

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování**



Vokální aktivita sýce rousného (*Aegolius funereus*): porovnání
individuální a skupinové variability

Diplomová práce

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

Diplomant: Bc. Mikuláš Krátký

2020 Praha

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Mikuláš Krátký

Krajinné inženýrství
Regionální environmentální správa

Název práce

Vokální aktivita sýce rousného (*Aegolius funereus*): porovnání individuální a skupinové variability

Název anglicky

Vocal acitivity of the Boreal Owl (*Aegolius funereus*): The comparision of individual and group variability

Cíle práce

- 1) Shromáždit, vytřídit a zpracovat pořízené nahrávky sýce rousného v Krušných horách v letech 2015-2017.
- 2) Popsat vybrané charakteristiky vokální aktivity.
- 3) Pomocí vokálních charakteristik (zejména délka a frekvence vokalizace) zjistit individuální variabilitu (tj. variabilitu v rámci jedince) a porovnat ji se skupinovou variabilitou (tj. v rámci všech jedinců).
- 4) Diskutovat výsledky s odbornou literaturou.

Metodika

Pomocí záznamníku Olympus DM-650 budou ve studijní oblasti v Krušných horách v období 2015-2017 pořízeny nahrávky vokální aktivity sýce rousného. Pomocí programu AMSrv bude vyhodnocena kvalita záznamu a jednotlivé úseky uloženy do krátkých několikaminutových úryvků teritoriálního houkání samců. Komplexní analýza hlasových projevů proběhne pomocí programu Avisoft SASLab Pro. V rámci této analýzy budou získány kvalitativní informace o frekvenci a délce jednotlivých vokálních projevů. Získané údaje budou analyzovány v programu R.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

bioakustický monitoring, vokalizace, sýc rousný, individualita

Doporučené zdroje informací

- Dragonetti M. 2007. Individuality in Scops owl *Otus scops* vocalisations. *The international Journal of Animal Sound and its Recording*, Vol. 16 pp. 147-172.
- Drdáková M. 2003. Hnízdní biologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisních oblastech Krušných hor. *Sylvia* 39: 35-51.
- Holschuh C.I., Otter K.A. 2005. Using vocal individuality to monitor Queen Charlotte saw-whet owls (*Aegolius acadicus brooksi*). *J Raptor Res.* 39:134–141.
- Korpimäki E., Hakkarainen H. 2012. *The Boreal Owl: ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Odom K.J., Mennill D.J. 2010. A quantitative description of the vocalizations and vocal activity of the Barred owl. *The Condor* 112(3): 549-560.
- Ševčík R., Riegert J., Šindelář J., Zárybnická M. 2019. Vocal activity of the Central European Boreal Owl population in relation to varying environmental conditions. *Ornis Fennica* 96: 1-12.
- Tripp T.M., Otter K.A. 2006. Vocal individuality as a potential long-term monitoring tool for Western Screech-owls, *Megascops kennicottii*. *Can. J. Zool.* 84: 744-753. Canada
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Zárybnická, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Konzultant

Ing. Richard Ševčík

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2020

doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 06. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Markéty Zárybnické, Ph.D. Další informace mi poskytl Ing. Richard Ševčík. Uvedl jsem veškeré literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 18. 6. 2020

.....

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při vypracování diplomové práce. Ing. Markétě Zárybnické, Ph.D., děkuji za pomoc při vedení závěrečné práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Richardovi Ševčíkovi za cenné rady a připomínky, vstřícnost při konzultacích a spolupráci při výjezdech do Krušných hor, sběru a poskytnutí potřebných dat. Děkuji také všem studentkám a studentům bakalářského i magisterského studia, kteří byli také nápomocni při sběru dat a účastnili se terénních výjezdů do Krušných hor.

V Praze dne 18. 6. 2020

.....

Abstrakt

V Krušných horách, v okolí Flájské přehrady, na ploše 120 km², bylo v letech 2015 až 2017 umístěno 36 nahrávačů OLYMPUS DM-650, které nahrávaly dvě noci v průběhu hnízdní sezóny sýce rousného (*Aegolius funereus*) na přelomu března/dubna a dubna/května. Z takto pořízených nahrávek byly vytříděny záznamy sýce rousného, které splňovaly stanovená kritéria (vzdálenost mezi nahrávači min. 2 km, podobný čas záznamu, síla a dostatečná délka houkání), tak aby se vyloučilo nahrání stejného samce na dvou různých stanovištích nebo nahrání více samců na jedné lokalitě.

U získaných reprezentativních nahrávek byly měřeny celkem dvě charakteristiky vokální aktivity (délka a frekvence) pro každé sledované jednotlivé houknutí (strofy). Pro charakteristiku délky strof byly indikovány parametry T internote (délka od začátku prvního do konce druhého houknutí) a T note (čistá délka houknutí). Frekvenci měřily parametry (Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu), které měly dostatečně zachytit rozdíly v houkání jedinců. Poslední měřený parametr byl frekvenční interval (Fi), který průměroval maximální a minimální naměřené hodnoty jednotlivých houkání. Kruskal-Wallis testem bylo vyhodnoceno 5 nocí (2015 – 2 noci, 2016 – 1 noc, 2017 – 2 noci), kde se všechny naměřené parametry mezi jednotlivými jedinci signifikantně lišily ($p < 0,001$). Test PIC (potencionální kódování identity) odhalil, že každý sledovaný parametr vykazuje pro jednotlivce menší vokální variabilitu než pro celou sledovanou skupinu jedinců.

Na výsledky této práce lze navázat studií zaměřenou na prokázání individuality ve vokální aktivitě sýce rousného. Výsledky poté mohou být použity jako vhodný monitorovací nástroj výskytu tohoto druhu sýce rousného v celé Evropě.

Abstract

In the Krušné hory, near the Flájské přehradý, in the area of 120 km² were in the years 2015, 2016 and 2017 placed 36 recorders OLYMPUS DM-560, which recorded two nights during the nestiň season of the Boreal Owl (*Aegolius funereus*) at the turn of March/April and April/May. From these recordings of Boreal owl were set aside recordings, which fulfilled the established criteria (min. 2 km distance between two recorders, similar hooting time, recording, strenght and sufficient time of hooting), in such a way to eliminate recording the same male at two different habitats or recording several males at one habitat.

In the obtained representative recordings, were measured two characteristics of vocal activity (length and frequency) for each monitored individual hooting (strophs). For the strophs length characteristic was indicated by the parameters T internote (length from the beginning of the first hoot to the end of the second hoot) and T note (the length of the hoot). Frequency was monitored by parameters (Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu), which were to sufficiently capture the differences in the hooting of individuals. The last measured parameter was the frequency interval (Fi), which averaged the maximum and minimum measured values of the individual hoot. By using the Kruskal-Wallis test was evaluated 5 nights (2015 - 2 nights, 2016 - 1 night, 2017 - 2 nights) and all these parameters were found to be individual and significantly different ($p < 0.001$). The PIC (Potential for individual Identity Coding) test revealed that each parameter showed less vocal variability for individuals than for the entire group.

The results of this theses can be followed by a study aimed at demonstrating individuality in the vocal activity of the Boreal Owl. The results can be used then as a suitable monitoring instrument for presence of this kind of the Boreal Owl throughout Europe.

Obsah

1.	Úvod.....	2
1.1	Cíle diplomové práce	3
2.	Rešerše.....	4
2.1	Sýc rousný.....	4
2.1.1	Boreální sova úvodem	4
2.1.2	Sýc rousný v legislativě ČR a EU.....	5
2.1.3	Distribuce sýce rousného.....	6
2.1.4	Sýc rousný v ČR	6
2.2	Bioakustický monitoring	8
2.2.1	Vokalizace sýce rousného	9
2.2.2	Individualita vokálního projevu	11
3.	Metodika.....	13
3.1	Studijní oblast Krušné hory	13
3.2	Výzkum hnízdní biologie sýce rousného	16
3.3	Sledování a analýza vokální aktivity sov	16
3.3.1	Sledování vokální aktivity.....	16
3.3.2	Vyhodnocení nahraných záznamů	17
3.4	Analýza dat.....	18
4.	Výsledky.....	20
4.1	1. období 2015.....	20
4.1.1	Parametr délky.....	20
4.1.2	Parametr frekvence.....	22
4.1.3	Potencionální kódování identity.....	25
4.2	2. období 2015.....	26
4.2.1	Parametr délky.....	26
4.2.2	Parametr frekvence.....	28
4.2.3	Potencionální kódování identity.....	31

4.3	1. období 2016	32
4.3.1	Parametr délky.....	32
4.3.2	Parametr frekvence.....	34
4.3.3	Potencionální kódování identity.....	37
4.4	1. období 2017	38
4.4.1	Parametr délky.....	38
4.4.2	Parametr frekvence.....	40
4.4.3	Potencionální kódování identity.....	43
4.5	2. období 2017	44
4.5.1	Parametr délky.....	44
4.5.2	Parametr frekvence.....	46
4.5.3	Potencionální kódování identity.....	49
5.	Diskuse	50
6.	Závěr	53
7.	Přehled literatury a použitých zdrojů	54
8.	Přílohy	63

1. Úvod

Sýc rousný je drobný dravec s širokým rozpětím křídel. Je klasifikován jako noční pták, jelikož většinu své aktivity soustředí do nočních hodin. Do 60. let 20. století byl sýc rousný považován za velmi vzácnou sovu. Od té doby o něj značně vzrostl zájem ornitologické společnosti, což přineslo mnoho poznatků o tomto nočním predátorovi (Drdáková 2004). Sýc patří neodmyslitelně k horským lesům a rašeliništím, kde vydává své charakteristické houkání - rychlý sled „pu“ nebo „po“ (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Noční druhy ptáků používají vokální projevy k obraně teritoria, k vábení samičky a komunikaci mezi páry (Odom et Mennil 2010). Houkání sýce rousného by se dalo rozdělit do osmi druhů vokalizací, na primární zpěv, prodloužený primární zpěv, doručovací volání, pištění, pípání, slabé volání, nenávistné volání a syčení (März 1968, Hayward et Hayward 1993, König et Weick 2008, Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Tyto vokální projevy jedinců se mohou vyhodnocovat pomocí bioakustického monitoringu. Akustický monitoring umožňuje detekci vlnové délky zvuku, její frekvenci, délku, intervaly mezi jednotlivými zvuky, v různých časech a různých oblastech (Odom et Mennil 2010, Frommolt 2017). Aplikace těchto výsledků může odhalit přítomnost nebo naopak absenci určitých druhů a jejich početnost, individualitu, věk a pohlaví (Fischer et al. 1997, Blumstein et al. 2011). Výhoda sběru akustických nahrávek spočívá v tom, že informace můžou být shromažďovány systematicky, ukládány a znovu přehodnocovány. Sběr těchto informací nevyžaduje fyzickou přítomnost osoby ani bezprostřední vyhodnocování během nahrávání, proto je bioakustika vhodným nástrojem pro sledování vzdálených a těžko přístupných oblastí (Frommolt 2017). Vlastnosti akustického monitoringu se v široké míře uplatňují i v monitoringu nočních druhů ptáků (Ševčík et al. 2019).

Vědci stále více využívají vokální projevy živočichů k identifikaci a sledování jedinců v rámci celé populace určitého druhu (Peake et al. 1998). Pokud bude individuální variabilita hlasového projevu u jedince menší než vokální projevy populace téhož druhu a vokalizace budou stabilní napříč časem, můžou být vokální projevy využity jako dlouhodobý monitorovací nástroj (Terry et al. 2005). Korpimäki et Hakkarainen (2012) předpokládají, že se v hlasovém projevu samce sýce rousného vyskytují individuální specifika a trendy ve vokalizaci stanovené podle Terry et al. (2005). Pro evropského sýce rousného momentálně neexistují žádné studie zaměřené na individuální projevy vokalizace (Ševčík et Zárbynická in verb 2020).

1.1 Cíle diplomové práce

- 1) Shromáždit, vytřídit a zpracovat pořízené nahrávky sýce rousného v Krušných horách v letech 2015 - 2017.
- 2) Popsat vybrané charakteristiky vokální aktivity.
- 3) Pomocí vokálních charakteristik (zejména délka a frekvence vokalizace) zjistit individuální variabilitu (tj. v rámci jedince) a porovnat ji se skupinovou variabilitou (tj. v rámci všech jedinců).
- 4) Diskutovat výsledky s odbornou literaturou.

2. Rešerše

2.1 Sýc rousný

2.1.1 Boreální sova úvodem

Sýc rousný je drobný dravec s širokým rozpětím křídel viz foto mláděte sýce rousného (Obrázek 1). Z hlediska aktivity je klasifikován jako noční pták. Má světlé skvrnky v oblasti hlavy a velmi jasné žluté oči posazené blízko u sebe. Charakteristickým znakem je šedobílý obličejový závoj, který je černohnědě ohraničen. Mláďata jsou bez bílých skvrnek. Dospělé sovy dorůstají velikosti 24 až 26 cm, s rozpětím křídel okolo 54 cm (Witt 1995, Drdáková 2004, Koopman et al. 2005., Korpimäki et Hakkarainen 2012).



Obrázek 1. Mládě sýce rousného (*Aegolius funereus*). Autor: Mikuláš Krátký.

Boreální sova, jak je někdy sýc označován dle svého areálu rozšíření v boreálních lesích, vykazuje vysokou míru diferenciacce sexuální role. Samice je

přibližně o 30 % až 40 % těžší než samec. Průměrná hmotnost samice je 170 g, zatímco dospělý samec průměrně váží 102 g. Křídla má samice delší než samec přibližně o 5 %. Během inkubační doby vajec a péče o mláďata samice prakticky neopouští hnízdo. Výjimkou mohou být krátké časové intervaly během noci, které využívá k defekaci a narovnání křídel a per. Úlohou samce je obstarávat veškerou potravu jak pro samičku, tak pro mláďata. Po odsezení potřebné doby na vejcích se samice společně se samcem podílí na shánění potravy (Korpimäki 1981, Eldegard et Sonerud 2009, Zárybnická et al. 2009, Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Samička je lákána schopností samce obstarat dostatečné množství potravy. Samec proto při námluvách zásobí hnízda ve svém teritoriu zásobami potravy (Hakkarainen et Korpimäki 1998). Hlavní složku potravy sýce rousného v ČR tvoří především hraboši (*Microtus* sp.) a myšice (*Apodemus* sp.). K alternativní složce potravy patří rejsek (*Sorex*), norník (*Myodes glareolus*) a drobní ptáci. V potravě sýce rousného se mohou vyskytovat i bezobratlí, plazi a obojživelníci (Kloubec et Vacík 1990, Pokorný 2000, Zárybnická et al. 2013). Při lovu sýc lokalizuje savce pomocí sluchových stop a přelétává mezi nízko položenými větvemi (Norberg 1970, Bye et al. 1992). Pomocí radio-trackingu bylo zjištěno, že se sýc při lovu vrací na místo, kde byl před tím úspěšný. Když je sýc neúspěšný, zvětšuje svůj lovecký okrsek (Sonerud et al. 1986, Sørås et al. 2019).

Přestože nejvíce aktivity vyvíjí sýc během noci, neznamená to, že nemůže být pozorován i během dne. Obvykle stojí nehybně ve vzpřímené poloze poblíž kmenu smrku. Díky svému zbarvení je tato sova pro lidské oko téměř neviditelná, ale jeho primární pronikavé houkání („pu“ nebo „po“) slýchávají všichni, kteří pracují nebo žijí na venkově, především poblíž lesů (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

2.1.2 Sýc rousný v legislativě ČR a EU

Sýc rousný je chráněn touto legislativou:

- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška MŽP č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Dle 2. části Přílohy III. se sýc rousný prohlašuje za druh silně ohrožený.
- Směrnice Evropské Unie o ptácích, Směrnice Rady č. 79/409/EEC ze dne 2. 4. 1979 o ochraně volně žijících ptáků, později novelizována Směrníci

Evropského parlamentu a Rady č. 2009/147/ES ze dne 30. 11. 2009 o ochraně volně žijících ptáků. Sýc rousný zařazen do přílohy č. I (pro sýce jsou zřizovány ptačí oblasti).

- V Červeném seznamu IUCN ohrožených živočichů a rostlin, vydávaném každé dva roky Mezinárodním svazem ochrany přírody pro Českou republiku je sýc rousný uveden jako druh zranitelný (Chobot et Němec 2017).

2.1.3 Distribuce sýce rousného

Sýc rousný má takzvaný cirkumpolární holarktický typ rozšíření. Obývá Euroasijské a Severoamerické boreální jehličnaté lesy (odtud známé označení boreální sova). Distribuce sovy v Evropě úzce souvisí s výskytem smrku ztepilého. Dle starších výzkumů je tento druh sovy dělen na 7 poddruhů. Na území Euroasie se vyskytuje 6 poddruhů a 1 pak v Severní Americe (Glutz von Blotzheim et Bauer 1980, Korpimäki et Hakkarainen 2012).

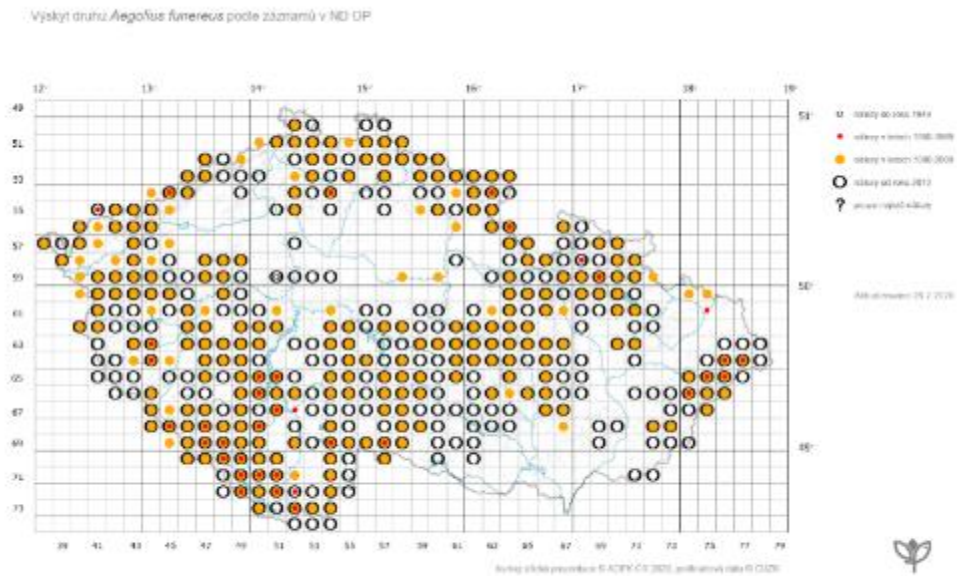
Poddruh obývající jehličnaté lesy na Aljašce a v Kanadě se nazývá *Aegolius funereus richardsoni*. Boreální lesy Euroasie obývají 3 druhy, a to *A. f. funereus*, *A. f. sibericus*, *A. f. magnus*. Jejich oblast výskytu se soustředí na Skandinávii a Sibiř. Na Kavkazu se vyskytuje populace *A. f. caucasicus*. Pohoří Ťan-šan na území Kazachstánu obsadil poddruh *A. f. pallens* a centrální část Číny obývá poddruh *A. f. beickianus* (Koopman et al. 2005, König et Weick 2008).

Nejpočetnější zastoupení má populace sýce v severní Evropě a Asii, konkrétně v Rusku, Švédsku, Finsku a Norsku. Za zmínku stojí i početná populace sýce rousného v Bělorusku. V některých západních a jižních státech Evropy, jako např. Francie, Německo, Rakousko, Slovensko a Česká republika, jsou populace sýce rousného vázané především na subalpínské pásmo. Za reliktní populace sýce z období postglaciálu jsou považovány méně početné, ostrůvkovitě rozložené populace v Pyrenejích (Mikkola 1983).

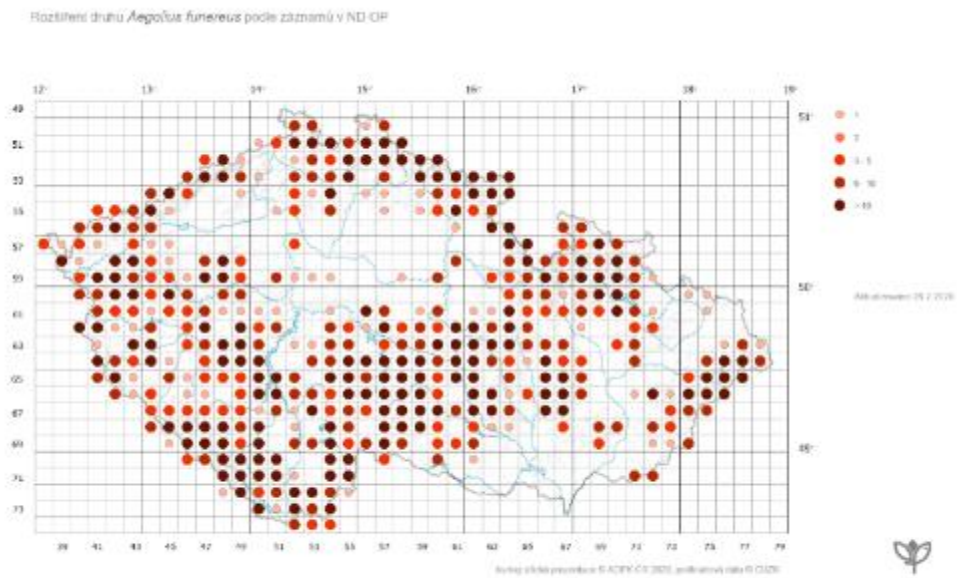
2.1.4 Sýc rousný v ČR

Až do 60. let 20. století byl sýc rousný považován za vzácně se vyskytující sovu. Od 80. let 20. století začala tato drobná sova pronikat i do vnitrozemských oblastí. Centrum rozšíření sýce v ČR se nachází v jižních Čechách, zejména na Šumavě a Novohradských horách. V současné době se sýc vyskytuje prakticky na celém území ČR. Nejhojnější je jeho výskyt v pohraničních oblastech, tedy v horských oblastech ČR, obvykle ve výšce od 700 do 1000 m n.m. (Hudec et Šťastný 1983, Šťastný et al. 2006, Vavřík 2015), výskyt lze pozorovat na mapě

(Obrázek 2). V ČR se velikost populace odhaduje na 1500 až 2000 hnízdních párů, rozložení početnosti napříč ČR znázorňuje mapa (Obrázek 3).



