

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



VLIV SVĚTELNÉHO A HLUKOVÉHO ZNEČIŠTĚNÍ NA
HLASOVOU AKTIVITU KOSA ČERNÉHO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Hodačová

Autor: Tereza Štolba

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce:	Tereza Štolba
Studijní program:	Environmentální vědy
Obor:	Aplikovaná ekologie
Vedoucí práce:	Ing. Lenka Hodačová
Garantující pracoviště:	Fakulta životního prostředí
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Vliv světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (<i>Turdus merula</i>)
Název anglicky:	The impact of noise and light pollution on voice activity of Blackbird (<i>Turdus merula</i>)
Cíle práce:	Posouzení vlivu světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (<i>Turdus merula</i>). Hlavním posuzovaným parametrem zpěvu bude jeho průběh v ranních hodinách při východu slunce a ve večerních hodinách při západu slunce. Dále se bude posuzovat také noční aktivita jedinců.
Metodika:	Výzkum bude probíhat na 4 typech lokalit (se světelným znečištěním, s hlukovým znečištěním, s oběma antropogenními faktory a bez rušivých vlivů) v Praze a jejím okolí. V každé lokalitě budou umístěny diktafony do teritoria jedinců a nahrávání bude probíhat na všech typech lokalit najednou. Nahrávat se bude od začátku března do konce května za příznivého počasí (bez silného větru a bouřek). Diktafon bude na

lokalitě vždy jeden den od odpoledne do druhého dne odpoledne, byla zachycena ranní a večerní případná noční vokalizace jedinců. Nahrávky budou následně vyhodnocovány, především bude porovnáván průběh zpěvu na odlišných typech lokalit.

Doporučený rozsah práce: cca 30

Klíčová slova: hlukové znečištění, světlo, vokalizace, kos černý (*Turdus merula*)

Doporučené zdroje informací:

1. Fuller R.A., Warren P.H. & Gaston K.J. (2007): Day time noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters* vol. 3, 368-370.
2. Kempnaers, B., Borgstrom, P., Loes, P., Schlicht, E. & Valcu, M. (2010): Artificial Night Lighting Affects Dawn Song, Extra-Pair Siring Success, and Lay Date in Songbirds. *Current Biology*, Vol. 20, 1735-1739.
3. Miller M. W. (2006): Apparent effects of light pollution on singing behavior of American robins. *Condor* 108, 130–139.
4. 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: 20122798.
5. Nordt A. & Klenke R. (2013): Sleepless in Town – Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. *PLoS ONE* 8(8).

Předběžný termín obhajoby: 2016/17 LS - FŽP

Konzultant: Ing. Petr Zasadil, Ph.D.

Elektronicky schváleno: 29. 3. 2016
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno: 29. 3. 2016
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci s názvem „Vliv světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*)“, vypracovala samostatně pod vedením vedoucí práce Ing. Lenky Hodačové. Veškerá použitá literatura a další informační zdroje, které jsou v práci citovány, jsem uvedla v seznamu literatury na konci práce.

V Praze dne 21. 4. 2016

Poděkování:

Děkuji Ing. Lence Hodačové, vedoucí mé bakalářské práce, za její odbornou pomoc, rady a čas, který mi během práce na bakalářské práci věnovala.

Abstrakt

V dnešní době člověk ovlivňuje životní prostředí a tím ovlivňuje chování všech živočichů. Zejména ptáci se tak musí přizpůsobit novým životním podmínkám a vlivem stresu pak dochází k ovlivnění jejich přirozeného chování. Je zde rozdíl v chování ptačích populací ve městech, na místech ovlivněných urbanizací v porovnání s jejich přirozeným prostředím. Zpěv ptákům slouží jako komunikační prostředek, díky kterému si ohraničují svá teritoria, lákají partnery a varují se před predátory. Vliv světelného a hlukového znečištění na ptáky byl sice zkoumán, ale je zde spousta nezodpovězených otázek a domněnek. Cílem této bakalářské práce je prozkoumání vlivu světelného a hlukového znečištění na kosa černého (*Turdus merula*) na jeho večerní, noční a ranní aktivitu. Sběr dat probíhal od března do konce května v roce 2015. Zpěv se nahrával za pomoci diktafonů v celkem čtyřech různých oblastech (světelně znečištěná oblast, světelně a hlukově znečištěná oblast, hlukově znečištěná oblast, tichá a nesvětelná oblast). Nahrávky ze světelně a hluko-světelně znečištěných oblastí byly pořízeny v Praze. Nahrávky z hlučné, ale světelně nezasazené oblasti a tiché oblasti byly pořízeny v okolí vesnice Žizelice na pomezí Středočeského a Královéhradeckého kraje. Ze studie je patrné, že ptáci z městských oblastí začínali se zpěvem dříve než ve venkovských lokalitách. Na nahrávkách je patrný vliv světelného znečištění, které ovlivňuje aktivitu kosa. V hluko-světelně znečištěné oblasti se nám podařilo zjistit i pěveckou aktivitu i během noci, ale statisticky ne nijak významnou. V budoucnu by bylo dobré se tomuto problému více věnovat a zároveň prostudovat i další vedlejší vlivy světelného a hlukového znečištění.

Klíčová slova: hlukové znečištění, světlo, vokalizace, kos černý (*Turdus merula*)

Abstract

Humans today influence the environment and thus the behavior of all species. Especially birds have to adapt to new environmental conditions and due to stress caused by these changes, their natural behavioral patterns are influenced. There is a difference in behavior of bird population in cities, places affected by urbanization and their natural habitats. Bird's singing serves them as a mean of communication, which helps them to demark their territories, attract partners and warn from predators. The effect of light pollution and noise pollution on birds was studied, yet there are still many unanswered questions and surmises. Aim of this thesis is to examine the effect of light and noise pollution on common blackbird (*Turdus merula*) and on its evening, night and morning activity. The data collection took place from March until the end of May 2015. The singing was recorded on a voice recorder in four different areas (light polluted area, light and noise polluted area, noise polluted area and quiet nonluminous area). Records from light and light-noise polluted areas were taped in Prague. Records from noise polluted but nonlight polluted areas were taped around the village Žiželice on borderline between Středočeský and Královehradecký region. Results of our study are that there is difference between birds in urbanized area and villages. In city where is light pollution birds start singing earlier and they also sing during the night, but not to much. In the future, will be a good idea to focus on this problem and also to study other side effects of the pollution effect on blackbird

Keywords: noise pollution, light pollution, vocalization, blackbird (*Turdus merula*)

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1. Vokalizace.....	12
3.2. Kos černý (<i>Turdus merula</i>)	13
3.3. Urbanizace.....	14
3.4. Hluk a jeho vliv	16
3.5. Světlo a jeho vliv.....	17
4. Metodika	19
4.1. Sledované lokality	19
4.1.1. Popis lokalit	20
4.2. Sběr dat.....	23
4.3. Zpracování dat.....	24
4.4. Analýza dat.....	24
5. Výsledky	25
5.1 Vliv lokality na konec zpěvu kosa černého	25
5.2. Vliv lokality na počátek zpěvu kosa černého	26
5.3. Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého po západu Slunce.....	27
5.4. Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého před východem Slunce	27
6. Diskuse.....	29
7. Závěr	30
8. Použitá literatura a zdroje	31
9. Přílohy.....	37

1. Úvod

V dnešní době jsme svědky neustále se zvyšující úrovně urbanizace naší planety. Před padesáti lety pouze jedna třetina všech lidí žila ve městech a do roku 2000 vzrostl počet obyvatel žijících ve městech na 50 procent. Předpokládá se, že do roku 2030 budou vlivem urbanizace žít ve městech dvě třetiny světové populace (Population Division of the Department of the Economic and Social affairs of the United Nations Secretariat, 2002).

Ve spojení se stále rostoucí úrovní globální urbanizace (United Nations Population Division, 2008) je světelné znečištění vzniklé lidskou činností velkým problémem (Rich & Longcore, 2006) a naše porozumění všem ekologickým důsledkům způsobených světelným znečištěním je omezené (Navara & Nelson, 2004). Studie například ukazují, že vlivem umělého světelného znečištění kladou samičky vajíčka dříve během hnízdní sezóny a samci začínají svůj ranní zpěv dříve (Lambrechts et al., 1997; Kampenaeers et al., 2010).

Také zvyšující se hladina zvuku je úzce spojena s urbanizací (Nord & Klenke, 2013). Mnoho zvířat používá zvukové signály k předání biologicky relevantních informací. Naneštěstí okolí jejich výskytu může být hlučné působením přírodních, ale i umělých zdrojů hluku, které mohou překrýt jejich signály a snížit dosah vábení a nebo varování (Klump, 1996; Warren et al., 2006). Zvláště pak pěvci jsou ovlivněni těmito faktory, protože se spoléhají na šíření informací pomocí zpěvu a přizpůsobují své chování denní a noční době. Například plánují svůj ranní zpěv podle měnící se intenzity světla (Nord & Klenke, 2013).

Předmětem této studie kosa černého (*Turdus merula*) je ověření vlivu světelného a hlukového znečištění na jeho hlasové projevy.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je posouzení zda světelné a hlukové znečištění ovlivňuje vokalizaci u pěvců, tomto případě na aktivitu kosa černého.

- Prozkoumání vlivu světelného a hlukového znečištění na aktivitu během večera, po západu slunce a před východem slunce.
- Posouzení vlivu znečištění na noční aktivitu kosa černého.

3. Literární rešerše

3.1. Vokalizace

Existuje mnoho způsobů komunikace mezi zvířaty, komunikují pomocí různých signálů, ať jsou to zrakové, pachové nebo zvukové signály (Valterová, 2008). Hlavně ptáci používají ke komunikaci akustické signály a pro některé ptačí druhy také hlavním identifikačním znakem (Robbins & al., 2010). Díky zpěvu spolu ptáci komunikují nejen v rámci jednoho druhu, ale také mezi sebou. Akustické signály jsou obvykle mnohem účinnější na při komunikaci na velké vzdálenosti a za snížené viditelnosti (Halfwerk & Slabbekoorn, 2009). Výhodou zpěvu je rychlost předání informace, která pak umožňuje rychle zareagovat na daný problém (Catchpole & Slater, 2008). Ke studiu vokalizace u ptáků nám slouží hlavně zvukové nahrávky, které je pak možné vizualizovat pomocí sonogramů a spectrogramů. Z nich pak můžeme určit hlasitost zpěvu, která se měří v decibelech (dB) a hlavně frekvenci zpěvu měřenou v hercích (Hz) (Veselovský & Dungel, 2001; Catchpole & Slater, 2008).

