

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Katedra ekologie



**Vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu  
kosa černého (*Turdus merula*)**

**The impact of noise and light pollution on voice activity of Blackbird  
(*Turdus merula*)**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

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

**Konzultant:** Ing. Lenka Hodačová

**Diplomant:** Bc. Martin Vlach

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Vlach

Ochrana přírody

Název práce

**Vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*)**

Název anglicky

**The impact of noise and light pollution on voice activity of Blackbird (*Turdus merula*)**

### Cíle práce

Posouzení vlivu světelného a hlukového znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*). Hlavním posuzovaným parametrem zpěvu bude jak jejich průběh v ranních hodinách při východu slunce a ve večerních hodinách při západu slunce, tak také posuzování jejich noční aktivity.

### Metodika

Výzkum bude probíhat na 4 typech lokalit (se světelným znečištěním, s hlukovým znečištěním, s oběma předešlými faktory a bez rušivých vlivů) v Praze a jejím okolí. Ve vytipovaných lokalitách 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 příznivých klimatických podmínek (bez silného větru a bouřek). Diktafony budou na daných lokalitách cca 18 hod. (od odpoledne do druhého dne dopoledne), aby byla zachycena ranní, večerní a v neposlední řadě noční vokalizace jedinců. Nahrávky budou následně vyhodnoceny.

**Doporučený rozsah práce**

cca 30 stran + přílohy

**Klíčová slova**

kos černý, městské stanoviště, vokalizace, pěvci, urbanizace, znečištění

---

**Doporučené zdroje informací**

- Dominoni, D.M., Carmona–Wagner, E.O., Hofmann, M., Kranstauber, B. & Partecke, J. 2014: Individual–based measurements of light intensity provide new insights into the effects of artificial light at night on daily rhythms of urban–dwelling songbirds. *Journal of Animal Ecology*, 83(3): 681–692.
- Fuller R.A., Warren P.H. & Gaston K.J. 2007: Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters* vol. 3: 368–370.
- 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.
- Miller M.W. 2006: Apparent effects of light pollution on singing behavior of American robins. *Condor* 108: 130–139.
- 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).
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Petr Zasadil, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

**Konzultant**

Ing. Lenka Hodačová

Elektronicky schváleno dne 1. 12. 2015

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2016

---

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*)“ vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Praze dne: 13.4.2016



Martin VLACH

## **Poděkování**

V této části mé diplomové práce bych rád poděkoval především panu Ing. Petru Zasadilovi, Ph.D. za odborné rady a ochotu vést mou diplomovou práci.

Dále velký dík patří paní Ing. Hodačové Lence, která mi nejenom ochotně poskytovala veškerou svou odbornou pomoc, ale také v průběhu zpracování mé práce zabezpečovala odborný dohled.

Nemalý dík patří také mé rodině, především mé manželce Mgr. Janě Vlachové za podporu a trpělivost v celém průběhu studia.

V Praze dne: 13.4.2016



.....  
Martin Vlach

## Abstrakt

Města představují nové prostředí, kde jsou organismy vystaveny jiným ekologickým podmínkám než v původních přirozených stanovištích. Jedná se především o hlukové a světelné znečištění. Rostoucí počet studií ukazuje, že zmíněné faktory mohou mít významný vliv na hlasovou aktivitu ptáků. Světelné znečištění může měnit načasování vokalizace. Městský hluk pak může překrýt akustické signály ptáků, měnit melodie zpěvu, hlasitost, ale i načasování zpěvu. Hlavním cílem práce bylo zjistit vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého (*Turdus merula*). V roce 2015 byly pořízeny nahrávky vokalizace na 4 typech lokalit: a) na lokalitě pouze s hlukovým znečištěním (neosvětlené frekventované komunikace), b) na lokalitě pouze se světelným znečištěním (parky), c) na lokalitě s hlukovým i světelným znečištěním (frekventované silnice ve městech) a d) na lokalitě bez hlukového i světelného znečištění (lesy). Nahrávání probíhalo za pomoci diktafonů od začátku března do konce května za příznivého počasí (bez silného větru a bouřek) každý týden, aby se důkladně zmapovala sezónní hlasová aktivita daných jedinců. Lokality klidné a pouze s hlukovým znečištěním byly lesy v okolí města Beroun v blízkosti dálnice D5. Lokality se světelným a hlučným znečištěním se nacházely v Hradci Králové a Praze. V každé lokalitě byli vyhledáni jedinci kosa černého a do jejich teritoria umístěn diktafon. Nahrávky byly pořizovány 180 minut před západem slunce, dále celou noc a ukončení bylo realizováno ráno 180 min po východu slunce. Výsledky prokázaly vliv lokalit především na ranní vokalizaci, kdy na lokalitách ovlivněných, jak světlem, tak hlukem vokalizovali výrazně dříve než na klidných a hlučných lokalitách. Ve večerních úsecích vokalizace na sledovaných lokalitách byla bez významnějších rozdílů. Dále s největší intenzitou vokalizoval kos černý na lokalitách se světelným a hlukovým znečištěním, naproti ostatním. Ve večerních úsecích největší intenzita byla zaznamenána v lokalitách bez světelného a hlukového znečištění.

**Klíčová slova:** světelné znečištění, hlukové znečištění, kos černý, *Turdus merula*, vokalizace, urbanizace.

## Abstract

Cities represent a new environment where organisms are exposed to different environmental conditions than the original natural habitats. This is essentially a noise and light pollution. The growing number of studies show that these factors can have a significant impact on voice activity of birds. Light pollution may alter the timing of vocalization. Urban noise can overlay the acoustic signals of birds, change the melody, volume, and the timing of singing. The main objective of this thesis was to investigate the influence of noise and light pollution to voice activity Blackbird (*Turdus merula*). In 2015 it was recorded vocalizations to 4 types of sites: a) on the site only with noise pollution (unlit busy road), b) on the site only with light pollution (Parks), c) on location with noise and light pollution (busy roads in cities), d) on the site without the noise and light pollution (forests). Recording was done with the help of voice recorders from early March until the end of May when the weather was good (no strong winds and storms) every week to thoroughly map the seasonal voice activity of the birds. Quiet location and localities with noise pollution have been in the woods near the town of Beroun near the D5 highway. Locations with light and noisy pollution is found in Hradec Kralove and Prague. In each locality they were searched individuals Blackbird and placed recorder into their territory. The recordings were taken 180 minutes before sunset, throughout the night and morning was the end of the recording 180 minutes after sunrise. The results showed the influence of the sites primarily on the morning vocalization when in the localities affected by light and noise vocalized significantly earlier than the quiet and noisy areas. In the evening times was vocalization without significant differences. The greatest intensity of vocalizations Blackbird was light-noisy areas, opposite to others. The evening was the greatest intensity of the sound recorded in quiet locations. Finally, the night vocalization has been demonstrated only in localities light-noisy.

**Key words:** light pollution, noise pollution, blackbird, *Turdus merula*, vocalization, urbanization.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	9
<b>2. Cíle diplomové práce</b> .....	10
<b>3. Literární rešerše</b> .....	11
3.1 Hlasový projev ptáků .....	12
3.1.1 Průběh vokalizace.....	12
3.1.2 Dorozumívání ptačích druhů .....	12
3.2 Urbanizace krajiny a její následky .....	13
3.2.1 Vliv hluku na ptačí vokalizace .....	14
3.2.2 Světelné znečištění a jeho vliv na vokalizaci .....	15
3.3 Průběh zpěvu daných ptačích druhů dle studií .....	18
<b>4. Metodika práce</b> .....	23
4.1 Desing pokusu .....	23
4.2 Sledované plochy.....	24
4.2.1 Lokality hlukového a světelného znečištění.....	24
4.2.2 Lokality ovlivněny hlukovým znečištěním .....	26
4.2.3 Lokality s přímým světelným znečištěním.....	29
4.2.4 Lokality hlukového a světelného znečištění.....	33
4.3 Sběr a zpracování nahrávek.....	36
<b>5. Výsledky</b> .....	39
5.1 Vokalizace kosa černého při východu slunce.....	39
5.1.1 Vliv znečištění na začátek vokalizace .....	39
5.2 Vokalizace kosa černého při západu slunce .....	43
5.2.1 Vliv znečištění na konec vokalizace.....	43
<b>6. Diskuse</b> .....	47
<b>7. Závěr</b> .....	49
7.1 Použitá literatura .....	51
<b>8. Přílohy</b> .....	55



# 1. Úvod

Se zvyšující se urbanizací dochází k narušování a změnám v životním prostředí, které mají za následek změny fauny a flóry.

Na zvukové a světelné znečištění reagují organismy odlišně, pro některé se stávají tyto změny limitujícími a z daných stanovištních destinací mizí (Partecke et al. 2006). Pro druhé mohou být problematické ve smyslu např. změny denního biorytmu (Hasan 2010), potravy, reprodukčních cyklů a v neposlední řadě také orientace v prostoru (Poot et al. 2008). Tyto aspekty se vyskytují nejenom v městských oblastech, ale také v oblastech venkovského charakteru (Chepesiuk 2009). Přesto výrazné změny prostředí vlivem světelného znečištění jsou v městských oblastech, kde hlavním zdrojem je pouliční osvětlení a osvětlení reklamních ploch. Dále neméně významným antropogenním znečištěním je hluk ze silniční dopravy a průmysl jakéhokoliv charakteru.

Velmi malá část studií se do této doby zabývala problematikou vlivu světelného znečištění na hlasovou aktivitu daných ptačích druhů. Dle mého názoru si tato problematika zaslouží více pozornosti nejenom z vážnosti věci, ale také z důvodu nárůstu světelného znečištění v lokálním i světovém měřítku.

Na rozdíl od studií, které se zabývají vlivem zvukového znečištění na hlasovou aktivitu daných ptačích jedinců. Kde již několika studii bylo prokázáno zvýšení hlasové aktivity v hlučných lokalitách u ptáků, které jinak vokalizují běžně v denních hodinách Fuller et al. (2007); Nemeth et al. (2013); Da Silva et al. (2014).

Tato práce je cíleně zaměřena nejenom na vliv hlukového znečištění, a na vliv světelného znečištění vyústěno hlasovou aktivitou daného ptačího druhu v ranních a večerních hodinách, ale také na intenzitu hlasového projevu u kosa černého.

Daná práce byla prezentována na konferenci Biodiverzita 2016.

## **2. Cíle práce**

V této práci jsou stanoveny čtyři cíle:

- 1) Vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého při východu slunce.
- 2) Vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého při západu slunce.
- 3) Vliv hlukového a světelného znečištění na intenzitu hlasového projevu kosa černého při východu slunce.
- 4) Vliv hlukového a světelného znečištění na intenzitu hlasového projevu kosa černého při západu slunce.

### 3. Literární rešerše

Ptáci mají několik komunikačních prostředků jako je zpěv, zrak a čich, s kterými se více či méně dorozumívají. Všechny tyto prostředky mají své výhody i nevýhody. Z ornitologického hlediska je známo, že ptactvo má špatně vyvinutý čich, z toho důvodu využívá pro dorozumívání nejvíce zpěv a zrak (Catchpole & Slater 2008).

Při porovnání těchto dvou prostředků komunikace má hlasový projev naproti vizuální komunikaci jisté výhody. Dané signály jsou slyšitelné na velké vzdálenosti, šíří se do všech směrů a mohou proniknout přes určité předměty. Jednou z nevýhod vizuální komunikace je například snížená viditelnost při zhoršených klimatických podmínkách nebo na stanovištích s hustou vegetací (Catchpole & Slater 2008). V těchto případech vystupuje do popředí zvuková komunikace, přesto není bezchybná. Výše zmíněná hustá vegetace, pokud je intenzivnějšího charakteru zeslabuje i přenášený signál. Dalším faktorem snižujícím velikost signálu zpěvu určitého ptačího jedince může být, nejen prostředí v jakém se daný signál přenáší, ale také samotný jedinec, intenzita hlasového projevu, spektrální rozsah a v neposlední řadě prostorová poloha jedince (Mathevon et al. 2004).

Hlasový projev zpěvných ptáků slouží především k obraně teritoria, k varování před predátorem, k vábení samičky v reprodukčním období, k posílení sociálních vazeb obou pohlaví a v neposlední řadě do jisté míry zabraňuje mezidruhovému křížení, z důvodu dokonalého rozlišení jednotlivých druhů v rámci ptačí populace (Veselovský 2001).

Průběh vokalizace je ovlivněn nejenom sezónním obdobím, svítáním a soumrakem, ale také reprodukční periodou. Kdy u samců díky vylučování testosteronu roste intenzita hlasového projevu. Je vědecky dokázáno, že je rozdílný průběh vokalizace u spárovaných a naopak u nespárovaných ptačích jedinců (Amrhein et al. 2008). Dalším faktorem, který ovlivňuje průběh vokalizace je déšť a nízké teploty (Da Silva et al. 2015).

### **3.1 Hlasový projev ptáků**

Základní rozdělení hlasového projevu určuje akustická struktura, která se skládá z amplitudy a frekvence. Amplituda je fyzikální veličina vyjadřující maximální energii v určitém ptačím signálu. Na což kmitočet určuje počet cyklů za určitý časový interval, charakterizující výšku daného signálu. Ptáci pro zintenzivnění svých písní používají nejen rezonanci, ale také orgány, s kterými si daný signál prodlouží. Jedná se o hrdelní dutiny, vychlípeniny jícnu, vzdušné vaky a v neposlední řadě prodloužení průdušnice, která může být v extrémních případech až několika násobně větší než daný jedinec (Veselovský 2001).

Modulace a frekvence hlasového projevu jsou v živočišné říši naprosto ojedinělé. I zdánlivě jednoduché zvuky mají výraznou modulaci, mezi ně patří zvukové signály s významnou vypovídající hodnotou. Většina ptáku disponuje minimálně 10 různými formami tohoto volání s nejrůznějším významem, například volání při letu, sociální signály, agresivní volání a signály při souboji. Další skupinou jsou signály vztahující se na partnery jednoho páru neboli sociální signály. Od vábení v reprodukčním období, signály při výchově mláďat až po vzájemné zdravení. Některými signály se mláďata ozývají ještě před vylíhnutím (Veselovský 2001).

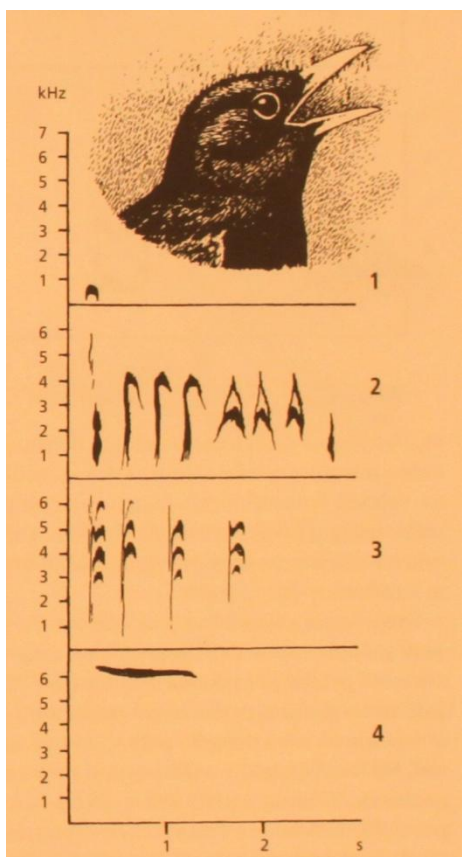
#### **3.1.1 Průběh vokalizace**

Každý ptačí druh má svůj charakteristický zpěv, skládající se ze základních elementů, které potom tvoří slabiky a dále fráze a představuje rytmické složení zpěvu. To co dělá právě zpěv charakteristickým pro každý druh je spojení odlišných frází či slabik do motivů a následně strof. Strofy jsou velmi variabilní u jistých druhů nebo jediné populace. Kos černý využívá přes 300 různých motivů. Samozřejmostí je rozdílnost u každého ptačího jedince (Veselovský 2001).

#### **3.1.2 Dorozumívání ptačích druhů**

Dle hrubého rozdělení hlasového projevu ptačích jedinců rozlišujeme krátké projevy, neboli volání a zpěv, který se vyznačuje opakujícími se frázemi a motivy. Zpěv jako takový je charakteristický v teritoriálním a reprodukčním chování. Volání je typické pro varování, vyjádření bolesti, zájmu o potravu, ale také přítomnost v určité oblasti. Pokud se jedná o vábení tento typ hlasového projevu se vyznačuje krátkými tóny

v širokém frekvenčním spektru. Naopak jedná li se o výstražné volání, které mívá vysokou frekvenci a trvá delší dobu. Z důvodu toho, že fyzikální vlastnosti hlasových signálů umožňují objevení daného ptačího jedince v extrémních případech predátorem (Obr. 1), (Veselovský 2001).



Obr. č. 1: Varovné hlasy kosa černého (*Turdus merula*), (Veselovský 2001).

- 1 - slabá reakce na nepřítele
- 2,3 - štěkavé volání na predátora
- 4 - varující hlas před letícím dravcem

### 3.2 Urbanizace krajiny a její následky

V průběhu několika staletí urbanizace na Zemi vzrůstá extrémním způsobem. Nejvýraznějším vlivem urbanizace je prostorová úprava stanovišť, která může změnit jak druhovou skladbu, tak počet daného druhu a v neposledním případě ekosystém samotný (Shochat et al. 2010; Eignbrod et al. 2011). Další studie na toto téma poukázali na skutečnost, že tato problematika má potenciál měnit prostorové aspekty využitých stanovišť Foster & Kreitzman (2004); Lyon et al. (2008). Podíl lidské populace žijící v městských aglomeracích naproti venkovu je několikanásobně převyšena (IUCN 2012).

Tato skutečnost má za následek nárůst antropogenního znečištění. Zdrojů daného znečištění je několik, například narůstající výstavba infrastruktury a dopravy samotné. Dále nárůst nejenom v průmyslové výrobě, stavebnictví, ale také těžba surovin atd. (Dominoni 2014).

S urbanizací jdou ruku v ruce další negativní faktory ovlivňující nemalou měrou životní prostředí. Jeden z faktorů je odlesňování krajiny, což má za následek zničení stanovištních podmínek a následné zamezení plození potomstva. Významným aspektem ptačího chování je věrnost k místu vylíhnutí (filopatrie) či vyhníždění (fidelita), což poukazuje na vážnost věci. Dalším faktorem je fragmentace krajiny, která opět eliminuje a izoluje dotčená stanoviště (Samaš et al. 2013).

### **3.2.1 Vliv hluku na ptačí vokalizace**

Antropogenní hluk je jeden ze zásadních problémů, který úzce souvisí s urbanizací. Na daných stanovištích se odlišuje od přirozeného hluku, který vzniká například od šumění listí, zvukovými signály určitých druhů zvířat, tekoucí vodou atd. Liší se především svojí denní periodicitou, nízkou frekvencí a vysokou amplitudou. Mnoho živočichů je existenčně závislých na zvukových signálech, které pro ně zabezpečují jak hledání partnera, následně hlídání svého teritoria, nebo obranné mechanismy atd. Tyto akustické projevy jsou více či méně narušovány antropogenním hlukem jakéhokoliv charakteru. Zvláště pak u komunikace na delší vzdálenosti, kde omezení mohou být závažné a vedou k adaptaci akustického signálu s cílem zajistit jeho efektivní přenos (Nemeth et al. 2013). Například červenka obecná (*Erithacus rubecula*) je nucena přesunout svou pěveckou činnost déle do nočních hodin (Fuller et al. 2007) a (Verzijden et al. 2010). Kromě časové změny pěvecké činnosti, ptáci také využívají k zabránění snížení signálu antropogenním hlukem charakteristických změn svého hlasového projevu (Brumm & Zollinger 2011) a (Solange et al. 2011). Další možnou strategií je opuštění těchto hlučných, ale jinak vhodných stanovišť (Nemeth et al. 2013).

Rozvoj rušné dopravy a veškeré infrastruktury s ní spojené, vedly k dramatickému nárůstu okolního hluku, s kterým dotčená zvířata, z důvodu existenční potřeby akustické komunikace musí soutěžit (Fuller et al. 2007). Hluk z dopravy klade závažné omezení na hlasový projev tím, že manipuluje s detekcí akustických signálů (Mockford & Marshal

2013). Dalšími negativními faktory dopravy jsou například: umělé osvětlení vozidel, zásadní změny stanovišť při výstavbě dopravní infrastruktury a v neposlední řadě dopravní nehody vozidel, jejichž počet rok od roku roste (Nemeth et al. 2013).

