

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

Bakalářská práce

Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Zasadil, Ph.D.

Konzultant: Ing. Lenka Hodačová

Autor práce: Dana Pešoutová

2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dana Pešoutová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic

Název anglicky

Voice activity of Yellowhammer near of highways

Cíle práce

Cílem práce je porovnat hlasovou aktivitu samců vokalizujících v těsné blízkosti dálnice se samci, kteří vokalizují na lokalitách nezatížených světelným a hlukovým znečištěním. Porovnávána bude intenzita zpěvu ve vybraných časových intervalech. Porovnávají budou i rozdíly mezi dny s intenzivním a méně intenzivním provozem.

Metodika

V teoretické části práce bude provedena literární rešerše týkající se (1) Vlivu dálnic a dalších dopravních staveb na ptáky, (2) vlivu hlukového znečištění na hlasovou aktivitu ptáků, (3) hlasové aktivity strnada obecného.

V praktické části bude provedena analýza nahrávek samců strnada obecného pomocí programu Avisoft a vyhodnocení získaných dat. Hodnocen bude rozdíl v hlasové aktivitě mezi samci, kteří vokalizují v blízkosti dálnice a samci, kteří vokalizují na klidných lokalitách v zemědělské krajině bez hlukového a světelného znečištění. Dále budou porovnány rozdíly v hlasové aktivitě mezi dny s vysokou a naopak nízkou intenzitou provozu.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + přílohy

Klíčová slova

Hlukové znečištění, doprava, hlasová aktivita ptáků

Doporučené zdroje informací

- Caro S.P., Keulen Ch., Poncin P. 2009: Song repertoires in a western European population of Yellowhammers *Emberiza citrinella*. *Acta Ornithologica* 44/1: 9-16.
- Cramp S. & Perrins C. M. (eds.) 1994: The birds of the western Palearctic. Vol. 9. Buntings to New World warblers. Oxford University Press, Oxford.
- Nemeth E., Pieretti N., Zollinger S.A., Geberzahn N., Partecke J., Miranda A.C. & Brumm H. 2013: Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Proc R Soc B* 280.
- Nordt A. & Klenke R. 2013: Sleepless in Town – Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. *PLoS ONE* 8(8).
- Rheindt F.E. 2003: The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal of Ornithology* 144: 295-306.
- Slabbekoorn H. & Den Boer-Visser A. 2006: Cities change the songs of birds. *Current Biology*, 16/23: 2326-31.
- Slabbekoorn H. & Peet M. 2003: Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424: 267.
- Warner R.E. 1992: Nest ecology of grassland passerines on road rights-of-way in central Illinois. *Biological Conservation* 59: 1–7.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petr Zasadil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Lenka Hodačová

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2017

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Petra Zasadila, Ph.D. Další informace a rady mi poskytli Ing. Lenka Hodačová a Ing. Vojtěch Barták, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Elektronická verze se shoduje s tištěnou verzí.

V Červených Pečkách dne 24. 4. 2018

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Zasadilovi, Ph.D., za odborné rady a čas, který mi věnoval, dále děkuji konzultantce Ing. Lence Hodačové za pomoc při práci s nahrávkami a také Ing. Vojtěchu Bartákovi, Ph.D., za pomoc se statistickým vyhodnocením. Velice děkuji své rodině, která mě podporovala během celého studia.

Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic

Abstrakt

Je známo, že urbanizace prostředí a hlukové znečištění ovlivňuje ptactvo. Tomuto tématu se věnuje dost prací, ve kterých autoři studují jaký vliv má umělý hluk a osvětlení na ptačí fyziologii, chování a zpěv. Vybírají si druhy hojně v městském i přirozeném prostředí, strnad obecný (*Emberiza citrinella*) pro studium nebyl zvolen. V této práci zkoumám jeho hlasovou aktivitu v blízkosti dálnic, zda má dopravní hluk vliv na začátek a délku zpěvu. Za tímto účelem byl od poloviny dubna do konce května nahráván zpěv strnada kolem dálnic a na kontrolních lokalitách bez hlukového znečištění. Pomocí nahrávek byl určen začátek zpěvu a během první a třetí hodiny po východu Slunce byly změřeny vybrané zpěvy. Výsledky ukazují, že ranní začátek zpěvu nebyl ovlivněn dopravním hlukem, ale měnil se v průběhu sezóny. Byl prokázán rozdíl v délce zpěvu mezi lokalitou s a bez hlukového znečištění, mezi první a třetí hodinou po východu Slunce a rozdíl v průběhu sezóny. Na lokalitách s hlukovým znečištěním neovlivňovala délku zpěvu zvyšující se intenzita provozu.

Klíčová slova: hlukové znečištění, doprava, hlasová aktivita ptáků

Voice activity of Yellowhammer near of highways

Abstract

It is known that the urbanization of the environment and noise pollution affects birds. This topic is dedicated enough to work, in which the authors are studying what effect has artificial noise and lighting on avian physiology, behaviour and singing. The Authors choose species abundant in the urban and natural environment, Yellowhammer (*Emberiza citrinella*) has not been chosen for the study. In this work I study its voice activity in the vicinity of highways, whether the traffic noise affects the beginning and the duration of the song. For this purpose, from mid-April to end of May the singing of the bunting was recorded around the highways and at control sites without the noise pollution. Using the recordings, the beginning of singing was determined and during the first and third hour after sunrise, the selected songs were measured. The results show, that the morning start of singing was not affected by traffic noise, but it changed during the season. The difference in the length of the song has been proven between site with and without the noise pollution, between the first and third hour after sunrise and the difference during the season. At locations with noise pollution, the duration of the song was not affected by increasing volume of traffic.

Key words: noise pollution, traffic, voice activity of birds

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Strnad obecný.....	3
3.2	Zpěv strnada obecného	5
3.2.1	Nářečí strnada obecného	7
3.3	Vliv urbanizace na ptactvo.....	10
3.3.1	Vliv hlukového znečištění na ptactvo.....	11
4	Materiál a metodika.....	14
4.1	Sběr dat	14
4.2	Analýza nahrávek	15
4.3	Statistické zpracování	18
5	Výsledky.....	19
5.1	Začátek zpěvu.....	19
5.2	Délka zpěvu.....	20
5.3	Dialekt.....	23
6	Diskuse	24
6.1	Začátek zpěvu.....	24
6.2	Délka zpěvu.....	26
6.3	Dialekt.....	29
7	Závěr.....	29
8	Přehled literatury a použitých zdrojů	30
8.1	Seznam obrázků.....	34
9	Přílohy	35

1 Úvod

Významný vliv na prostředí a organismy má hlukové znečištění, ať už směs hluku ve městech nebo dopravní hluk z komunikací. Hlučné prostředí ovlivňuje především ptactvo, které ke komunikaci využívá zpěv a další hlasové signály. Potvrdilo se, že u dálnic se vyskytuje méně ptáků i ptačích druhů (da Silva & kol., 2017; Kociolek & Clevenger, 2009; Perillo & kol., 2017; Rheindt, 2003) a že hluk může ovlivňovat ranní počátek zpěvu a vlastnosti zpěvu (Nemeth & kol., 2013). Dost studií se zabývalo rozdíly v hlasové aktivitě mezi ptáky v rušných městech a ve volné přírodě nebo v klidných městských parcích a lesích, například u kosa černého (Nemeth & kol., 2013; Nordt & Klenke, 2013) nebo sýkory koňadry (Slabbekoorn & den Boer-Visser, 2006).

Na území České republiky patří k hojně se vyskytujícím druhům v blízkosti dálnic strnad obecný (*Emberiza citrinella*). Zřejmě mu vyhovují pásy podél komunikace, které jsou zarostlé stromy a keři. Během výzkumu kolem dálnice D1 byl strnad nejpočetnějším druhem, následovali skřivan polní, sýkora koňadra, pěnkava obecná a pěnice černohlavá. Přes hojný výskyt strnada v blízkosti dálnic (Musilová, 2009), vliv dopravního hluku na jeho zpěv dosud nebyl předmětem studia.

Můj výzkum rozšíří problematiku vlivu hluku na ptačí zpěv o další druh. V práci zjišťuji, zda je začátek zpěvu a doba trvání jednotlivých zpěvů strnada obecného ovlivněna dopravním hlukem z dálnic.

2 Cíle práce

Cílem této práce je zjistit, zda silniční doprava ovlivňuje hlasovou aktivitu strnada obecného. Bude studován vliv hlukového znečištění na:

- a) začátek zpěvu v ranních hodinách, kde bude porovnáván:

rozdíly mezi lokalitami s hlukovým znečištěním a bez hlukového znečištění,
změny v průběhu sezóny,

rozdíly mezi dny s malou a velkou intenzitou dopravy,

- b) dobu trvání jednoho zpěvu, kde bude studován:

rozdíly mezi lokalitami s hlukovým znečištěním a bez hlukového znečištění,

rozdíly mezi první a třetí hodinou po východu Slunce,

vliv intenzity provozu na lokalitách s hlukovým znečištěním,

změny v průběhu sezóny.

3 Literární rešerše

3.1 Strnad obecný

Strnad obecný, *Emberiza citrinella*, byl popsán Linném v roce 1758. Patří mezi pěvce (*Passeriformes*), do čeledi strnadovití (*Emberizidae*). Jde o poměrně velký druh strnada. Samec je i z dálky dobře rozpoznatelný podle jasné citrónově žluté hlavy, má pruhovaný hnědý hřbet a žluté břicho s pruhovanou hrudí. Opeření samic a mladých je méně výrazné a více variabilní (Cramp & Perrins, 1994).



Obrázek 1 Strnad obecný (samec).

Výskyt

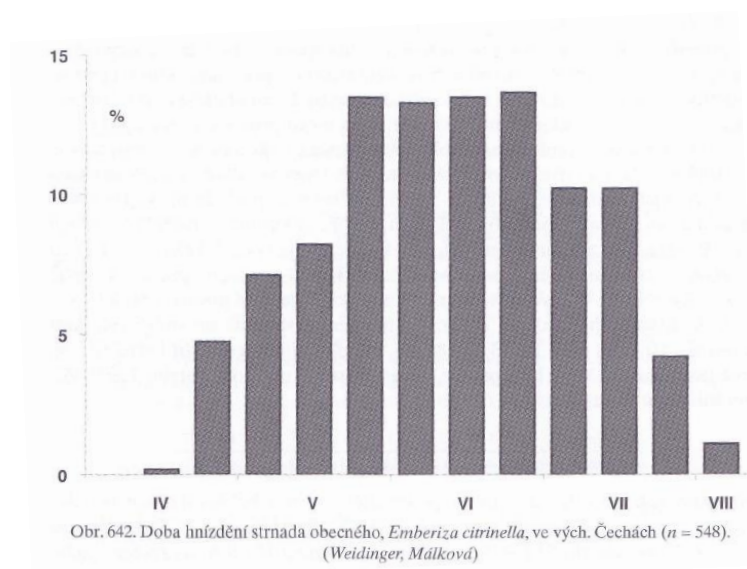
Vyskytuje se v mírném a boreálním pásu západní Palearktiky. V Evropě je západní hranicí Norsko, jihozápadní Anglie a severní Španělsko a východní hranici tvoří severozápadní část evropského Ruska, Polsko, Česká republika, západní Maďarsko a západ bývalé Jugoslávie. Žije v oblastech s červencovými teplotami mezi 12 až 23°C, v kontinentálním i oceánském podnebí, spíše v otevřených nížinách nebo pahorkatinách. Pravděpodobně původní je na okrajích prosvětlených lesů (Cramp & Perrins, 1994).

Upřednostňuje suchá, slunná stanoviště s poměrně bohatou a různorodou vegetací, vyhýbá se hustým lesům, mokřadům a obydleným místům (Cramp & Perrins, 1994). V České republice jde o hojně hnízdící druh a vyskytuje se prakticky na celém území od nížin po alpské pásmo. Nejhojnější je v zemědělské krajině s rozptýlenou vegetací (Šťasný & Hudec, 2011). Svě území mají podél mezí nebo na hranicích mezi lesy, křovinami a otevřeným prostorem (Cramp & Perrins, 1994), k hnízdění si dále vybírají lesní mlaziny a prosvětlené lesy, břehové porosty a rybníční hráze (Šťasný & kol., 2006).