Každý ptačí druh má svůj vlastní charakteristický projev a ten může mít rozsah jedné melodie až mnoha set (Marchant & Higgins, 1990). Ptačí zpěv můžeme rozdělit na zpěv zejména z pěvců a na tok u nepěvců u kterých jde hlavně o hlasité zvukové projevy v oblasti jejich výskytu. Zpěvem bývá běžně označován veškerý zpěv, ikdyž mezi samotným zpěvem a voláním bývá stanovena tenká hranice a užívání těchto pojmů často záleží na autorovi dané publikace (Garamszegi et al., 2007). Dalším projevem komunikace u ptáků mohou být i zvuky instrumentální, nejznámějším projevem je bubnování šplhavců, které nám může velice dobře posloužit při jejich pozorování (Kloubec & Čapek, 2012).

Zpěv je využíván při namlouvání samičky a má co nejvíce zapůsobit. Pak existují varovná volání, která většinou produkují jak samečci, tak samičky a slouží k varování před hrozícím nebezpečím, například jako varování mlád'at v případě ohrožení predátory. I vylíhlá mlád'ata dokáží produkovat zvuk a dávat tak najevo hlad (Veselovský & Dungel, 2001). Existují studie, které dokazují, že zpěv není výhradou pouze samců sloužící pouze k výběru sexuálního partnera (Catchpole & Slater, 1995; Searcy & Yasukawa, 1996), objevuje se stále více důkazů, které dokládají, že u některých druhů jsou pěvecky aktivní i samičky (Langmore & Davies, 1997). Zpěv samiček je často popisován jako méně komplexní než u samců (Kasumovic et al, 2003; Rogers, 2005), avšak existují i studie u některých druhů, které dokazují, že zpěv samiček je stejně komplexní jako zpěv samců (Gahr & GarcíSegura, 1996; Pavlova et al., 2005).

Graramzsegi et al. (2007) ve studii, která se soustředí na studium zpěvu 233 druhů pěvců, zjistili, že z celkového počtu studovaných ptáků se podařilo potvrdit pěveckou aktivitu samců i samic u 101 druhů pěvců. U 8 druhů vůbec samičky vůbec nezpívají, ve zbývajících 124 případech se nepodařilo ověřit informace o pěvecké aktivitě samic. Studie však dokazuje, že samičí ptačí zpěv je velmi málo studován a jeho evoluční význam je podceňován. Nejvíce studovaným ptákem je kos černý. Důvodem je jeho hojný výskyt jak v lesích, tak ve městech. Je známá jeho pěvecká aktivita před východem slunce, během dne a po západu slunce. Zpěv kosa je ovlivněn hlavně východem slunce. Kos začíná zpívat přibližně hodinu před východem slunce a jeho zpěv velmi ovlivňuje i počasí a je aktivní během celého dne (Hasan, 2010) a končí se zpěvem až po západu slunce (Hill et al., 2005).

3. 2. Kos černý (*Turdus merula*)

Patří do řádu pěvců (*Passeriformes*) a čeledi drozdovitých (*Turdidae*). Obývá skoro celou Evropu, včetně území Anglie, malé Asie a částečně oblast jeho výskytu zasahuje i do Číny (Hanzák & al., 1963). V minulosti, patřil kos mezi velmi plaché ptáky vyskytující se hlavně v lesích (Luniak & al. 1990), dnes je to jeden z nejběžnějších ptačích druhů vyskytující se v městských oblastech (Evans et al., 2012; Evans et al., 2010).

Kos je jen o trochu menší než hrdlička a samec a samička mají různé zbarvení. Samci jsou černě zbarvení s oranžovým zobákem a očním kroužkem, samička je hnědá se světlejším hrdlem a skvrnitý vzorem na hrudi. Mláďata se podobají samicám, mají světlé podélné proužky na zádech a jejich prachové peří je hnědošedé (Černý & Drchal, 1998), jsou zdokumentovány i různé formy albinismu u kosa (Jasso, 2006). Kosi si staví hnízda v lesích, parcích a zahradách (Černý & Drchal, 1998). Ve městech byla hnízda nalezena i na velmi neobvyklých místech jako jsou okenní parapety, venkovních výstupech z klimatizace, zábradlích, okapech a dokonce i na balkónech a květináčích (Yanping Wang et al, 2015). Hnízdí obvykle od dubna do července a samička obvykle snáší 4 - 6 vajíček, která jsou modro-zelená a jsou hnědo-oranžově kropenatá. Hnízdí 2-3 do roka v závislosti na okolních podmínkách. Na vejcích sedí samička 13 -14 dnů a pak spolu se samečkem krmí mladé 13 – 15 dní a po vzletnutí z hnízda pak ještě další 2 týdny. Potravu obvykle tvoří hmyz, žížaly, plži, bobule a ovoce (Černý & Drchal, 1998), ve městech pak i různé odpadky a jiné potraviny, které jim lidé nasypou do krmítek. Kos černý je částečně tažný pták, některé populace zůstávají v hnízdních oblastech po

celý rok, jiní přezimují ve středomoří. Obvyklým jevem je, že se k nám stěhují kosy ze severu (Hanzák et al., 1963).

Zpěv kosa je jedním z nejznámějších a bývá snadno rozpoznatelný a je jedním z mála zvuků, který je slyšet, i přes hluk vzniklý dopravou. Kosa můžeme slyšet už od února až do letních měsíců a pokud jsou mírné zimy je možné kosa občas zaslechnout i v zimě. Zpěv kosa slouží tak jako u ostatních druhů k vábení samic, varování před hrozícím nebezpečím a také ke komunikaci během hnízdění. Melodie, kterou kosové zpívají je převážně stejná, liší se jen v drobných detailech, které jsou typické pro daného samečka a může obsahovat i převzaté zvuky od ostatních ptáků. Z vlastní zkušenosti mám ověřeno, že je kos schopen se naučit imitovat i zvuk pískání na psa v případě ohrožení (Hudec, 2001).

3. 3. Urbanizace

Podle různých naučných slovníků můžeme jednoduše popsat urbanizaci jako proces, při kterém dochází k soustředování lidí, kulturního a hospodářského života do městských oblastí (Kraus et al., 2007).

Urbanizace a sní spojené aktivity, mají velký dopad na životní prostředí a jeho ekosystémy (Fisher & Lindenmayer, 2007). Transformace přírodní krajiny a způsobu jejího využívání mají na svědomí lidé. Na konci 20. století je osídleno méně než 3% povrchu zemského, ale dopad na životní prostředí je globální. Lidé spotřebují zhruba 60 % užitkové vody a 76% dřeva a přispívají tak svojí činností na zvyšování podílu uhlíkových emisí (Grim et al., 2008). Je předpoklad, že budoucnosti se budou městské oblasti zvětšovat. Přesídlování populace do měst a jejich bezprostředních okolí a jejich rozrůstání se představuje velký problém pro životní prostředí. Oblast, která je zabrána zástavbou a průmyslem se rozrůstá a rostou i energetické nároky na její zbudování. Dochází ke změnám v členitosti krajiny a její homogenizaci. Tento proces se pak dotýká nejen rostlin, ale postihuje i živočichy, kteří se zde přirozeně vyskytují (Havel, 2010). S ohledem na faunu a flóru, které jsou v tomto prostředí vystaveny jiným ekologickým podmínkám než jedinci stejného druhu ve volné přírodě, jako je třeba vyšší teplota v okolí domů a továren, chemicky znečišťující látky, betonové budovy a exotická vegetace (Slabbekoorn & Ripmeester, 2008), adaptace na nové a měnící se podmínky v této době může být velice rychlá a je přímou odezvou na měnící se prostředí (Grim et al., 2008). Ačkoliv může urbanizace vést k až k vyhynutí některých původních druhů (Soule et

al., 1988) stále více a více druhů ptáků v celosvětovém měřítku se adaptuje urbanizovanému prostředí (Luniak, 2004). Velmi často pak dochází vlivem urbanizace ke změně zdrojů na kterých jsou ptáci závislí (Wang et al., 2009).

Vliv urbanizace na živočichy a rostliny je předmětem mnoha studií a jako jedna z ideálních možností se nabízí studium ptáků (Moeller, 2008; Chamberlain et al., 2009). Kos černý je v posledních letech důležitým modelovým druhem pro studie stálosti, filopatrie a urbanizace (Evans et al., 2010; Evans et al., 2012). Studie Samaš et al. (2013), která se studuje vliv urbanizace na kosa černého je rozptylové chování. Zkoumá jak jsou jedinci žijící ve městě věrní místu vylíhnutí a vyhníždění a vliv na evoluci adaptací k lokálním podmínkám. Jiné studie se zaměřují na faktory ovlivňující hníždění a predaci ohrožení predátory ve velkých městech například Strachoňová (2008), Ibanez-Alamo et Soler (2016). Důležitou roli hraje i světelné znečištění, které ovlivňuje noční aktivitu ptáků (Nord & Klenke, 2013). Vlivem hluku se ptáci snaží, přizpůsobit a modifikovat svůj zpěv tak, aby byli lépe slyšet (Brumm, 2006).

Až na několik výjimek, se většina studií zabývajících se nočním zpěvem u ptáků, studovala pouze jeden antropogenní faktorem a proto změny v načasování zahájení a ukončení zpěvu jsou přičítány hlukovému nebo světelnému znečištění. Hlavně hluk z dopravy v městském prostředí je největším přispěvatelem k antropogennímu hluku (Li et al., 2002) a většina ulic je osvětlena lampami hlavně z bezpečnostních důvodů. To znamená, že antropogenní hluk a noční osvětlení nelze od sebe úplně oddělit. Analýzou pouze jednoho z těchto dvou činitelů nemůžeme dosáhnout kompletního porozumění celé problematice (Nord & Klenke, 2013; Digby et al. 2014).

Kos černý, byl původně lesním druhem, ale úspěšně expandoval do evropských měst od 19. století (Luniak et al., 1990). V dnešní době je kos jedním z nejběžnějších ptáky vyskytujících se ve městě. Městští kosi černí mají některé vlastnosti, zvyky, které by bylo možné považovat za adaptace na městský život, vedou se diskuze, zda tyto změny působí už na genetické úrovni, nebo jsou jenom schopností reagovat na změny a přizpůsobovat se (Partecke et al., 2006; Luniak, 2004). Ptáci ve městech mají delší období reprodukce, jsou více odolní vůči stresu než jedinci z venkova a nemigrují tak často, hlavně díky jednoduchému přístupu k potravě a vyšším teplotám v zimě (Nord & Klenke, 2013).