Obrázek 2. Výskyt sýce rousného dle záznamů z ND OP na území ČR
 Autor: AOPK ČR © 2020 (aktualizováno 28. 2. 2020)



Obrázek 3. Rozšíření sýce rousného dle záznamů v ND OP na území ČR
 Autor: AOPK ČR © 2020 (aktualizováno 28. 2. 2020)

2.2 Bioakustický monitoring

Bioakustika je interdisciplinární metoda (věda), která kombinuje prvky akustiky a biologie. Jinak řečeno je to věda zabývající se zvukovými projevy. Při této vědecké disciplíně se nahrávají zvuky zvířecí komunikace, které se uchovávají a poté analyzují. Bioakustika se například zaměřuje na zkoumání vnitrodruhové komunikace, obrany teritoria a výběr partnera stejně jako na přesnou lokalizaci jedince vyluzujícího zvuk (Bower et Clark 2005, Vallee 2017). Akustický monitoring umožňuje také detekci vlnové délky zvuku, od ultrazvuku po infrazvuk, intervalů mezi jednotlivými zvuky, v různých časech a různých oblastech (Odom et Mennill 2010, Frommolt 2017, Whytock et Christie 2017). Toto použití akustických metod také může odhalit nepřítomnost nebo přítomnost určitých druhů a jejich početnost, individualitu, věk a pohlaví (Fischer et al. 1997, Blumstein et al. 2011).

Bioakustický monitoring se dá celkem efektivně využít při lokalizaci jedince. Metoda přesného zaměření polohy živočicha vydávajícího zvuk se nazývá akustický lokační systém (ALS), který funguje na principu multi-kanálového nahrávání a měření výchozí pozice každé nahrávky. Metodu vyvinul The Cornell Bioacoustics Research Program. Principiálně je metoda založena na lokalizaci zvuku pomocí vhodně umístěných mikrofónů v rámci vybraného polygonu dle prodlevy přijímaného signálu jednotlivými nahrávači (Charif et al. 1995). Přesnost polohy byla například testována se čtyřmi mikrofony rozmístěnými v rozích čtverce o rozloze 40 m². V rámci zvuků zachycených ve čtverci byla přesnost polohy zaměření jedince menší než jeden metr. Přesnosti do dvou metrů bylo dosaženo, když se jedinci nacházeli ve vzdálenosti do 25 m od vymezeného čtverce (Bower et Clark 2005).

Velká výhoda sběru akustických nahrávek spočívá také v tom, že informace mohou být shromažďovány systematicky, ukládány a znovu později přehodnocovány. Bioakustika je vhodný nástroj pro sledování vzdálených nepřístupných oblastí, jelikož nevyžaduje fyzickou přítomnost osoby a bezprostřední vyhodnocování během nahrávání. Tento nástroj je velkým přínosem pro sledování dlouhodobého vývoje biodiverzity v oblasti (Frommolt 2017). Tato neinvazivní metoda poskytuje výhody i pro zkoumané subjekty, jelikož snižuje rušení, stres a potenciační zranění jedinců (Hartwig 2005). Několik studií ověřilo účinnost používání individuálně odlišných vokalizací pro monitorování a některé z těchto studií vedly k přesnějším výsledkům než tradiční metody (Peake et al. 1998, Holschuh et Otter 2005). Tyto vlastnosti akustického monitoringu se v široké míře uplatňují i v monitoringu výskytu nočních druhů ptáků (Ševčík et al. 2019).

2.2.1 Vokalizace sýce rousného

Noční druhy ptáků používají vokální projevy k obraně svého teritoria, k vábení samičky nebo ke komunikaci mezi páry (Odom et Mennil 2010). Dle Korpimäki et Hakkarainen (2012) by se daly hlasové projevy sýce rousného rozdělit do nejméně osmi druhů vokalizací. Během námluv je vokální projev limitován létáním samce v blízké přítomnosti samice nebo samic, kde vydává tzv. primární zpěv, pro který je charakteristický sled rychle se opakujících „pu“ nebo „po“ houknutí. Jednotlivé houknutí může být prodlouženo, když sýc volá od hnízdní dutiny (Hayward et Hayward 1993). Soubor hlasových projevů doplňuje doručovací volání, pištění, pípání, slabé volání, nenávistné volání a syčení (März 1968, König et Weick 2008).

Doručovací hovor je druh vokálního projevu, který sýc rousný vydává, když doručuje kořist samici nebo mláďatům, která již opustila hnízdo. Pištění vydávají samci a samice jako odpověď na primární píseň, často je doprovázeno pleskáním křídel a cvakáním zobáku. Pípání je měkké, tiché volání samice reagující na doručovací volání nebo na prodloužené primární zpěvy po celou dobu inkubace. Hrubý syčivý projev vydává samice v případě narušení hnízda predátory či lidmi, popřípadě pokud je se samicí manipulováno. Pro zvýšení důrazu může být syčení doprovázeno hlasitým a výhružným cvakáním zobáku (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Primární hlasový projev (primary song) se skládá z rychlého sledu „pu“ nebo „po“ tónů, který s časem nabývá na intenzitě a hlasitosti. Hlasitost jedinců se značně liší. Počet těchto houknutí je obvykle od čtyř do devíti (může být však až 20) a poté následuje obvyklý tichý interval mezi trylkem na 1 až 5 sekund, mění se podle vzrušení daného samce. Vzrušený samec zkracuje tento tichý interval na minimální dobu. Takto střídavý zpěv trvá průměrně 20 minut, ale může také trvat dvě až tři hodiny (König 1968). Houkání začíná obvykle asi 30 až 60 minut po západu slunce. K vrcholu své hlasové aktivity se sýc dostává před půlnocí. Houkat může ovšem i celou noc. U nespárovaných samců může houkání přetrvat i po celý den. Primární vokalizace se soustřeďuje na začátek hnízdní sezóny. První samce je možné slyšet už na konci prosince (Korpimäki 1981). Hlasový projev sýce rousného od konce února nebo začátku března až do přelomu měsíců dubna a května (Körpimaki 1981, Mikkola 1983). Pro českou boreální sovu je typické období od února do května (Kloubec 2007). Další hlasová aktivita této intenzity může být zachycena v období října a listopadu (Kloubec et Pačenovsky 1996).

Prodloužený primární vokální zpěv sýce vydávají samci od zahájení námluv až po brzkou inkubační periodu. Tóny a jednotlivá houknutí jsou prodloužena až na 1 minutu. Prodlouženou píseň můžou zpívat samci, kteří zrovna letí do potencionálního hnízda a pokračují ve zpěvu od něj. Funkce tohoto projevu velmi souvisí s vytvářením párů a jejich spojováním (Korpimäki et Hakkarainen 2012).

Na primární houkání sýce rousného mohou mít vliv i meteorologické a klimatické podmínky, jako sněžení, déšť a vítr, u kterých se zdá, že můžou redukovat houkání sýce nebo alespoň houkání některých jedinců. Naopak teplota, oblačnost nebo fáze měsíčního cyklu neovlivňuje počty houkajících jedinců (Korpimäki et Hakkarainen 2012). Dle Ševčík et al. (2019) ale nemá vliv rychlost větru a množství srážek na vokální aktivitu boreální sovy v Krušných horách. V Krušných horách také byly pozorovány možné interakce mezi sýcem rousným, puštíkem obecným (*Strix aluco*) a kalousem ušatým (*Asio otus*). Jedinci sýce rousného zde významně, v interakci s kalousem ušatým, prodlužovali délku svého teritoriálního (primárního) zpěvu. Puštík obecný naopak tuto vokální aktivitu snižoval (Ševčík 2017). Ševčík et al. (2019) ale tyto interakce ve svém výzkumu nepotvrdili. Důvodem, proč by mohl být sýc ovlivňován puštíkem obecným, je ten, že puštík je největším konkurentem sýce v nižších polohách, a to z hlediska nároků na potravu a životní prostor (Hudec et al. 2011). Pokud tedy sýc rousný sdílí stejný prostor s puštíkem obecným, dochází ke snížení reprodukčních aktivit a snížení počtu hnízdních párů (Hakkarainen et Korpimäki 1996). Vliv na vokální aktivitu sýce může mít i potravní nabídka v oblasti, která přímo podmiňuje obecně aktivitu sov (Kloubec et Pacenkovsky 1996). Reprodukční cyklus a s ním související vyhledávání partnerů je ve Finsku značně ovlivněn početností hraboše (*Microtus* sp.) v potravě (hlavní složky potravy sýce) a jeho populační cykly mají významný vliv na reprodukční cyklus sýce (Korpimäki 1988, Korpimäki et Hakkarainen 1991). Ve střední Evropě se cykly hraboše významně nepodepisují na reprodukčním chování sýce rousného, jelikož je v potravě doplňují myšice (*Apodemus* sp.) (Zárybnická et al. 2013).

Rozdíly mezi jednotlivci jsou patrné v délce primárního vokálního projevu a počtu jednotlivých houknutí (König 1968). Mezi jednotlivými populacemi sýce rousného nebyly nalezeny žádné dialekty. Někteří samci můžou mít totiž ve svých hlasových projevech zvláštní charakteristiky (různé dosažené frekvence, délka houknutí atd.). Takže tyto trendy v jednotlivých populacích se nedají věrohodně pozorovat (König et Weick 2008). Má to ale i své výhody, po provedení analýzy a porovnání výsledků je dle Carlssona (1991) právě díky zvláštním charakteristikám v hlasech sýce možné, najít jedinečné charakteristiky určitých samců, které se

v jeho hlasovém projevu stále opakují. Z toho důvodu je možné provést individuální identifikaci jedinců. Tato individuální identifikace byla provedena již úspěšně pro mnoho druhů živočichů včetně sov.

Hlasová individualita byla prokázána u jedinců výřečka západního (*Megascops kennicottii*) (Tripp et Otter 2006), kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) (Galeotti et al. 1993), puštíka obecného (Choi et al. 2019), sýce americké (*Aegolius acadicus brooksi*) (Holschuh et Otter 2005), puštíka proužkovaného (*Strix varia*) (Odom et Mennill 2010) a výra velkého (*Bubo bubo*) (Grava et al. 2008). Naprosto stejné metody, kterými se analyzují jedinci u sov nebo obecně jedinci ptáků, se používají i na ostatní zástupce živočišné říše, jako například u výzkumu hlasové individuality goril (Salmi et al. 2014).

2.2.2 Individualita vokálního projevu

Vědci stále více používají vokalizace k identifikaci a sledování jedinců v populaci (Peake et al. 1998). Nicméně Dragonetti (2007) tvrdí, že ne vždy znamená nalezení některých vokálních charakteristik s určitými rozdíly v rámci druhu, opravdový projev individuality. To, jak se odlišují jednotliví jedinci je složitým tématem výzkumu a dosud existuje pouze pár relevantních studií. V rámci experimentálních výzkumů se podařilo pouze nastínit význam repertoárů písní u zpěvných ptáků (Slater 1983, Riebel et Slater 2003). Tučňáci rodu *Pygoscelis* používají k rozpoznání výšky hlasu, zatímco tučňáci rodu *Apdenodytes* používají systém dvojitého kódování, který jedinečnost hlasového projevu integruje na kombinaci parametrů délky a frekvence hlasu (Lengagne et al. 2001, Jouventin et Aubin 2002). Aby byly vokalizace užitečné jako dlouhodobý monitorovací nástroj, měly by mít dva atributy: 1. individuální variabilita vokálů u jedince je menší než v rámci populace téhož druhu, 2. vokální projevy by měly být stabilní napříč časem (Terry et al. 2005).

Důležité je také zvolit správnou metodu získávání hlasových nahrávek pozorovaného druhu. Například Galeotti et Sacchi (2001) ukázali významný rozdíl mezi voláním různých samců sovy výřečka malého (*Otus scops*). Tyto hlasové nahrávky byly získány po stimulaci přehráváním určitých hlasů od stejného druhu sovy. Dragonetti (2007) tvrdí, že to může změnit motivaci ptáka, což může v důsledku ovlivnit hlasový výstup a rysy tohoto hlasu. Akustické rozpoznávání jedinců založené na individuálních rozdílech znamená, že struktura hlasového projevu nebo jeho části je významně proměnlivá v rámci populace, nebo že vykazuje u jedince znatelnou stálost (Kroodsma et Parker 1977). U dravců a

zejména pak sov se zdá, že vokální aktivita je v populaci dost stereotypní (Geroudet 1965).

Předpokladem k dosažení co nejlepších výsledků v tomto výzkumném tématu je hluboká znalost hlasové aktivity sledovaného druhu (Dragonetti 2007). Předpokládá se, že se v hlasovém projevu samce sýce rousného, vyskytují individuální specifika (Korpimäki et Hakkarainen 2012), která splňují atributy dle Terry et al. (2005).

3. Metodika

Výzkum hlasové variability sýce rousného byl prováděn během hnízdní sezóny v letech 2015, 2016 a 2017.

3.1 Studijní oblast Krušné hory

Krušné hory na českém území tvoří souvislý horský hřeben o délce 130 km. Na našem území se rozkládá pouze jižní část území Krušných hor čili větší území zaujímá tento horský hřeben na německé straně. Průměrná výška tohoto hřebene činí 600 – 900 m n. m., nejvyšší hora Klínovec dosahuje výšky 1244 m n. m. (Demek 1965, Slodičák 2007, Škvor 1975). Oblast hor se nachází v mírně vlhkém kontinentálním pásu. Proudění větru převládá ze západu. Místní klima ovlivňují imisní holiny, díky nimž zde působí časně mrazy na podzim a pozdní mrazy na jaře. Roční úhrn srážek na území Krušných hor je 800 – 1200 mm (Hetze 1984, Panajatová 2010).

Původními porosty v Krušných horách byly zastoupeny převážně dřevinami hercynského typu, a to bukem lesním (*Fagus sylvatica*), jedlí bělokorou (*Abies alba*) a především smrkem ztepilým (*Picea abies*). Vytěžené porosty byly nahrazovány smrkovou monokulturou (Drdáková 2003, Drdáková 2004). Od zač. 20. století až do roku 1989 byly místní porosty poškozovány emisemi oxidu siřičitého. Během těchto let došlo k plošnému kolapsu smrkových porostů. V reakci na rozsáhlé poškození smrkových monokultur se přistoupilo k výsadbě náhradních dřevin, kde se využívalo především jejich odolnosti vůči negativním jevům (Flousek et Hudec 1991, Drdáková 2004). Konkrétně se jednalo o břizu bělokorou (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a smrk pichlavý (*Picea pungens*) (Slodičák 2007). Z hlediska udržitelnosti ekosystému není dominantně zastoupený smrk pichlavý příliš výhodný (Balcar et Kacálek 2006). Rok 1989 znamenal pro lesní porosty období stabilizace a zmírnění působení oxidu siřičitého a snižování jeho hodnot (Slodičák 2007). V roce 2010 představoval smrk pichlavý druhou nejrozšířenější dřevinu na území Krušných hor. V současnosti je zdravotní stav smrku pichlavého alarmující. Zřetelně zde dominuje faktor biotického poškození porostu působením kloubnatky smrkové (*Gemmomyces piceae*). V roce 2015 byl vyhodnocen porost smrku pichlavého jako silně až zcela destabilizovaný (Soukup et Pešková 2009, Šrámek et al. 2015).

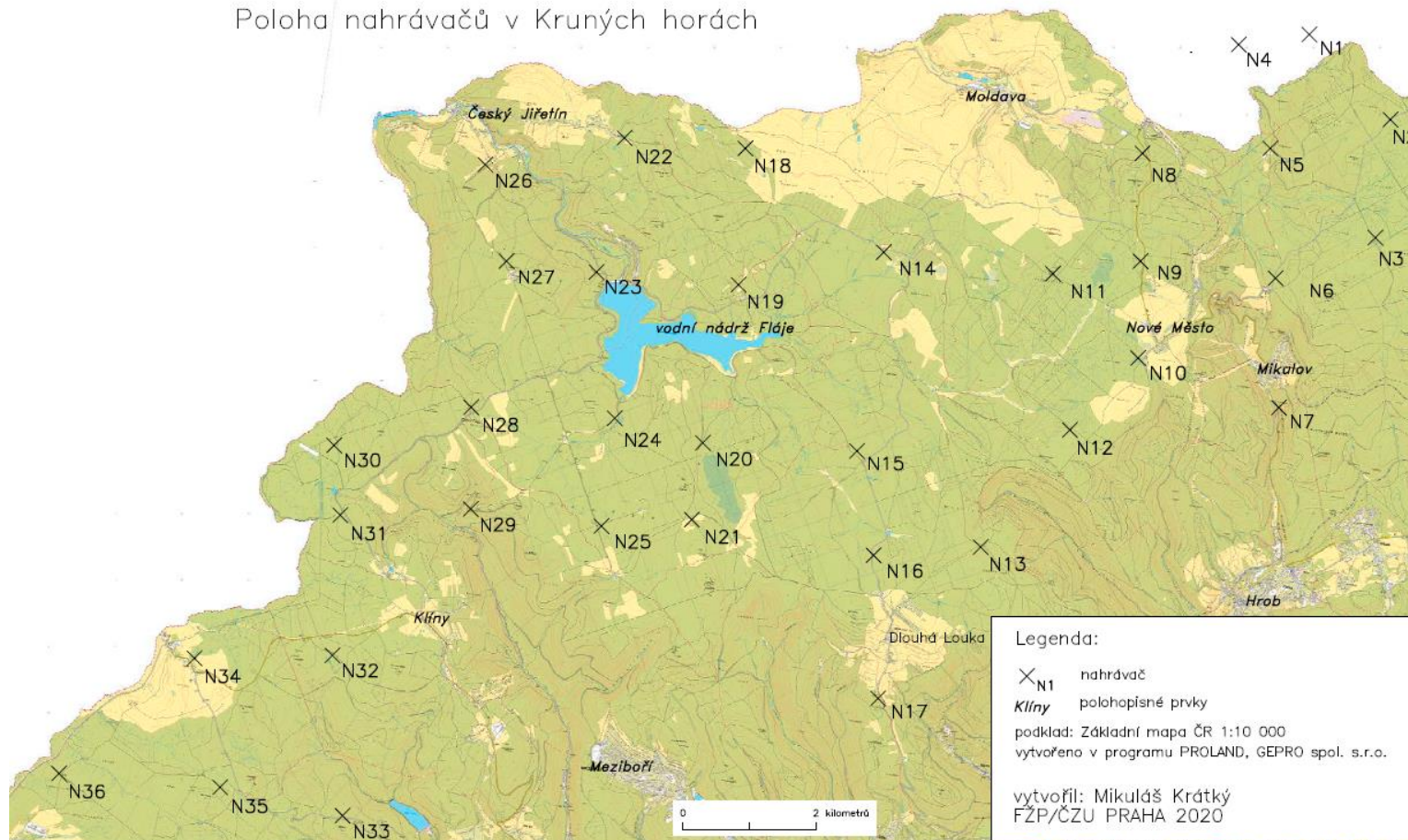
Díky těmto vlivům a důsledkům průmyslové produkce v podkrušnohorské oblasti tvoří krajinu Krušných hor velmi rozličná mozaika biotopů, která umožňuje

aplikaci aktivního managementu pro posílení biodiverzity napříč flórou a faunou (Drdáková 2004, Slodičák 2007). Například díky absenci přirozených dutin, které se vyskytují u starších a vzrostlých porostů, bylo možné pro posílení biodiverzity sýce rousného v Krušných horách vyvěsit budky, které tyto přirozené dutiny nahrazovaly a umožňovaly sledovat tak průběh hnízdění tohoto nočního dravce (Drdáková 2004, Šindelář et al. 2015).

Sběr dat byl prováděn v severní části Krušných hor nad městem Litvínov v okrese Most v Ústeckém kraji v nadmořské výšce od 735 m n. m. do 956 m n. m. Studijní oblast zaujímá rozlohu zhruba 120 km² v okolí přehradní nádrže Fláje. Oblast je lokalizována 50° severní šířky a 13° východní délky (N 50°, E 13°) u hranic se Spolkovou republikou Německo, konkrétně se Svobodným státem Sasko. Území je vymezeno obcemi Klíny, Dlouhá Louka, Nové Město, Moldava a ze severu státní hranicí viz mapa níže (Obrázek 4). Pro hlubší poznání území je k dispozici i letecká mapa oblasti (Příloha 1).

Pro plochy, kde se nenachází vzrostlý lesní porost, jsou typické horské louky, rozsáhlá rašeliniště, kde se vyskytují méně vzrostlé dřeviny zastoupené borovicí kleč (*Pinus mugo*) a břízou bělokorou. Do bezlesé složky krajiny patří také imisní holiny.

Poloha nadržavačů v Kruných horách



Obrázek 4. Ilustrační mapa studijní oblasti a umístění nadržavačů.