Populační hustota se značně liší podle množství odkryté půdy a zarostlých míst nebo mezí (Cramp & Perrins, 1994). Odhadovaný počet hnízdících párů v České republice v letech 2001-2003 byl 1,8-3,6 milionu (Šťasný & Hudec, 2011).

Hnízdění

Na hnízdiště se ptáci vracejí v únoru až březnu. Hnízdí 2-3krát ročně od dubna do srpna. Tvoří monogamní svazky a ve věku jednoho roku poprvé vyvádějí mláďata. Samice staví hnízdo, na zemi nebo ne příliš vysoko. Zahájit první snůšku může už na začátku dubna. Snáší 3-5 vajec a sama na nich sedí, inkubace trvá 12-14 dní. Až do 6-7 dnů věku mláďate sedí samice v noci na hnízdě. Oba rodiče krmí mláďata a pečují o ně 11-13 dní (Šťasný & Hudec, 2011). Během tohoto období jsou strnadi samotářští a teritoriální, jindy jsou k ostatním druhům lhostejní, jen k potravním konkurentům mohou být agresivní (Cramp & Perrins, 1994).



Obrázek 2 Doba hnízdění strnada obecného ve východních Čechách (n=548)(Šťasný & Hudec, 2011).

Potrava

Živí se téměř jen semeny, především trav, a bezobratlými v období krmení mláďat, které jimi také krmí. Mimo období rozmnožování se krmí v hejnech i s jinými semenožravými ptáky. Potravu hledá na jaře poblíž hnízda, na lesních okrajích a mýtinách, podél mezí a cest a na nově osetých polích, v létě a na podzim na pastvinách, pustínách, strništích a na sklizených polích (Cramp & Perrins, 1994).

Migrace

Strnad je stálý až migrující druh s většinou populace částečně migrující. Během migrace je opatrný, přes den ho lze jen zřídka pozorovat. Obvykle se zdržuje v hejnech i s dalšími pěvci. Hejna začne vytvářet v pozdním létě a jejich velikost je proměnlivá. Zpočátku se sdružují především mladí jedinci, na jaře jako první opouští hejno samci a navštěvují svá budoucí teritoria, celý proces opuštění hejna a usazení se trvá asi 2 měsíce (Cramp & Perrins, 1994).

3.2 Zpěv strnada obecného

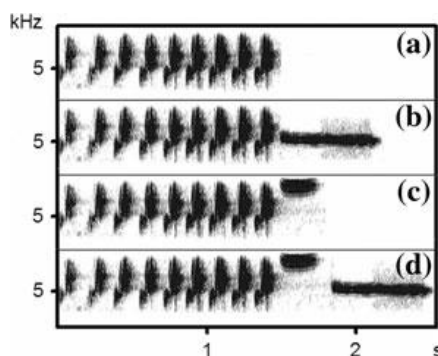
Období zpěvu strnada začíná v brzkém jaře, v závislosti na počasí obvykle v únoru, a trvá do července, srpna nebo déle. V Německu zpívají až do začátku října, zatímco v arktickém Norsku končí už v červenci (Cramp & Perrins, 1994). U nás zpívá vytrvale celé jarní a letní období. Intenzita zpěvu má ale tři výrazné vrcholy: v první polovině března (ve vyšších polohách v první polovině dubna), na přelomu května a června a poslední v červenci (Šťasný & Hudec, 2011). Obvykle zpívá ze stromu či keře, občas na zemi a výjimečně z budovy. S písní nebývá spojen žádný speciální projev (Cramp & Perrins, 1994).

Typická píseň patří mezi dobře zapamatovatelné zvuky. Přepisuje se různě, v angličtině jako „little bit of bread and no cheese“, česky strnad zpívá „kdyby si sedláčku chcíp“ nebo „to nám to sluníčko pěkně svítí“. Píseň se skládá z počáteční a konečné fráze, která se dělí na dvě části (Cramp & Perrins, 1994; Petrusková & kol., 2015). Zpěv začíná poměrně dlouhým, rytmickým lehce cinkajícím opakováním, pokračuje delší jednotkou, obvykle o vyšší frekvenci, po které ihned následuje vyšší, nebo nižší žalostná poznámka (Cramp & Perrins, 1994).

Často strnada zazpívá jen první frázi a konečnou může vynechat celou, proto počáteční sérii můžeme zaměnit za rytmické fráze jiných pěvců, např. strnada cvrčivého (*Emberizia cirulus*)(Cramp & Perrins, 1994). Při studii francouzské populace Gruber & Nagle (2010) zjistili, že zda samec dokončí celou píseň či konečnou fázi vynechá, nezáleží na typu počáteční fráze.

Podle struktury můžeme píseň rozdělit na čtyři možnosti:

- (a) bez konečné fráze, pouze počáteční fráze;
- (b) bez vysoké jednotky, počáteční fráze následovaná nízkou jednotkou;
- (c) bez nízké jednotky, počáteční fráze následovaná jen vysokou jednotkou;
- (d) plná struktura písně, počáteční fráze a dvě jednotky



Obrázek 3 Struktura písně strnada obecného (Gruber & Nagle, 2010).

(Gruber & Nagle, 2010), viz Obrázek 3.

Většina samců používá při zpěvu všechny čtyři možnosti.

Délka zpěvu samozřejmě závisí na struktuře. Krátkou píseň (a) zpívají průměrně 1,4 s, střední (b) 2,11 s a dlouhou (d) 2,55 s. Čas ovlivňují závěrečné jednotky více než jednotlivé slabiky počáteční fráze, protože jsou mnohem delší (Rutkowska-Guz & Osiejuk, 2004)

Ostatní hlasové projevy

Pro kontakt používá „zit“, které se přepisuje i jako „tipp“ nebo „dsipp“. Vyvolává posazený, nebo v letu, ze země se stále rozhlíží. Vysokým „sii“ vyjadřuje silný strach, například kvůli lidem v blízkosti hnízda, nebo při soubojích o území. Když se chystá vzlétnout, vydá 4-5krát „tit“, toto volání opakuje i při letu. Agresivní postoj doprovází drsným a živým „čaa“, či vysokým „ču“ nebo „čii“. Při velké naléhavosti volání rychle opakuje. Samice toužící po páření volá rychle „tititi“, při krmení vydává jemné „čup“. Mláďata volají jemné „zii“ nebo „tsi“, později přidávají rodičovské „tip“. Ve věku 10-11 týdnů jejich série zvuků připomíná zpěv dospělých.

Touto nedostačující písní se na jaře vyjadřují mladí samci, ale brzy se naučí dospělou verzí (Cramp & Perrins, 1994).

3.2.1 Nářečí strnada obecného

Strnad je se svojí jednoduchou písní vhodným druhem pro studium ptačího zpěvu. Navíc jsou různé dialekty dobře odlišitelné, a proto je často modelovým druhem při výzkumu nářečí. Dialekty obecně byly popsány v rámci různých geografických měřítek a pomocí variací vokálních parametrů. Rozdělení dialektů si můžeme představit jako ostrý přechod hlasových charakteristik a jejich stálostí v rámci jednoho nářečí. V dosavadní literatuře o ptačích nářečích našli Podos & Warren (2007) 36 druhů ptáků s písňovým dialektem a 5 s dialektem volání, z toho 37 druhů patří do řádu pěvců (*Passeriformes*) a z nich 18 do čeledi pěnkavovití (*Fringillidae*). U migrujících druhů více než u stálých jsou oblasti nářečí větší a na hranicích dialektů jsou smíšené pěvci. Třetina studovaných druhů (12 z 37) má v repertoáru pouze jeden typ písně.

Prvotní fráze zpěvu

V počáteční frázi se dá opakovaný motiv rozdělit na dvě dílčí jednotky o různých frekvencích, zní pak cinkavě či bzučivě. Celkově u této série může výška vzrůstat nebo méně často klesat. V populaci je asi 50 různých typů první fráze zpěvu podle druhu slabik (Cramp & Perrins, 1994; Petrusková & kol., 2015). Repertoár samce bývá během let stabilní, většinou se skládá z 1 až 4 typů písně (Caro & kol., 2009; Gruber & Nagle, 2010; Hansen, 1984; Petrusková & kol., 2015). Samec zpívá několikrát za sebou jeden typ a pak ho vymění za jiný. Změna nastane spíše během přítomnosti či zpěvu jiného samce, než když zpívá sám, protože sousedící samci se stejným typem písně obvykle nechtějí zpívat současně (Cramp & Perrins, 1994; Petrusková & kol., 2015; Rutkowska-Guz & Osiejuk, 2004).

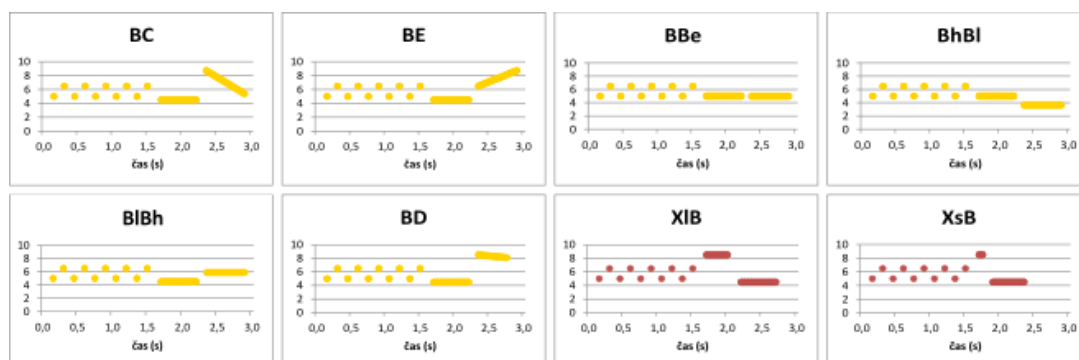
V Polsku studovali populaci strnada s jedním nářečím, typy dále dělili na takzvané varianty písně podle počtu slabik. Rozlišili dokonce 75 typů, z nichž šest mělo dva různé druhy slabik, a 907 variant. Pouze devět typů zpívalo více než deset samců, ostatní zazněly vzácně, 75 % strnadů mělo dva nebo tři typy písně. (Rutkowska-Guz & Osiejuk, 2004).

Konečná fráze zpěvu

Pomocí finální fráze písně se rozlišují dialekty. Podle první jednotky konečné fráze se dělí na dvě základní skupiny X a B, na nářečí „zi ty“ a „ty ziih“. Dialekty ze skupiny B mají první jednotku nízkou a dlouhou, proti tomu ve skupině X začínají finální frází vysokou, spíše krátkou jednotkou (Petrušková & kol., 2015).

Odlíšnost mezi skupinami je jasná, například dialekty BC a BE se nepodobají dialektům XIB a XsB. Dělení skupiny X na dvě nářečí, XIB a XsB, podle délky první jednotky nebylo jednoznačné, nikdo rozlišení statisticky významně nepotvrdil. Až během pokusu ve východním Německu potvrdili, že nářečí jsou odlišná a že dialekt XsB můžeme považovat za samostatný (Wonke & Wallschläger, 2009).

Celkem se dá rozlišit 12 nářečí, z toho šest patří do skupiny B, dva do X a čtyři dialekty jsou smíšené, neboť jejich konečná fráze má dokonce tři jednotky, viz obrázek 4 (Petrušková & kol., 2015).



Obrázek 4 Nářečí strnada obecného.

Samci v lokální populaci spíše dodržují jednu verzi, v hraničních oblastech střídají více, proto je složité vymezit oblast jednotlivých dialektů (Cramp & Perrins, 1994; Petrušková & kol., 2015). Předešlé výzkumy se neshodují v rozšíření a hranicích dvou hlavních skupin nářečí X a B. Starší studie je dělí na sever-jih a novější na východ-západ (Petrušková & kol., 2015). Dva hlavní dialekty rozdělují na východní a západní i Cramp & Perrins (1994), jeden je slyšet v oblasti Baltského moře, v Dánsku, ve Finsku, východní Evropě a severním Německu, druhý zase ve zbytku Německa, ve Francii, v Rakousku, Nizozemsku, Norsku a Británii. Ve Švédsku se dialekty mísí, složitá situace je v mozaice Baltu a dánských ostrovů, kde ptáci

imigrují do oblastí druhého dialektu, a v oblastech překryvu bývají smíšení pěvci (Cramp & Perrins, 1994).