Vědecké studie, které se zabývaly hlasovými projevy u ptáků, vyskytující se na městských stanovištích. Kde prokázaly, že ptáci zpívaly vyšší frekvencí, než jedinci ptáků na venkovských lokalitách. Tato skutečnost byla přisuzována adaptaci na hluk z dopravy. Touto problematikou se dále zabývaly dvě na sobě nezávislé studie Nemeth et al. (2008); Ripmeester et al. (2010), které prokázaly průměrně vyšší frekvence hlasového projevu u kosa černého na městských stanovištích, na rozdíl od lesních lokalit u stejného druhu. Nedávná studie Nemeth et al. (2013) kosa černého potvrdila danou skutečnost ve výše uvedených lokalitách. Na městských stanovištích se zpěv průměrně pohyboval od 2,2 kHz - 2,3 kHz, naopak v lesních lokalitách se zpěv pohyboval od 1,8 - 1,9 kHz. Se zvyšující se frekvencí rostla i amplituda hlasového projevu daného jedince ptáků.

Další neméně zajímavou vědeckou studií zkoumající vliv hlasové aktivity v městských oblastech kosa černého bylo prokázáno Nordt & Klenke (2013), že jedinci ptáků zpívali v městských částech především v době, která byla z celého dne nejtíší, což mělo za následek nerušený hlasový projev.

### **3.2.2 Světelné znečištění a jeho vliv na vokalizaci**

S postupným růstem lidské populace a pokračující urbanizací se stává světelné znečištění netriviálním problémem v mnoha světových regionech. Kromě toho se objevují nové civilizační trendy (např. LED osvětlení), jejichž světelné spektrum je diametrálně odlišné od přirozeného světla, což může být dalším negativním faktorem působícím na ptačí společenstva (Nordt & Klenke 2013). Světelné znečištění v městském prostředí je často doprovázeno dalšími faktory, které mohou ovlivnit načasování zpěvu. Jsou to například teplejší mikroklima, vyšší antropogenní hlučnost, ale také vyšší dostupnost potravy (Ditchkoff et al. 2006). Pouliční lampy, jak je známo, přitahují velké množství bezobratlých živočichů, kterými se mnoho ptačích druhů živí (Bennie & Gaston 2012). To může být nepřímým faktorem osidlování těchto lokalit z důvodu snadného získávání potravy (Doninoni 2014).

Umělé osvětlení může ovlivnit bezprostřední mechanismy, které mění chování ptačích druhů. Ptáci mají dědičné periodické mechanismy jak sezónní, tak denní rytmy (Kormidla & Visser 2010) a práh vizuálního vnímání (Berg et al. 2005). Tento práh by se měl lišit mezi jednotlivými druhy, dle citlivosti prahového vnímání. Vědecké studie ukázaly, že vliv pouličního osvětlení na načasování ranního zpěvu byl nejsilnější u druhů jako je např. červanka obecná (*Erithacus rubecula*) a kos černý (*Turdus merula*) a dále u druhů s určitým zpožděním ranního zpěvu např. pěnkavy obecné (*Fringilla coelebs*) (Kempnaers et al. 2010). Takové poznatky mohou být prokázány i v načasování zpěvu při západu slunce. Touto problematikou se zabírala studie Da Silva et al. (2014), která zjistila, že umělé noční osvětlení je důležitý modifikátor každodenního načasování zpěvu u 5 z 6 druhů pěvců, zejména za úsvitu. Dále zjistili, že první písňe při soumraku realizovala pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*). Poté následovali zpěvní ptáci, kteří při svítání přestali zpívat nejpozději a to drozd obecný (*Turdus philomelos*). Kos černý (*Turdus merula*) obvykle zpíval během večerního soumraku, zatímco pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) přestala zpívat těsně před západem slunce. Tato studie zjistila, že načasování konce vokalizace je proměnlivější než načasování začátku vokalizace, zejména pro ty druhy, kteří hlasový projev ukončí před západem slunce.

Příčinou časnější aktivity ptáků žijící v městských oblastech je nejen hluk z dopravy, ale také umělé noční osvětlení. Tato skutečnost je podložena vědeckými studiemi, například studií zkoumající chování městských kosů, kteří jsou aktivní až o 5 hodin dříve než jedinci stejného druhu žijící na venkovských oblastech. Časový rozdíl hlasového projevu byl dán intenzitou antropogenního světla, neboli čím více světla, tím časněji začali ptačí jedinci zpívat (Nordt & Klenke 2013).

Další studie Kempnaers et al. (2010) poukazuje na změnu biorytmu u sýkorky modřinky (*Parus caeruleus*). Díky umělému osvětlení ve městech samičky začaly klást vajíčka dříve, než v přirozeně tmavých lokalitách.



Životní prostředí jako takové, je vlivem lidské činnosti a nárůstem lidské populace velmi silně ovlivňováno a přetvářeno pro pohodlí člověka, ale bohužel na úkor ostatních živočichů. Jedním z negativních vlivů antropogenního znečištění je umělé osvětlení, jakéhokoli charakteru. Prvotní reakcí živočichů na toto znečištění je změna reprodukčního chování, změna ptačích stanovišť a v neposlední řadě změny v sezónních a denních periodách (Tuomainen & Candolin 2011). Melatonin umožňuje ptákům synchronizaci cirkadiálních hodin daných period (Gwinner & Brandstatter 2001; Cassone 2014). Potlačení syntézy melatoninu, díky umělému světlu v noci, může změnit fyziologické detekce délky dne (Dominoni & Goymann 2013), takže ptačí populace vnímají den jako delší, v porovnání s ptačími jedinci v přírodních podmínkách. To může nakonec vést k různým aktivačním vzorům v chování ptáků na osvětleném a temném území (Dominoni & Helm 2013). Alternativní hypotéza předpokládá, že umělé osvětlení v noci nepřímo ovlivňuje načasování hlasového projevu ptáků při svítání a soumraku a dále souvisí s načasováním příjmu potravy (Fonken et al. 2010; Byrkjedal et al. 2012). Což vede k ptačím jedincům na lokalitách s umělým osvětlením, kteří mají větší fitness. Větší energetické rezervy by měly umožnit prodloužení ptačího zpěvu za soumraku (Cuthill & Macdonald 1990; Thomas 1999).

Druhotné reakce na toto znečištění mohou být jak fyziologické a morfologické adaptace, tak zvyšování hladiny testosteronu, nebo jeho aktivních metabolitů, což má za následek dřívější probuzení a následný každodenní delší zpěv (Van Duyse et al. 2005). Dále světelné znečištění může také způsobit neurologické změny u ptačí populace, což se může projevat na charakteru zpěvu daných ptačích druhů (Dawson et al. 2001). Jakékoli změny v chování ovlivňují reprodukční úspěch, šíření jednotlivců a v neposlední řadě dynamiku populací, což má za následek ovlivnění biologické rozmanitosti (Tuomainen & Candolin 2011). Další případ výzkumu, který „viditelně neovlivnil jakýmkoliv negativním způsobem sledované jedince“, se zabíral hnízdištěm sýkory koňadry (*Parus major*), které autoři dané studie nainstalovali malé světlo vně budek. Tím pádem samice byly aktivnější při krmení mládřat, což mohlo vést v první řadě k zlepšení fitness mládřat, ale také to mohlo ovlivnit samice - větší vyčerpanost a následné snížení fitness (Titularer et al. 2012).

### 3.3 Průběh zpěvu daných ptačích druhů dle studií

**Nemeth et al. (2013)** - v této studii byl sledován vliv antropogenního hluku na hlasovou aktivitu kosa černého v oblasti Vídně, za pomoci zvukové techniky a počítačového softwaru, pro analýzu zvuku. Výzkum se rozdělil na dvě části.

Jednak na část analyzování vzorků od 12 jedinců kosa černého, kteří byli drženi v umělých voliérách, kde se navzájem neviděli, ale naopak se slyšeli. Realizování nahrávek se uskutečňovalo za pomoci počítačového softwaru. Z důvodu co nejlepších nahrávek se mikrofony umisťovaly cca 22 cm od hlav jedinců, zavěšením v horní části voliéry.

V druhé části výzkumu se zkoumal rozdíl hlasového projevu (velikost frekvence a modulace) kosa černého v závislosti na antropogenním znečištění u volně žijících jedinců. Nahrávky byly pořizovány ve dvou odlišných oblastech, ve městské lokalitě - (centrum Vídně) a v lesní lokalitě - (Vídeňský les). V těchto oblastech se velikost hluku pohybovala z předem logicky odvozených aspektů, město: 71 dB a les: 60 dB.

Z obou dvou těchto částí se prokázalo, že kos černý v městských oblastech zpíval průměrně vyšší frekvencí a amplitudou než v lese. Konkrétnějšími poznatky této studie jsou výše zmíněné frekvenční rozsahy (viz. kapitola 4.2.1), zkoumané na obou lokalitách, jejichž přesné využívání bylo následné. Jedinci přítomní v městských lokalitách, vokalizovali většinou při frekvenční špičce 2,2 kHz. Minimální počet písní se odehrál okolo 1,8 kHz. Naopak při této frekvenční špičce nejvíce vokalizovali lesní ptáci.

**Nordt & Klenek (2013)** - v této studii byl sledován vliv antropogenního znečištění, (jak světelného, tak hlukového) na hlasovou aktivitu kosa černého v oblasti Lipska za období od 19. března do 24. května roku 2011, což činilo 10 týdnů a dále za období od 12. března do 18. dubna, což činilo 5 týdnů, za pomoci zvukové techniky a počítačového softwaru. Nejdříve bylo vybráno deset míst zahrnující přechod ticha k hluku a různou intenzitu světla, od centra města po venkovské oblasti. Celkově tyto plochy pokrývaly 250 ha. Tomu předcházela rekognoskace a mapování terénu, při němž každé vytipované místo bylo navštíveno nejméně čtyřikrát během předběžné studie. V rámci prvního

období se výzkum snažil zaznamenat vliv změny lidské činnosti při přestupu z letního času na zimní a tím pádem zvýšené hlučnosti, na vývoj hlasového projevu kosa černého.

Sběr dat na určených místech byl realizován vždy od 1:30 hod. do svítání. V průběhu noci bylo každé území opakovaně navštíveno v průměru po 24,5 min. do doby, dokud nezačal daný ptačí jedinec ranní zpěv. Aby se zabránilo zkreslení, vždy se přechody mezi místy střídaly. Což znamenalo, že se nikdy nešlo na dvě stejná místa po sobě. Pokud pozorovatel po 5 min. ticha zaregistroval hlasový projev kosa černého, zaznamenal to jako iniciaci ranního zpěvu daného ptačího jedince. Z důvodu eliminace ekologického hluku byl vypočítán hlukový index na dobu od 22:00 hod. - 06:00 hod, zvláště pro každý zdroj hluku. V období výzkumu ranní zpěv sledovaného ptačího druhu začal výrazně před začátkem ranní špičky sledovaných zdrojů hlukového znečištění. Z toho důvodu se hlukové indexy jeví jako vhodné opatření před studováním účinků nočního hluku na nástup ranního zpěvu kosa černého. Světelné znečištění ve studovaných oblastech bylo měřeno lightmetrem a následně zakomponováno do statistických výpočtů.

Všechny výsledky této studie naznačují, že kos černý je ovlivňován jak světelným, tak hlukovým znečištěním. V oblastech bez umělého osvětlení a dopravního hluku nebyla zaznamenána noční vokalizace sledovaného ptačího druhu. Naproti místům, kde je výraznější antropogenní znečištění. Kos černý v městské části začal podstatně dříve vokalizovat, než jeho protějšek v parcích a lesních oblastech, a to přesně o 5:31 hod. dříve než poslední jedinec v lesoparku. Časový rozdíl mezi prvním a posledním zpěvem v noci na sledovaných lokalitách představoval v průměru 3:44 hod. Nejpozdější zpěv, byl na hlučné lokalitě ovlivněné dopravou. Porovnáním městských lokalit stejného světelného znečištění a naopak s různým hlukem, byl zjištěn pozdější nástup vokalizace na lokalitě s menším hlukovým znečištěním. Ptáci ve všech vytyčených městských oblastech vykazovali velmi výraznou variabilitu v závislosti na čase a hlasovém projevu daného ptačího druhu. Naopak ptáci v parcích a v lesních oblastech vykazovali stabilnější hodnoty dané závislosti.

**Da Silva et al. (2014)** - v této studii byl sledován vliv denního antropogenního hluku a nočního světelného znečištění na hlasovou aktivitu při svítání a soumraku šesti společně zpěvných ptáků: červenky obecné (*Erithacus rubecula*), drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), sýkorky koňadry (*Parus major*), sýkorky modřinky (*Cyanistes*

*caeruelus*), pěnkavy obecné (*Friugilla coelebs*) a kosa černého (*Turdus merula*). V oblasti jižního Německa za období od 6. dubna do 17. dubna 2012 a za období od 10. května do 17. května 2012. Za pomoci zvukové techniky a počítačového softwaru, pro analýzu zvuku a statistických výpočtů. Sekundárním cílem této studie bylo posoudit vliv povětrnostních podmínek (deště, teploty a pokrývnosti oblačnosti).

Nejdříve autoři studie vybrali 12 míst s minimální vzdáleností 500 m od sebe. Rozsah sledovaného území byl tedy cca 0,5 km - 28 km. Vytyčená místa se rozdělily do čtyř kategorií s charakteristickým znečištěním: a) lokalita s umělým nočním osvětlením a denním hlukem z dopravy; b) lokalita s umělým osvětlením, ale bez hluku; c) lokalita bez umělého osvětlení, ale s hlukem z dopravy; d) lokalita bez umělého osvětlení a hluku. Velikost hluku byla zjišťována za pomoci sčítacího systému aut a statistických výpočtů. Hluk vždy překrýval hlasové projevy všech sledovaných druhů, jak za svítání, tak za soumraku. Dva diktafony na předem vytyčených místech zabezpečovaly nahrávky daných ptačích druhů v průměru 100 m od sebe. Nahrávat se začalo 1,5 hod. před východem slunce v místní oblasti a 1,5 hod. po západu slunce. Daná zařízení disponovala měřením teploty každých 5 min.

První poznatky dané studie ukazovaly dřívější hlasové projevy drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), sýkory koňadry (*Parus major*), a sýkory modřinky (*Cyanistes caeruelus*) během víkendu než ve všední dny. Dále při vypnutém nočním umělém osvětlení všechny sledované druhy, kromě pěnkavy obecné (*Friugilla coelebs*), iniciovaly hlasové projevy podstatně později. V rozmezí v průměru od 10 min. do 21 min. Díky statistickým výpočtům se zjistilo, že začátek ranní vokalizace u sledovaných druhů, je tím dříve, čím intenzita umělého nočního osvětlení je intenzivnější. Různé typy umělého osvětlení vyzařují odlišnou intenzitu světelného záření, které může být významným faktorem při změnách přirozených rytmů daných ptačích druhů. Autoři této studie tedy nabádají k následnému výzkumu zaměřujícímu se na kvalitu umělého osvětlení a na dopad na přírodní systémy. U všech sledovaných jedinců ranní hlasový projev začal výrazně dříve, vzhledem k východu slunce s pokrokem sezónního období. Nicméně časové vyvrcholení ranního zpěvu bylo v období kolem snášky vajec pro každý druh odlišné. Dále výzkum zjistil, že umělé noční osvětlení je důležitým každodenním modifikátorem ranního hlasového projevu u pěti z šesti sledovaných ptačích druhů. I počasí určitým způsobem ovlivňuje každodenní načasování vokalizace. Naproti tomu, se

nalezlo málo důkazů k potvrzení vlivu hlukového znečištění na zpěv, jak při svítání, tak soumraku.

Zpěv a pořadí jednotlivých druhů, které začaly a přestaly zpívat v lokalitách s přírodním prostředím, s přirozeným denním a sezónním načasováním úsvitu a soumraku, je konzistentní a předvídatelný. Za úsvitu červenka obecná (*Erithacus rubecula*), kos černý (*Turdus merula*) a drozd zpěvný (*Turdus philomelos*) zahájili hlasový projev při nízké úrovni denního světla. Na počátku soumraku začala zpívat sýkora koňadra (*Parus major*) a sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*), naopak k vokalizaci pěnkavy obecné (*Fringilla coelebs*), červenky obecné (*Erithacus rubecula*), kosa černého a drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), došlo až v průběhu západu slunce. Poznatky této studie ukazují, že načasování konce hlasového projevu u sledovaných druhů je proměnlivější, než načasování začátku. Zejména pro ty druhy, které dokončily zpěv před západem slunce. Tato skutečnost naznačuje, že přírodní světelné podmínky méně ovlivňují konec vokalizace, naproti například teplotě a klimatickým podmínkám. Během sezóny všechny sledované druhy začaly zpívat časněji relativně k východu a později relativně k západu slunce. To znamená podstatné rozšíření v časovém rozpětí pěvecké aktivity.

**Dominoni (2014)** - v této studii bylo cílem objasnění vztahu umělého osvětlení a načasování činnosti zpěvných ptáků, pomocí měření intenzity světla na jednotlivých ptačích jedincích kosa černého v oblasti kolem Mnichova a jižního Německa za období od února do června roku 2009, 2010 a 2011 pomocí automatizovaného telemetrického systému a statistických výpočtů. Nejdříve autoři studie vybrali patřičná území s rozdílnou intenzitou umělého osvětlení: a) velký městský park o rozloze 25 ha - 30 ha, b) středně malé zelené plochy na okraji města, o rozloze 1 ha - 4 ha, c) venkovské oblasti.

Odchyt ptačích jedinců probíhal za úsvitu za pomoci sítí. Ve sledovaných letech na přirozené lokalitě bez umělého osvětlení se využilo do studie 11 ptačích jedinců. Dále na městské lokalitě charakteristické vysokou intenzitou umělého osvětlení 12 ptačích jedinců. V neposlední řadě na zelených plochách se střední intenzitou umělého osvětlení 17 ptačích jedinců. Každý pták byl označen identifikačním kroužkem a nainstaloval se mu radiotransmetr. Toto zařízení se používá v kombinaci automatizovaného nahrávacího přístroje, které se nacházelo v blízkosti nahrávaného ptačího jedince. Zde nahrávalo

každou minutu příslušnou frekvenci a zaznamenávalo sílu signálu každého jedince. Tento stejný telemetrický systém, byl využit v mnoha studiích.

Hlavní účelem této studie, se stalo analyzování vztahů mezi nočním světlem a časem nástupu a konce denní činnosti u vybraných ptačích jedinců s vymezením enviromentálních proměnných, jako jsou povětrnostní podmínky a hluk. V lesních oblastech sledovaní ptačí jedinci vykazovali nejnižší intenzitu se soumrakem. Naopak v městských lokalitách se intenzita umělého světla působící přímo na vybrané jedince měnila. Dalším neméně zajímavým poznatkem, je fakt, že čím vyšší je intenzita umělého osvětlení v pozdní noci, tím mají kosa větší tendenci začít svou činnost dříve. Také teplota, sezónní období a velikost srážek mělo svůj podíl na dřívější ranní činnosti. Zdá se tedy, že ptáci vystavení vyšší množství světelného znečištění rozšířili svou každodenní činnost do noci a to nejen v časných ranních hodinách, ale částečně také do pozdních večerních hodin. Prvotní poznatek pro budoucí výzkum je, zaměření na bezprostřední a konečné činnosti vybraných ptačích jedinců při západu slunce. V neposlední řadě ve venkovských oblastech intenzita umělého osvětlení neměla souvislosti s ranní činností. Závěry studie se jeví neméně překvapující, jelikož i když „městský“ kos černý, byl vystaven větší intenzitě umělého osvětlení, než „venkovský“ jedinec, tato intenzita se pohyboval na velmi nízkých hodnotách (přesněji 20 - krát nižší), na rozdíl o 30 m vzdáleném měrném bodě. Tyto poznatky je však potřeba ještě ověřit dalším výzkumem.

## 4. Metodika práce

### 4.1 Design pokusu

Vlastní poslech nahrávek byl prováděn ve větší míře hned po sběru dat a to nejenom z důvodu časové náročnosti vyhodnocení poslechu, ale také z důvodu možné změny umístění diktafonu na dané lokalitě, dle kvality hlasového projevu.

Bylo vybráno 28 lokalit s patřičným znečištěním (Tab. č. 1):

1) Lokality, které jsou ovlivněny světelným znečištěním (parky v aglomeracích Hradce Králové a Prahy). Tyto lokality reprezentovaly pouze území se světelným znečištěním, které byly vybrány mimo městskou dopravu a jiné hlukové znečištění.

2) Lokality se světelným i hlukovým znečištěním (frekventované silnice ve městech Hradce Králové a Prahy). Tyto lokality byly stanoveny na místech, kde jsou přítomny bodové zdroje světelného znečištění, ale zároveň, kde je předpokládán zvýšený provoz z dopravy.

3) Lokality pouze s hlukovým znečištěním (neosvětlené frekventované komunikace v blízkosti Berouna - dálnice D5). Tyto lokality byly vybrány, tak aby reprezentovaly významné hlukové znečištění.