3.2 Výzkum hnízdní biologie sýce rousného

V Krušných horách probíhá výzkum hnízdní biologie sýce rousného a dalších navazujících výzkumů na tyto aktivity. V letech 2015 až 2020 bylo vyvěšeno v průměru 241 budek pro sýce rousného. Budky jsou zavěšené na stromech, které se nachází na krajích lesních porostů, v místech řidšího zakmenění a solitérních dřevinách. Budky byly pravidelně kontrolovány za účelem informace o hnízdění sýce rousného. Kontroly byly prováděny minimálně jednou za 14 dní. Při kontrolách se využívalo endoskopické kamery nebo přímého pohledu do budky ze žebříku, který byl přistaven ke stromu, na němž se budka nacházela. Na základě těchto informací o hnízdění a výskytu sýce rousného byly rozmístěné nahrávače, které monitorují vokální aktivity sýce rousného ve dvou obdobích ze začátku hnízdní sezóny.

3.3 Sledování a analýza vokální aktivity sov

3.3.1 Sledování vokální aktivity

Vokální aktivita sov byla sledována vždy během dvou období za rok v rámci tří let (2015, 2016, 2017) na přelomu března/dubna a dubna/května. Nahrávalo se od 20:00 hod. večer do 6:00 hod. ráno. Pro sledování vokální aktivity sov byl zvolen zvukový záznamník Olympus DM-650. Tyto záznamníky byly rozvěšeny na 36 míst standardně vzdálených 2 km od sebe viz mapa (Obrázek 4). Každý záznamník byl umístěn do 1,5 m výšky na strom. Během tří let bylo zaznamenáno 216 nahrávek (Ševčík et al. 2019).

Kvalitu nahrávek pro další posouzení velmi ovlivňovaly meteorologické jevy, které během nahrávací noci působily na sledovaném území.

První nahrávání v roce 2015 proběhlo v noci na 25. března. Během této noci bylo větrno, zataženo, místy deštivo. Druhé nahrávání v roce 2015 se uskutečnilo v noci na 30. dubna. V noci bylo na území Krušných hor opět deštivo. Část nahrávek byla deštivým počasím silně negativně ovlivněna.

V roce 2016 se první nahrávání uskutečnilo od noci 30. března do rána 31. března. Okolo 5. hodiny (01:00 SELČ) nahrávky začal mírný déšť. Druhé nahrávání za jasné noci na 30. dubna. Vzhledem k malému počtu houkajících jedinců nebylo tohoto období využito pro analýzu.

První nahrávání v roce 2017 proběhlo v noci na 2. dubna. Nahrávky neovlivnily povětrnostní podmínky ani dešťové srážky. Druhé sledování bylo

nahráváno v noci na 6. května. V noci byly zaznamenány občasné deštivé přeháňky.

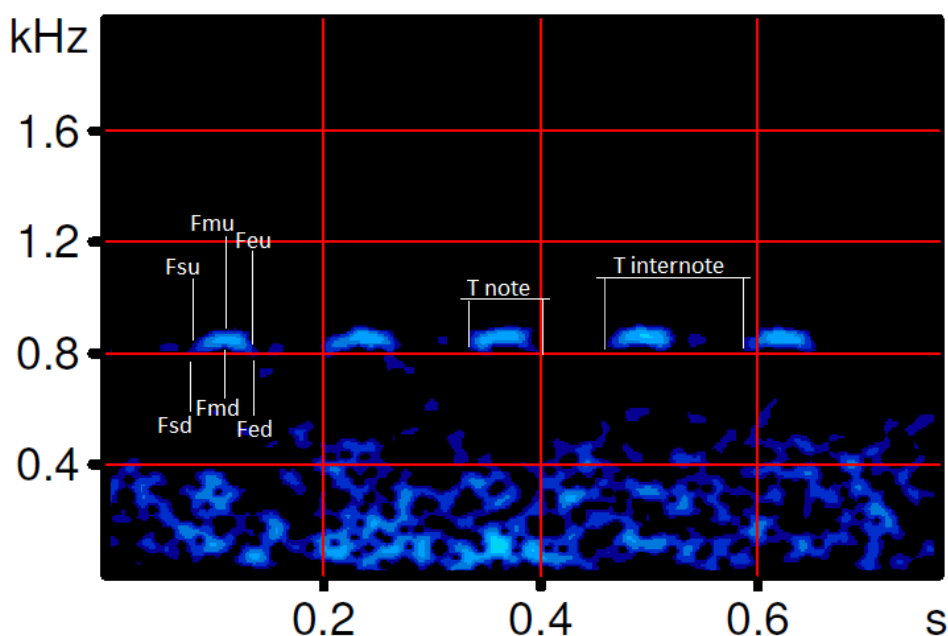
3.3.2 Vyhodnocení nahraných záznamů

Zvukové nahrávky byly transformovány na spektrogramy a analyzovány pomocí programu AMSrv (Savický 2009). Spektrum bylo zobrazeno na 1 minutu s FFT délkou (Fast Fourier Transform). FFT délka (rychlá Fourierova transformace) je algoritmus, který efektivně spočítá diskrétní Fourierovi transformace (DFT) a její inverze. Tato funkce pomáhá digitálně zpracovávat signál. Resolution (rozlišení) a window size (velikost okna) byla nastavena na 4,096 bodů spektra a 1,366. Horní rozsah grafu na 3,5 kHz. Nebyly použity žádné filtry pro odstranění zvuků v pozadí. Pomocí programu AMSrv byla vyhledána přítomnost sýce rousného na záznamu a poté zhodnocena jeho kvalita a relevantnost pro další část výzkumu. Poté byly jednotlivé zvukové stopy vyselektovány v délce od 10 s do 30 s. Tyto stopy byly pomocí programu AMSrv uloženy do formátu *wma*. Primárně byly selektovány nahrávače, které splňovaly kritéria vzdálenosti od sebe (minimálně 2 km). Vybírány byly reprezentativní nahrávky od jedince z daného záznamu, které byly o největší síle. Nahrávky také musely pocházet ideálně ze stejné části noci a zároveň musely být krátké časové intervaly mezi vybranými nahrávkami na stejné lokalitě. Tímto opatřením došlo k minimalizaci pravděpodobnosti nahrání stejného samce na dvou různých lokalitách nebo nahrání více samců na jedné lokalitě.

Pro další analyzování a měření byl použit program Avisoft SAS-LAB Pro version 5.2.14. (Specht 2019). Nahrávky ve formátu *wma* musely být převedeny pomocí online dostupného programu <https://audio.online-convert.com/>, do formátu *wav*, který program Avisoft SAS-LAB Pro podporuje. Pomocí programu byly jednotlivé úseky teritoriálního zpěvu sýce měřeny a zaznamenávány parametry frekvence a délky jednotlivého houknutí v úseku jednoho nahraného zpěvu. Pro potřeby analýzy bylo použito částečné metodiky z výzkumu Holschuh et Otter (2005), měřeny byly tedy frekvence F_{su} (start up, horní naměřená hodnota) a F_{sd} (start down, dolní naměřená hodnota) v prvních 10 % délky houknutí, F_{mu} (middle up) a F_{md} (middle down) v 50 % délky houknutí, F_{eu} (end up) a F_{ed} (end down) v 90 % délky houknutí, F_i (průměr z maximální frekvence a minimální frekvence), T_{note} (délka houknutí), $T_{internote}$ (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí (Obrázek 5). Jednotlivé nahrávky bylo nutné převzorkovat pro dokonalejší zobrazení a zachování frekvence. Pomocí funkce pro konvertování frekvence bylo nastaveno z původních 44100 Hz na 4000 Hz, přesnost

byla zvolena 256 (edit/format/sampling frequency conversion: to 4000 Hz, accuracy: 256). V parametrech zobrazení (Overview display parameters) bylo nastaveno frequency resolution: FFT length: 512, Frame: 25 %, Window: Bartlett.

Vokalizace sýce rousného



Obrázek 5. Přehled sledovaných parametrů pro jedince n13 v 2. období roku 2015. Na ose x je vyznačená délka nahrávky (houknutí) sýce rousného (s), na ose y se nachází měřené frekvence nahrávky (houknutí) (kHz). V grafu je vyobrazeno pět houknutí daného samce a jeho měřené parametry (Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu, T internote a T note) pro každé jednotlivé houknutí. Obrázek je vytvořen pouze za účelem vizualizace sledovaných parametrů a neodpovídá přesné metodě měření použité při této analýze.

3.4 Analýza dat

Statistická analýza byla provedena v programu Rstudio (Allaire 2011). Zvolen byl postup pro jednocestnou ANOVu dle (Dragonetti 2007, Grava et al. 2008). Každý naměřený parametr byl analyzován pro zvolená období ve vybraných letech. První analýza testovala, zda se parametry houkání jednotlivých jedinců (samců) mezi sebou liší, jestli vykazují tzv. inter-individualitu. Jako klasifikační proměnnou (grouping variables) byla vždy zvolena příslušnost k danému jedinci (nahrávači). Závislou proměnnou veličinou byla zvolena vždy naměřená hodnota časové délky nebo naměřené frekvence. Data byla otestována na normální rozdělení Shapiro-Wilk testem. Test indikoval, že data nemají normální rozdělení (Shapiro-Wilk test $p < 0,001$). Z tohoto důvodu byl zvolen neparametrický test (Kruskal-Wallis test) pro ověření individuality variací ve sledovaných parametrech (Dragonetti 2007, Grava et al. 2008).

Pro popsání intra-individuality a inter-individuality v každém sledovaném parametru byl použit koeficient variace CV. Pro každý parametr v období a roku byl vypočten CVi (v rámci jedince) a CVb (mezi jedinci).

Použit byl vzorec $CV = \left\{ 100 * \left(\frac{SD}{Mean} \right) * \left[1 + \left(\frac{1}{4*n} \right) \right] \right\}$, kde SD je směrodatná odchylka, Mean je průměr vzorku a n je počet pozorování (Sokal et Rohlf 1995, Charrier et al. 2004, Dragonetti 2007, Grava et al. 2008, Odom et al. 2013). Pro posouzení potencionální individuality vokálního kódování bylo použito testu PIC (potential of individual coding) pro každý parametr. Vypočten byl poměrem mezi CVb/průměru CVi. Průměr CVi byl získán pro každý parametr zprůměrováním individuálních hodnot CV daného jedince u každého sledovaného parametru. Pro parametry hodnota PIC větší než jedna ($PIC > 1$) znamená, že intra-individuální variabilita jedince je menší než inter-individuální variabilita skupiny a tudíž má sledovaná proměnná potenciál pro vstup do dalších analýz na odlišení jednotlivých jedinců na základě jejich vokální aktivity (Robisson at al. 1993, Mathevon et al. 2003, Charrier et al. 2004, Dragonetti 2007, Grava et al. 2008, Salmi et al. 2014, Yang et al. 2017).

4. Výsledky

Vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno v pěti obdobích. Výsledky jsou rozčleněny do pěti podkapitol.

4.1 1. období 2015

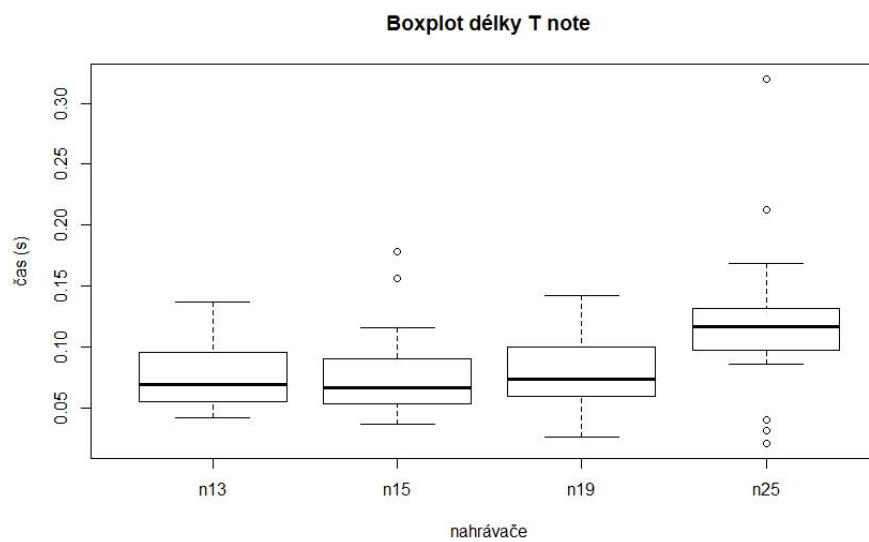
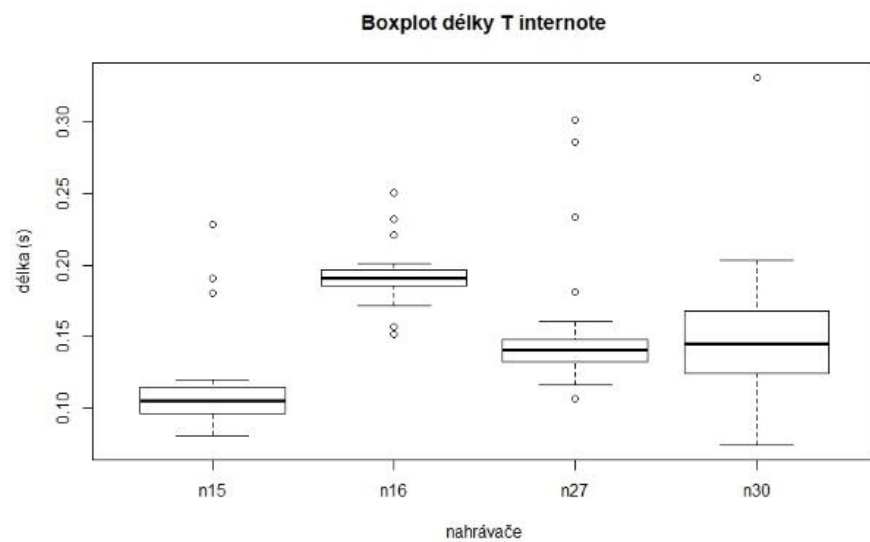
Ve studovaném území Krušných hor byly za rok 2015 v prvním období analyzovány nahrávky z 36 nahrávačů. Z těchto nahrávačů byli vyselektováni celkem 4 jedinci (n15, n16, n27, n30) s celkem 117 záznamy vhodnými pro analýzu. Vyjma měřené délky T internote byly měřené parametry u jednotlivých houknutí daného jedince zastoupeny těmito počty (počty pro parametr T internote jsou zaznamenány v závorce):

- n15 = 35 (30)
- n16 = 29 (25)
- n27 = 27 (33)
- n30 = 26 (22)

4.1.1 Parametr délky

Oba parametry T internote ($p = 2,061e^{-11}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 52,761$, $df = 3$) a T note ($p = 2,283e^{-08}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 38,438$, $df = 3$) se průkazně lišily mezi jedinci.

Z grafu (Obrázek 6a) je patrné, že jedinec u nahrávače 16 měl 50 % naměřených hodnot T internote rozložených ve velmi úzkém spektru hodnot. U jedince (nahrávače) 30 byl tento interval nejširší. Mediány jedinců (nahrávačů) 27 a 30 byly hodnotově velice blízké, ale zmíněný jev neměl vliv na celkovou variabilitu. Z grafu (Obr. 6b) vyplývá, že délky naměřených houknutí T note se pohybovaly v širokých intervalech. U nahrávačů n16 a n27 je patrné, že 50 % všech změřených délek houknutí se nacházela v 0,5 s intervalu. Pro n15 byl tento interval nejužší.



a) b)
 Obrázek 6. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí) a (b) T note (délka houknutí).
 Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.1.2 Parametr frekvence

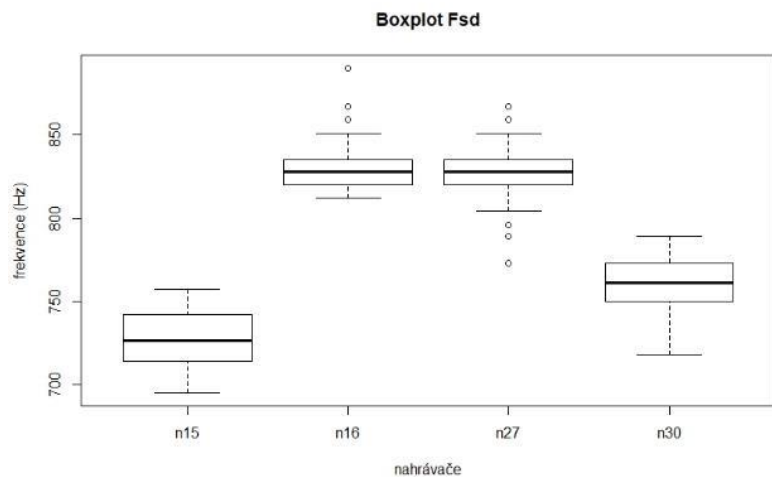
Všechny sledované parametry F_{sd} , F_{su} , F_{md} , F_{mu} , F_{ed} , F_{eu} a F_i se průkazně lišily mezi sledovanými jedinci (**F_{sd}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 93,865$, $df = 3$, Obr. 7a); **F_{su}** : $p = 2,283e^{-08}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 38,438$, $df = 3$, Obr. 7b); **F_{md}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 101,42$, $df = 3$, Obr. 8a), **F_{mu}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 97,328$, $df = 3$, Obr. 8b); **F_{ed}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 97,328$, $df = 3$, Obr. 9a); **F_{eu}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 98,321$, $df = 3$, Obr. 9b); **F_i** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 98,051$, $df = 3$, Obr. 10).

Sledované parametry F_{sd} a F_{su} vyjadřují trendy ve frekvenci houknutí na jeho začátku (Obr. 7a - b). Jedinci u nahrávačů n16 a n17 měli podobné rozložení hodnot (medián $F_{sd} = 828$ Hz, $F_{su} = 851$ Hz).

Pro parametry frekvence F_{md} a F_{mu} platí, že rozložení frekvencí v rámci sledovaného vzorku jedinců bylo pestřejší než u měřených startovacích hodnot. Grafy (Obrázek 8a - b) vykazují podobné trendy pro oba sledované parametry F_{md} a F_{mu} .

Grafy (Obrázek 9a - b) pro obě sledované koncové frekvence F_{ed} a F_{eu} vykazují v zásadě obdobné trendy. Stojí za povšimnutí, že jedinec u nahrávače n27 měl velmi úzký interval naměřeného spektra frekvencí.

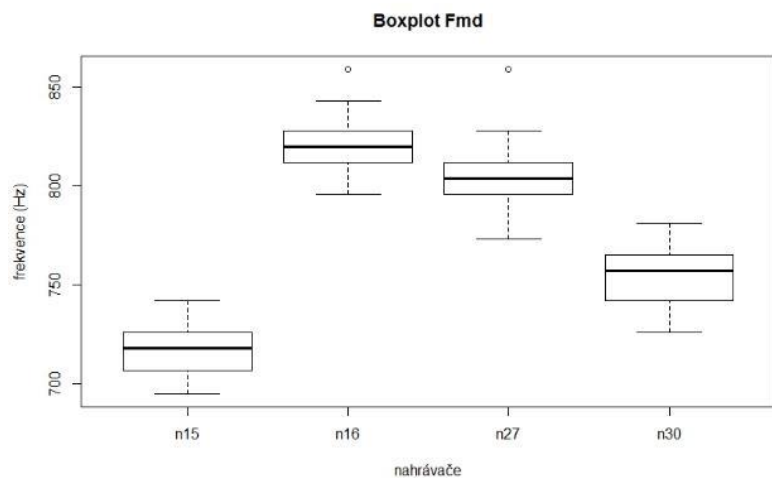
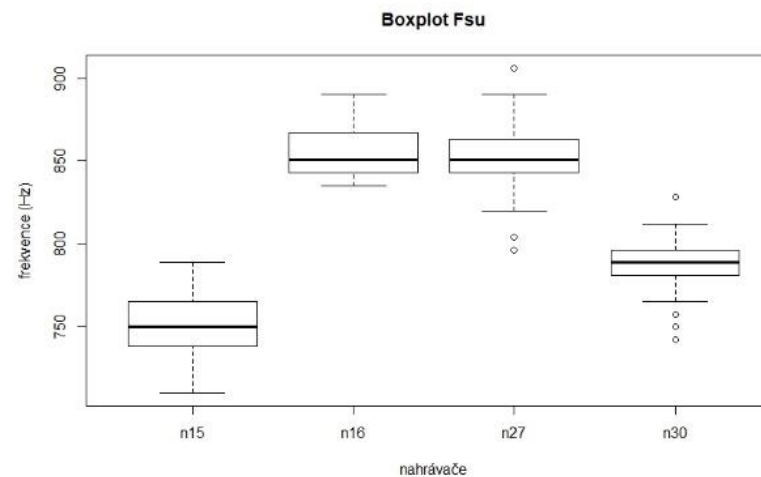
Frekvence interval (F_i) vznikla zprůměrováním nejnižší a nejvyšší naměřené frekvence. Výsledné grafické zobrazení (Obrázek 10) potvrdilo ve vizualizaci dat předchozí analýzy.



a)

Obrázek 7. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

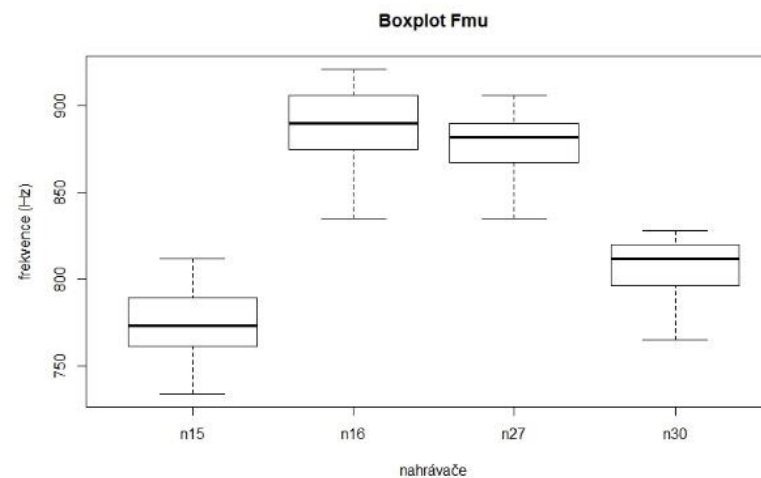
b)