3.4. Hluk a jeho vliv

Velmi mnoho zvířecích druhů se spoléhá na akustické signály při hledání partnera k páření, odstrašení soků nebo jako varovní před predátory (Bradbury & Vehrencamp, 2011). Hlavně při komunikaci na velké vzdálenosti může docházet k omezením a nutí tak zejména ptáky přizpůsobovat svůj projev okolí a tím zajisti efektivní přenos signálu (Brumm & Naguib, 2009). Sýkora koňadra (*Parus major*) je jedním z druhů, který je schopen velmi dobře se přizpůsobit městskému prostředí a je ovlivňován hlukem nejméně (Slabbekoorn & Boer-Visser, 2006). Projevují se u ní rysy, které některé jiné ptačí druhy postrádají a tím mohou být a jsou v hlučném prostředí znevýhodněni (Slabbekoorn & Ripmeester, 2008).

Existují studie dokazující, že někteří ptáci, celé ptačí druhy, se snaží zvýšit frekvenci melodií, které zpívají a tím se vyhnout interferencím s nízkofrekvenčním zvukem vznikajícím ve městech. (Nemeth et al. 2013; Brumm, 2006). Ptáci používají velké množství taktik, které jim mají pomoci vyrovnat se s vysokou hladinou antropogenního hluku. Například červenka obecná (*Erithacus rubecula*) vyskytující se ve městech přesouvá svůj zpěv na pozdější dobu v noci, kdy není okolní hluk tak velký (Fuller et al., 2007). Kromě změn v pěvecké aktivitě, také ptáci upravují své melodie, aby byli méně překrýváni ruchem (Brumm & Zollinger, 2011).

Ptačí melodie s vyšší frekvencí jsou snadněji rozpoznatelné na pozadí nízkofrekvenčního hluku (Halfwerk et al., 2011) a o výhodách života v urbanizovaných oblastech se vedou debaty. Také se ukazuje, že zvýšení hlasitosti zpěvu je pravděpodobně mnohem účinnější a umožňuje tak větší efektivitu přenosu aktivního signálu v hluku. Nemeth & Brumm (2010) varují, že studované mírné zvýšení frekvence, je adaptace proti překrývání zpěvu okolním šumem může být předčasné. Studie dokazuje Nemeth & Brumm (2009), že městští kosi černí v průměru zpívají na vyšší frekvenci než populace lesních kosů. Zkoumali populace kosa v městských oblastech a v lese a zjišťovali, jak působí zvýšená hladina zvuku na frekvenci a hlasitost zpěvu. Studie Kampenaers et al. (2010) studovala 5 druhů pěvců běžně žijících v lesích kos, sýkory, červenka a pěnkava. U kosa černého, sýkory koňadry, sýkory modřinky (*Cyanistes caeruleus*) a červenky obecné se prokázala souvislost mezi světelným znečištěním a dřívějším začátkem vokalizace pouze u pěnkavy obecné (*Fringilla coelebs*) se neprokázala. Jedinci žijící v lese bez vlivu světla začínali svůj ranní zpěv mnohem později. Tento jev byl silnější u druhů, které přirozeně začínají zpívat dříve než ostatní ptáci tedy u červenky a kosa černého. Taky styl zpěvu je ovlivněn prostředím v oblastech s hlukovým znečištěním zpívají ptáci svoje melodie rychleji a jsou kratší (Slabbekoorn & Boer-Visser, 2006).

3.5. Světlo a jeho vliv

Umělé noční osvětlení je dlouho opomíjený faktor, kterému se dlouho nepřikládá žádný význam (Longcore & Rich, 2004) a důležitým předmětem zájmu u vědců se stal teprve nedávno (Harder B., 2002). Většina druhů se vyvinula pod vlivem střídajícího dne a noci a mají vyvinuté vnitřní biologické hodiny, které jim slouží k přizpůsobení se fotoperiodě během dne (Holker et al., 2010), která pak ovlivňuje jejich komunikaci, reprodukční mechanismy a migraci (Navara & Nelson, 2007). Z těchto důvodů, znečištění světlem způsobuje změnu původně tmavých míst na světla a narušuje tak chování zvířat jejich fyziologii a ekologické interakce mezi druhy (Longcore & Rich, 2004). Jedním z příkladů je přitahování mūr na delší vzdálenosti (Frank, 1988).

U ptáků se nejčastěji zkoumá, jak již zmíněné světelné znečištění ovlivňuje začátek a konec ptačího zpěvu. Předpokládá se, že ptáci žijící v urbanizovaných oblastech s velkou mírou světla zahajují svůj zpěv v ranních hodinách dříve, než ptáci v lokalitách bez světelného znečištění. Studie Da Silva et al. (2014) se zaměřila na studium 6 běžných ptačích druhů drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), červenku obecnou (*Erithacus rubecula*), sýkoru koňadru, sýkoru modřinku, kosa černého a pěnkavu obecnou. Zjistili, že ptáci začali zpívat v průměru o zhruba 10 minut u drozda zpěvného do 20 minut u sýkory koňadry a také červenky obecné (*Erithacus rubecula*), což souvisí s rostoucí intenzitou světla. Zjistili taky určitou velmi malou změnu v ptačím zpěvu ve večerních hodinách u kosa, sýkory koňadry a drozda, kteří zpívali i po západu slunce déle než je běžné.

Je dokázáno, že městští kosi mnohem dříve dosahují pohlavní dospělosti a to už po expozici nízkým dávkám umělého světla trvající 1 měsíc (Nord & Klenke, 2013). Ovlivněny jsou také sýkory modřinky snášející svoje vajíčka až dříve než v nezasazených oblastech (Kampenaers et al., 2010), což se nemusí shodovat s obdobím největší hojnosti potravy pro krmení mláďat a dobou kdy se vylíhla (Lambrechts et al., 1997). Také potenciálně nevhodně ovlivňuje načasování reprodukce, podvědomě nutí zpívat samce dříve, což může způsobovat jejich zvýšené úspěšnosti při hledání samičky (Kampenaers et al. (2010). Pozorování provedená u sýkory modřinky a ostatních pěvců dokazují, že samičky opouštějí svoje teritorium brzy ráno a aby si našli dalšího extra-partnera k páření (Kempenaers et al., 1992; Cockburn et al., 2009). Studie Kampenaers et al. (2010), podporuje hypotézu, že si samičky vybírají dříve zpívající samce pro páření, lze tedy usoudit, že načasování ptačího zpěvu je pro samičky jakýmsi

indikátorem kvality samce (Dolan et al., 2007). Z těchto pozorování pak vyplývá, že umělé osvětlení pak může narušovat vztah mezi kvalitou samečka a ranním zpěvem a dělat i velmi mladé samce mnohem atraktivnější pro páření, než ve skutečnosti jsou. Ať už je jedná o dřívější zpěv, kladení vajec nebo hledání extra-partnera na páření tak to zúčastněné jedince něco stojí a ovlivňuje to je jejich běžné vzorce chování a otevírá to cesty pro další výzkum.

Studie Dominoni et al., (2013), která se zabívala vlivem světelného znečištění a probíhala v kontrolovaném prostředí s minimem rušivých elementů vykazuje spoustu zajímavých výsledků. Po odchytu lesních a městských kosů, kteří byli rozděleni do 3 skupin a následně vystaveny světelnému znečištění (jedna skupina sloužila jako kontrolní a nebyla světlu vystavena) dokazuje, že vystavení ptáků světlu o velmi nízké intenzitě je může ovlivnit a to už po expozici trvající 1 měsíc. Při své studii použili světlo o intenzitě 0,3 lux což je 20 krát menší hladina světla kterou produkuje běžné pouliční osvětlení.

4. Metodika

4.1. Sledované lokality

Zvukové nahrávky zpěvu kosa černého, byly pořízeny v Praze v Kinského zahradách, Letenských sadech, Ladronce, Stromovce a na Petříně. Jsou to lokality znečištěné hlukem z dopravy a veřejným osvětlením. Pražské lokality znečištěné hlukem byly vybrány na základě informací získaných z mapy hlukového znečištění pro hlavní město Prahu z roku 2007. Jako světelné, ale tiché lokality byli vybírány městské parky. V okolí vesnice Žiželice v okrese Kolín na pomezí středočeského, královehradeckého a pardubického kraje, Dománovic a Radovesnic byli pořízeny nahrávky z tiché nesvětelné lokality a hlučné nesvětelné lokality.

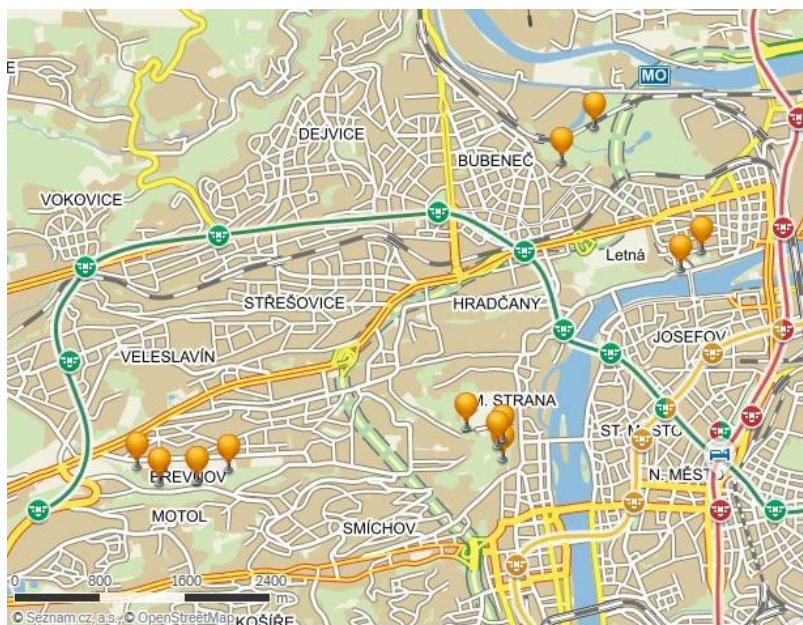
Světlo + hluk	světlo	Hluk	klid
Kinského zahrady	Petřín	Žiželice - Končice	Dománovický les
Letenské sady	Stromovka	Obecník	Žiželice luka
Ladronka - S	Ladronka -J		Vínice
			Les Rozehnalý

tabulka 1 rozdělení lokalit

Výběr lokalit v okolí Žiželic probíhal, na základě znalostí získaných při procházkách se psy a při návštěvě okolních lesů. Kritéria pro výběr byla kromě hluku a ticha byla také snadná dostupnost v rámci. Bohužel, při vyhodnocování jednotlivých nahrávek se pak ukázalo, že některé lokality nebyly vhodně zvoleny. Ptáci na některých lokalitách dopoledne a odpoledne zpívali, avšak na nahrávkách zpěvu od západu do východu slunce nebyla ptačí aktivita žádná nebo se nepodařilo nahrát zpěv kosa ani budníčka menšího. Celkem bylo pořízeno 104 nahrávek kosa černého a ke zpracování pak bylo použito 101 nahrávek

4.1.1. Popis lokalit

Praha



Obr. č. 1. lokality Praha (zdroj: mapy.cz)

Petřín a Kinského zahrady

Jsou to dvě lokality ležící blízko sebe v centru Prahy nacházející se na území městské části Prahy 1 a obě se nacházejí nedaleko pražského hradu a jsou vyhledávanou turistickou atrakcí. Dohromady spolu jsou součástí PP Petřín.

