18,8 %)	7 (31,8 %)
2 roky	0	1 (50 %)	0	0	8 (50,0 %)	9 (40,9 %)
3 roky	0	0	1 (25 %)	0	1 (6,3 %)	2 (9,1 %)
3 a více let	0	0	0	0	4 (25,0 %)	4 (18,2 %)
Průměrný věk	0	1,5 ± 0,71	1,5 ± 1	0	2,1 ± 0,72	2,0 ± 0,79

5.4 Délka křídla v závislosti na pohlaví a věku hnízdících jedinců

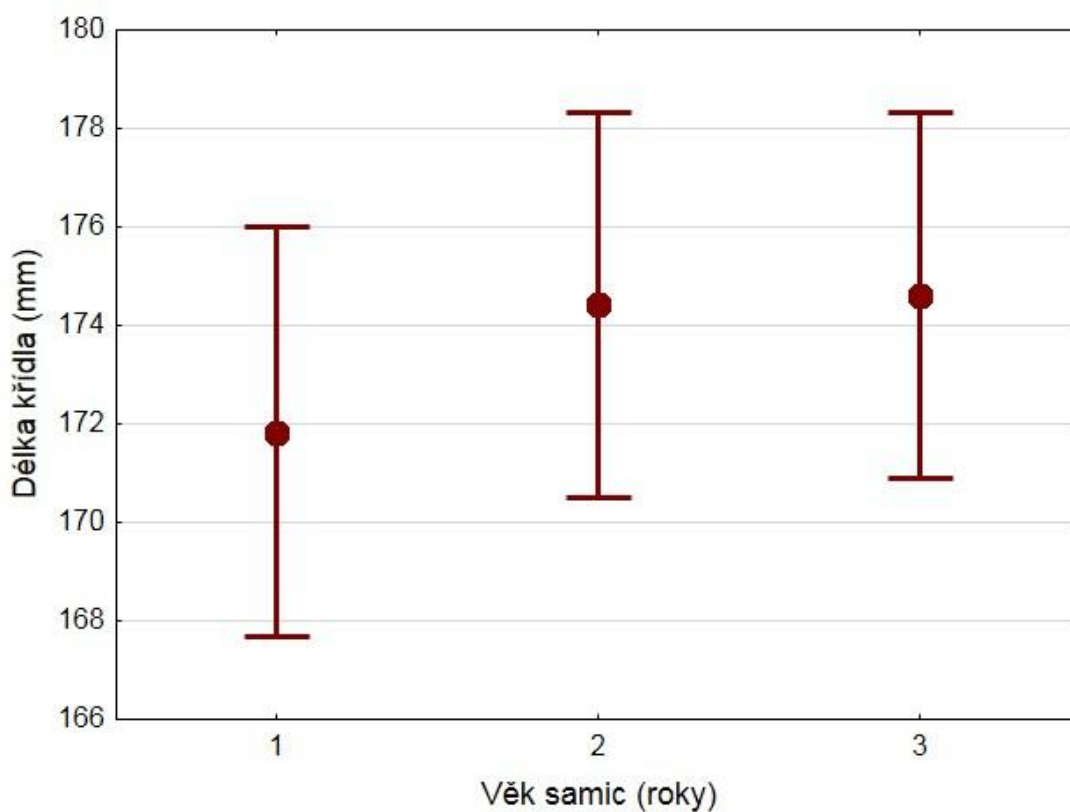
Mezi dospělými samicemi a samci byl zjištěn průkazný rozdíl v délce křídla ($p = 0,0002$, $\text{Chi} = 13,91$, % vysv. var. = 3,69). Samice dosahovaly průkazně delší velikosti křídla než samci: $173,2 \pm 4,13$ vs. $169,8 \pm 0,79$ (Obr. 10).

Obrázek 10. Velikost křídla hnízdících samic a samců v Krušných horách v letech 2002 – 2006. Ukázány jsou průměrné hodnoty a směrodatná odchylka.