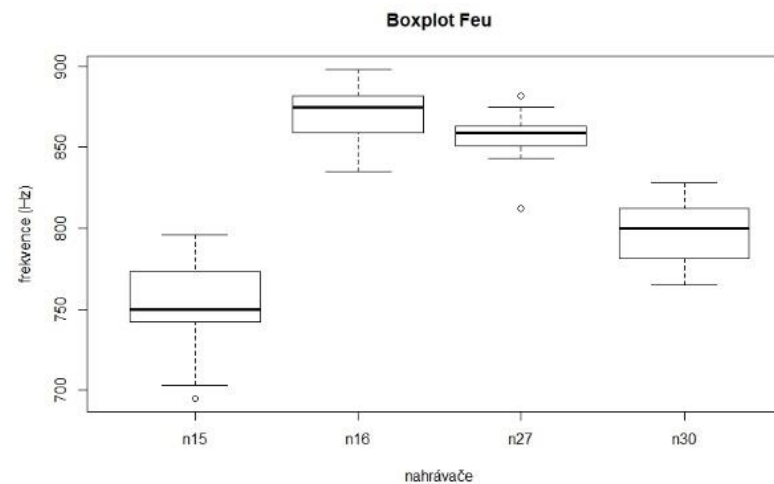
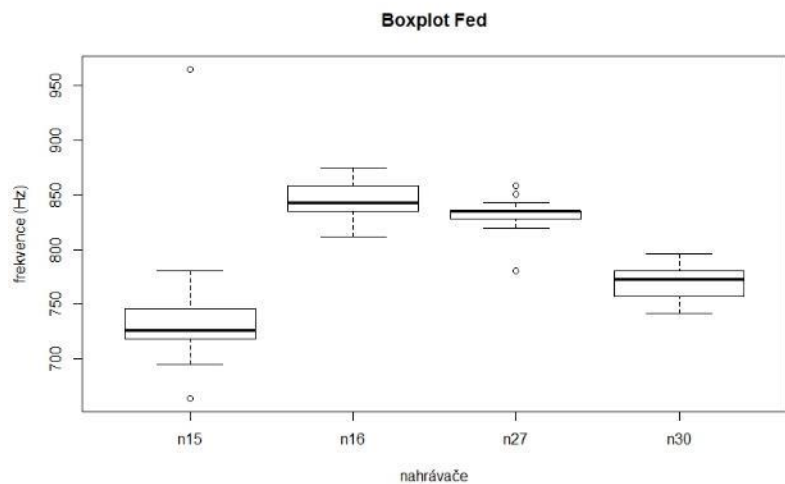


a)

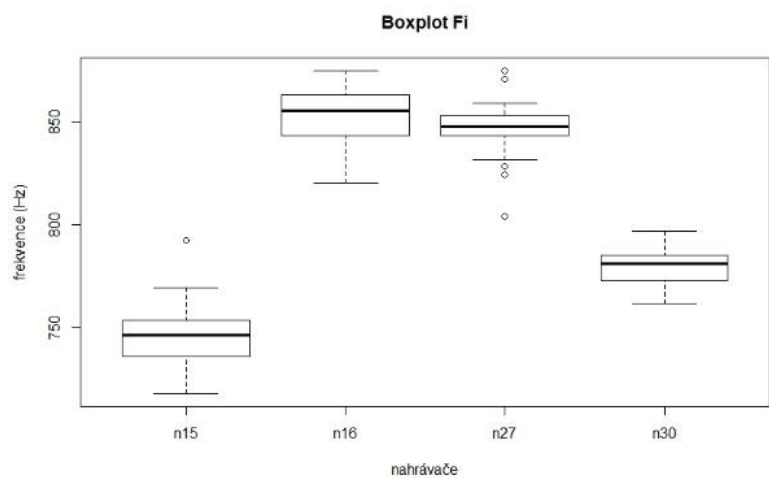
Obrázek 8. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fmd a (b) Fmu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

b)





a) **Obrázek 9.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fed a (b) Feu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



Obrázek 10. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.1.3 Potencionální kódování identity

V souhrnné tabulce 1, prezentující první období 2015, jsou uvedeny hodnoty pro analýzu PIC (potencionální kódování identity). Z výsledných hodnot vyplývá, že inter-individuální variabilita byla v rámci tohoto období větší než variabilita naměřených hodnot jednoho jedince, jelikož výsledek PIC pro veškeré sledované parametry byl větší než 1.

Tabulka 1 Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivitu sýce rousného v 1. období roku 2015.

T_n (T note) - délka houknutí, *T_i* (T internote) - doba mezi začátkem prvního a druhého houknutí, *F_{su}* (Frekvence start up) - horní naměřená frekvence na začátku houknutí, *F_{sd}* (Frekvence start down) - dolní naměřená frekvence na začátku houknutí, *F_{mu}* (Frekvence middle up) - horní naměřená frekvence ve středu houknutí, *F_{md}* (Frekvence middle down) - dolní naměřená frekvence ve středu houknutí, *F_{eu}* (Frekvence end up) - horní naměřená hodnota na konci houknutí, *F_{ed}* (Frekvence end down) - dolní naměřená hodnota na konci houknutí, *F_i* (Frekvence interval) - hodnota v intervalu maximální a minimální dosažené hodnoty frekvence houknutí, *n* - vzorek populace, mean - průměr, SD - směrodatná odchylka, min - minimální dosažená hodnota, max - maximální dosažená hodnota, CV_b - variační koeficient z celého vzorku populace, CV_i - individuální variační koeficient, PIC - potencionální individuální kódování jedince, P - pravděpodobnostní veličina při které byla zamítnuta H₀ (Kruskal-Wallis test).

1_2015	N	mean ± SD	min	max	CV_b	CV_i	PIC	P
<i>T_n</i>	117	0,10 ± 0,05 s	0,02 s	0,28 s	49,9 %	42,0 %	1,2	< 0,001
<i>T_i</i>	100	0,15 ± 0,05 s	0,08 s	0,33 s	32,2 %	24,9 %	1,3	< 0,001
<i>F_{su}</i>	117	809,0 ± 51,1 Hz	710 Hz	906 Hz	6,3 %	2,5 %	2,5	< 0,001
<i>F_{sd}</i>	117	782,9 ± 49,7 Hz	695 Hz	890 Hz	6,4 %	2,5 %	2,5	< 0,001
<i>F_{mu}</i>	117	834,3 ± 53,0 Hz	734 Hz	921 Hz	6,4 %	2,2 %	2,9	< 0,001
<i>F_{md}</i>	117	771,8 ± 45,5 Hz	695 Hz	859 Hz	5,9 %	1,8 %	3,2	< 0,001
<i>F_{eu}</i>	117	816,7 ± 52,2 Hz	695 Hz	898 Hz	6,4 %	2,2 %	2,9	< 0,001
<i>F_{ed}</i>	117	793,2 ± 53,8 Hz	664 Hz	965 Hz	6,8 %	2,9 %	2,3	< 0,001
<i>F_i</i>	117	803,4 ± 48,6 Hz	718 Hz	874,5 Hz	6,1 %	1,6 %	1,3	< 0,001

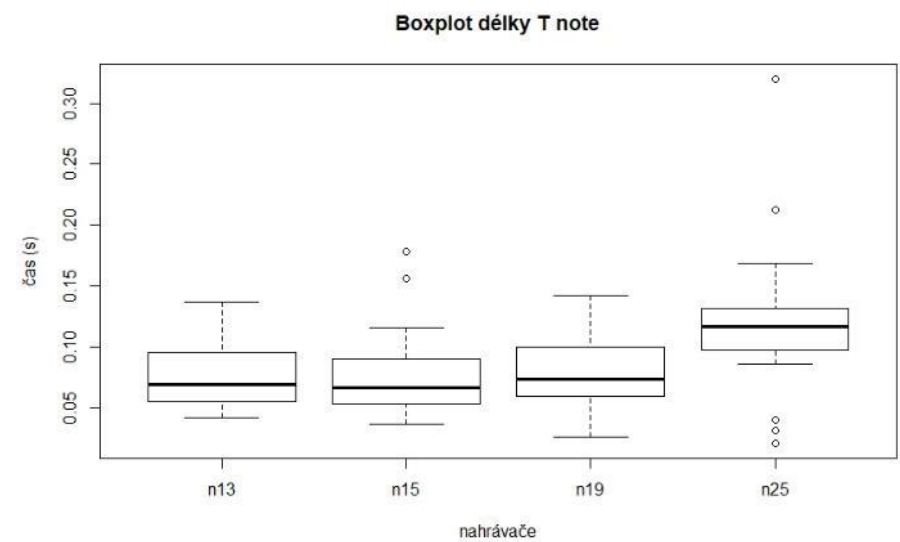
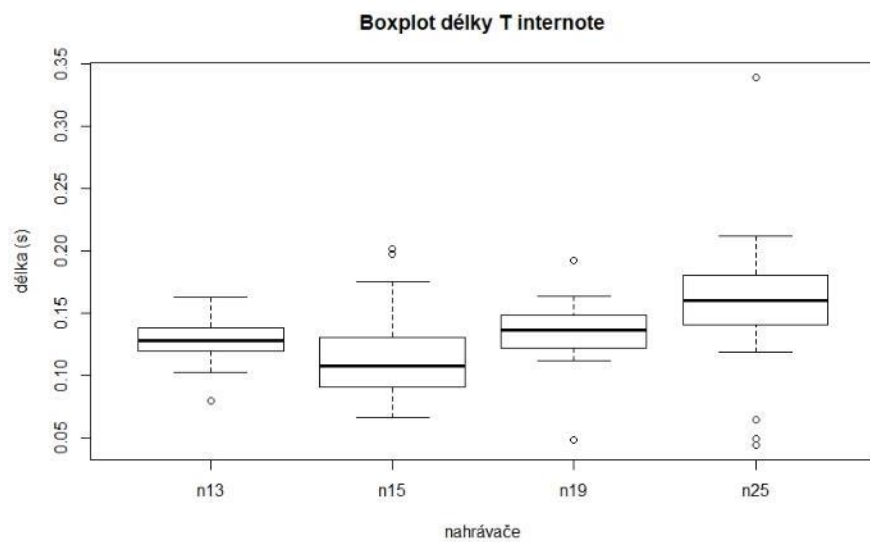
4.2 2. období 2015

Ve druhém období v roce 2015 bylo umístěno v zájmovém území 36 nahrávačů, které nahrávaly po dobu jedné noci. Po vyhodnocení byly do analýz zvoleny pouze 4 nahrávače, které splňovaly stanovená kritéria. Tyto nahrávače poskytly celkem 115 nahrávek, z nichž pro kritérium T internote bylo vhodných 98 nahrávek. Reprezentativní nahrávače v tomto období byly zastoupeny následujícím počtem nahrávek (v závorce uveden počet pro parametr T internote):

- n13 = 31 (26)
- n15 = 30 (26)
- n19 = 27 (23)
- n25 = 27 (23)

4.2.1 Parametr délky

Délku houknutí sledují parametry T internote a T note. Oba tyto parametry, T internote ($p = 6,044e^{-05}$, $p < 0,001$, chí = 22,159, df = 3) a T note ($p = 6,34e^{-05}$, $p < 0,001$, chí = 22,059, df = 3), se průkazně lišily mezi jedinci. Nahrání jedinci u nahrávačů n13 a n19 měli blízky medián (n13 = 0,128 s; n19 = 0,136 s; Obr. 11a). Pro parametr T note (Obrázek 11b) se dá pozorovat obdobný trend, kdy medián délky houknutí tří po sobě blízkých jedinců byl pro n13 = 0,069 s, n15 = 0,066 s a n19 = 0,074 s.



a) **Obrázek 11.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí) a (b) T note (délka houknutí). Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.2.2 Parametr frekvence

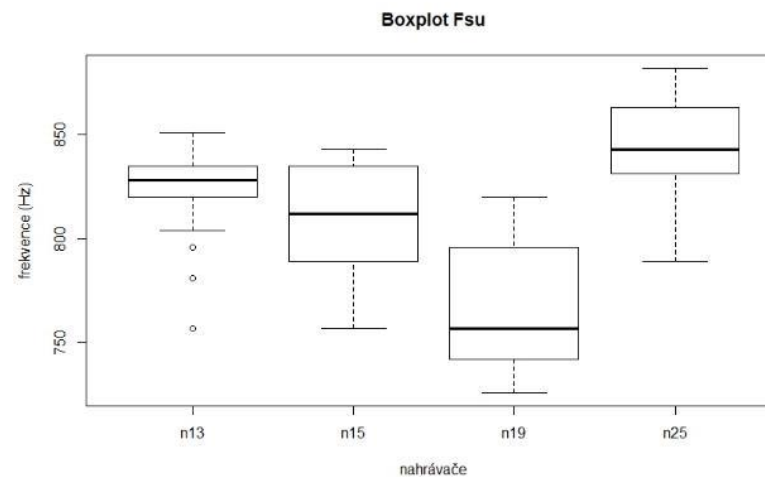
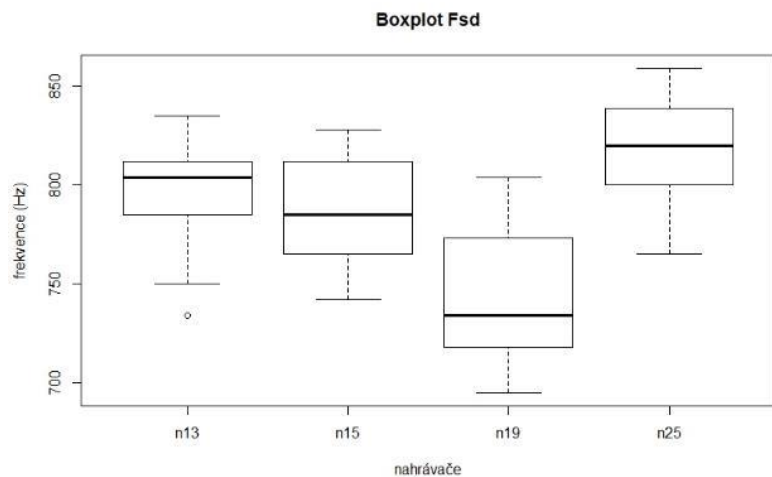
Veškeré parametry, které opisovaly frekvenční trendy houkání (Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu, Fi), se průkazně lišily mezi jedinci v rámci sledované populace (**Fsd**: $p = 1,316e^{-11}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 53,676$, $df = 3$, Obr. 12a); **Fsu**: $p = 2,964e^{-12}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 56,71$, $df = 3$, Obr. 12b); **Fmd**: $p = 9,2e^{-14}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 63,769$, $df = 3$, Obr. 13a), **Fmu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 79,25$, $df = 3$, Obr. 13b); **Fed**: $p = 9,361e^{-14}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 63,733$, $df = 3$, Obr. 14a); **Feu**: $p = 2,094e^{-13}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 62,098$, $df = 3$, Obr. 14b); **Fi**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 82,242$, $df = 3$, Obr. 15).

Frekvence start down (Fsd) a frekvence start up (Fsu) vyjadřovaly trendy v houkání na jeho počátku. Jedná se o práh frekvence dole, respektive nahoře. Jednotliví jedinci podle grafu na Obr. 12a - b se mezi sebou lišili rozsahem naměřených hodnot.

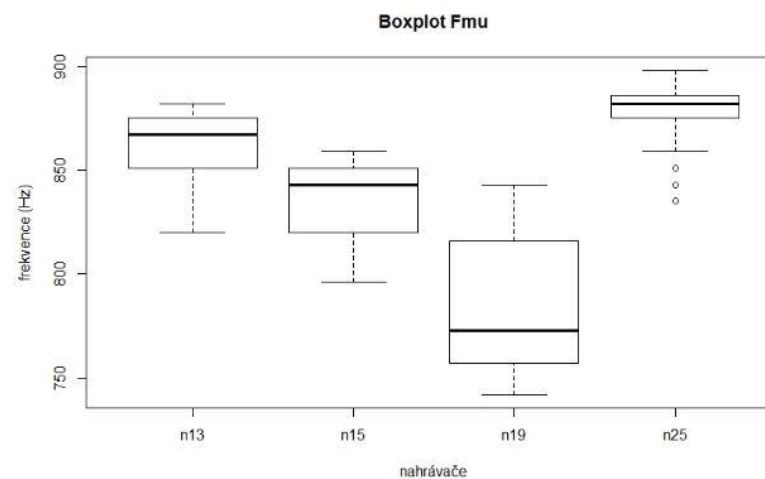
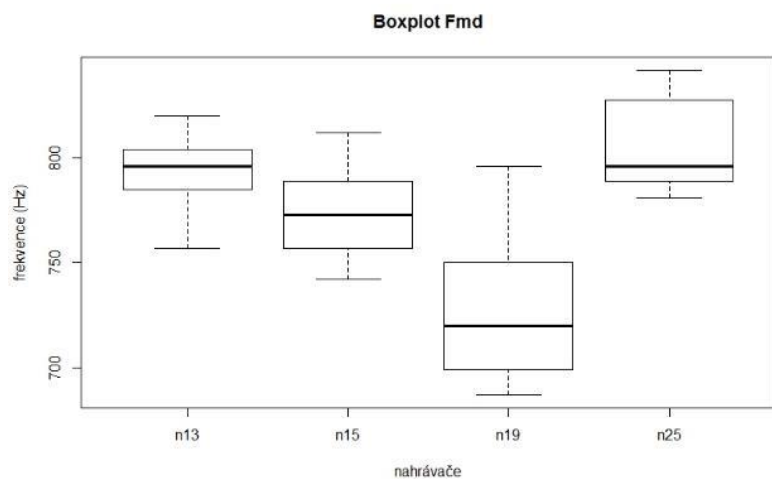
Z krabicových grafů (Obrázek 13a - b) pro parametr frekvence uprostřed houknutí Fmd a Fmu je patrné, že naměřené hodnoty se lišily podle jedinců a rozsah spektra jednotlivých jedinců si nebyl blízký.

Grafy (Obrázek 14a - b) vykazují vizuálně obdobné trendy pro koncové frekvenční prahy houknutí naměřené zdola i shora (Fed, Feu). Medián změřených frekvencí jedinců u nahrávačů n13 a n15 si byl velmi blízký. Polovina všech naměřených hodnot těchto jedinců pro parametr Fed byla 796 respektive 792,5 Hz. Pro parametr Feu pak činil medián 828 Hz pro oba tyto jedince (n13 a n15).

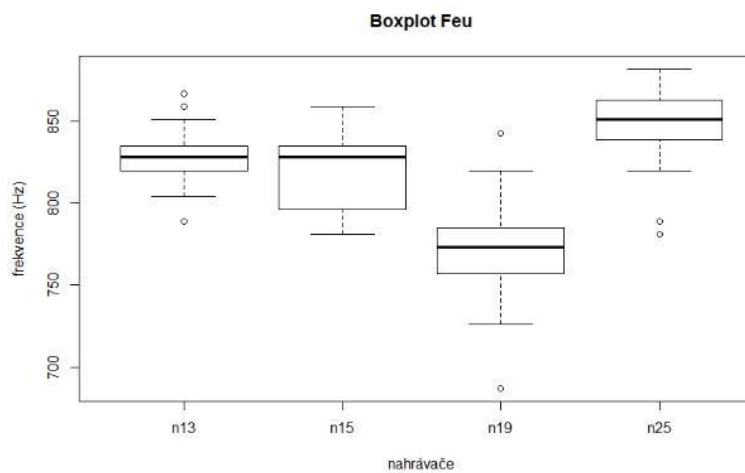
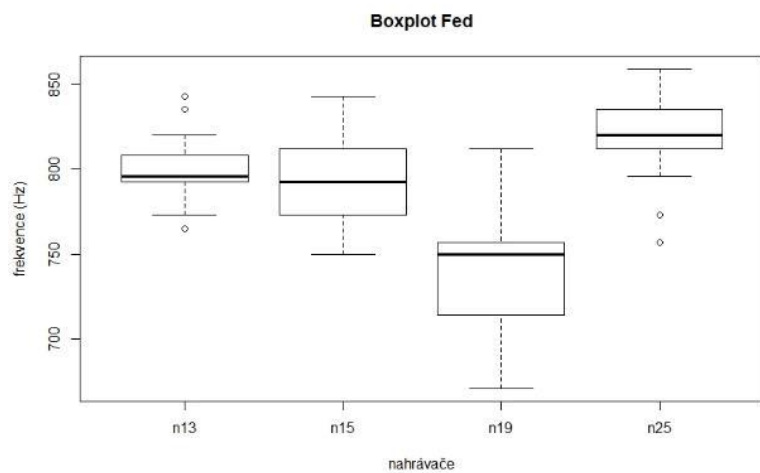
Frekvence interval (Fi) po výpočtu průměrů maximální a minimálních hodnot okopírovala trendy z grafů předešlých (Obr. 15).