4) Lokality bez hlukového i světelného znečištění, (lesy v okolí Berouna a CHKO Brdy).

Z důvodu komplexnějšího vyhodnocení byly použity nahrávky od kolegyně Bány Hlouškové a Nikolý Zilincikové.

## 4.2 Sledované plochy

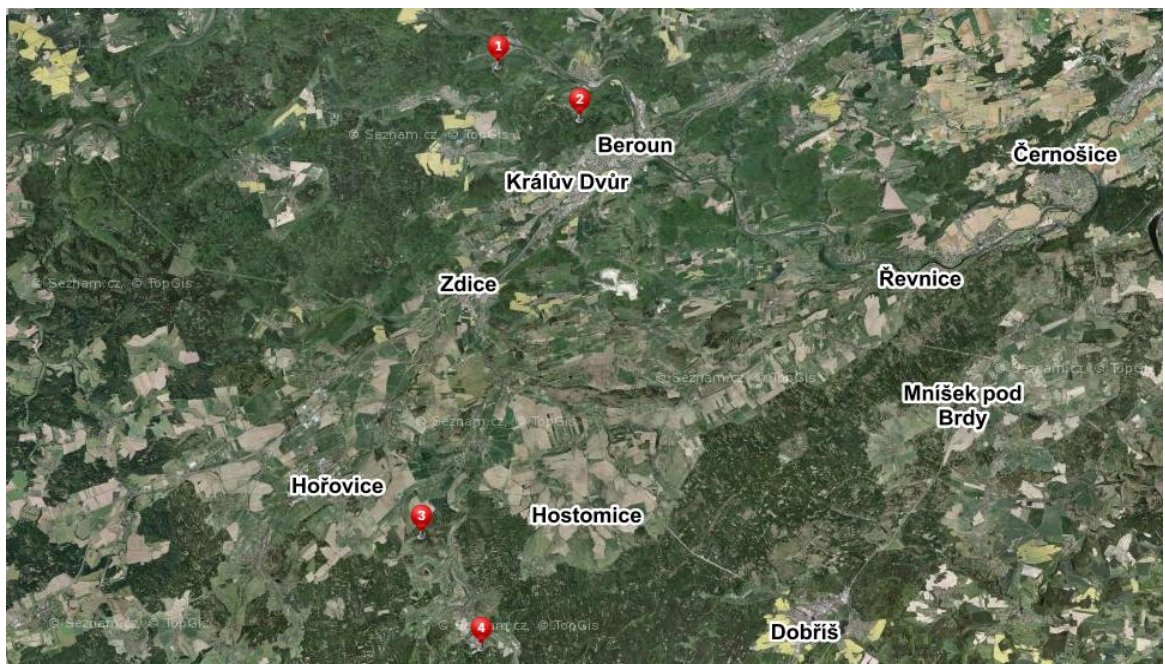
Lokality byly vybrány na základě předchozí rekognoskace terénu, která probíhala v únoru 2015:

<b>Typy lokalit</b>
Lokality bez zvukového a světelného znečištění (Obr. 2)
lokality ovlivněny zvukovým znečištěním (Obr. 3)
lokality ovlivněny světelným znečištěním (Obr. 4 a Obr. 5)
lokality ovlivněny zvukovým i světelným znečištěním (Obr. 6 a Obr. 7)

Tab. č. 1: Sledované lokality s patřičným znečištěním.

### 4.2.1 Lokality bez hlukového a světelného znečištění

Prvním místem pořizovaných nahrávek jsou lokality mimo lidská sídla (obr. 2), které jsou specifické svými přirozenými faktory s předpokládanou absencí antropogenního znečištění, (Tab. 2):



Obr. č. 2: Stanovené lokality bez lidských sídel - Beroun.



<i>Mapový bod</i>	<i>Lokalita</i>	<i>Název území stanovených nahrávek</i>
<b>1</b>	<i>klid</i>	Okolí obce Nižbor
<b>2</b>		Rozhledna Děd
<b>3</b>		Okolí obce Felbabka
<b>4</b>		Okolí obce Jinec

Tab. č. 2: Stanovený typ lokalit - Beroun.

**Okolí obce Nižbor** - Dané území se rozprostírá severovýchodně od města Berouna. Nahrávky byly realizovány na 5 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 235 m. n. m., GPS - (50°0'6.614"N, 14°0'56.533"E; 50°0'34.020"N, 14°0'53.443"E; 50°0'47.920"N, 14°1'31.758"E; 50°1'5.789"N, 14°2'15.944"E; 50°1'14.223"N, 14°1'35.157"E). Na tomto území převládaly acidofilní doubravy s dubem zimním (*Quercus petraea*), dubem letním (*Quercus robur*), s příměsí břízy bělokore (*Betula pendula*), břízy pýřité (*Betula pubescens*) a habrem obecným (*Carpinus betulus*), (Chytrý et al. 2001). Dále hospodářsky vysazovaným smrkem stepilým (*Picea abies*) a borovicí lesní (*Pinus sylvestris*).

**Rozhledna Děd** - Dané území se rozprostírá severovýchodně od města Berouna. Nahrávky byly realizovány na 6 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 490 m.n.m., GPS - (49°58'20.923"N, 14°1'14.455"E; 49°58'38.112"N, 14°1'50.143"E; 49°58'34.833"N, 14°0'56.842"E; 49°58'26.189"N, 14°2'10.228"E; 49°58'6.713"N, 14°2'7.292"E; 49°58'3.434"N, 14°1'59.876"E). Na této lokalitě převládaly dubohabřiny s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) a dubem letním (*Quercus robur*) a s příměsí břízou bělokorou (*Betula pendula*), břízou pýřitou (*Betula pubescens*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), modřínem opadavým (*Larix decidua*). Dále se zde vyskytovaly umělé monokultury se smrkem stepilým (*Picea abies*).

Lokality mají podnebí mírně teplé klimatické oblasti MT11. Mají poněkud vlhčí léto, delší přechodné období a delší trvání sněhové pokrývky. Zabírají většinu pahorkatin a ploché vrchoviny střední části České kotliny dle Quitta (1971). Průměrná roční teplota 7 - 8 °C a průměrný roční úhrn srážek 600 - 700 mm (ČHMÚ 2016).

**Okolí obce Felbabka** - Dané území se rozprostírá jihovýchodně od města Berouna u městyse Jince. Nahrávky byly realizovány na 6 místech, které se nacházely v

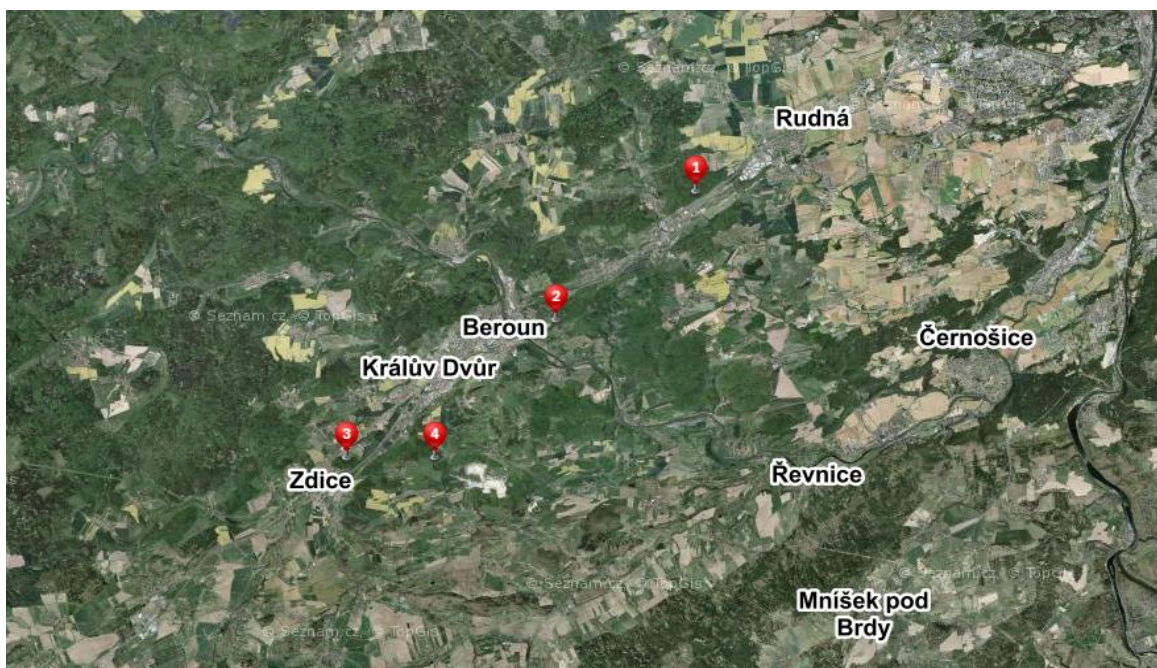
přibližné nadmořské výšce 320 m.n.m., GPS - (49°48'31.960"N, 13°55'44.762"E; 49°48'43.226"N, 13°56'7.782"E; 49°46'31.362"N, 13°56'15.970"E; 49°48'11.620"N, 13°56'8.709"E; 49°48'11.520"N, 13°55'38.737"E; 49°48'23.186"N, 13°55'18.189"E). Na tomto území byly převážně suché acidofilní doubravy s dubem zimním (*Quercus petraea*), dubem letním (*Quercus robur*), s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*), břízy pýřité (*Betula pubescens*) a modřínem opadavý (*Larix decidua*), (Chytrý et al. 2001). Dále se zde nacházely, jak suché teplomilné trávníky, tak trávníky vlhkomilnou vegetaci.

**Okolí obce Jince** - Dané území se rozprostírá severozápadní části zanikajícího vojenského prostoru Brdy. Nahrávky byly realizovány na 5 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 325 m.n.m., GPS - (49°46'25.193"N, 13°59'45.466"E; 49°46'20.604"N, 13°58'57.881"E; 49°46'8.929"N, 13°59'14.875"E; 49°45'49.071"N, 13°59'8.232"E; 49°46'13.819"N, 13°58'24.665"E). Na tomto území převládají oglejené stanoviště se smrkem ztepilým (*Picea abies*), (Chytrý et al. 2001). Dále se zde nachází borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřín opadavý (*Larix decidua*), s příměsí jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), topolu kanadského (*Populus canadensis*) a dubu zimního (*Quercus petraea*).

Lokality okrajových pohoří Brd mají podnebí mírně teplé klimatické podoblasti MT 7, které se s narůstající nadmořskou výškou stává drsnější dle Quitta (1971). S průměrnou roční teplotou 6 - 7°C a průměrným ročním srážkovým úhrnem 700 - 800 mm (ČHMÚ 2016).

#### **4.2.2 Lokality ovlivněny hlukovým znečištěním**

Druhým místem pořizovaných nahrávek jsou lokality ovlivněné hlukovým znečištěním (Obr. 3), zde byly vybrány plochy v okolí frekventované dálnice D5 mimo lidská sídla, bez světelného znečištění (Tab. 3):



Obr. č. 3: Charakter hlučných lokalit - Beroun.

Mapový bod	Lokalita	Název území stanovených nahrávek
1	hluk	Loděnice D5
2		U dálnice
3		Lesopark Knihov
4		Lom Kosov

Tab. č. 3: Stanovený typ lokalit - Beroun.

**U dálnice** - Dané území se rozprostírá v západní části města Berouna. Nahrávky byly realizovány na 4 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 350 m.n.m., GPS - (49°57'56.875"N, 14°6'70.928"E; 49°58'23.009"N, 14°6'36.461"E; 49°58'30.667"N, 14°7'16.876"E; 49°58'13.918"N, 14°6'16.247"E), (obr. č. 3 a tab č. 3). Na tomto území byly převážně suché acidofilní doubravy s dubem zimním (*Quercus petraea*), (Chytrý et al. 2001), dubem letním (*Quercus robur*), s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*), břízy pýřité (*Betula pubescens*) a modřínem opadavý (*Larix decidua*). Keřové patro zde bylo zastoupeno dominantní růží šípkovou (*Rosa canina*) a lískou tureckou (*Corylus Colurna*).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T 2. Vyznačuje se dlouhým, teplým a suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím a teplým až mírně teplým jarem a

podzimem, krátkou, mírně teplou a suchou až velmi suchou zimou dle Quitta (1971). Průměrná roční teplota 8 - 9 °C, roční úhrn srážek 500 - 600 mm (ČHMÚ 2016).

**Loděnice D5** - Dané území se rozprostírá severozápadně od města Berouna. Nahrávky byly realizovány na 4 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 250 m. n. m., GPS - (49°59'34.437"N, 14°9'49.310"E; 49°59'51.917"N, 14°10'28.243"E; 50°0'32.034"N, 14°10'36.895"E; 50°0'9.395"N, 14°11'6.249"E), (obr. č. 3 a tab č. 3). Na této lokalitě převládaly acidofilní doubravy s dubem zimním (*Quercus petraea*), (Chytrý et al. 2001), dubem letním (*Quercus robur*), s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*), břízy pýřité (*Betula pubescens*) a habrem obecným (*Carpinus betulus*). Dále hospodářsky vysazovaným smrkem stepilým (*Picea abies*) a borovicí lesní (*Pinus sylvestris*).

**Lesopark Knihov** - Dané území se rozprostírá jihovýchodně od města Berouna u obce Zdice. Nahrávky byly realizovány na 6 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 350 m.n.m., GPS - (49°55'25.356"N, 14°0'7.636"E; 49°55'17.797"N, 13°59'59.138"E; 49°55'8.944"N, 13°59'52.650"E; 49°55'7.551"N, 13°59'34.883"E; 49°55'6.258"N, 13°59'18.043"E; 49°55'2.080"N, 13°59'19.588"E), (obr. č. 3 a tab č. 3). Na této lokalitě převládaly lesy s převahou habru obecného (*Carpinus betulas*), dubem zimním (*Quercus petraea*) a dubem letním (*Quercus robur*) s příměsí borovice lesní (*Pinus sylvestris*), javoru babyky (*Acer campestre*), břízou pýřitou (*Betula pubescens*), modřínem opadavým (*Larix decidua*).

**Lom Kosov** - Dané území se rozprostírá jižně od města Berouna u obce Jarov. Nahrávky byly realizovány na 6 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 380 m.n.m., GPS - (49°56'53.510"N, 14°3'29.020"E; 49°56'44.562"N, 14°3'8.472"E; 49°56'33.226"N, 14°2'54.877"E; 49°56'31.736"N, 14°3'20.214"E; 49°56'22.887"N, 14°2'59.512"E; 49°56'8.568"N, 14°3'27.321"E;), (obr. č. 3 a tab č. 3). Na této lokalitě převládaly dubohabřiny s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) a habrem obecným (*Carpinus betulas*) s příměsí borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), javorem babykou (*Acer campestre*), břízou pýřitou (*Betula pubescens*), modřínem opadavým (*Larix decidua*).

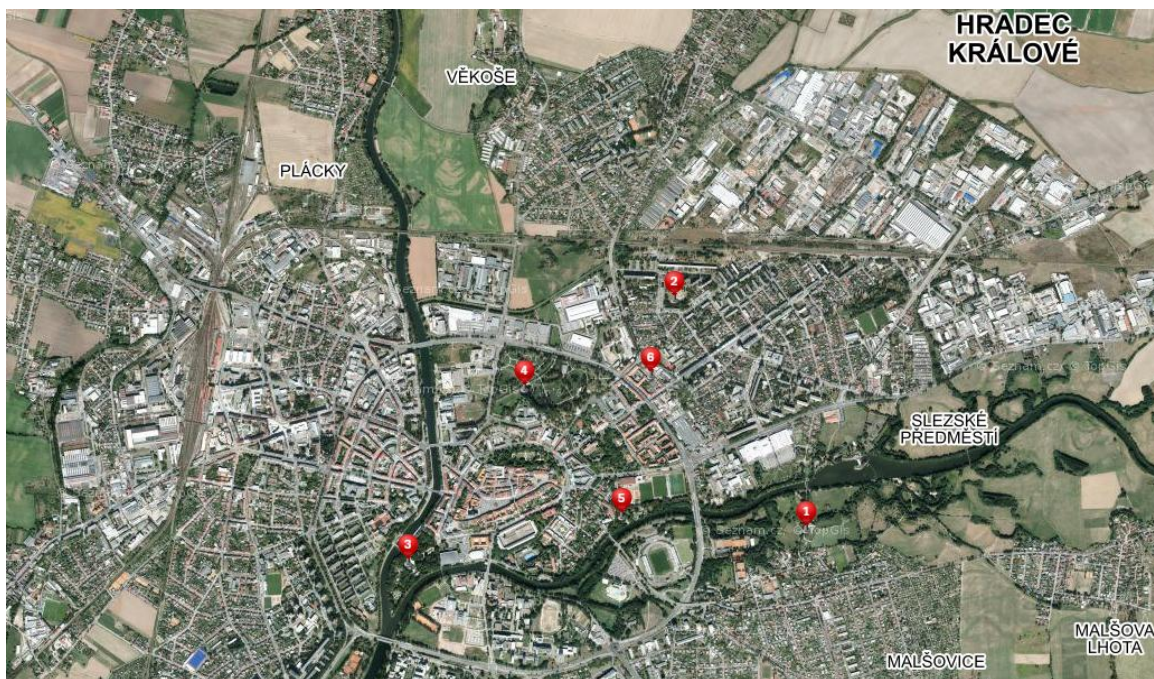


Lokality spadají do mírně teplé klimatické oblasti MT 11. Mají poněkud vlhčí léto, delší přechodné období a delší trvání sněhové pokrývky. Zabírají většinu pahorkatin a ploché vrchoviny střední části České kotliny dle Quitta (1971). Průměrná roční teplota 7 - 8 °C a průměrný roční úhrn srážek 600 - 700 mm (ČHMÚ 2016).

### 4.2.3 Lokality s přímým světelným znečištěním

Dalšími neméně významnými nahrávacími místy jsou pro pořizování nahrávek lokality ovlivněny přímým světelným znečištěním, které jakož už zmíněné zvukové znečištění může také pocházet z několika antropogenních faktorů (Obr. 4) - Hradec Králové a (Obr. 5) - Praha. Nejvíce typické pro toto znečištění jsou městské oblasti. Nahrávací místa dané lokality byly stanoveny v městských parcích Hradce Králové (Tab. 4) a Prahy (Tab. 5). Data z tohoto druhu lokalit jsem získal, jak od Bc. Barbory Hlouškové - Hradec Králové, tak od Nikol Zilincikové - Praha, se kterými jsem spolupracoval na dané problematice:

#### a) Lokality na území Hradce Králové:



Obr. č. 4: Charakter světelného znečištění - Hradec králové.

<i>Mapový bod</i>	<i>Lokalita</i>	<i>Název území stanovených nahrávek</i>
<b>1</b>	<i>světlo</i>	U mlýna
<b>2</b>		Sever
<b>3</b>		Jiráskovy sady
<b>4</b>		Šimkovy sady
<b>5</b>		U soudu
<b>6</b>		Jižní

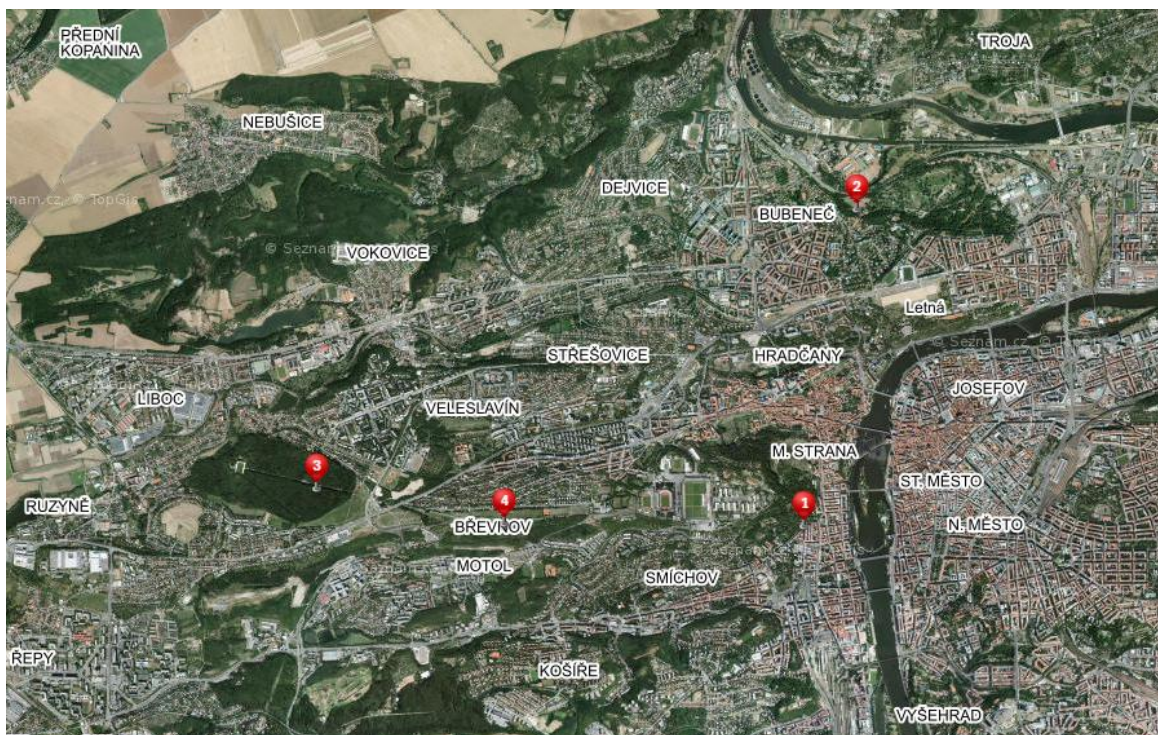
Tab. č. 4: Stanovený typ lokalit - Hradec Králové.