Ve studii shrnující dosavadní poznatky o nářečí strnada obecného Petrusková & kol. (2015) zjistili, že většina dialektů má nespojitý areál a na nejrozsáhlejší ploše zpívají strnadi dialekt BC (Španělsko, Británie i Rusko), dále XIB (Španělsko a Norsko). Dialekty ze skupiny B převažují v jihovýchodní Evropě, nicméně obě skupiny se vyskytují po celé Evropě (Petrusková & kol., 2015).

Význam nářečí - interakce mezi samci

Ptačí zpěv nabízí širokou škálu informací a využívá se hlavně při obraně teritoria či lákání partnera (Giret & kol., 2011). Již se ukázalo, že strnadi využívají písně při posuzování ostatních (Gruber & Nagle, 2010). Střídají se se zpěvem jiného samce nebo ho překrývají, to je jednoduchá strategie při interakci se sokem (Osiejuk & kol., 2004).

Hansen (1984) zjistil, že samci kontaktním a konfliktním voláním odpovídají více při prvním setkání s jiným typem písně a při následných přehráváních reagovali spíše zpěvem. Během pokusu strnadi konfliktně reagovali více na cizí, neznámé než vlastní nebo sousedské dialekty. Gruber & Nagle (2010) zkoumali odezvu 19 samců na přehrávání cizího zpěvu, vždy dvakrát během dvou dnů, a většina strnadů zareagovala. Nejvíce teritoriálních reakcí vyvolala úplná píseň, navíc proti ní vystoupili rychleji a více se přiblížili ke zdroji. Podobný pokus provedli Osiejuk, Ratyńska & Cygan (2004), 13 samcům přehrávali zpěv po jejich písni, tedy střídavě, nebo tak, že překrýval jejich zpěv. Obě možnosti vyvolali v podstatě stejnou odezvu. Jen při střídavém přehrávání se samci více přiblížili a častěji přelétávali, což může být způsobeno snadnější lokalizací cizího strnada.

Vznik dialektů

Je několik hypotéz, které vysvětlují vznik ptačích nářečí. Hypotéza lokální adaptace se zakládá na myšlence, že pokud si samice vybere místního samce, budou mláďata lépe připravená na místní podmínky. Protože zpěv je klíčový při výběru partnera a jeho struktura je chápána jako rozdílnost mezi lokalitami. Tuto lokální adaptaci podporují čtyři teorie. První tvrdí, že se ptáci učí hlasovému projevu před opuštěním svého rodného regionu. Druhá říká, že rozptýlení ptáci mají tendenci usadit se v oblasti se stejným dialektem. Podle třetí mohou nářečí pocházet z genetických

rozdílů jako výsledek asortativního páření. Čtvrtá stojí na samičí preferenci samců s jejich rodným dialektem. Další možností je hypotéza sociální adaptace, která přisuzuje větší důležitost sociálním skupinám než lokalitám. Pokud samec nezpívá místní píseň, je společensky penalizován. Jedna verze říká, že podřízený samec, který lépe napodobí píseň dominantních samců, zvýší své šance na páření a sníží agresivní reakce. Podle druhé je stejný dialekt signálem dlouhodobého osídlení oblasti. Zvláště u koloniálních druhů může být dialekt chápán jako značka kolonie a tím usnadňovat odhalení vetřelců. Hypotéza epifenoménu tvrdí, že dialekty se objevují jako druhotné produkty rozptýlení a vzorů učení, které se vyvíjejí v rámci výběrových tlaků (Podos & Warren, 2007)

3.3 Vliv urbanizace na ptactvo

Růst a rozvoj lidské populace vede k urbanizaci krajiny. Člověk ji přeměňuje pro své potřeby, rozšiřuje města, staví komunikace a také ji zemědělsky využívá, tím dochází k fragmentaci jednotlivých biotopů, jejich ztrátě a k omezení průchodnosti krajiny pro živočichy. (Debinski & Holt, 2000).

Urbanizace se samozřejmě dotýká i ptactva, dochází k poškozování a úbytku také ptačích habitatů. Spolu s urbanizovaným prostředím sice narůstá hustota ptactva, avšak s rozšiřováním sídel roste počet nepůvodních druhů, zvláště těch schopných hnízdit na budovách, roste hnízdní predace a klesá počet druhů hnízdicích na zemi. Pokles počtu ptáků jako reakce na lidské osídlení je spojována se sníženou dostupností stanovišť, sníženou velikostí plošek, sníženou spletností vegetace, se zvětšením okrajových částí, se zvýšeným výskytem nepůvodní vegetace, a zvýšenou predací hnízd (Marzluff, 2001).

Silniční doprava

Součástí urbanizace a významným původcem fragmentace krajiny jsou silniční komunikace. Silniční síť se stále rozrůstá a podílí se na úbytku ptáků. Již známými přímými efekty jsou ztráta habitatů a jejich fragmentace, úmrtnost způsobená vozidly, znečištění a otrava. Nepřímé vlivy, jako jsou hluk, zbytkové světlo, prostorová bariéra a okrajový efekt, mohou mít větší dopad. Zdá se, že silniční úmrtnost a dopravní hluk jsou nejvlivnější (Kociolek & kol., 2011).

Při srážce s vozidlem mnoho ptáků zahyne přímo, ale mohou být pouze zraněni, dále někteří uvíznou na směrových cedulích. Říká se, že dopravní úmrtnost může mít dopad na malé, izolované, poškozené, nebo klesající populace. Za srážky s vozidly nemůže jen samotná silnice, doprava a rychlost jízdy, míru silniční úmrtnosti určují i jiné faktory jako jsou roční doba, okolní stanoviště a jeho struktura nebo způsob využití, či lákavost silnice, která může být zdrojem potravy (Kociolek & Clevenger, 2009).

3.3.1 Vliv hlukového znečištění na ptactvo

Významným zdrojem hluku jsou města a silnice, tedy hlavně doprava. Kromě antropogenního hluku ovlivňuje mnoho živočišných druhů včetně ptáků i osvětlení, stále však pořádně nerozumíme, jaký vliv mají. Například domácí kuřata, která byla vystavená dopravnímu hluku, měla po 20 týdnech nižší váhu a později snášela méně vajec než kontrolní slepice (Kociolek & Clevenger, 2009 ex Abe & Sugawara, 1986). Silniční osvětlení zase může ovlivnit ptačí biorytmy týkající se vývoje, hlasové aktivity, výchovy mláďat, línání nebo migrace (Kociolek & Clevenger, 2009 ex DeMolenaar & kol., 2006). Umělé světlo má vliv například na ranní začátek zpěvu a intenzitu ranního zpěvu budníčka menšího (*Phylloscopus collybita*). V České republice v rámci výzkumu Hloušková (2017) zjistila, že začíná zpívat dříve a intenzivněji na osvětlených lokalitách oproti místům bez světelného a hlukového znečištění.

Silniční síť sice nabízí okraje cest, které mohou být dobrým místem pro hnízdění pěvců travních porostů (Warner, 1992), avšak hluk může některé druhy odradit. Oblast hluku má větší dopad než samotný zábor půdy, protože narušuje mozaiku prostředí a funkce celého stanoviště. Míra degradace prostředí závisí na velikosti komunikace, hustotě provozu, citlivosti živočichů na vliv silnic a na chování během vyhýbání se silnicím (Madadi & kol., 2017). Obecně lze říci, že v otevřené krajině může dopravní hluk ovlivnit prostor na více jak 900 metrů (Kociolek & Clevenger, 2009), to podporuje výzkum v české mozaikové krajině. Potvrdil, že se vzdáleností od dálnice se zvyšuje druhové bohatství ptáků (Musilová, 2009).

Antropogenní hluk může snížit bohatost ptačích druhů. Jak potvrzují porovnávání celkového počtu ptáků i jejich diverzity mezi městskými parky a přírodními lokalitami (Perillo & kol., 2017) nebo v blízkosti dálnice a místech bez dopravního hluku (Rheindt, 2003). S větší hlučností, respektive s blízkostí dálnice, statisticky významně souvisela ztráta ptačích druhů (Perillo & kol., 2017; Rheindt, 2003), směrem k dálnicím se snižuje také bohatost ptačích společenstev (da Silva & kol., 2017). Ptáci se vyhýbají území podél hlučných silnic až do vzdálenosti více než 1000 m od samotné komunikace. Navíc počet zasažených druhů se zvyšuje s rostoucím provozem, pokud na daném úseku projede více jak 30 000 vozidel denně (Kociolek & Clevenger, 2009).

Vliv hluku na hlasovou aktivitu a zpěv ptáků

Pokud je frekvence hluku ve stejném rozsahu jako teritoriální písně, může hluk u pěvců ovlivnit možnosti rozmnožování a rozmístění teritorií (Kociolek & Clevenger, 2009). Ptáci musí přizpůsobit zvukové signály okolí, aby v důsledku splynutí zvuků nebo rušení nedošlo ke ztrátě informace. Otázkou je, jak se s novým lidským hlučným prostředím ptáci vyrovnali. Mají několik způsobů, jak rušení svých signálů zmírnit. Buď změní hlasovou aktivitu a komunikují v době slabšího rušení, což je varianta pro druhy s nižší frekvencí zpěvu, nebo pokud mohou, změní charakteristiky zpěvu, jako jsou frekvence a amplituda (Nemeth & kol., 2013). Mezi druhy ptáků, u kterých byly zkoumány změny v hlasové aktivitě a zpěvu, patří například kos černý, sýkora koňadra a červenka obecná.

Kos černý

Kos černý (*Turdus merula*) se hojně vyskytuje v urbanizovaném prostoru a musí se přizpůsobit. Spolu s hlukem působí na hlasovou aktivitu městských kosů i umělé noční osvětlení. Oba faktory jsou významné, přičemž hluk má výraznější vliv na ptáky. V osvětlených a hlučných městských částech začínají kosi zpívat dříve oproti místům bez osvětlení a rušné dopravy, městským parkům a lesům. Nejdříve zpívají samci na velmi rušných ulicích, celkově jsou ale časy prvních písní v centru města více variabilní (Nordt & Klenke, 2013). Také po západu slunce nejdéle zpívají jedinci na hlučných a zároveň osvětlených, i na pouze osvětlených místech (Vážná, 2015).

Kvůli hluku je znatelný rozdíl ve frekvencích používaných lesními a městskými kosa. U lesních samců je nejvíce částí motivu v rozmezí 1,8 až 1,9 kHz, zatímco u městských mezi 2,2 a 2,3 kHz, lesní kosi celkově častěji používají frekvence pod 2 kHz a městští nad 2,2 kHz. Kosi ve městě upřednostňují ty části písně o vyšší frekvenci, které nejsou překrývané dopravním hlukem. Navíc u městských kosů mají elementy písně s vyšší frekvencí i vyšší amplitudu a prokázala se tedy pozitivní korelace mezi frekvencí a amplitudou (od 2,2kHz). Zajímavá je výhoda větší amplitudy ve městě. I přes městský ruch jsou signály kosů přenášeny na větší vzdálenost, než na jakou komunikují lesní ptáci, to je přínos amplitudy zvětšující se spolu s rostoucí frekvencí (Nemeth & kol., 2013).

Sýkora koňadra

A jak ovlivňuje urbanizované prostředí a jeho hluk sýkoru koňadru (*Parus major*)? Podobně jako kosa. Jasný rozdíl se ukázal mezi lesními a městskými sýkorami. Ve městech mají vyšší minimální frekvenci zpěvu v porovnání jejich dvou a tří notových písní. Samci na hlučnějších lokalitách zpívají výše a méně využívají jednotky s nižší frekvencí, které by městský hluk skryl. Co se týká trvání zpěvu, jsou písně lesních sýkor delší, ptáci ve městech mají kratší i intervaly mezi zpěvy. Překvapivě je významně kratší pouze první jednotka (Slabbekoorn & den Boer-Visser, 2006).

Červenka obecná

Samci červenky obecné (*Erithacus rubecula*) se vzdalují od zdroje hluku (silnic) dle zvyšující se hlučnosti. Při rostoucím hluku mění červenky vlastnosti zpěvu, minimální frekvence písní zvyšují, složitost písní se snižuje, ale doba trvání zpěvu se nemění. Nicméně když byli ptáci experimentálně vystavováni hluku (přehrávání dopravního hluku z reproduktoru), zkracovaly písně spolu se zvyšujícím se hlučností (McLaughlin & Kunc, 2012).