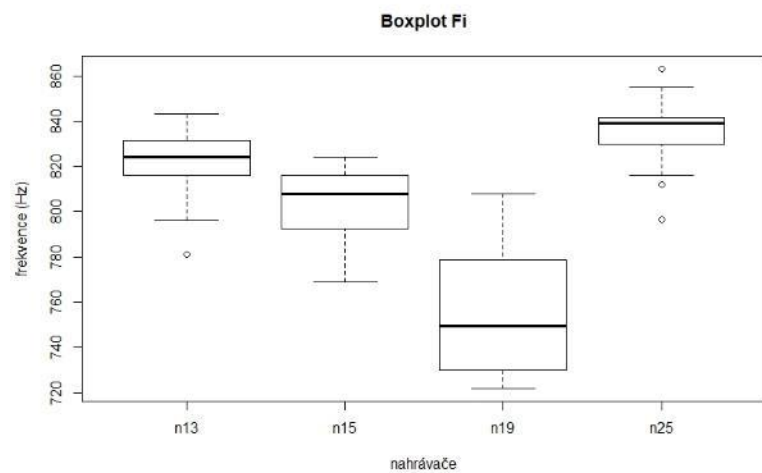
a) **Obrázek 12.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a) **Obrázek 13.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fmd a (b) Fmu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a) **Obrázek 14.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fed a (b) Feu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



Obrázek 15. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75%, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.2.3 Potencionální kódování identity

V závěrečné tabulce 2 pro druhé období roku 2015 jsou hodnoty pro analýzu PIC (potencionální kódování identity). Z tabulky vyplývá, že hodnoty analýzy PIC byly pro veškeré sledované charakteristiky větší než 1. To indikuje, že inter-individuální variabilita byla v tomto období větší než intra-individuální variabilita.

Tabulka 2. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 2. období roku 2015.

Tn (T note) - délka houknutí, *Ti* (T internote) - doba mezi začátkem prvního a druhého houknutí, *Fsu* (Frekvence start up) - horní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fsd* (Frekvence start down) - dolní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fmu* (Frekvence middle up) - horní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Fmd* (Frekvence middle down) - dolní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Feu* (Frekvence end up) - horní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fed* (Frekvence end down) - dolní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fi* (Frekvence interval) - hodnota v intervalu maximální a minimální dosažené hodnoty frekvence houknutí, *n* - vzorek populace, mean - průměr, SD - směrodatná odchylka, min - minimální dosažená hodnota, max - maximální dosažená hodnota, CVb - variační koeficient z celého vzorku populace, CVi - individuální variační koeficient, PIC - potencionální individuální kódování jedince, P - pravděpodobnostní veličina při které byla zamítnuta H0 (Kruskal-Wallis test).

2_2015	n	mean ± SD	min	max	CVb	CVi	PIC	P
<i>Tn</i>	115	0,09 ± 0,04 s	0,02 s	0,32 s	47,4 %	40,9 %	1,2	< 0,001
<i>Ti</i>	98	0,13 ± 0,04 s	0,04 s	0,34 s	30,0 %	25,6 %	1,2	< 0,001
<i>Fsu</i>	115	813,1 ± 37,3 Hz	726 Hz	882 Hz	4,6 %	3,1 %	1,5	< 0,001
<i>Fsd</i>	115	785,9 ± 38,1 Hz	695 Hz	859 Hz	4,9 %	3,4 %	1,4	< 0,001
<i>Fmu</i>	115	840,8 ± 40,7 Hz	742 Hz	898 Hz	4,8 %	2,6 %	1,8	< 0,001
<i>Fmd</i>	115	775,6 ± 36,1 Hz	687 Hz	842 Hz	4,7 %	2,8 %	1,7	< 0,001
<i>Feu</i>	115	818,1 ± 36,9 Hz	687 Hz	882 Hz	4,5 %	2,9 %	1,5	< 0,001
<i>Fed</i>	115	788,6 ± 37,9 Hz	671 Hz	859 Hz	4,8 %	3,0 %	1,6	< 0,001
<i>Fi</i>	115	805,2 ± 34,7 Hz	722 Hz	863 Hz	4,3 %	2,2 %	1,1	< 0,001

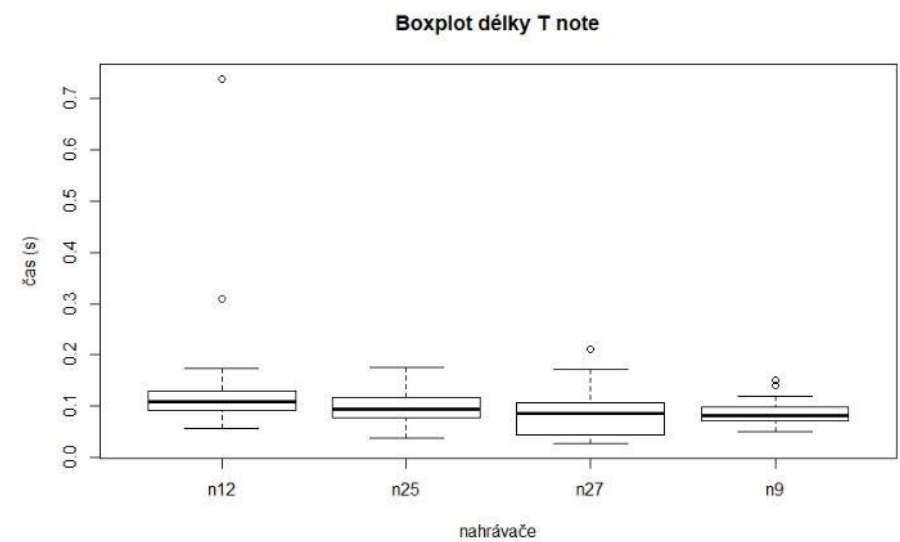
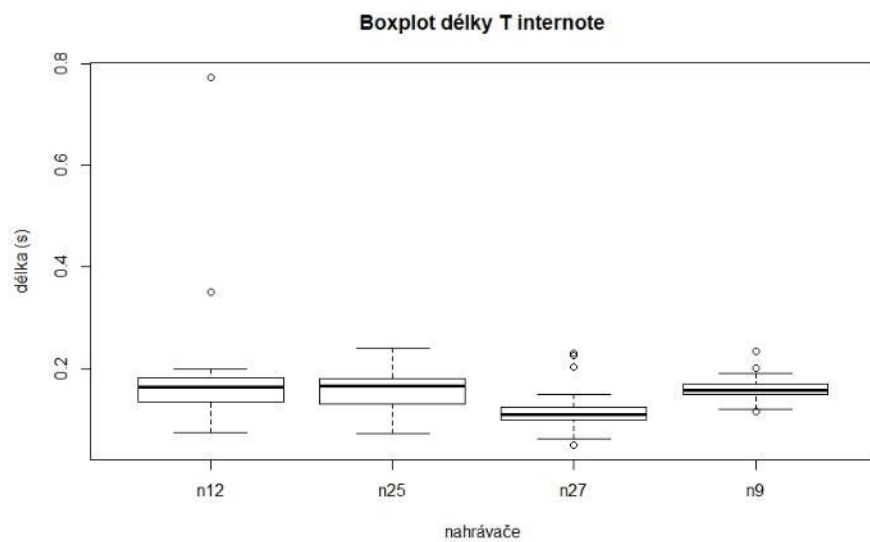
4.3 1. období 2016

V roce 2016 bylo vhodné k analýze jen 1. období nahrávání jedinců. Z období byly vybrány opět nejvhodnější nahrávače, konkrétně 4 (n12, n25, n27 a n9). Nahrávače poskytly celkem 113 reprezentativních nahrávek houkajících jedinců pro parametr T internote a 129 pro ostatní sledovaná kritéria. Rozložení nahrávek mezi nahrávači bylo následovné (v závorce uveden počet pro parametr T internote):

- n12 = 33 (29)
- n25 = 33 (29)
- n27 = 36 (32)
- n9 = 27 (23)

4.3.1 Parametr délky

Oba parametry, které se snaží popsat trendy v délce houknutí, se průkazně mění podle individuů ve sledované populaci. Parametr T internote ($p = 1,781e^{-06}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 31,681$, $df = 3$, Obr. 16a) se významně liší mezi jedinci. Parametr T note ($p = 0,00096$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 16,348$, $df = 3$), zobrazen na grafu (Obrázek 16b), se významně liší mezi houkajícími jedinci sýce rousného. Většina naměřených délek houknutí (T internote) byla v intervalu od 0,15 do 0,2 s, pro T note byla délka většinou kolem 0,1 s.



a) b)
 Obrázek 16. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí) a (b) T note (délka houknutí). Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.3.2 Parametr frekvence

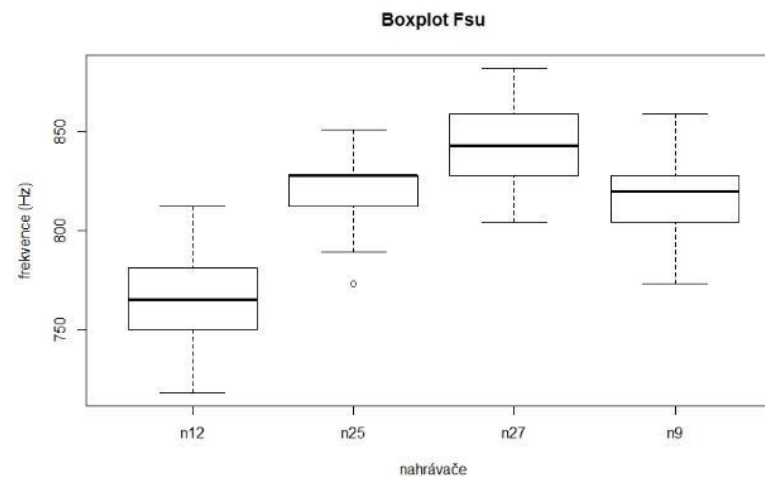
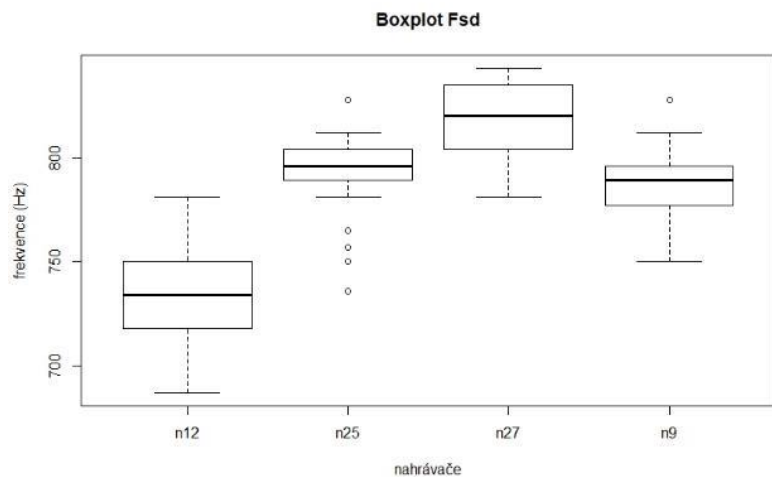
Měřené parametry F_{sd} , F_{su} , F_{md} , F_{mu} , F_{ed} , F_{eu} a F_i , které sledovaly průběh frekvence houknutí, se průkazně lišily mezi sledovanými jedinci (**Fsd**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 84,03$, $df = 3$, Obr. 17a); **Fsu**: $p = 2,964e^{-12}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 56,71$, $df = 3$, Obr. 17b); **Fmd**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 88,757$, $df = 3$, Obr. 18a), **Fmu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 94,03$, $df = 3$, Obr. 18b); **Fed**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 83,893$, $df = 3$, Obr. 19a); **Feu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 90,055$, $df = 3$, Obr. 19b); **Fi**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 97,513$, $df = 3$, Obr. 20).

Rozložení hodnot v rámci start frekvence bylo pestřejší než rozložení hodnot v rámci délky houkání pro populaci zachycenou v nahrávkách v tomto období (Obrázek 17a - b). Nejnižších dolních prahových hodnot (F_{sd}) dosahoval jedinec u nahrávače n12, kdy minimální hodnoty klesaly pod 700 Hz. Nejvyšších frekvencí dosahoval jedinec u n27 a to až k 843 Hz. Pro F_{su} nejvyšších hodnot bylo dosaženo u nahrávače n27 a to konkrétněji nad 850 Hz, nejnižších hodnot u n12 a to pod 750 Hz.

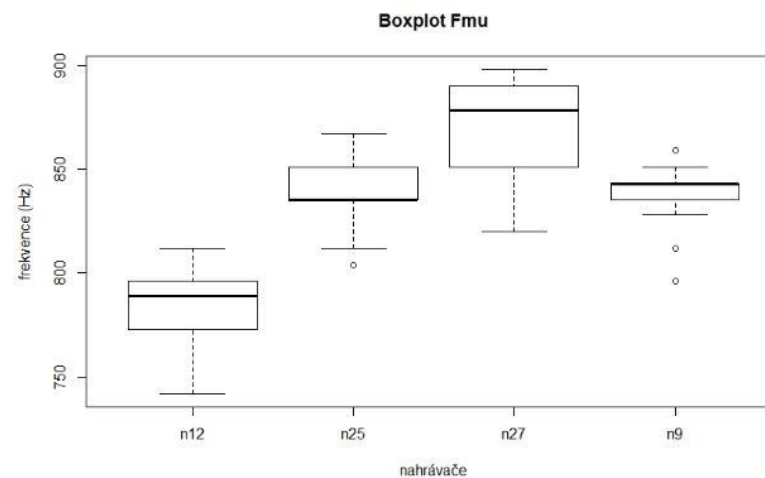
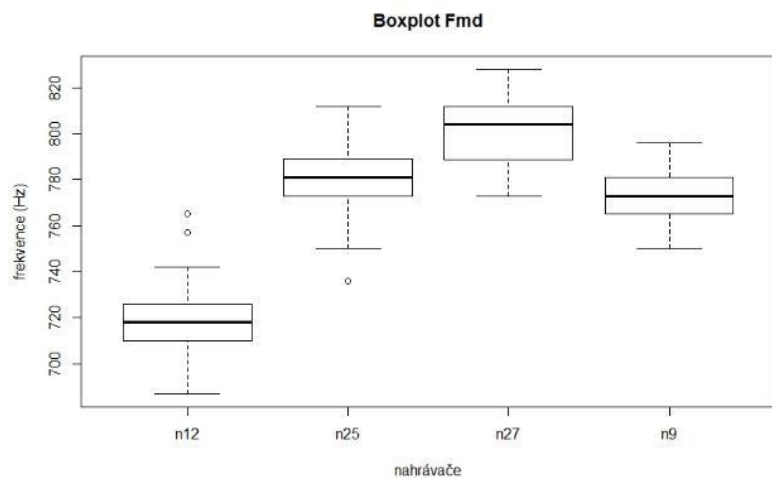
Hodnoty frekvence měřené v 50 % délky houknutí (F_{md} , F_{mu}) pro rok 2016 jsou dle zobrazení dat v krabicových grafech (Obrázek 18a - b) více heterogenní a naznačují tak na první pohled variabilitu frekvencí dle houknutí.

V grafech (Obrázek 19a - b) jsou vyobrazené charakteristiky pro sledované parametry F_{ed} a F_{eu} . Žádné jiné extrémy než ty, které byly zmíněny dříve, ve vizualizaci dat nebyly pozorovány.

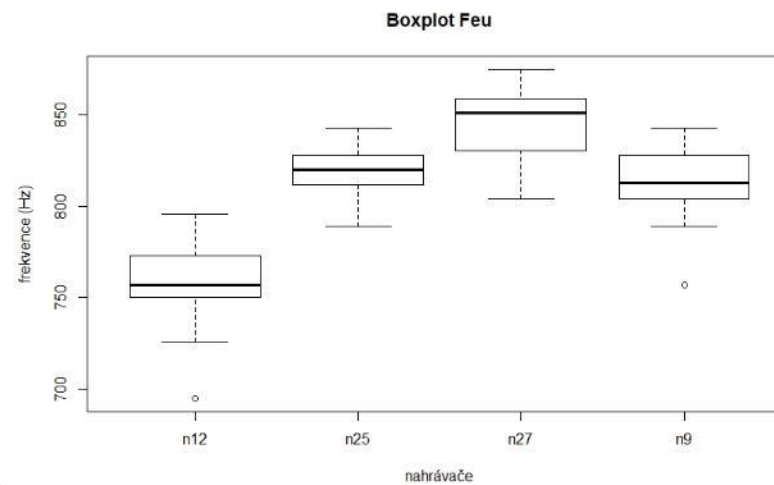
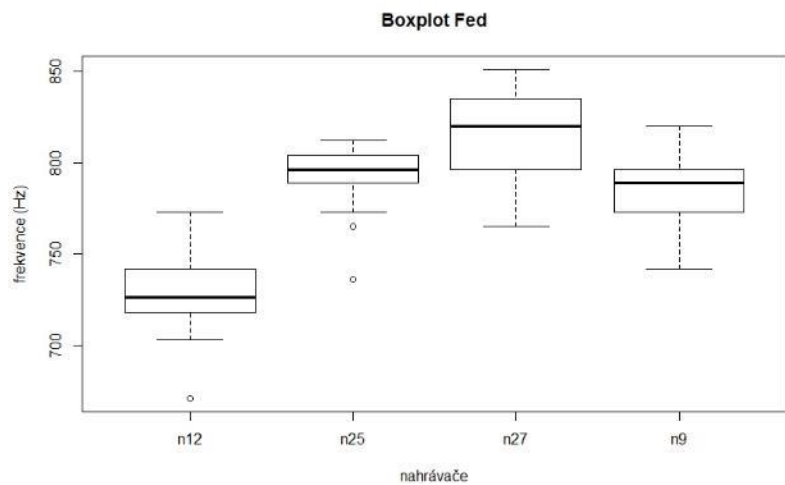
Obrázek 20 zobrazuje parametr F_i , který vznikl zprůměrováním maximální a minimální hodnoty houknutí. Graf potvrzuje trendy, které již jsou známy z výsledků předchozích výsledků pro jednotlivé parametry F_{sd} , F_{su} , F_{md} , F_{mu} , F_{ed} a F_{eu} .



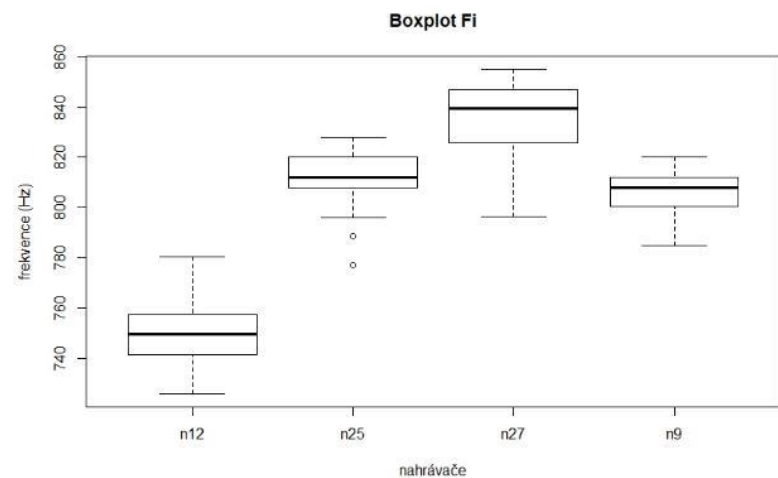
a) **Obrázek 17.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a) **Obrázek 18.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fmd a (b) Fmu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a) **Obrázek 19.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fed a (b) Feu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



Obrázek 20. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.3.3 Potencionální kódování identity

V tabulce 3 jsou uvedené hodnoty pro analýzu PIC pro každý sledovaný parametr. Výsledky této analýzy prokazují, že variabilita skupiny jedinců byla větší než variabilita jednotlivce z toho důvodu, že poměr mezi variačním koeficientem skupiny a jedince byl větší než 1.

Tabulka 3. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 1. období roku 2016.

Tn (T note) - délka houknutí, *Ti* (T internote) - doba mezi začátkem prvního a druhého houknutí, *Fsu* (Frekvence start up) - horní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fsd* (Frekvence start down) - dolní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fmu* (Frekvence middle up) - horní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Fmd* (Frekvence middle down) - dolní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Feu* (Frekvence end up) - horní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fed* (Frekvence end down) - dolní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fi* (Frekvence interval) - hodnota v intervalu maximální a minimální dosažené hodnoty frekvence houknutí, *n* - vzorek populace, *mean* - průměr, *SD* - směrodatná odchylka, *min* - minimální dosažená hodnota, *max* - maximální dosažená hodnota, *CVb* - variační koeficient z celého vzorku populace, *CVi* - individuální variační koeficient, *PIC* - potencionální individuální kódování jedince, *P* - pravděpodobnostní veličina při které byla zamítnuta H_0 (Kruskal-Wallis test).

