

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra Zoologie a Ornitologická laboratoř**



# Hlasová aktivita plcha velkého (*Glis glis*)

Anna Bartoňová

Bakalářská práce

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie a ekologie

Forma studia: Prezenční

**Olomouc 2019**

**Vedoucí práce: Mgr. Peter Adamík, Ph.D.**



Bartoňová A. 2019. Hlasová aktivita plcha velkého (*Glis glis*) [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 35 s. Bez příloh. Česky.

#### Abstrakt

Akustický monitoring je stále se rozvíjející metoda zkoumání živočichů, která umožňuje získání nových dat hlavně u kryptických nebo těžko přístupných druhů. Ve své práci jsem zkoumala hlasovou aktivitu plcha velkého (*Glis glis*) v Nízkém Jeseníku během jeho aktivní sezóny od června do října v roce 2017. Používala jsem nahrávky z diktafonů, které jsem vyhodnocovala pomocí spektrogramů. Pozorovala jsem postupný nástup a pokles počtu volání během sezóny, kdy se plši nejčastěji ozývali v září. Také jsem zjistila závislost hlasové aktivity na průběhu fotoperiody. V rámci noci jsem pozorovala postupný nástup a pokles počtu volání během jednotlivých hodin s vrcholem mezi 4-5 hodinou po západu slunce. Nicméně jsem nezjistila závislost hlasové aktivity na okolní teplotě, průměrné rychlosti větru za noc a kumulativním množstvím srážek za noc.

Klíčová slova: plch velký (*Glis glis*), akustický monitoring, hlasová aktivita, sezónní aktivita

Bartoňová A. 2019. Acoustic activity in the edible dormouse (*Glis glis*) [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology, Faculty of Science, Palacký University of Olomouc. 35 pp. No appendices. Czech.

#### Abstract

Acoustic monitoring is a new method of zoological research which allows gaining of new data on mainly cryptic species or on taxa which are difficult to survey. In my thesis I studied the vocal activity of edible dormouse (*Glis glis*) in the Nízký Jeseník Mountains during its active season from June to October 2017. Acoustic activity was assessed via voice recorders and evaluations of spectrographs. I observed gradual increase and decline in the number of callings during the season. Dormice were most often heard in September. I found that the acoustic activity depends on the photoperiod. During the night time I observed gradual increase and decline in the number of callings peaking around four to five hours after sunset. However I found no relationship between the acoustic activity and ambient temperature, average speed of wind or the cumulative amount of rainfall during the night.

Key words: edible dormouse (*Glis glis*), acoustic monitoring, acoustic activity, seasonal activity

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Petera Adamíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne

.....

podpis

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce Mgr. Peteru Adamíkovi, Ph.D za dobré vedení, čas a trpělivost.

## Obsah

1	Úvod.....	2
2	Cíle práce .....	6
3	Metodika .....	7
3.1	Plech velký, <i>Glis glis</i> (Linnaeus 1766) .....	7
3.2	Lokalita.....	8
3.3	Sběr dat.....	9
3.4	Zpracování dat.....	10
4	Výsledky .....	12
5	Diskuze .....	19
6	Závěr .....	22
7	Literatura.....	23

## Seznam obrázků

Obr. 1	Současný stav výskytu plcha velkého v České republice dle kombinace výsledků z nočního monitoringu (terén) v průběhu let 2015 a 2016 a dat od veřejnosti z let 2010 – 2016 (veřejnost). Zdroj: Adamík et al. nepubl. rukopis.....	8
Obr. 2	Spektrogram plšího volání vyhotovený v programu AMViewer. ....	10
Obr. 3	Plší volání zobrazené v programu Raven Lite. ....	11
Obr. 4	Průměrný počet volání za hodinu na jednotlivých lokalitách. Pro výpočet počtu volání za hodinu byla použita délka noci jednotlivých dní, tedy od západu do východu slunce, a počet volání za noc. Příмка zobrazuje průměrný počet volání za hodinu ( $1,27$ ; $s_d = 1,51$ ).....	12
Obr. 5	Průměrná délka jednoho volání v minutách ze všech lokalit. Příмка zobrazuje celkovou průměrnou délku volání v minutách ( $1,32$ ; $s_d = 1,91$ ).....	13
Obr. 6	Vztah mezi délkou volání (s) a počtem volání za noc z lokality B.....	13
Obr. 7	Průměrný počet volání za hodinu v průběhu sezóny. Pro výpočet počtu volání za hodinu byla použita délka noci jednotlivých dní, tedy doba od západu do východu slunce, a počet volání za noc. Rozložení pořadových dní v roce v rámci měsíců - červen 169-181, červenec 182-212, srpen 213-243, září 244-274.....	14
Obr. 8	Rozložení volání plchů v průběhu sezóny. Rozložení pořadových dní v roce v rámci měsíců - červen 169-181, červenec 182-212, srpen 213-243, září 244-274. ....	15
Obr. 9	Četnost volání v jednotlivých hodinách od západu slunce. ....	16
Obr. 10	Procentuální zastoupení četnosti volání v hodinách od západu slunce v jednotlivých měsících.....	16
Obr. 11	Četnost volání v jednotlivých hodinách od západu slunce na všech lokalitách. Osa x ukazuje četnost volání a osa y ukazuje hodinový interval od západu slunce. ....	18



# 1 Úvod

Živočichové vydávají zvuky za různým účelem: obrana teritoria, sexuální komunikace (např. přilákání partnera), komunikace s ostatními jedinci (např. rozpoznávání rodič/mládě nebo koordinace při různých činnostech) a odrazení predátorů (Taylor a Reby 2010, Blumstein et al. 2011). Nepřekvapí proto, že na základě vydávaných zvuků jsme schopni zjistit různé důležité informace o daném jedinci nebo druhu. Hlasový projev jedince může záviset na jeho pohlaví, velikosti těla, hmotnosti, věku, fyzické kondici, motivačním stavu a hladině hormonů. Častokrát jsou soci nebo potenciální partneři vyhodnocení mezi sebou na základě svých zvukových projevů. Jedinec tak může ve svém zvukovém projevu ukázat svůj reprodukční stav nebo postavení (Taylor a Reby 2010).

U některých savců bylo například zjištěno, že při agresivnější komunikaci je frekvence zvuků vyšší než při neagresivní komunikaci. Rychlejší, delší a intenzivnější volání je spojeno s urgentními situacemi (např. ohrožení predátorem), zatímco pomalejší volání s kratší délkou je spojováno s klidovými situacemi (Taylor a Reby 2010).

Vydávaných zvuků se dá využít při studiu těžko detekovatelných živočichů, kteří mají výrazný a pravidelný zvukový projev (Williams et al. 2018). Dají se tak překonat problémy při studiu zvířat s kryptickým vzezřením, žijících na těžko dostupných místech (např. ve vodě, pod zemí, velkou vrstvou listů nebo uprostřed pralesa) nebo s noční aktivitou (Marques et al. 2013, Williams et al. 2018). Dále také u zvířat, která nemohou být odchycena kvůli nedostatečné odchytové technice nebo ochraně (Marques et al. 2013). U některých kryptických druhů se při použití akustického monitoringu zjistila přítomnost většího počtu jedinců než při klasickém pozorování (Lambert a McDonald 2013), což ukazuje, že použití akustického monitoringu u některých živočichů vede ke zvýšení přesnosti odhadu velikosti populace.

Dříve se pasivní akustický monitoring prováděl pomocí výzkumníka v terénu (nejčastěji procházejícího vymezeným transektem), který zaznamenával zvukovou aktivitu. Dnes se stále více používají nahrávací zařízení umístěné v terénu a následné vyhodnocení získaných digitálních nahrávek. Nejčastěji to bývá bezdrátové nebo drátem připojené zařízení umístěné napevno na lokalitě, používají se však i nahrávací zařízení připojená na dané zvíře (důležité při monitorování zvukové aktivity daného druhu). Nahrávací zařízení představují finančně dostupnější alternativu akustického monitoringu a také snižují množství chyb vznikajících při poslechu člověkem. Přítomnost člověka může například zkreslit pozorování v případě, že zvířata jsou přitahována či se vyhýbají pozorovateli (Marques et al. 2013).

Analýza nahraných dat probíhá buď manuálně, kdy člověk, nejčastěji za pomoci spektrogramů, vyhodnocuje nahrávky vizuálně a za pomoci sluchu. Toto je často nutné u málo prozkoumaných druhů, kde dostatečně neznáme jejich hlasový repertoár, nebo u druhů, které jsou špatně automaticky detekovatelné. Dále také může analýza dat

probíhat pomocí automatického procesu v softwaru, který je na základě specifického tvaru zvuků schopen rozpoznat daný druh (Marques et al. 2013, Williams et al. 2018). Některé algoritmy jsou dokonce schopny rozeznávat nejenom mezi druhy, ale i mezi pohlavím, věkovou skupinou nebo jedinci (Blumstein et al. 2011). Při automatické analýze jsme schopni zpracovat větší množství dat a sníží se finanční náklady za pracovníky. Nicméně je však potřeba znát hlasový projev zkoumaného druhu (Marques et al. 2013). Správnost rozpoznání druhů se poté v jednotlivých studiích liší, například u netopýrů dosahuje v různých studiích od 82 % do 97 % (Fukui et al. 2004, Kofoky et al. 2009, Teixeira a Jesus 2009) a u dvou druhů svišťů až 100 % (Schneiderová a Policht 2010).

V některých případech se používají nahrávací zařízení, která mají přímo v sobě zakomponován systém na rozpoznávání zvuků, což výrazně šetří místo v uložení. Takové zařízení nám poté poskytuje pouze celkovou statistiku, ale nemáme data pro ověření (Marques et al. 2013).

Akustický monitoring se v dnešní době používá na stanovení hustoty populace, přítomnosti druhu na daném území, fenologii a dočasných změnách způsobených disturbancí, efekty antropogenních zvuků na zvířata, pohyby zvířat v dané lokalitě a ke studiu komunikačních a sociálních sítí (Blumstein et al. 2011).