4 Materiál a metodika

4.1 Sběr dat

Ptáme se, jestli hluk z dálnic ovlivňuje ranní začátek zpěvu a dobu trvání zpěvu. Proto byly vybrány lokality s hlukovým znečištěním u dálnic D6, D7 a D8 a bez hlukového znečištění v dostatečné vzdálenosti od dálnice a jiných komunikací. Lokalizace diktafonů pomocí nejbližší obce je v tabulce (viz Tabulka 1) a mapy s vyznačením lokalit v Příloze 1.

Lokality byly vybrány takové, kde byl pozorován zpívající jedinec a do jeho teritoria byl umístěn diktafon. Diktafony současně nahrávaly na místech s hlukovým znečištěním a bez něj. Nahrávky se zpěvem byly pořízeny na diktafony Sony ICD-PX333 a ukládány ve formátu mp3.

Nahrávalo se na jaře, kdy je strnad obecný nejvíce aktivní ve zpěvu, konkrétně od 17. 4. do 30. 5. 2016. Abychom mohli odhalit případný vliv intenzity hluku na zpěv, nahrávalo se vždy bez přerušení dva dny (od sobotního večera do pondělního). Terénní práce vykonal a nahrávky poskytl M. Platil (Platil, 2018).

Datum	17. – 18. 4.	24. – 25. 4.	1. – 2. 5.
Dálnice	D8	D7	D8
Lokality s hlukovým znečištěním	Nová Ves	Brandýsek	Postřižín
Lokality bez hlukového znečištění	Černouček	Slatina	Kopeč
Okres	okr. Litoměřice	okr. Kladno	okr. Mělník
Datum	15. – 16. 5.	22. – 23. 5.	29. – 30. 5.
Dálnice	D7	D6	D6
Lokality s hlukovým znečištěním	Středokluky	Pavlov	Pletený Újezd
Lokality bez hlukového znečištění	Číčovice	Rymář	Velká Dobrá
Okres	okr. Praha-západ	okr. Kladno	okr. Kladno

Tabulka 1 Lokalizace diktafonů dle data a typu lokality.

4.2 Analýza nahrávek

Nahrávky byly analyzovány v prostředí Avisoft SASLab Pro software (Raimund Spetch, Berlin). Pro lepší analýzu a detekci zpěvu byl použit FIR (Time DomainFilter) low-pass filter 2,5kHz, a high-pass filter of 6kHz, filtr který odbourává hluk v pozadí.

Celkem bylo pořízeno 60 nahrávek se zpěvem strnada obecného, každý týden deset, z nich pět na hlučném a pět na tichém místě. Pro zhoršenou kvalitu musely být některé nahrávky vyřazeny. Odstranily se nahrávky se silným deštěm, který znesnadňoval nebo úplně znemožňoval rozpoznání zpěvů. Mírný déšť nesnižoval kvalitu získávání dat a nahrávky s ním bylo možné použít.

Začátek zpěvu

Z nahrávek byly vyříznuty hodinové záznamy, v záznamech před východem (případně po východu) byl zjišťován začátek zpěvu strnada. Čas prvního zpěvu se převedl do počtu minut vzhledem k východu slunce. Například když Slunce vycházelo v 5:07 a první zpěv byl ve 3:57, pak se počátek zpěvu rovná -70.

Délka zpěvu

Abychom odhalili vliv hluku na délku zpěvu strnada, nahrávali jsme u dálnic a v nehlukných místech. Typ lokality byl označen: **h** = hlučná, s hlukovým znečištěním; **t** = tichá, bez hlukového znečištění. Vliv hluku jsme dále testovali rozdělením nahrávek podle dne, **N** = neděle; **P** = pondělí, předpokládali jsme, že lidé více cestují ve všední den než o víkendu.

Hlasová aktivita a s ní i délka zpěvu může záviset na sezóně (týdnu v roce), týdny nahrávání byly proto očíslovány **od 1 do 6**.

Z nahrávek byly vyříznuty hodinové záznamy, a to první a třetí hodina po východu Slunce. Toto rozdělení dle denní doby, **1** = ráno a **3** = dopoledne, představuje rozdíl dopravního hluku a zároveň rozdíl v hlasové aktivitě strnada. Doprava se mezi hodinami může lišit, ráno lidé cestují do práce a dopoledne jezdí pracovně. Časy těchto jízd se ovšem na rozdíl od východu Slunce neposouvají. Rozdělení hodin tak může znamenat spíše různou hlasovou aktivitu ptáků. Zpěv strnada byl zaznamenán na 168 hodinových nahrávkách. Počty nahrávek, které byly použity ke statistickému zpracování, jsou shrnuty v Tabulce 2.

hodina:	NE první hodina po východu	NE třetí hodina po východu	PO první hodina po východu	PO třetí hodina po východu
17. – 18. 4.	10	8	8	8
24. – 25. 4.	10	9	8	9
1. – 2. 5.	9	6	6	6
15. – 16. 5.	8	6	6	8
22. – 23. 5.	9	8	8	5
29. – 30. 5.	4	3	2	4
celkem	50	40	38	40

Tabulka 2 Počty zpracovaných hodinových nahrávek. NE = neděle, PO = pondělí.

První a třetí hodina se posouvala spolu s východem Slunce. Časový posun mezi prvním a posledním dnem nahrávání činil 1 hodinu 3 minuty.

Týden	Datum	Východ Slunce	Začátek 3. hodiny	Týden	Datum	Východ Slunce	Začátek 3. hodiny
1	17. 4.	6:02	9:02	4	15. 5.	5:15 (14)	8:15 (14)
	18. 4.	6:00	9:00		16. 5.	5:13	8:13
2	24. 4.	5:50 (49)	8:50 (49)	5	22. 5.	5:07	8:07
	25. 4.	5:48 (47)	8:48 (47)		23. 5.	5:05	8:05
3	1. 5.	5:36	8:36	6	29. 5.	5:00	8:00
	2. 5.	5:34	8:34		30. 5.	4:59	7:59

Tabulka 3 Tabulka s časy východu Slunce a časy začátku třetí hodiny po východu Slunce každý den nahrávání.

Dále byla určena intenzita provozu prostým spočítáním projetých vozů v dané hodině. Pro zjednodušení se nahrávky rozdělili do skupin **od 0 do 5** podle počtu vozidel. První skupinu tvořily lokality mimo dálnice s nulovým počtem, další skupiny se rozdělily po stovkách takto:

1: 1-100; 2: 101-200; 3: 201-300; 4: 301-400; 5: 401-500.

V každé hodině bylo vybráno až 20 jednotlivých zpěvů, u kterých byl dobře rozpoznatelný začátek a konec. Zpěvy byly označeny a byla změřena doba jejich trvání. Celkem bylo zpracováno 2264 zpěvů (počty zpěvů jsou v Tabulce 4).

Typ lokality	hodina:	první po východu	třetí po východu	součty
s hlukovým znečištěním	neděle	268	172	721
	pondělí	138	143	
bez hlukového znečištění	neděle	526	311	1543
	pondělí	377	329	
	součty	1309	955	2264

Tabulka 4 Počty zpracovaných zpěvů rozdělené podle typu lokality, dne a hodiny.

Dialekt

Pokud měl zpěv všechny tři části, byl určen dialekt (podle Petrusková & kol., 2015).

4.3 Statistické zpracování

Byla použita data z celého období nahrávání. K údajům z první poloviny nahrávání, kterou zpracovala T. Šimová (Šimová, 2018), jsem připojila údaje z druhé poloviny.

Ke statistickému vyhodnocení byl použit volně dostupný software R, konkrétně verze 3.4.2 (2017-09-28) -- „Short Summer“ (R Core Team, 2017).

Začátek zpěvu

Začátek zpěvu byl testován proto, aby byla odhalena případná závislost na typu lokality a na sezóně (týdnu). Na lokalitách zasažených hlukem byl testován vliv dne, tedy rozdíl mezi nedělí s klidnější dopravou a pondělím. Byl použit lineární model (funkce „lm“ programu R), vysvětlovanou proměnnou byl začátek zpěvu a vysvětlujícími proměnnými byly sezóna a typ lokality. Obě vysvětlující proměnné byly kategoriální, sezóna měla 6 hladin (=6 týdnů) a typ lokality měl 2 hladiny (lokality s/bez hlukového znečištění). Procento vysvětlené variability konkrétním modelem bylo vyčísleno pomocí koeficientu determinace (příkaz: `summary(model)` – hodnota: Multiple R-squared). Předpoklady modelů byly ověřeny pomocí diagnostických grafů (příkaz: `plot(model, which=1:4)`).

Délka zpěvu

Pro zjištění závislosti délky jednotlivých zpěvů na typu lokality, hodině, případně na sezóně (týdnu) byl použit lineární model. Do modelu jako vysvětlovaná proměnná vstupovala zprůměrovaná délka zpěvu. Protože každá hodina obsahovala opakovaná pozorování, u několika zpěvů od jednoho strnada byla změřena doba jejich trvání. Kvůli této pseudoreplikaci byly délky zpěvů zprůměrované podle konkrétní lokality, dne, hodiny a týdnu. Procento vysvětlené variability konkrétním modelem bylo vyčísleno pomocí koeficientu determinace. Předpoklady modelů byly ověřeny pomocí diagnostických grafů.

Na lokalitách s hlukovým znečištěním bylo zhodnoceno, zda je délka zpěvu ovlivněna intenzitou provozu stejným způsobem, jak je popsáno výše.

Vliv proměnné byl považován za statisticky průkazný, pokud jeho hodnota pravděpodobnosti byla menší než stanovená hladina významnosti $\alpha=0.05$.

5 Výsledky

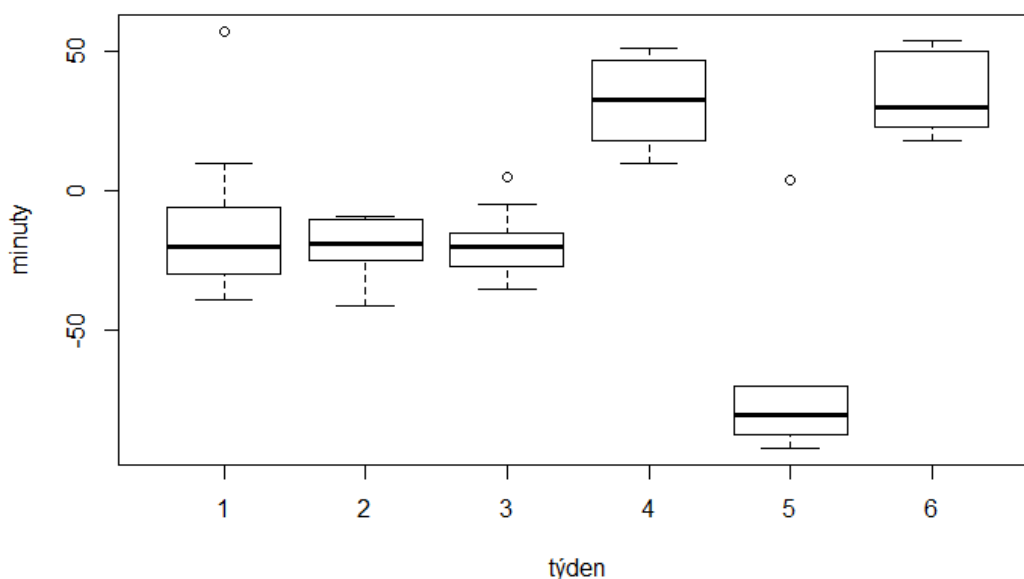
U sledovaného druhu bylo posuzováno ovlivnění začátku zpěvu a doby trvání zpěvu. Výsledky jsou uspořádány podle studované hypotézy.

5.1 Začátek zpěvu

Bylo zjišťováno, zda závisí začátek zpěvu na typu lokality a na sezóně (týdnu). Byl použit lineární model bez interakce „MDL1“. Diagnostika modelu je přijatelná (Příloha 2). V Tabulce 5 vidíme, že začátek zpěvu byl ovlivněn sezónou, a že nezáležel na lokalitě, tedy že dopravní hluk neovlivňoval začátek zpěvu.

začátek zpěvu	hypotéza	výsledek	Anova modelu
model MDL1	Začátek zpěvu nezávisí na typu lokality.	nezamítá	Pr=0.146
	Začátek zpěvu nezávisí na sezóně.	zamítá	Pr<2e-16
lm(minuty~lokality+tyden)			

Tabulka 5 Potvrzení hypotéz z modelu MDL1 pro začátek zpěvu.