1_2016	n	mean ± SD	min	max	CVb	CVi	PIC	P
<i>Tn</i>	129	0,10 ± 0,07 s	0,03 s	0,74 s	68,5 %	54,4 %	1,3	< 0,001
<i>Ti</i>	113	0,15 ± 0,07 s	0,05 s	0,77 s	48,1 %	37,3 %	1,3	< 0,001
<i>Fsu</i>	129	811,9 ± 36,5 Hz	718 Hz	882 Hz	4,5 %	2,6 %	1,7	< 0,001
<i>Fsd</i>	129	783,5 ± 37,7 Hz	687 Hz	843 Hz	4,8 %	2,7 %	1,8	< 0,001
<i>Fmu</i>	129	833,8 ± 37,4 Hz	742 Hz	898 Hz	4,5 %	2,0 %	2,2	< 0,001
<i>Fmd</i>	129	763,8 ± 69,9 Hz	687 Hz	828 Hz	9,2 %	5,6 %	1,6	< 0,001
<i>Feu</i>	129	810,5 ± 36,9 Hz	695 Hz	875 Hz	4,6 %	2,2 %	2,1	< 0,001
<i>Fed</i>	129	781,4 ± 38,5 Hz	671 Hz	851 Hz	4,9 %	2,6 %	1,9	< 0,001
<i>Fi</i>	129	801,1 ± 34,9 Hz	726 Hz	855 Hz	4,4 %	1,5 %	2,8	< 0,001

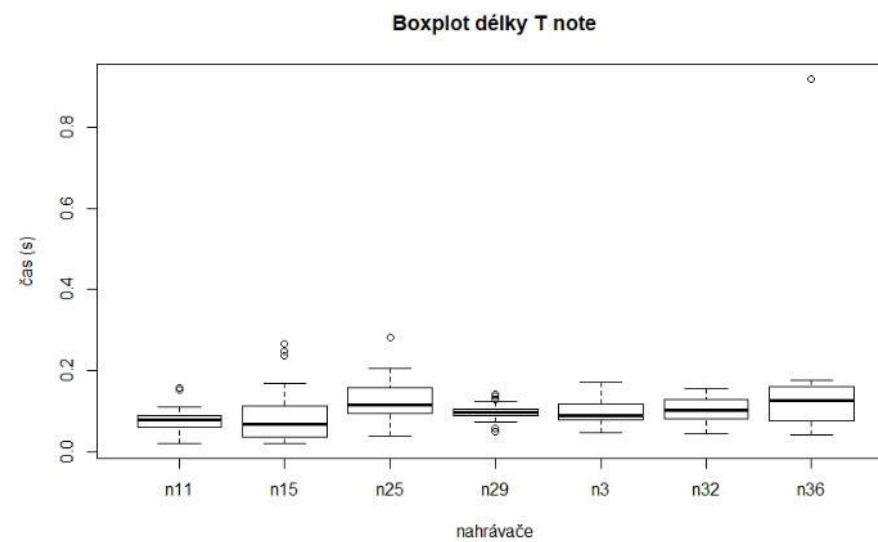
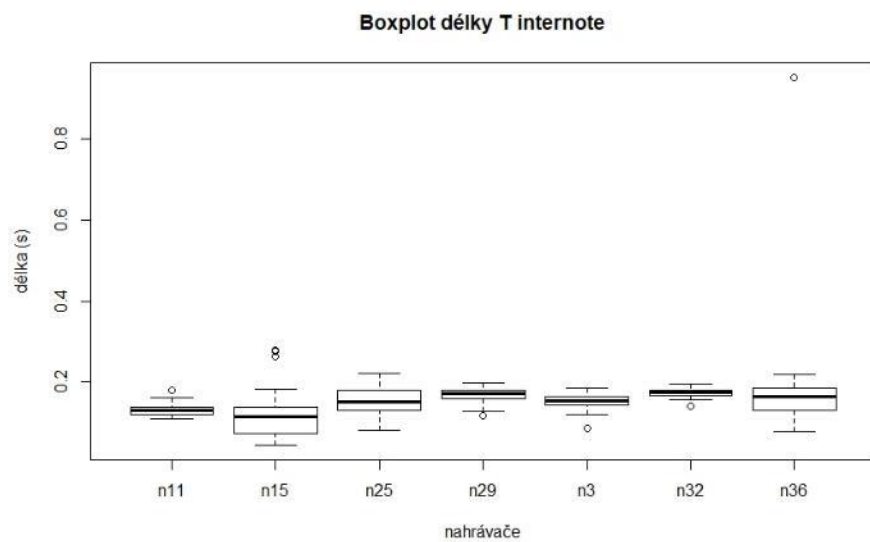
4.4 1. období 2017

Rok 2017 byl z hlediska využitelnosti nahrávek nejzdařilejší. Zejména jeho 1. období. Z 36 nahrávačů bylo vhodných pro sledování variability v hlasovém projevu sýce rousného 7 lokalit s umístěnými diktafony. Z nich bylo vygenerováno 223 nahrávek (pro T internote 188 záznamů). Nahrávače byly reprezentovány nahrávkami v tomto počtu (v závorkách počet nahrávek pro T internote):

- n11 = 40 (35)
- n15 = 46 (41)
- n25 = 22 (18)
- n29 = 29 (24)
- n3 = 28 (23)
- n32 = 29 (23)
- n36 = 29 (24)

4.4.1 Parametr délky

Parametry sledující délku houknutí jsou T internote (Obrázek 21a) a T note (Obrázek 21b). Zaznamenané délky houknutí sýce rousného se lišily mezi jedinci jak pro T internote ($p = 4,165e^{-12}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 65,074$, $df = 6$), tak pro T note ($p = 1,266e^{-06}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 37,734$, $df = 6$). Celkově sledované parametry T internote a T note vykazovaly obdobné trendy v houkání. Nejširší rozptyl hodnot v rámci houkání vykazovali jedinci u nahrávačů n15 a n36. Ostatní jedinci měli pro své délky strofy užší spektrum.



a) b)
 Obrázek 21. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí) a (b) T note (délka houknutí).
 Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.4.2 Parametr frekvence

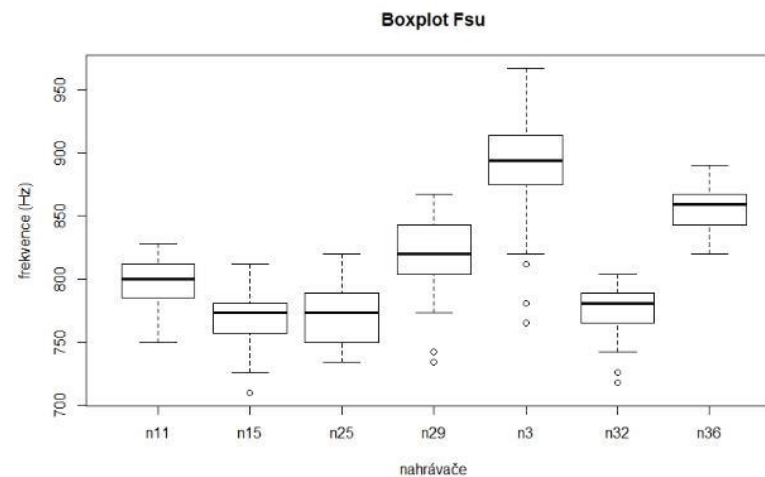
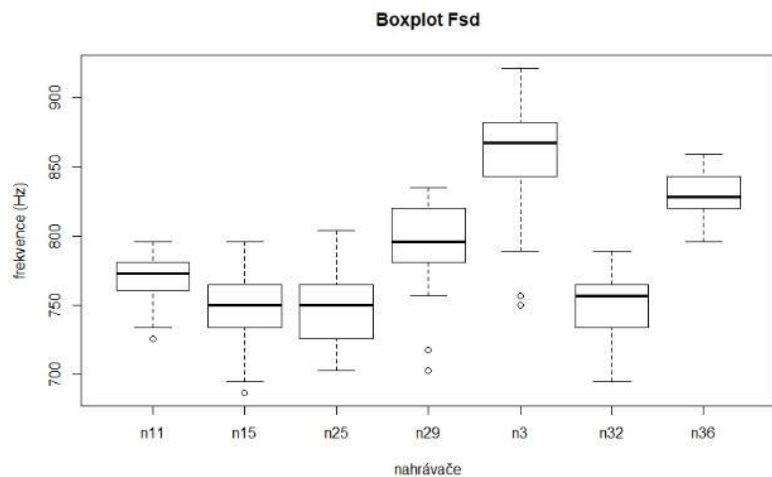
Určené parametry popisující průběh frekvence jednotlivých houknutí (strof) byly Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu a Fi. Všechny zmíněné se průkazně lišily mezi sledovanými jedinci (**Fsd**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 142,92$, $df = 6$, Obr. 22a); **Fsu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 148,23$, $df = 6$, Obr. 22b); **Fmd**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 178,65$, $df = 6$, Obr. 23a), **Fmu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 170,8$, $df = 6$, Obr. 23b); **Fed**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 152,04$, $df = 6$, Obr. 24a); **Feu**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 153,28$, $df = 6$, Obr. 24b); **Fi**: $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 185,86$, $df = 6$, Obr. 25).

Oba krabicové grafy (Obrázek 22a - b) měly ve vizualizaci pro každého jedince podobné rozptyly dat obou měřených parametrů frekvence (Fsd a Fsu). Pro Fsd se frekvence pohybovaly nejčastěji v rozmezí od 700 Hz do 800 Hz. Jedinec u nahrávače n3 dosáhl maximální hodnoty dolní frekvence až 921 Hz. Horní hranice tohoto jedince (Fsu) byla 967 Hz.

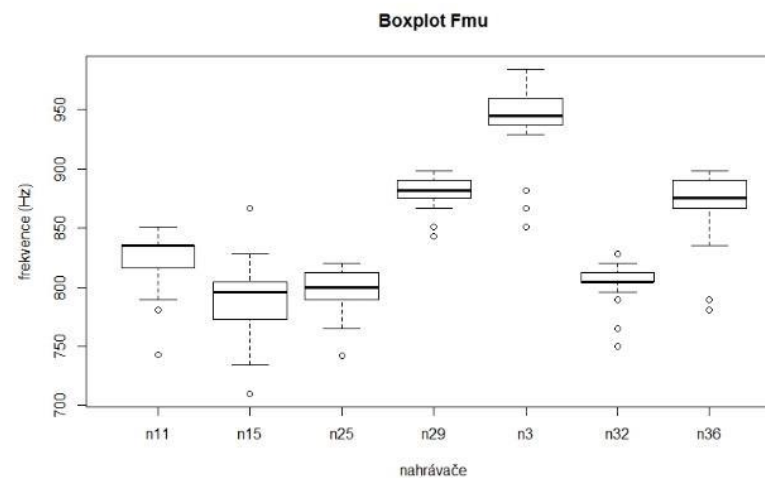
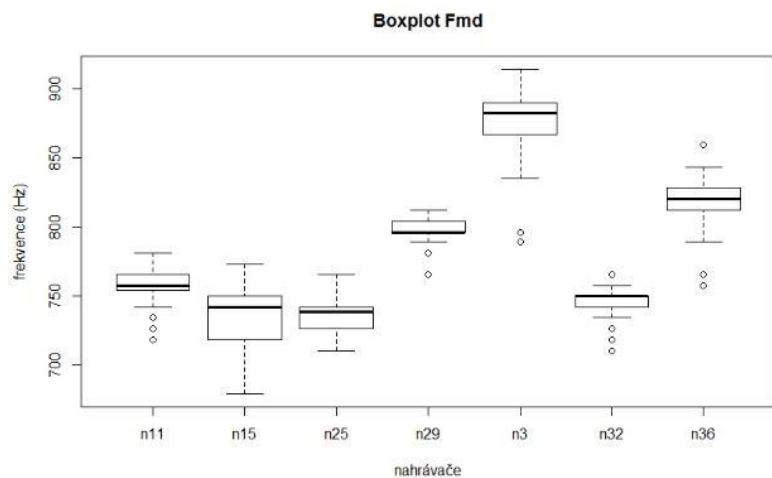
Grafy (Obrázek 23a - b) zobrazují variabilitu ve vokální aktivitě sýce rousného pro sledovaný parametr Fmd.a Fmu. Vizualizace grafů prokázala stejné trendy jako při sledování parametrů Fsd a Fsu.

Měřené frekvence sledovaného parametru Fed a Feu (Obrázek 24 a - b) ukazovaly ve vizualizaci podobné výsledky již dosažené v tomto období.

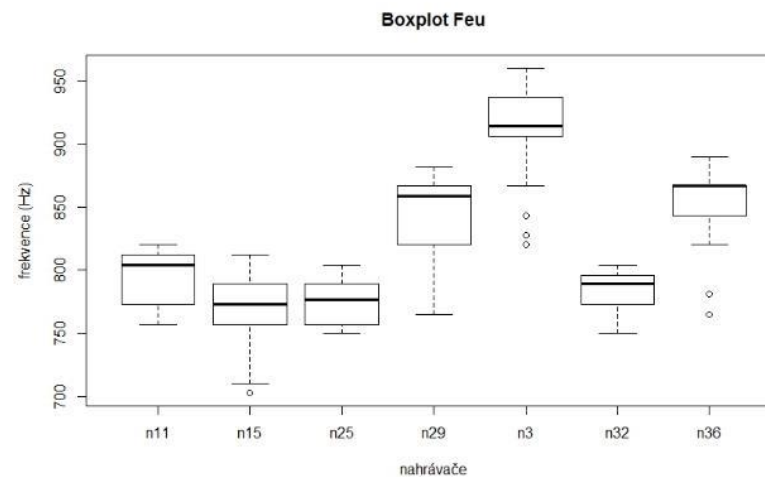
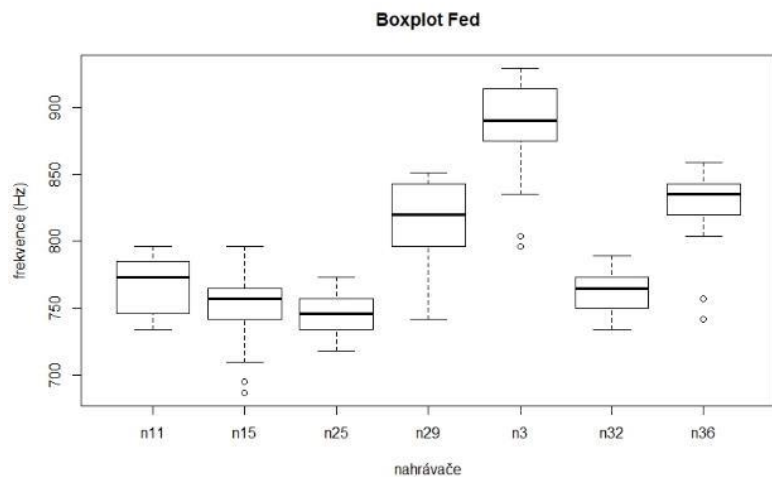
Intervalová frekvence (Fi), která byla získána zprůměrováním extrémních hodnot z celé strofy (Obrázek 25), kopírovala trendy předchozích grafů týkajících se měřených frekvencí v prvním období 2017.



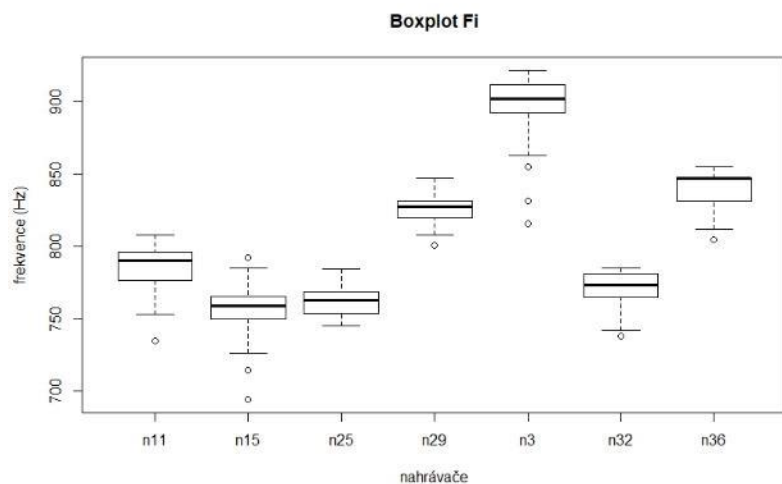
a) **Obrázek 22.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a) **Obrázek 23.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fmd a (b) Fmu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



a)
 b)
 Obrázek 24. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fed a (b) Feu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



Obrázek 25. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.4.3 Potencionální kódování identity

V tabulce 4 jsou zaznamenány hodnoty z 1. období 2017 včetně analýzy PIC. Výsledné hodnoty napovídají, že inter-individuální variabilita byla v rámci tohoto období větší než intra-individuální variabilita, jelikož výsledek PIC pro veškeré sledované parametry byl větší než 1.

Tabulka 4. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 1. období roku 2017.

Tn (T note) - délka houknutí, *Ti* (T internote) - doba mezi začátkem prvního a druhého houknutí, *Fsu* (Frekvence start up) - horní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fsd* (Frekvence start down) - dolní naměřená frekvence na začátku houknutí, *Fmu* (Frekvence middle up) - horní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Fmd* (Frekvence middle down) - dolní naměřená frekvence ve středu houknutí, *Feu* (Frekvence end up) - horní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fed* (Frekvence end down) - dolní naměřená hodnota na konci houknutí, *Fi* (Frekvence interval) - hodnota v intervalu maximální a minimální dosažené hodnoty frekvence houknutí, *n* - vzorek populace, mean - průměr, SD - směrodatná odchylka, min - minimální dosažená hodnota, max - maximální dosažená hodnota, CVb - variační koeficient z celého vzorku populace, CVi - individuální variační koeficient, PIC - potencionální individuální kódování jedince, P - pravděpodobnostní veličina při které byla zamítnuta H0 (Kruskal-Wallis test).

1_2017	N	mean ± SD	Min	max	CVb	Cvi	PIC	P
<i>Tn</i>	223	0,10 ± 0,07 s	0,02 s	0,91 s	69,1 %	51,0 %	1,4	< 0,001
<i>Ti</i>	188	0,15 ± 0,07 s	0,05 s	0,95 s	47,6 %	30,8 %	1,5	< 0,001
<i>Fsu</i>	223	807,1 ± 49,9 Hz	710 Hz	967 Hz	6,2 %	3,3 %	1,9	< 0,001
<i>Fsd</i>	223	781,7 ± 46,7 Hz	687 Hz	921 Hz	6,0 %	3,3 %	1,8	< 0,001
<i>Fmu</i>	223	840,1 ± 55,5 Hz	710 Hz	984 Hz	6,6 %	2,7 %	2,5	< 0,001
<i>Fmd</i>	223	775,7 ± 50,0 Hz	679 Hz	914 Hz	6,4 %	2,3 %	2,8	< 0,001
<i>Feu</i>	223	814,8 ± 53,9 Hz	703 Hz	960 Hz	6,6 %	3,0 %	2,2	< 0,001
<i>Fed</i>	223	790,2 ± 52,2 Hz	687 Hz	929 Hz	6,6 %	3,1 %	2,1	< 0,001
<i>Fi</i>	223	801,3 ± 48,6 Hz	694,5 Hz	921,5 Hz	6,1 %	2,0 %	3,1	< 0,001

4.5 2. období 2017

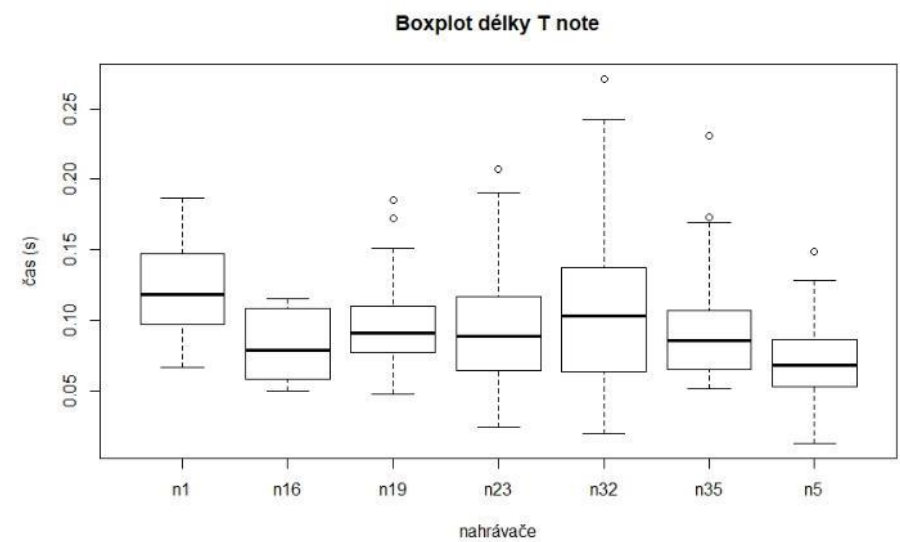
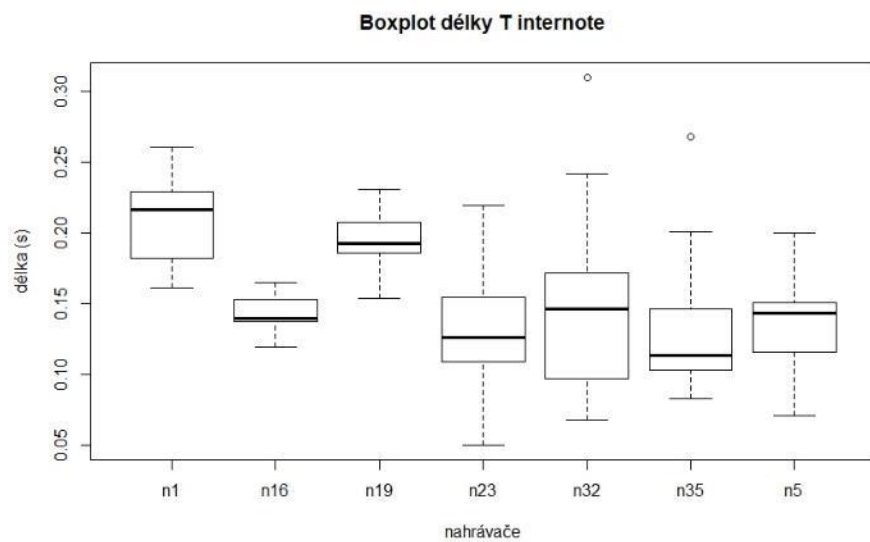
V tomto období bylo z 36 nahrávačů umístěných v Krušných horách vhodných ke zpracování 7 nahrávačů. Tyto reprezentativní nahrávače byly zastoupeny (v závorce počet pro parametr T internote):

- n1 = 16 (14)
- n16 = 12 (10)
- n19 = 30 (25)
- n23 = 35 (31)
- n32 = 36 (31)
- n35 = 29 (25)
- n5 = 36 (32)

Celkový počet nahrávek je 194, respektive pro T internote 169.