Zároveň byl zjištěn signifikantní vztah mezi věkem samic a délkou křídla ($p = 0,0047$, $\chi^2 = 7,97$, % vysv. var = 2,95), přičemž délka křídla se průkazně zvyšovala s věkem samic. Křídlo jednoleté samice dosahovalo průměrně délky $171,9 \pm 4,25$ mm, křídlo dvouleté samice průměrně měřilo $174,8 \pm 3,84$ mm a křídlo tříleté a starší samice $174,8 \pm 3,79$ mm (Obr. 11). Tento vztah však nebyl nalezen u samců z důvodu malého počtu pozorování ($p = 0,579$).

Obrázek 11. Délka křídla v závislosti na věku samic v Krušných horách v letech 2002 – 2006. Ukázány jsou průměrné hodnoty a směrodatná odchylka.



5.5 Opakovaná zahníždění

3 samice zahníždily v roce 2002 dvakrát. 2 z nich z neznámých důvodů opustily první hnízdo. Po neúspěšném pokusu zahníždily podruhé. Druhé hníždění bylo úspěšné. U 1 samice byla obě 2 hníždění úspěšná (tzv. sukcesivní polyandrie). V roce 2004 zahníždila 1 samice dvakrát, obě hníždění byla úspěšná. V témže roce 1 samice zahníždila třikrát. První hnízdo tato samice opustila z neznámých důvodů, druhé a třetí zahníždění bylo úspěšné. V roce 2006 1 samec zahníždil dvakrát (tzv. současná polygynie). Obě dvě hníždění byla úspěšná.

4 samice byly odchyceny v letech 2002 až 2006 meziročně dvakrát. 1 samice byla odchycena v roce 2002 a 2004. Zahníždění této samice v roce 2002 bylo úspěšné, v roce 2004 hníždila třikrát (viz výše). 1 samice rovněž zahníždila v roce 2002 a 2004. Obě hníždění byla úspěšná. V roce 2002 a 2003 zahníždily 2 samice. 1 z nich obě 2 hníždění opustila z neznámých důvodů. U druhé samice bylo hnízdo v roce 2002 predováno a v roce 2003 bylo hníždění úspěšné.

6. Diskuse

Prokazatelně nejstarší jedinec sýce rousného byl zaznamenán ve Finsku ve věku patnácti let (Rymešová et Hertl 2012). Korpimäki (1988) zjistil, že s rostoucím věkem hnízdících jedinců roste jejich reprodukční úspěšnost. Tato studie, provedená ve Finsku v letech 1981 až 1988, zároveň ukázala, že jednoleté páry byly při hnízdění méně úspěšné než páry starší dvou let. Podobné výsledky však nebyly potvrzeny v této bakalářské práci. V Krušných horách v letech 2002 - 2006 nebyl prokázán vztah mezi věkem hnízdících jedinců (samic ani samců) a reprodukční úspěšností, tj. počtem mláďat, která opustila hnízdo. Tedy, ve sledovaném období neovlivnila věková struktura hnízdících jedinců reprodukční úspěšnost.

Korpimäki (1988) dále zjistil, že úspěšnost hnízdění ovlivňují více samci než samice, neboť právě samci jsou zodpovědní za obstarávání kořisti pro své partnerky i mláďata téměř po celou dobu hnízdění, tj. od doby, kdy samice začne snášet vejce, až do doby, kdy jsou mláďata ve věku tří týdnů. Z tohoto důvodu mohou nezkušené jednoleté samice hnízdít se staršími (kvalitními) samci i v roce s nízkou početností drobných savců (hrabošů), zatímco jednoletí samci jsou schopni zdárně obstarávat kořist pouze při vysoké potravní nabídce. Tito jednoletí samci v období špatné dostupnosti potravy obvykle vůbec nehnízdí. Stejný autor dále zjistil, že hnízdění úspěšnost se zlepšovala se zvyšujícím se věkem samců, přičemž věk samců hrál v tomto ohledu větší roli než věk samic. V předložené práci tyto výsledky nebyly potvrzeny, což naznačuje, že v Krušných horách věková struktura hnízdících samců neovlivňuje reprodukční úspěch. Nicméně, je nutné podotknout, že v této práci bylo testováno pouze 22 samců, což mohlo do značné míry ovlivnit věrohodnost statistické analýzy.