Dané území se rozprostíralo v jádru města Hradci Králové. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 6 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 235 m.n.m., GPS - (50°12'28.359"N, 15°51'21.060"E; 50°13'8.598"N, 15°50'48.307"E; 50°12'21.339"N, 15°49'33.686"E; 50°12'51.495"N, 15°50'4.894"E; 50°12'30.732"N, 15°50'30.540"E; 50°12'56.438"N, 15°50'40.737"E), (obr. č. 4 a tab. č. 4). Dané typy lokalit byly situovány v severní části města, poblíž soutoku Labe s Orlicí a v Jiráskových sadech. Převážně se jedná o upravenou městskou zeleň. Dále zde jsou hojným počtem zastoupeny mnohé kultivary růží (r. Rosa) a převažují zde různé území javoru mléč (*Acer platanoides*), javoru klen (*Acer pseudoplatanus*), lípy malolisté (*Tilia cordata*), borovice černé (*Pinus nigra*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrku ztepilého (*Picea abies*) a smrku omorika (*Picea omorika*). Z bylinného patra zde byl nalezen jilek vytrvalý (*Lolium perenne*), lipnice roční (*Poa annua*), lipnice luční (*Poa pratensis*), jetel plazivý, (*Trifolium repens*) a jitrocel větší (*Plantago major*). Skladba odpovídá původu biotopů, které jsou antropogenní.

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T 2. Vyznačuje se dlouhým, teplým a suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím a teplým až mírně teplým jarem a podzimem, krátkou, mírně teplou a suchou až velmi suchou zimou dle Quitta (1971). Průměrná roční teplota 8 - 9 °C, roční úhrn srážek 500 - 600 mm (ČHMÚ 2016).



## b) Lokality na území Prahy:



Obr. č. 5: Charakter světelného znečištění - Praha.

Mapový bod	Lokalita	Název území stanovených nahrávek
1	světlo	Petřín
2		Obora Stromovka
3		Obora Hvězda
4		Ladronka

Tab. č. 5: Stanovený typ lokalit - Praha.

**Petřín** - Lokalita umístěná v centru Prahy, je rozdělena do několika zahrad. Nahrávky byly realizovány na 9 místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 320 m.n.m., (GPS 50°5'3.055"N, 14°23'51.360"E; 50°5'0.024"N, 14°23'47.940"E; 50°5'6.578"N, 14°23'58.038"E; 50°5'6.925"N, 14°23'53.556"E; 50°4'56.107"N, 14°23'50.575"E; 50°4'53.486"N, 14°23'54.776"E; 50°4'56.809"N, 14°24'5.872"E; 50°4'53.969"N, 14°23'55.966"E; 50°5'2.486"N, 14°23'53.128"E), (obr. č. 5 a tab .č. 5). Tato lokalita představuje nejrozsáhlejší zelené plochy v centru Prahy. Převážně se jedná o upravenou městskou zeleň. Dále zde jsou hojným počtem zastoupeny kultivary třešně (*Rosaceae*) a převažují zde různé území javoru mlč (*Acer platanoides*), javoru klen (*Acer pseudoplatanus*), lípy malolisté (*Tilia cordata*), borovice černé (*Pinus nigra*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), (portál hl. m. Prahy 2016).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 8 - 9°C a (ČHMÚ 2016).

**Obora Stromovka** - Dané území se rozprostírá v okolí centra Prahy. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 5 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 230 m.n.m. GPS - (50°6'16.610"N, 14°24'35.737"E; 50°6'18.907"N, 14°24'27.223"E; 50°6'15.847"N, 14°24'36.616"E; 50°6'30.186"N, 14°24'59.890"E; 50°6'27.583"N, 14°24'50.872"E), (obr. č. 5 a tab .č. 5). Původně tato lokalita byla královskou oborou, postupem času parkovými úpravami se změnil její vzhled do anglického stylu. V parku byly realizovány výsadby okrasných dřevin a více než 8 000 jehličnanů, (portál hl. m. Prahy 2016).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 9 - 10°C a (ČHMÚ 2016).

**Obora Hvězda** - Lokalita umístěná na západním okraji Prahy, má podobu klasického lesoparku o rozloze 86,5 ha. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 3 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 350 m.n.m. GPS - (50°4'46.870"N, 14°20'14.557"E; 50°4'49.840"N, 14°20'6.191"E; 50°4'49.505"N, 14°20'26.923"E), (obr. č. 5 a tab .č. 5). V roce 1988 byla obora Hvězda vyhlášena přírodní památkou. Důvodem ochrany jsou lesní porosty přirozeného charakteru např.: černýšové dubohabřiny, lipové doubravy a bikové bučiny. Keřové patro se skládá převážně z nitrofilních druhů, jako je bez černý (*Sambucus nigra*), (portál hl. m. Prahy 2016).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 8 - 9°C a (ČHMÚ 2016).

**Ladronka** - Lokalita umístěná v západní části od centra Prahy, jedná se o městský park. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 9 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 340 m.n.m. GPS - (50°4'39.832"N, 14°21'40.694"E; 50°4'45.394"N, 14°21'3.690"E; 50°4'39.680"N, 14°21'25.279"E; 50°4'47.312"N, 14°22'1.279"E; 50°4'39.868"N, 14°21'43.276"E; 50°4'40.897"N, 14°22'2.906"E; 50°4'44.198"N, 14°22'9.829"E; 50°4'43.403"N, 14°21'58.316"E; 50°4'43.039"N, 14°21'6.048"E), (obr. č. 5 a tab .č. 5). Na této lokalitě byly vysazeny



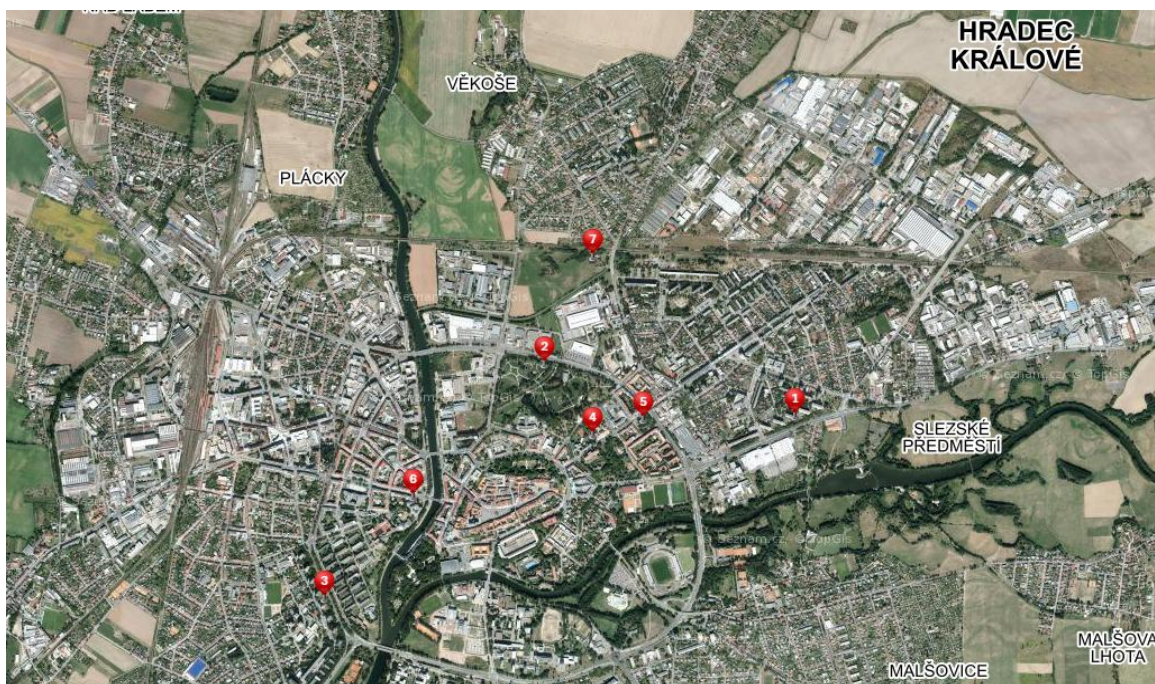
maloplošné kultury dubu letního (*Quercus robur*), javoru babyky (*Acer campestre*), lípy malolisté (*Tilia cordata*) a modřinu opadavého (*Larix decidua*) s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*). Luční porosty jsou kosené a skládají se z běžných druhů (portál hl. m. Prahy 2016).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 9 - 10°C a (ČHMÚ 2016).

#### 4.2.4 Lokality hlukového a světelného znečištění

Toto území charakterizuje kombinaci obou dvou výše zmíněných antropogenních projevů. Nejvíce typické pro toto znečištění jsou městské oblasti - Hradec králové (Obr. 6) a Prahy (Obr. 7). Typy lokalit byly stanoveny v městských parcích - Hradce Králové (Tab. 6) a Prahy (Tab. 7). Data z tohoto druhu lokalit jsem získal jak od Bc. Barbory Hlouškové - Hradec Králové, tak od Nikol Zilincikové - Praha, se kterými jsem spolupracoval na dané problematice:

##### a) Lokality na území Hradce Králové:



Obr. č. 6: Stanovené typy lokalit světlo-hlučného znečištění - Hradec Králové.

<i>Mapový bod</i>	<i>Lokalita</i>	<i>Název území stanovených nahrávek</i>
<b>1</b>	<b>Světlo+hluk</b>	Víta Nejedlého
<b>2</b>		Šimkovy sady
<b>3</b>		Lipky
<b>4</b>		Park u soudu
<b>5</b>		Okružní
<b>6</b>		U mostu
<b>7</b>		Vlaková zastávka

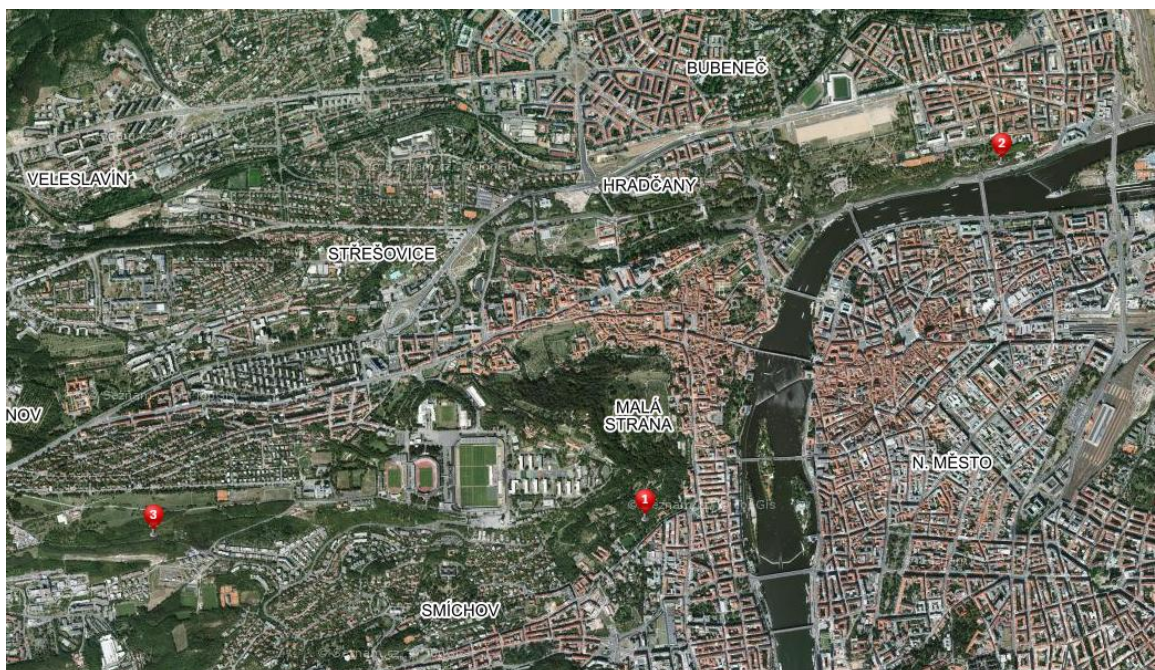
Tab. č. 6: Stanovený typ lokalit - Hradec Králové.

Dané území se rozprostíralo v centru města Hradce Králové. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 7 nahrávacích územích, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 235 m.n.m., GPS - (50°12'50.210"N, 15°51'19.361"E; 50°12'59.206"N, 15°50'11.537"E; 50°12'17.482"N, 15°49'11.439"E; 50°12'45.365"N, 15°50'26.060"E; 50°12'47.936"N, 15°50'36.720"E; 50°12'36.170"N, 15°49'34.767"E; 50°13'19.471"N, 15°50'26.060"E), (obr. č. 6 a tab. č. 6). Dané typy lokalit byly situovány, jak u dopravních tepen města (poblíž Šimkových sadů a dále v blízkosti vlakového koridoru, kde je během dne poměrně silný provoz, avšak vyskytuje se zde dostatek vegetace. Nejsou zde výjimkou druhy vrb (*r. Salix*). Dále zde byl zaznamenán dub zimní (*Quercus petraea*) s dubem letním (*Quercus robur*), tis černý (*Taxus baccata*), druhy bříz (*r. Betula*) s občasným výskytem modřínu opadavého (*Larix decidua*).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T 2. Vyznačuje se dlouhým, teplým a suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím a teplým až mírně teplým jarem a podzimem, krátkou, mírně teplou a suchou až velmi suchou zimou dle Quitta (1971). Průměrná roční teplota 8 - 9,5 °C, roční úhrn srážek 600 - 700 mm (ČHMÚ 2016).



## b) Lokality na území Prahy



Obr. č. 7: Stanovené typy lokalit světlo-hlučného znečištění - Praha.

Mapový bod	Lokalita	Název území stanovených nahrávek
1	Světlo +hluk	Kinského zahrady
2		Letenské sady
3		Ladronka

Tab. č. 7: Stanovený typ lokalit - Praha.

**Letenské sady** - Dané území se rozprostírá v okolí centra Prahy v blízkosti řeky Vltavy. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 6 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 230 m.n.m., GPS - (50°5'44.387"N, 14°25'32.196"E; 50°5'45.791"N, 14°25'39.857"E; 50°5'47.782"N, 14°24'34.250"E; 50°5'45.445"N, 14°25'46.589"E; 50°5'46.500"N, 14°25'42.899"E; 50°5'49.909"N, 14°25'41.671"E), (obr. č. 7 a tab. č. 7). Rozloha této lokality je 25 ha s volnými travnatými plochami, vzrostlými stromy se zástupci, osázenými stráněmi a ve spodní části se rozprostírá dlouhá alej platanů (*Proteales*), (portál m. Hradce Králové 2016).

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 9 - 10°C a (ČHMÚ 2016).

**Kinského zahrady** - Dané území se rozprostírá v Petřínských sadech ve střední části Prahy. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 9 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 320 m.n.m., GPS - (50°4'51.240"N, 14°23'57.840"E; 50°4'46.610"N, 14°24'7.999"E; 50°4'46.243"N, 14°23'58.038"E; 50°4'46.218"N, 14°24'6.674"E; 50°4'39.778"N, 14°23'56.263"E; 50°4'52.824"N, 14°24'8.132"E; 50°4'46.142"N, 14°23'53.509"E; 50°4'50.804"N, 14°24'5.656"E; 50°4'55.751"N, 14°24'2.779"E), (obr. č. 7 a tab. č. 7). Kinského zahrady jsou spjaty s vinicemi, jejich rozloha je 17 ha. Parkovými úpravami se změnil vzhled do anglického stylu. Luční porosty jsou kosené a skládají se z běžných druhů.

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm s průměrnou roční teplotou 8 - 9°C a (ČHMÚ 2016).

**Ladronka** - Toto území je umístěno v západní části od centra Prahy, jedná se o městský park. V této lokalitě byly rozmístěny diktafony na 6 nahrávacích místech, které se nacházely v přibližné nadmořské výšce 340 m.n.m. GPS - (50°4'37.398"N, 14°21'20.354"E; 50°4'41.948"N, 14°21'43.780"E; 50°4'47.183"N, 14°20'56.076"E; 50°4'44.368"N, 14°21'14.771"E; 50°4'40.544"N, 14°21'51.988"E; 50°4'43.133"N, 14°22'5.862"E), (obr. č. 7 a tab. č. 7). Na této lokalitě byly vysazeny maloplošné kultury dubu letního (*Quercus robur*), javoru babyky (*Acer campestre*), lípy malolisté (*Tilia cordata*) a modřinu opadavého (*Larix decidua*) s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*). Luční porosty jsou kosené a skládají se z běžných druhů.

Lokalita spadá do teplé klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971). Průměrné roční srážky jsou 600 - 700 mm a průměrná roční teplota je zde 9 až 10°C (ČHMÚ 2016).

### 4.3 Sběr a zpracování nahrávek

Nahrávky byly pořizovány od 2. března 2015 do 31. května 2015 za pomoci diktafonů (SONY IC Recorder). Celkem probíhalo nahrávání na čtyřech typech lokalit (tab. č. 1). Dvě lokality reprezentovaly stanovené antropogenní znečištění (hlučné lokality a lokality bez hlukového a světelného znečištění). V dalších dvou sledovaných lokalitách, bylo znečištění na světlo-hlučných a světelných lokalitách. Tyto dvě lokality a nahrávky samotné zpracovávaly: pro Hradec Králové - kolegyně Bc. Bára Hloušková a pro Prahu - kolegyně Nikola Zilinciková. Na tuto studii bylo využito 21 diktafonů v 13

nahrávacích termínech. Tyto záznamy byly pořizovány vždy ve všech výše zmíněných lokalitách současně. Na daných lokalitách byly umístovány diktafony dle kvality hlasového signálu, s dodržением určeného antropogenního znečištění a s dodržением vzdálenostního kritéria 300 m od sebe. Díky znalosti délky plného kroku, který je 75cm (zákl - 2 MINISTERSTVO OBRANY) byla zjištěna vzdálenost 300m = 400 kroků. Pro účely nahrávání na mnou sledovaných lokalitách (hlučné lokality a lokality bez hlukového a světelného znečištění) bylo rozmístěno 8 diktafonů (SONY IC Recorder). Záznamy se pořizovaly 24 hodin s tím, že zahájení nahrávek více než 3 hodiny před západem slunce a ukončení více než 3 hodiny po východu slunce. Díky této skutečnosti byly opatřeny ochranným obalem (PET lahev s maskovacími elementy), (Příloha č. 2) - z důvodu případného navlhnutí a rušivým faktorům.

Nahrávky byly vyhodnocovány v patnáctiminutových intervalech. Hlasový projev kosa černého byl zaznamenáván podle stupnice: 0 = nulová aktivita, 1 = nízká aktivita, 2 = intenzivní aktivita a 3 = nejintenzivnější aktivita, více jedinců najednou. Dalším neméně důležitým kritériem, bylo pořizování nahrávek každý týden, pouze za příznivého počasí, aby se důkladně zmapovala sezónní hlasová aktivita daných jedinců. Po vyhodnocení veškerých nahrávek, bylo přistoupeno k následným statistickým výpočtům jednotlivých ukazatelů, které se staly základními veličinami pro závěrečné zpracování a vyhodnocení výsledků, jak v tabulkové formě, tak i v grafické podobě.

Z nahraných dat byla dále zjišťována intenzita zpěvu jedinců a to konkrétně 3 hodiny po západu slunce a 3 hodiny před východem slunce. Dané lokality typické svým znečištěním byly seřazeny, dle této skutečnosti: tedy na lokality ovlivněné světlem, lokality ovlivněné světlem i hlukem, lokality ovlivněné hlukem a lokality bez hlukového a světelného znečištění. Za pomoci programu Statistica 12 byl vypočten průměr a standardní chyba ( $\pm SE$ ) pro daná data. Z vypočtených průměrů a standardní chyby byly vytvořeny grafy pro ranní a večerní průběh vokalizace.