Vliv světelného znečištění byl zkoumán hlavně v zahradách na vrcholu Petřína a to hlavně v Petřínských sadech. Částečně pak i v okolních zahradách jakou jsou Lobkovická, Seminářská zahrada a Nebozízek). V jarních měsících jsou zde rozsáhlé rozkvetlé ovocné sady (ENVIS, 2017)

V Kinského zahradách, byl zjištěn vliv hluku světla současně a proto daná lokalita byla vybrána jako hlukově i světelně znečištěná. Zdrojem světla bylo pouliční osvětlení a hluk pocházel z nedaleké frekventované silnice, kde mimo jiné vedou i tramvajové koleje. Zahrada se rozkládá na jihovýchodním svahu Petřína (ENVIS, 2017). Hlavními dřevinami, které se zde vyskytují, jsou například dub zimní (*Quercus petraea*), habr obecný (*Carpinus betulus*) a javory mlč, klen a babyka (*Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer campestre*). Z nepůvodních

druhů je zde zastoupen jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), ořešák královský (*Juglans regia*). Keře jsou zde zastoupeny nepůvodními druhy pámelníkem bílým (*Symphoricarpos albus*) a tavolníkem (*Spiraea sp.*) (Bratka & al., 2011).

Letenské sady a park Stromovka

Tyto dvě oblasti se nacházejí více na sever a leží na území městské části Prahy 7 a vzdálené od Petřína jsou přibližně 1 kilometr.

Letenské sady jsou lokalita, kde působí oba faktory zároveň a to jak hluk, tak světlo. Celá lokalita je obehnána silnicemi, kde je velký provoz nejen osobních automobilů, ale také městské hromadné dopravy, je zde i velké světelné znečištění vzniklé působením pouličního osvětlení. Celá lokalita je vyhledávaným kulturním místem, kde se setkávají lidé při různých společenských událostech, jako jsou koncerty, sportovní aktivity atd. Hojně zastoupenými dřevinami zde jsou jírovec maďal, jasan ztepilý a platan javorolistý (*Platanus hispanica*).

Park Stromovka byl vybrán jako lokalita znečištěná pouze světelně. Nachází se na břehu řeky Vltavy a jediné malé hlukové znečištění je způsobeno železniční tratí, které zasahují na území parku minimálně, nejedná se o hlavní vlakové tratě. Celý park je výrazně ovlivněn činností člověka a tak zde nalezneme velké druhové zastoupení dřevin, ale i keřů. Jsou zde dřeviny jak původní tak vysazených člověkem a jejich kultivarů. Nejčastějšími druhy zde jsou jírovec maďal, javorovec jasanolistý (*Negundo aceroides*), smrk omorika (*Picea omorica*), smrk pichlavý (*Picea pungens*), borovice černá (*Pinus nigra*) a jerlín japonský (*Sophora japonica*). Jedním z druhů, který se na našem území moc nevyskytuje a je zde zastoupen je například sekvojovec obrovský (*Sequoiadendron giganteum*) a kolem 20 taxonů dubů (*Quercus sp*) (Kohlík, 2009).

Park Ladronka

Ladronka leží ze všech oblastí nejvíce na západ. Podle územního dělení se nachází v městské části Prahy 6. V severní části parku bylo zjištěno jak světelné tak hlukové znečištění a daná lokalita pak byla vybrána jako hlukově i světelně znečištěná. V jižní části pak bylo patrné pouze světelné znečištění. Park je po celém obvodu obklopen komunikacemi, na severu hustší zástavba a větší vliv člověka než v jižní části. Dominantními druhy jsou zde tyto stromy: javor

klen, dub letní (*Quercus robur*), borovice a smrky (*pinus sp.*, *picea sp.*) a jsou zde hojně zastoupeny i keře.

Okolí Žiželic



Obr. č. 2. lokalita okolí Žiželic (zdroj: google maps 2017)

Žiželice luka

Oblast nacházející se severozápadně od vesnice (GPS 50.1429 N, 15.3848 E) a leží podél koryta řeky Cidliny. Nachází se zde několik remízků, a staré neudržované ovocné sady a celá oblast je pokryta sítí zavodňovacích struh napojených na řeku.

Vinice

Kopec nacházející se na severním okraji Žiželic (GPS 50.1402 N, 15.4089 E), v minulosti zde byla chatařská oblast s velkými sady, dnes jsou zde zarostlá houští a stromy bez pravidelné údržby. Je zde velký výskyt pěvců a drobné divoké zvěře, mají zde vhodné podmínky pro život.

Žiželice-Končice

Oblast v okolí dálnice D11 Praha – Hradec Králové (GPS 50.1293 N, 15.3884 E). V okolí dálnice se vyskytuje velké množství různých remízků, lesů a jiných lokalit vhodných k hnízdění ptáků. Lokalita je silně zasažena hlukovým znečištěním pocházejícím především z dopravy.

Obecník

Les nacházející se u dálnice D11 na jejím 56 km (GPS 50.1240 N, 15.3538 E). Lokalita byla vybrána jako hlučná s výskytem kosa černého. Hlavními dřevinami zde jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*), habr obecný a dub zimní.

Dománovický les

Nachází se mezi vesnicemi Dománovice a Radovesnice (GPS 50.1135 N, 15.346056 E) a byl prohlášen za přírodní rezervaci v prosinci 1988 s účinností od ledna 1989. Je veden na seznamu chráněných území okresu Kolín. Důvodem ochrany je výskyt chráněných rostlin a živočichů. Vyskytuje se zde například střešníček pantoflíček (*Cypripedium calceolus*), roháč obecný (*Lucanus cervus*), a hnědásek osikový (*Euphydryas maturna*). Tato lokalita, byla zařazena do systému NATURA 2000 nařízením vlády ČR. Č. 132/2005 sb. . Hlavními dřevinami jsou zde listnaté stromy dub zimní, dub letní, dále pak habr, lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*)(Pipek & Tremlová, 2017)

Les Rozehnalý

Lokalita nacházející se mezi vesnicí rozehnali a silnicí první třídy 327 směrem na Týnec nad Labem (GPS 50.1039 N, 15.3964 E). Nahrávky pořízené v bezprostřední blízkosti silnice 327 a vesnice jsou vyhodnocovány jako hlučná lokalita, naopak nahrávky z diktafonů umístěných po lese jsou brány jako nahrávky z tiché a hlukově neznečištěné lokality. Druhová skladba lesa je značně ovlivněna těžbou a jsou zde zastoupeny borovice černá (*Pinus nigra*), borovice lesní, dub zimní a dub letní, habr obecný a bříza bělokorá.

4.2. Sběr dat

Zvukové nahrávky zpěvu kosa byly pořízeny pomocí diktafonu umístěných ve vybraných lokalitách. Diktafony byly umístěny do ochranných obalů, které měli zabránit jejich poškození vlivem nepříznivého počasí, případně odcizení (hlavně u diktafonů umístěných v městských parcích). Jako ochranné obaly byly použity prázdné plastové láhve nebo prázdné nápojové krabice od mléka a jiných nápojů, které měli uříznuté dno a díky provázku je bylo možné i zavěsit na strom nebo keř.

K zaznamenání zpěvu se používaly diktafony značky SONY typ: ICD-PX312. Nahrávání bylo zahájeno první víkend v březnu 6.3.2015 a ukončeno poslední víkend v květnu 28.5.2015, každý týden a probíhalo za pěkného počasí (nepršelo a nefoukal silný vítr). V případě deštivého počasí se zvukové nahrávky nepožizovaly. Diktafony byly umístěny do vybraných lokalit nejpozději hodinu před západem slunce a sbírány byly druhý den dopoledne. Data se shromažďovala ve všech čtyřech lokalitách ve stejný čas.

4.3. Zpracování dat

Nahrávky byly vyhodnocovány v patnáctiminutových intervalech od západu po východ Slunce po celou noc. V daném intervalu byla zjišťována intenzita zpěvu měřením délky hlasového projevu v rámci těchto 15 minut. Výsledná délka ptačího zpěvu byla pro každý 15 minutový interval zapsána v jednotkách času (min). Současně byl sledován také počátek a konec vokalizace jedinců kosa.

4.4. Analýza dat

Po prvotní úpravě sesbíraných dat, bylo pro jejich výsledné vyhodnocení použito softwaru pro statistickou analýzu dat Statistika 12. Nejprve byla data testována na normalitu pomocí Shapir-Wilkova testu, tak jak je implementován v programu Statistika 12. Data neměla normální rozdělení (histogramy v příloze 2-9), proto byla pro další analýzu zvolena metoda Kruskal-Wallis ANOVA (v programu Statistika 12). V případech, kdy dosažená hladina významnosti vyšla signifikantně ($p\text{-value} < 0,05$), bylo provedeno mnohonásobné porovnávání. Výsledky Kruskal-Wallisova testu byly zobrazeny pomocí krabicových grafů (zobrazujících medián, rozpětí a spodní a horní kvartil).

