

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 4: Biologie, geografie a geologie

Vliv reliéfu krajiny a množství přirozeného světla na hlasovou aktivitu ptáků

**Filip Vyskočil
Olomoucký kraj**

Šumperk 2024

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 4: Biologie, geografie a geologie

**Vliv reliéfu krajiny a množství přirozeného světla na
hlasovou aktivitu ptáků**

**Influence of landscape relief and amount of natural
light on vocal activity of birds**

Autoři: Filip Vyskočil

Škola: Gymnázium, Šumperk, Masarykovo nám. 8, 787 58, Šumperk

Kraj: Olomoucký kraj

Konzultant: Mgr. Ondřej Belfín

Šumperk 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Šumperku Dne 10. 4. 2024 Podpis Filip Nýkocil

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Ondřeji Belfínovi z České společnosti ornitologické za velkou ochotu a odbornou pomoc při vedení práce, pravidelné konzultace a věcné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Petru Šajovi z Agentury ochrany přírody a krajiny ČR a pracovníkům Lesů ČR za podporu při terénní části výzkumu. Další poděkování patří Nadačnímu fondu Gymnázia Šumperk za finanční pomoc při realizaci terénního nahrávání. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za velkou ochotu a podporu při tvorbě celé práce.

Anotace

Umělé osvětlení může mít vliv na řadu ptačích druhů. Nicméně už není tolik prozkoumáno, jestli podobný vliv nemají i rozdíly v přirozeném světle způsobené například nadmořskou výškou nebo orientací svahu v horských oblastech. Proto jsem se rozhodl zjistit, zda reliéf krajiny, ovlivňující množství přirozeného světla na lokalitě, může ovlivnit začátek a konec ptačí hlasové aktivity. Pro získání dat byla použita metoda pasivního akustického monitoringu a pro analýzu dat software BirdNET, který je určen k procházení a identifikování velkého množství zvukových záznamů. Tyto moderní postupy pro získávání dat k monitoringu druhů jsou zatím v praxi málo používané. Proto jsem do svých cílů zahrnul i zhodnocení jejich výhod a nevýhod. Nahrávání probíhalo nepřetržitě po dobu 4 měsíců na 18 lokalitách v údolí Dolní Moravy v pohoří Králický Sněžník. Zjistil jsem, že rozdíly v začátcích a koncích hlasové aktivity byly na jednotlivých lokalitách odlišné v řádu až desítek minut. V některých případech se skutečně podařilo potvrdit hypotézu, že rozdíly světla ovlivňují ptačí hlasovou aktivitu, ale jednalo se pouze o její začátek. V dalších případech docházelo k větší variabilitě v začátcích a koncích hlasových aktivit, které se nepodařilo snadno vysvětlit pomocí orientace svahu nebo nadmořské výšky a dá se tedy předpokládat, že zde hrály větší roli ostatní aspekty. Celkově bylo zaznamenáno 53 druhů ptáků, včetně řady vzácných a ohrožených druhů. V práci jsem ukázal, že k výsledkům BirdNETu je nutné přistupovat individuálně pro každý druh, případně období v sezóně. Výsledky mohou pomoci při plánování mapovacích programů a zjištěné druhové zastoupení k ochraně přírody v oblasti Králického Sněžníku. Zároveň mohou pomoci při dalších studiích využívajících pasivní akustický monitoring a software BirdNET. K lepšímu pochopení vlivu přirozeného světla na ptáky by bylo dobré práci zopakovat s více záznamníky taky v jiném pohoří.

Klíčová slova

pasivní akustický monitoring; BirdNET; ptačí zpěv; ptačí volání

Annotation

Artificial lighting can affect many bird species. However, it has not been investigated as much whether differences in natural light caused, for example, by altitude or slope orientation in mountainous areas have a similar effect. Therefore, I set out to determine whether landscape relief, which affects the amount of natural light at a site, can influence the start and end of bird vocal activity. A passive acoustic monitoring method was used to obtain the data and BirdNET software was used to analyze the data to browse and identify large amounts of sound recordings. These modern methods for obtaining data for species monitoring are still little used in practice. Therefore, I have included in my objectives an evaluation of their advantages and disadvantages. Recording was carried out continuously over a period of 4 months at 18 sites in the Lower Morava valley near Králický Sněžník. I found that differences in the start and end of vocal activity varied by tens of minutes at each site. In some cases, we were indeed able to confirm the hypothesis that light differences affect bird vocal activity, but this was only the beginning of the activity. In other cases, there was more variability in the beginnings and ends of vocal activities that could not be easily explained by slope orientation or altitude, and thus it can be assumed that other aspects played a greater role. A total of 53 bird species were recorded, including a number of rare and endangered species. In this paper I have shown that BirdNET results must be treated individually for each species or season. The results can help in planning mapping programs and the identified species representation for nature conservation in the Kralický Sněžník area. They can also help in further studies using passive acoustic monitoring and BirdNET software. To better understand the effect of natural light on birds, it would be good to repeat the work with more recorders in another mountain range as well.

Keywords

passive acoustic monitoring; BirdNET; bird song; bird call

OBSAH

Úvod	8
1 Cíle práce	9
2 Teoretická část.....	10
2.1 Hlasová aktivita ptáků.....	10
2.2 Rozvržení ptačích hlasových projevů v čase.....	10
2.2.1 Sezónní variabilita.....	11
2.2.2 Denní variabilita.....	11
2.3 Vliv světla na organismy.....	13
2.3.1 Vliv umělého světla na ptáky.....	13
2.3.2 Vliv přirozeného světla na ptáky.....	15
2.4 Nové metody práce s ptačí hlasovou aktivitou.....	16
3 Metodika	19
3.1 Charakteristika zkoumané oblasti.....	19
3.2 Terénní část.....	19
3.2.1 Konfigurace akustických záznamníků.....	21
3.3 Analýza dat.....	22
3.3.1 Analýza dat pro vyhodnocení spolehlivosti systému BirdNET.....	23
3.3.2 Analýza dat pro monitoring druhů v dané oblasti.....	23
3.3.3 Analýza dat pro určení vlivu světla a nadmořské výšky.....	24
3.3.4 Výběr cílových druhů.....	24
4 Výsledky	25
4.1 Vyhodnocení systému BirdNET.....	25
4.2 Počet druhů a druhové zastoupení na lokalitách.....	26
4.3 Vliv přirozeného rozdílu světla na ptačí hlasovou aktivitu.....	29
5 Diskuze.....	34
5.1 Práce se systémem BirdNET	34
5.2 Práce s pasivním akustickým monitoringem.....	35
5.3 Zastoupení ptačích druhů na lokalitách.....	35
5.4 Vliv přirozeného rozdílu světla v krajině na ptačí hlasovou aktivitu	37
5.5 Aspekty, které mohly ovlivnit výsledky práce	41
6 Závěr	43
7 použitá literatura.....	44

8	Seznam obrázků.....	51
9	Seznam příloh.....	52

ÚVOD

Světlo představuje významný ekologický a informační faktor pro celou řadu živých organismů (Rich and Longcore, 2006). Značné množství fyziologických i behaviorálních procesů je u mnoha živočichů řízena právě světlem (Aschoff, 1984). Ptáci nepředstavují výjimku a množství a načasování světla u nich ovlivňuje především cirkadiální a cirkanuální biorytmy (Aschoff, 1984). S tím je spojeno například načasování začátku zpěvu nebo doba snášení vajec (Kempnaers *et al.*, 2010).

Kromě přirozeného světla se v posledních letech dozvídáme o negativních dopadech umělého světla na organismy (Hölker *et al.*, 2010). Vliv takzvaného světelného znečištění se u ptáků projevuje posunem v načasování mnohých aktivit včetně hlasové aktivity (např. Miller, 2006; Kempnaers *et al.*, 2010; Da Silva and Kempnaers, 2017). V těchto pracích se často zkoumá vliv světla na čas prvního zpěvu ranního chóru (Gil *et al.*, 2015); (Poesel *et al.*, 2006).

Řada výzkumů potvrdila vliv umělého světla na ptáky, ale málo prací se věnovalo vlivu přirozeného rozdílu světla v krajině. Je možné, že ptáci reagují na světelně více exponované místo v krajině (například jižní svah nebo hřeben hor) podobně jako na zvýšené množství umělého světla. Významným faktorem začátku a konce ptačího zpěvu se v nedávné studii ze švýcarských Alp (100 km²) ukázala kritéria nadmořské výšky a orientace svahu. Všechny vybrané druhy začaly zpívat dříve ve vyšších nadmořských výškách a všech šest studovaných druhů začínalo zpívat nejdříve na východně exponovaných svazích při zohlednění teploty a ostatních zkoumaných proměnných (Paterno *et al.*, 2024).

V této práci jsem se rozhodl zjistit, jaký vliv na hlasovou aktivitu může mít přirozené světlo v pohoří s menšími rozdíly v nadmořské výšce a na menší ploše (22 km²). Předpokládal jsem, že na světlem méně exponovaných místech (např. hluboké údolí) budou mít ptáci kratší hlasovou aktivitu než ptáci na více exponovaných místech (např. hřeben).

1 CÍLE PRÁCE

Ve své práci jsem se zaměřil na tři hlavní cíle:

- zjistit, zda na začátek a konec ptačí hlasové aktivity mají vliv rozdílné světelné podmínky na lokalitách a zjistit délku hlasové aktivity vybraných druhů ptáků v členitém reliéfu krajiny;
- zhodnotit metodu využití softwaru BirdNET při identifikaci ptačích hlasových záznamů;
- zjistit druhové složení ptáků v dané oblasti a zhodnotit metodu pasivního akustického monitoringu ptačích druhů.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Hlasová aktivita ptáků

Ptačí hlasy můžeme podle charakteru a funkce rozdělit do dvou základních kategorií – zpěvy (z anglického song) a volání (z anglického call). Zpěv mívá delší a složitější strukturu. V oblasti mírného pásma zpěv většinou vydává samec v období rozmnožování a obecně se uvádí, že má dvě základní funkce. První funkcí je obrana teritoria či jiných zdrojů. Druhou funkcí je přilákání samic (Catchpole and Slater, 2008; Gil and Llusia, 2020). Nezpívají však pouze samci. Řada studií zdůraznila, že zpěv samic je rozšířenější, než se předpokládalo (Langmore, 1998). Například u našich červenek obecných (*Erithacus rubecula*) je známo, že na podzim a v zimě zpívají také samice (Bergmann and Westphal, 2021). Některé druhy mají více variant zpěvu, které se potom označují jako typy zpěvu (Catchpole and Slater, 2008).

Volání jsou často mnohem jednodušší a kratší zvukové projevy, které využívají samci i samice během celého roku (Otter, 2007; Catchpole and Slater, 2008). Ptačí druhy mají vytvořený specifický druh volání pro konkrétní situaci, například volání za letu nebo k varování před „nepřítelem“ (Catchpole and Slater, 2008). Existuje i volání charakteristické pro mláďata na hnízdě (Bergmann and Westphal, 2021).

Pták má svůj hlasový repertoár buď úplně nebo částečně vrozený, nebo se ho musí naučit (Goller, 2022). Schopnost učení se zpěvu mají především pěvci (Bergmann and Westphal, 2021). Pták jednoho druhu je také schopen napodobit konkrétní část hlasového projevu druhu jiného, se kterým se v průběhu učení setkal. Tomuto jevu se říká imitace a je charakteristický pro některé zpěvné ptáky. U nás dochází k imitacím například u drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), rákosníka zpěvného (*Acrocephalus palustris*), špačka obecného (*Sturnus vulgaris*) nebo sedmihláska hajního (*Hippolais icterina*) (Kelley and Healy, 2011).

2.2 Rozvržení ptačích hlasových projevů v čase

Začátek a konec hlasové aktivity ptáků je ovlivňován dvěma hlavními mechanismy (Schlicht and Kempnaers, 2020). Prvním je genetická predispozice projevující se například hormonálními změnami v reakci na prodloužení délky dne (Graham *et al.*, 2017) nebo hormonálními rozdíly mezi pohlavími (Dawson *et al.*, 2001; Yu *et al.*, 2018). Druhým mechanismem je kompromis mezi nevýhodami a výhodami pobytu na nocovišti a mimo něj. Jinými slovy se pták musí rozhodnout, jestli raději bude šetřit energii a bude chráněn před predátory na nocovišti, nebo jestli začne zpívat dřív a má tak větší šanci, že ubrání teritorium, či získá partnerku (Mainwaring, 2011). Výsledky také ukázaly, že ptáci mohou své chování spojené s hlasovým projevem částečně upravovat v závislosti na faktorech prostředí (například déšť či teplota) a v souvislosti s rozmnožovacími aktivitami, tedy jestli si samec už našel partnerku nebo v jaké je fázi hnízdění apod. (Schlicht and Kempnaers, 2020).

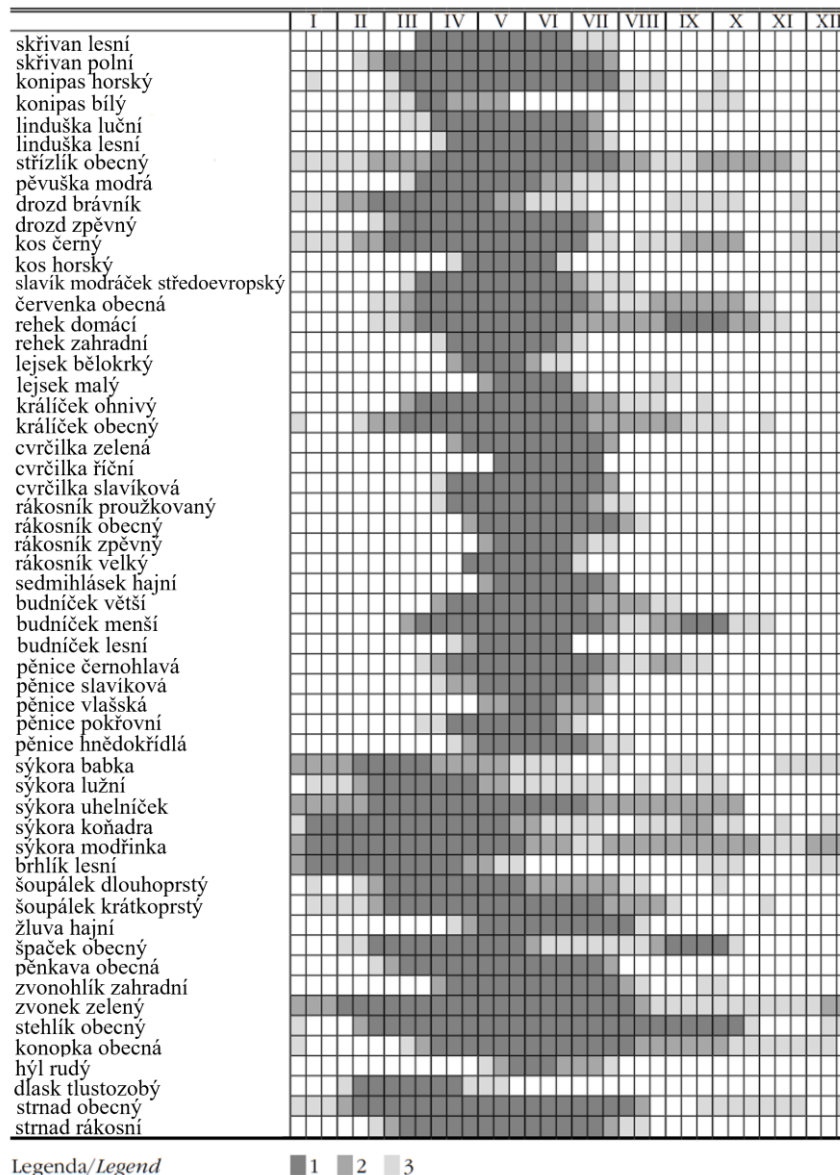
2.2.1 Sezónní variabilita

Sezónní variabilita ptačího zpěvu se liší v závislosti na druhu (Paterno *et al.*, 2024). Obecně se dá říct, že ptačí zpěv má v první polovině roku jeden nebo dva vrcholy aktivity (Obrázek 1). Většina tažných ptáků začíná se zpěvem krátce po přiletu (Kloubec and Čapek, 2012). Zpěv většiny ptačích druhů ustává v okamžiku, kdy samec najde svoji partnerku. Samec znovu začne zpívat ve chvíli, když se snaží nalézt další partnerku. K tomu dochází tehdy, pokud například samice zmizí, uhyne, nebo pokud se samec snaží získat více partnerek (Bergmann and Westphal, 2021). Další vliv na aktivitu zpěvu má také to, jestli jedinec začne podruhé hnízdit (Paterno *et al.*, 2024). Na konci léta nastává několikátýdenní přestávka v období pelichání a po ní nástup další menší aktivity ptačího zpěvu na podzim (Catchpole and Slater, 2008; Kloubec and Čapek, 2012).