Dále byl zjišťován vliv lokality na počátek a konec vokalizace jedinců na daných lokalitách a také vliv lokalit na intenzitu zpěvu. Dle výsledků Shapiro-Wilkxonovým test (grafy příloha č. 1) je patrné porušení předpokladu normality dat ( $p$ -hodnota  $< 0,05$ ). Proto byl pro analýzu použit neparametrický test (Kruskal-Wallisův test) tak jak je implementován v programu Statistica 12. Pokud byla analýza signifikantní ( $p < 0,05$ ),

bylo realizováno mnohonásobné porovnání p-hodnot, jak je stanoveno v programu Statistica 12 a to vždy jednotlivě, jak pro ranní, tak pro večerní intervaly. K výsledným datům byly vytvořeny krabicové grafy.

Data měla nerovnoměrné rozložení, z důvodu toho byl použit neparametrický test, (jednofaktorová ANOVA) a pokud byla analýza signifikantní ( $P < 0,05$ ). Dále následovalo porovnání, tak jak je stanoveno v programu Statistica 12. K výsledným datům byly vypracovány krabicové grafy, které se skládaly: (z průměru, směrodatné chyby a směrodatné odchylky). Dané krabicové diagramy znázorňovaly rozdíly mezi jednotlivými typy lokalit.

Předmětem posuzování byly, jak začátky zpěvu v ranních hodinách, tak ukončení zpěvu ve večerních hodinách. Zapisoval se čas ukončení a začátku vokalizace, zaznamenáván byl vždy střed patnáctiminutového intervalu. Po tomto vyhodnocení, bylo přistoupeno k seřazení dat podle typu. Díky tomu, že data měla nerovnoměrné rozložení, byl opět proveden neparametrický test, (jednofaktorová ANOVA) a následovalo porovnání, tak jak je implementováno v programu Statistica 12. V neposlední řadě k výsledným datům byly opět vytvořeny krabicové diagramy, znázorňující rozdíly mezi jednotlivými typy lokalit.

## 5. Výsledky

U pozorovaného kosa černého byl sledován vliv lokalit na počátek a konec hlasové aktivity a na intenzitu vokalizace. Dále byl vyhodnocován průběh hlasové aktivity.

### 5.1 Vokalizace kosa černého při východu slunce

#### 5.1.1 Vliv znečištění na začátek vokalizace

Dle histogramů (příloha č. 1) se Shapiro-Wilkxonovým testem je patrné porušení předpokladu normality dat. Proto byl použit Kruskal-Wallisův test:

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=178)=84,52164$ $p=0,0000$		
	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
<b>Klid</b>	54	6258,500	115,8981
<b>Hluk</b>	51	6143,500	120,4608
<b>Světlo</b>	37	2297,000	62,0811
<b>Světlo+hluk</b>	36	1232,000	34,2222

Tab. č. 8: Popisná statistika - začátek vokalizace.

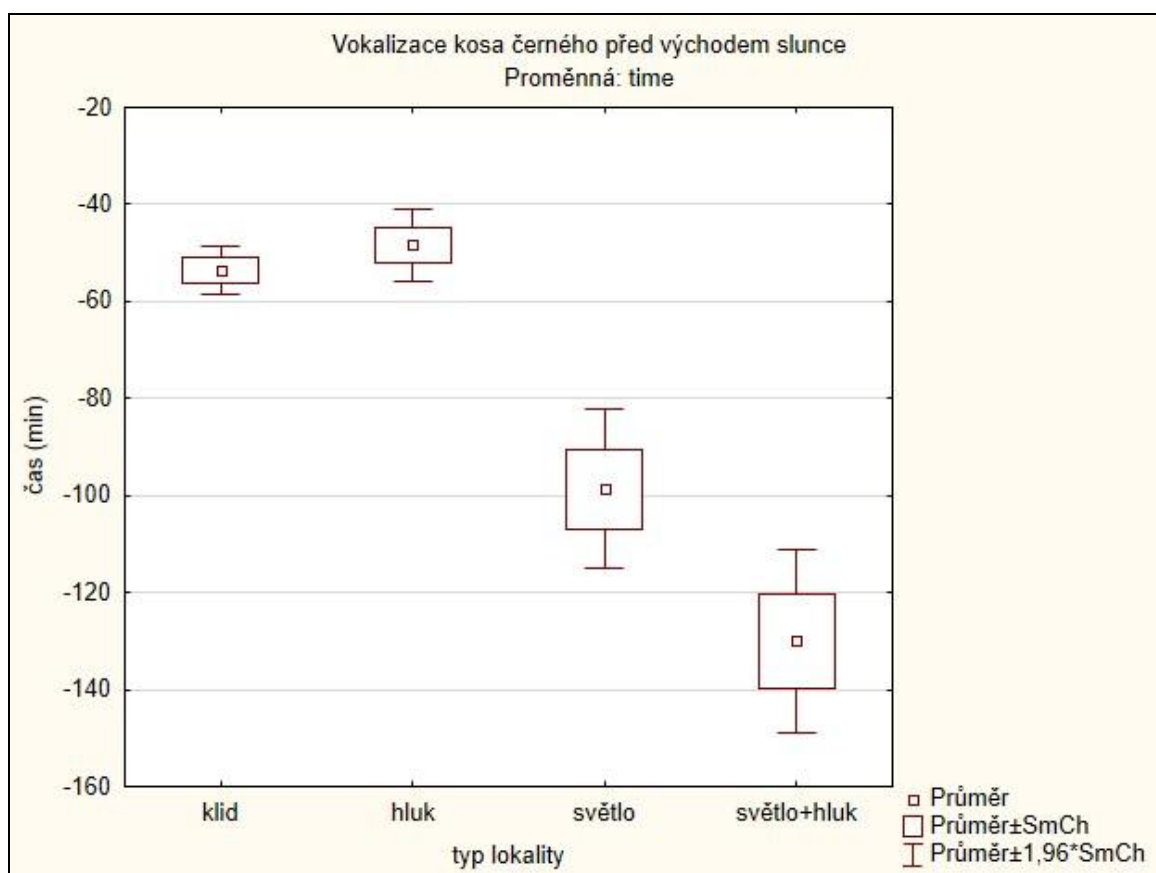
Výsledek Kruskal-Wallisova testu ukazuje, že vztah mezi načasováním vokalizace a lokalitou je signifikantní  $p > 0,05$  (tab. č. 8). Je prokázán vliv znečištění na počátek hlasové aktivity. Následovalo mnohonásobné porovnání, které ukazuje, že jedinci na lokalitách ovlivněných světlem i hlukem zároveň vokalizují dříve před východem slunce než na lokalitách klidných či hlučných (tab. č. 9 a č. 10). Typ lokality má tedy prokazatelný vliv na hlasovou aktivitu jedinců kosa černého.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=178)=84,52164$ $p=0,0000$			
	klid R: 115,90	Hluk R: 120,46	světlo R: 62,08	světlo+hluk R: 34,22
<b>Klid</b>	-	0,453479	4,893856	7,366735
<b>Hluk</b>	0,453479	-	5,246390	7,688335
<b>Světlo</b>	4,893856	5,246390	-	2,309448
<b>Světlo+hluk</b>	7,376735	7,688335	2,309448	-

Tab. č. 9: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - začátek vokalizace.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=178)=84,52164$ $p=0,0000$			
	klid R: 115,90	hluk R: 120,46	světlo R: 62,08	světlo+hluk R: 34,22
Klid	-	1,000000	0,000006	0,000000
Hluk	1,000000	-	0,000000	0,000000
Světlo	0,000006	0,000001	-	0,125513
Světlo+hluk	0,000000	0,000000	0,125513	-

Tab. č. 10: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - začátek vokalizace.

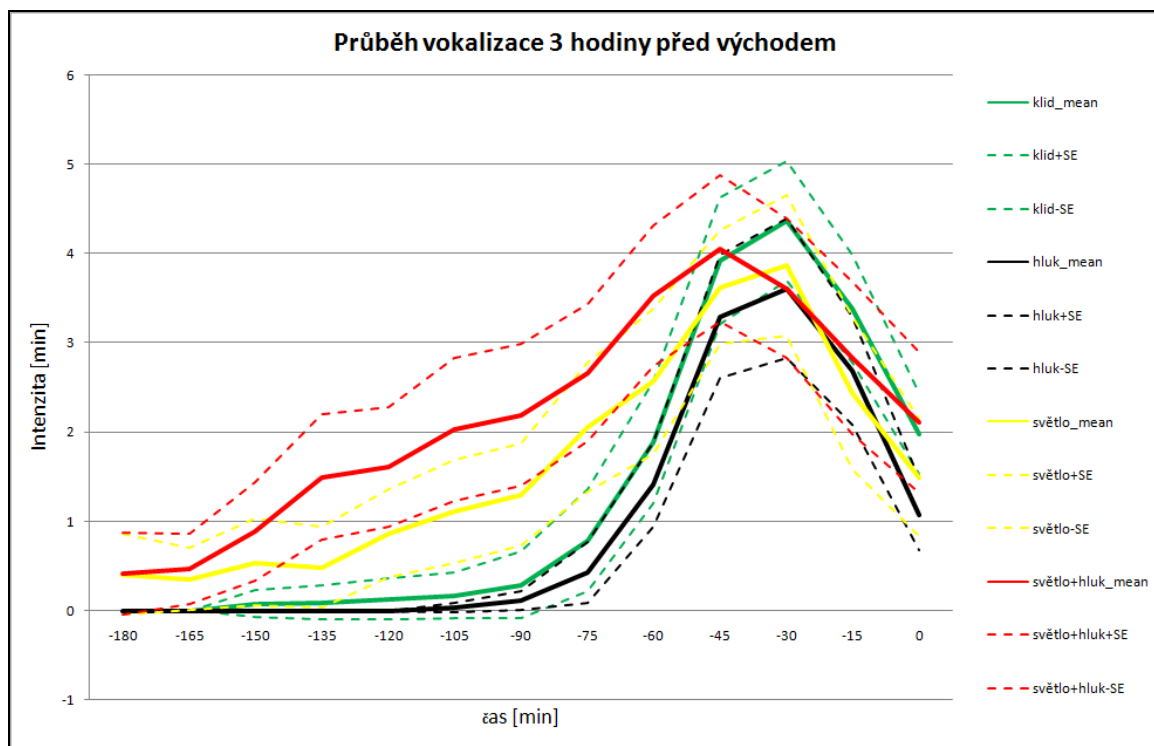


Obr. č. 8: Mnohonásobné porovnání - začátek vokalizace.

### Vliv znečištění na průběh ranní vokalizace

Obrázek č. 8 a č. 9 znázorňuje průběh hlasové aktivity 3 hodiny před východem slunce na daných typech lokalit. Na lokalitách klidných a na lokalitách s hlukovým znečištěním samci kosa černého vokalizují menší intenzitou naproti lokalitám, které jsou ovlivněny světelným a světlo-hlučným znečištěním.





Obr. č. 9: Průběh vokalizace před východem slunce.

### Vliv znečištění na intenzitu zpěvu před východem slunce

Data intenzity neměla podle Shapir-Wilcoxon testu normální rozdělení, proto byl opět zvolen neparametrický test (Kruskal-Wallis). Podle výsledků je prokazatelný vliv lokality na intenzitu vokalizace před východem slunce (tab. č. 11,  $p=0,0190$ ). Bylo provedeno mnohonásobné porovnání (tab. č. 12 a č. 13) a podle výsledků jedinci na hlučných lokalitách vokalizují s menší intenzitou než jedinci na lokalitách ovlivněných světlem a hlukem zároveň.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=197)=9,949331$ $p=0,0190$		
	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
<b>Klid</b>	63	6576,000	104,3810
<b>Hluk</b>	58	4721,500	81,4052
<b>Světlo</b>	39	3861,500	99,0128
<b>Světlo+hluk</b>	37	4344,000	117,4054

Tab. č. 11: Popisná statistika - intenzita před východem slunce.

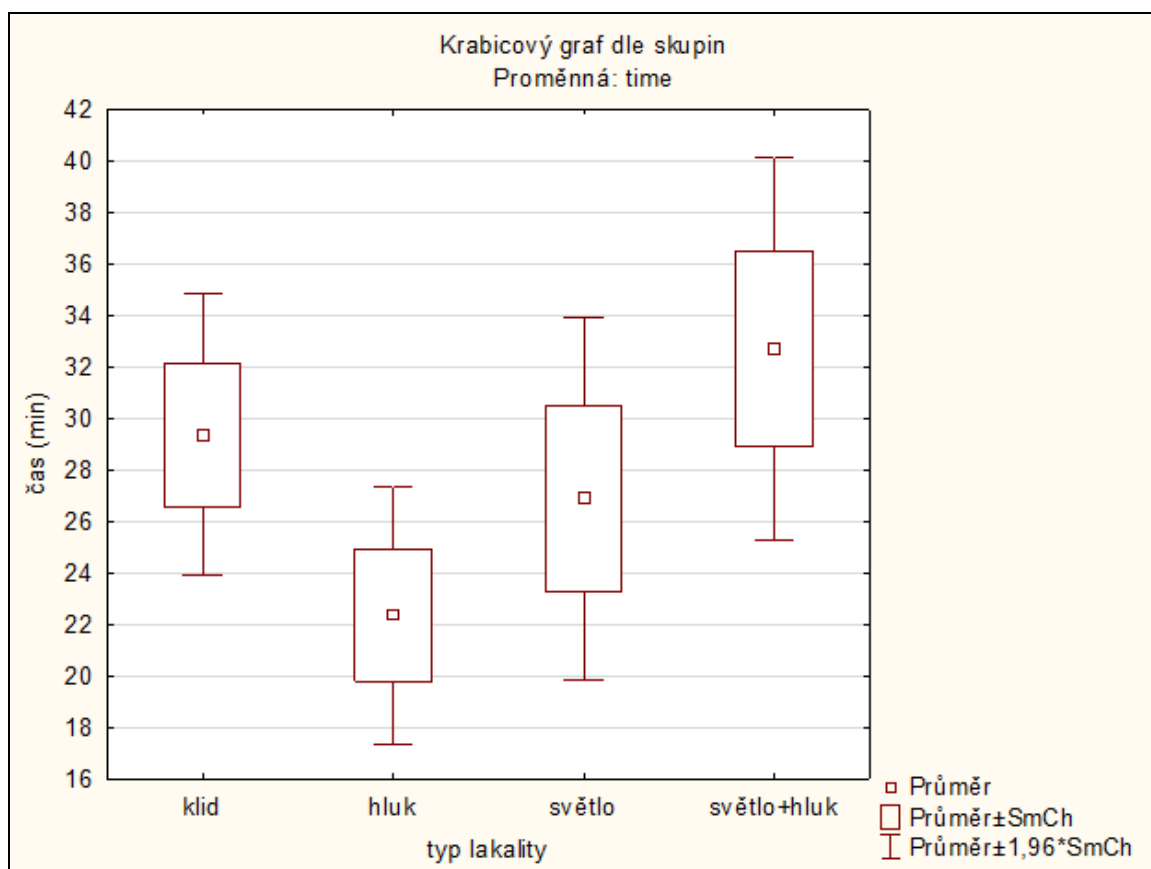
Mnohonásobné porovnání ukazuje rozdíl mezi intenzitou zpěvu v lokalitě čistě hlučné a ve světlo-hlučné.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: H (3, N=178)=20,61174 p=0,0001			
	klid R: 104,38	hluk R: 81,41	světlo R: 99,01	světlo+hluk R: 117,41
<b>Klid</b>	-	2,214556	0,462116	1,102949
<b>Hluk</b>	2,214556	-	1,491374	<b>3,001119</b>
<b>Světlo</b>	0,462116	1,491374	-	1,405705
<b>Světlo+hluk</b>	1,102949	<b>3,001119</b>	1,405705	-

Tab. č. 12: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - začátek vokalizace.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: H (3, N=178)=20,61174 p=0,0001			
	klid R: 104,38	hluk R: 81,41	světlo R: 99,01	světlo+hluk R: 117,41
<b>Klid</b>	-	0,160743	1,000000	1,000000
<b>Hluk</b>	0,160743	-	0,815179	<b>0,016139</b>
<b>Světlo</b>	1,000000	0,815179	-	0,958871
<b>Světlo+hluk</b>	1,000000	<b>0,016139</b>	0,958871	-

Tab. č. 13: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - začátek vokalizace.



Obr. č. 10: Mnohonásobné porovnání intenzity - začátek vokalizace.

Z výsledků průběhu vokalizace u kosa černého při západu slunce nebyl zjištěn výrazný vliv na sledovaných lokalitách, data byla statisticky neprůkazná. To je patrné z obr. č. 10.

## 5.2 Vokalizace kosa černého při západu slunce

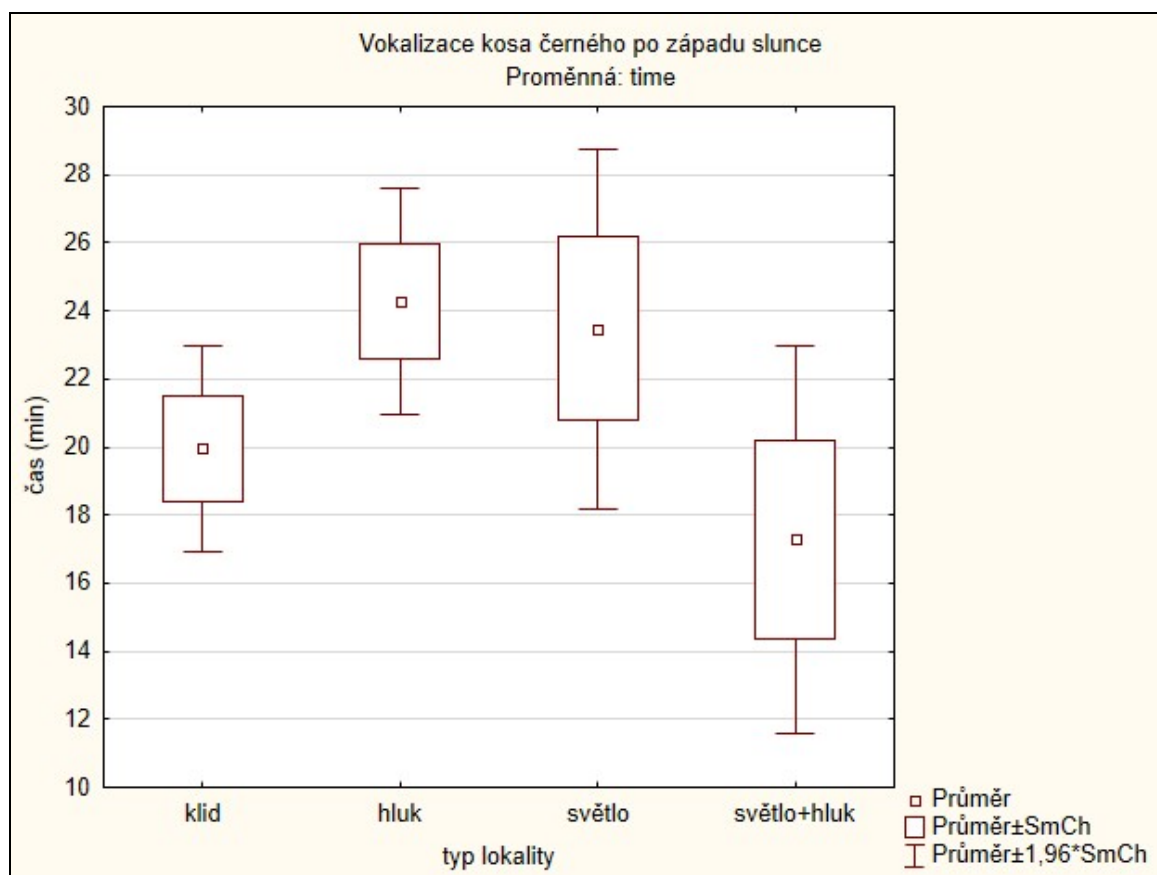
### 5.2.1 Vliv znečištění na konec vokalizace

Dle histogramů (příloha č. 1) se Shapiro-Wilxonovým testem je patrné porušení předpokladu normality dat (u dvou výběrů je p-hodnota  $< 0,05$ ). Proto byl použit Kruskal-Wallisův test:

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=167)=5,724155$ $p=0,1258$		
	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
Klid	50	3854,500	77,09000
Hluk	51	4705,000	92,25490
Světlo	38	3493,500	91,93421
Světlo+hluk	28	1975,000	70,53571

Tab. č. 14: Popisná statistika - konec vokalizace.