Přestože nejčastějšími metodami zjišťování hustoty populací jsou vizuální pozorování a fyzický odchyt, akustický monitoring nabízí účinnou možnost stanovení abundance (Blumstein et al. 2011). V některých případech se výsledky akustického monitoringu podobají výsledkům dalšího pozorování, např. vizuální pozorování, nebo monitoring pobytových znaků (Thompson et al. 2010, Williams et al. 2018). Nicméně, v některých případech se akustický monitoring ukázal více vypovídajícím ohledně skutečné velikosti populace (Jurczyszyn 1995, Lambert a McDonald 2013). Kofoky et al. (2007) například u netopýrů z Madagaskaru zjistili, že při odchytu do sítí se některé druhy zdají preferovat vnitřek lesa, ale při akustickém monitoringu byli častokrát zachyceni na okraji nebo mimo les. Při stanovení velikosti populace ze zvukové nahrávky je hlavně potřeba znát velikost území, na kterém je zvukový projev zvířete zachytitelný, a charakteristiku volání daného druhu (např. četnost volání a počet jednotlivých zvukových ozev v hlasovém projevu jednoho jedince). Při statistické analýze je poté dobré zahrnout ještě několik faktorů, například proporce falešně pozitivních detekcí. Studie používající pouze akustický monitoring pro stanovení abundance již byly provedeny např. pro ptáky, hmyz, kytovce a slony (Blumstein et al. 2011).

Akustický monitoring se také používá pro sledování sezónních změn. Takto můžeme například pozorovat migraci ptáků (Blumstein et al. 2011), sezónní aktivitu a vliv abiotických faktorů na hlasový projev samců žab (Yoo a Jang 2012) nebo sezónní aktivitu několika druhů netopýrů (Barros et al. 2014, Dalhoumi et al. 2018). Při sledování vlivu antropogenních zvuků na zvířata se na souši většinou vybírají ptáci jako modelové druhy (Slabbekoorn a den Boer-Visser 2006), ale poměrně hodně se zkoumá

i podmořský život, např. se zkoumal vliv větrných farem na sviňuchy obecné (Carstensen et al. 2006).

Při použití několika prostorově rozptýlených nahrávacích zařízení jsme schopni určit směr zvukového projevu a lokalizovat dané zvíře (Blumstein et al. 2011). Další možností je implantovat na zvíře předmět vysílající určitou zvukovou frekvenci, a poté pomocí zachyceného zvuku zjistit, kde se pohybuje (Heupel et al. 2004).

Sledování komunikace a sociálních sítí je další velkou oblastí, která využívá akustický monitoring. Většinou se sleduje komunikace mezi pářícími se jedinci, komunikace ve skupinách nebo reakce na prostředí (Blumstein et al. 2011). Můžeme tak například u některých druhů sledovat Lombardův efekt, kdy jedinec má v hlasitějším prostředí tendenci měnit svůj hlas, aby kompenzoval okolní hluk, např. výšku nebo délku volání, nebo délku jednotlivých slabik (Brumm 2004, Brumm et al. 2004). Toto bylo pozorováno u slavíka obecného (Brumm 2004) nebo kosmana bělovousého (Brumm et al. 2004). Některé studie zkoumají behaviorální kontext určitých typů volání, vědci např. u plejtváka obrovského použili akustický monitoring společně s vizuálním pozorováním a u některých volání zjistili signifikantní korelaci s některým faktorem – chováním, pohlavím a velikostí skupiny (Oleson et al. 2007). U pak nížinných aplikovali hypotézu sociální komplexnosti pro komunikaci (v čím větší skupině zvířata žijí, tím komplexnější je jejich komunikace) na jejich zvukový projev a zjistili, že jsou ve své podstatě skupinová zvířata a v dnešní době žijí převážně samotářsky v důsledku lovu (Lima et al. 2018).

Důležité jsou také studie zkoumající zvukový projev daného zvířete, jelikož podávají podklady pro budoucí akustický monitoring. Můžeme takto popsat několik druhů volání jednoho zvířete (např. Credner et al. 1997, Hutterer a Peters 2001, Ancillotto et al. 2014, Zsebok et al. 2014, Ancillotto a Russo 2016, Comazzi et al. 2016, Lima et al. 2018), nebo provést srovnání volání několika druhů na základě určených parametrů (Brandes et al. 2006, Esser et al. 2008, Schneiderová a Policht 2010), což je velice často studováno na netopýrech (Bernard a Fenton 2002, Fukui et al. 2004, Obrist et al. 2004, Kofoky et al. 2007, Kofoky et al. 2009, Teixeira a Jesus 2009, Deshpande a Kelkar 2015).

Akustický monitoring je zatím nejvíce používán na kytovcích (Marques et al. 2013) a Listening to the Deep Ocean Environment (LIDO) je momentálně jediný celosvětově dostupný projekt využívající akustický monitoring na velké časové i prostorové škále (André et al. 2011). U ptáků se také používá ve značném množství, nicméně většinou ve spojení s dalšími druhy pozorování (Marques et al. 2013). Ptačí druhy však často slouží jako modelové organismy při vytváření systémů pro akustický monitoring (např. Lambert a McDonald 2013, Williams et al. 2018). Dále také můžeme zkoumat zvukově aktivní druhy hmyzu (např. Riede 1998, Brandes et al. 2006) nebo žáby, např. změny ve zvukovém projevu v rámci sezóny (Yoo a Jang 2012), či rozpoznávání jednotlivých druhů (Brandes et al. 2006).

Studie na savcích jsou dostupné především na již zmiňované kytovce (např. André et al. 2011). Z velkých savců jsou takto zkoumáni primáti (např. Brumm et al. 2004, Torti et al. 2018), sloni (např. Thompson et al. 2010) a psovité šelmy (např. Comazzi et al. 2016, Suter et al. 2016, Krajča et al. 2018). Z malých savců to jsou hlavně letouni (např. Teixeira a Jesus 2009) a hlodavci.

U většiny hlodavců je především známo výrazné varovné volání, které má za úkol odradit predátora, nebo varovat ostatní členy skupiny. Nicméně toto volání je spojováno s denními živočichy, jelikož je při něm důležité vizuálně určit polohu predátora a zvážit potenciální riziko volání (Shelley a Blumstein 2005). Další zkoumanou oblastí je hlasový projev u druhů žijících pod zemí, např. u rypošů (Credner et al. 1997).

Velice dobrou skupinou pro potenciální použití akustického monitoringu jsou, díky své noční aktivitě a výraznému zvukovému projevu, plchovití (Gliridae). Při výzkumu plchovitých se většinou používá sledování budek a odchyt (např. Mašková a Adamík 2012), zatímco akustický monitoring byl v minulosti použit pouze příležitostně (např. Jurczyszyn 1995). V našich podmínkách je nejdostupnější studovat plcha velkého, jelikož je to jeden z nejvíce rozšířených zástupců plchovitých u nás (Anděra 2011). Doposud se využitím akustických projevů plcha velkého zatím zabývaly pouze některé studie, a to se zaměřením na habitat (Jurczyszyn 1995, Capizzi et al. 2004, Mortelliti et al. 2009), sezónní aktivitu (Rodolfi 1994) a hustotu populace (Hoodless a Morris 1993).

## **2 Cíle práce**

Cílem mé bakalářské práce je vyhodnotit hlasovou aktivitu plchů v rámci sezóny a v jednotlivých hodinách po západu slunce. Získané údaje o aktivitě vyhodnocuji v kontextu vybraných faktorů jako je vliv teploty, průměrné rychlosti větru za noc a kumulativního množství srážek za noc.

### 3 Metodika

#### 3.1 Plch velký, *Glis glis* (Linnaeus 1766)

Plch velký je největší zástupce plchovitých (Gliridae) a jediný zástupce rodu plch (*Glis*). Stejně jako ostatní zástupci plchovitých je plch velký chráněn dle vyhlášky 395/1992 Sb. (Mašková a Adamík 2012).

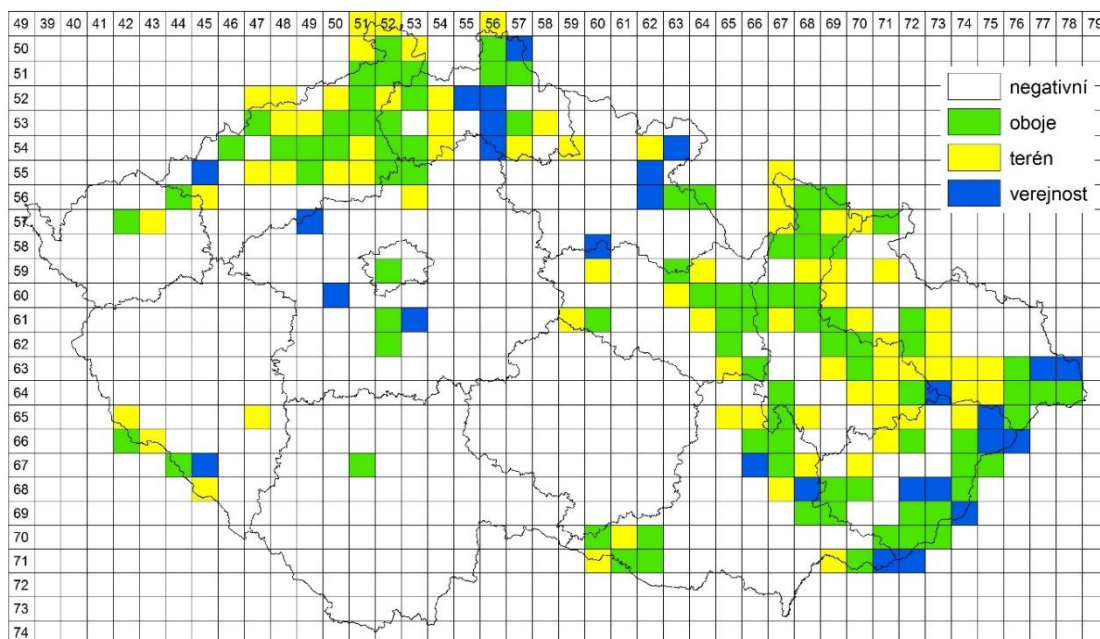
Jedná se o veverce podobného hlodavce dobře rozeznatelného díky své velikosti (16–19 cm), dlouhému stejnoměrně osrstěnému ocasu (až 17 cm), malým ušima a šedivě zbarveným zádům s bílým bříškem. Na rozdíl od některých ostatních plchů nemá černé zbarvení na hlavě. Samci jsou stejně velcí jako samice (Kryštufek 2010).