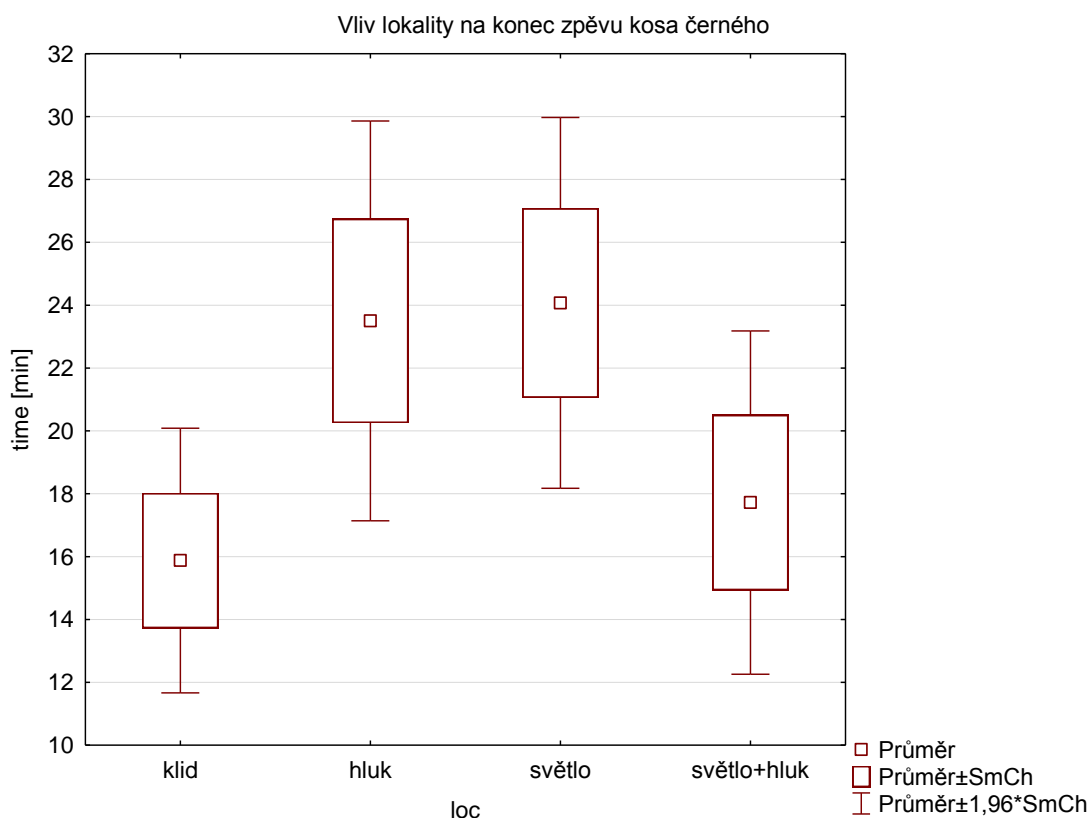
5. Výsledky

5.1 Vliv lokality na konec zpěvu kosa černého

Závislá: čas (min)	Kruskal-Wallisova ANOVA			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Průměrné pořadí
Klid	1	24	1015,000	42,29167
Hluk	2	24	1375,000	57,29167
Světlo	3	28	1630,000	58,21429
světlo+hluk	4	25	1131,000	45,24000

tabulka 2 Kruskal-Wallisova ANOVA – konec zpěvu

Na grafu č.1 je vidět, že v klidných lokalitách končí jedinci svůj zpěvu dříve, než na hlučných a světelných, ale podle výsledku Kruskal-Wallisovy ANOVY ($p = 0,1157$) není prokazatelný vliv lokality na konec zpěvu kosa černého tabulka č.2.



graf 1 Vliv lokality na konec zpěvu kosa

5.2. Vliv lokality na počátek zpěvu kosa černého

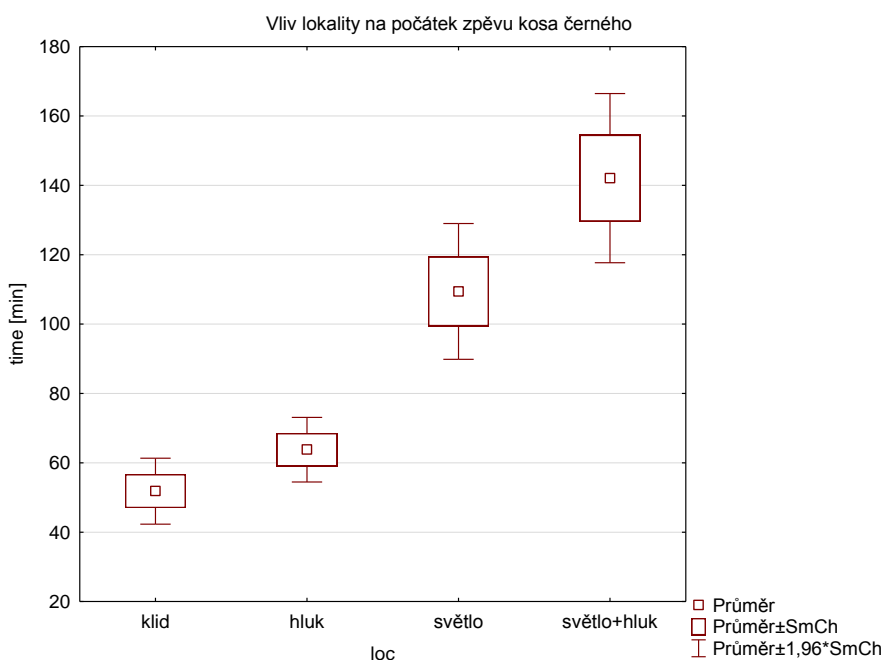
Závislá: čas (min)	Kruskal-Wallisova ANOVA			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Průměrné pořadí
Klid	1	24	608,500	25,35417
Hluk	2	24	875,500	36,47917
Světlo	3	28	1754,500	62,66071
světlo+hluk	4	25	1912,500	76,50000

tabulka 3 Kruskal-Wallisova ANOVA – počátek zpěvu kosa

Výsledek testu prokázal vliv lokality na počátek zpěvu kosa černého $p < 0.05$. Proto bylo provedeno mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test), které ukazuje rozdíl v načasování zpěvu jedinců v lokalitách světelných a světelně-hlučných oproti klidným a hlučným (graf č.2).

Závislá: čas (min)	Vícenásobná porovnání p hodnot (oboustr.)			
	klid R: 25,354	hluk R: 36,479	světlo 62,661	světlo+hluk 76,500
Klid		1,000000	0,000028	0,000000
Hluk	1,000000		0,007902	0,000011
Světlo	0,000028	0,007902		0,516377
světlo+hluk	0,000000	0,000011	0,516377	

tabulka 4 vícenásobné porovnání – počátek zpěvu kosa



graf 2 vliv lokality na počátek zpěvu kosa černého

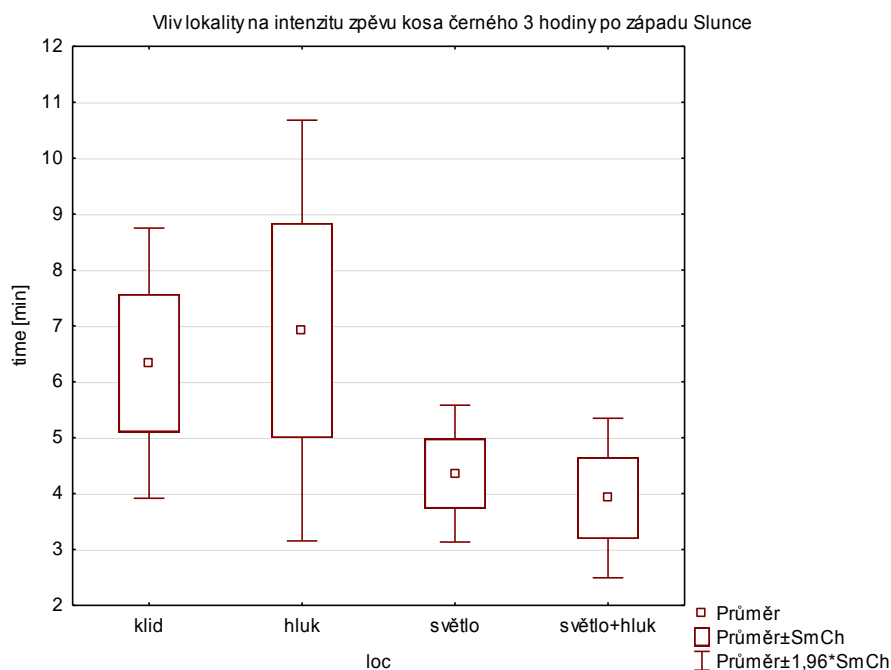
5.3. Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého po západu Slunce

Dále se testoval vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého 3 hodiny po západu Slunce.

Závislá: čas (min)	Kruskal-Wallisova ANOVA			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Průměrné pořadí
Klid	1	24	1394,500	58,10417
Hluk	2	24	1204,000	50,16667
Světlo	3	28	1419,500	50,69643
světlo+hluk	4	25	1133,000	45,32000

tabulka 5 Kruskal-Wallisova ANOVA – intenzita zpěvu po západu slunce

Výsledek Kruskal-Wallisova testu ($p = 0,4936$) není prokazatelný vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého, což je patrné i z grafu č.3.



graf 3 Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa po západu slunce

5.4. Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa černého před východem Slunce

Testována byla také intenzita zpěvu kosa černého 3 hodiny před východem Slunce. Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukazují, že je prokazatelný vliv lokality na intenzitu zpěvu $p < 0.05$. Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) ukazuje rozdíl v intenzitě zpěvu v lokalitách světelných a světelno-hlučných oproti klidným a hlučným. Jedinci v lokalitách

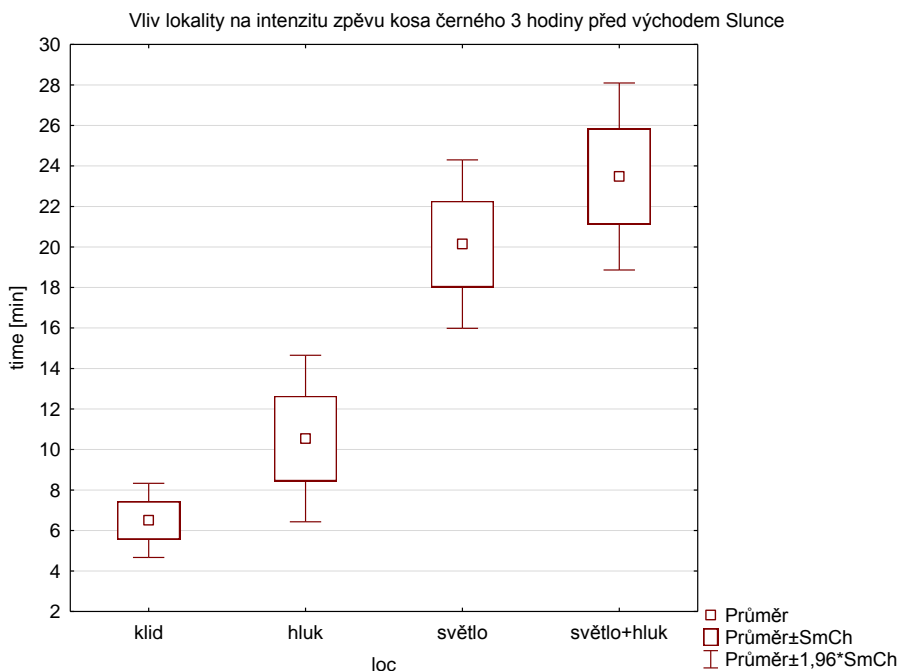
ovlivněných oběma sledovanými faktory (světlo+hluk) zpívají s největší intenzitou, oproti jedincům v lokalitách bez antropogenních vlivů (graf č. 4).