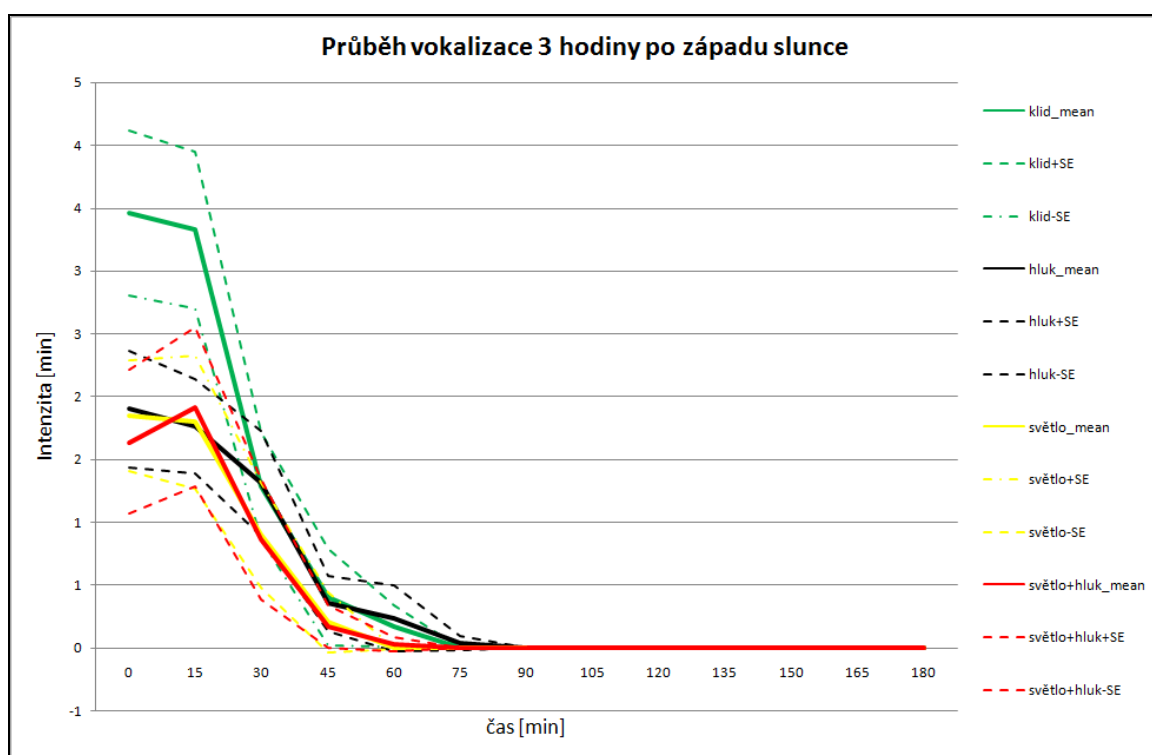
Nulová hypotéza (mezi všemi výběry neexistuje významný rozdíl), (tab. č. 14 a obr. č. 11) - nebyla zamítnuta ( $p\text{-hodnota} = 0,1258 > 0,05$ ).



Obr. č. 11: Mnohonásobné porovnání - konec vokalizace.

## Vliv znečištění na průběh večerní vokalizace

Graf na obrázku číslo 12 znázorňuje průběh vokalizace kosa černého po západu slunce. Na sledovaných lokalitách byli nejdéle po západu slunce aktivní jedinci na lokalitách ovlivněných světlem a hlukem zároveň. S největší intenzitou pak jedinci kosa černého vokalizovali na lokalitách ovlivněných světlem i hlukem zároveň. Na dalších třech typech lokalit pokračoval ve vokalizaci s menší intenzitou déle než hodinu po západu slunce. Typ lokality má tedy prokazatelný vliv na hlasovou aktivitu jedinců kosa černého.



Obr. č. 12: Průběh vokalizace po západu slunce.

## Vliv znečištění na intenzitu zpěvu po západu slunce

Data intenzity neměla podle Shapir-Wilkoxon testu normální rozdělení, proto byl opět zvolen neparametrický test (Kruskal-Wallis). Podle výsledků je prokazatelný vliv lokality na intenzitu vokalizace po západu slunce (tab. č. 15,  $p=0,0001$ ). Bylo provedeno mnohonásobné porovnání (tab. č. 16 a č. 17) a podle výsledků jedinci na klidných lokalitách vokalizují prokazatelně intenzivněji, než ve zbytku sledovaných lokalit.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: H (3, N=178)=20,61174 p=0,0001		
	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
<b>Klid</b>	52	6035,000	16,0577
<b>Hluk</b>	51	4277,000	83,8627
<b>Světlo</b>	39	2973,000	76,2308
<b>Světlo+hluk</b>	36	2646,000	73,5000

Tab. č. 15: Popisná statistika - intenzita po západu slunce.

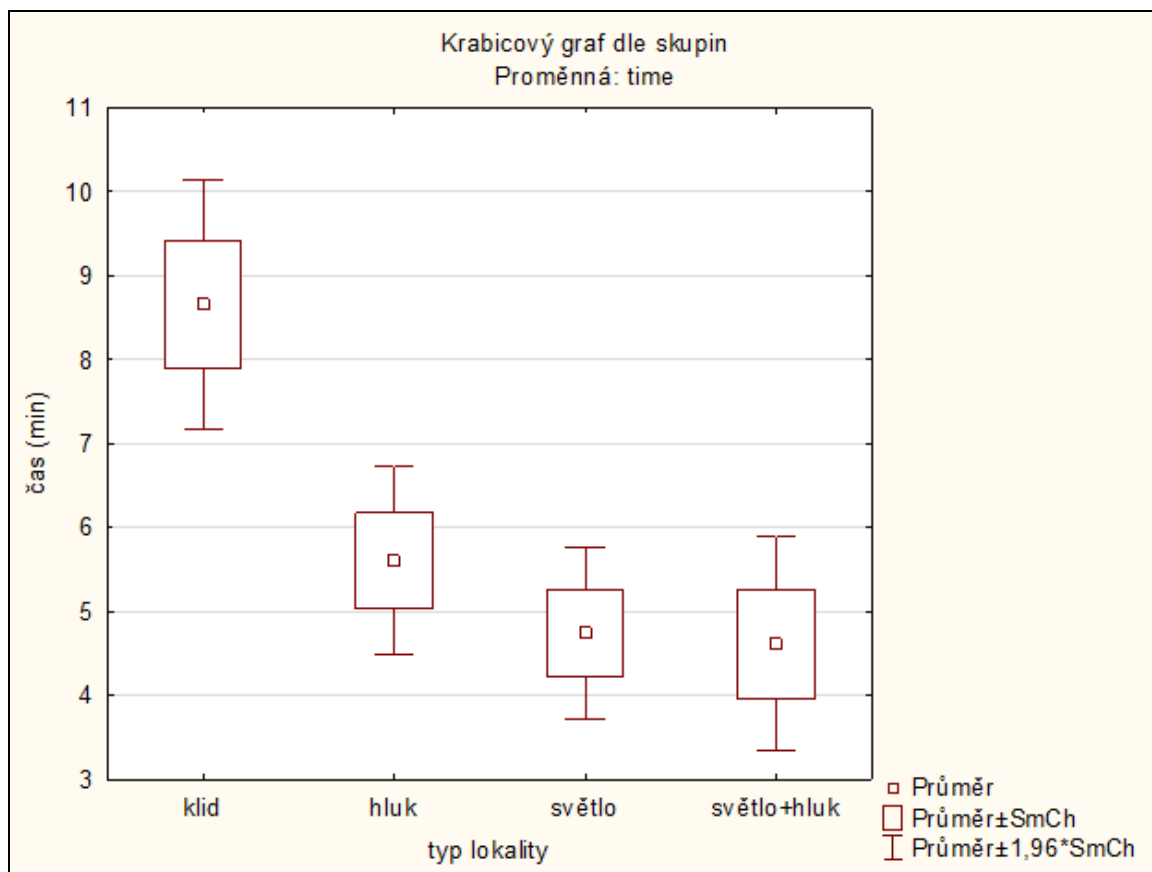
Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: H (3, N=178)=20,61174 p=0,0001			
	klid R: 116,06	hluk R: 83,86	světlo R: 76,23	světlo+hluk R: 73,50
<b>Klid</b>	-	3,170370	3,648750	3,809288
<b>Hluk</b>	3,170370	-	0,696285	0,923859
<b>Světlo</b>	3,648750	0,696285	-	0,229294
<b>Světlo+hluk</b>	3,809288	0,923859	0,229294	-

Tab. č. 16: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - konec vokalizace.

Typ znečištění	Kruskal-Wallisův test: H (3, N=178)=20,61174 p=0,0001			
	klid R: 116,06	hluk R: 83,86	světlo R: 76,23	světlo+hluk R: 73,50
<b>Klid</b>	-	0,009135	0,001581	0,000836
<b>Hluk</b>	0,009135	-	1,000000	1,000000
<b>Světlo</b>	0,001581	1,000000	-	1,000000
<b>Světlo+hluk</b>	0,000836	1,000000	1,000000	-

Tab. č. 17: Mnohonásobné porovnání p-hodnot - konec vokalizace.

Mnohonásobné porovnání ukazuje rozdíl mezi intenzitou zpěvu na klidných lokalitách, na rozdíl od zbylých lokalit. Výsledek K-W testu ukázal vliv lokality na intenzitu zpěvu jedinců kosa černého (obr. č. 13).



Obr. č. 13: Mnohonásobné porovnání intenzity - konec vokalizace.

## 6. Diskuse

V rámci výzkumu byly posuzovány nahrávky, které byly vyhodnoceny statistickými výpočty. Posuzované výsledky naznačují odlišný průběh vokalizace kosa černého ve sledovaných typech lokalit v některých sledovaných denních úsecích. V práci byly stanoveny celkem čtyři cíle.

První cíl sledoval vliv hlukového a světelného znečištění na hlasovou aktivitu kosa černého při východu slunce. Zde byly významné rozdíly především v načasování počátku hlasové aktivity. Kdy jedinci na lokalitě bez hlukového a světelného znečištění a na lokalitě s hlukovým znečištěním začínali vokalizovat později před východem slunce a to 60 minut s menší intenzitou. Naproti lokalitám, které jsou ovlivněny světelným a světlo-hlučným znečištěním. V lokalitě se světelným znečištěním začali jedinci kosa černého vokalizovat cca 115 minut před východem slunce a v lokalitách se světlo-hlučným znečištěním začali vokalizovat již cca 150 minut před východem slunce. To je patrné z grafu na obrázku č. 9 a 10. To mohlo být i v důsledku zvýšené potravní nabídky během noci. Na tento aspekt poukazuje studie Dominoni (2014). Kde bylo zjištěno, že světlo může mít za následek více potravy, tím pádem zvýšení fitness a tudíž dřívější hlasový projev. Autoři této studie poukazovali na další faktory ovlivňující dřívější hlasový projev ptačích jedinců a to na teplotu dle sezonního období a v neposlední řadě na proměnlivost klimatických podmínek. Tyto poznatky byly dále potvrzeny u studie Nordt & Klenek (2013), kde byl prokázán časový rozdíl hlasového projevu v závislosti na intenzitě světla, nebo li čím více světla tím časněji začali ptačí jedinci zpívat. Se stejným výsledkem vyšla studie Da Silva et al. (2014), kde autoři sledovali načasování hlasového projevu při vypnutém nočním umělém osvětlení u 6 sledovaných ptačích druhů. Kromě pěnkavy obecné (*Frigilla coelebs*), iniciovali ptáci zpěv podstatně později, než na lokalitách ovlivněných světlem i hlukem zároveň. To mohlo být zapříčiněno druhotnými adaptacemi na dané znečištění, jak fyziologickými a morfologickými, tak zvyšováním hladiny testosteronu, což může v důsledku znamenat dřívější probuzení a následný každodenní delší zpěv.

Z výsledků průběhu vokalizace u kosa černého při západu slunce, kterou sledoval druhý cíl práce, nebyl zjištěn výrazný vliv na sledovaných lokalitách, data byla statisticky neprůkazná. To je patrné z grafu na obrázku č. 12.

Třetím sledovaným atributem, byla intenzita hlasového projevu kosa černého při východu slunce. Kde samci kosa černého vokalizovali s největší intenzitou na lokalitách ovlivněných světlem i hlukem zároveň cca max. 4 minuty. Naproti tomu jedinci na hlučných lokalitách vokalizují s nejmenší intenzitou cca max. 3 minuty ze sledovaných území. To je patrné z grafu na obrázku č. 10. Typ lokality má tedy prokazatelný vliv na hlasovou intenzitu jedinců kosa černého. To mohlo být zapříčiněno potlačením syntézy melatoninu. Díky tomu se může změnit fyziologická detekce délky dne Dominoni & Goymann (2013). Takže ptačí populace vnímají den jako delší, v porovnání s ptačími jedinci v přírodních podmínkách. To může nakonec vést k zvýšení frekvence a intenzity hlasového projevu. Tuto skutečnost potvrzuje studie Nemeth et al. (2013). Kde se prokázalo, že hlasový projev kosa černého v městských lokalitách byl v průměru s větší intenzitou a frekvencí, než na klidných lokalitách, toto zjištění se připisovalo adaptaci na hluk, což je pravděpodobně důsledkem vokalizační plasticity. Dále z výsledků je patrné, že minimálně 30 minut před východem se na lokalitě bez sídel intenzita vokalizace zvýšila na nejvyšší hodnotu ze všech sledovaných lokalit a to na max. na 4:30 minuty. To je patrné z grafu na obrázku č. 10. To mohlo být způsobeno například tím, že kos černý ve světlo-hlučných a světelných lokalitách vokalizoval 4 hodiny před východem slunce a díky tomu hlasový projev byl na nízké úrovni.

Posledním cílem bylo zjistit intenzitu hlasového projevu při západu slunce. Kdy intenzita hlasového projevu byla výrazně největší v lokalitě bez hlukového a světelného znečištění a to v průměru 8:30 minut, naproti dalším třem sledovaným územím. To je patrné z grafu na obrázku č. 13 a 14. Tento rozdíl mohl být způsoben přizpůsobením se městským stanovištím. S tímto výsledkem se neztotožňuje studie Dominoni (2014), u které nejnižší intenzita byla zaznamenána právě v klidných lokalitách.



## 7. Závěr

Velmi malá část studií se do této doby zabírala rozdílem hlasového projevu kosa černého v městských aglomeracích naproti oblastem bez lidských sídel. Dle mého názoru si tato problematika zaslouží více pozornosti nejenom z vážnosti věci, ale také z důvodu každoročního strmého nárůstu světelného znečištění v lokálním i světovém měřítku.

Tato práce byla zaměřena na průběh vokalizace a její intenzitu ve sledovaných lokalitách s patřičným světelným a hlukovým znečištěním u kosa černého. Sledovány byly čtyři typy lokalit: lokality ovlivněny světelným znečištěním, lokality zastupující území znečištěné světelným i hlukovým znečištěním, lokality ovlivněny hlukovým znečištěním a lokality bez hlukového i světelného znečištění. Data byla z roku 2015 a vyhodnocovala se z důvodu zjištění rozdílu hlasového projevu na jednotlivých lokalitách.

1) Předpoklad vlivu světelného a hlukového znečištění na průběh vokalizace kosa černého byl částečně naplněn. Výsledky neparametrického Kruskal-Wallisova testu prokázaly odlišnost mezi různými typy lokalit v ranních úsecích. Na klidných a hlučných lokalitách samci kosa černého vokalizovali později v ranních úsecích, naproti lokalitám v městských aglomeracích (světlo a světlo-hlučných úsecích). Dle předpokladu studií začátek vokalizace byl výrazně odlišný v světlo-hlučných lokalitách. Kde ptačí jedinci vokalizovali dříve než 4 hodiny před východem slunce. Naproti zbylým lokalitám, kde byl zaznamenán v nočních hodinách pouze jakýsi ptačí štěkot (Veselovský 2001), který je zapříčiněn určitým vyrušením ptačích jedinců z teritoria.

2) Ve večerních úsecích při západu slunce vokalizovali jedinci kosa černého na sledovaných lokalitách bez významnějších rozdílů. Vliv lokalit nebyl statisticky signifikantní.

3) Intenzita hlasového projevu u kosa černého na sledovaných lokalitách, dle předpokladu zaznamenala určité rozdíly. Výsledky neparametrického Kruskal-Wallisova testu prokázaly odlišnost intenzity hlasového projevu na různých typech lokalit. Na světlo-hlučných lokalitách samci kosa černého vokalizovali v ranních úsecích s největší intenzitou, naproti ostatním lokalitám.

4) Ve večerních úsecích největší intenzita ptačích jedinců byla zaznamenána v klidných lokalitách, na rozdíl od zbylých sledovaných lokalit.

Z výsledků je tedy patrná významná odlišnost hlasového projevu kosa černého na sledované lokality s patřičným znečištěním. Toto může být způsobeno několika vnějšími faktory, které mohou ovlivnit hlasový projev daných ptačích jedinců a nebyly předmětem této práce. Je to např: populační hustota daných druhů v městských aglomeracích, klimatické změny a v neposlední řadě průběh hnízdní sezóny. Tyto uvedené faktory by měly být prověřeny v případných dalších studiích zabývajících se stejnou problematikou. Stanovené cíle této práce byly splněny.

## 7.1 Použitá literatura

AMRHEIN V., JOHANNESSEN L. E., KRISTIANSEN L. & SLAGSVOLD T. (2008): Reproductive strategy and singing activity: blue tit and great tit compared. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 1633-1641.

BENNIE J., GASTON K. J., DAVIES T. W. (2012): Street lighting changes the composition of invertebrate communities. *Biology Letters*, 8: 764-767.

BERG M. L., BEINTEMA N. H., WELBERGEN J. A., KOMDEUR J. (2005): Singing as a handicap: the effects of food availability and weather on song output in the Australian reed warbler *Acrocephalus australis*. *Journal of avian biology*, 36: 102-109.

Biodiverzita (2016): sborník abstraktů z konference: ISBN 978-80-213-2625-5.

CATCHPOLE C. K. & SLATER P. J. B. (2008): Bird song: biological themes and variations. Cambridge University Press, Cambridge.

ČHMU (2016): Mapy charakteristik klimatu.

Online. <http://www.portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>, staženo 13. března 2016.

DA SILVA A., JELMER M., SCHLICHT M., 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. Max Planck Institute for Ornithology, Eberhard-Gwinner-Strasse, 82319.

DA SILVA A., VALCU M. & KEMPENARES B. (2015): Light pollution alters the phenology of dawn and dusk singing in common European songbirds, 0000-0002-7505-5458.

DOMINONI D. M., CARMONA-WAGNER E. O., HOFMAN M., KRANSTAUBER B. & PARTECKE J. (2014): Individual-based measurements of light intensity provide new insights into the effects of artificial light at night on daily rhythms of urban-dwelling songbirds. *Journal of Animal Ecology*, 83(3), 681-692.

FULLER R. A., WARREN P. H. & GASTON K. J. (2007): Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters* vol. 3, 368-370.

HASAN N. M. (2010): The effect of environmental conditions on the start of dawn singing of blackbirds (*Turdus merula*) and Bulbuls (*Pycnonotidae*). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 3/1: 13-16.

CHYTRÝ M., KUČERA T. & KOČÍ M. (2001): Katalog biotopů. AOPK ČR Praha.

CHEPESIUK R. (2009): Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117/ 1: 20-27.

KEMENAERS 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.

MATHEVON N., AUBIN T., DABELSTEEN T. & VIELLIARD J. M. E. (2004): Are communication activities shaped by environmental constraints in reverberating and absorbing forest habitats? *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 76/2: 259-263.

MILLER M. W. (2006): Apparent effects of light pollution on singing behavior of American robins. *Condor* 108, 130-139.

MOCKFORD E. J. & MARSHAL R. C. (2013): Effects of urban noise on song and response behaviour in great tits, 276, 2979-2985.

NEMETH E., PIERETTI N., ZOLLINGER S. A., GEBERZAHEN 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.

NORDT A. & KLENKE R. (2013): Sleepless in Town - Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. *PLoS ONE* 8(8).

PARTECKE J., SCHWABL I. & GWINNER E. (2006): Stress and the city: urbanization and its effects on the stress physiology in European blackbirds. *Ecology*, 87/8: 1945-1952.

PLZEŇSKÁ M., (2013): Vliv světelného znečištění na hlasovou aktivitu vybraných druhů ptáků. Diplomová práce. ČZU FŽP. Praha.

POOT H., ENS B. J., VARIES H., DONNERS M. A. H., WERNAND M. R. (2008): Green Light for Nocturnally Migrating Birds, 13(2): 47.

PORTÁL MĚSTA HRADCE KRÁLOVÉ (2016): online:  
<http://www.hradeckralove.org/zivot-ve-meste/zelene-mesto/>, cit. 13.3.2016.