2.2.2 Denní variabilita

Vysoká aktivita zpěvu během dne je v hnízdním období typická pro většinu druhů pěvců a některé druhy nepěvců. Nejvíce ji zaznamenáváme za svítání. Jedná se o takzvaný ranní chór (z anglického dawn chorus) (Gil and Llusia, 2020). Začátek zpěvu je v době hnízdění druhově specifický (Berg *et al.*, 2006; Bergmann and Westphal, 2021).

Přestože je ranní chór velmi zkoumaným fenoménem, mnoho otázek je stále nejasných (Gil and Llusia, 2020; Bergmann and Westphal, 2021). Existuje celá řada nejrůznějších hypotéz týkajících se ranního chóru. Některé jsou vědecky dokázané, jiné zatím ne, a některé vycházejí jen ze zkušeností. Důvodů, proč ptáci zpívají nejintenzivněji za svítání, tak může být více (Gil and Llusia, 2020). Mezi tyto hypotézy patří například vliv cirkadiálních cyklů hormonů. Jedná se především o melatonin, který ovlivňuje mimo jiné nástup ptačí aktivity (El Halawani *et al.*, 2009; Greives *et al.*, 2015). Další vysvětlení by mohlo být, že časný zpěv při nižších teplotách může být energeticky nákladnější a ukazuje tak kvalitu a kondici samce (Paterno *et al.*, 2024). Jiným důvodem může být nedostatek světla pro hledání potravy za svítání (Avery and Krebs, 1984). Zajímavá je také možnost, že ptáci zpívají za úsvitu, protože ranní vzduch je vlhčí a lépe přenáší zvuk do okolní krajiny (Bergmann and Westphal, 2021). Jednou z více potvrzených hypotéz je tzv. „nepřítomnost partnera“. Ta říká, že nástup výraznějšího, delšího a častějšího zpěvu samců je způsoben nepřítomností partnerky, která svou aktivitu během dne obvykle začíná později než samec. Jinými slovy, samec zpívá více, pokud není se svou partnerkou v přímém kontaktu (Schlicht *et al.*, 2023).



Obrázek 1: Sezónní průběh zpěvní aktivity vybraných druhů pěvců. Data byla získána v jižních Čechách v jednotlivých měsících. 1 – pravidelný, intenzivní zpěv; 2 – občasný, nehojný zpěv; 3 – výjimečný, ojedinělý zpěv. Převzato z Kloubec and Čapek, 2012, upraveno.

Jedním z nejčastěji používaných parametrů při výzkumech ranního chóru je čas prvního zpěvu (např. Poesel *et al.*, 2006; Gil *et al.*, 2015; Gil and Llusia, 2020). Dobu prvního zpěvu ovlivňuje řada faktorů prostředí. Ve švýcarských Alpách měly na začátek ranního zpěvu vliv fáze měsíce, teplota a hluk ze silnice. Působení nadmořské výšky a roční doby bylo druhově specifičtější (Paterno *et al.*, 2024). Teplota je pro jedince důležitější pro začátek ranního zpěvu než načasování během hnízdní sezóny (Puswal *et al.*, 2021). Svůj vliv zde hraje také fáze hnízdění, kdy některé druhy zpívají dříve na začátku hnízdní sezóny (Bruni *et al.*, 2014). Se začátkem zpěvu za svítání souvisí i druhově specifická velikost očí, a tedy zvýšená citlivost na světlo. Ukázalo se, že druhy s většíma očima začínají zpívat dříve než druhy s menšíma očima (Thomas *et al.*, 2002; Berg *et al.*, 2006).

Je také důležité zmínit, že k druhému vrcholu ptačí hlasové aktivity dochází za soumraku. Zde mluvíme o takzvaném večerním chóru (z anglického dusk chorus), který je ale méně intenzivní (např. Morse, 1989; Bergmann and Westphal, 2021). Několik druhů upřednostňuje pozdně večerní nebo noční hodiny. Patří mezi ně například slavík obecný (*Luscinia megarhynchos*) (Bergmann and Westphal, 2021).

2.3 Vliv světla na organismy

U většiny živých organismů se mnoho behaviorálních a fyziologických procesů řídí přesným 24hodinovým rytmem, který je založen na endogenních cirkadiálních hodinách (Davidson and Menaker, 2003; Helm *et al.*, 2017). U mnoha taxonů synchronizuje vnitřní celoroční hodiny kolísání délky dne během roku (Wikelski *et al.*, 2008). S tím souvisí také cirkadiální cykly signalizace, které byly popsány kromě ptáků i u jiných skupin živočichů. Jde například o hmyz (Insecta), obojživelníky (Amphibia) a kytovce (Cetacea) (např. Green, 1990; Au *et al.*, 2000; Greenfield, 2015). V případě ptáků je za cirkadiální organizaci zodpovědný komplexní systém, který zahrnuje sítnici (retina), šišinku (epifýza) a hypothalamus (Gwinner and Brandstatter, 2001; Cassone and Westneat, 2012). Primární roli v regulaci spánku a denních rytmů hraje hormon melatonin vylučovaný šišinkou (Bentley, 2001; de Jong *et al.*, 2016).

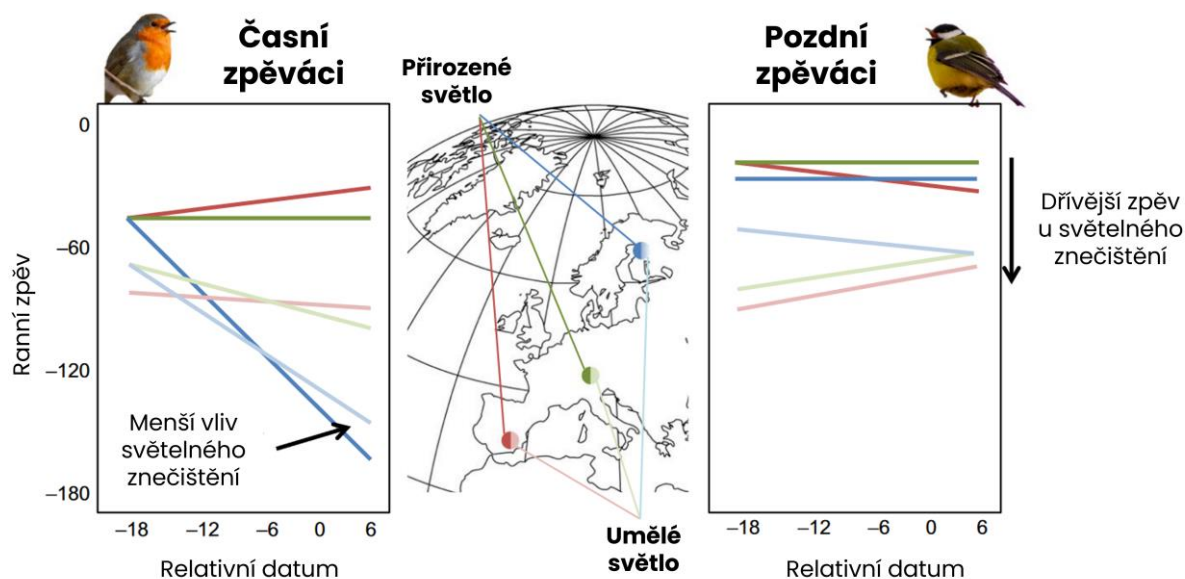
Světlo můžeme rozdělit podle jeho zdroje na dvě základní kategorie. První je světlo přirozené, které zahrnuje sluneční světlo, měsíční světlo nebo blesk. Druhým typem je světlo umělé, které vzniká ze žárovek, zářivek nebo světelných diod (Rossing and Chiaverina, 2019).

2.3.1 Vliv umělého světla na ptáky

S umělým osvětlením často souvisí problematika světelného znečištění nebo světelného smogu. To představuje světlo, které bylo vyprodukováno lidskou činností a bez využití je vyzařováno do okolního prostředí (Ščerba, 2018). Využívání umělého světla celosvětově roste (Da Silva *et al.*, 2015; Falchi *et al.*, 2016) a ukazuje se, že světelné znečištění patří společně s hlukem mezi hlavní faktory, které narušují načasování a strukturu ptačího hlasového chování ve městech (Marín-Gómez and MacGregor-Fors, 2021). Ptáci ve městech začínají zpívat dříve, než v místech bez umělého osvětlení (Miller, 2006). Umělé světlo také urychluje reprodukční cykly, což vede k dřívějšímu dozrávání pohlavních žláz, zpěvu a rozmnožování (Da Silva *et al.*, 2015; Gil and Llusia, 2020).

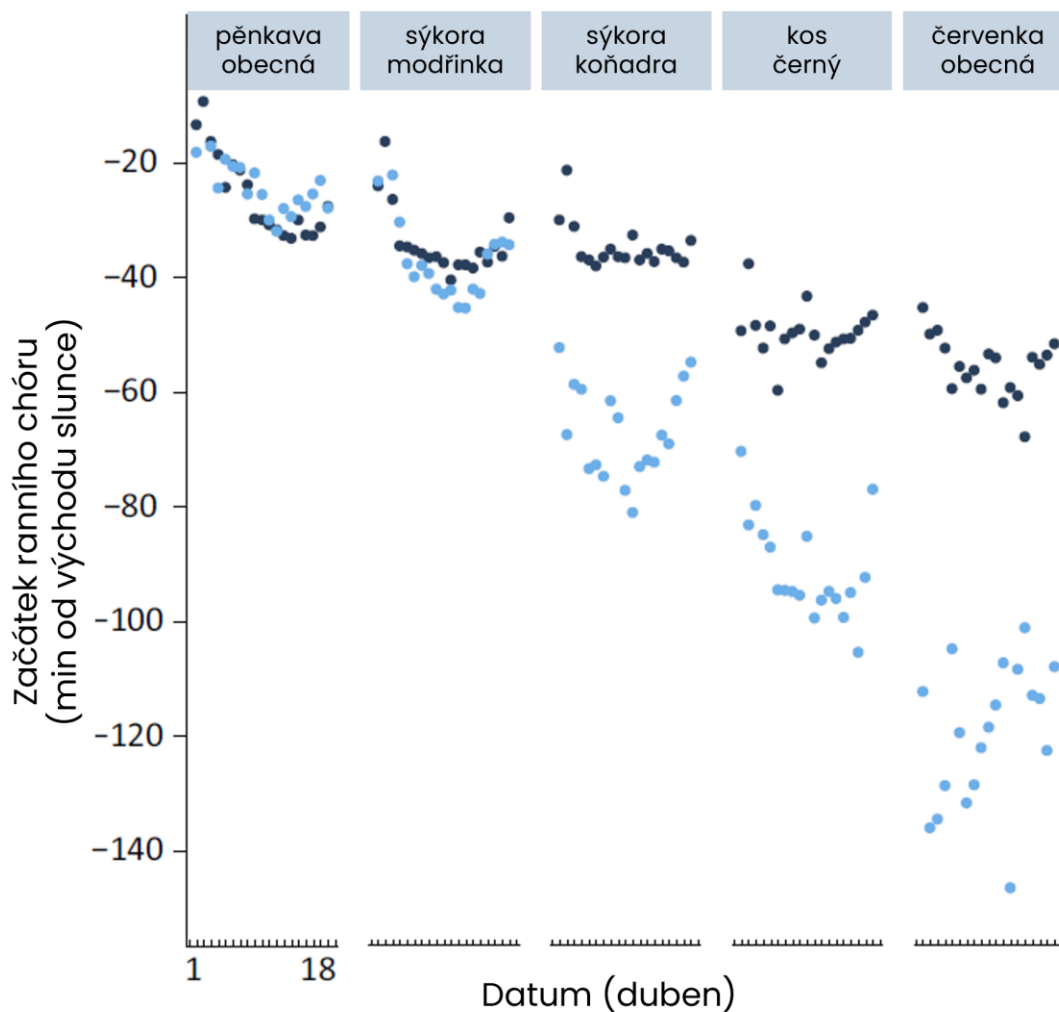
Přestože světelné znečištění má silný vliv na načasování ranního zpěvu, ne všichni zpěvní ptáci reagují na světelné znečištění stejným způsobem. Jeho účinky se navíc liší i se změnami přirozené úrovně osvětlení. Například během hnízdní sezóny přibývá s rostoucí zeměpisnou šířkou délka dne, a tím přibývá i přirozeného světla. Ptáci jsou zde zvyklejší na kratší noci, a proto u nich umělé osvětlení nemá takový vliv (Derryberry, 2017). Výsledky se však lišily v závislosti na druhu. Umělé noční osvětlení ve Finsku mělo výrazně menší vliv na hlasovou aktivitu u červenek obecných a kosů černých, kteří začínají zpívat velmi brzy. Zatímco sýkory koňadry, sýkory modřinky a pěnkavy obecné, které se svým zpěvem nastupují později, začínaly zpívat dříve na všech lokalitách s pouličním osvětlením. To platilo dokonce i pro

oblasti severního Finska, kde jsou noci v hnízdním období jasné. Časní pěvci tedy mohli reagovat na světelné znečištění podobně jako na dlouhé letní arktické noci, ale u pozdně zpívajících druhů se projevil mnohem větší dodatečný vliv umělého osvětlení na přirozenou vysokou hladinu nočního světla. Obecně se ukázalo, že zpěvní ptáci vystavení světelnému znečištění, zpívají dříve vzhledem k východu slunce ve všech dosud studovaných zeměpisných šířkách (Obrázek 2). Posun se pohyboval v řádu jednotek až nižších desítek minut dřívějšího začátku zpěvu ve srovnání s oblastmi, které umělým osvětlením ovlivněny nebyly (Da Silva and Kempnaers, 2017).



Obrázek 2: Průměrný nástup zpěvu za svítání v průběhu hnízdní sezóny. Výzkum probíhal na párových lokalitách s umělým nočním osvětlením (světlejší barevný odstín) a bez něj (sytlejší barevný odstín) ve třech evropských oblastech. Ty se liší přirozenou variabilitou délky dne (severní Finsko, 65° s. z. š.; jižní Německo, 48° s. z. š., jižní Španělsko 37° s. z. š.). Jako příklad pro časné ranní pěvce byla zvolena červenka obecná a pro pozdní ranní pěvce sýkora koňadra. Jak časní, tak pozdní ranní pěvci začínají zpívat dříve vzhledem k východu slunce ve všech oblastech se světelným znečištěním. Časní ranní pěvci však nejsou dodatečně ovlivněni umělým osvětlením v dlouhých letních arktických nocích (Derryberry, 2017). Obrázek převzat z Da Silva and Kempnaers, 2017, upraveno.

K rozdílným výsledkům došli při výzkumu vlivu nočního světelného znečištění na chování ptáků v jižním Německu (Obrázek 3). Čtyři z pěti zkoumaných druhů ptáků (pěnkava obecná, sýkora modřinka, sýkora koňadra, kos černý, červenka obecná) měli v příměstských oblastech s umělým osvětlením dřívější nástup zpěvu než v místech bez umělého osvětlení. Rozdíl v začátku ranního zpěvu se také lišil v závislosti na druhu, ale byl výraznější u časných ranních pěvců, než u těch pozdních (Kempnaers *et al.*, 2010). Umělé světlo ovlivňuje délku ptačího dne a tím i dobu spánku. S problémem nedostatku spánku vlivem umělého osvětlení se ptáci vyrovnávají podobně jako s přirozeně delšími dny, nebo když jsou rušeni mláďaty na hnízdě. Během dne bývají méně aktivní (de Jong *et al.*, 2016).