Kruskal-Wallisova ANOVA				
Závislá:				
Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=101) = 39,04588$ $p = ,0000$				
čas (min)	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Průměrné pořadí
Klid	1	24	650,500	27,10417
Hluk	2	24	905,000	37,70833
Světlo	3	28	1820,500	65,01786
světlo+hluk	4	25	1775,000	71,00000

tabulka 6 Kruskal-Wallisova ANOVA – intenzita zpěvu před východem slunce

Vícenásobná porovnání p hodnot (oboustr.)				
Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=101) = 39,04588$ $p = ,0000$				
čas (min)	klid R: 27,104	hluk R: 37,708	světlo R: 65,018	světlo+hluk R: 71,000
Klid		1,000000	0,000020	0,000001
Hluk	1,000000		0,004838	0,000421
Světlo	0,000020	0,004838		1,000000
světlo+hluk	0,000001	0,000421	1,000000	

tabulka 7 Vícenásobná porovnání – intenzita zpěvu před východem slunce



graf 4 Vliv lokality na intenzitu zpěvu kosa před východem slunce

6. Diskuse

výsledků naší studie lze určit, že vliv hluku a světla ve večerních hodinách, nehraje významnou roli. U ranní vokalizace před východem slunce byl jasně prokazatelný vliv světelné a hlukově a světelně zasažené lokality na aktivitu kosa. Naše výsledky odpovídají výsledkům studie Nord & Klenke z roku 2013, která zkoumala vliv světelného a hlukového znečištění na populaci kosa černého v Lipsku. Potvrdili, že ptáci na lokalitách se světelným a hlukovým znečištěním začínají zpívat dříve, jejich výsledky ukazují, že i hluk způsobuje dřívější ranní pěveckou aktivitu kosa černého. To se v naší práci neprojevalo. V lokalitách, kde bylo pouze hlukové znečištění, jedinci začínali svůj zpěv podobně jako na lokalitách klidných. U večerního zpěvu kosa po západu Slunce se nepodařilo prokazatelně dokázat vliv lokality na jeho konec. Což potvrzuje výsledek studie Da Silva et al. (2014), kde sledovaní jedinci kosa černého končili svůj zpěv stejně v lese i v lokalitách ovlivněných umělým osvětlením a antropogenním hlukem. Tato studie dále sledovala vliv zmíněných faktorů na počátek zpěvu 6 ptačích druhů běžně se vyskytujících se v Evropě. Kromě zmíněného kosa černého, také červenku obecnou, drozda zpěvného, sýkory koňadry, sýkory modřiny a pěnkavy obecné. Ze zjištěných výsledků je patrné, že umělé světlo ovlivňuje pouze 5 druhů z 6 studovaných (nemá efekt na pěnkavu). V lokalitách s antropogenním vlivem byl slyšet kos i během noci, ale zjištěné hodnoty nejsou nijak statisticky významné.

Podle Da Silva et al. (2014), mělo vliv na ptačí zpěv také nepříznivé počasí, pokud přšelo tak ranní zpěv začínal mnohem později a večerní vokalizace také končila později. To se bohužel v našem případě nepodařilo ověřit, jelikož to nebylo předmětem této studie, ale tento jev byl předmětem jiných prací. Výsledky naší práce, potvrzuje také studie Kampenaers et al. (2010). Ta studovala 5 druhů pěvců běžně žijících v lesích. U kosa černého, sýkory koňadry, sýkory modřinky a červenky obecné se prokázala souvislost mezi světelným znečištěním a dřívějším začátkem vokalizace. Studie, ale neřešila vliv dalších faktorů, jako jsou počasí a teplota na zpěv kosa černého. Tato práce by mohla v budoucnu být rozšířena o studii vlivu srážek, teploty a oblačnosti na zpěv kosa černého.

7. Závěr

Kos černý je hojně rozšířeným druhem na našem území. Jeho přirozením prostředím výskytu jsou lesy. V dnešní době ho však můžeme běžně najít i v zahradách a městských parcích. Kos je jedním z nejvíce ovlivněných druhů lidskou činností. Má svůj typický hlasový projev, který v městských oblastech můžeme slyšet už začátkem února. Je dokázáno, že jedinci, ve městech jsou více odolní vůči stresu a lépe se přizpůsobují měnícím podmínkám. Tato práce studuje vliv světelného a hlukového znečištění na kosa černého ve 4 lokalitách, 3 lokality jsou zasažené vlivem člověka hlukem, světlem nebo jejich kombinací čtvrtá lokalita není nijak ovlivněna lidskou činností. Po zpracování výsledků a jejich statistickému vyhodnocení se zjistilo několik důležitých informací. Není prokazatelný vliv lokality na konec zpěvu kosa a ani vliv na intenzitu zpěvu se nepodařilo prokázat. Na zahájení zpěvu však lokalita prokazatelný vliv má, hlavně pokud je zasažena světlem nebo oběma faktory, pak začali kosi zpívat dříve. Intenzita zpěvu před východem slunce byla nejvyšší v lokalitě zasažené hlukem i světlem, nejnižší byla v lokalitě tiché a nesvětelné. Větší roli než hlukové znečištění, které na kosa také působí, hrálo světelné znečištění a v budoucnu by bylo vhodné se touto problematikou zabývat podrobněji.

8. Použitá literatura a zdroje

- Bradbury J.W., Vehrencamp S.L. (2011). Principles of animal communication, 2nd edition. *Sinauer Associates Inc.*
- Bratka J., Pokorný J., Roub T., Bratková J. (2011). Plán péče pro přírodní památku Petřín na období 2013-2022. V *Rezervační kniha AOPK ČR*. Praha: AOPK - Nепublikováno.
- Brumm H. & Naguib M. (2009). Environmental acoustic and the evolution of bird song.
- Brumm H. & Zollinger S.A. (2011). The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Royal Society Publishing.*
- Brumm H. (2006). Animal Communication : City birds have change their tune.
- Catchpole C. K. & Slater P. J. B. (2008). *Bird song. Biological Themes and Variations. Second edition.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Catchpole C.K. & Slater P.J.B. (1995). Bird song: biological themes and variations. *Cambridge University press.*
- Cockburn A., Dalziel A.H., Blackmore C.J., Double M.C., Kokko H., Osmond H.L., Beck N.R., Head M.L. & Wells K. (2009). Superb fairy-wren males aggregate into hidden leks to solicit extragroup fertilizations before dawn. *Behavioral Ecology.*
- Černý W., Drchal K. (1998). *Průvodce přírodou – ptáci.* Praha: Aventinum.
- 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*
- Digby A., Towsey M., Bell B.D. & Tella P.D. (2014). Temporal and environmental influences on the vocal behaviour of nocturnal bird. *Journal of Avian Biology.*
- Dolan A.C., Murphy M.T., Redmond L.J., Sexton K., Duffield D. (2007). [30 Dolan, A.C., Murphy, M.T., Redmond, L.J., Sexton, K., and Duffield, D., Extrapair paternity and the opportunity for sexual selection in a socially monogamous passerine. *Behavioral Ecology.*
- Dominoni D., Quetting M., Partecke J. (2013). Artificial light at night advances avian reproductive physiology.

- ENVIS. (15. 4 2017). *ENVIS Informační servis*. Načteno z [http://envis.prahamesto.cz/\(gwzkvs45vs1g1ezddzjjic45\)/default.aspx](http://envis.prahamesto.cz/(gwzkvs45vs1g1ezddzjjic45)/default.aspx)
- Evans K.L., Hatchwell B.J., Parnell M., Gaston K.L. (2010). A conceptual framework for the colonization of urban areas: the Blackbird *Turdus merula* as a case of study. *Biological reviews*.
- Evans K.L., Newton J., Gaston K.J., Sharp S.P., McGowan A. et. al. (2012). Colonisation of urban environments associated with reduced migratory behaviour, facilitating divergence from ancestral populations.
- Fisher J. & Lindenmayer D.B. (2007). Landscape modifications and habitat fragmentation.
- Frank K.D. (1988). Impact of outdoor lighting in moths: an assessment. *Journal of the Lepidopterists' Society*.
- Fuller R.A., Warren P.H., Gaston K.J. (2007). Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins.
- Gahr M. & Garcí Segura L.M. (1996). Testosterone-dependent increase in gap-junctions in HVC neurons of adult female canaries. *Brain Res.*
- Garamszegi L.Z., Zupianova Pavlova A.D., Eens M., Moller A.P. (2007). The Evolution of song in female birds in Europe. *Behavioral Ecology*.
- Grim N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J.G. et al. (2008). Global change and ecology of cities. *Science*.
- Halfwerk W., Bot S., Buikx J., Van der Velde M., Komdeur J., Cate C., Slabbekoorn H. (2011). Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *Royal Society Publishing*.
- Halfwerk W. & Slabbekoorn H. (2009). A behavioural mechanism explaining noise-dependent frequency use in urban birdsong. *Animal Behavior*.
- Hanzák J., Buchner M., Hudec K. (1963). *Světlem zvířat, II díl – část 2. ptáci*. Praha.
- Harder B. (2002). Deprived of darkness: The unnatural ecology of artificial light at night. *Science News*.