Plši patří mezi nejdéle hibernující zvířata, s průměrnou dobou hibernace okolo 9 měsíců (Hoelzl et al. 2015), od října do května (Kryštufek 2010). Většinou hibernují v podzemních norách (18–70 cm pod zemí) v měkké hlíně (Jurczyszyn 2007). Po dobu hibernace plch žije z tukových zásob, které si nasbíral během své aktivní periody. Pokud mu to podmínky dovolí, zůstává hibernovat, co nejdéle dobu, a větší tukové zásoby využívá na snížení negativních účinků hibernace (Bieber et al. 2014, Hoelzl et al. 2015).

Na počátku sezóny se živí převážně listy a ovocem, popřípadě bezobratlými a drobnými obratlovci. Avšak poté, co začnou plodit buky a duby, se potrava plcha skládá převážně z jejich plodů (Sailer a Fietz 2009, Kryštufek 2010). Přestože plch všeobecně preferuje spíše rostlinnou stravu (Nowakowski et al. 2006), v některých místech je plch poměrně důležitým predátorem v dutinách hnízdících pěvců (Juškaitis 2006, Adamík a Král 2008a, Adamík a Král 2008b).

Pro život vyhledává oblasti s opadavým či smíšeným lesem nebo keřovité svahy v geomorfologicky rozmanitých oblastech. V místech hustě obydlených člověkem se plch chová jako hemisynantropní druh a v některých oblastech způsobuje závažné škody na majetku (Anděra 2011). V přirozeném prostředí je však velmi citlivý na zásahy člověka a neobydluje místa s pravidelně upravovanými lesními porosty (Capizzi et al. 2003).

V české přírodě je poměrně rozšířený a obydluje značnou část Moravy, Slezska a severních Čech. Na ostatním území je rozšířen spíše ostrůvkovitě (Obr. 1)



Obr. 1 Současný stav výskytu plcha velkého v České republice dle kombinace výsledků z nočního monitoringu (terén) v průběhu let 2015 a 2016 a dat od veřejnosti z let 2010 – 2016 (veřejnost). Zdroj: Adamík et al. nepubl. rukopis.

Plši mají většinou jeden vrh ročně, nicméně v letech s malým množstvím potravy nemívají žádné (Kryštufek et al. 2003, Kryštufek 2010). Ukazují tak silnou závislost na produkci plodů buků a dubů, jelikož v rozmnožovací a předhibernační fázi se neživí téměř ničím jiným než semeny (Sailer a Fietz 2009). Plši nemají moc velké domovské okrsky, v létě obývají hlavně dutiny stromů nebo budky (Kryštufek et al. 2003, Kryštufek 2010).

Sluchové schopnosti plchů se pohybují v rozmezí od 1 kHz do 35 kHz. Plši se dorozumívají pomocí kombinace vrčení a pískání (Kryštufek 2010). Toto plši volání je dobře rozeznatelné a používá se pro akustické mapování (Hoodless a Morris 1993, Mortelliti et al. 2009). Jelikož plši aktivují v noci, na jejich sledování se používá akustické mapování, nebo odchyt jedinců z budek (Sailer a Fietz 2009).

### 3.2 Lokalita

Data byla získaná v JZ části pohoří Nízkého Jeseníku mezi obcemi Dlouhá Loučka a Rýmařov, v nadmořské výšce 300-500 m n. m. Lesní porosty v této oblasti jsou charakterizovány jako převážně listnaté (90 %) s průměrným stářím 90 let (40-160 let). Mezi nejpočetnější druhy se řadí dub zimní (*Quercus petraea*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). Dále zde můžeme nalézt také lípu srdčitou

(*Tilia cordata*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mlčč (*Acer platanoides*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), modřín opadavý (*Larix decidua*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jedli bělokorou (*Abies alba*) a borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Keřové patro poté pokrývá 40-50 % území a je tvořeno převážně mladšími stromy (Král 2010).

Dle Quittovi klasifikace je lokalita řazena na rozhraní mírně teplých klimatických oblastí, značených MW 4 a MW 7, s délkou vegetačního období 140-160 dní (Tolász et al. 2007). Průměrná teplota vzduchu v noci (00:00) naměřená na meteorologické stanici Rýmařov (O1RYMA01) pro zkoumané měsíce v roce 2017 byla 10,5 °C (červen 14,6 °C; červenec 13,3 °C; srpen 13,8 °C; září 9,7 °C).

Oblast byla rozdělena na 6 dílčích lokalit, na které byla umístěna nahrávací zařízení. Lokality se nachází na těchto souřadnicích: A 49°49' S 17°13' V (499 m n. m.), B 49°49' S 17°12' V (448 m n. m.), C 49°50' S 17°13' V (395 m n. m.), D 49°51' S 17°14' V (441 m n. m.), E 49°52' S 17°14' V (453 m n. m.) a F 49°53' S 17°14' V (520 m n. m.). Dílčí lokality byly od sebe vzdáleny v průměru 1,36 km a nacházeli se v průměrné nadmořské výšce 459 m n. m.

### 3.3 Sběr dat

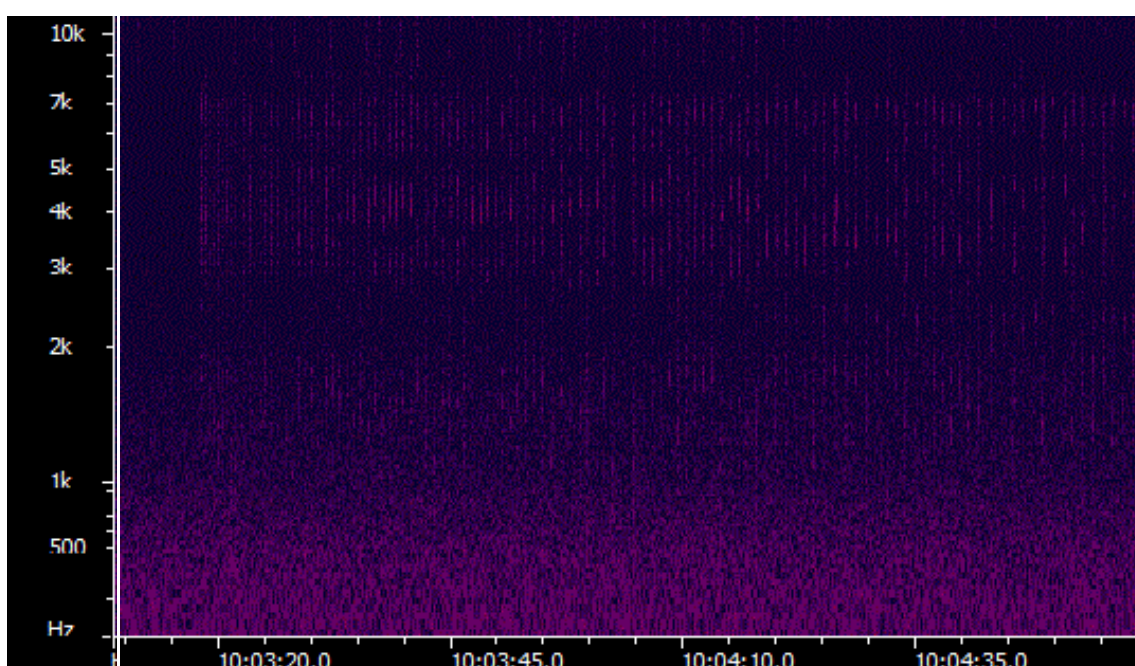
Na dílčích lokalitách byla v roce 2017 od června do října rozmístěna nahrávací zařízení Olympus DM-650 se 16GB SD kartou. Diktafony byly napojené na olověné akumulátory (12V; 3,4 Ah; výdrž přibližně 261 h nepřetržitého nahrávání) a pro nahrávání byl použit protivětrný kryt Samson WS-1.

Diktafony byly přednastaveny na nahrávání od 19:00 do 5:30, kvůli noční aktivitě plchů. Každou noc bylo pořízeno 10,5 hodin zvukové stopy. Výjimkou je období od 11. září do 2. října na lokalitě B, kdy se nahrávalo od 19:00 do 6:30, každou noc se tedy pořídilo 11,5 hodin zvukové stopy. Jelikož plchové většinu roku hibernují, nahrávání nocí probíhalo od 18. června do 1. října. Kvůli příležitostným technickým obtížím (rozkousané kabely od plchů) nebyly nahrány všechny noci na všech lokalitách.



### 3.4 Zpracování dat

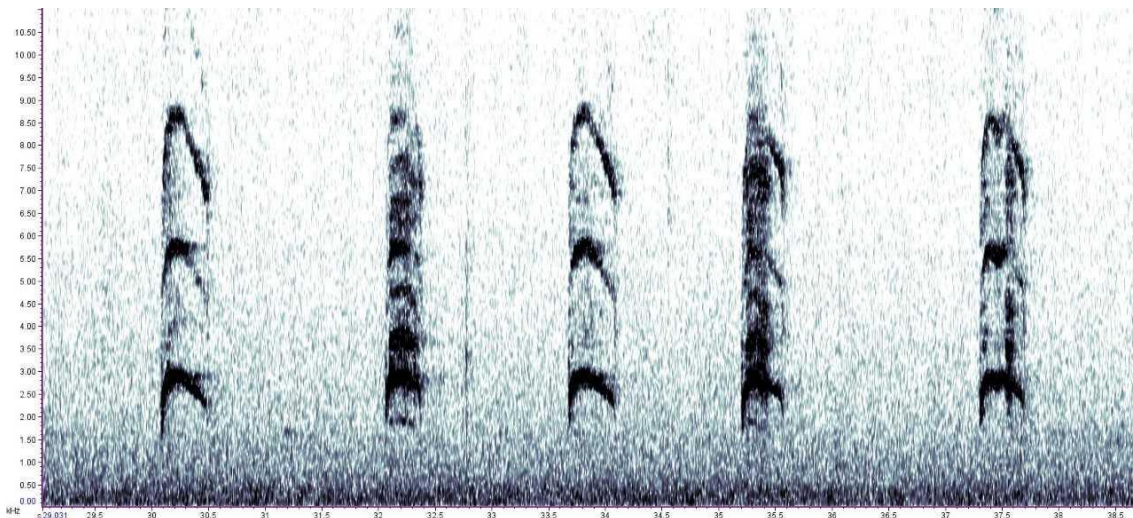
Nahrávky z diktafonů ve formátu WMA (dva stereo kanály s přenosovou rychlostí 64 kb/s) byly v počítači zpracovány pomocí programu AM (Savický 2006) a následně vyhodnoceny v programu AMViewer. Programy AM a AMViewer byly zhotovené pro akustický monitoring ptáků, ale používají se i pro akustický monitoring dalších skupin zvířat, například savců (Krajča et al. 2018). Program AM rozčlenil celou nahrávku na pětiminutové úseky, které následně převedl na spektrální obrazy daného úseku nahrávky ve formátu GIF a ty propojil s nahrávkou. V AMVieweru poté proběhlo analyzování a vyhodnocování jednotlivých spektrálních obrazů (Obr. 2).