4.5.1 Parametr délky

Parametry T internote (Obrázek 26a) a T note (Obrázek 26b) sledují trendy v délce houknutí. Oba parametry T internote ($p = 2,087e^{-12}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 66,544$, $df = 6$) a T note ($p = 0,00015$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 26,889$, $df = 6$) se průkazně lišily mezi jedinci. Pro T internote z grafu vyplývá, že jedinci u nahrávačů n23, n36 a n5 měli v kvartilu 25 % - 75 % k sobě blízký rozsah délky svého houknutí, avšak mediány jednotlivců se lišily $n5 = 0,143$, $n23 = 0,126$, $n35 = 0,113$. Houkání pro sledovanou délkovou charakteristiku T note v těchto případech minimálně z 50 % končí do 0,1 s, výjimkou byl samec u n1, který v 50 % času houká od 0,1 do 0,15 s. Největší rozsah houknutí měl jedinec u n32, který dosahoval délky u jednotlivých strof až 0,25 s.



a) **Obrázek 26.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka od začátku předchozího houknutí do začátku následujícího houknutí) a (b) T note (délka houknutí). Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.5.2 Parametr frekvence

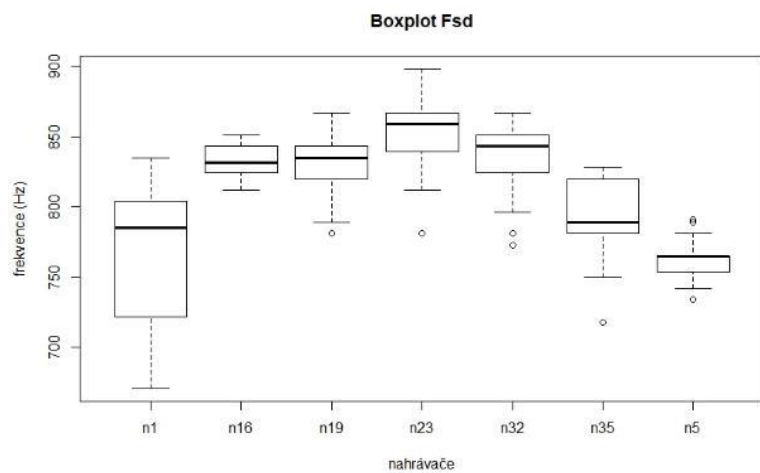
Všechny sledované parametry F_{sd} , F_{su} , F_{md} , F_{mu} , F_{ed} , F_{eu} a F_i se průkazně lišily mezi sledovanými jedinci (**F_{sd}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 130,45$, $df = 6$, Obr. 27a); **F_{su}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 124,99$, $df = 6$, Obr. 27b); **F_{md}** : $p = 2,2e^{-06}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 123,44$, $df = 6$, Obr. 28a), **F_{mu}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 136,8$, $df = 6$, Obr. 28b); **F_{ed}** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 131,19$, $df = 6$, Obr. 29a); **F_{eu}** : $p = 2,2e^{-06}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 135,85$, $df = 6$, Obr. 29b); **F_i** : $p = 2,2e^{-16}$, $p < 0,001$, $\chi^2 = 147,35$, $df = 6$, Obr. 30).

Počáteční frekvence houkání se pro sledované jedince v období převážně pohybovaly mezi 700 až 900 Hz, respektive pro parametr F_{sd} , 750 až 900 (Obrázek 27a - b). Největší rozptyl naměřených hodnot frekvence byl zaznamenán pro jedince u n1, kde jeho extrémní minimální hodnoty (F_{sd}) se vyskytovaly na 671 Hz pro F_{su} 690 Hz.

Prostřední frekvence F_m , vizualizované v grafech (Obrázek 28 a - b), vykazovaly obdobný trend jako frekvence začáteční. U nahrávače n1 byly pro tamního jedince zaznamenány největší rozptyly hodnot. Žádný z jiných jedinců nevykazoval takovéto široké rozložení naměřených frekvencí jako jedinec n1.

Koncové frekvence (F_e) vizualizované v grafech (Obrázek 29a - b) vykazovaly pro toto období podobné výše popsané trendy.

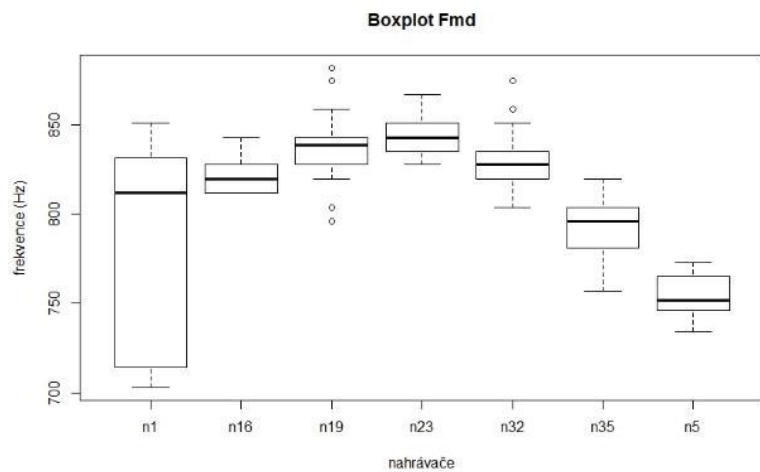
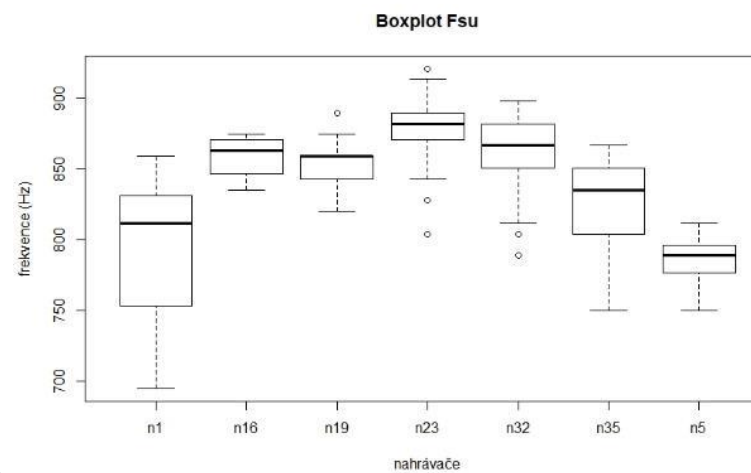
Sledovaná data, která vznikla zprůměrováním minimální a maximální naměřené frekvence jsou zobrazena na Obrázek 30. Frekvence u jednotlivých jedinců potvrdily dle vizualizace stejný trend jako v předešlých grafech pro toto období.



a)

Obrázek 27. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

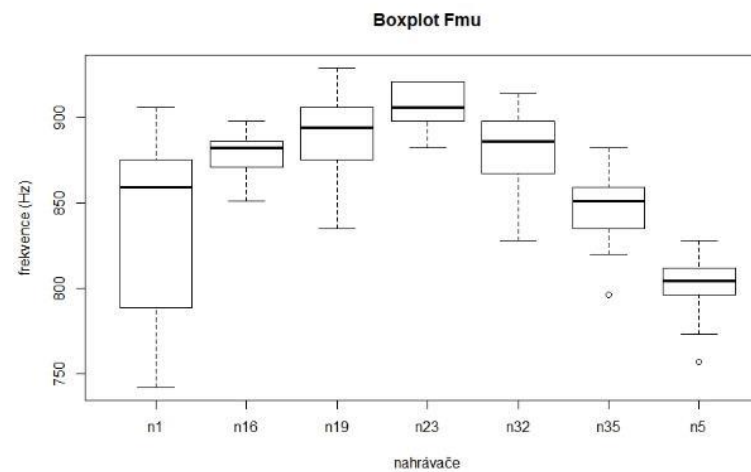
b)

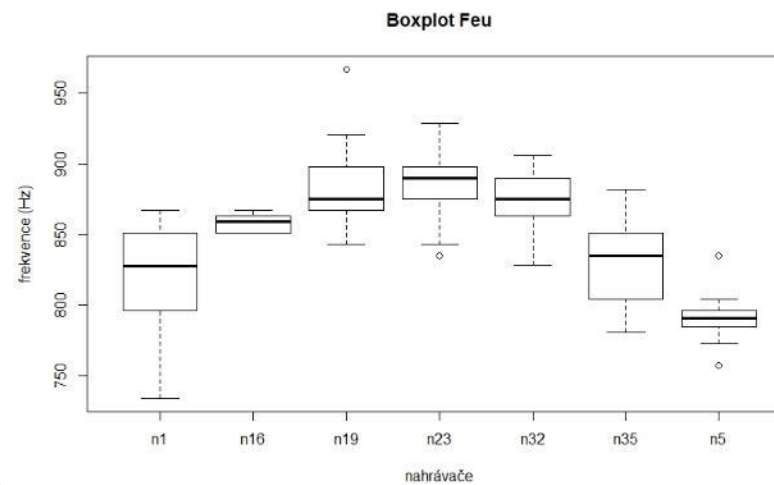
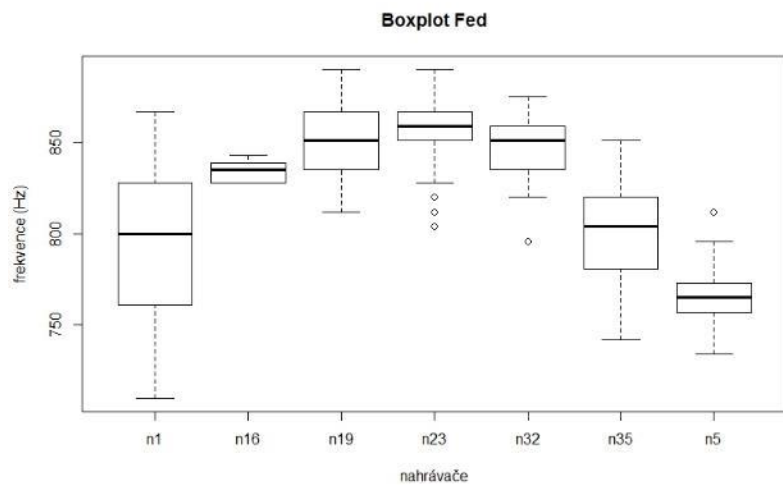


a)

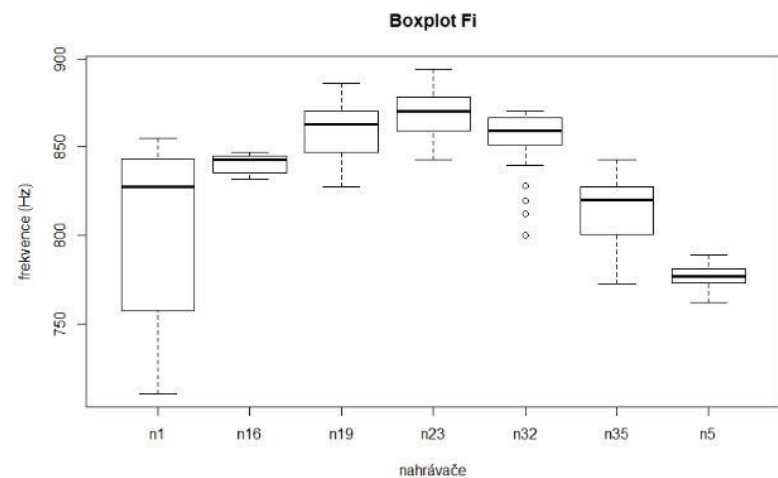
Obrázek 28. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fmd a (b) Fmu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

b)





a) **Obrázek 29.** Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fed a (b) Feu. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.



Obrázek 30. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi. Zobrazen je medián, kvartily 25 – 75 %, maximum, minimum a odlehlé hodnoty.

4.5.3 Potencionální kódování identity

Souhrn analýz pro druhé období roku 2017 u sledovaných parametrů jsou uvedené v tabulce 5. Lze konstatovat na základě výsledků PIC, že inter-individuální variabilita byla pro sledované jedince větší než intra-individuální variabilita.

Tabulka 5. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 2. období roku 2017.

T_n (T note) - délka houknutí, *T_i* (T internote) - doba mezi začátkem prvního a druhého houknutí, *F_{su}* (Frekvence start up) - horní naměřená frekvence na začátku houknutí, *F_{sd}* (Frekvence start down) - dolní naměřená frekvence na začátku houknutí, *F_{mu}* (Frekvence middle up) - horní naměřená frekvence ve středu houknutí, *F_{md}* (Frekvence middle down) - dolní naměřená frekvence ve středu houknutí, *F_{eu}* (Frekvence end up) - horní naměřená hodnota na konci houknutí, *F_{ed}* (Frekvence end down) - dolní naměřená hodnota na konci houknutí, *F_i* (Frekvence interval) - hodnota v intervalu maximální a minimální dosažené hodnoty frekvence houknutí, *n* - vzorek populace, mean - průměr, SD - směrodatná odchylka, min - minimální dosažená hodnota, max - maximální dosažená hodnota, CV_b - variační koeficient z celého vzorku populace, CV_i - individuální variační koeficient, PIC - potencionální individuální kódování jedince, P - pravděpodobnostní veličina při které byla zamítnuta H₀ (Kruskal-Wallis test)

2_2017	n	mean ± SD	min	max	CV_b	CV_i	PIC	P
<i>T_n</i>	194	0,09 ± 0,04 s	0,01 s	0,27 s	46,2 %	40,1 %	1,2	< 0,001
<i>T_i</i>	169	0,15 ± 0,05 s	0,05 s	0,31 s	31,0 %	21,4 %	1,5	< 0,001
<i>F_{su}</i>	194	838,6 ± 42,3 Hz	695 Hz	921 Hz	5,0 %	3,0 %	1,7	< 0,001
<i>F_{sd}</i>	194	811,5 ± 42,4 Hz	671 Hz	898 Hz	5,2 %	3,0 %	1,7	< 0,001
<i>F_{mu}</i>	194	863,9 ± 42,7 Hz	742 Hz	929 Hz	4,9 %	2,7 %	1,9	< 0,001
<i>F_{md}</i>	194	809,7 ± 38,8 Hz	703 Hz	882 Hz	4,8 %	2,4 %	2,0	< 0,001
<i>F_{eu}</i>	194	849,6 ± 41,8 Hz	734 Hz	967 Hz	4,9 %	2,5 %	1,9	< 0,001
<i>F_{ed}</i>	194	822,6 ± 40,6 Hz	710 Hz	890 Hz	4,9 %	2,6 %	1,9	< 0,001
<i>F_i</i>	194	832,6 ± 38,4 Hz	710,5 Hz	894 Hz	4,6 %	2,1 %	2,2	< 0,001

5. Diskuse

Výzkum vokalizace je stále aktuálním tématem i přes dostupnost různých studií v tomto oboru. Stále jsou potřebná další a novější data k porozumění vokální komunikace probíhající mezi živočišnými druhy, zejména pak u sov (Kloubec 2007, Ševčík et al. 2019). Pro sýce rousného v Evropě neexistují žádné studie zaměřené na individuální projevy vokalizace (Ševčík et Zárybnická in verb 2020). Nejbližší výzkum našemu zkoumání, který je zaměřen na sýce, pochází z Kanady a týká se místního poddruhu - sýce amerického (Holschuh et Otter 2005). Holschuh et Otter (2005) provedli studii mezi roky 2002 a 2003. Nahrávky sesbírali celkem z 24 různých míst, z 8 míst v roce 2002 a z 16 míst v roce 2003. Nahrávalo se vždy prvních 5 hodin po západu slunce. Pro každé stanoviště a pro každého jedince ($n = 24$) naměřili minimálně 20 reprezentativních nahrávek. Jejich výsledky naznačují, že se jedinci ve svých voláních dostatečně liší a je tedy možné úspěšné provedení individuality tohoto druhu.

V našem výzkumu bylo vyhodnoceno pět nahrávacích nocí ve třech hnízdních sezónách mezi lety 2015 a 2017. V tak dlouhém rozsahu nebyly dosud známé studie, které se týkají výzkumu variability v hlasové aktivitě sov, provedeny. Nahrávalo se celkem na 36 lokalitách, které byly každý rok totožné. Reprezentativní nahrávky byly vybrány z nahrávačů, které dle konfigurace terénu musely být vzdáleny minimálně 2 km od sebe. Nahrávalo se vždy od 20:00 hod. do 6:00 hod. Hodnoceny byly celkem dvě charakteristiky hlasového záznamu, konkrétně je to délka a frekvence houkání (podrobně, viz níže). V jednotlivých obdobích se průměrný počet analyzovaných nahrávek lišil (v závorce uvedeny počty pro T internote): 1. období 2015: 29 (25), 2. období 2015: 29 (25), 1. období 2016: 32 (28), 1. období 2017: 32 (27), 2. období 2017: 28 (24). Například Dragonetti (2007) nahrával na 13 lokalitách od 0,5 do 8,5 km a úspěšně nahrál 10 jedinců výřečka malého v období od 1. června do 30. července, kde celkem pro tuto studii nahrál 105 minut houkání této sovy. Pro puštíka obecného bylo k vyhodnocení použito 128 nahrávek pěti samců (Choi et al. 2019), pro výra velkého bylo analyzováno 90 volání od devíti samců za dva roky (10 volání samce/rok) (Grava et al. 2008). Zmíněné výzkumy nahrávaly spontánní houkání sov, zatímco Galeotti et al. (1993) nahrával odezvu kulíška nejmenšího na přehrávané houkání na určitých stanovištích během dvou zimních období v letech 1989 a 1990. Holschuh et Otter (2005) pro sýce amerického využívali stejné metody odezvy na přehrání provokujícího houknutí stejného druhu.

V rámci mého výzkumu jsem sledoval dva typy charakteristik vokálního houkání – délku a frekvenci houkání – v celkovém počtu 9 parametrů u každého houknutí: délka houknutí (T note); délka houknutí plus mezera (T internote); frekvence na počátku houknutí – dolní práh (Fsd), horní práh (Fsu); frekvence v 50 % délky houknutí - dolní práh (Fmd), horní práh (Fmu); frekvence na konci houknutí – dolní práh (Fed), horní práh (Feu). Holschuh et Otter (2005) u frekvence houknutí sledovali pouze Fs, Fm, Fe, kde využívali spektrálního řezu dle časové osy do každého jednotlivého houknutí. V případě frekvence na začátku řezem do 10 %, frekvence uprostřed do 50 %, frekvence na konci od 90 % houknutí. Choi et al. (2019) u výzkumu hlasové individuality puštíka obecného měřili 4 frekvenční hodnoty z houknutí. Konkrétně spodní hranici houknutí, horní hranici houknutí, rozsah houknutí a maximální frekvenci (FL-low, FH-high, FR-range, FM-max frequency). Naproti tomu Tripp et Otter (2006) u výřečka západního měřili celkem 17 parametrů napříč celého, za sebou opakujícího se houkání, nepřerušeno delší než 0,1 s dlouhou pauzou. Různé studie pracují s různými parametry, které dle jejich uvážení opisují jednotlivé trendy houkání. Nejednotnost pro stanovování parametrů může mít vliv při porovnávání výsledků mezi výzkumy.

Pro tuto práci nejbližší výzkum sýce amerického (Holschuh et Otter 2005) sledoval 24 samců ze dvou let a využíval metody odezvy na přehrávané houknutí, což mohlo ovlivnit individuální vokální charakteristiky sledovaného druhu (Dragonetti 2007). Holschuh et Otter (2005) do výzkumu sýce amerického zahrnul data ze dvou let, kde se nedalo 100 % vyloučit, že nebyla nahrána vokalizace stejného samce za oba roky. Tím se snažili odhadnout, zda je možné identifikovat potencionálně stejného jedince. V tomto výzkumu sýce rousného byl každý nahrávací večer (období) vyhodnocen zvlášť a všechny měřené akustické parametry byly individuálně charakteristické, jak ukazují hodnoty neparametrické ANOVY Kruskal-Wallis.

Při určování významnosti naměřených hodnot u zvolených parametrů byla jako klíčový prvek zvolena PIC hodnota (potenciální kódování identity). Ta srovnává pro dané parametry variabilitu celé skupiny a variabilitu jednotlivce. Pokud PIC hodnota nabývá hodnot vyšších než 1, čili pokud je hodnota variability skupiny větší než jedince, může pak být konkrétní parametr využit jako nástroj rekognice. V rámci tohoto výzkumu veškeré PIC hodnoty byly větší než 1, a tedy veškeré sledované parametry mohou být jednotlivě využity pro identifikaci jedinců v rámci sledovaných skupin. Nejvíce signifikantní, co se týče hodnot PIC, bylo první období roku 2015. Během zmíněného období byly veškeré hodnoty PIC vyšší než u ostatních

sledovaných období a zejména pak parametr Fmd, který dosáhl nejvyšší hodnoty napříč roky. Tento parametr by se mohl stát klíčovým pro přesnou identifikaci jedinců v tomto prvním období roku 2015. Podobných výsledků dosáhly i studie výra velkého (Grava et al. 2008) a puštíka obecného (Choi et al. 2019). Autoři obou studií dospěli k závěrům, že všechny jimi zvolené parametry mohou být jednotlivě použity pro identifikaci, stejně jako tato studie. Z výsledků, které studie uvádějí, je možné dospět k názoru, že se shodují rovněž ve volbě nejvhodnějšího parametru pro identifikaci – horní práh frekvence v koncové části houknutí. V této studii je tento parametr označen jako Feu a u všech sledovaných období by se taktéž dal označit jako jeden z nejvhodnějších. Tato práce v součinnosti s jinými studiemi (Grava et al. 2008, Choi et al. 2019), pro další studie sýce rousného, tíhne k výběru tohoto parametru (Feu) jako klíče pro identifikaci jedinců v rámci sledované populace.

Výsledky této studie jsou v souladu s dříve provedenými výzkumy u ostatních druhů sov a to, že u nočních ptáků jsou pozorovatelné specifické a jedinečné charakteristiky v jejich vokalitě, které vykazují nižší variabilitu vokálů u jedince než u populace. Lze tedy tyto vokální projevy použít pro rozklíčování individuality a rozpoznání jednotlivých jedinců (Galeotti et al. 1993, Dragonetti 2007, Grava et al. 2008, Choi et al. 2019). Na základě výsledků mé práce jsem především zjistil, podobně jako Holschuh et Otter (2005), že charakteristiky vokální aktivity mohou být úspěšně použity k rozlišení vokalizujících samců. Holschuh et Otter (2005) dokonce tvrdí, že dostatečné poznání v této oblasti výzkumu může vést k úspěšnému monitoringu jednotlivých samců v průběhu let.