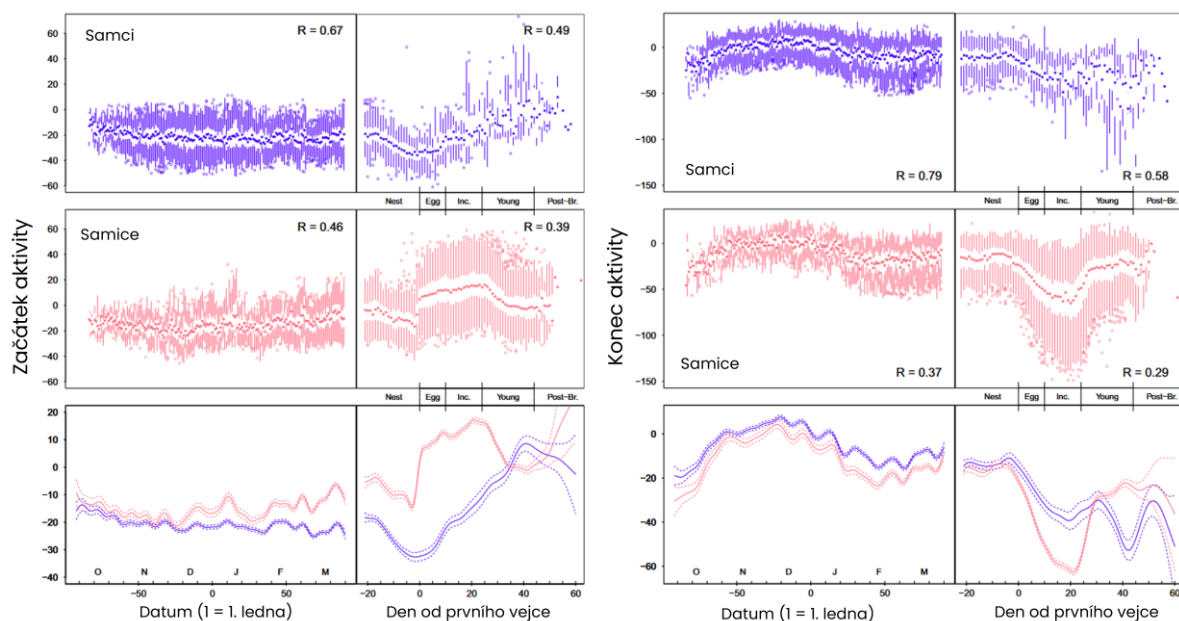


Obrázek 3. Průměrný čas prvního zpěvu u pěti evropských druhů ptáků v šesti kontrolních oblastech bez umělého světla (tmavě modré body) a šesti uměle osvětlených lokalitách (světle modré body) během 19 po sobě jdoucích jarních dnů (Gil and Llusia, 2020). Obrázek převzat z Kempnaers *et al.*, 2010, upraveno.

2.3.2 Vliv přirozeného světla na ptáky

Ptáci využívají změny intenzity světla za svítání a za soumraku k načasování aktivit spojených s reprodukci (včetně načasování zpěvu), které jsou potom závislé i na dalších sociálních faktorech a faktorech prostředí (Davidson and Menaker, 2003). Pozorovatelé si velmi brzy všimli, že vyšší hladina světla vede k dřívějším zpěvům, a že za zatažených rán zpívají ptáci později než obvykle (Allard, 1930; Scheer, 1952) a již první studie ukázaly, že úroveň světla pro začátek zpěvu je druhově specifická (Gil and Llusia, 2020). Načasování hlasové aktivity ale souvisí i s načasováním aktivity ptáků obecně. Ptačí aktivita je určena především dobou opuštění a vstoupení do hnízda nebo nocoviště. Tato aktivita však není během roku jednotná ani v rámci jednoho druhu. Začátek a konec ptačí aktivity je v zimě relativně konstantní ve vztahu k východu a západu slunce, ale v hnízdním období zaznamenává začátek a konec ptačí aktivity výrazné odchylky (Obrázek 4). Tento efekt je prokázán například u sýkory modřínky a to u samců i samic (Schlicht and Kempnaers, 2020).

Velký vliv na množství světla má okolní krajina a počasí. V horských oblastech se faktory, jako je intenzita světla a teplota, mění v závislosti na nadmořské výšce a orientaci svahu. Proto tato dvě kritéria mohou ovlivňovat začátek a konec ptačího zpěvu (Paterno *et al.*, 2024). Hlasová aktivita ptáků je ovlivněna také měsíčním světlem, kdy po nocích s úplňkem začínají ptáci zpívat dříve vzhledem k východu slunce, a to v řádu jednotek minut (Pérez-Granados and López-Iborra, 2020; Paterno *et al.*, 2024).



Obrázek 4: Sezónní změny v začátku a konci aktivity samců (modrá) a samic (červená) sýkory modřinky. Začátkem aktivity je myšlena doba, kdy jedinec opouští hnízdo nebo nocoviště a konec aktivity je čas, kdy jedinec vstupuje do hnízda nebo nocoviště. Levá sada panelů ukazuje údaje od října do 31. března („nehnízdění“); pravá sada ukazuje údaje od 21 dnů před prvním vejcem samice (den 0) do července („hnízdění“). Převzato z Schlicht and Kempenaers, 2020, upraveno.

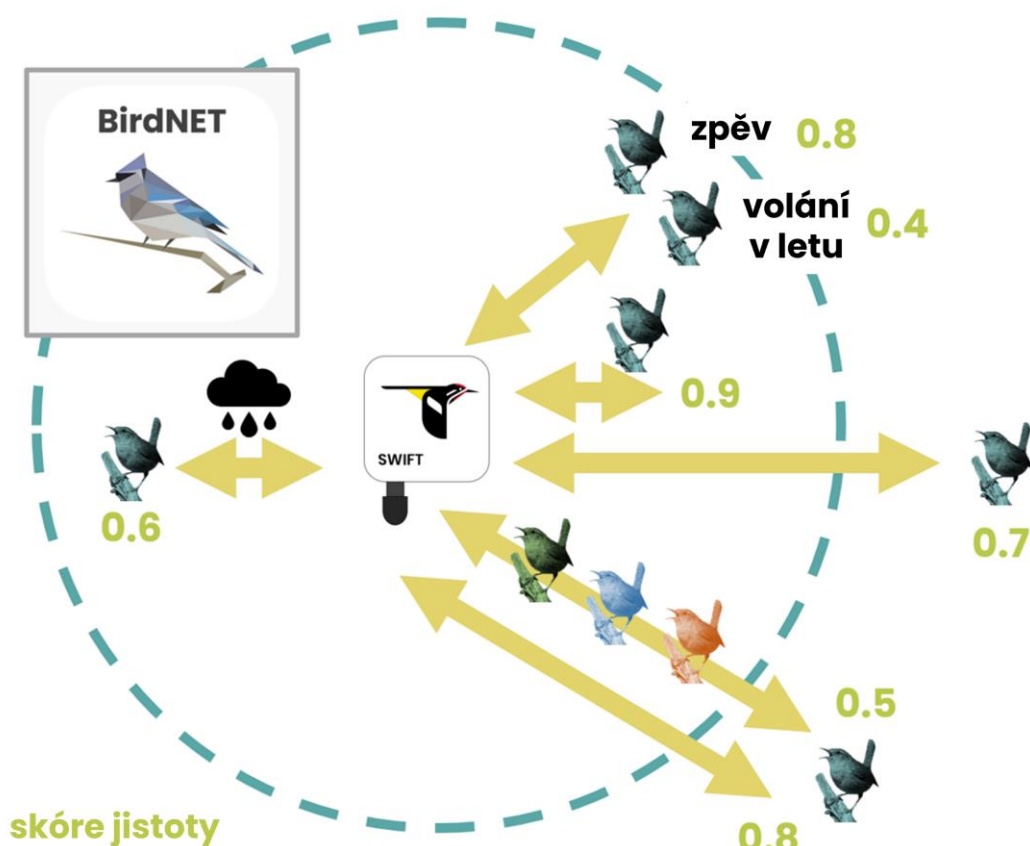
2.4 Nové metody práce s ptačí hlasovou aktivitou

Nové a neinvazivní technologie v posledních letech výrazně rozšířily možnosti hodnocení biodiverzity (Lahoz-Monfort and Magrath, 2021). Mezi tyto nejmodernější technologie patří i pasivní akustický monitoring (PAM). Jedná se o metodu, která využívá bezobslužných naprogramovaných hlasových záznamníků (ARU), které dokáží nahrávat zvuky během zájmových období po dobu až dvou týdnů (Sugai *et al.*, 2019). Pomocí pasivního akustického monitoringu se nejčastěji ze suchozemských taxonů zkoumají ptáci a netopýři (Shonfield and Bayne, 2017; Sugai *et al.*, 2019). Čím dál častěji se ale pomocí pasivního akustického monitoringu zkoumají i savci (především mořští), žáby a některé druhy hmyzu (Obrist *et al.*, 2010).

Kvůli rostoucímu množství dat získaných pomocí pasivního akustického monitoringu bylo potřeba mít nástroje, které umožní automatickou detekci cílových druhů. Pro ptáky byl vyvinut software BirdNET, který je schopen efektivně prohledávat velké množství zvukových záznamů a automaticky identifikovat ptačí zpěvy a volání (Pérez-Granados, 2023). BirdNET byl vyvinut ve spolupráci institucí Cornell Lab of Ornithology a Chemnitz University of

Technology (Kahl *et al.*, 2021) a pracuje na principu konvolučních neuronových sítí. Delší nahrávku si vždy rozdělí na dílčí úseky o délce 3 sekundy, ve kterých identifikuje ptačí druh (Pérez-Granados, 2023). Na začátku roku 2024 uměl BirdNET rozlišit necelých 6 000 druhů ptáků z celého světa (Wood and Kahl, 2024). BirdNET dokáže pracovat i s pouze vybranými druhy ptáků. Například pro výzkum hlasů ve střední Evropě tak nezahrnuje ptačí druhy Severní Ameriky apod. To zvyšuje přesnost určení, protože software se tak nezabývá druhy, které se na lokalitě s jistotou nevyskytnou (Manzano-Rubio *et al.*, 2022).

BirdNET umožňuje uživatelům stáhnout si aplikaci BirdNET App do chytrého telefonu a pořizovat audio záznam přímo na něm (Wood *et al.*, 2022). Druhou variantou je potom BirdNET-Analyzer pro počítačové prostředí (Cole *et al.*, 2022). U BirdNET-Analyzer je k jednotlivým ptačím druhům přiřazeno skóre spolehlivosti (confidence score), které se pohybuje v rozmezí 0,1–1 (Pérez-Granados, 2023). Tato bezjednotková hodnota ale neoznačuje pravděpodobnost určení a nelze ji tedy zobecňovat pro jiné druhy nebo různá nastavením záznamníku (Wood and Kahl, 2024). Schopnost identifikovat druh je ovlivněna několika faktory, které se následně odráží na skóre spolehlivosti (Obrázek 5). Těmito faktory jsou například počasí, vzdálenost od záznamníku, počet a druhové složení zpívajících jedinců v blízkosti záznamníků nebo fakt, zda se jedná o zpěv či volání (Belfin, 2022).



Obrázek 5: Vliv různých faktorů na jistotu určení u softwaru BirdNET. Ve středu kruhu je umístěný záznamník. Zelená čísla označují ilustrační hodnotu jistoty určení. Převzato z Belfin, 2022, upraveno.

I když BirdNET přináší velké množství výhod, je nutné s ním pracovat individuálně pro každou studii. Například je vždy dobré určit hraniční hodnotu spolehlivosti, od které systém BirdNET hlasový záznam určuje správně (Pérez-Granados, 2023). Zvolené skóre spolehlivosti potom ovlivňuje nejen množství navržených druhů, ale také počet správně a špatně určených detekcí. (například Cole *et al.*, 2022; Wood *et al.*, 2022).

3 METODIKA

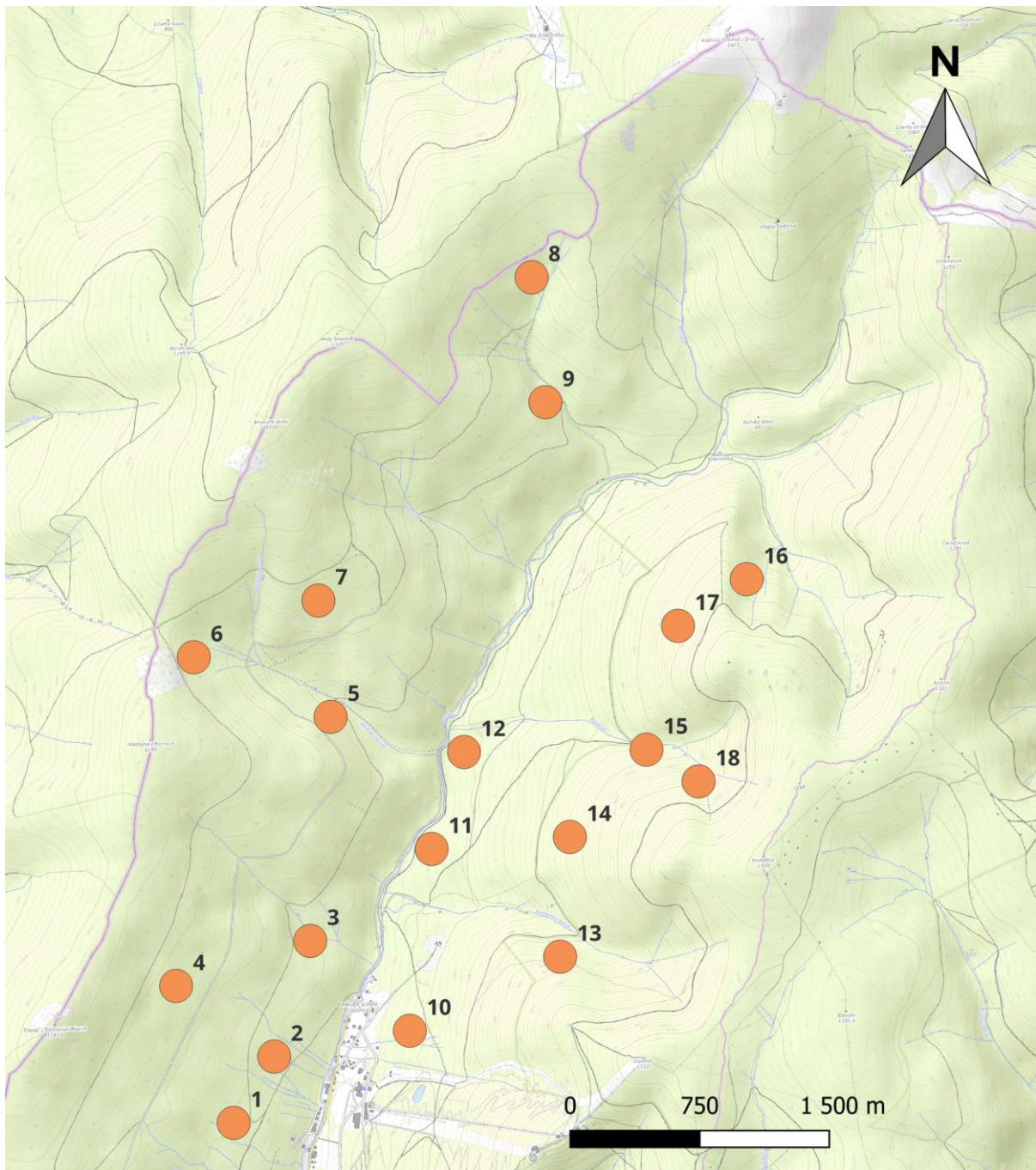
3.1 Charakteristika zkoumané oblasti

Králický Sněžník je třetí nejvyšší pohoří v České republice (Vítek *et al.*, 2020). Z nejvyššího vrcholu Králický Sněžník (1 423,7 m n. m.) vybíhá pět hlavních horských hřebenů. Na moravskou a českou stranu zasahuje severovýchodní, jižní a jihozápadní hřbet (Demek and Kopecký, 1999). Celé pohoří je také členěno množstvím dílčích hřbetů vybíhajících z hlavních hřbetů (Vítek *et al.*, 2020). Na Králickém Sněžníku se přirozeně vyskytuje řada lesních společenstev. V nižších polohách se jedná například o acidofilní a květnaté bučiny (Neuhäuslová, 1997). S rostoucí nadmořskou výškou přibývá javoru kleny (*Acer pseudoplatanus*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Bučiny a jedlobučiny se postupně mění v horské smrčiny, kde převládá smrk ztepilý (*Picea abies*). Ačkoliv byla druhová skladba lesů Králického Sněžníku v minulosti pozměněna, stále se tu nacházejí místa s původní přirozenou vegetací (Vítek *et al.*, 2020). Jedná se především o zachovalé porosty horských smrčín s pralesovitým charakterem, které jsou v mnoha aspektech srovnatelné s lesy v okolí Keprníku či Pradědu v Hrubém Jeseníku (Havira and Čada, 2022). Jednou z nejvýznamnějších lesní oblastí na Králickém Sněžníku je prales Ve strmém (Králický Sněžník brožura), kde jsem umístil záznamník číslo 8. Kvalitu zdejších lesů ukazuje i přítomnost datlíka tříprstého (*Picoides tridactylus*), reliktního druhu starých horských smrčín (Havira and Čada, 2022).

3.2 Terénní část

Pro sběr dat a terénní část výzkumu jsem si vybral pohoří Králického Sněžníku. Pro získání audio nahrávek ptačích zpěvů a hlasů jsem měl k dispozici 20 záznamníků AudioMoth vytvořených pro účely pasivního akustického monitoringu. Každý audio záznamník potřeboval tři AA baterie (v mém případě jednorázové alkalické baterie AA Energizer Industrial s 1,5 V) a MicroSD kartu (v mém případě SanDisk Micro SDXC Ultra 64 GB).