Graf 1 Začátek zpěvu v průběhu sezóny. Minuty vzhledem k východu Slunce.

Dále byl testován rozdíl mezi volným a pracovním dnem jen na lokalitách u dálnic. Model „MDL2“, do kterého vstupoval pouze den, vyvrátil závislost začátku na dni (Pr=0,91).

5.2 Délka zpěvu

Bylo zjišťováno, zda doba trvání zpěvu je ovlivněna typem lokality, sezónou, denní dobou (hodina) a v rámci lokalit s hlukovým znečištěním zda se délka zpěvu liší podle intenzity provozu.

Všechny zpěvy z obou typů lokalit

Byl vytvořen lineární model „m1“ s interakcemi. Z modelu „m1“ byli vybrány pouze průkazné členy a z nich byl vytvořen konečný model „m2“. Tento model se skládal z typu lokality, sezóny, denní doby a z interakce mezi typem lokality a hodinou. Použitý model, hypotézy a výsledky jsou shrnuty v Tabulce 6.

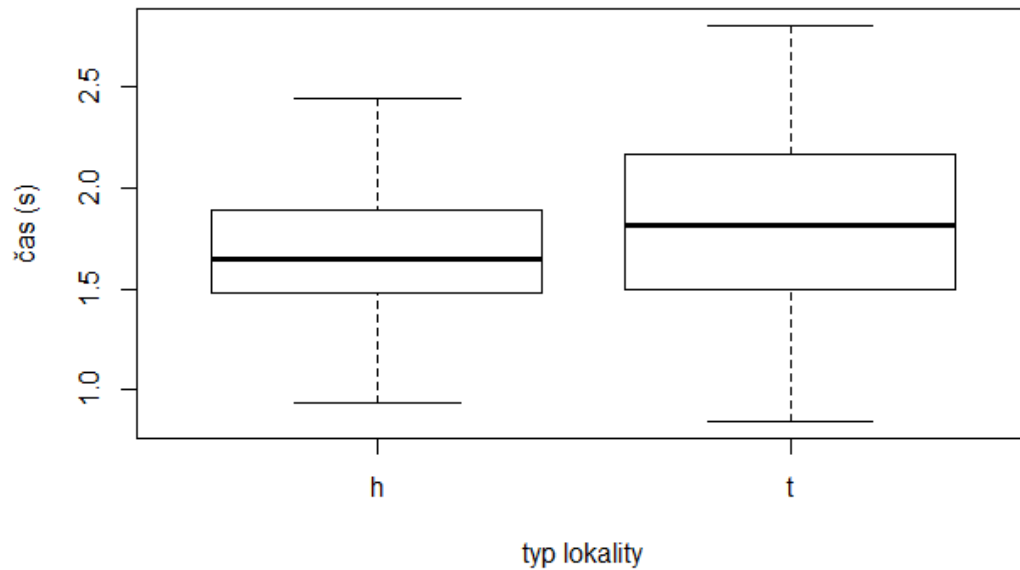
délka zpěvu	hypotéza	výsledek	Anova modelu
model m2	Délka zpěvu nezávisí na typu lokality.	zamítá	Pr=0.0057
	Délka zpěvu nezávisí na sezóně.	zamítá	Pr<2,2e-16
	Délka zpěvu nezávisí na hodině.	zamítá	Pr=0.00099
	Délka zpěvu nezávisí na interakci lokalita:hodina.	zamítá	Pr=0.0267
	lm(delka~lokalita*hodina+tyden)		

Tabulka 6 Potvrzení hypotéz z modelu m2 pro délku zpěvu.

Statisticky průkazný vliv na dobu trvání zpěvu měl typ lokality, sezóna, denní doba (hodina) a interakce mezi lokalitou a denní dobou. Vypadá to, že největší závislost délky zpěvu je na sezóně. Diagnostika modelu vyšla dobře (Příloha 3).

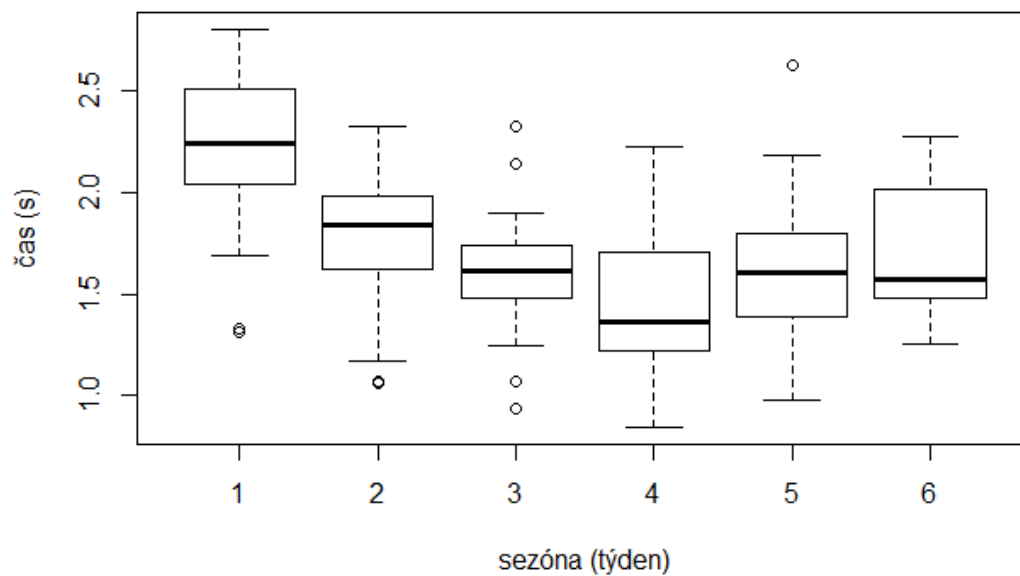
Model vysvětluje 50,44 % celkové variability. Byl propočten podíl jednotlivých členů modelu na procentu vysvětlení, nejvíce variability vysvětluje sezóna, a to 41,23 %.

Na lokalitě bez dopravního hluku byly písňe strnada delší než na lokalitě u dálnice. Jak je nicméně vidět z Grafu 2, tento rozdíl nebyl příliš velký (rozdíl mezi průměrnými hodnotami byl 0,14 s). Tomu odpovídá i relativně nízké procento vysvětlené variability tímto prediktorem (2,4 %).



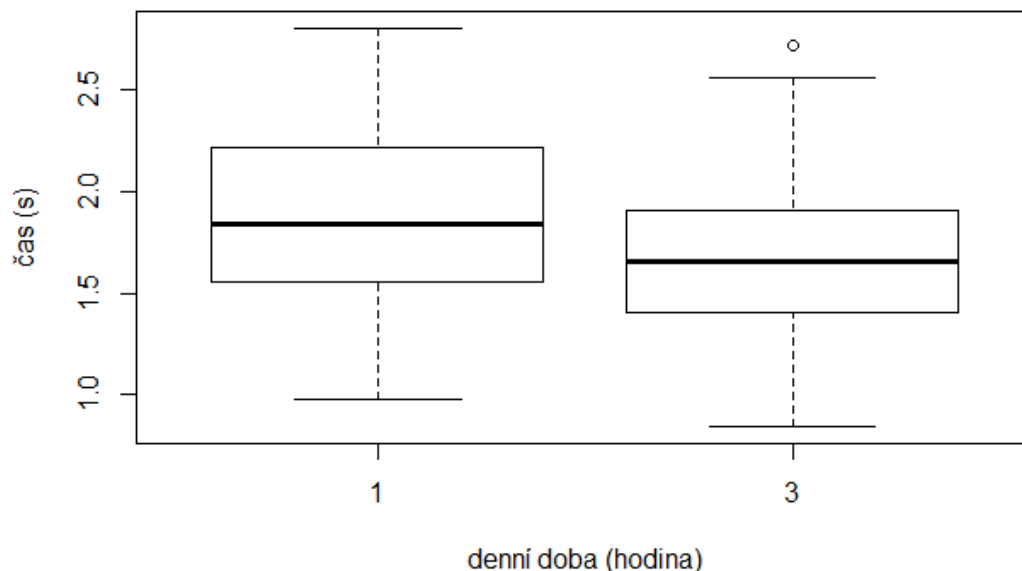
Graf 2 Délka zpěvu dle typu lokality. h = s hlukovým znečištěním; t = bez hluk. znečištění.

V průběhu sezóny se průměrná délka jednoho zpěvu lišila. Až do čtvrtého týdne se zpěvy zkracovaly (od 17. 4. do 16. 5. 2016) a na konci období se mírně prodlužovaly. Už z Grafu 3 jsou vidět rozdíly v délce zpěvu, navíc se tento prediktor nejvýrazněji podílí na vysvětlené variabilitě (41,23 %).



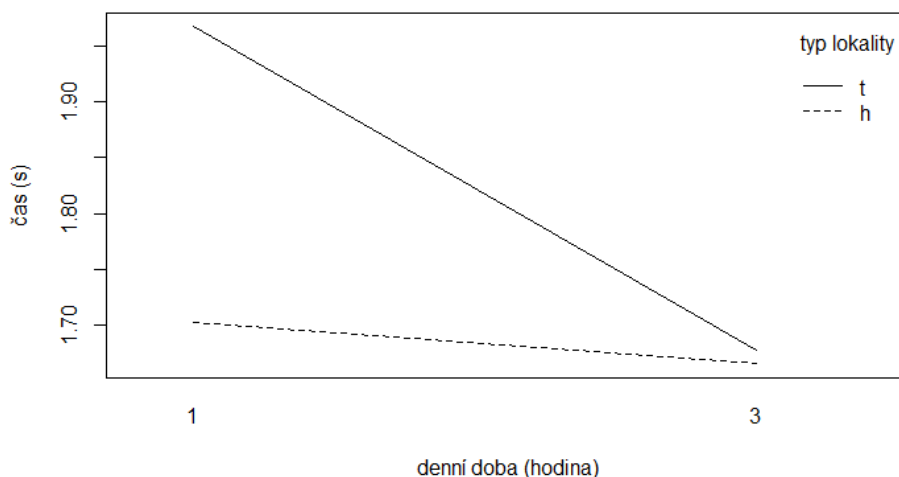
Graf 3 Délka zpěvu v průběhu sezóny.

Rozdíl délky zpěvu mezi hodinami byl o málo výraznější (Graf 4), ale procento vysvětlené variability tímto prediktorem je stále nízké (3,44 %). Ráno v první hodině po východu Slunce zpíval strnad o trochu delší písně než ve třetí hodině (rozdíl mezi průměrnými hodnotami byl 0,13 s).



Graf 4 Délka zpěvu podle denní doby. 1 = první hodina po východu Slunce; 3 = třetí hodina po východu Slunce.

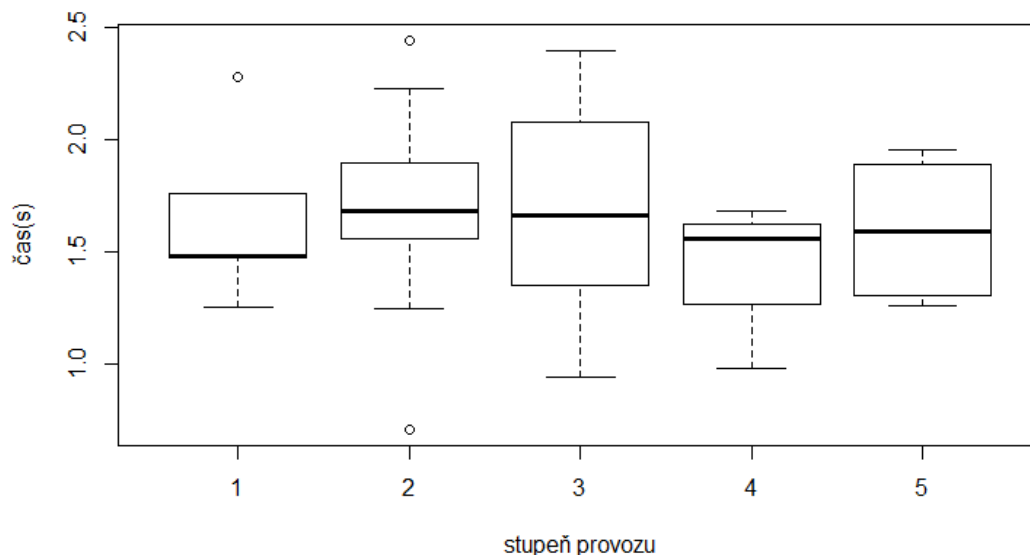
Interakce typu lokality s denní dobou vyšla průkazně. Zdá se, že nejvýraznější rozdíl mezi typy lokalit byl během první hodiny po východu. Nicméně interakce se na procentu vysvětlené variability podílí minimálně (1,53 %).