PORTÁL MĚSTA PRAHY (2016): online:  
<http://www.lhmp.cz/lesy/prazske-lesy/obora-hvezda/>, cit. 20.3.2016.  
<http://www.prahaneznamy.cz/praha-5/smichov/kinskeho-zahrada/>, cit. 20.3.2016.

PROPPE D. S., STURDY CH. B. & COLLEEN ST. CLA IR (2012): Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization, 19, 1075-1084.

QUITT E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Academia, Praha 1971.

RIPMEESTER E. A. P., KOK J. S., VAN RIJSEL J. C. & SLABBEKOORN H. (2010): Habitat-related birdsong divergence: a multi-level study on the influence of territory density and ambient noise in European blackbirds. Behavioral Ecology and Sociobiology, 64/3: 409-418.

RITZ-RADLINSKÁ A. (2013): Vliv světelného znečištění na hlasovou aktivitu vybraných druhů ptáků. Diplomová práce. ČZU FŽP. Praha.

RUSS A., RUGER A., KLENEK R. (2014): Seize the night: European Blackbirds (*Turdus merula*) extend their foraging activity under artificial illumination, 156: 123-131.

SHOCHAT T. & DAGAN E. (2010): Sleep disturbances in asymptomatic BRCA1/2 mutation carriers: women at high risk for breast-ovarian cancer. Journal of Sleep Research, 19(2): 333.

SCHROEDERL J., NAKAGAWA S., CLEASBYL I. R., BURKEL T. (2012): Passerine Birds Breeding under Chronic Noise Experience Reduced Fitness, 39200: 10.1371.

SOLANGE M., COLINNO-RABANAL V. J., PERIS S. J. (2012): Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*) 2010.08.013.

TUOMAINEN U. & CANDOLIN U. (2011): Behavioural responses to human-induced environmental change. *Biological Reviews*, 86: 640-657.

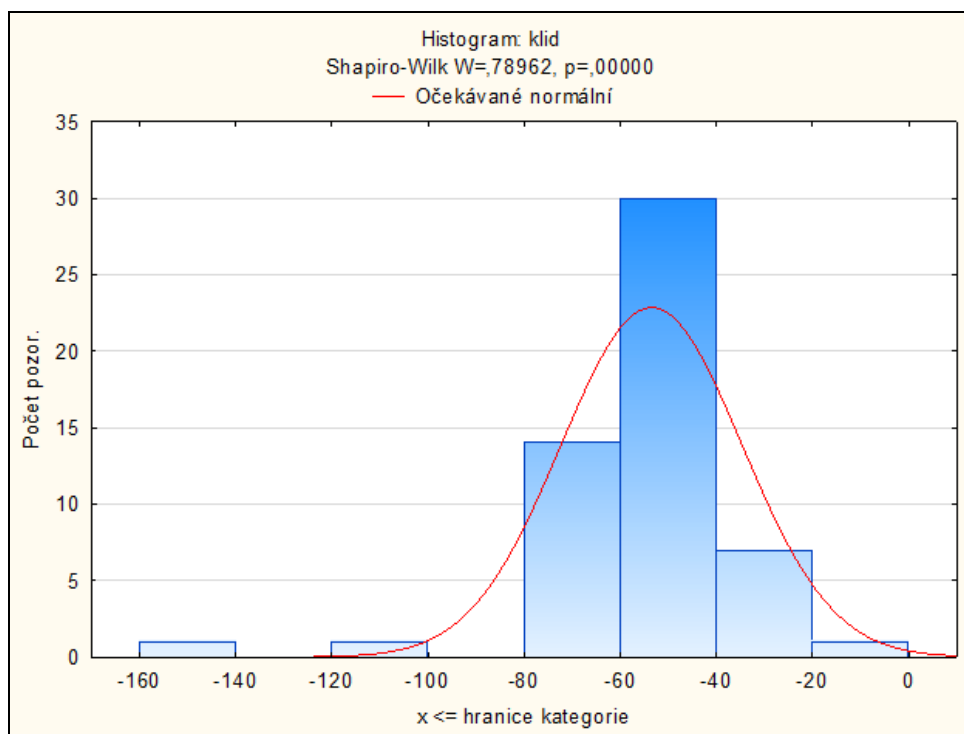
VESELOVSKÝ Z. (2001): *Obecná ornitologie*. Academia, Praha 2001.

VERZIJDEN E. M. N., RIPMMESTERL A. P., OHMLS V. R., SSNELDERWALDR P.: (2010) Immediate spectral flexibility in singing chiffchaffs during experimental exposure to highway noise, 213, 2575-2581.

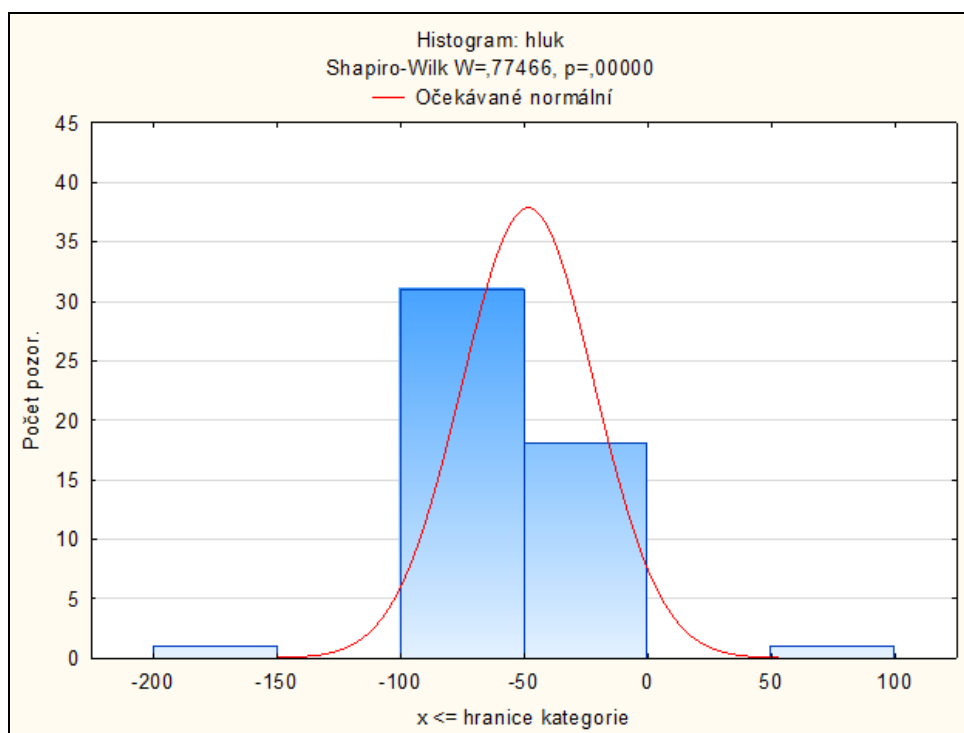
## **8. Přílohy**

- 1) **Příloha č. 1**  
Histogramy
- 2) **Příloha č. 2**  
Fotodokumentace - VLACH M.

**Příloha č. 1**  
**Histogramy - vokalizace východ**

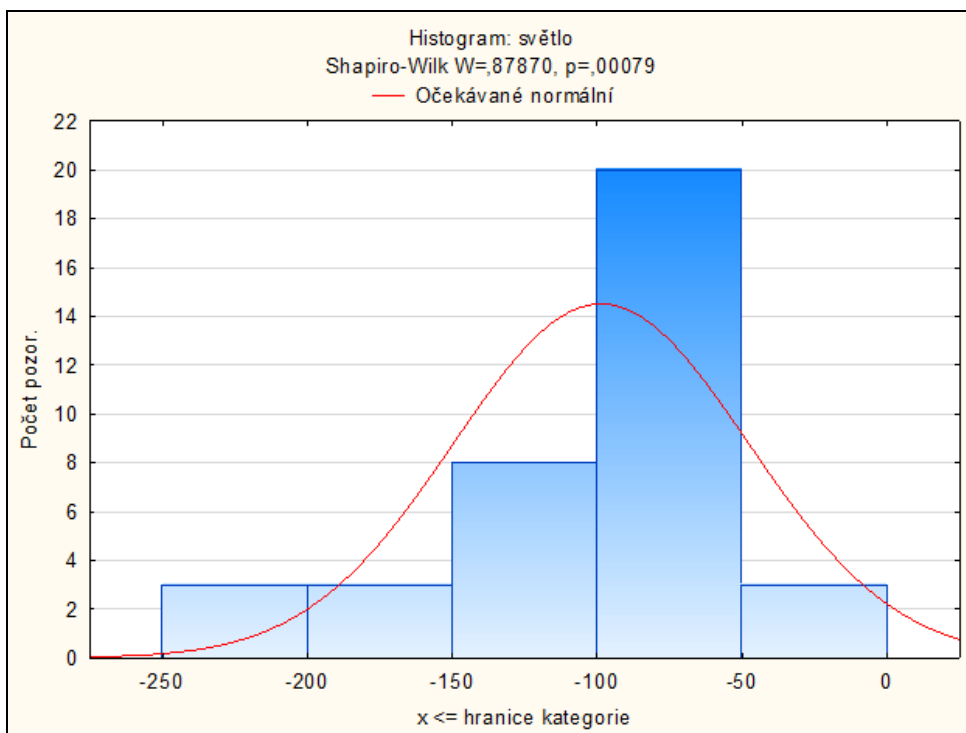


Obr. č. 14: Průběh vokalizace na lokalitě bez sídel - východ slunce.

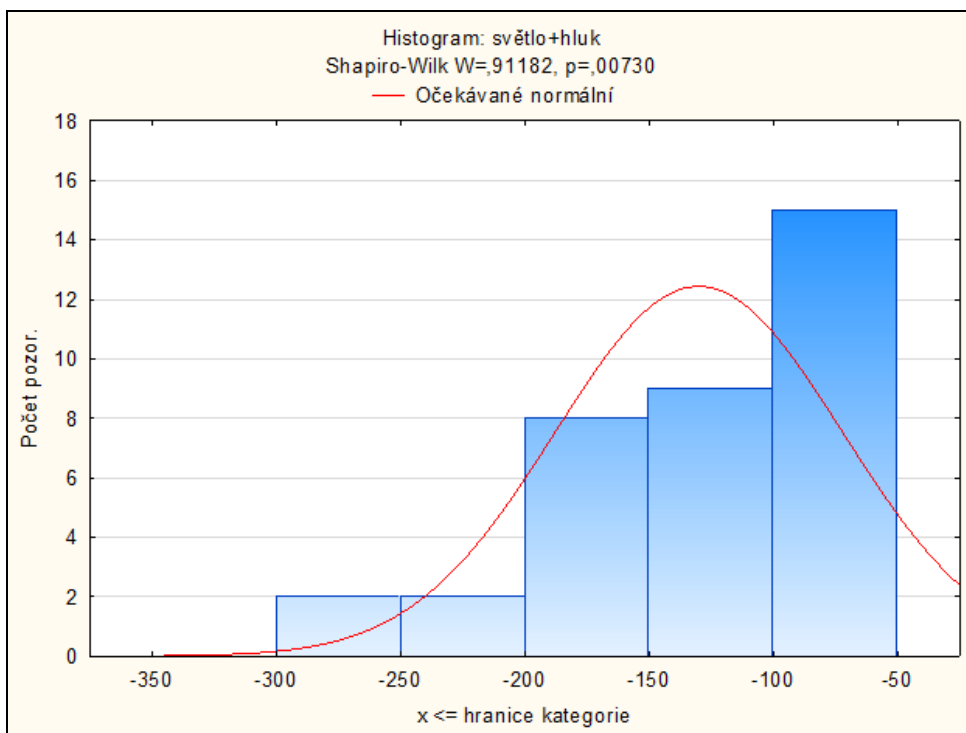


Obr. č. 15: Průběh vokalizace na hlučné lokalitě - východ slunce.



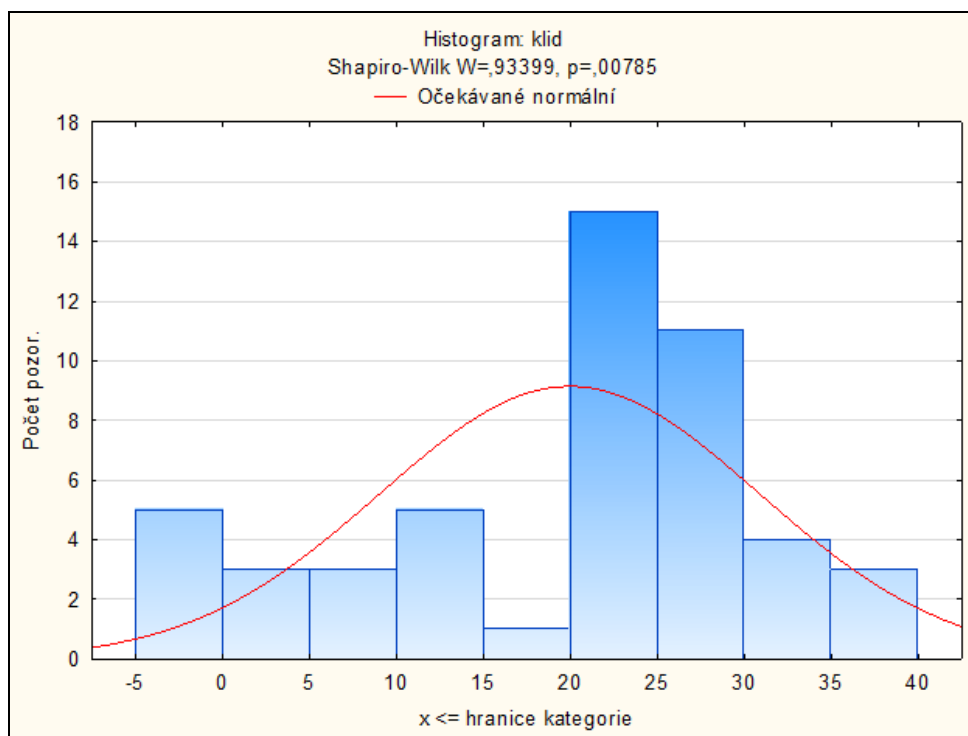


Obr. č. 16: Průběh vokalizace na světelné lokalitě - východ slunce.

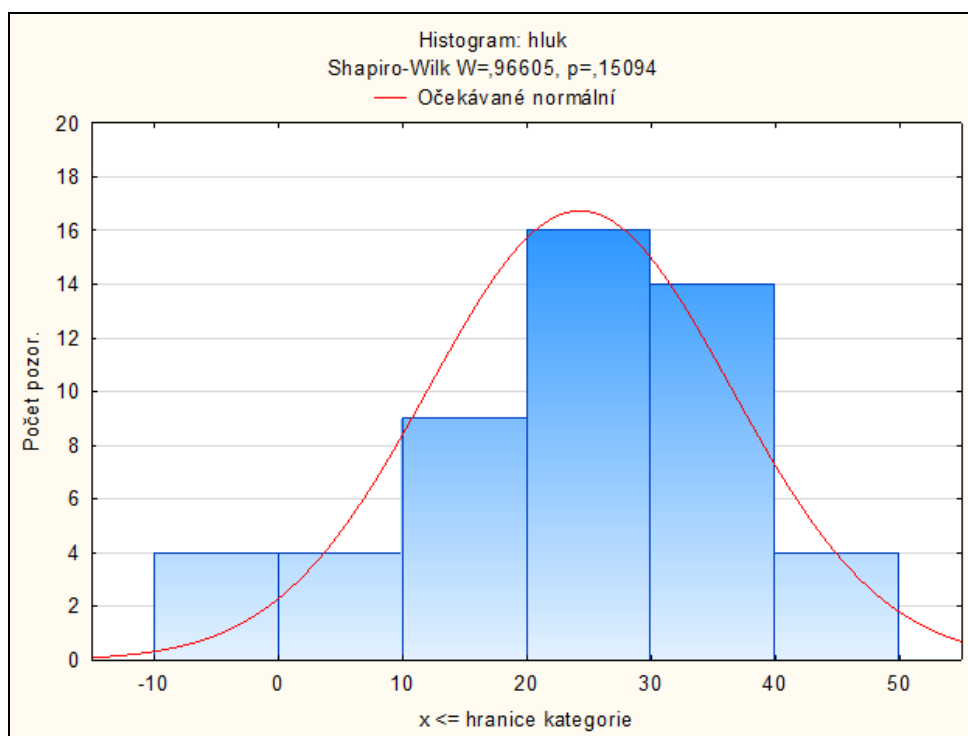


Obr. č. 17: Průběh vokalizace na světlo-hlučné lokalitě - východ slunce.

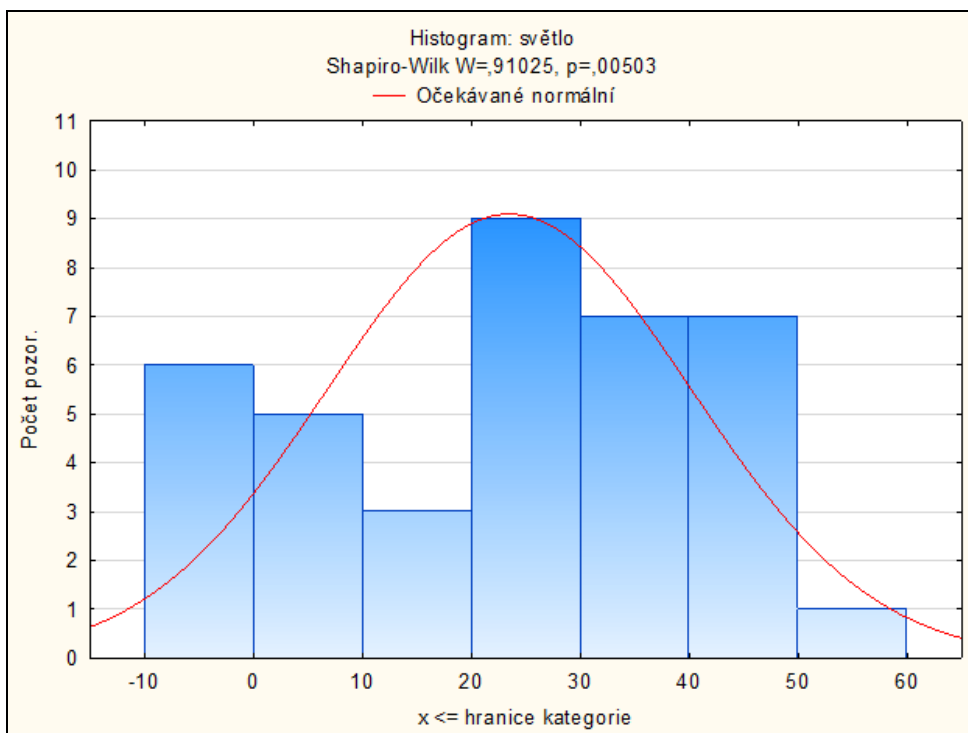
## Histogramy - vokalizace západ



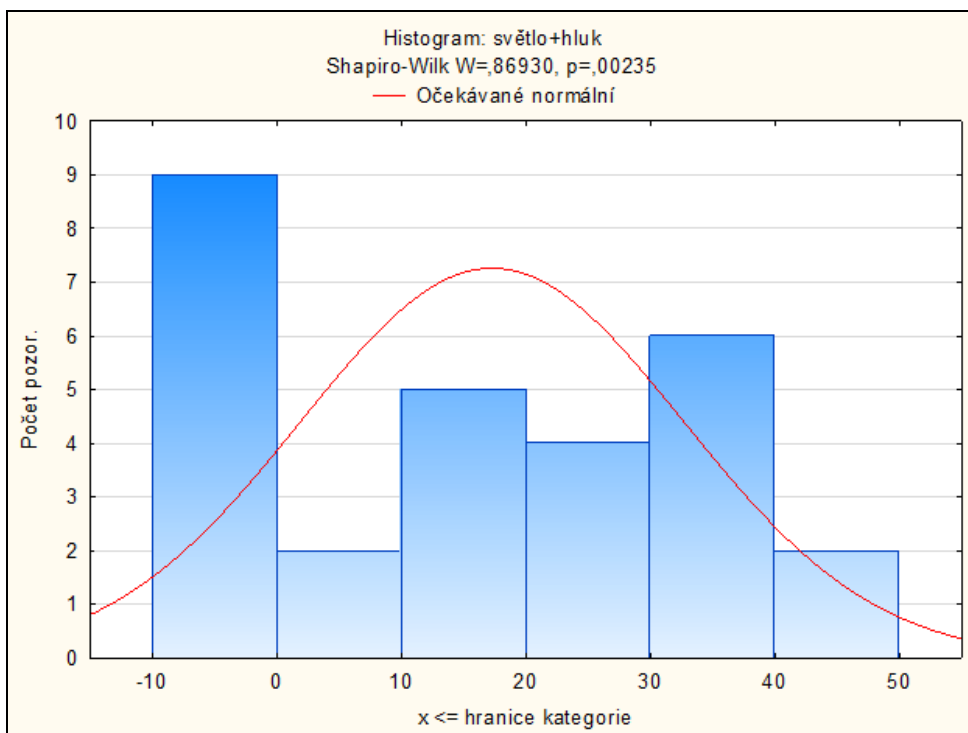
Obr. č. 18: Průběh vokalizace na lokalitě bez sídel - západ slunce.