Králický Sněžník tvoří pomyslnou podkovu se dvěma hlavními hřebeny. Lokality s umístěnými záznamníky byly rozděleny rovnoměrně na obě strany pohoří. Snažil jsem se vytipovat taková místa, aby byly audio záznamníky v reliéfu krajiny co nejpestřeji rozmístěny a světelné podmínky tak byly rozmanité (Obrázek 6). Jednotlivé popisy lokalit z pohledu sklonu svahu, nadmořské výšky či vegetace jsou popsány v tabulce v Příloze 3. Poloha záznamníků vždy připadla do jedné ze tří kategorií nadmořské výšky. První kategorie byla v rozmezí 750–850 m n. m., druhá 900–1 000 m n. m. a třetí 1 050–1 150 m n. m. V těchto jednotlivých rozmezích byly umístěny na každé straně pohoří tři audio záznamníky. Na jednom svahu hřebenu jich tak bylo devět (v součtu tedy 18 na obou stranách) a dva zůstaly náhradní pro případ nějaké závady. U každé lokality se záznamníkem jsem se také snažil zachovat podobný typ porostu – jehličnatý či smíšený les s převahou smrku ztepilého (*Picea abies*) s menším výskytem buku lesního (*Fagus sylvatica*).



Obrázek 6: Mapa rozmístění záznamníků.

Samotné umístění záznamníků se řídilo podle předem vytipovaných poloh, někdy však bylo nutné polohu upravit tak, aby odpovídala stejnému typu porostu. Jednotlivé záznamníky jsem umístil do uzavíratelného igelitového sáčku, kde byl také silikagelový pytlíček pro absorpci vzdušné vlhkosti a lísteček s kontaktními údaji a stručným vysvětlením, k čemu celé zařízení slouží. Takto připravený sáček se záznamníkem se ještě přelepil černou lepicí páskou, kvůli maximální voděodolnosti a upevnil se drátem k menšímu stromku (nejčastěji buku lesnímu) mikrofonem nasměřovaným ven do prostoru (Obrázek 7). Záznamníky jsem umísťoval ve výšce 150–170 cm. Každá lokalita i záznamník měly svoje ID číslo, které bylo nutné si společně s příslušnou GPS polohou zapsat v terénu.

Záznamníky nahrávaly během jedné hnízdní sezóny od 25. února do 1. července roku 2022. Každý záznamník vydržel nahrávat 20 dní v kuse. Po této době jsem musel všechny lokality obejít a u jednotlivých audio záznamníků vyměnit staré baterie za nové. Zároveň jsem vyměnil MicroSD karty. K dispozici jsem jich měl deset náhradních, proto bylo na výměnu zapotřebí dvou dnů. Posledním krokem před opětovným umístěním na původní stanoviště, bylo překonfigurování časového intervalu nahrávání pro záznamník pomocí notebooku.



Obrázek 7: Umístění záznamníků. Fotografie „a“ ukazuje způsob umístění záznamníků na mladý buk. Na fotografii „b“ je umístěný záznamník na konci února a na fotografii „c“ je záznamník z konce května.

3.2.1 Konfigurace akustických záznamníků

Každý akustický záznamník bylo nutné před umístěním správně nakonfigurovat. K tomu sloužil program AudioMoth Configuration App. Nastavení bylo nutné při každé návštěvě záznamníku trochu pozměnit, aby sedělo s aktuálním časem východu a západu slunce. Pracoval jsem v časovém formátu UTC. Níže je podrobné nastavení záznamníků:

- a) Recording: vzorkovací frekvence (Sample rate) 48 kHz, Gain Med, Enable sleep/record cyclinc recording Ano, Sleep duration 5 s, Recording duration 3 600 s, Enable LED Ano, Enable low-voltage cut-off Ano, Enable battery level indication Ano
- b) Schedule: Nahrávání mělo dvě periody. První perioda měla začátek vždy dvě hodiny před východem slunce posledního dne dvacetidenního intervalu a končilo dvě hodiny po východu slunce prvního dne tohoto intervalu. Druhá perioda začínala dvě hodiny před západem slunce prvního dne dvacetidenního intervalu a končilo dvě hodiny po západu slunce tohoto intervalu. Toto opatření umožňovalo lepší výsledky v průběhu

prodlužující se doby slunečního svitu během dne. Díky této průběžné konfiguraci tak zůstával čas záznamů stejný z pohledu východu a západu slunce.

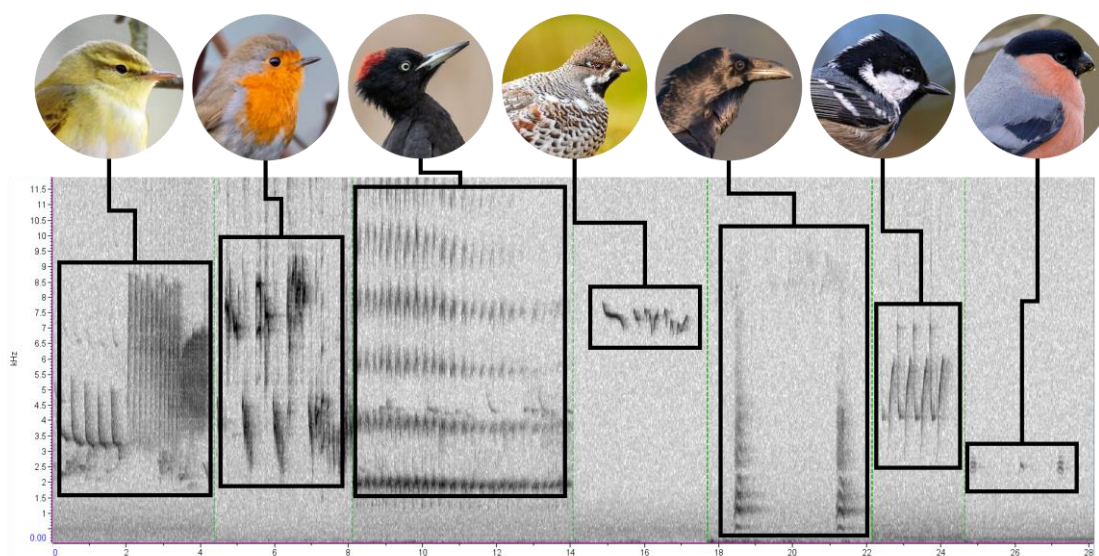
Následně jsem potom stáhl všechny audio záznamy z MicroSD karet do hard disku značky WD Elements. Velikost všech akustických záznamů byla 5,3 TB.

Celkem audio záznamníky za celou sezónu nahrály 16 485 hodin. Některé dny se nepodařilo z technických důvodů nahrát. Kompletní seznam nenahraných dnů lze nalézt v Příloze 4.

U šesti vybraných záznamníků, třech na každé straně pohoří, byly umístěny ještě datalogery (HOBO Pendant Temperature/Light 64K Data Logger) zaznamenávající intenzitu světla a teploty. Tyto přístroje byly připevněny na vodorovnou větev blízkého stromu u audio záznamníku. Datalogery byly umístěny společně se záznamníky a společně s nimi byly také odneseny na konci sezóny.

3.3 Analýza dat

K analýze nahrávek jsem použil program BirdNET-Analyzer (dále již jen obecně jako BirdNET). Vzhledem k velkému množství dat jsme se společně s mým konzultantem rozhodli, že se zaměříme na vyhodnocení dvou dnů v týdnu. Konkrétně to byly všechny středy a všechny neděle v nahrávací sezóně. Pro zobrazování nahrávek a práce s nimi jsem používal program Raven Lite 2.0 (Obrázek 8).



Obrázek 8: Vizualizace ptačích hlasů do podoby spektrogramu v programu Raven Lite 2.0. Jednotlivé nahrávky ze schématu jsou originální zvukové záznamy z této práce. Autoři obrázků jednotlivých ptačích druhů jsou zleva doprava: Stephen Bailey, Phil Lehman, Friedemann Arndt, Sujan Abu Jafar, Vasco Valadares, Zdeněk Valeš, Graham Ella.

Pro zlepšení detekce BirdNETem jsem vytvořil seznam ptačích druhů (Příloha 1), které by se v oblasti Králického Sněžníku mohly potenciálně vyskytovat. Program tak pracoval s tím, že do analýzy má zahrnout jen tyto vybrané druhy. Detekce vypsal BirdNET do tabulky, kde

mimo jiné uvedl vždy ID číslo záznamníku, přesný čas detekce, druh ptáka a skóre jistoty určení detekce. Celkově bylo tímto způsobem zanalyzováno 4 477 hodin.

Analýzu výstupů z BirdNETu jsem prováděl v programu RStudio (verze RStudio–2023.12.1+402) a v programu Excel (v rámci Microsoft Office 2016 Professional Plus). Mapy jsem vytvářel v programu QGIS Desktop 3.34.2 a v programu PowerPoint (v rámci Microsoft Office 2016 Professional Plus).

3.3.1 Analýza dat pro vyhodnocení spolehlivosti systému BirdNET

Pro potřeby srovnání a vyhodnocení kvality dat určených systémem BirdNET jsme společně s mým konzultantem vyfiltrovali hodnoty jistoty určení (confidence score) na 0,4 a na 0,8. Abychom mohli porovnat určení hlasů BirdNETem, bylo nutné vytvořit i dataset, ve kterém byly všechny ptačí zpěvy a hlasy určeny ručně. Pro tento dataset bylo vyexportováno ze všech nahrávek maximálně 270 náhodných detekcí (tedy v rozmezí 0–1 jistoty určení detekcí) pro každý druh. Maximálně proto, že u některých druhů (především těch vzácnějších) nebyl tak vysoký počet detekcí k dispozici. Kontrolu nahrávek prováděl z důvodu přesnosti identifikace ptačího druhu můj konzultant. Na základě této kontroly jsme pro každý druh stanovili hranici jistoty, od které systém BirdNET určil detekci správně. Podle těchto hranic se potom vyfiltrovala data s minimální hraniční hodnotou dané jistoty určení. Zároveň byly odfiltrovány záznamy druhů, které na lokalitě nebyly potvrzeny (viz kapitola 1.2.2. Analýza dat pro monitoring druhů v dané oblasti). Například se stalo, že BirdNET určil přítomnost výra velkého (*Bubo bubo*) na lokalitě s vysokou přesností (např. 0,9). Ukázalo se však, že se nejedná o výra velkého, ale o hluk sněžné rolby či lanovky. Podobný případ byl u puštíka bělavého (*Strix uralensis*), které si BirdNET pletl se štěkotem psa či zvukem srnce obecného (*Capreolus capreolus*). S tímto datasetem, který dostal název „ověřená data“, jsem potom pracoval i ve zbylých částech práce.

Dále jsme se zaměřili na to, jestli jsou i nějaké detekce druhu, které program BirdNET nevyhodnotil a popřípadě, kolik takových detekcí je a jak by se s nimi dalo pracovat, aby se nepřicházelo o cenná data. Pro druh pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) jsme si zobrazili prvních 15 minut nahrávky z konce března a z konce dubna. Zde jsme porovnali detekce určené manuálně a detekce určené BirdNETem. Ukázalo se, že výsledek je rozdílný v závislosti na měsíci a liší se také identifikační schopnost pro zpěv a volání. V březnu BirdNET detekoval 14 detekcí, z toho bylo 11 zpěvů a 1 volání. Manuálně se povedlo najít 134 detekcí zpěvu (nezahrnuje volání). V dubnu BirdNET zaznamenal 75 detekcí, z toho 69 volání a 6 zpěvů. Manuálně se povedlo detekovat 11 detekcí zpěvů. Vzhledem k tomu, že BirdNET nedokázal detekovat všechny zpěvy, rozhodli jsme se v práci s celkovým počtem zpěvů nepracovat.

3.3.2 Analýza dat pro monitoring druhů v dané oblasti

Pro určení počtu druhů v celé oblasti jsme si pro každou lokalitu vybrali 10 nejlepších detekcí (s nejvyšší hodnotou jistoty určení od BirdNETu) pro jednotlivé druhy. Tyto nahrávky byly potom opět manuálně zkontrolovány a pokud se daný druh ptáka na lokalitě vyskytl, zapsal se

jako potvrzený. Jestliže na lokalitě potvrzen nebyl, vyřadil se z celkového seznamu druhů pro jednotlivé lokality. Při této kontrole jsem ověřil dvě třetiny ptačích druhů, které dokážu identifikovat. Zbývající třetinu dokončil můj konzultant a zároveň zkontroloval mnou určené druhy, aby nedošlo k žádné chybě. Každý druh byl také zařazen do kategorie podle četnosti nebo životní strategie. Tyto kategorie jsou jen přibližné a v některých případech se mohou prolínat. „Generalista“ je hojný druh ve většině typů prostředí. Označení „biotop“ se vztahuje na biotopového specialistu, který je vázán na určité prostředí (například bukový les). Do kategorie „vzácný“ patří druh s nízkou početností nebo malým rozsahem areálu. „Nomád“ je druh, který často putuje krajinou a přelétá z místa na místo. Pojmenování „nehnízdí“ označuje druh, který v celé oblasti pravděpodobně nehnízdil.

3.3.3 Analýza dat pro určení vlivu světla a nadmořské výšky

Pro analýzu světla na všech lokalitách a její kvantifikaci jsem použil program Google Earth Pro a její funkci vizualizace slunečního světla v reliéfu krajiny Králického Sněžníku. Zde jsem poté určil pro datum 21. 3. rozložení světla během tohoto dne na všech lokalitách. Šlo o kategorie tma, stín a světlo. Stejný postup jsem zopakoval u data 21. 4. a pro 21. 6.

Když jsem ovšem porovnal tyto konkrétní dny s údaji z dataloggerů, nepanovala zde přílišná shoda. Proto jsme se společně s mým konzultantem dohodli, že pro určení vlivu světla na délku ptačí aktivity ptáků použijeme jen skutečná data z lokalit, kde byly umístěné datalogery.

Bylo také potřeba zjistit, jaký přesný typ biotopu se nacházel na jednotlivých lokalitách s audio záznamníky. Tento údaj měl sloužit k vyvrácení vlivu různorodosti biotopů na délku ptačí hlasové aktivity. Pro zjišťování těchto informací jsem použil Geoportál ÚHÚL.

3.3.4 Výběr cílových druhů

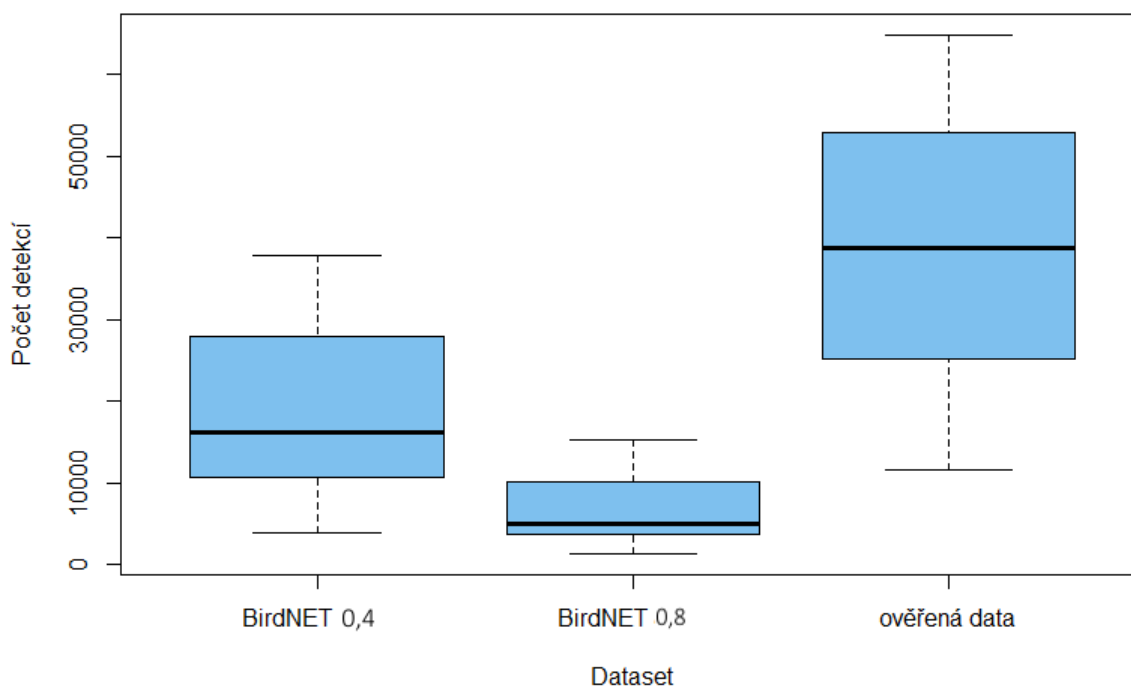
Pro porovnání začátku a konce hlasové aktivity jsem vybral šest druhů, které se vyskytovaly na nejvíce lokalitách a měly největší počet detekcí. Vybral jsem celkem šest druhů. Byli to: červenka obecná (*Erithacus rubecula*), drozd brávník (*Turdus viscivorus*), králíček obecný (*Regulus regulus*), pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) a sýkora uhelníček (*Periparus ater*).