Graf 5 Délka zpěvu - interakce typu lokality a denní doby. t = lokalita bez hlukového znečištění; h = lokalita s hluk. znečištěním; 1 = první hodina po východu; 3 = třetí hodina po východu.

Lokalita s hlukovým znečištěním

V rámci lokalit u dálnice byl testován vliv intenzity provozu na délku zpěvu. Zjistilo se, že intenzita dopravy neovlivňovala délku zpěvu (model „M“, hodnota $Pr=0.6315$). Jak je vidět i v Grafu 6, se zesilující dopravou nebyly zpěvy kratší.



Graf 6 Délka zpěvu na lokalitách s hlukovým znečištěním podle provozu.

Kompletní tabulky analýzy rozptylu všech modelů jsou umístěny v Příloze 4.

5.3 Dialekt

U vybraných nahrávek (období 15. – 30. 5. 2016) byly zaznamenány čtyři různé dialekty (BhBl, BC, BE, BlBh). Nářečí bylo určeno u 17 samců z 27 nahraných, jejich rozmístění je v Tabulce 7. Dialekt BhBl používalo 13 strnadů. Z nich dva samci použili i dialekt BlBh, ale jen jednou, respektive dvakrát, během nahrávání. Dialekty BC a BE byly zaznamenány vždy jen u dvou jedinců. Počtu samců odpovídá i počet zpěvů daného dialektu. Bylo označeno 72 zpěvů s dialektem BhBl, 13 zpěvů BC a 10 zpěvů BE.

týden	okres	BhBl	BlBh	BC	BE
4	Praha-západ	3	0	2	0
5	Kladno	5	(2)	0	2
6	Kladno	5	0	0	0
součet:		13	(2)	2	2

Tabulka 7 Počet strnadů s daným dialektem rozdělených podle týdne nahrávání.

6 Diskuse

6.1 Začátek zpěvu

Analýza neprokázala rozdíl v začátku zpěvu mezi lokalitami s hlukovým znečištěním a bez něj. Signifikantně se naopak měnil začátek zpěvu v průběhu sezóny. Na lokalitách s hlukovým znečištěním nebyl prokázán rozdíl v začátku mezi dnem s klidnější dopravou (nedělí) a větším provozem (pondělím).

V podstatě všechny práce, které se zabývaly vlivem hlukového a světelného znečištění na počátek zpěvu vybraných druhů ptáků, vznikly v městském prostředí. Nejčastějším takto studovaným druhem je kos černý (*Turdus merula*)(da Silva & kol., 2014; da Silva & kol., 2015; Nordt & Klenke, 2013).

Hluk a osvětlení

Práce zkoumající začátek zpěvu se zaměřily i na vliv světelného znečištění a jeho kombinaci s hlukovým. Kosové v německém městě Leipzig začínali zpívat dříve se zvyšujícím se dopravním hlukem a zároveň s umělým osvětlením. Navíc v hlučném městském centru byly začátky zpěvu různorodé, zatímco v klidných městských parcích a lesích byly začátky vyrovnané (Nordt & Klenke, 2013).

V jižním Německu u šesti druhů evropských ptáků (červenka obecná, kos černý, drozd zpěvný, sýkora koňadra, sýkora modřinka a pěnkava obecná) studovali jak hluk, umělé osvětlení a datum ovlivňují začátek a konec zpěvu (da Silva & kol., 2014), respektive pravděpodobnost zpěvu během svítání a soumraku (da Silva & kol., 2015). V roce 2014 se vliv hluku nepotvrdil stejně jako v mém případě, ale pět druhů reagovalo na noční umělé osvětlení tím, že ráno začínaly zpívat dříve. Dále nebyl potvrzen ani rozdíl v začátku zpěvu mezi pracovním a volným dnem stejně jako u českých strnadů kolem dálnic (da Silva & kol., 2014). V zimě 2015 byla na osvětlených lokalitách větší pravděpodobnost zpěvu během svítání u tří druhů včetně kosa, u pěnkavy noční umělé světlo nehrálo roli (da Silva & kol., 2015).

V Los Angeles zkoumali zpěv během svítání obšírněji pomocí mnoha faktorů městského prostředí. Výsledky této studie jsou ale opačné. Největší efekt na zpěv sice měly hladiny osvětlení a po nich hladiny hluku, ovšem nejdříve ptáci zpívali na méně osvětlených lokalitách. Na více osvětlených lokalitách dále záleželo na hladině hluku během začátku zpěvu tak, že na místech s nižší hladinou hluku začínali ptáci zpívat dříve (Lee & kol., 2017).

Začátek zpěvu u strnada obecného ani jiných druhů z čeledi strnadovitých nebyl studován. Navíc nejsou práce, které by posuzovaly posuny začátku zpěvu u ptáků hnízdících v blízkosti dálnic, proto nemám s čím srovnat své výsledky. U dálnic je především hlukové znečištění a světelné působí omezeně a rozhodně ne permanentně, proto nemusí být v případě strnada takový rozdíl mezi typy lokalit.

Průběh sezóny

Změnami začátku zpěvu v průběhu sezóny se zabýval da Silva & kol. (2014). Ptáci začínali zpívat nejdříve v období, kdy začíná jejich snášení vajec, a celkově během sezóny začínali zpívat dříve. Začátky zpěvu našich strnadů v průběhu sezóny neměly jasný trend (strana 19, Graf 1). V první polovině nahrávání začínali zpívat zhruba ve stejnou dobu před východem Slunce, poté se časy prvního zpěvu dosti lišily, ve čtvrtém a šestém týdnu byly až po východu a pouze v pátém týdnu výrazně dříve.

Jedním z vysvětlení je souvislost začátku zpěvu se snášením vajec. Strnadi u nás mívají první snůšku na začátku dubna, inkubují až 14 dní a hnízdí péče trvá až 13 dní. V době péče o mláďata, může už samice sedět na druhé snůšce (Šťasný & Hudec, 2011). Je možné, že čtvrtý týden nahrávání, ve kterém byly pozdější začátky, spadal do období krmení mláďat, do kterého se samci významně zapojují. Naopak pátý týden mohl spadat do období další snůšky, kdy je předpoklad, že naopak bude zpívat podstatně dříve.

Rozdíly v začátcích mohou být následkem změn počasí, které do analýzy nebyly zahrnuty. Některé druhy totiž málo kdy zpívají během deště (da Silva & kol., 2015) a svůj ranní zpěv odsouvají (da Silva & kol., 2014), strnad možná ve čtvrtém a šestém týdnu nezpíval brzy ráno právě kvůli dešti.

Při dalším studiu počátku zpěvu by možná bylo lepší nahrávat méně samců po celou dobu, než každý týden měnit místo. Dále bych doporučila spolu s nahráváním sledovat průběh hnízdění a zachytit už začátek sezóny, kdy strnadi zpívají nejaktivněji.

Připustila bych chybu ve druhé části nahrávání, mohlo se stát, že tyto začátky byly všechny výrazně dříve. Čas prvního zpěvu jsem zjišťovala poslechem a vizualizací nahrávky hodinu před východem Slunce. Pokud byl zaznamenán první zpěv hned na začátku nahrávky (do 2 minut po východu), prohlédla jsem předcházející nahrávku a tam, zaznamenala první zpěv. Jestliže nebyl zaznamenán zpěv hned na začátku nahrávky, nebo strnad nezpíval celou nahrávku (hodinu před východem), předpokládala jsem, že dříve nezpíval a první zpěv byl nalezen až v nahrávce následující (po východu). Kvůli mému předpokladu jsem brzké zpěvy více jak hodinu před východem nemohla odhalit.

6.2 Délka zpěvu

Na dobu trvání jednoho zpěvu měl vliv typ lokality – s hlukovým znečištěním a bez hlukového znečištění, také denní doba – první hodina a třetí hodina po východu Slunce, a interakce mezi typem lokality a denní dobou. Rozdíly v délce zpěvu byly hlavně v průběhu sezóny – šest týdnů nahrávání.

Typ lokality

Průměrná doba trvání zpěvu na lokalitách bez hlukového znečištění byla delší než na lokalitách u dálnic (průměry se lišily o 0,14 s). Tento rozdíl sice vyšel jako statisticky významný, ale není příliš velký.

Málo prací se zabývá délkou zpěvu v tomto kontextu. Například během studie sýkory koňadry v západní Evropě odhalili jasný rozdíl v délce zpěvu mezi městskými a lesními jedinci, i v tomto případě se lokality lišily přítomností umělého hluku. Sýkory ve městech zkracovaly první jednotku písně a celé zpěvy tím byly kratší (Slabbekoorn & den Boer-Visser, 2006).

Statisticky průkazně byla vyhodnocena interakce mezi typem lokality a denní dobou. Během první hodiny po východu se délka zpěvu lišila mezi lokalitou s dopravním hlukem a bez něj, na klidných lokalitách byly zpěvy výrazně delší. Během třetí hodiny se už délka zpěvu mezi typy lokalit téměř nelišila (viz strana 22, Graf 5).

Denní doba

Porovnáme-li délku jednotlivých zpěvů mezi hodinami, tak v první hodině po východu Slunce byly zpěvy delší než ve třetí (průměry se lišily o 0,13 s). I v tomto případě vyšel malý rozdíl statisticky významně.

Zajímavé jsou výsledky interakce denní doby s typem lokality. Podle nich se délka zpěvu výrazně liší mezi hodinami na lokalitách bez hlukového znečištění, což může být způsobeno aktivitou pěvců, kteří obecně nejvíce zpívají právě ráno. Naopak na lokalitách s hlukovým znečištěním je rozdíl nepatrný. To může znamenat, že dopravní hluk ovlivňuje hlasovou aktivitu strnada tak, že ráno jsou zpěvy stejně krátké jako dopoledne. Protože se rozdíly mezi hodinami lišily podle typu lokality, mohla mít denní doba jen malý podíl na vysvětlené variabilitě (3,44 %), přestože na lokalitách bez hluku je rozdíl výrazný.

Průběh sezóny

V průběhu sezóny se průkazně lišila délka zpěvu strnada, to platí pro všechny zpěvy dohromady bez ohledu na typ lokality nebo denní dobu. Navíc se proměnná sezóna nejvíce podílela na vysvětlené variabilitě (41,23 %). Od prvního do čtvrtého týdne nahrávání (17. 4. – 16. 5.) se délka postupně zkracovala, poté se téměř neměnila, dokonce se mírně prodlužovala (viz strana 21, Graf 3).

Výsledky mohou souviset se změnami hlasové aktivity strnada obecného v průběhu roku, která má tři vrcholy. První spadá na začátek března a druhý na přelom května a června (Šťasný & Hudec, 2011). S těmito vrcholy v podstatě souhlasí naše výsledky. Od začátku nahrávání se zpěvy zkracují a na konci května se mírně prodlužují, jelikož se blíží vrchol hlasové aktivity.

Je možné, že jak s posunem východu Slunce docházelo k posunu analyzovaných hodin, tak nahrávky pokryly nejhustší dopravu právě ve čtvrtém týdnu. V tomto týdnu jsem měřila zpěv od 5:15 do 6:15 a od 8:15 do 9:15., kdy lze předpokládat silný provoz. Zpěvy se tak mohli zkracovat v důsledku zesilující dopravy.

Intenzita provozu

Prokázala jsem, že byl rozdíl v délce zpěvu mezi lokalitami s hlukovým znečištěním a bez něj. Proto jsem se zaměřila pouze na lokality u dálnic a testovala vliv intenzity dopravy, kterou jsem považovala za míru hlučnosti. Intenzitu provozu jsem tedy vyjádřila počtem projíždějících vozů a rozdělila do pěti skupin. Předpokládala jsem, že se zvyšující se intenzitou dopravy budou strnadi zkracovat zpěvy, ale analýza nepotvrdila její vliv na délku zpěvu a všechny zpěvy byly zhruba stejně dlouhé (viz strana 23, Graf 6). Strnadům tedy možná vadí hluk, ale jeho intenzita už nehraje takovou roli.