Úspěšnost hnízdění je významně závislá na velikosti potravní nabídky (Zárybnická et Vojar 2013, Zárybnická et al. 2015). Laaksonen et al. (2002) zjistili, že pokud se v daném roce vyskytuje velké množství potravy, pak se neprojevuje v takové míře vliv věku jedince a hnízdění se účastní všechny věkové kategorie. V Krušných horách v letech 2002-2006 nebyl nalezen rozdíl ve věkové struktuře hnízdících jedinců v jednotlivých letech, což by do značné míry mohl být výsledek relativně stabilní potravní nabídky. Na rozdíl od severských oblastí, kde hlavní kořistí sýce rousného jsou hraboši, ve střední Evropě kromě hrabošů jsou důležitou složkou potravy sýce také myšice. Tedy, když jedna z kořistí není dostupná, může

být nahrazena druhou kořistí (Zárybnická et al. 2013). Navíc, v severských oblastech početnost hrabošů významně kolísá mezi jednotlivými roky (Hansson et Henttonen 1985), zatímco ve střední Evropě toto kolísání není tak významné. Je tedy možné, že relativně stabilní dostupnost potravní nabídky umožňuje hnízdit všem věkovým kategoriím téměř v každém roce. Pro potvrzení této teorie je však nutná víceletá analýza s vyšším vzorkem analyzovaných dat.

Korpimäki (1981) popisuje vývoj délky křídla mláďat. Vylétlá mláďata mají křídlo dlouhé průměrně 124 mm. Podobné výsledky publikuje Drdáková-Zárybnická (2005), která zjistila, že krušnohorská mláďata opouštějí hnízdo s křídlem o velikosti přibližně 130 mm. Pokud vezmeme v úvahu velikost dospělého jedince (okolo 170 mm) a křídlo vylétlého mláděte (124 mm), lze usuzovat, že křídlo dorůstá zřejmě v pozdějším věku. Korpimäki et Hakkarainen (2012) dodávají, že jednoletí jedinci mají kratší křídla a ocas a jsou lehčí než starší sovy. V předložené studii byl tento vztah potvrzen u samic. U samců nebyla tato závislost mezi věkem a délkou křídla potvrzena, což může být opět důsledek malého vzorku analyzovaných dat. V budoucích studiích na krušnohorské populaci se nabízí myšlenka studia závislosti délky ocasních per a hmotnosti na věku jedince.

U sýce rousného existuje tzv. obrácený pohlavní dimorfismus, kdy samice jsou výrazně větší než samci. Nejvýraznější dimorfismus je v hmotnosti mezi samci a samicemi sýce rousného v průběhu hnízdění, kdy samice jsou výrazně těžší než jejich partneři (Korpimäki 1981, Drdáková-Zárybnická 2004). Hmotnost samic však v průběhu hnízdění průkazně klesá (Korpimäki 1981) a mimo hnízdní období jsou samice těžší pouze o 5% než samci (Hipkiss 2002). Současně bylo ukázáno, že křídlo mají samice průkazně delší než samci. Korpimäki (1981) zjistil, že více jak 89% samic mělo křídlo alespoň 170 mm dlouhé, zatímco 70% samců mělo křídlo menší než 170 mm. Tento výsledek byl také potvrzen v předložené studii, kdy křídlo samic dosahovalo průměrně $173,2 \pm 4,13$ mm, zatímco samců $169,8 \pm 0,79$ mm.