4 VÝSLEDKY

4.1 Vyhodnocení systému BirdNET

Při analýze dat BirdNET zaznamenal celkem 1 558 001 detekcí hlasů různých druhů ptáků. Při minimální jistotě (z anglického confidence score) 0,4 (dál uvedeno už jen jako jistoty 0,4) bylo detekcí celkem 366 259. U minimální jistoty 0,8 (dál uvedeno již jen jako jistoty 0,8) to bylo celkem 121 958 detekcí. Dataset ověřená data činil celkem 721 772 detekcí.

Srovnání datasetů z pohledu počtu detekcí mezi lokalitami (Obrázek 9) ukazuje, že při vyhodnocení programem BirdNET u jistoty 0,4 byl průměrný počet detekcí za celou sezónu 19 179 (SD = 9 493,44; v rozmezí 3 987–37 784; n = 18). U BirdNET jistoty 0,8 byl průměrný počet detekcí na lokalitě 6 754 (SD = 4 285,18; v rozmezí 1 394–15 317; n = 18). V datasetu ověřená data byl počet detekcí na lokalitě průměrně 39 546 (SD = 16 341,4; v rozmezí 11 649–64 804; n = 18)

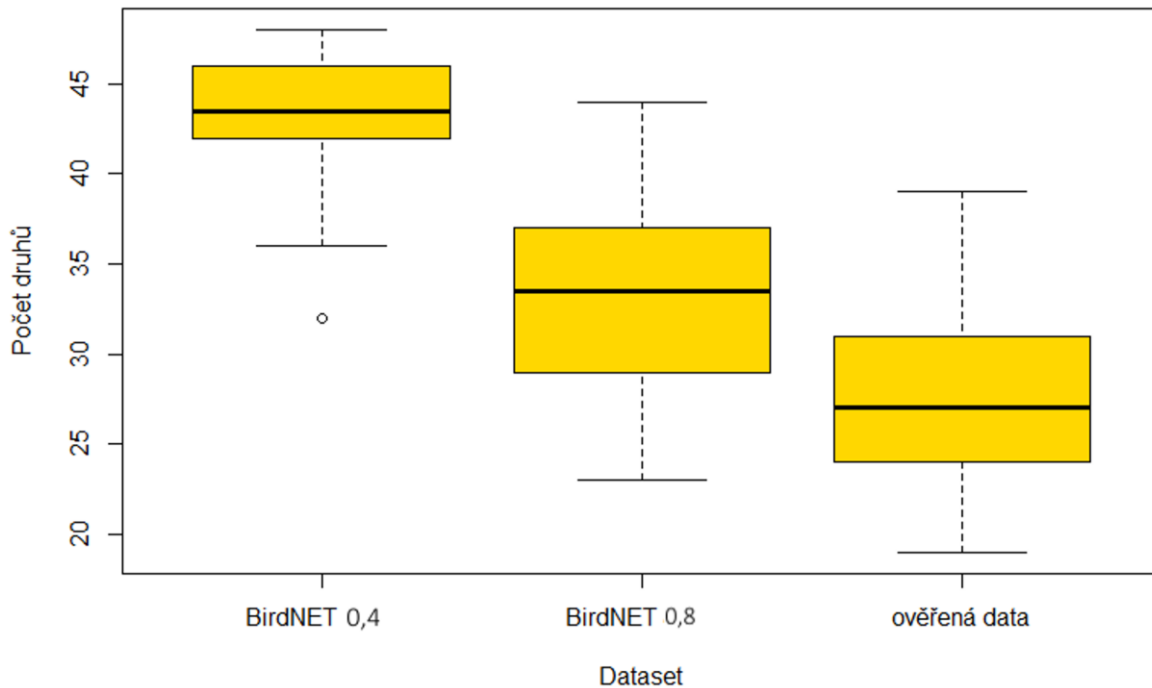


Obrázek 9: Srovnání počtu detekcí určených systémem BirdNET a datasetu ověřená data. Každý dataset zahrnuje údaje o počtu detekcí z jednotlivých 18 lokalit.

BirdNET detekoval celkem 91 druhů ptáků. Při jistotě 0,4 se celkový počet zmenšil na 89 druhů. U jistoty určení 0,8 určil BirdNET celkem 73 druhů. U datasetu po ruční kontrole se stanovil konečný počet 53 potvrzených druhů (tabulka v Příloze 2)

U srovnání datasetů a jejich počtu druhů na lokalitě (Obrázek 10) je u BirdNET jistoty určení 0,4 průměrný počet 43 druhů (SD = 3,96; v rozmezí 32–48; n = 18). Pro jistotu určení 0,8 byl

průměrný počet druhů na lokalitě 33 (SD = 5,73; v rozmezí 23–44; n = 18). Pro dataset ověřená data byl průměrný počet druhů na lokalitě 28 (SD = 4,90; v rozmezí 19–39; n = 18)

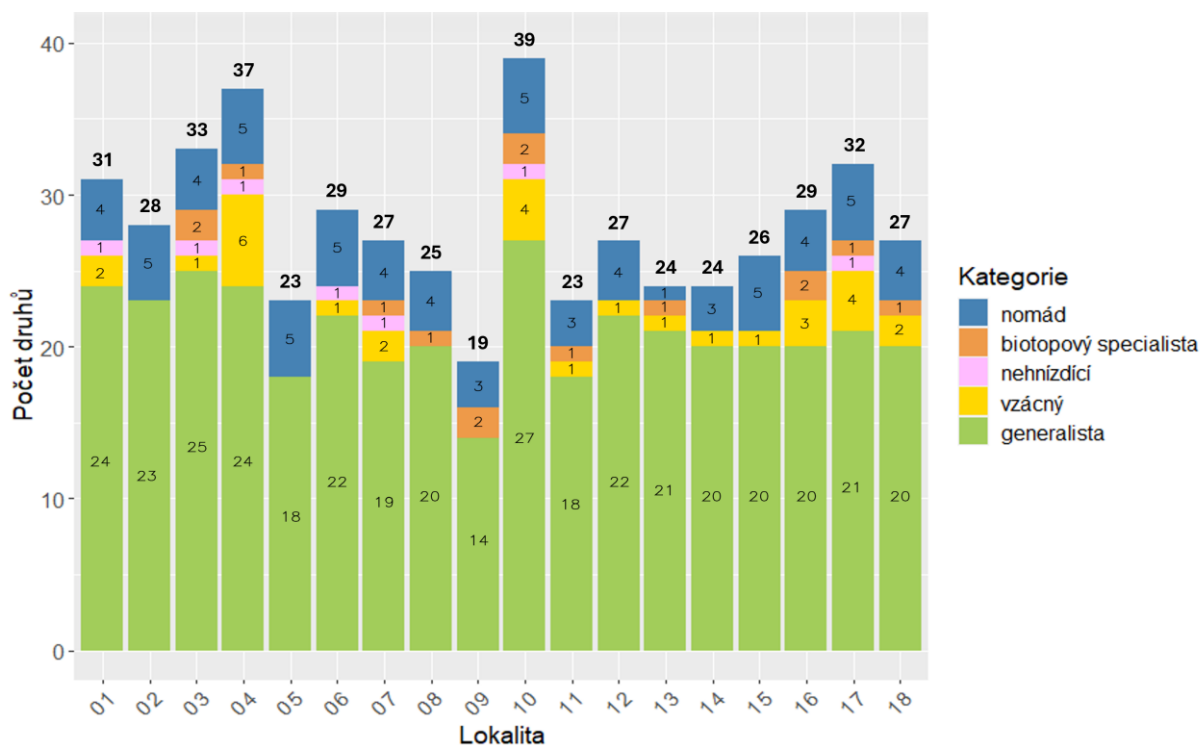


Obrázek 10: Srovnání počtu druhů určených systémem BirdNET a datasetu ověřená data. Každý dataset zahrnuje údaje o počtu detekcí z jednotlivých 18 lokalit.

4.2 Počet druhů a druhové zastoupení na lokalitách

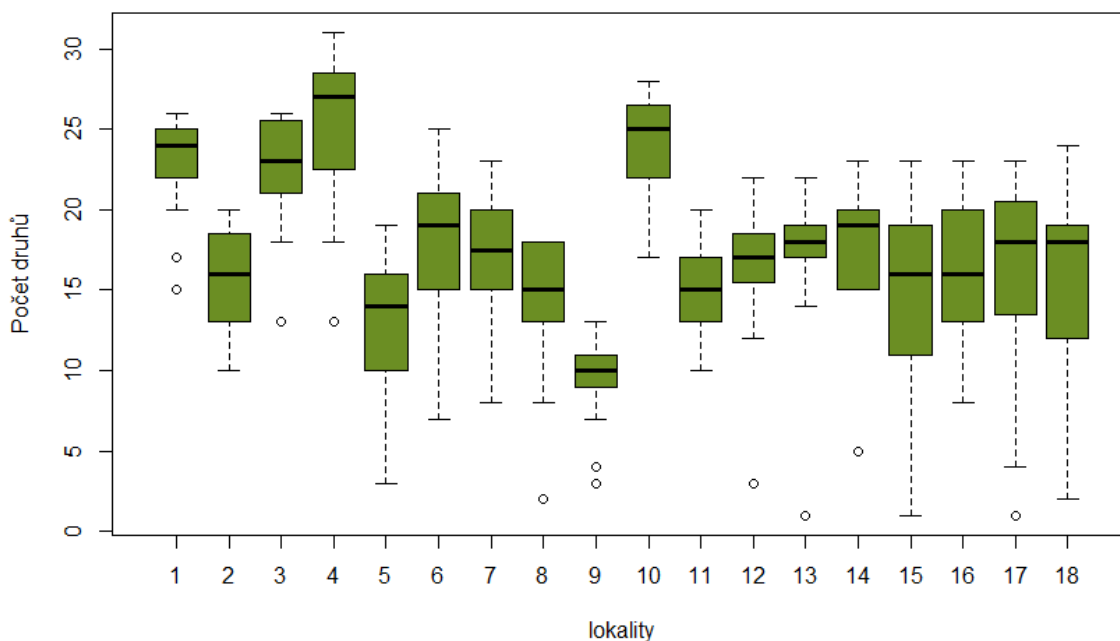
Kromě celkového počtu 53 druhů v součtu na všech lokalitách jsem zjistil i zastoupení ptačích druhů na jednotlivých lokalitách (Obrázek 11). Zároveň jednotlivé druhy byly rozděleny do přibližné kategorie podle životní strategie nebo výskytu.

Nejvyšší celkový počet druhů zaznamenal záznamník na lokalitě 10, kde se za celou dobu sezóny objevilo 39 druhů. Zde tvořily podstatnou část (konkrétně 12) druhy, které se neřadí mezi generalisty. Naopak nejmenší počet druhů se v průběhu sezóny vyskytoval na lokalitě 9, kde šlo o 19 druhů. Průměrný počet druhů na lokalitě činil 28 (SD = 4,90; v rozmezí 19–39, n = 18). Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitách je shrnuto v tabulce v Příloze 2.



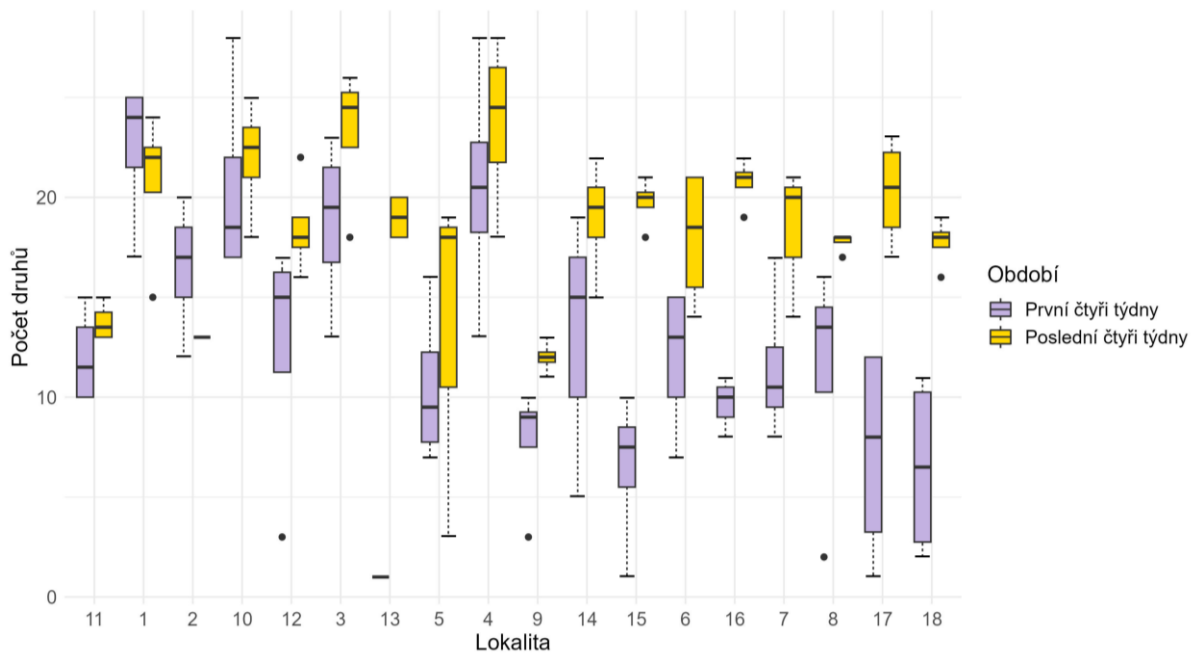
Obrázek 11: Počet druhů a jejich kategorie na jednotlivých lokalitách. V každé barevné části sloupce je uveden počet druhů dané kategorie, který se na konkrétní lokalitě vyskytl. Nad příslušným sloupcem je potom uveden celkový počet druhů na lokalitě.

Průměrný týdenní počet na lokalitě činil 17 druhů ($SD = 5,88$; v rozmezí 18–31, $n = 316$). Nejnižší průměrný počet druhů (i podle mediánu) byl na lokalitě číslo 9 (průměr = 9,58; $SD = 2,64$; v rozmezí 3–13, $n = 19$). Nejmenší počet druhů tu byl zaznamenán první týden. Nejvyšší průměrný počet druhů (i podle mediánu) byl na lokalitě číslo 4 (průměr = 25,37; $SD = 4,66$; v rozmezí 13–31, $n = 19$). Nejvyšší počet druhů se ukázal pátý týden (Obrázek 12).



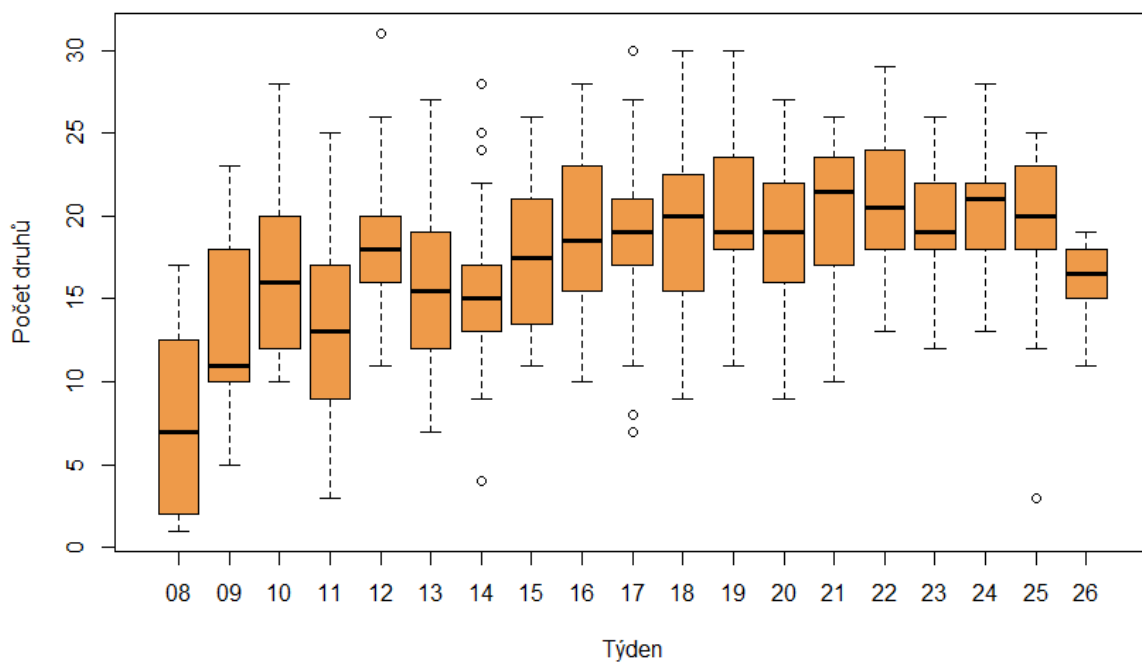
Obrázek 12: Počet druhů na jednotlivých lokalitách v průběhu sezóny (19 týdnů).