Obr. 2 Spektrogram plšího volání vyhotovený v programu AMViewer.

Při vyhodnocování se zaznamenávala hlasová aktivita plcha velkého, definovaná jako plší volání. Nebyly zaznamenávány zvuky, u kterých nebylo možno s jistotou říci, že patří plchům (zvuky okolního pátrání, šramocení větví vydávané pohybem v nich, zvuky požívání potravy, příliš vzdálené volání, apod.). Vždy se zaznamenával začátek a konec plšího volání v rámci pěti vteřin. Začátek byl určen započítáním rozeznatelného plšího volání a konec byl určen posledním plším zvoláním v čase 30 vteřin. Pokud se po plším volání ozvalo další volání do 30 vteřin, volání bylo zapsáno jako jedno. Data se zapisovala do hromadné tabulky v Excelu (MS Office) a pro statistické vyhodnocení se použil program R.

Při zpracování plšího volání v programu Raven Lite se jedno plší písknutí zobrazuje, jako několik vlnek nad sebou, viz obrázek 3.



Obr. 3 Plší volání zobrazené v programu Raven Lite.

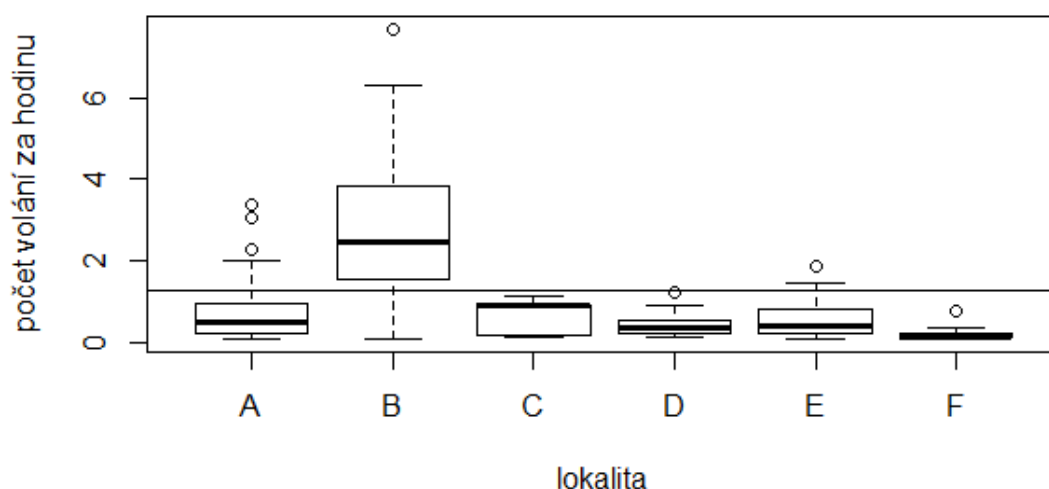
Pro práci byla od Českého hydrometeorologického ústavu, pobočky v Ostravě získána data z meteorologické stanice Rýmařov (O1RYMA01), která se nachází poblíž mé lokality ( $49^{\circ}56' S$   $17^{\circ}17' V$ ). Pro vyhodnocení vlivu vybraných meteorologických charakteristik na plší aktivitu byla použita teplota vzduchu ( $^{\circ}C$ ) měřená jednou za noc, a to vždy ve 24:00. Dále se zde v hodinovém kroku vždy v celou hodinu od 20:00 do 7:00 měřil úhrn srážek (mm) a průměrná rychlost větru (m/s). Tyto hodnoty byly zpracovány a dále byl použit součet srážek za noc a průměrná rychlost větru za noc.

Vliv vybraných charakteristik počasí na hlasovou aktivitu byl vyhodnocen pouze pro lokalitu B, jelikož z této lokality pocházelo nejvíce dat a pokrývala celou aktivní sezónu. Počet volání za noc byl poté dán do vztahu s teplotou, průměrnou rychlostí větru za noc a kumulativním množstvím srážek za noc. Pro ověření vlivu vybraných proměnných byla použita prostá lineární regrese.

Pro vyhodnocení vlivu fotoperiody na hlasovou aktivitu byly z portálu United States Naval Observatory získány údaje o západech a východech slunce na lokalitě v roce 2017 (Astronomical Applications Department U.S. Naval Observatory, 2019).

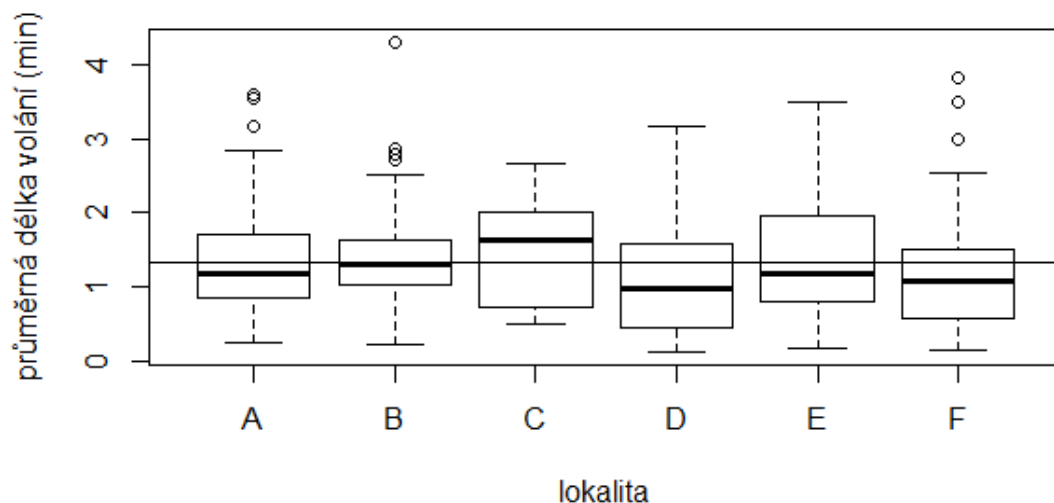
## 4 Výsledky

V roce 2017 byla hlasová aktivita plcha velkého zaznamenána na všech vybraných lokalitách, v celkovém počtu 3 503 zaznamenaných volání plcha. Plši byli nejvíce aktivní na lokalitě B (2 551 volání). Průměrný počet volání za hodinu na lokalitě B byl  $2,77 \pm 1,72$ , což je o 1,5 vyšší než počet volání za hodinu na všech lokalitách, který byl  $1,27 \pm 1,51$  (Obr. 4).



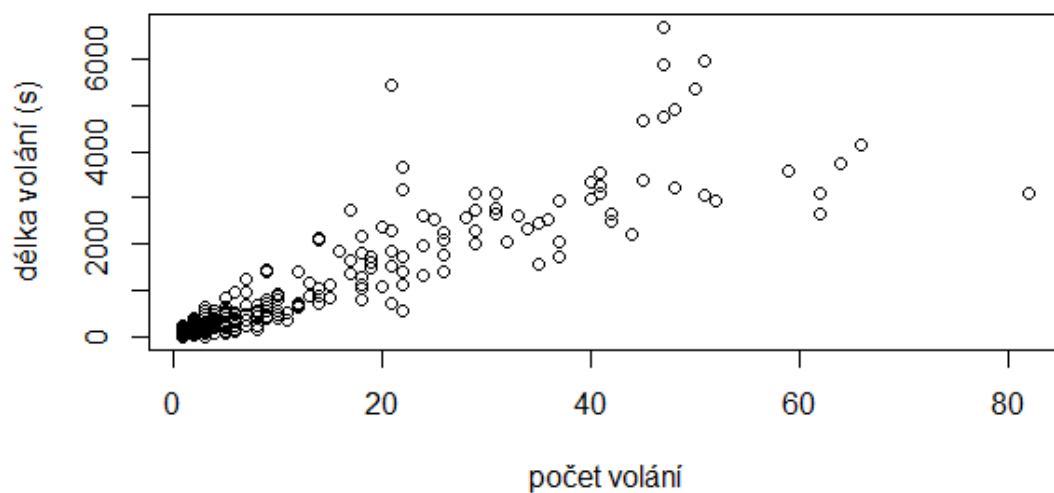
Obr. 4 Průměrný počet volání za hodinu na jednotlivých lokalitách. Pro výpočet počtu volání za hodinu byla použita délka noci jednotlivých dní, tedy od západu do východu slunce, a počet volání za noc. Příklad zobrazuje průměrný počet volání za hodinu ( $1,27$ ;  $s_d = 1,51$ )

Průměrná délka jednoho volání se v rámci lokalit příliš nelišila (Obr. 5). Průměr délky jednoho volání ze všech lokalit je ( $1,32 \pm 1,91$ ) min. Medián je 0,75 min ( $Q_1 = 0,25$ ;  $Q_3 = 1,67$ ). Nejkratší zaznamenaná volání plcha trvala 0,02 min a jednalo se pouze o jedno písknutí. Nejdelší zaznamenané volání plcha trvalo 31,5 min a pocházelo z lokality B stejně jako většina delších volání.



Obr. 5 Průměrná délka jednoho volání v minutách ze všech lokalit. Přímka zobrazuje celkovou průměrnou délku volání v minutách (1,32;  $s_d = 1,91$ ).