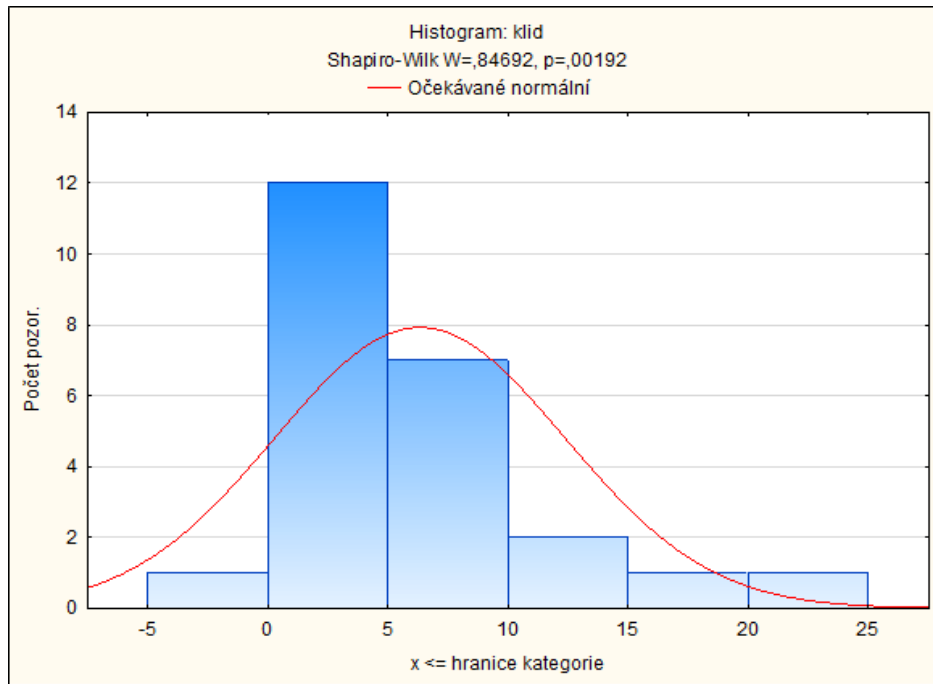
- Hasan Nael M. (2010). The effect of enviromental conditions on the start of dawn singing of blackbirds (*Turdus merula*) and Bulbus (*Pycnonotidae*). *Jordan Journal of Biological Sciences*.
- Havel P. (2010). *Vliv sub/urbanizace na přírodní prostředí*. Praha: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova.
- Hill C.E., Copeenhaver K.A., Gangler R.K., Whaley J.W., (2005). Does light intensity influence song output by northern mockingbirds. *The Chat*.
- Holker F., Wolter C., Perkin E.K., Tockner K. (2010). Light pollution as a Biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution*.
- Hudec K. (2001). *rozhlas*. Načteno z http://www.rozhlas.cz/hlas/pevci-ch/_zprava/kos-cerny-video--13310
- Chamberlain D.E., Cannon A.R., Toms M.P., Leech D.I., Hatchwell B.J., Gaston K.J. (2009). Avian Productivity in urban Landscapes: a review and meta-analysis. *Ibis*.
- Ibanez-Alamo J.D., Soler M. (2016). Male and female Blackbirds (*Turdus merula*) respond similarly to the risk of nest predation.
- Jasso L. (2006). Albinismus u ptáků a výskyt albínů v České republice. *Panurus*.
- Kampenaers B., Borgstrom P., Loes P., Schilicht E., Valcu M. (2010). Artificial Night Affects Dawn Song, extra-pair Siring Success and Lay date in Songbirds. *Current Biology*.
- Kasumovic M.M., Ratcliffe L.M., Boag P.T. (2003). Song strcture may differ between male and female least flycatchers. *Wilson Bull*.
- Kempenaers B., Verheyen G.R., Van den Broeck M., Burke T., Van Broeckhoven C., Dhondt A.A. (1992). Extra-pair paternity results from female preference for high-quality males in the blue tit. . *Nature*.
- Kloubec B. & Čapek M. (2012). Cirkanuální a cirdikální vokální aktivita ptáků: metodické poznámky pro terenní studie. *Sylvia 48/2012*.
- Klump G.M. (1996). Bird communication in the noisy world,. *In: Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds*.
- Kohlík V. (2009). *Plán péče o přírodní památku Královská obora na období 2010–2019*. Praha: AOPK - Nepublikováno.

- Kraus J. et al. (2007). *Nový akademický slovník cizích slov*.
- Lambrechts M.M., Blondel J., Maistre M., Perret P. (1997). A single response mechanism is responsible for evolutionary adaptive variation in a bird's laying date.
- Langmore N.E. & Davies N.B. (1997). Female dunnocks use vocalization to compete for males. *Animal Behavior*.
- Li B. Tao S. Dawson R.W. (2002). Evaluation and analysis of traffic noise from the main urban roads in Beijing. *Applied Acoustic*.
- Longcore T. & Rich C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2.
- Luniak M. (2004). Synurbization: Adaptation of animal wildlife to urban development. *Proceeding of the 4th international symposium in urban wildlife conservation*. Tuscon, Arizona.
- Luniak M., Mulsow R., Walasz K., (1990). Urbanization of the European blackbird: expansion and adaptations of urban population. *Polis academy of Sciences*.
- Marchant S. & Higgins P.J. (1990). *Handbook of Australian, New Zealand & Antarctic Birds. Vol. 1: Ratites to Ducks. Part A: Ratites to Petrels & Part B: Australian Pelican to Ducks*. Melbourne: Oxford University press.
- Miller M. W. (2006). Apparent effects of light pollution on singing behavior of American robins. *Condor*.
- Moeller A.P. (2008). Flight distance of urban birds, predation and selection for urban life. *Behavioral Ecology and Sociobiology*.
- Navara K.J. & Nelson R.J. (2004). Dark side of light at night: Physiological, epidemiological and ecological consequences. *J. Pineal res.*
- Navara K.J. & Nelson R.J. (2007). The dark side of light at night: psychological epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research*.
- Nemeth E. & Brumm H. (2009). Blackbirds sing higher-pitched songs in cities: adaptation to habitat acoustics or side-effect of urbanization? *Royal Society Publishing*.
- Nemeth E. & Brumm H. (2010). Birds and anthropogenic noise: are urban songs adaptive? *Royal Society Publishing*.

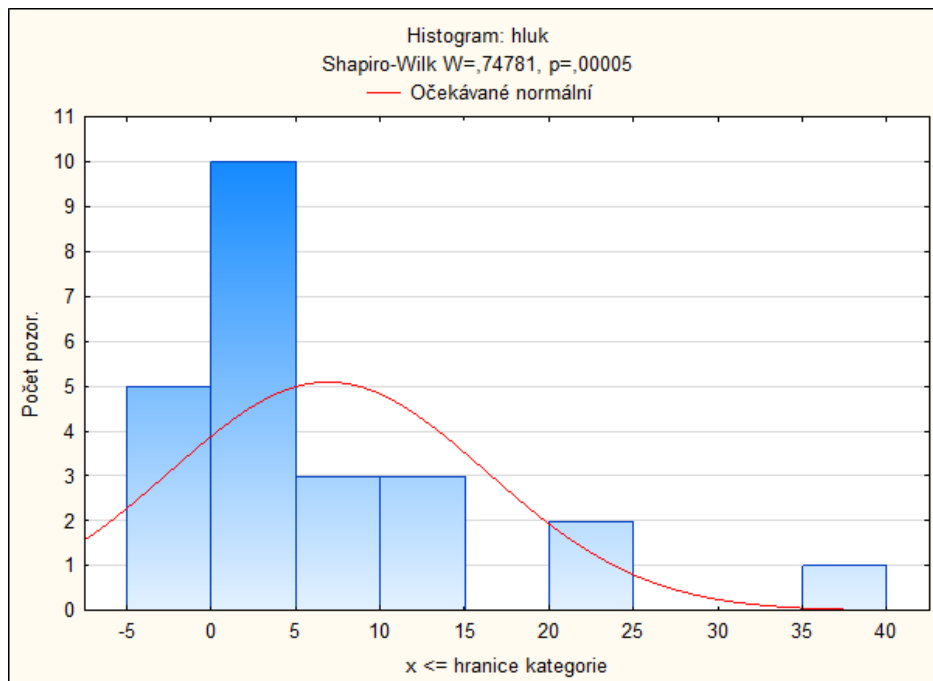
- Nemeth E., Pieretti N., Zollinger S.A., Geberzhan N., Partecke J., Miranda A.C., Brumm H. (2013). Bird song antropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Royal Society Publishing*.
- Nemeth E., Zollinger S.A., Brumm H., (2012). Effect Sizes and the integrative understanding of urban bird song. *Royal Society Publishing*.
- Nord A. & Klenke R., (2013). Sleepless in Town - Divers of the Temporal Shift in Dawn Song in European Blackbirds. *PLOS ONE*.
- Partecke J., Gwinner E., Bensch S., (2006). Stress and city: Urbanization of European Blackbirds (*Turdus merula*) associated with genetic differentiation? *Journal of Ornithology*.
- Pavlova D., Pinxten R., Eens M., (2005). Female song in European Starlings: sex differences complex and composition. *Condor*.
- Pipek J. & Tremlová K., (2017). *evropsky významná lokalita Dománovický les*. Praha: AOPK. Načteno z
<http://strednicechy.ochranaprirody.cz/res/archive/251/031398.pdf?seek=1443699942>
- Poesel A., Kunc H.P., Fierster K., Johnsen A., Kempenaers B., (2006). *Early birds are sexy: Male age, dawn song and extra-pair paternity in blue tits Cyanistes (formerly Parus) caeruleus*.
- Population Division of the Department of the Economic and Social affairs of the United Nations Secretariat. (2002). *World Urbanization Prospect: the 2001 Revision*. New York: United Nations.
- Rich C. & Longcore T., (2006). Ecological Consequences if Artificial Night Lightning. *Island Press*.
- Robbins M.B., Nyari A.S., Papes M., Benz B.W., Barber B.R., (2010). River/based surveys for Assessing riparian bird populations> Cerulean Warbler as a test case. *Southeastern Naturalist*.
- Rogers A.C. (2005). Male and female song structure and singing behaviour in the dueting eastern whipbird *Psophodes Olivaceus*. *A. J. Zoology*.
- Samaš P., Heryán J., Grim T., (2013). How does urbanization affect dispersal in Eurasian Blackbirds (*Turdus merula*)? . *SYLVIA*.

- Searcy W.A., Yasukawa K., (1996). Song and female choice. *In: Ecology and evolution of acoustic communication in birds* Cornell University Press.
- Slabbekoorn H. & Boer-Visser A., (2006). Cities change song birds. *Behavioural Biology*.
- Slabbekoorn H. & Ripmeester E.A.P., (2008). Birdsong and anthropogenic noise: implications and application for conservation. *Molecular Ecology*.
- Soule M.E., Bolger D.T., Alberts A.C., Sauvajot R., Wright J et. al., (1988). Reconstructed dynamics of rapid extinction of chaparral requiring birds in urban habitat island. *Conservation Biology*.
- Strachoňová Z. (2008). Breeding biology of songbirds in urban habitats of the town of Olomouc. *SYLVIA*.
- United Nations Population Division. (2008). *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database*. New York: United Nations.
- Valterová, I. (2008). Načteno z rozhlas:
http://www.rozhlas.cz/priroda/zvirata/_zprava/komunikace-na-chemicke-bazi-podrobneji--517534
- Veselovský & Dungel. (2001). *Obecná ornitologie*. Praha: Academia.
- Wang Y.P., Chen S.H., Jiang P.P., Ding P., (2009). Nest composition adjustments by Chinese Bulbus (*Pycnonotus sinensis*) in an urbanized landscape of Hangzhou. *Acta Ornithologica*.
- Warren P.S., Katti M., Ermann M., Brazel A., (2006). Urban Bioacoustic : it's not just noise. *Animal Behavior*.
- Yanping Wang, Oin Huang, Sii Lan, Qin Zhang, Shuihua Chen, (2015). Common blackbird *Turdus merula* use anthropogenic structures as a nesting sites in an urbanized landscape. *Current Zoology*.