Srovnání počtu druhů na lokalitách mezi prvními a posledními čtyřmi týdny (Obrázek 13) ukázalo prokazatelné rozdíly u asi poloviny lokalit.



Obrázek 13: Počet druhů na lokalitách v prvních a posledních čtyřech týdnech sezóny. Lokality jsou řazeny vzestupně podle nadmořské výšky.

Další srovnání jsem provedl mezi jednotlivými týdny (Obrázek 14). Průměrný počet druhů na lokalitě během jednoho týdne v průběhu celé sezóny byl 17 (SD = 5,88; v rozsahu 1–31; n = 316)

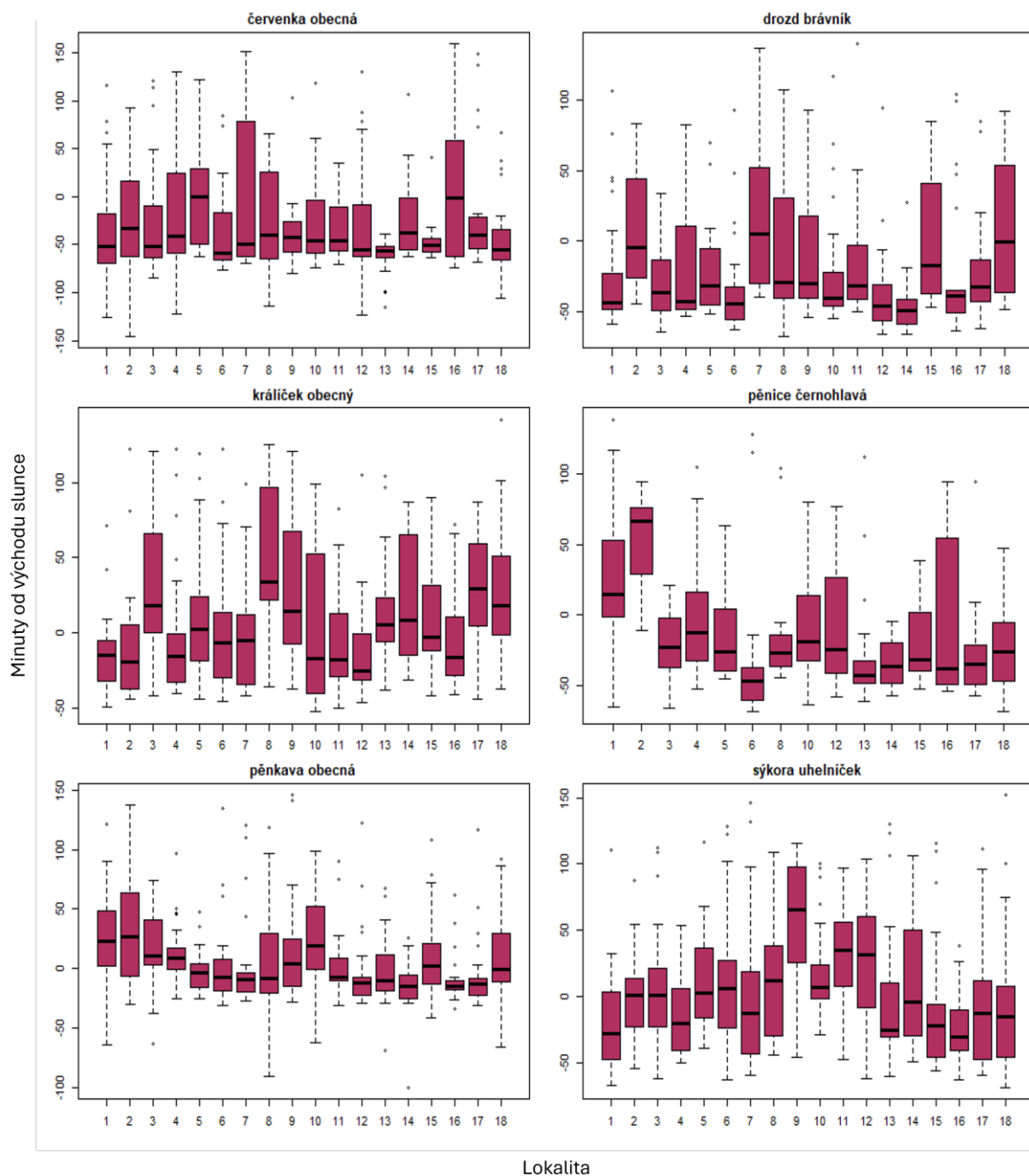


Obrázek 14: Přítomnost ptačích druhů na lokalitách v čase postupující sezóny. Jednotlivé hodnoty ke každému týdnu jsou tvořeny počty všech zaznamenaných druhů na jednotlivých lokalitách.

4.3 Vliv přirozeného rozdílu světla na ptačí hlasovou aktivitu

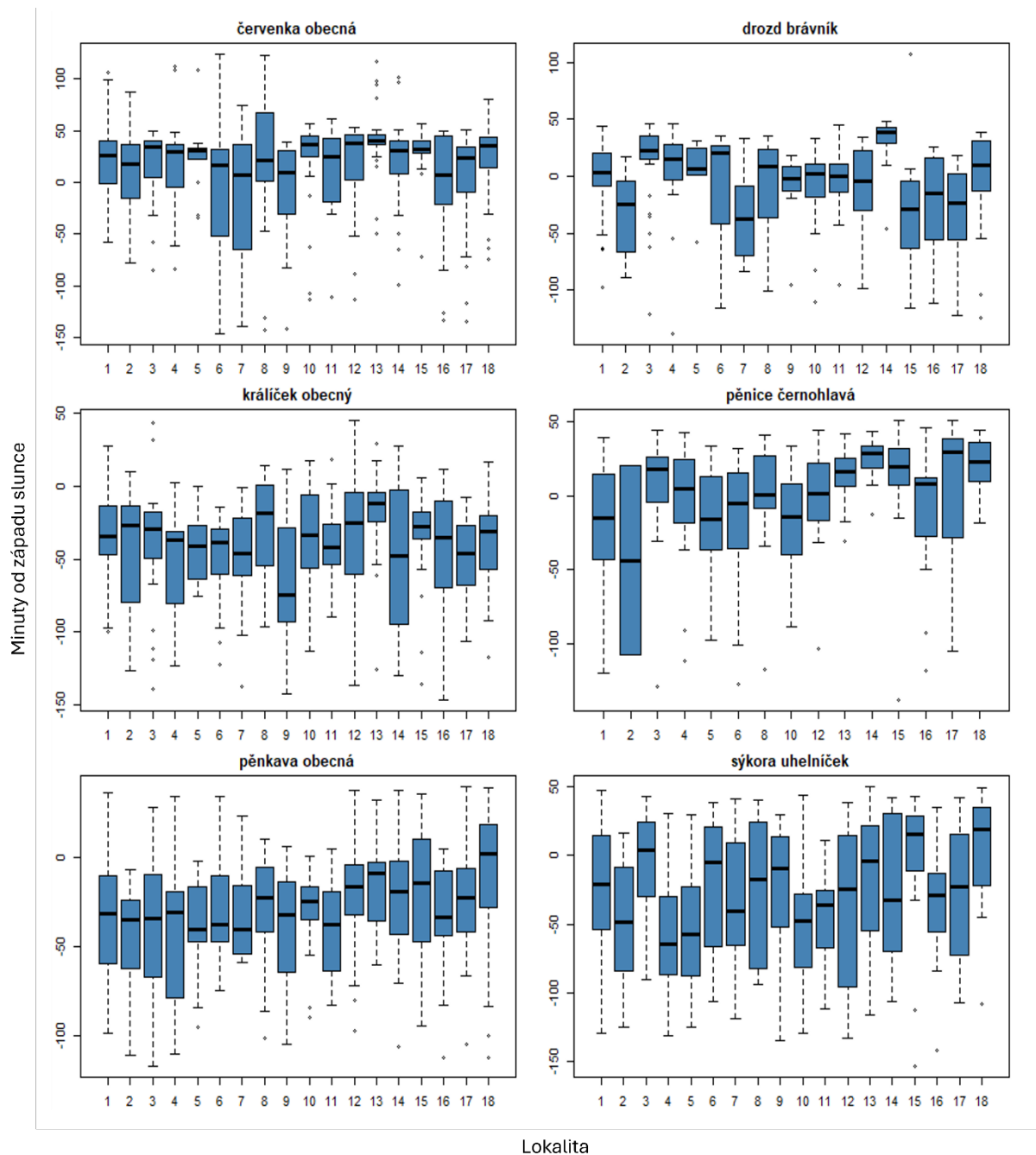
Srovnání první (Obrázek 15) a poslední (Obrázek 16) detekce hlasu ukazují rozdílný čas od východu nebo západu slunce mezi druhy.

U červanky obecné byl průměrný čas prvního hlasového projevu v celé sezóně 28 minut před východem slunce (SD = 53,41; v rozmezí -145,43–158,78, n = 450). Pro drozda brávníka byl průměrný čas první hlasové aktivity 18 minut před východem slunce (SD = 43,40; v rozmezí -7,32–139,48; n = 356). Králíček obecný se průměrně každé ráno poprvé ozýval 8 minut po východu slunce (SD = 42,87; v rozmezí -52,67–142,03; n = 436). Pěnice černohlavá měla průměrný první ranní zpěv 13 minut před východem slunce (SD = 43,57; v rozmezí = -68,62–138,87; n = 251). U pěnice černohlavé však chybí záznamy ze záznamníků (lokalit) číslo 7, 9 a 11, protože se zde vůbec nevyskytla. U pěnkavy obecné byl průměrný první ranní hlasový záznam 7 minut po východu slunce (SD = 36,01; v rozmezí -99,93–146,15; n = 474). Sýkora uhelníček průměrně se svou hlasovou aktivitou začínala 1 minutu po východu slunce (SD = 44,80; v rozmezí -68,37–152,02; n = 494).



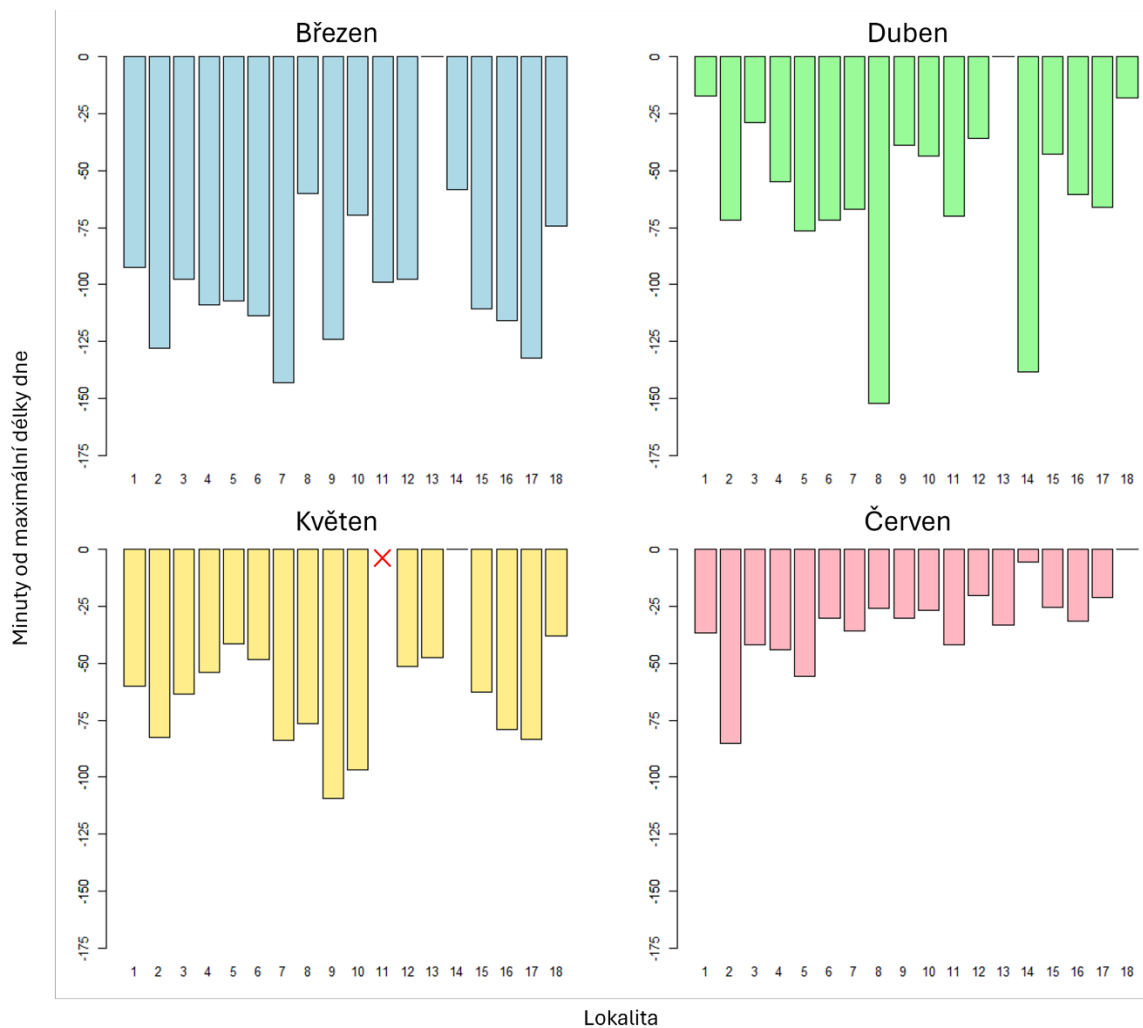
Obrázek 15: První zpěvy vybraných druhů ptáků na lokalitách v průběhu sezóny.

Červenka obecná se svou hlasovou aktivitou končila průměrně 14 minut po západu slunce (SD = 47,30; v rozmezí -146,40–123,83; n = 430). Pro drozda brávníka byl průměrný čas poslední hlasové aktivity 7 minut před západem slunce (SD = 41,55; v rozmezí -137,77–106,83; n = 293). Králíček obecný se svou hlasovou aktivitou průměrně končil 40 minut před západem slunce (SD = 36,10; v rozmezí -146,37–44,83; n = 391). U pěnice černohlavé byl poslední hlasový záznam průměrně zaznamenán 1 minutu před západem slunce (SD = 39,66; v rozmezí = -138,12–50,67; n = 230). Poslední zpěv pěnkavy obecné byl zaznamenán průměrně 29 minut před západem slunce (SD = 33,10; v rozmezí -117,37–39,97; n = 390). Pro sýkoru uhelníčka byla poslední průměrná hlasová aktivita zaznamenána 28 minut před západem slunce (SD = 47,66; v rozmezí -153,20–49,95; n = 434).



Obrázek 16: Poslední zpěvy vybraných druhů ptáků na lokalitách v průběhu sezóny.

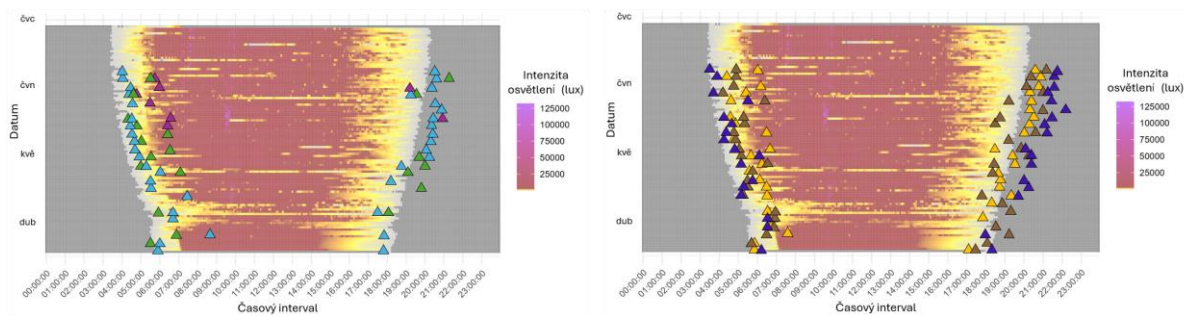
U porovnání délky „ptačího“ dne se pracuje s vybranými 6 druhy. Tento „ptačí“ den je ohraničen mediánem první a poslední hlasové aktivity během dne (Obrázek 17). Je vidět, že tato délka závisí na lokalitě a měsíci. V březnu byla průměrná délka dne 681 minut (SD = 33,05; v rozmezí 634–777; n = 18). Pro duben se průměrná délka dne prodloužila na 819 minut (SD = 37,35; v rozmezí 725,5–877,5; n = 18). V měsíci květnu trval průměrný den 949 minut (SD = 25,12; v rozmezí 903–1012,5; n = 17). V posledním měsíci sezóny, červnu, se průměrná délka „ptačího“ dne prodloužila na 1015 minut (SD = 18,01; v rozmezí 963–1048; n = 18).