K podobným výsledkům došli McLaughlin & Kunc (2012), kteří studovali vliv hlukového znečištění na zpěv červenky obecné (*Erithacus rubecula*). Prokázali, že na vyšší intenzitu hluku sledovaní jedinci nereagovali zkrácením zpěvu. Poté červenky podrobili experimentu, pouštěli jim z reproduktoru namíchaný umělý hluk o dvou hlasitostech. V tomto případě už na intenzitě hluku záleželo a s vyšší intenzitou červenky spíše zkrátily své zpěvy a opustily okolí reproduktoru (McLaughlin & Kunc, 2012). Zdá se, že červenky nepřizpůsobovaly zpěv intenzitě hluku, kterému byly běžně vystaveny, ale u přehrávaného, cizího hluku už na intenzitu reagovaly. Podobně strnadi reagovali na přítomnost dopravního hluku, ale jeho intenzita délku zpěvu neovlivňovala.

Warrington & kol. (2018) se zabývali příbuzným druhem, strnadcem skvrnitým (*Passerculus sandwichensis*), který je hojně rozšířen v Kanadě. O něm je známo, že má plastickou strukturu písně a upravuje píseň nebo její části v přítomnosti průmyslového hluku. Největší efekt mělo nejhlasitější zařízení a každá část písně se měnila v přítomnosti hluku jiného zařízení (frekvence, tón, délka části). Záleželo na tom, jak moc frekvence daného hluku překrývaly části písně.

6.3 Dialekt

Mnou zaznamenané dialekty (BhBl, BIBh, BC, BE), severozápadně od Prahy, se shodují s dialekty, které uvádějí Petrusková & kol. (2015) pro území České republiky. V mých nahrávkách se neobjevilo akorát nářečí XIB a nejvíce strnadi používali dialekt BhBl. Dialekt se nepodařilo určit u všech samců (17 z 27), protože všichni nezpívali kompletní píseň a velký hluk mohl konec zpěvu zakrýt, proto jsem nezjistila reálné zastoupení konkrétních dialektů.

7 Závěr

Tato práce se zabývala studiem hlasové aktivity strnada obecného v okolí dálnic, hlavním cílem bylo odhalení vlivu dopravního hluku. Nahrával se začátek zpěvu a měřila se délka zpěvu v první a třetí hodině po východu Slunce, šestkrát v neděli a pondělí kolem středočeských dálnic a na kontrolních lokalitách.

V případě začátku zpěvu se nepotvrdil vliv dopravního hluku, pouze se ukázalo, že čas prvního zpěvu se měnil v průběhu sezóny. Délka zpěvu závisela na typu lokality, denní době a na průběhu sezóny. Strnad na hluk reagoval mírným zkrácením zpěvů. Dále zkracoval zpěvy během třetí hodiny po východu, kdy nejspíše utlumuje svoji hlasovou aktivitu a navíc bývá hustší doprava. Nepotvrdil se vliv zvyšující se intenzity dopravy, nezáleželo na tom, zda za hodinu projelo po dálnici 120 nebo 420 vozů, a délka zpěvu se dle provozu nelišila. Zdá se, že délka zpěvu nejvíce závisí na průběhu sezóny. Během období nahrávání strnadi nezkracovali zpěvy stále. Klesající trend byl pouze do čtvrtého týdne, tedy od 17. 4. do 16. 5.

Strnada obecného na základě své práce považuji za přizpůsobivý druh a zároveň i celkem odolný druh vůči hluku. Na lokalitách s hlukovým znečištěním sice mírně uzpůsobuje svůj zpěv, ale hustší doprava ho už více neruší.

Stále je třeba prohlubovat poznatky o tom, jak hluk ovlivňuje ptactvo a organismy obecně. S nárůstem hlukového a světelného znečištění se zvyšuje i jejich dopad na ptáky a jejich komunikaci. V dalším studiu by bylo dobré podívat se i na jiné faktory, které nebyly předmětem mého zkoumání. Například vliv počasí, přítomnost jiných ptačích druhů, nebo hnízdní hustota by stály za pozornost.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Caro, S. P., Keulen, C. & Poncin, P. (2009). Song Repertoires in a Western European Population of Yellowhammers *Emberiza citrinella*. *Acta Ornithologica*, 44(1). P. 9–16.

Cramp, S. & Perrins, C. M. (eds.)(1994). *The Birds of the Western Palearctic Vol 9: Buntings and New World Warblers*. Oxford University Press.

da Silva, A., Samplonius, J. M., Schlicht, E., Valcu, M. & Kempenaers, B. (2014). Artificial night lighting rather than traffic noise affects the daily timing of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Behavioral Ecology*, 25(5). P. 1037–1047.

da Silva, A., Valcu, M. & Kempenaers, B. (2015). Light pollution alters the phenology of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1667). P. 20140126–20140126.

da Silva, V. P., Deffaci, A. C., Hartmann, M. T. & Hartmann, P. A. (2017). Birds around the road: Effects of a road on a savannah bird community in southern Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 28. P. 119–128.

Debinski, D. M. & Holt, R. D. (2000). A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*, 14(2). P. 342–355.

Giret, N., Nitsch, A. & Nagle, L. (2011). Phonological-dependent territorial responses in yellowhammers (*Emberiza citrinella*). *Behavioural Processes*, 88(2). P. 67–71.

Gruber, T., & Nagle, L. (2010). Territorial reactions of male Yellowhammers (*Emberiza citrinella*) toward a specific song structure. *Journal of Ornithology*, 151(3). P. 645–654.

Hansen, P. (1984). Stranger Song Discrimination in Territorial Yellowhammer *Emberiza citrinella* Males , and a Comparison with Responses to Own and Alien Song Dialects. *Ornis Scandinavica (Scandinavian Journal of Ornithology)*, 15(4). P. 240–247.

- Hloušková, B. (2017). Vliv světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu budníčka menšího (*Phylloscopus collybita*). Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“.
Dep. SIC ČZU v Praze.
- Kociolek, A. V. & Clevenger, A. P. (2009). Effects of Paved Roads on Birds: A Literature Review and Recommendations for the Yellowstone to Yukon Ecoregion. Western Transportation Institute, 1–35.
- Kociolek, A. V., Clevenger, A. P., Clair, C. C. S. & Proppe, D. S. (2011). Effects of Road Networks on Bird Populations. *Conservation Biology*, 25(2). P. 241–249.
- Lee, J. G. H., MacGregor-Fors, I. & Yeh, P. J. (2017). Sunrise in the city: disentangling drivers of the avian dawn chorus onset in urban greenspaces. *Journal of Avian Biology*, 48(7). P. 955–964.
- Madadi, H., Moradi, H., Soffianian, A., Salmanmahiny, A., Senn, J. & Geneletti, D. (2017). Degradation of natural habitats by roads: Comparing land-take and noise effect zone. *Environmental Impact Assessment Review*, 65(October 2016). P. 147–155.
- Marzluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. P. 19–47).
- McLaughlin, K. E. & Kunc, H. P. (2012). Experimentally increased noise levels change spatial and singing behaviour. *Biology Letters*.
- Musilová, E. (2009). Vliv dálnice na ptačí společenstva. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“.
Dep. SIC ČZU v Praze.
- Nemeth, E., Pieretti, N., Zollinger, S. A., Geberzahn, N., Partecke, J., Miranda, A. C. & Brumm, H. (2013). Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1754). P. 20122798–20122798.
- Nordt, A. & Klenke, R. (2013). Sleepless in Town - Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. *PLoS ONE*, 8(8). P. 1–10.

- Osiejuk, T. S., Ratyńska, K. & Cygan, J. P. (2004). Signal value of alternating and overlapping singing in the Yellowhammer *Emberiza citrinella*. *Journal of Ethology*, 22(1). P. 55–61.
- Perillo, A., Mazzoni, L. G., Passos, L. F., Goulart, V. D. L. R., Duca, C. & Young, R. J. (2017). Anthropogenic noise reduces bird species richness and diversity in urban parks. *Ibis*, 159(3). P. 638–646.
- Petrusková, T., Diblíková, L., Pipek, P., Frauendorf, E., Procházka, P. & Petrušek, A. (2015). A review of the distribution of Yellowhammer (*Emberiza citrinella*) dialects in Europe reveals the lack of a clear macrogeographic pattern. *Journal of Ornithology*, 156(1). P. 263–273.
- Platil, M. (2018). Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- Podos, J. & Warren, P. S. (2007). The Evolution of Geographic Variation in Birdsong. *Advances in the Study of Behavior*, 37(7). P. 403–458.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL <https://www.R-project.org/>.
- Rheindt, F. E. (2003). The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *J. Ornithol.*, 144(3). P. 295–306.
- Rutkowska-Guz, J. M. & Osiejuk, T. S. (2004). Song structure and variation in yellowhammers *Emberiza citrinella* from western Poland. *Polish Journal of Ecology*, 52(3). P. 333–345.
- Slabbekoorn, H. & den Boer-Visser, A. (2006). Cities Change the Songs of Birds. *Current Biology*, 16(23). P. 2326–2331.
- Šimová, T. (2018). Hlasová aktivita strnada obecného v blízkosti dálnic. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- Šťasný, K. & Hudec, K. (2011). Fauna ČR Ptáci 3/II. Academia, Praha.

Šťastný, K., Bejček, V. & Hudec, K. (2006). Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 - 2003. Aventinum.

Vážná, P. (2015). Posouzení vlivu světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*). Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Warner, R. E. (1992). Nest ecology of grassland passerines on road rights-of-way in central Illinois. *Biological Conservation*, 59(1). P. 1–7.

Warrington, M. H., Curry, C. M., Antze, B. & Koper, N. (2018). Noise from four types of extractive energy infrastructure affects song features of Savannah Sparrows. *The Condor*, 120(1). P. 1–15.

Wonke, G. & Wallschläger, D. (2009). Song dialects in the yellowhammer *Emberiza citrinella*: Bioacoustic variation between and within dialects. *Journal of Ornithology*, 150(1). P. 117–126.

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Strnad obecný (samec)

(<https://www.biolib.cz/cz/formsearch/?action=execute&searcharea=2&string=strnad+obecn%C3%BD>)

Obrázek 2 Doba hnízdění strnada obecného ve východních Čechách (n=548) (Šťastný & Hudec, 2011).

Obrázek 3 Struktura písňe strnada obecného (Gruber & Nagle, 2010).

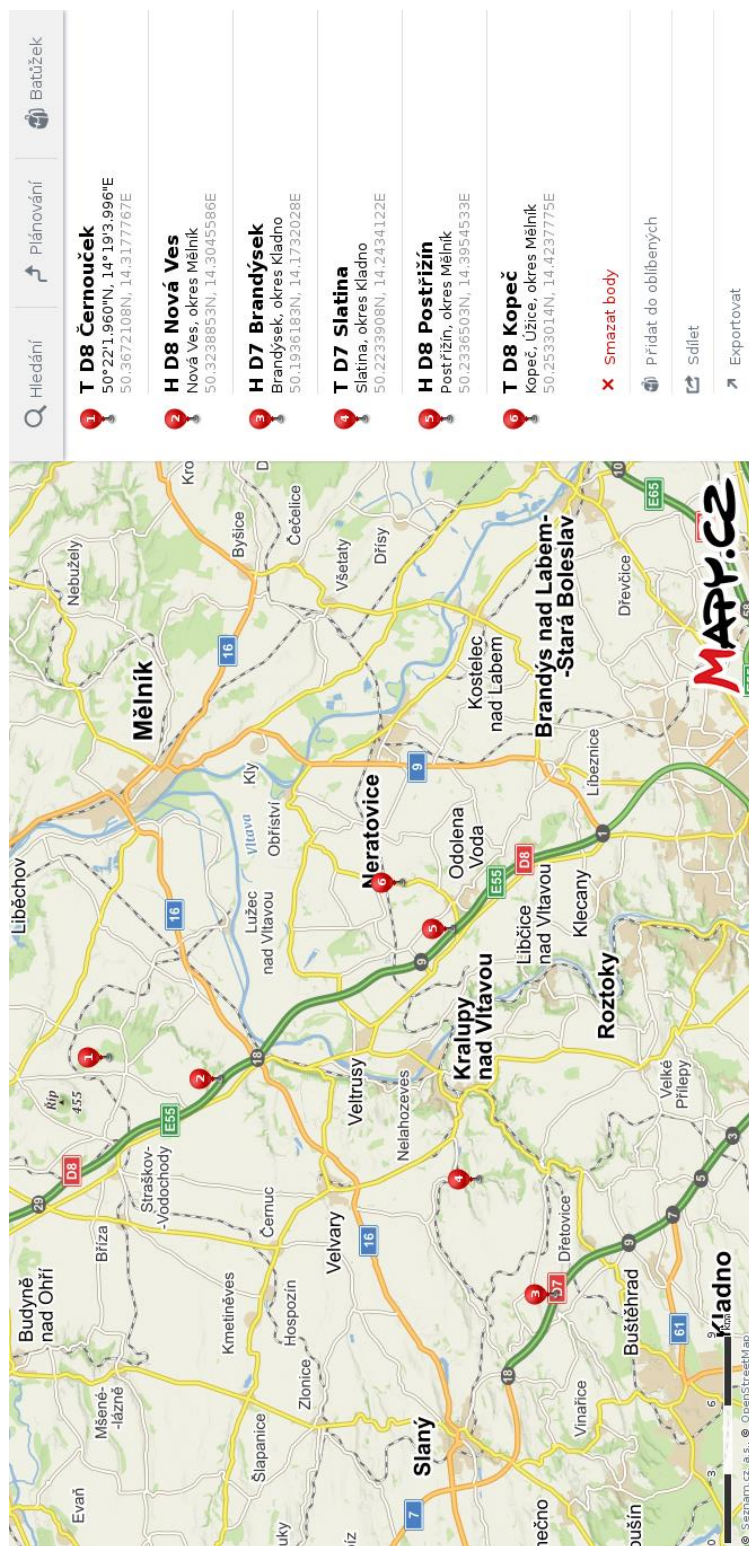
Obrázek 4 Nářečí strnada obecného (http://www.strnadi.cz/o_strnadovi).