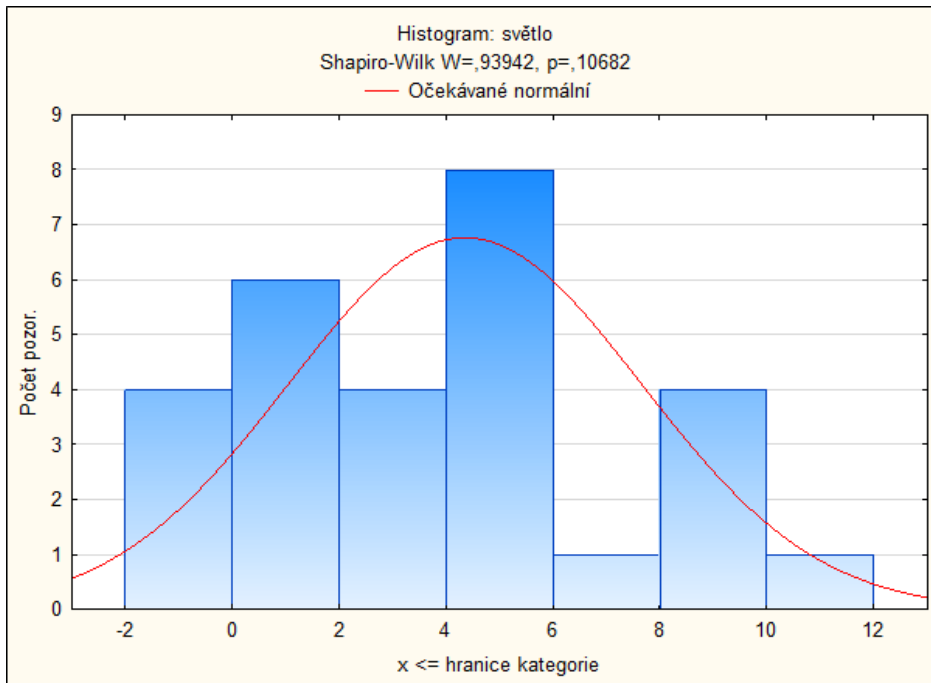
Příloha 2. Histogram intenzity vokalizace při západu slunce klid



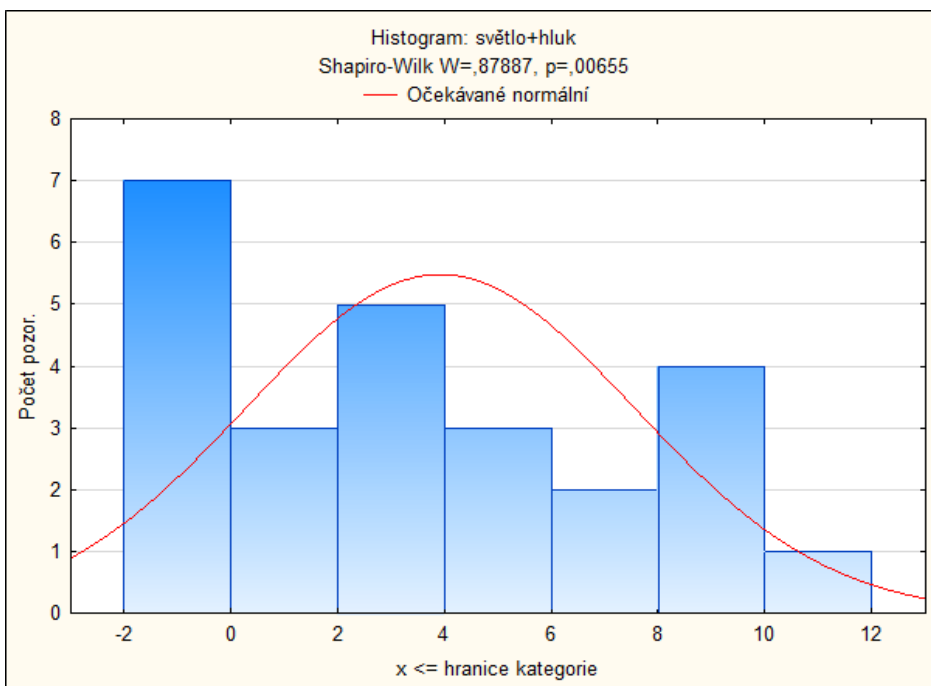
Příloha 3. Histogram intenzity vokalizace při západu slunce hluk



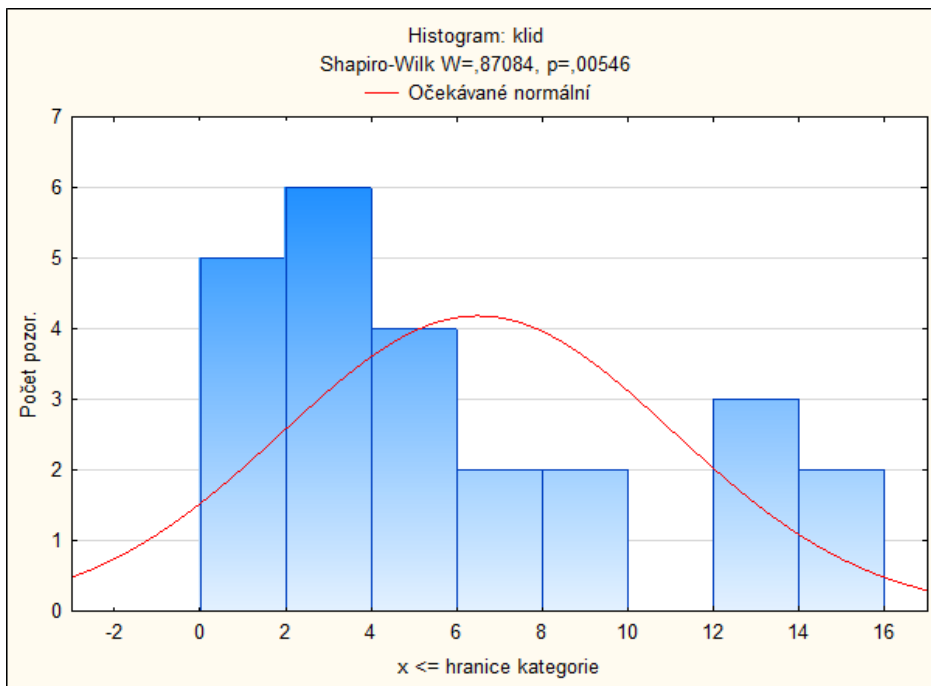
Příloha 4. Histogram intenzity vokalizace při západu slunce světlo



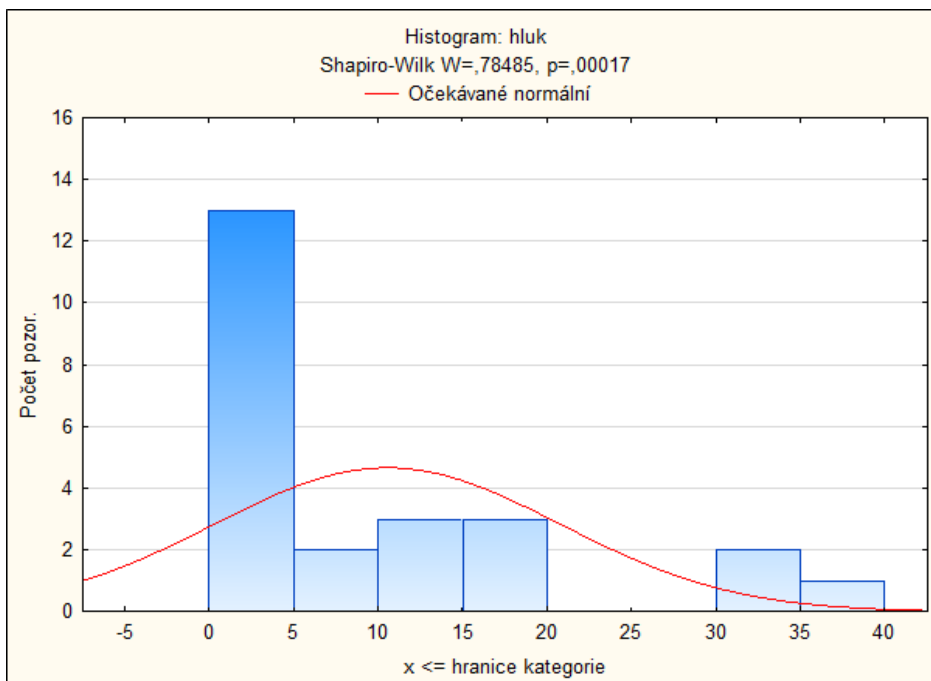
Příloha 5. Histogram intenzity vokalizace při západu slunce světlo+hluk



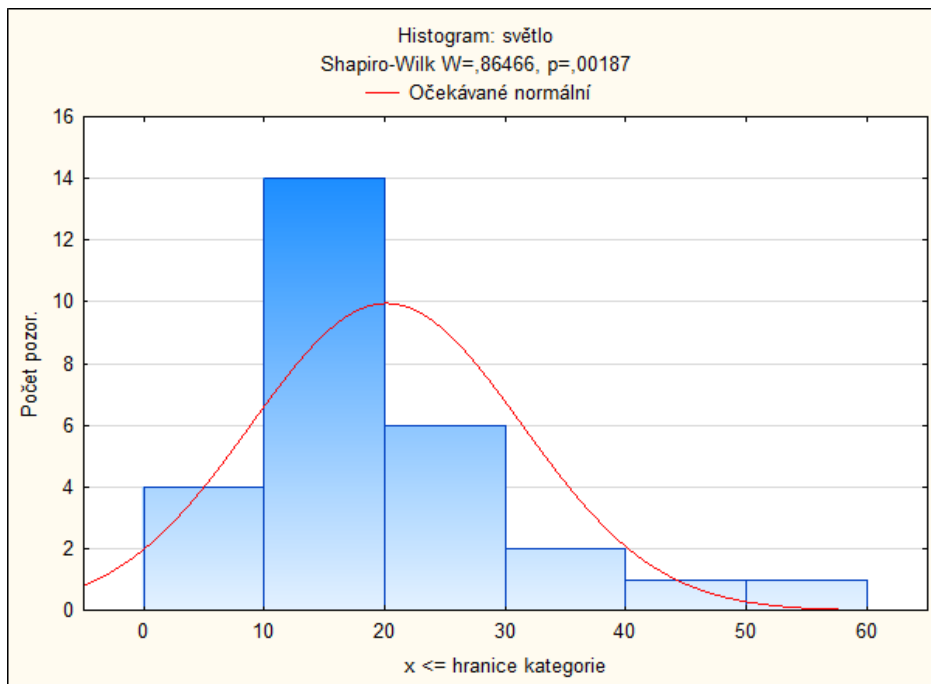
Příloha 6. Histogram intenzity vokalizace při východu slunce klid



Příloha 7. Histogram intenzity vokalizace při východu slunce hluk



Příloha 8. Histogram intenzity vokalizace při východu slunce světlo



Příloha 9. Histogram intenzity vokalizace při východu slunce světlo+hluk