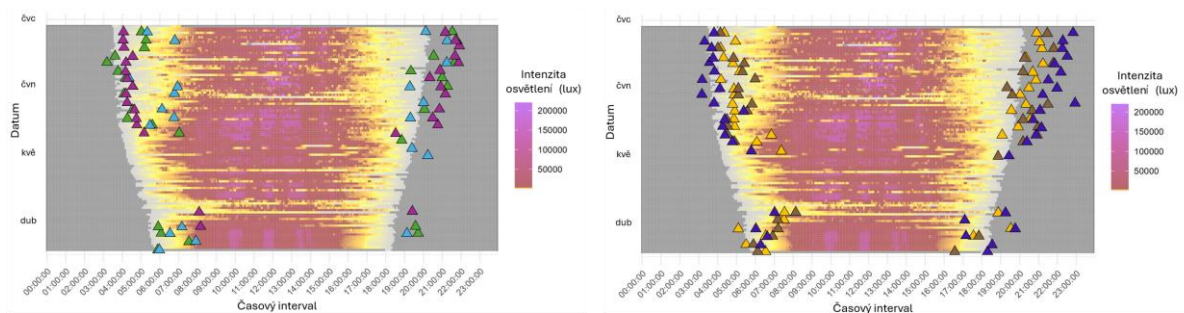
Obrázek 17: Srovnání délky ptačího dne na jednotlivých lokalitách. Jednotlivé sloupce ukazují, o kolik minut byl na lokalitě kratší den z pohledu ptačí aktivity než na lokalitě s nejdelším dnem. Délka dne je určena dobou mezi mediánem prvních a posledních záznamů ptačí hlasové aktivity za daný měsíc na konkrétní lokalitě. Červený křížek v květnu na lokalitě 11 znamená, že zde chybí data.

Při následném prolnutí začátku a konce hlasové aktivity do skutečných světelných podmínek se pracuje opět s vybranými šesti druhy ptáků (Obrázek 18). Na lokalitě 2 byl průměrný začátek ptačí hlasové aktivity v 5:42:41 (SD = 1:04:17; v rozmezí 3:33:00–8:44:29; n = 124) a průměrný konec v 19:08:14 (SD = 1:27:43; v rozmezí 16:10:09–22:10:00; n = 96). Na lokalitě 8 byl průměrný začátek hlasové aktivity ptáků v 5:23:16 (SD = 1:16:31; v rozmezí 2:52:48–8:13:24; n = 124) a konec byl průměrně ve 20:16:32 (SD = 1:24:28; v rozmezí 16:20:42–22:49:11; n = 98). U lokality 16 byl začátek ptačí hlasové aktivity průměrně v 5:16:33 (SD = 1:03:48; v rozmezí 3:31:03–8:51:38; n = 146) a průměrný konec byl v 19:49:20 (SD = 1:25:10; v rozmezí 15:39:24–21:57:01; n = 123)

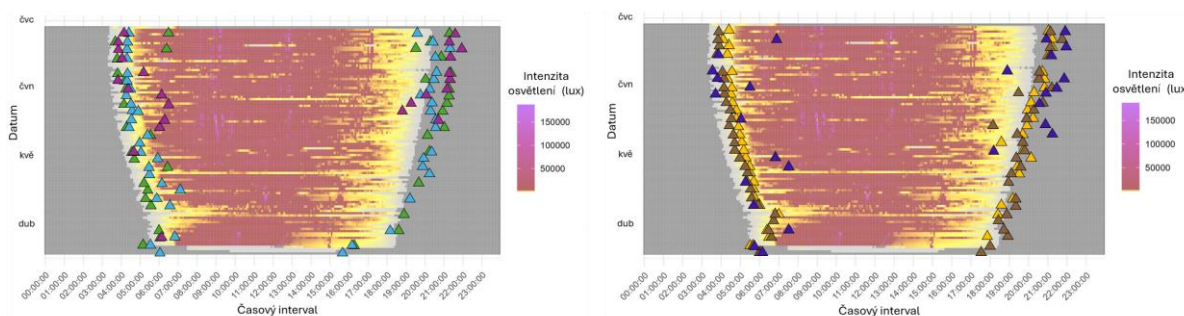
Záznamník 2



Záznamník 8



Záznamník 16



▲ drozd brávník
 ▲ králíček obecný
 ▲ pěníce černohlavá
 ▲ pěnkava obecná
 ▲ sýkora uhlíček
 ▲ červenka obecná

Obrázek 18: Začátek a konec hlasové aktivity vybraných druhů u lokalit s naměřenými hodnotami intenzity osvětlení. Každá lokalita je pro lepší přehlednost rozdělena do dvou obrázků po třech druzích.

5 DISKUZE

5.1 Práce se systémem BirdNET

V této práci jsem použil software BirdNET, který umí identifikovat ptačí druhy podle jejich hlasu. Vzhledem k tomu, že tato technologie je relativně nová, nebyla ještě využita v mnoha studiích (Pérez-Granados, 2023). Proto bylo jedním z cílů této práce zhodnotit používání systému BirdNET při vyhodnocování zvukových nahrávek. Zaměřili jsme se na dva hlavní parametry. Prvním byl počet detekcí a druhým počet druhů.

U srovnání počtu detekcí mezi různými datasety (Obrázek 9) se ukázalo, že čím větší je hodnota minimální jistoty určení, tím klesá počet detekcí. S tímto problémem se setkali také autoři prací využívajících BirdNET a došli k závěru, že je potřeba provést specifické hodnocení pro každou studii a každý druh a zvolit vhodná skóre jistoty určení (Cole *et al.*, 2022; Wood *et al.*, 2022).

Z tohoto důvodu jsme pro tuto práci vytvořili také soubor dat s názvem „ověřená data“, který vznikl tím, že se pro každý jednotlivý druh určila hranice, od které ji BirdNET identifikoval správně. Toto řešení se ukázalo jako vhodně zvolené, protože se nepřicházelo o cenná data použitím příliš vysokého filtru a zároveň se eliminoval počet chybně určených detekcí.

Problém ovšem pořád nastával s hlasy, které BirdNET nedokázal identifikovat nebo je neurčil správně. Z našeho pokusu s určením těchto hlasů u pěnkavy obecné vyplývá, že počet takovýchto detekcí je rozdílný nejen v závislosti na druhu, ale i na sezóně. Proto je nutné přistupovat k těmto chybějícím datům individuálně pro každou studii, druh a část sezóny.

Rozdílný dataset hraje roli i v počtu navržených druhů (Obrázek 10). Z výsledků této práce vyplývá, že čím vyšší je hodnota minimální jistoty určení, tím klesá počet navržených druhů. Avšak i s minimální jistotou 80 % počet druhů často pořád neodpovídá skutečnému počtu. Zde je nutné provést ruční kontrolu a ověřit, jestli se příslušný druh v oblasti či na lokalitě skutečně vyskytoval.

BirdNET také často nedokázal rozlišit imitující druh, protože ho zaměňoval za druh imitovaný. Zaznamenal jsem například imitace od červenky obecné, která napodobovala pěnici černohlavou a strízlíka obecného. Drozd zpěvný zase imitoval káni lesní, hýla obecného, sýkoru koňadru, žlunu šedou, a dokonce i drozda cvrčalu. Kos černý zase napodoboval rehka zahradního.

Povedlo se mi prokázat, že software BirdNET dokáže efektivně prohledávat obrovské množství dat ze zvukových záznamů. Na druhou stranu tyto výstupy nelze používat bez dalšího ověření. Obzvláště důležité je správně pracovat s hodnotami jistoty určení. Nijak neověřená data nebo nevhodně stanovené hranice jistoty určení by mohly vést ke špatným odhadům ptačí diverzity ve studovaných územích.

5.2 Práce s pasivním akustickým monitoringem

Metoda pasivního akustického monitoringu mi umožnila získat velké množství dat, avšak ani samotné nahrávání se neobešlo bez dílčích komplikací. Během sběru dat prostřednictvím záznamníků AudioMoth došlo u některých zařízení k problémům s nahráváním. Při manipulaci a konfiguraci jednotlivých záznamníků bylo dbáno zvýšené opatrnosti, pozornosti a přesnosti při jednotlivých krocích jejich obsluhy. Chyba z tohoto pohledu je tedy téměř vyloučena. Ve snaze zjistit, jestli jde o závadu konkrétního záznamníku nebo záznamníků jsme sledovali, kdy jednotlivé záznamníky nahrávaly a kdy nikoli. Ukázalo se, že jeden záznamník například začal nahrávat hned po kontrole, ale v průběhu dvacetidenního intervalu přestal znenadání nahrávat. Po příští kontrole nahrával ale celou dobu. Jindy zase začal nahrávat bezprostředně po kontrole, potom se na několik dní nahrávání zastavilo a ke konci dvacetidenního intervalu už zase nahrávání probíhalo. Tento problém se navíc neobjevil jen u jednoho ale u více záznamníků. Proto jsme usoudili, že ani v nahrávacích zařízeních problém nebude. Až do konce sezóny se nám nepodařilo zjistit, kde nastala chyba. Možným vysvětlením by mohl být vliv nízkých teplot na tužkové baterie, protože je známo, že se v bateriích a akumulátorech vlivem nízkých teplot zpomalují elektrochemické reakce. Zároveň roste vnitřní odpor a tím klesá využitelná kapacita (Knotek, 2019). Právě v důsledku nenahrávajících záznamníků jsou v kompletním datasetu i prázdná místa. Kompletní tabulku, kdy záznamníky nahrávaly a kdy ne, lze nalézt v Příloze 4.

5.3 Zastoupení ptačích druhů na lokalitách

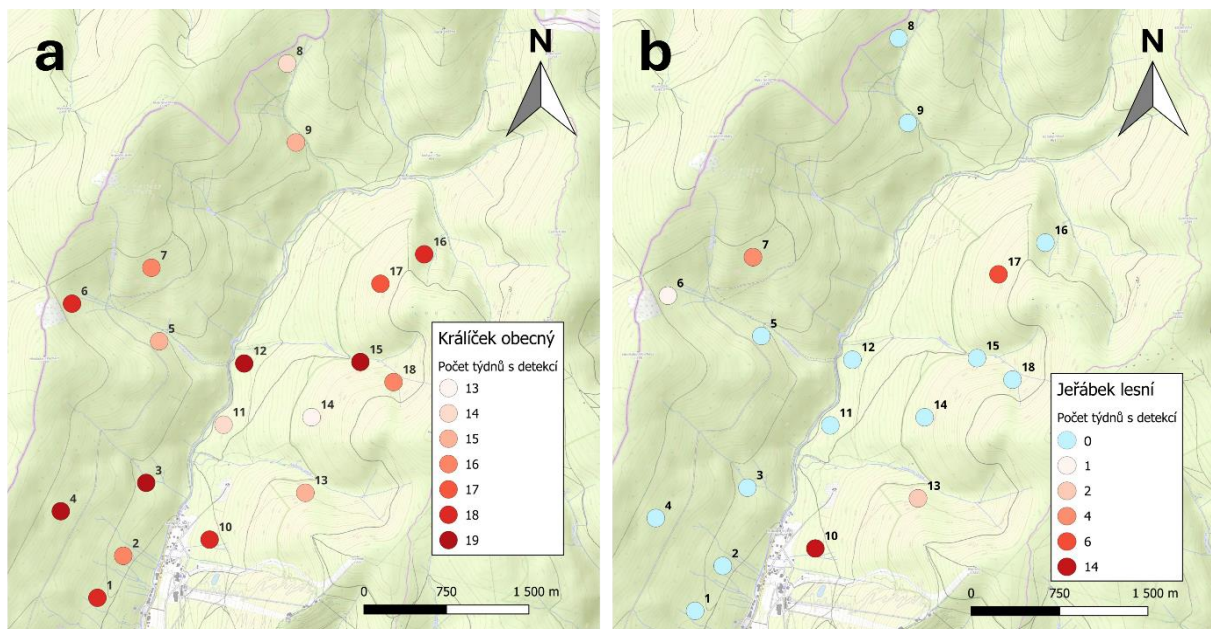
Celkově se podařilo v pohoří Králického Sněžníku zaznamenat 53 druhů. Kompletní seznam druhů na lokalitách viz Příloha 2. Chybí zde ale některé druhy, které se v oblasti ze zkušeností vyskytují. Jedná se například o krahujce obecného (*Accipiter nisus*), jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) nebo zvonka zeleného (*Chloris chloris*). V případě krahujce obecného se to dá vysvětlit tím, že se většinou ozývá jen v hnízdním období a u hnízda bývá i tak velice tichý. Velice podobně se chová i jestřáb lesní (Lars Svensson, 2020). U zvonka zeleného se dá předpokládat, že se stáhl do okolí lidských sídel, kde se mu nabízí lepší podmínky například příkrmováním (Robb *et al.*, 2008). V lese se tolik nezdržoval, a proto jej záznamník nemohl nahrát.

Podařilo se mi zaznamenat i některé zákonem chráněné druhy. Jednalo se například o tyto silně ohrožené druhy: datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), holub doupňák (*Columba oenas*), jeřábek lesní (*Tetrastes bonasia*), kos horský (*Turdus torquatus*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*) nebo sýc rousný (*Aegolius funereus*). V jednom případě se dokonce ozval i kriticky ohrožený sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*). Tento druh je mimo hnízdiště většinou tichý (Lars Svensson, 2020). V pohoří Králického Sněžníku pak byla 12. 9. 2023 pozorována trojice sokolů stěhovavých (pozorování lze dohledat ve Faunistické databázi ČSO – Avif). Je zde tedy šance, že někde v zájmové oblasti začali hnízdit.

Z našich dat bylo také možné vytvořit mapy, ze kterých bylo patrné rozložení druhů ve zkoumané oblasti. Zde jsou jako příklady uvedeni dva zástupci. Jako zástupce běžného druhu byl vybrán králíček obecný (Obrázek 19a.) a jako vzácný druh jeřábek lesní (Obrázek 19b.). Podle těchto map by se dalo také odhadnout množství a rozložení teritorií (především

u vzácných druhů). Například u jeřábka lesního odhaduji, že ve zkoumané oblasti se nachází minimálně tři teritoriálně volající samci kolem lokalit 7, 10 a 17. Záznamníky byly daleko od sebe a jeřábek se tam vyskytoval nejčastěji. Zvláštní je také nejvyšší přítomnost jeřábka lesního na lokalitě 10, která byla nejbliž turistickému středisku, protože je známo, že jeřábci jsou na rušení poměrně citlivým druhem (Lars Svensson, 2020).

Je patrné, že rozdíly v počtech druhů mezi lokalitami nebyly malé (Obrázek 11). Mezi lokalitou číslo 9, kde bylo druhů nejméně a lokalitou číslo 10, kde bylo druhů nejvíce, byl rozdíl 20 druhů. Tento rozdíl by mohl nastat například trochu jiným biotopem na daném místě. Podle tabulky s přehledem biotopů na lokalitách (Příloha 3) byl na lokalitě 9 smrkový les a na lokalitě 10 byly přítomny i jiné druhy dřevin. Mezi těmito lokalitami však nebyl rozdíl v biotopových specialistech, ale především zastoupení generalistů. To by mohlo být vysvětleno například přítomností generalistních druhů vázaných i na sídla na lokalitě 10, která byla nejbliž urbanizované oblasti. Naproti tomu lokalita 9 byla od obce velmi vzdálená.



Obrázek 19. Ukázka map výskytu běžného a vzácného druhu. U každé lokality (záznamníku) je uvedeno její ID číslo.

Pokud ale porovnáme lokalitu 4, kde bylo druhů 37 s lokalitou 9, kde bylo 19 druhů zjistíme, že biotop i nadmořská výška tu byly velice podobné. Co se však liší, je, že lokalita 4 byla na nečlenitém svahu ukloněném na VJV, zatímco lokalita 9 byla v poměrně hlubokém a zastíněném údolí s ukloněním svahu na VSV. Dalo by se tedy předpokládat, že v tomto případě by vliv mohla hrát i rozdílná doba přítomnosti slunečního světla. V hlubokém údolí byla také lokalita 5, kde bylo druhů také málo (23 druhů). Naopak lokality, které byly umístěny ve vyšších nadmořských výškách a na nečlenitém svahu (například lokality 1, 2, 3, 4, 7, 10, 14, 17) měly druhů více.

Pokud se podíváme na lokality, které byly relativně blízko k lidským sídlům (lokality 1, 2, 3 a 10) je vidět, že tady bylo druhů obvykle více než na jiných lokalitách. Zde hraje roli

pravděpodobně vliv druhů, kteří se k lidským sídlům stahují kvůli přikrmování (Robb *et al.*, 2008).