9 Přílohy

Příloha 1

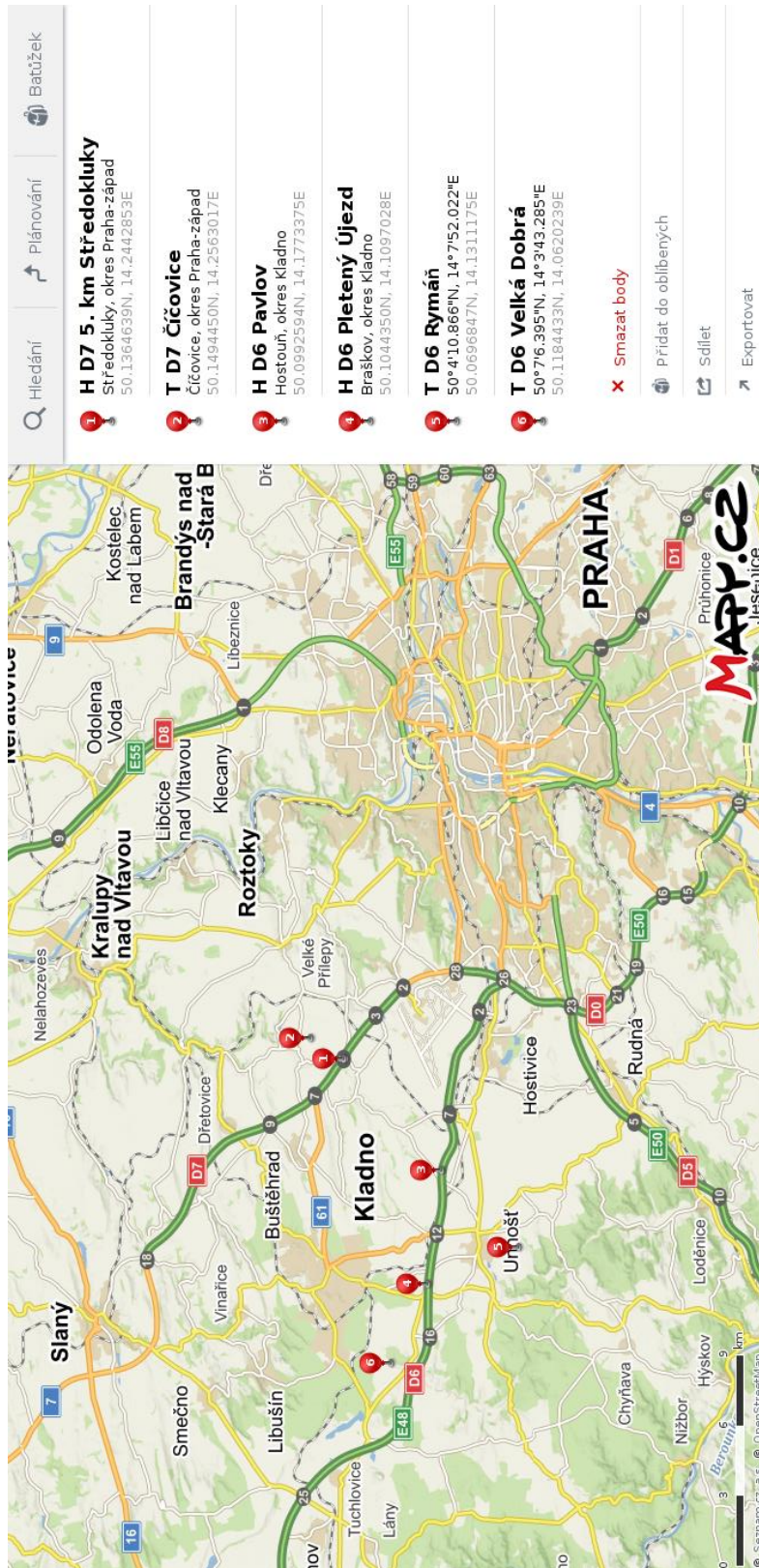
Mapa s vyznačením lokalit v první části nahrávání (17. 4. – 2. 5.)

(www.mapy.cz, upravila Pešoutová, 2018).



Mapa s vyznačením lokalit v druhé části nahrávání (15. – 30. 5.)

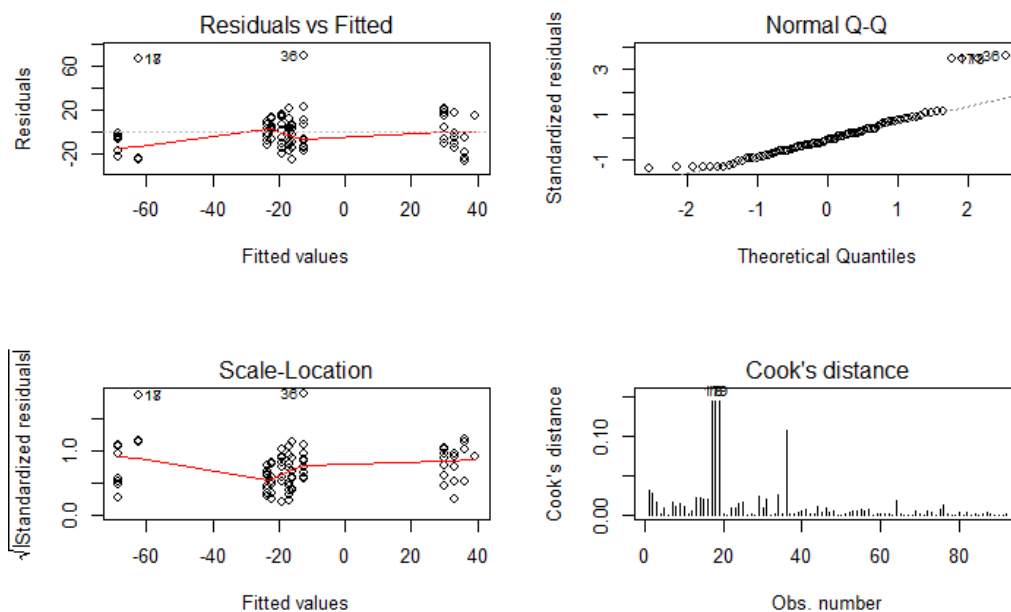
(www.mapy.cz, upravila Pešoutová, 2018).



Příloha 2

Model MDL1 pro začátek zpěvu – diagnostické grafy.

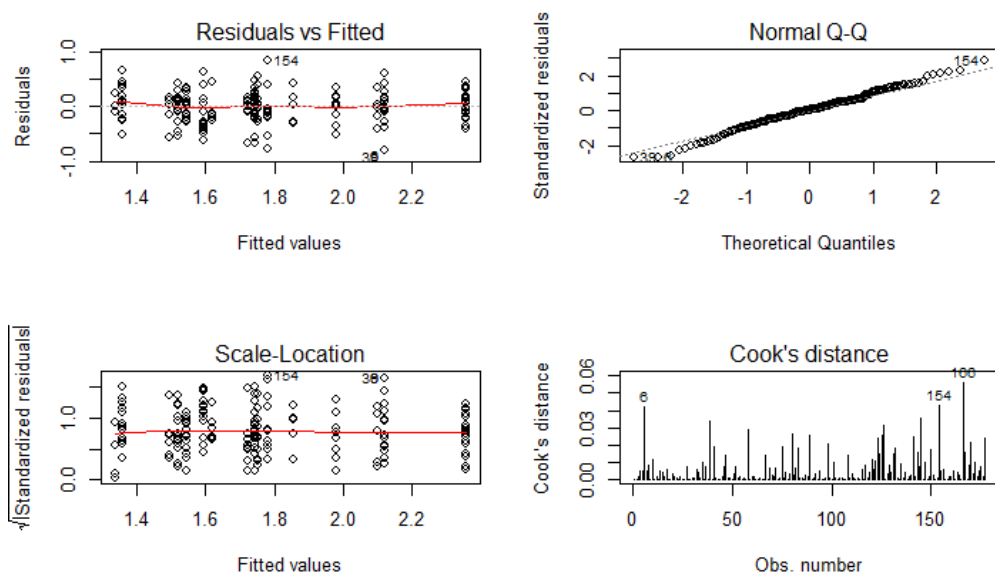
Model je dobrý. Diagnostika je přijatelná i přes několik odskočených bodů u vyhodnocení normality, protože analýza variance není příliš citlivá na porušení normality dat.



Příloha 3

Model „m2“ pro délku zpěvu – diagnostické grafy.

Model je dobrý, diagnostika je přijatelná, předpoklad normality dat je splněn.



Příloha 4

Tabulky analýzy rozptylu

Začátek zpěvu – model „MDL1“

Anova Table (Type II tests)

Response: minuty

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
tyden	84152	5	42.5008	<2e-16	***
lokalita	853	1	2.1532	0.146	
Residuals	33660	85			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Začátek zpěvu, lokality s hlukovým znečištěním – model „MDL2“

Anova Table (Type II tests)

Response: minuty

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
den	15	1	0.0138	0.9071
Residuals	40403	38		

Délka zpěvu – model „m1“

Anova Table (Type II tests)

Response: delka

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
lokalita	0.5280	1	5.3224	0.022622	*
tyden	12.0229	5	24.2399	< 2.2e-16	***
hodina	0.7953	1	8.0176	0.005364	**
den	0.0499	1	0.5031	0.479396	
lokalita:tyden	0.4519	5	0.9112	0.475957	
lokalita:hodina	0.4023	1	4.0557	0.046071	*
tyden:hodina	0.2333	5	0.4704	0.797774	
lokalita:den	0.1863	1	1.8784	0.172861	
tyden:den	0.2116	5	0.4266	0.829455	
hodina:den	0.0233	1	0.2349	0.628759	
lokalita:tyden:hodina	0.5817	5	1.1727	0.326028	
lokalita:tyden:den	0.4768	5	0.9613	0.444056	
lokalita:hodina:den	0.1856	1	1.8710	0.173706	
tyden:hodina:den	0.3263	5	0.6578	0.656080	
lokalita:tyden:hodina:den	0.0920	3	0.3090	0.818847	
Residuals	12.9951	131			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Délka zpěvu – model „m2“

Anova Table (Type II tests)

Response: delka

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
lokalita	0.7279	1	7.8380	0.0057151	**
hodina	1.0430	1	11.2311	0.0009936	***
tyden	12.5123	5	26.9455	< 2.2e-16	***
lokalita:hodina	0.4640	1	4.9962	0.0267212	*
Residuals	15.6023	168			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Délka zpěvu na lokalitách u dálnic – model „M“

Anova Table (Type II tests)

Response: delka

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
auta2	0.3210	4	0.6466	0.6315
Residuals	7.4459	60		