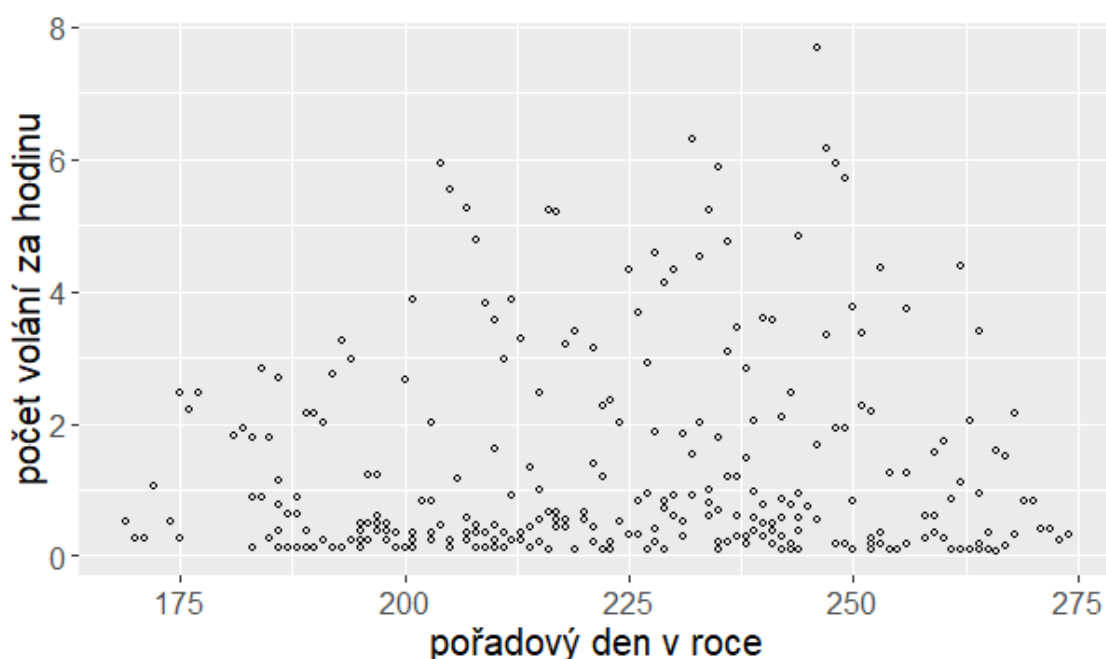
Zjistila jsem, že délka volání a počet volání za noc spolu silně korelují, korelační koeficient je 0,8,  $S = 26718$ ,  $P < 0,001$  (Obr. 6). Díky tomu jsem ve své studii pracovala vždy pouze s jednou hodnotou. Data pro tuto analýzu pocházejí z lokality B, jelikož její hodnoty jsou nejvíce vypovídající.



Obr. 6 Vztah mezi délkou volání (s) a počtem volání za noc z lokality B.

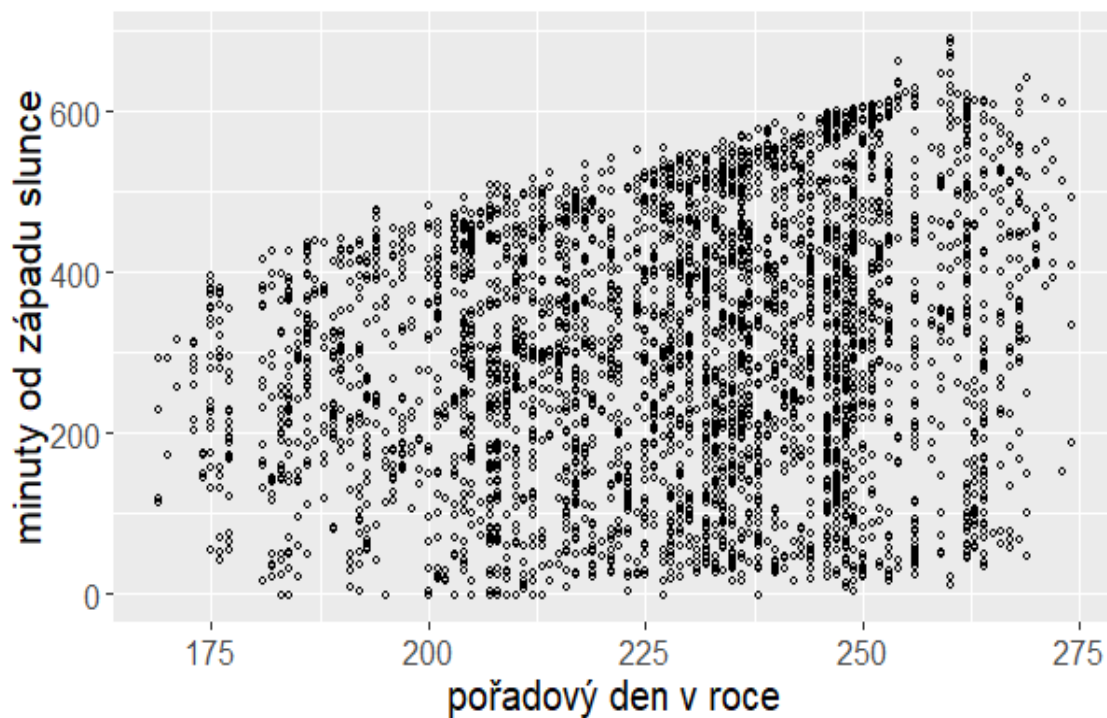
Zjistila jsem, že teplota, průměrná rychlost větru za noc a kumulativní množství srážek za noc nemají statisticky významný vliv na hlasovou aktivitu plcha. Lineární regrese pro model se srážkami:  $b = 0,48 \pm 0,6 \text{ SE}$ ,  $F = 0,65$ ,  $P = 0,421$ ; teplotou:  $b = -0,11 \pm 0,4$ ,  $F = 0,07$ ,  $P = 0,789$ ; a větrem:  $b = 1,8 \pm 2,2$ ,  $F = 0,71$ ,  $P = 0,400$ .

Počet volání za hodinu pro data ze všech lokalit v půlce července stoupá a vyšší hodnoty jsou zaznamenávány až do září (Obr. 7). Měsíce, kdy byly nejvíce zaznamenávány vyšší počty volání za hodinu, jsou tedy srpen a září. Průměrný počet volání za hodinu v srpnu byl 1,38 a v září 1,42. Oproti tomu průměrný počet volání za hodinu v červnu byl pouze 1,18 a v červenci 1,04.



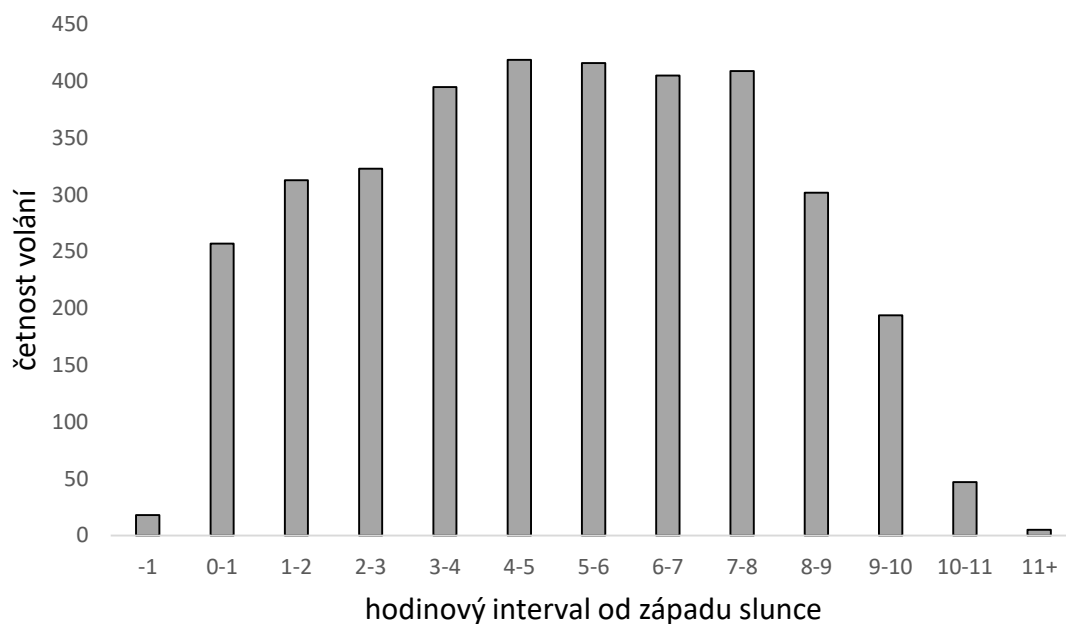
Obr. 7 Průměrný počet volání za hodinu v průběhu sezóny. Pro výpočet počtu volání za hodinu byla použita délka noci jednotlivých dní, tedy doba od západu do východu slunce, a počet volání za noc. Rozložení pořadových dní v roce v rámci měsíců - červen 169-181, červenec 182-212, srpen 213-243, září 244-274.

Rozložení volání plchů v průběhu sezóny kopíruje délku noci (Obr. 8). Na počátku sezóny volání končí okolo 400. minuty po západu slunce a ke konci sezóny volání končí mezi 600.-700. minutou po západu slunce. Graf na obrázku 8 ukazuje závislost hlasové aktivity plcha na délce noci, kdy na počátku sezóny je noc dlouhá 7,67 hodin a na konci sezóny je noc dlouhá 12,40 hodin. Z obrázku 8 je také patrná větší hustota volání v období od 200. do 250. pořadového dne v roce, která odpovídá poznatkům z obrázku 7.