6. Závěr

Tato diplomová práce porovnává individuální a skupinovou variabilitu ve vokalizaci sýce rousného v Krušných horách. Ve studované lokalitě, nacházející se v okolí Flájské přehrady, byly pomocí akustického monitoringu nasbírány nahrávky sýce rousného v průběhu pěti nahrávacích nocí v letech 2015, 2016 a 2017. V rámci každé noci bylo možné porovnat a analyzovat individuální charakteristiky jednotlivých samců.

Z nahrávek sýce rousného byly vyselektovány specifické části primární (teritoriální) vokalizace (houknutí) sýce pro každou noc. V rámci jednoho sledu krátkých houknutí (strofy), čímž je právě vokální projev sýce charakteristický, bylo měřeno celkem 9 parametrů každého houknutí. Konkrétně byly testovány tyto parametry T internote, T note, Fsd, Fsu, Fmd, Fmu, Fed, Feu a Fi. Po provedení Kruskal- Wallis testu byly shledány veškeré tyto parametry individuálními ($p < 0,001$). Potencionální kódování identity, které porovnává variabilitu skupiny a jednotlivce, odhalilo, že veškeré sledované parametry jsou signifikantní, tedy vokální variabilita jedince byla menší než celé skupiny. V souladu s výzkumy puštíka obecného a výra velkého (Grava et al. 2008, Choi et al. 2019), bylo i v této studii zjištěno, že nejspecifičtější parametr houknutí je právě na konci strofy, a tedy k přesné identifikaci jedinců nejvhodnější.

Výzkum vokalizace je velice populární ve vědeckých publikacích uplynulého dvacetiletí. To se stalo impulzem pro vznik i této studie a mnoho ze zmíněných publikací bylo použito jako zdroj informací jak při volbě správné metodiky, tak při vyhodnocování výsledků. Na výsledky této práce lze navázat výzkumem, který povede k odhalení individuality ve vokálních projevech sýce rousného. Tyto informace pak mohou vést k zefektivnění nejen monitoringu jedinců této sovy, ale všech ostatních vokalizujících živočichů. Pro zjišťování stavu populace živočichů pak může efektivně nahradit odchty živočichů a manipulaci s odchycenými jedinci.

7. Přehled literatury a použitých zdrojů

Seznam literatury:

Allaire J. J., 2011: Rstudio. Version 1.0.153 – © 2009-2017, Rstudio Inc.

Balcar V., Kacálek D., 2006: Performance of European beech plantations used for spruce monocultures conversions in the Jizerské hory Mts. FGRMI RS Opočno.

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., 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

Bower J.L., Clark C.W., 2005: A field test of the accuracy of a passive acoustic location system. *Bioacoustics*. Vol 15. Issue:1. Pages 1-14.

Demek J., 1965: Geomorfologie českých zemí. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.

Dragonetti M., 2007: Individuality in Scops owl *Otus scops* vocalisations. *The international Journal of Animal Sound and its Recording*, Vol. 16 pp. 147-172.

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

Drdáková M., 2004: Sýc rousný – úspěšný druh imisních holin. *Magazín Živa* (3/2004), 128 – 130 s. Academia.

Eldegard K., Sonerud G.A., 2009: Female offspring desertion and male-only care increases with natural and experimental increase in food abundance. *Proc. R. Soc. B* 276:1713-1721.

Fischer F.P., Schultz U., Schubert H., Knapp P., Schmoeger M., 1997: Quantitative assessment of grassland quality: Acoustic determination of population sizes of orthopteran indicator species. *Ecological Applications* 7: 909 – 920.

Flousek, J., Hudec, K., 1991: Vliv průmyslových imisí a velkoplošného rozpadu lesních porostů na hnízdní společenstva ptáků ve střední Evropě. *Sylvia* 28: 51 – 63

Frommolt K-H., 2017: Information obtained from long-term acoustic recordings: applying bioacoustic techniques for monitoring wetland birds during breeding season. *Journal Ornithol* 158. 659-668.

- Galeotti P., Paladin M., Pavan G.**, 1993: Individually distinct hooting in male Pygmy Owls *Glaucidium passerinum*: a multivariate approach. *Ornis Scandinavica* 24: 15 – 20. Copenhagen. 1993
- Galeotti P., Sacchi R.**, 2001: Turnover of territorial Scops owl *Otus scops* as estimated by spectrographic analyses of male hoots. *Journal Avian Biol.* 32. 256-262.
- Geroudet P.**, 1965: Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. Delachaux et Niestlé. Neuchatel.
- Grava T., Mathevon N., Place E., Balluet P.**, 2008: Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis.* 150 (279 – 287). Saint-Etienne. France.
- Glutz von Blotzheim U.N., Bauer K.M.**, 1980: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Germany.
- Hakkarainen H., Korpimäki E.**, 1996: Competitive and predatory interactions song raptors: An observational and experimental study. *Ecology* 77: 1134 – 1142.
- Hakkarainen H., Korpimäki E.**, 1998: Why do territorial male Tengmalm's owls fail to obtain a mate? *Oecologia.* 114(4). 578-582.
- Hartwig S.**, 2005: Individual acoustic identification as a non-invasive conservation tool: an approach to the conservation of the African wild dog *Lycaon pictus*. *Bioacoustics.* 15: 35-50.
- Hayward G.D., Hayward P.H.**, 1993: Boreal owl *Aegolius funereus*. In: Poole A., Gill F. (eds). *The Birds of North America.* Academy of Natural Sciences and American Ornithologists Union, Philadelphia.
- Hetze W.**, 1984: Krušné hory. Ústní nad Labem: Severočeské nakladatelství.
- Holschuh C.I., Otter K.A.**, 2005: Using vocal individuality to monitor Queen Charlotte saw-whet owls (*Aegolius acadicus brooksi*). *Journal Raptor Res.* 39:134–141.
- Hudec K., Šťastný K.**, 1983: Fauna ČSSR. Ptáci. Vol. 3/1. Praha. Academia.
- Hudec K., Miles P., Šťastný K., Flousek J.**, 2011: Altitudinal distribution of Breeding birds in the Czech Republic. *Opera Corcon* 48: 49-120.
- Charif R.A., Mitchell S., Clark C.W.**, 1995: Canary 1.2 User's Manual. Cornell Laboratory of Ornithology. Ithaca. NY.

Charrier I., Bloomfield L.L., Sturdy C.B., 2004: Note types and coding in parid vocalizations. I: The chick-a-dee call of the black-capped chickadee (*Poecile atricapillus*). Can. J. Zool. Vol. 82. NRC Canada

Chobot K., Němec M., 2017: Červený sezam ohrožených druhů: Obratlovci. Praha. AOPK ČR.

Choi W., Lee JH., Sung HC., 2019: A case study of male tawny owl (*Strix aluco*) vocalizations in South Korea: call feature, individuality, and the potential use for census. Animal Cells and Systems. 23:2 (90-96). To link to this article: <https://doi.org/10.1080/19768354.2019.1592022>

Jouvetin P., Aubin T., 2002: Acoustic systems are adapted to breeding exologies: individual recognition in nesting penguins. Animal Behaviour. 64, 747 – 757.

Kloubec B., 2007: Long-term monitoring of owls in Special Protected Areas: the influence of circadian, and within and between season voice activity of owls. Budeo 15. 59-74.

Kloubec B., Pačenovský S., 1996: Vocal activity od Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*) in Southern Bohemia and Eastern Slovakia: circadian and seasonal course, effects on intensity. Buteo 8. 5-22.

Kloubec B., Vacík R., 1990: Náčrt potravní ekologie sýce rousného (*Aegolius funereus*) v Československu. Tichodroma 3. 23.

König C., 1968: Lautäusserungen von Rauhfusskauz (*Aegolius funereus*) und der Sperlingkauz (*Glaucidium passerinum*). Beihefte der Vogelwelt 1:115-138.

König C., Weick F., 2008: Owls of the World. Christopher Helm. London.

Koopman M.E., McDonald D.B., Hayward G.D., Eldegard K., Sonerud G.A., Sermach S.G., 2005: Genetic similarity among Euroasian subspecies of Boreal owls *Aegolius funereus*. Nordic society Oikos, 36(3), 179-183.

Korpimäki E., 1981: On the ecology and biology of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in southern Ostrobothnia and Soumensekka, western Finland. Biol 13:1-84.

Korpimäki E., 1988: Diet of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: long-term changes and year to year variation under cyclic food conditions. Ornis Scan 18: 277-284.

Korpimäki E., Hakkarainen H., 1991: Fluctuating food-supply affects the clutch size of Tengmalm's owl independent of laying date. Oecologia 85. 543-552.

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

Kroodsma D.E., Parker L.D., 1977: Vocal virtuosity in the Brown Trasher. *Auk* 94: 783 – 785.

Lengagne T., Lauga J., Auvin T., 2001: Intra-syllabic acoustic signatures used the King penguin in parent-chick recognition: an experimental approach. *Journal of Experimental Biology*, 204, 663-672.

März R., 1968: Der Raufusskauz. Die Neue Brehm.Bücherei. Wittenberg. Germany.

Mathevon N., Charrier I., Jouventin P., 2003: Potential for individual recognition in acoustic signals: a comparative study of two gulls with different nesting patterns. *Comptes Rendus Biologies* 326:329-337.

Mikkola H., 1983: Owls of Europe. T. & D. Poyser. Calton. UK.

Odom K.J., Mennill D.J., 2010: A quantitative description of the vocalizations and vocal activity of the Barred owl. *The Condor* 112(3): 549-560.

Odom K.J., Slaght J.C., Gutiérrez R.J., 2013: Distinctiveness in the Territorial Calls of Great Horned Owls within and among Years. *Journal Raptor Res.* 47 (1): 21-30. USA

Panajatová S., 2010: Vývoj zalesnění a rekultivace oblasti Krušných hor s využitím výukového projektu pro střední školy. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze.

Peake T.M., McGregor P.K., Smith K.W., Tyler G., Gilbert G., Green R.E., 1998: Individuality in Comcrake *Crex crex* vocalizations. *Ibis* 140: 120-127.

Pokorný J., 2000: Potrava sýce rousného (*Aegolius funereus*) v imisemi poškozených oblastech Jizerských hor a Krkonoš. In *Buteo* 11. str. 107-114.

Riebel K., Slater P.J.B., 2003: Temporal variation in male Chaffinch song depends on the singer and the song type. *Behavior*. 140, 269-288.

Robisson P., Aubin T., Brémond J., 1993: Individuality in the voice of emperor penguin *Aptenodytes forsteri*: adaption to noisy environment. *Ethology*. 94: 279-290.

Salmi R., Hammerschmidt K., Doran-Sheehy D.M., 2014: Individual distinctiveness in call types of Wild Western female Gorillas. *PLoS ONE* 9 (7).

Savický J., 2009: AM Services – Play spectrograms screens, version 4v7 – Czech Republic

Slater P.J.B., 1983: Sequences of song Chaffinches. *Anim. Behav.* 31, 272-281.

Slodičák M., 2007: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Krušných hor. *Lesy ČR.* 21.

Sokal R., Rohlf J., 1995: Biometry. 3rd edn. New York: Freeman and company.

Sonerud G.A., 1986: Effect of snow cover on seasonal-changes in diet, habitat, and regional distribution of raptors that prey on small mammals in boreal zones in Fennoscandia. *Holarctic Ecol* 9:33-47. Převzato z: <https://doi-org.infozdroje.czu.cz/10.1111/j.1600-0587.1986.tb01189.x>

Soukup F., Pešková V., 2009: *Gemmamyces piceae* (Borthw.) Casagar. Kloubnatka smrková. *Silvarium. LOS VÚLHM. Praha.*

Sørås R., Gundersen O.A., Steen R. Sonerud G.A., 2019: Returning for more prey? Foraging in provisioning male Boreal owls (*Aegolius funereus*). *Journal of Ornithology.* 161, 171-181 (2020).

Specht R., 2019: Avsifot SASLab Pro, version 5.2.14. Berlin, 2019, Available: www.avisoft.com

Ševčík R., 2017: Výskyt sýce rousného (*Aegolius funereus*) v závislosti na environmentálních faktorech a mezidruhové kompetici. Diplomová práce. Fakulta životního prostředí. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Ševčík R., Riegert J., Šindelář J., Zárybnická M., 2019: Vocal activity of the Central European Boreal Owl population in relation to varying environmental conditions. *Ornis Fennica* 96: 1-12.

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

Škvor V., 1975: Geologie české části Krušných hor a Smrčin. Praha: Academia. Převzato z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/view/uuid:afb35370-26c7-11e4-8f64-005056827e52?page=uuid:00318e70-3942-11e4-8c14-5ef3fc9bb22f>

Šrámek V., Balcar V., Buriánek V., Havránek F., Jurásek A., Liška J., Novák J. Slodičák M. a kol., 2015: Lesnické hospodaření v Krušných horách (Aktualizace studie). *Výzkumný Ústav Lesního Hospodářství a Myslivosti,* 196.

Šťastný K., Bejček V., Hudec K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáku v České republice 2001-2003. Praha. Aventinum. 464p.

Terry A.M.R., Peake T.M., McGregor P.K., 2005, The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology* 2:10

Tripp T.M., Otter K.A., 2006: Vocal individuality as a potential long-term monitoring tool for Western Screech-owls, *Megascops kennicottii*. *Can. J. Zool.* 84: 744-753. Canada

Vallee M., 2017: The Science of Listening in Bioacoustics Research: Sensing the Animal's sounds. *Theory, Culture & Society.* 35.

Vavřík M., 2015: Faunistická komise ČSO. Seznam ptáků České republiky. Checklist of the Czech Republic [online]. Dostupné online: <http://fkcsocz.cz/cz-list.htm>

Whytock R.C., Christie J., 2017: Solo: an open source, customizable and inexpensive audio recorder for bioacoustic research. *Methods in Ecology and Evolution* 8: 308-312.

Witt R., 1995: Steinbachův velký průvodce přírodou: Ptáci. Mnichov, [Praha]: Mosaik Verlag, GeoCenter

Yang L., Canwei X., Huw L., Donglai L., Yanyun Z., 2017: Identification of vocal individuality in male cuckoos using different analytical techniques. *Avian Res* (2017) 8:21.

Zárybnická M., Sedláček O., Korpimäki E., 2009: Do Tengmalm's Owls alter parental feeding effort under varying conditions of prey availability? *Journal Ornithol* (150). 231-237.

Zárybnická M., Korpimäki E., Griesser M., 2012: Darker short nights: differential latitudinal constraints in nestling provisioning patterns of a nocturnally hunting bird species. *PLOS ONE* 7(5).

Zárybnická M., Riegert J., Šťastný K., 2013: The role of *Apodemus* mice and *Microtus* voles in the diet of the Tengmalm's owl in Central Europe. *Population Ecology* 55(2). 353-361

Seznam obrázků:

Obrázek 1. Mládě sýce rousného (<i>Aegolius funereus</i>). Autor: Mikuláš Krátký.....	str.4
Obrázek 2. Výskyt sýce rousného dle záznamů z ND OP na území ČR.	str.7
Obrázek 3. Rozšíření sýce rousného dle záznamů v ND OP na území ČR.....	str.7
Obrázek 4. Ilustrační mapa studijní oblasti a umístění nahrávačů.....	str.15
Obrázek 5. Přehled sledovaných parametrů pro jedince n13 v 2. období roku 2015.	str.18
Obrázek 6. Vokální aktivita jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka houknut) a (b) T note	str.21
Obrázek 7. Vokální aktivita sýce rousného vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) Fsd a (b) Fsu.....	str.23
Obrázek 8 (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fmd a Fmu v čase.....	str.23
Obrázek 9 (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fed a Feu v čase.....	str.24
Obrázek 10. Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi v čase	str.24
Obrázek 11. Vokální aktivita jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka houknut) a (b) T note	str.27
Obrázek 12. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fsd v čase	str.29
Obrázek 13. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fmd v čase.....	str.29
Obrázek 14. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fed v čase.....	str.30
Obrázek 15. Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi v čase	str.30
Obrázek 16. Vokální aktivita jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka houknut) a (b) T note	str.33
Obrázek 17. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fsd v čase	str.35

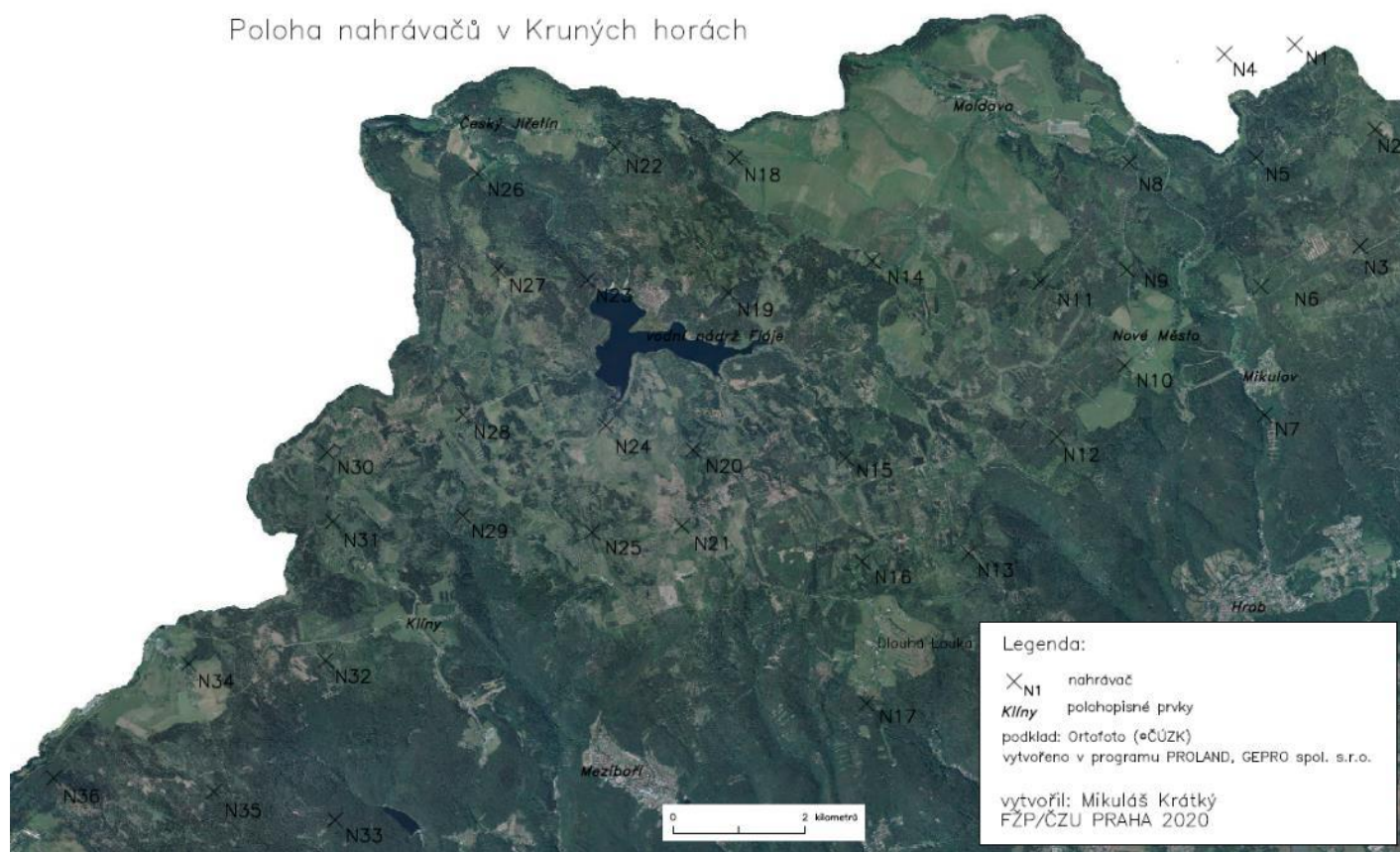
Obrázek 18. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fmd v čase	str.35
Obrázek 19. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fed v čase	str.36
Obrázek 20. Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi v čase	str.36
Obrázek 21. Vokální aktivita jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka houknut) a (b) T note	str.39
Obrázek 22. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fsd v čase	str.41
Obrázek 23. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fmd v čase	str.41
Obrázek 24. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fed v čase	str.42
Obrázek 25. Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi v čase	str.42
Obrázek 26. Vokální aktivita jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr (a) T internote (délka houknut) a (b) T note	str.45
Obrázek 27. (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fsd v čase	str.47
Obrázek 28 (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fmd v čase	str.47
Obrázek 29 (a); (b) Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fed v čase	str.48
Obrázek 30. Boxplot vyjadřující variabilitu jedince (nahrávače) pro sledovaný parametr Fi v čase	str.48

Seznam tabulek

Tabulka 1. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivitu sýce rousného v 1. období roku 2015	str.25
Tabulka 2. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 2. období roku 2015	str.31
Tabulka 3. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 1. období roku 2016	str.37
Tabulka 4. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 1. období roku 2017	str.43
Tabulka 5. Parametry charakterizující teritoriální vokální aktivity sýce rousného v 2. období roku 2017	str.49

8. Přílohy

Poloha náhrávačů v Kruných horách



Příloha 1. Mapa studijní oblasti s rozmístěním náhrávačů.



Příloha 2. Mláďata sýce rousného (*Aegolius funereus*). Autor: Mikuláš Krátký.



Příloha 3. Mláďata sýce rousného (*Aegolius funereus*). Autor: Mikuláš Krátký.