7. Závěr

V této bakalářské práci byla zhodnocena věková struktura hnízdní populace sýce rousného v Krušných horách v letech 2002 – 2006. Celkem bylo odchyceno 93 jedinců, z toho 70 samic a 23 samců. U jedinců byl zaznamenán věk, délka křídla, reprodukční úspěšnost a hmotnost. Průměrný věk samic byl $1,8 \pm 0,83$ let a samců $2,0 \pm 0,79$ let. Průměrná délka křídla činila u samic $173,2 \pm 4,13$ mm a u samců $169,8 \pm 0,79$ mm. Průměrná reprodukční úspěšnost hnízdicích jedinců byla $1,9 \pm 2,08$ vylétlých mláďat. U některých jedinců bylo zaznamenáno opakované zahnízdění.

Na rozdíl od výsledků studie provedené Korpimäkim (1988), v krušnohorské oblasti ve studovaném období nebyla reprodukční úspěšnost hnízdicích sov ovlivněna věkem samic, ani věkem samců, a věk hnízdicích samic a samců se nelišil. Současně v jednotlivých studijních letech nebyla prokázána rozdílná věková struktura samic, ani samců. Tento výsledek by mohl naznačovat relativně stabilní potravní nabídku v Krušných horách v letech 2002 – 2006 (Zárybnická et al. 2015).

Byl zjištěn průkazný rozdíl v délce křídla dospělých samic a samců. Samice dosahovaly delší velikosti křídla než samci. Tento výsledek dokazuje pohlavní dimorfismus u sýce rousného. Délka křídla samic se zvyšovala s věkem samice. Tento vztah však nebyl prokázán u samců, zřejmě z důvodu malého počtu pozorování.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Arroyo B. E., DeCornulier T., Bretagnolle V., 2000: Sex and age determination of short-eared owl nestlings. *The Condor* 102: 216 - 219.
- Bezzel E., 2001: Ptáci. Verlagsgesellschaft mbH, Mnichov, Německo: 238 s.
- Bezzel E., König C., Keller E., Kremer B., Reichholf J. H., Sauer F., Schuchmann K. L., Sigl A., Witt R., 1998: Zoologická encyklopedie – Ptáci. Mosaik Verlag GmbH, Mnichov, Německo: 160 s.
- Brommer J. E., Pietiäinen H., Kolunen H., 1998: The effect of age at first breeding on ural owl lifetime reproductive success and fitness under cyclic food conditions. *Journal of Animal Ecology* 67: 359 – 369.
- Burnie D., 1988: Ptáci. A Penguin Company, Great Britain: 72 s.
- Cepák J., Klvaňa P., Škopek J., Schröpfer L., Jelínek M., Horák D., Formánek J., Zárybnický J. [eds], 2008: Atlas migrace ptáků České republiky a Slovenska. Academia, Praha: 607 s.
- Černý H., 2005: Anatomie domácích ptáků. Metoda spol. s r. o., Brno: 448 s.
- Doležal R., 2011: Sýc rousný (*Aegolius funereus*). *Lesnická práce* 4: 30 – 31.
- Drdáková – Zárybnická M., 2002: Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. Diplomová práce LF ČZU v Praze: 97 s.
- Drdáková – Zárybnická M., 2004: Sýc rousný – úspěšný druh imisních holin. *Živa* 2004/3: 128 – 130.
- Drdáková – Zárybnická M., 2005: Růst mláďat sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Krušných horách. *BUTEO* 14: 37 – 50.
- Eldegard K. et Sonerud G. A., 2009: Female offspring desertion and male-only care increase with natural and experimental increase in food abundance. *Proc R Soc B* 276: 1713 – 1721.
- Hansson L. et Henttonen H., 1985: Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia (Berlin)* 67: 394 – 402.