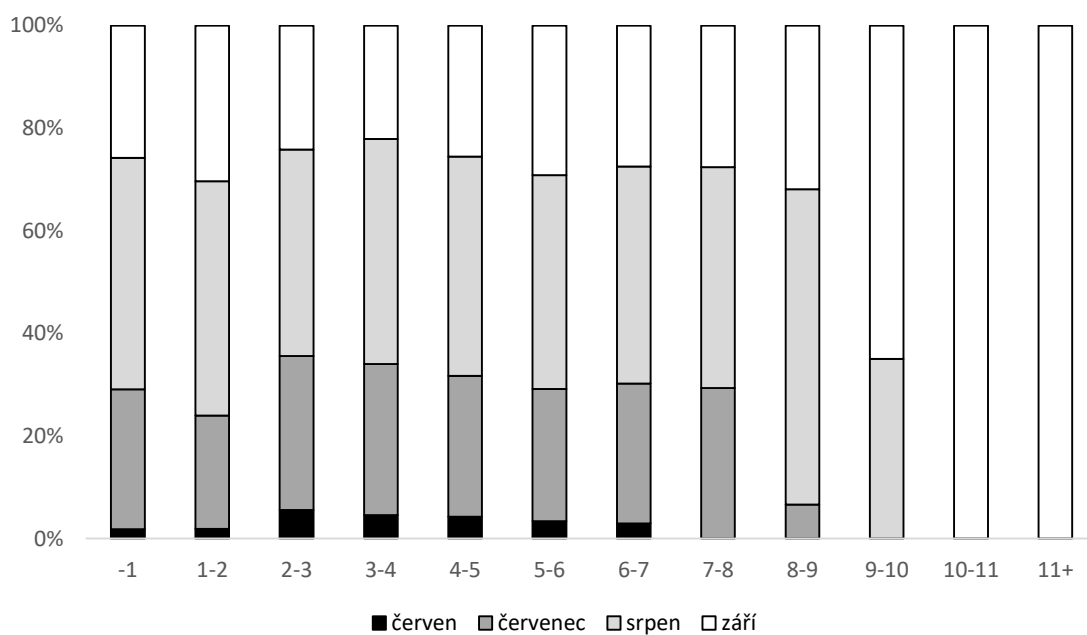
Obr. 8 Rozložení volání plchů v průběhu sezóny. Rozložení pořadových dní v roce v rámci měsíců - červen 169-181, červenec 182-212, srpen 213-243, září 244-274.

Histogram četnosti volání v jednotlivých hodinách od západu slunce ukazuje náhlý nástup hlasové aktivity v první hodině po západu slunce (Obr. 9). Vrcholu četnosti volání je dosaženo mezi třetí až osmou hodinou po západu slunce. Četnost volání klesá od 8. hodiny. Hodinu před západem slunce bylo zaznamenáno pouze 18 volání.



Obr. 9 Četnost volání v jednotlivých hodinách od západu slunce.

Rozložení četností volání v jednotlivých hodinách po západu slunce se během sezóny měnilo (Obr. 10). Do 7. hodiny jsou četnosti volání v jednotlivých měsících velmi podobné, zatímco od 7. hodiny můžeme vidět různé zastoupení četností v rámci sezóny. Od 9. hodiny se plši ozývají pouze v srpnu a září, a od 10. hodiny se ozývají již pouze v září.



Obr. 10 Procentuální zastoupení četnosti volání v hodinách od západu slunce v jednotlivých měsících.

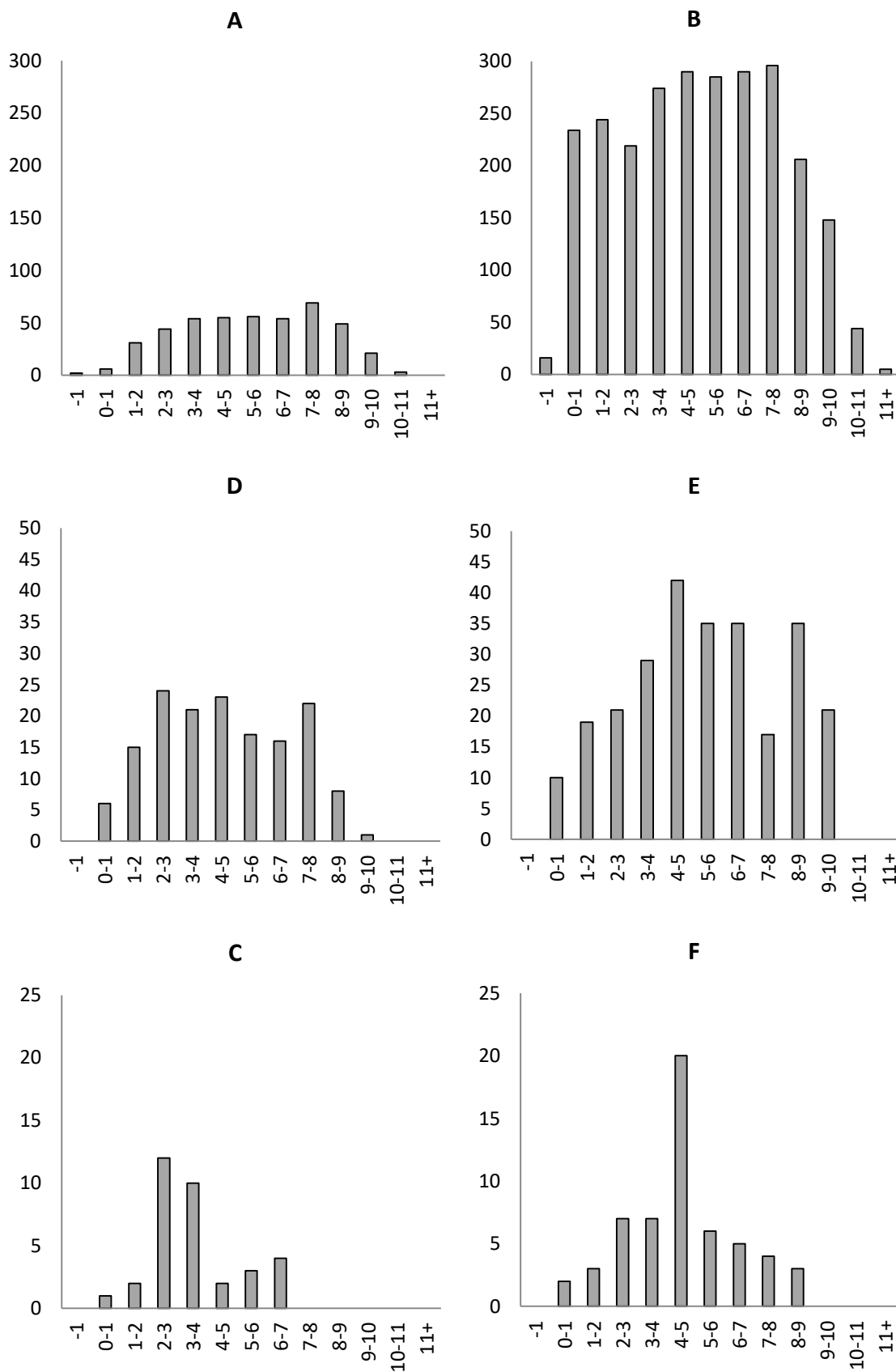
Četnost volání se na jednotlivých lokalitách velmi lišila (Obr. 11). Volání bylo nejčetnější na lokalitě B. Volání na lokalitě B po západu slunce rychle nastupuje a postupně klesá po 8. hodině. Nejvíce se plši ozývali mezi 7.-8. hodinou (296) a nejméně po 11. hodině (5). Histogram z lokality B se velmi podobá histogramu ze všech lokalit, jelikož volání plcha bylo nejčetnější právě na lokalitě B.

Histogram z lokality A vykazuje postupný nástup i pokles volání. Nejvyšší četnost volání je mezi 7.-8. hodinou (69) a nejmenší před západem slunce (2).

Lokalita D a E vykazují přibližně postupný nástup i pokles volání s některými výkyvy v četnostech, což je nejspíš způsobeno celkově menší četností volání na těchto lokalitách. Plši se na těchto lokalitách neozývali před západem slunce ani po 10 hodině. Na lokalitě D se nejvíce ozývali mezi 2.-3. hodinou (24) a nejméně mezi 9.-10. hodinou (1). Na lokalitě E bylo volání nejčetnější mezi 4.-5. hodinou (42) a nejméně četné mezi 0.-1. hodinou (10). Překvapivě mezi 7.-8. hodinou, což je doba nejvyšší četnosti volání pro lokalitu A a B, je volání v lokalitě E málo četné (17), což jde dobře vidět v histogramu (Obr. 11).

Nejméně zaznamenaných volání bylo zjištěno na lokalitách C a F. Lokalita C nevykazuje uspořádané rozdělení, zatímco lokalita F vykazuje postupný nástup i pokles volání. Při srovnání s ostatními lokalitami tedy není lokalita C příliš vypovídající. Volání bylo na lokalitě C nejčetnější mezi 2.-3. hodinou (12). Na lokalitě F bylo volání nejčetnější mezi 4.-5. hodinou (20) a nejméně četné mezi 0.-1. hodinou (2). Před západem slunce a po 9. hodině se na lokalitě F žádní plši neozývali.





Obr. 11 Četnost volání v jednotlivých hodinách od západu slunce na všech lokalitách. Osa x ukazuje četnost volání a osa y ukazuje hodinový interval od západu slunce.

## 5 Diskuze

Ve své bakalářské práci jsem zjišťovala změny hlasové aktivity plcha velkého v rámci sezóny. Data byla získávána od 18. června do 3. října 2017 v rozmezí 19:00 až 5:30. Hlasová aktivita plcha velkého vykazuje změny v rámci sezóny i jednotlivých nocí. Plši se ozývali průměrně jednou za 47 minut, nicméně počet volání za hodinu se v rámci lokalit výrazně lišil. Nejčastěji byli plši zaznamenáni na lokalitě B, kdy data z této lokality tvořila 73 % všech záznamů plšího volání a plši se zde ozývali průměrně jednou za 22 minut. Průměrná délka jednoho volání, počítána ze všech lokalit, byla 79 sekund a v rámci lokalit nevykazovala přílišné změny.

Počty volání za hodinu noci se v rámci jednotlivých měsíců sezóny lišily. Plši se ozývali již od první nahrávací noci v červnu, nicméně počty volání za hodinu noci byly poměrně nízké a začaly narůstat v půlce července. Od půlky července do září byli počty volání za hodinu vysoké, s tím že v září se plši ozývali nejvíce, pokud se vezme v úvahu délka noci. V říjnu se naposledy ozvali 1. října, dva dny před poslední nahrávanou nocí. Moje zjištění ukazují, že celá populace nebývá aktivní po celou sezónu, což je způsobeno postupným probouzením a upadáním do hibernace, ale pravděpodobně také letním torporem (Kryštufek et al. 2003, Bieber et al. 2014).