Obr. č. 19: Průběh vokalizace na hlučné lokalitě - západ slunce.

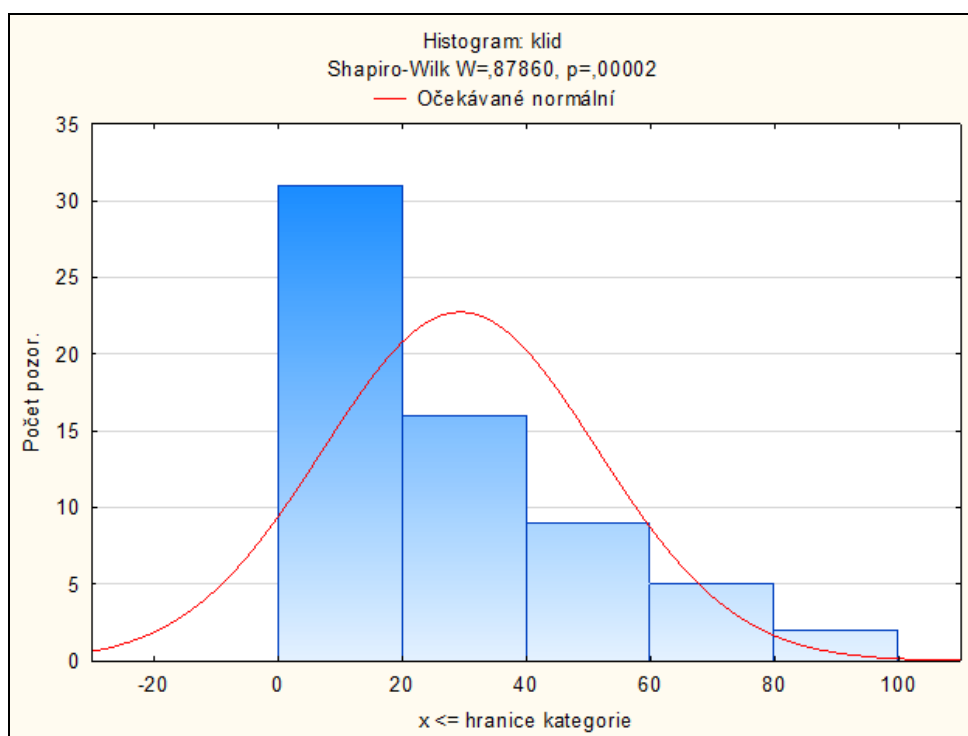


Obr. č. 20: Průběh vokalizace na světelné lokalitě - západ slunce.

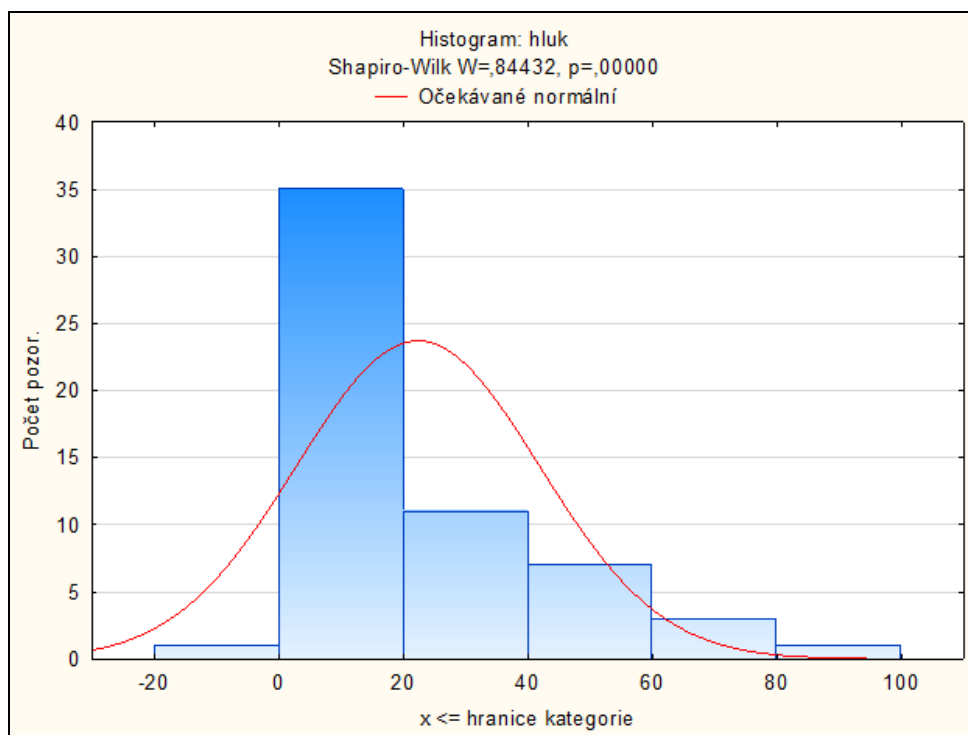


Obr. č. 21: Průběh vokalizace na světlo-hlučné lokalitě - západ slunce.

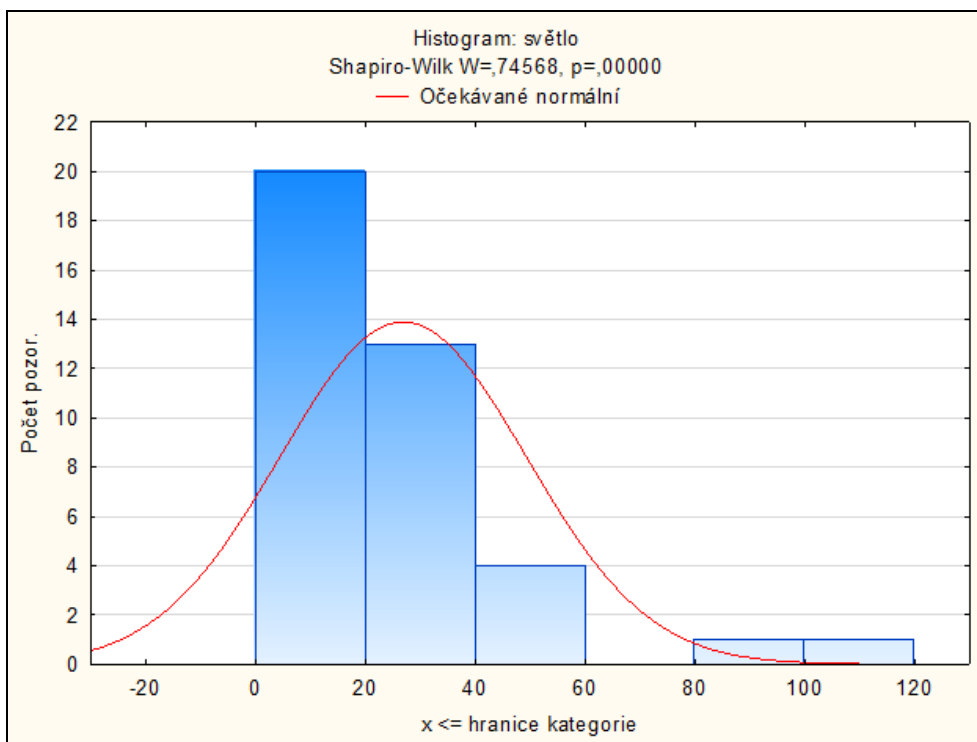
## Histogramy - intenzita východ



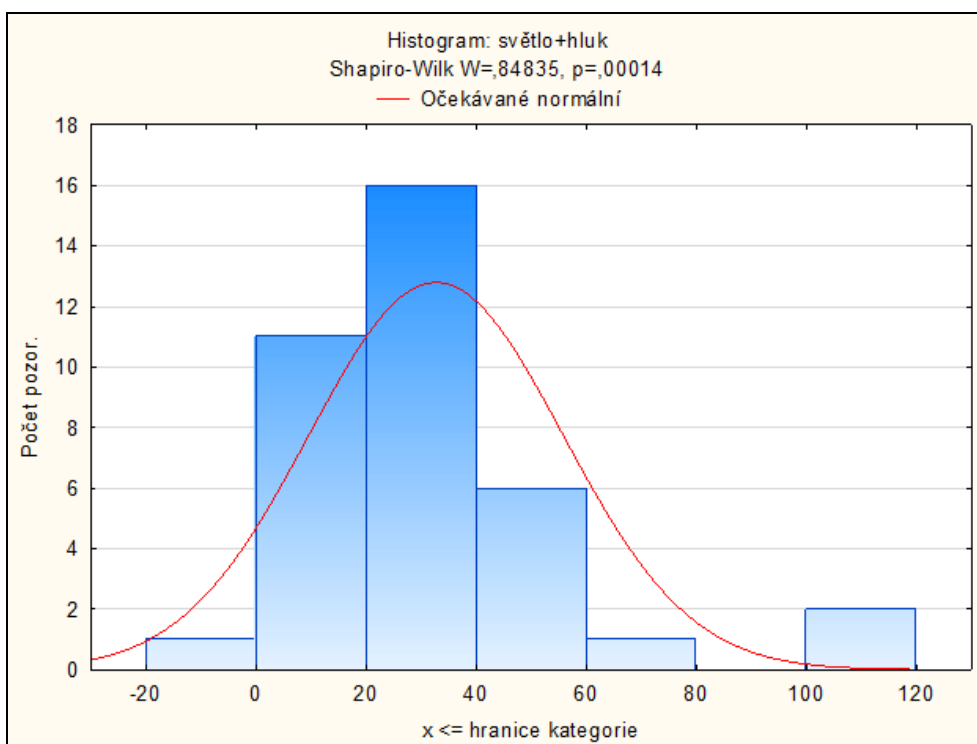
Obr. č. 22: Intenzita vokalizace na lokalitě bez sídel - východ slunce.



Obr. č. 23: Intenzita vokalizace na hlučné lokalitě - východ slunce.

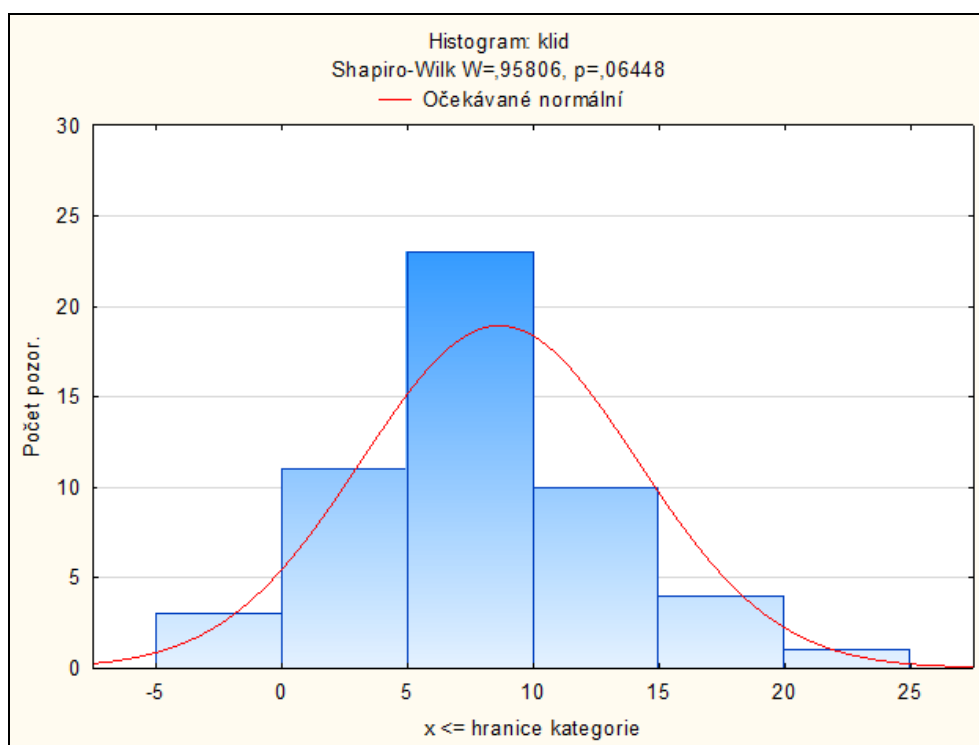


Obr. č. 24: Intenzita vokalizace na světelné lokalitě - východ slunce.

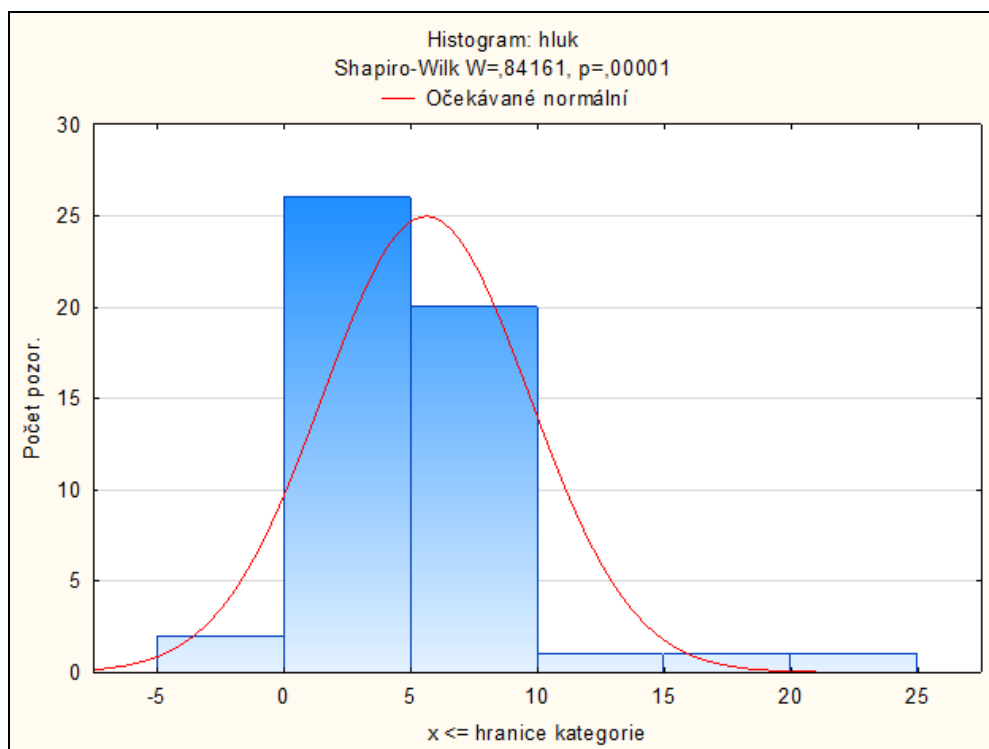


Obr. č. 25: Intenzita vokalizace na světlo-hlučné lokalitě - východ slunce.

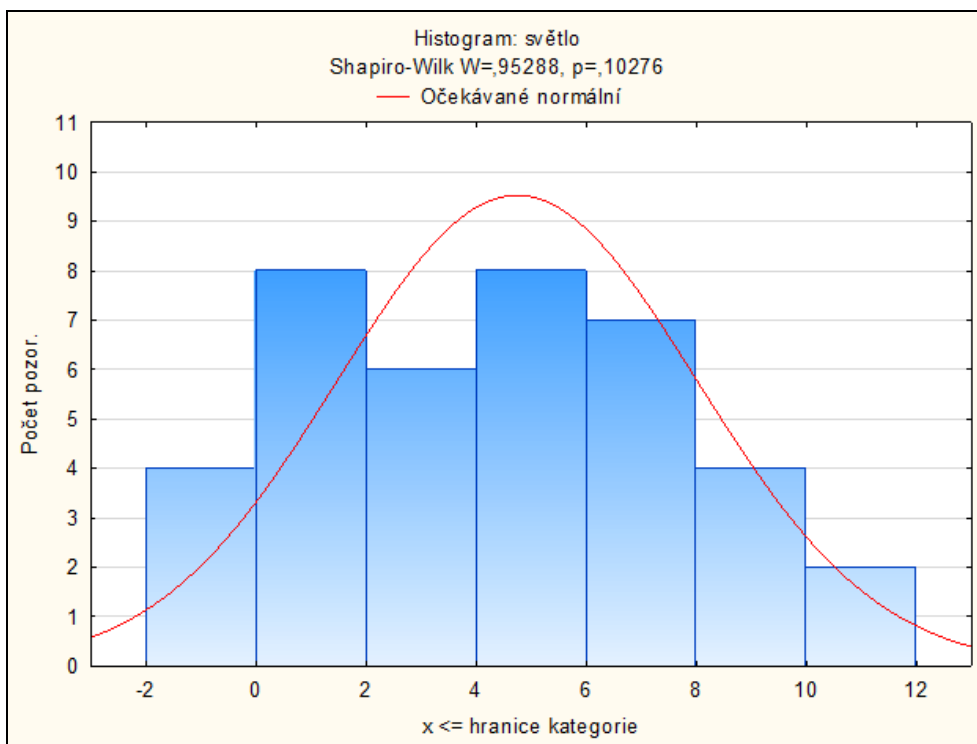
## Histogramy - intenzita západ



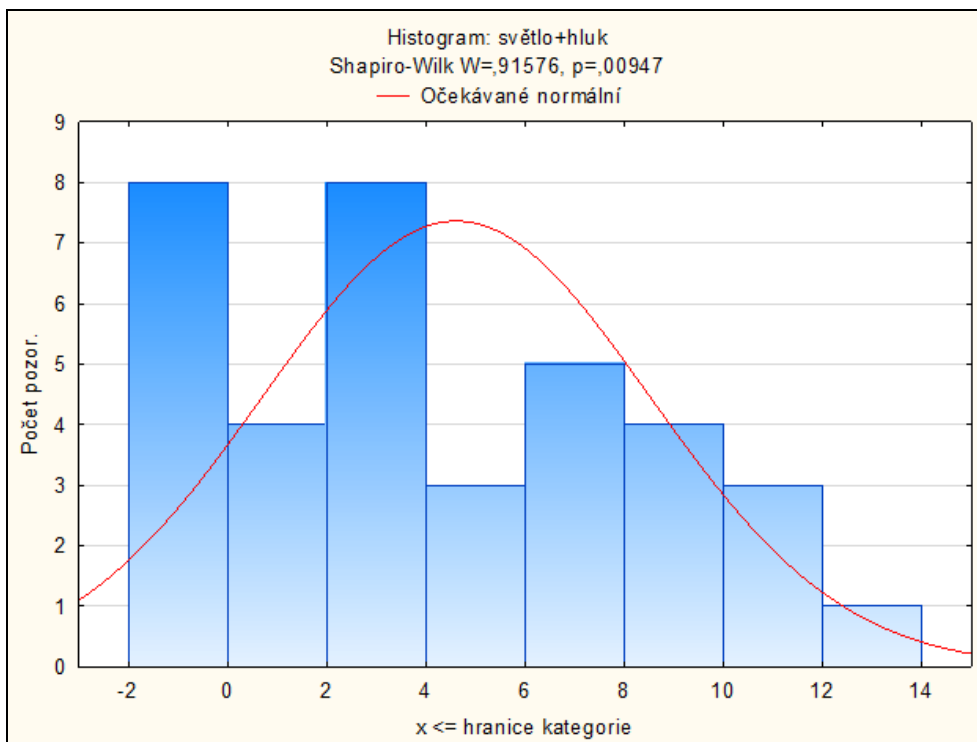
Obr. č. 26: Intenzita vokalizace na lokalitě bez sídel - západ slunce.



Obr. č. 27: Intenzita vokalizace na hlučné lokalitě - západ slunce.



Obr. č. 28: Intenzita vokalizace na světelné lokalitě - západ slunce.



Obr. č. 29: Intenzita vokalizace na světlo-hlučné lokalitě - západ slunce.



**Příloha č. 2**  
Fotodokumentace



*Obr. č. 30: Ukázka umístění diktafonu - U dálnice D5.*



*Obr. č. 31: Lokalita bez lidských sídel - Nižbor.*





*Obr. č. 32: Lokalita bez lidských sídel - Rozhledna Děd.*



*Obr. č. 33: Lokalita hlučného znečištění - Loděnice.*



*Obr. č. 34: Lokalita klidného charakteru - Zdejcina.*



*Obr. č. 35: Lokalita hlučného znečištění - lesopark Knihov.*



*Obr. č. 21: Lokalita bez lidských sídel - CHKO Brdy.*