- Hipkiss T., 2002: Sexual size dimorphism in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) on autumn migration. J. Zool., Lond. 257: 281 – 285.
- Hörnfeldt B., Carlsson B. G., Nordström A., 1988: Molt of primaries and age determinativ in Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*). Auk 105: 783 – 789.
- Hörnfeldt B., Hipkiss T., Fridolfsson A. K., Eklund U., Ellegren H., 2000: Sex ratio and fledging Access of supplementary-fed Tengmalm's owl broods. Molec. Ecol. 9: 187 -192.
- Klápště J., 2007: Praktický systém pro zaznamenávání přepeřování. Kroužkovatel 3: 23 – 25.
- Koleček J., 2012: Využití UV záření při určování stáří sov. Kroužkovatel 13: 8.
- König C. et Weick F., 2008: Owls of the World. Bloomsbury Publishing, London: 528 s.
- Korpimäki E., 1981: On the ecology and biology of Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä, western Finland. Acta, Univ. Oul., Oulu, Finland: 75 s.
- Korpimäki E., 1988: Effects of age on breeding performance of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in western Finland. Ornis Scandinavica 19: 21 -26.
- Korpimäki E. et Hakkarainen H., 2012: The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 354 s.
- Korpimäki E., Salo P., Valkama J., 2011: Sequential polyandry by brood desertion increases female fitness in a bird with obligatory bi-parental care. Behav Ecol Sociol 65: 1093 – 1102.
- Kunstmüller I., 2012: Výr velký (*Bubo bubo*) určování věku a pohlaví mláďat na základě morfometrických a morfologických hodnot. Zprávy MOS 70: 4 – 23.
- Laaksonen T., Korpimäki E., Hakkarainen H., 2002: Interactive effects of parental age and environmental variation on the breeding performance of Tengmalm's owls. Journal of Animal Ecology 2002/71: 23 – 31.
- Obhlídal F., 1977: Ornitologická příručka. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 298 s.

- Polakowski M., Broniszewska M., Skierczynski M., 2008: Sex and age composition during autumn migration of Pygmy Owl *Glaucidium passerinum* in Central Sweden in 2005. *Ornis svecica* 18: 82 – 86.
- Pyle P., 1997: Identification Guide to North American Birds, Part I: Columbidae to Ploceidae. Slate Creek Press, Bolinas, USA: 732 s.
- R Development Core Team, 2014: R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rymešová D. et Hertl I., 2012: Určování věku u sýce rousného (*Aegolius funereus*). *Kroužkovatel* 13: 6 – 7.
- Sasvári L. et Hegyi Z., 2002: Effects of age composition of pairs and weather condition on the breeding performance of tawny owls, *Strix aluco*. *Folia Zool.* 51 (2): 113 – 120.
- Sasvári L., Hegyi Z., Csörgő T., Hahn I., 2000: Age-dependent diet chase parental care and reproductive cost in tawny owls *Strix aluco*. *Acta oecologica* 7, 267 – 275.
- Singer D., 1992: Dravci a sovy. Franckh-Kosmos, Stuttgart: 92 s.
- StatSoft, Inc., 2003: STATISTICA (data analysis software systém), verze 6.1. URL <http://www.statsoft.com>.
- Šťastný K., Bejček V., Vašák P., 1998a: Ptáci (1). Albatros, Praha: 143 s.
- Šťastný K., Bejček V., Vašák P., 1998b: Ptáci (2). Albatros, Praha: 147 s.
- Taylor I. R., 1993: Age and sex determinativ of Barn Owls *Tyto alba alba*. *Ringin & Migration* 14: 94 – 102.
- Vacík R., 1992: K určování věku mláďat sýce rousného (*Aegolius funereus*). *Zprávy MOS* 50: 57 – 66.
- Zánybnická M., 2009: Parental investment of female Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: correlation with varying food abundance and reproductive success. *Acta Ornithol* 44: 81 - 88.
- Zánybnická M. et Vojar J., 2013: Effect of male provisioning on the parental behavior of female Boreal Owls *Aegolius funereus*. *Zoological Studies*: 1 – 8.

- Zárybnická M., Sedláček O., Korpimäki E., 2009: Do Tengmalm's Owls alter parental feeding effort under varying conditions of main prey availability?. *Journal of Ornithology* (2009) 150: 231 – 237.
- 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. *Popul Ecol* 55: 353 – 361.
- Zárybnická M., Sedláček O., Salo P., Šťastný K., Korpimäki E., 2015: Reproductive response of temperate and boreal Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* populations to spatial and temporal variation in prey availability. *Ibis*: 1 – 15.