Toto částečně souhlasí s pozorováním Rodolfiho (1994), který zaznamenal hlasovou aktivitu plcha velkého v období od brzkého června do brzkého listopadu. Nicméně já jsem žádnou aktivitu v říjnu ani v listopadu nezaznamenala. S Rodolfim (1994) souhlasí i mé pozorování, že nejvíce volání za hodinu se odehrálo v září. Nicméně v srpnu, kdy jsem zjistila poměrně velké množství volání, zaznamenal Rodolfi (l. c.) nejnižší hodnotu počtu aktivních hodin za noc.

Postupné stoupání hlasové aktivity souhlasí i s Kryštufkem et al. (2003), který zaznamenal vzrůstající počet dospělých jedinců v budkách od jara do září. Nicméně nejvíce jedinců zaznamenal v červenci nebo srpnu. Jurczyszyn (1995) zaznamenal větší četnost jedinců v srpnu oproti červenci, nicméně jeho výzkum probíhal pouze v těchto dvou měsících. Mašková a Adamík (2012) našli v budkách v oblasti Nízkého Jeseníku prvního jedince 12. června/20. května a v typicky reprodukčním roce našli posledního jedince 28. října, zatímco v nereprodukčním roce našli posledního jedince 24. září. Nejvíce jedinců poté našli v srpnu. Kukulová et al. (2013) při výzkumu v Nízkém Jeseníku zkoumali plchy v budkách od začátku července do poloviny září a pozorovali postupně se zvětšující obsazenost budek s vrcholem v srpnu. Dále také jejich studie ukazuje výkyvy v procentu obsazených budek v rámci jednotlivých dní. V Belgii se plši začínají objevovat v budkách v červnu a největší zaznamenané počty byly od července do konce září (Hürner a Michaux 2009). Lebl et al. (2011) pozorovali aktivitu plcha od května do září v Rakousku a od června do října v České republice, Anglii, Německu a Itálii.

Údaje o měsíci, ve kterém je plch nejvíce aktivní, se mezi jednotlivými autory mírně rozcházejí. Toto může být způsobeno volbou lokality a rokem, ve kterém se výzkum prováděl. Na místech s vysokou hustotou buků a dubů plši více vokalizují

v době dozrávání žaludů a bukvic, kdy má dle pozorování Jurczyszyna (1995) jejich hlasový projev za úkol odstrašit potenciálního konkurenta. Nicméně musíme vzít v úvahu, že plši také více vokalizují v době rozmnožování (Kryštufek et al. 2003), a v letech s nedostatkem potravy, malou produkcí plodů buků a dubů, se nerozmnožují (Kryštufek et al. 2003, Kryštufek 2010). Kryštufek (2001) zjistil, že ve Slovinsku probíhá páření nejvíce v červenci, což odpovídá zjištěním Kryštufka et al. (2003), který v letech, kdy se plchové rozmnožovali, zaznamenal nejvyšší počty jedinců v červenci. Záleží tedy, jestli si vybereme lokalitu, kterou plši více využívají v době páření nebo při obstarávání potravy.

Dále se také ukázalo, že malí hlodavci v rámci let vykazují oscilaci populace, což bylo ukázáno např. u lumíků, kteří vykazují periodicitu 4 let (Angerbjörn et al. 2001). Většinou se tak děje u malých krátce žijících zvířat, r-stratégů. Přestože je plch velký řazen spíše ke k-stratégům, Kryštufek a Zavodnik (2003) zjistili, že populace plchů na Slovensku vykazuje 2-5letý cyklus. Ve své studii pozorovali 15 let malé hustoty populace, 3 roky střední hustoty populace a 15 let vysoké hustoty populace. Nicméně však nebyli schopni sestavit model, který by účinně předpovídal oscilaci populace do budoucna.

Nejlepší doba na stanovení hustoty populace je tedy nejspíše srpen, jelikož tento měsíc uvádí nejvíce autorů jako měsíc s největší aktivitou plchů (Jurczyszyn 1995, Kryštufek et al. 2003, Mašková a Adamík 2012, Kukulová et al. 2013).

V rámci sezóny se také prodlužovala doba, kdy se plchové ozývali. V červnu byli aktivní do 400. minuty po západu slunce a v září většinou do 600. minuty po západu slunce, ale některé noci byli plši v září aktivní až do 700. minuty. Toto nejspíš souviselo s prodlužováním noci, kdy na začátku byla noc dlouhá 7,67 a na konci 12,4 hodin.

Četnost volání v rámci noci po západu slunce postupně stoupala a vrcholila mezi 4.-5. hodinou od západu slunce. Mezi 3.-8. hodinou byla četnost volání přibližně stejná a po 8. hodině začala klesat. Rodolfi (1994) v Toskánsku pozoroval poměrně rovnoměrné rozložení aktivity v rámci noci s výjimkou srpna, kdy byla velmi malá četnost v hodině po západu slunce, a září, kdy byli plši naopak více aktivní ve dvou hodinách okolo západu slunce. Toto pozorování však bylo založeno na přímém poslechu prováděného jedním člověkem.

Většina lokalit jevila přibližně postupný nástup i pokles četnosti volání v rámci hodin po západu slunce. Výkyvy u některých lokalit byly nejspíše způsobeny malým počtem zaznamenaných volání. Lokalita C s nejmenším počtem celkově zaznamenaných volání poté nejevila stejné charakteristiky jako ostatní lokality.

Zjistila jsem závislost začátku plšího volání na západu slunce. Toto se rozchází s údaji od Rodolfiho (1994), který nezjistil žádnou korelaci mezi začátkem a koncem aktivity a západem a východem slunce.

Přestože v některých studiích se poslechy neprováděly za větrných a deštivých nocí (Jurczyszyn 1995), já jsem nezjistila žádnou statisticky významnou spojitost mezi hlasovou aktivitou plcha a teplotou, průměrnou rychlostí větru za noc a kumulativním množstvím srážek za noc. Toto může být způsobeno tím, že meteorologická data pochází ze stanice, která je průměrně 9 km vzdálená od jednotlivých lokalit. Na lokalitách tedy mohly být lehce rozdílné podmínky, než na meteorologické stanici. Toto podporuje pozorování Brighta et al. (1995), kteří studovali plšíka lískového (*Muscardinus avellanarius*) a zjistili, že nízké teploty a déšť snížily aktivitu a podpořily torpor. Bylo by tedy zapotřebí další studie, která by vzala v úvahu počasí přímo na konkrétních lokalitách.

Při posuzování dat z akustického monitoringu je zapotřebí vzít v úvahu jednotlivá omezení této metody. Při vyhodnocování volání pomocí spektrogramů hraje velkou roli vzdálenost jedince od diktafonu. Dle vlastní zkušenosti se nám ve spektrogramech nebudou zobrazovat jedinci od určité vzdálenosti, přestože jsou sluchem stále detekovatelní.

## 6 Závěr

Zkoumala jsem hlasovou aktivitu plcha velkého v roce 2017 na 6 lokalitách v Nízkém Jeseníku. Plch se ozýval od poloviny června do začátku října s postupným nástupem a poklesem hustoty volání v jednotlivých měsících. Nejčastěji se poté ozývali v září. Toto ukazuje, že nebývá vždy aktivní celá populace. Z 6 lokalit, které jsem pozorovala, byli plši nejvíce aktivní na lokalitě B a 73 % všech volání pocházelo právě z této lokality.

Plši se průměrně ozývali jednou za 47 minut po dobu 79 sekund. Délka volání se v rámci lokalit příliš nelišila, nicméně počet volání za noc se v rámci lokalit velmi lišil.

Při porovnání počtu volání v jednotlivých hodinách po západu slunce jsem zjistila postupný nástup i klesání v hustotě volání s vrcholem mezi 4.-5. hodinou po západu slunce. Také jsem zjistila korelaci mezi začátkem volání a západem slunce. S prodlužující se nocí se plši ozývali déle. Zjistila jsem tedy závislost aktivní doby plcha velkého na západu a východu slunce.

Nezaznamenala jsem, že by okolní teplota, průměrná rychlost větru za noc a kumulativní množství srážek za noc měly vliv na hlasovou aktivitu plcha velkého.

## 7 Literatura

- Adamík P. a Král M. (2008): Climate- and resource-driven long-term changes in dormice populations negatively affect hole-nesting songbirds. *Journal of Zoology* **275**: 209–215.
- Adamík P. a Král M. (2008): Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta Theriologica* **53**: 185–192.
- Ancillotto L. a Russo D. (2016): Individual vs. non-individual acoustic signalling in African woodland dormice (*Graphiurus murinus*). *Mammalian Biology* **81**: 410–414.
- Ancillotto L., Sozio G., Mortelliti A. a Russo D. (2014): Ultrasonic communication in Gliridae (Rodentia): the hazel dormouse (*Muscardinus avellanarius*) as a case study. *Bioacoustics* **23**: 129–141.
- Anděra M. (2011): Current distributional status of rodents in the Czech Republic (Rodentia). *Lynx, n.s.* **42**: 5–82.
- André M., van der Schaar M., Zaugg S., Houégnigan L., Sánchez A. a Castell J. (2011): Listening to the deep: live monitoring of ocean noise and cetacean acoustic signals. *Marine Pollution Bulletin* **63**: 18–26.
- Angerbjörn A., Tannerfeldt M. a Lundberg, H. (2001): Geographical and temporal patterns of lemming population dynamics in Fennoscandia. *Ecography* **24**: 298–308.
- Barros M. A., Pessoa D. M. A. a Rui A. M. (2014): Habitat use and seasonal activity of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in the grassland of southern Brazil. *Zoologia* **31**: 153–161.
- Bernard E. a Fenton M. B. (2002): Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forests, and savannas in central Amazonia, Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **80**: 1124–1140.
- Bieber C., Lebl K., Stalder G., Geiser F. a Ruf T. (2014): Body mass dependent use of hibernation: why not prolong the active season, if they can? *Functional Ecology* **28**: 167–177.
- Blumstein D. T., Mennill D. J., Clemins P., Girod L., Yao K., Patricelli G., Deppe J. L., Krakauer A. H., Clark C., Cortopassi K. A., Hanser S. F., McCowan B., Ali A. M. a

- Kirschel A. N. G. (2011): Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: applications, technological considerations and prospectus. *Journal of Applied Ecology* **48**: 758–767.
- Brandes T. S., Naskrecki P. a Figueroa H. K. (2006): Using image processing to detect and classify narrow-band cricket and frog calls. *The Journal of the Acoustical Society of America* **120**: 2950–2957.
- Bright P. W., Morris P. A. a Wiles N. J. (1996): Effects of weather and season on the summer activity of dormice *Muscardinus avellanarius*. *Journal of Zoology* **238(3)**: 521–530.
- Brumm H. (2004): The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology* **73**: 434–440.
- Brumm H., Voss K., Kollmer I. a Todt D. (2004): Acoustic communication in noise: regulation of call characteristics in a New World monkey. *Journal of Experimental Biology* **207**: 443–448.
- Capizzi D., Battistini M. a Amori G. (2003): Effects of habitat fragmentation and forest management on the distribution of the edible dormouse *Glis glis*. *Acta Theriologica* **48**: 359–371.
- Carstensen J., Henriksen O. D. A Teilmann J. (2006): Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echo-location activity using porpoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology Progress Series* **321**: 295–308.
- Comazzi C., Mattiello S., Friard O., Filacorda S. a Gamba M. (2016): Acoustic monitoring of golden jackals in Europe: setting the frame for future analyses. *Bioacoustics* **25**: 1–12.
- Credner S., Burda H. a Ludescher F. (1997): Acoustic communication underground: Vocalization characteristics in subterranean social mole rats (*Cryptomys sp.*, Bathyergidae). *Journal of Comparative Physiology A* **180**: 245–255.
- Dalhousi R., Morellet N., Aissa P. a Aulagnier S. (2018): Seasonal activity pattern and habitat use by the Kuhl's pipistrelle (*Pipistrellus kuhlii*) in an arid environment. *European Journal of Wildlife Research* **64**: 36

- Deshpande K. a Kelkar N. (2015): Acoustic identification of *Otomops wroughtoni* and other free-tailed bat species (Chiroptera: Molossidae) from India. *Acta Chiropterologica* **17(2)**: 419–428.
- Fukui D., Agetsuma N. a Hill D. A. (2004): Acoustic identification of eight species of bat (Mammalia: Chiroptera) inhabiting forests of southern Hokkaido, Japan: potential for conservation monitoring. *Zoological Science* **21**: 947–955.
- Heupel M. R., Simpfendorfer C. A. a Hueter R. E. (2004): Estimation of shark home ranges using passive monitoring techniques. *Environmental Biology of Fishes* **71**: 135–142.
- Hoelzl F., Bieber C., Cornils J. S., Gerritsmann H., Stalder G. L., Walzer C. a Ruf T. (2015): How to spend the summer? Free-living dormice (*Glis glis*) can hibernate for 11 months in non-reproductive years. *Journal of Comparative Physiology B* **185**: 931–939.
- Hoodless A. a Morris P. A. (1993): An estimate of population density of the fat dormouse (*Glis glis*). *Journal of Zoology, London* **230**: 298–329.
- Hürner H. a Michaux J. (2009): Ecology of the edible dormouse (*Glis glis*) in a western edge population in southern Belgium. *Vie Milieu* **59**: 243–250.
- Hutterer R. a Peters G. (2001): The vocal repertoire of *Graphiurus parvus*, and comparisons with other species of dormice. *Trakya University Journal of Scientific Research B* **2**: 69–74.
- Jurczyszyn M. (1995): Population density of *Myoxus glis* (L.) in some forest biotopes. *Hystrix* **6**: 265–271.
- Juškaitis R. (2006): Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zoologica* **55**: 225–236.
- Kofoky A. F., Andriafidison D., Ratrimomanarivo F. H., Razafimanahaka J. H., Rakotondravony D., Racey P. A. a Jenkins R. K. B. (2007): Habitat use, roost selection and conservation of bats in Tsingy de Bemaraha National Park, Madagascar. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1039–1053.



- Kofoky A. F., Randrianandrianina F., Russ J., Raharinantenaina I., Cardiff S. G., Jenkins R. K. B. a Racey P. A. (2009): Forest bats of Madagascar: results of acoustic surveys. *Acta Chiropterologica* **11**: 375–392.
- Krajča T., Flajs T. a Křenek D. (2018): Akustické mapování savců pomocí stacionárních diktafonů. *Živa* **2**: 106–108.
- Král M. (2010): Hnízdní biologie a dlouhodobé fenologické trendy u brhlíka lesního (*Sitta europaea*) v Nízkém Jeseníku. *Sylvia* **46**: 41–52.
- Kryštufek B. (2001): Compartmentalization of the body of a fat dormouse *Glis glis*. *Trakya University Journal of Scientific Research B* **2**: 95–106.
- Kryštufek B. (2010): *Glis glis* (Rodentia: Gliridae). *Mammalian Species* **42(1)**: 195–206.
- Kryštufek B. a Zavodnik M. (2003): Autumn population density of the edible dormouse (*Glis glis*) in the mixed montane forest of central Slovenia over 33 years. *Acta Zoologica Academiae Scientarum Hungaricae* **49**: 99–108.
- Kryštufek B., Hudoklin A. a Pavlin D. (2003): Population biology of the edible dormouse *Glis glis* in a mixed montane forest in central Slovenia over three years. *Acta Zoologica Academiae Scientarum Hungaricae* **49(1)**: 85-9.
- Lambert K. T. A. a McDonald P. G. (2014): A low-cost, yet simple and highly repeatable system for acoustically surveying cryptic species. *Austral Ecology* **39**: 779–785.
- Lebl K., Bieber C., Adamík P., Fietz J., Morris P., Pilastro A. a Ruf T. (2011): Survival rates in a small hibernator, the edible dormouse: a comparison across Europe. *Ecography* **34**: 683–692.
- Lima S. G. C., Sousa-Lima R. S., Tokumar R. S., Nogueira-Filho S. L. G. a Nogueira S. S. C. (2018): Vocal complexity and sociality in spotted paca (*Cuniculus paca*). *PLoS ONE* **13(1)**: e0190961.
- Marques T. A., Thomas L., Martin S. W., Mellinger D. K., Ward J. A., Moretti D. J., Harris D. a Tyack P. L. (2013): Estimating animal population density using passive acoustics. *Biological Reviews* **88**: 287–309.

- Mašková P. a Adamík P. (2012): Poznámky o výskytu arboreálních hlodavců (Mammalia: Rodentia) v budkách na Sovinecku, Nízký Jeseník. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci **303**: 13–21.
- Mortelliti A., Santulli Sanzo G. a Boitani L. (2009): Species' surrogacy for conservation planning: caveats from comparing the response of three arboreal rodents to habitat loss and fragmentation. *Biodiversity and Conservation* **18**: 1131–1145.
- Nowakowski W. K., Remisiewicz M. a Kosowska J. (2006): Food preferences of *Glis glis* (L.), *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Graphiurus murinus* (Smuts) kept in captivity. *Polish Journal of Ecology* **54**: 369–378.
- Obrist M. K., Boesch M. a Flückiger P. (2004): Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergic pattern recognition approach. *Mammalia* **68**: 307–322.
- Oleson E. M., Calambokidis J., Burgess W. C., McDonald M. A., LeDuc C. A. a Hildebrand J. A. (2007): Behavioral context of call production by eastern North Pacific blue whales. *Marine Ecology Progress Series* **330**: 269–284.
- Riede K. (1998): Acoustic monitoring of Orthoptera and its potential for conservation. *Journal of Insect Conservation* **2**: 217–223.
- Rodolfi G. (1994): Dormice *Glis glis* activity and hazelnut consumption. *Acta Theriologica* **39**: 215–220.
- Sailer M. M. a Fietz J. (2009): Seasonal differences in the feeding ecology and behavior of male edible dormice (*Glis glis*). *Mammalian Biol* **74**: 114–124.
- Shelley E. L. a Blumstein D. T. (2005): The evolution of vocal alarm communication in rodents. *Behavioral Ecology* **16**: 169–177.
- Schneiderová I. a Policht R. (2010): Alarm calls of the European ground squirrel *Spermophilus citellus* and the Taurus ground squirrel *S. taurensis* encode information about caller identity. *Bioacoustics* **20**: 29–43.
- Slabbekoorn H. a den Boer-Visser A. (2006): Cities change the songs of birds. *Current Biology* **16**: 2326–2331.

Suter S. M., Giordano M., Nietlispach S., Apollonio M. a Passilongo D. (2016): Non-invasive acoustic detection of wolves. *Bioacoustics* **26(3)** : 237–248.

Taylor A. M. a Reby D. (2010): The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research. *Journal of Zoology* **280**: 221–236.

Teixeira S. a Jesus J. (2009): Echolocation calls of bats from Madeira Island: acoustic characterization and implications for surveys. *Acta Chiropterologica* **11**: 183–190.

Thompson M. E., Schwager S. J. a Payne K. B. (2010): Heard but not seen: an acoustic survey of the African forest elephant population at Kakum Conservation Area, Ghana. *African Journal of Ecology* **48**: 224–231.

Tolasz R., Míková T., Valeriánová A. a Voženílek V. (eds). (2007): Atlas podnebí Česka. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc.

Torti V., Valente D., De Gregorio C., Comazzi C., Longondraza M., Ratsimbazafy J., Giacoma C. a Gamba M. (2018): Call and be counted! Can we reliably estimate the number of callers in the indri's (*Indri indri*) song? *PLoS ONE* **13(8)** : e0201664.

Williams E. M., O'Donnell C. F. J. a Armstrong D. P. (2018): Cost-benefit analysis of acoustic recorders as a solution to sampling challenges experienced monitoring cryptic species. *Ecology and Evolution* **8(13)**: 6839–6848.

Yoo E. a Jang Y. (2012): Abiotic effects on calling phenology of tree frog species in Korea. *Animal Cells and Systems* **16**: 260–267.

Zsebok S., Son N. T. a Csorba T. (2014): Acoustic characteristics of the echolocation call of the disc-footed bat, *Eudiscopus denticulus* (Osgood, 1932) (Chiroptera, Vespertilionidae). *Acta Acustica united with Acustica* **100**: 767–771.

### **Internetové zdroje:**

Sun or Moon rise/set table for one year. *Astronomical Applications Department U.S. Naval Observatory* [online]. USA, [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: [https://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS\\_OneYear.php](https://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS_OneYear.php)