Z výše zmíněných zjištění vyplývá, že ptačí druhy jsou i na relativně malém území nerovnoměrně rozmístěné. Tento poznatek je důležitý například pro mapovací programy, jako je Liniové sčítání druhů (LSD). Při výběru trasy pro tento program je tak důležité zohlednit nejen biotop, ale i vzdálenost od lidských sídel nebo nadmořskou výšku či členitost terénu. To platí pro generalisty i pro biotopové specialisty.

Pro mapovací programy jsou důležité i údaje, kolik druhů lze na lokalitě nalézt během jednoho běžného týdne, nebo v jakou roční dobu sčítání provádět. Z mých dat vyplývá, že při mapování probíhajícím v rámci jednoho dne nebo týdne lze nejvíce druhů nalézt na lokalitách 4 a 10. Z grafu na Obrázku 12 také vyplývá, že lokality na východní straně pohoří mají sjednocenější počet druhů během týdne. Na západní straně pohoří jsou počty více variabilní. Na grafu na Obrázku 13 je vidět, jak druhy na jedné lokalitě přibývaly v postupujícím čase sezóny. Je zde patrný například přilet migrujících druhů. Pro mapovací programy v této oblasti je tak nejvhodnější doba pro sčítání v období od 15. do 25. týdne roku. Zajímavé je také porovnání počtu druhů na lokalitách v prvních a posledních čtyřech týdnech sezóny (Obrázek 13). Zde je vidět, že na lokalitách v nižších polohách hrál rozdíl mezi prvními a posledními čtyřmi týdny výrazně menší roli než ve vyšších nadmořských výškách. To se dá vysvětlit přítomností sněhu a nižších teplot ve vyšších nadmořských výškách v jarních měsících. Zároveň zde nespíš hraje roli již zmiňované přikrmování v lidských sídlech (Robb *et al.*, 2008).

5.4 Vliv přirozeného rozdílu světla v krajině na ptačí hlasovou aktivitu

Hlavním cílem této práce bylo zjistit, jestli přirozený rozdíl světla způsobený členitostí reliéfu krajiny ovlivňuje délku ptačí hlasové aktivity. Vybral jsem si šest cílových druhů (červenka obecná, drozd brávník, králíček obecný, pěnice černohlavá, pěnkava obecná a sýkora uhelníček), u kterých jsem sledoval dobu prvního a posledního hlasu během dne.

Je vidět, že začátek (Obrázek 15) a konec (Obrázek 16) hlasové aktivity se v rámci celého pohoří liší, ale výsledky nemusí ovlivňovat pouze světlo. Do popředí zde vystupují i další vlivy:

- aby byl hlas ptáka vůbec zaznamenán, musí být vzdálený nanejvýš 150 m od záznamníku (vychází ze zkušeností a z nastavení záznamníku AudioMoth);
- hlas musí být detekován softwarem BirdNET – přehlušení hlasu dalšími druhy nebo jedinci stejného druhu, vliv počasí, jestli jde o zpěv/volání, jestli měl BirdNET dostatek nahrávek stejného hlasu pro jeho učení (Belfin, 2022);
- sameček ve většině případů končí se zpěvem ve chvíli, kdy si najde partnerku (Bergmann and Westphal, 2021);
- ranní chór je také navázán na to, jestli samice je nebo není na hnízdě, případně, jestli jsou samec a samice spolu či nikoli (Schlicht *et al.*, 2023);

- sezónní druhová variabilita – například brzy hnízdící druhy mají šanci podruhé vyhnízdit (Bergmann and Westphal, 2021);
- denní druhová variabilita – ptáci začínají a končí se zpěvem v různou denní dobu (Berg *et al.*, 2006);
- gradient nadmořské výšky – v údolí ptáci hnízdí dříve (Bears *et al.*, 2009);
- přítomnost predátorů – pokud bude například poblíž kulíšek nejmenší, budou ostatní druhy aktivovat ráno později nebo omezeně (Santema *et al.*, 2019).

Z toho vyplývá, že odhad začátku hlasové aktivity daného druhu na lokalitě není vůbec jednoduchý, protože zde hraje roli velké množství faktorů.

Při srovnání začátku hlasové aktivity (Obrázek 15) se ukázal rozdíl mezi jednotlivými druhy. U červeny obecné byl začátek ranního chóru relativně sjednocený na všech lokalitách. Tento výsledek koresponduje se zjištěním ve studii ze Švýcarského národního parku, kde u červenek obecných byl nejmenší vliv nadmořské výšky na začátek zpěvu u studovaných druhů (Paterno *et al.*, 2024). Červenka obecná je druh, který se často zdržuje v husté křovité vegetaci a zpívat začíná už za šera (Dungel and Hudec, 2001). Proto se dá usuzovat, že pro začátek svého ranního chóru potřebuje jen minimum světla a rozdíly v osvětlení vniklé členitostí terénu proto nehrají takovou roli. Zároveň červenka začínala svou hlasovou aktivitu nejdříve ze všech cílových druhů. I tento výsledek se shoduje s dřívějšími poznatky (Bergmann and Westphal, 2021).

U pěnkavy obecné také nebyly výrazné rozdíly mezi začátky zpěvu na jednotlivých lokalitách. Pěnkava obecná je druh zdržující se často v korunách stromů (Dungel and Hudec, 2001) a patří mezi pozdější ranní pěvce (Bergmann and Westphal, 2021). Pro vysvětlení relativní vyrovnanosti začátku hlasové aktivity u pěnkavy obecné mě nenapadá jasné vysvětlení. Vliv by mohlo hrát například, jestli šlo o zpěv či volání, nebo jejich hojnost a vzájemné ovlivňování v začátku zpěvu.

U ostatních druhů je potom vidět výraznější rozdíl v začátcích hlasové aktivity. U drozda brávníka však tyto rozdíly nekorrespondují s reliéfem krajiny. Nelze tedy říct, že drozd brávník začínal v hlubších údolích svou hlasovou aktivitu později než na otevřených svazích nebo naopak. Proto se dá předpokládat, že zde byl významnější vliv jiných faktorů. Žádný trend tu není vidět ani pokud si lokality seřadíme podle vzrůstající nadmořské výšky.

Stejný případ představuje králíček obecný. Jsou zde významnější rozdíly v začátku zpěvu mezi jednotlivými lokalitami, ale bez viditelného vlivu reliéfu pohoří nebo nadmořské výšky. Podobně to platí i pro pěnici černohlavou, u které je ale vidět drobný vliv v posunu začátku ranní hlasové aktivity na dřívější dobu s rostoucí nadmořskou výškou.

U sýkory uhelníčka se závislost doby prvního hlasu na členitosti krajiny projevila nejvíce ze sledovaných druhů. Například na lokalitě číslo 9 v hlubokém údolí byl začátek hlasové aktivity nejpozdější a na otevřených svazích naopak začínal dříve. Také zde se ale objevily výjimky. Například na lokalitě 15 byl záznamník rovněž umístěn v údolí na svahu orientovaném na SSZ a dalo by se očekávat, že zde bude pozdější nástup začátku hlasové aktivity. Ve skutečnosti zde však sýkora uhelníček začínala zpívat poměrně brzy.

Porovnal jsem také konec hlasové aktivity u vybraných druhů (Obrázek 16). Večerní chór bývá méně intenzivní, než ten ranní a jeho zjišťování je obtížnější než u ranního chóru (Bergmann and Westphal, 2021). Některé druhy mají čas konce hlasové aktivity pevně určený a jiné druhy naopak nemají (Belfin, 2022). To se potvrdilo i v této práci, protože konec hlasové aktivity je relativně stálý u červenky obecné a pěnkavy. Naopak u sýkory uhelníčka se ukázala doba posledního hlasu jako velmi variabilní, a to jak ve srovnání mezi lokalitami, tak i na lokalitě samotné.

Nejpozději se svou hlasovou aktivitou končila červenka obecná. U žádného druhu se neukázal výraznější vliv nadmořské výšky na konec hlasové aktivity a neprokázal se výraznější vztah mezi členitostí krajiny a koncem akustické aktivity.

U začátku i konce ptačí hlasové aktivity ve studované oblasti se prokázaly rozdíly mezi jednotlivými lokalitami i druhy. Tyto rozdíly často činily i desítky minut.

Pro přesnější zjištění, zda na začátek a konec ptačí hlasové aktivity mají vliv individuální světelné podmínky v blízkosti záznamníku, jsem si zobrazil data ještě z jiného pohledu. Vybral jsem si tři lokality, u kterých bylo navíc umístěno také čidlo, které zaznamenávalo intenzitu osvětlení. Zvolil jsem lokality 2, 8 a 16. Záznamník 2 byl umístěn na nečlenitém svahu ukloněném na VJV na začátku hlavního údolí Králického Sněžníku. Předpokládal jsem proto, že tato lokalita bude exponovaná. Zvolil jsem ji také z důvodu, že zde byla jasná hranice v začátku svítání. Záznamník 8 měl ze všech lokalit světla nejméně. Byl umístěn v pralesovitém porostu, který měl stupeň etáživosti 3 a celkově působil poměrně tmavě. Zároveň je možné, že nově vzniklé listy mohly znesnadňovat přístup světla u světelného čidla, což mohlo výsledek měření částečně ovlivnit. Záznamník 16 byl umístěn na VSV svahu, který sbíhal do hlubokého údolí. Tato lokalita měla být rovněž stinná.

Do těchto vybraných lokalit jsem si promítnul první a poslední hlasové detekce příslušných dnů od 6 vybraných druhů (Obrázek 18). Ukázalo se, že několik druhů na daných místech má skutečně první hlasové projevy načasované podle některé z křivek světla. Na lokalitě 2 je tento trend patrný například pro králíčka obecného nebo pro sýkoru uhelníčka. Na lokalitě 8 jsou to stejné druhy. Tento výsledek je obzvláště důležitý, protože právě toto místo mělo křivku světla velmi variabilní. Na lokalitě 16 šlo pozorovat vztah mezi světlem a začátkem hlasové aktivity u drozda brávníka a králíčka obecného a obzvláště výrazný trend byl vidět u pěnkavy obecné a sýkory uhelníčka.

U konce hlasové aktivity není závislost na světelných podmínkách patrná. Některé druhy sice měly poslední detekci hlasu vyrovnanou a určitý trend se vypořádat dal, ale při srovnání s některou křivkou osvětlení tady nepanovala shoda. Zajímavé také je, že na lokalitě 8 a případně 2 byl rozdíl v konci hlasové aktivity mezi druhy výrazně větší než na lokalitě 16.

To, že u několika druhů byla pozorovatelná závislost mezi světlem a začátkem hlasové aktivity na některých lokalitách a na jiných ne, by se dalo vysvětlit hnízděním v blízkosti místa nahrávání. Pokud daný pták hnízdil v okolí záznamníku, mohl se zde pohybovat mnohem častěji a začínat a končit zde svou hlasovou aktivitu. Proto mohl být vztah mezi

světlem a ptačími hlasy záznamníkem zachycen. Zároveň se mohlo projevit charakteristické chování jednotlivých druhů (například již zmiňovaná červenka obecná).

Dalším zajímavým poznatkem je samotné hodnocení světla na lokalitě. U každého záznamníku jsem si předem odhadnul, jestli bude spíše na exponovanějším nebo stinnějším místě. Vycházel jsem především z uklonění svahu, nadmořské výšky a tvaru reliéfu (např. údolí, hřeben apod.). Při pozdějším porovnání s daty ze světelných čidel (Příloha 6) jsem ale zjistil, že se mé odhady úplně neshodují s naměřenými hodnotami intenzity osvětlení. Například lokalita 5, která byla umístěna na svahu hlubokého údolí, byla jednou z nejsvětlejších. Jiným příkladem může být záznamník 18, který byl nejvýše položený. Překvapivý zde byl především pozvolný nástup svítání. Tento efekt si vysvětluji posunem směru slunečního záření během roku. Z těchto závěrů vyplývá, že odhad světelných podmínek na lokalitách může být dosti nepřesný a je důležité jej ověřovat měřením.

Podstatné bylo také srovnání délky dne na jednotlivých lokalitách z pohledu ptačí hlasové aktivity (Obrázek 17). Pro zjištění délky dne jsem zde pro každý měsíc zahrnul mediány prvních a posledních hlasů na lokalitě od vybraných šesti cílových druhů. Ukázalo se, že délka ptačího dne na lokalitě je rozdílná v jednotlivých měsících.

V březnu byl nejdelší „ptačí“ den na lokalitě 13, kde byl záznamník ve svahu orientovaném na sever a s biotopem, kde byl dominantní smrk s příměsí listnatých stromů. Lokalita je navíc umístěna na svahu výrazného bočního údolí. Nejkratší ptačí den v březnu byl na lokalitách 2, 7 a 17. Všechny tři záznamníky byly umístěny v relativně otevřeném nečlenitém svahu. Na lokalitách 7 a 17 byl v okolí především smrkový porost. Na lokalitě 2 byl ale velice podobný biotop jako na lokalitě 13. Proto by zde vliv biotopu nemusel hrát tak podstatnou roli. Na druhou stranu výsledek v březnu byl přesně opačný, než by se dalo očekávat. Časový rozdíl mezi nejdelším a nejkratším „ptačím“ dnem na lokalitě tvořil 143 minut.

V dubnu byl nejdelší „ptačí“ den opět na lokalitě 13. Rozdíly mezi ostatními lokalitami tu však už nebyly tak výrazné jako v březnu. Nejkratší ptačí den z pohledu hlasové aktivity byl na lokalitách 8 a 14. Záznamník 8 byl umístěn v JJV svahu v lese s dominantní přítomností smrku ztepilého a s příměsí ostatních listnatých stromů. Zdejší les má pralesovitý charakter (prales Ve strmém). Lokalita 14 byla na Z svahu, který byl otevřený a exponovaný a zdejší biotop byl téměř stejný, jako na lokalitách 8 a 13. I tady bychom proto mohli předpokládat, že biotop nebyl rozhodujícím faktorem. V dubnu byl rozdíl mezi lokalitami s nejdelším a nejkratším „ptačím“ dnem 152 minut.

V květnu byl nejdelší „ptačí“ den u záznamníku 14, kde byl ještě v dubnu ptačí den jedním z nejkratších. Nejkratší den na lokalitě 9, by se dal vysvětlit právě tím, že záznamník byl umístěn v hlubokém bočním údolí. Tamní biotop představoval čistý smrkový porost, který by rovněž mohl hrát roli v přítomnosti zpívajících druhů. Rozdíl mezi lokalitami s nejdelším a nejkratším „ptačím“ dnem činil v květnu 110 minut.

Červnové délky „ptačích“ dnů byly nejvyrovnanější ze všech měsíců. Nejdelší den byl na lokalitě číslo 18. Jde o nejvýše položenou lokalitu na SSV svahu, který postupně sbíhá do

hlubokého bočního údolí. Biotopem se jedná o čistý smrkový porost. Právě vysoká poloha by mohla představovat vysvětlení nejdelší denní ptačí hlasové aktivity. Nejkratší ptačí den měla lokalita 2. Zde byl záznamník na otevřeném nečlenitém svahu ve smrkovém lese s převahou smrku a listnatých stromů. Ačkoli tato lokalita byla na světle exponovaném místě, byla zde i tak doba ptačí akustické aktivity nejkratší. Červnový rozdíl mezi nejdelším a nejkratším „ptačím“ dnem na lokalitě byl 85 minut.

Pro porovnání je třeba zmínit, že rozdíly mezi městskými lokalitami s umělým osvětlením a bez něj jsou v jednotkách minut až zhruba 60 minut (liší se podle druhu) v začátcích zpěvů (Kempnaers *et al.*, 2010). Je tedy patrné, že velké rozdíly v délce „ptačího“ dne nejsou jen mezi lokalitami s umělým osvětlením a bez něj, ale vznikají také přirozeně v krajině.

Celkově jsem zjistil, že délka ptačí hlasové aktivity je rozdílná nejen v závislosti na lokalitě, ale také na roční době. Působení individuálních světelných podmínek na hlasovou aktivitu ptáků se podařilo prokázat u některých druhů při začátku hlasové aktivity. Ačkoli zde určitý vliv světelné podmínky měly, nejednalo se o hlavní faktor, který by načasování ptačího chóru řídil. Vliv zde pravděpodobně měly také ostatní aspekty (např. teplota, přítomnost predátorů, vliv ostatních zpívajících jedinců atd.). Dalším poznatkem je, že podmínky na lokalitách nejsou během roku konstantní, a to jak z pohledu načasování ptačích hlasů, tak z pohledu naměřených hodnot. Působení nadmořské výšky, jejíž vliv se objevil ve studii ze švýcarských Alp, se v této práci nepotvrdil. V příštím výzkumu by také bylo dobré zahrnout vliv teploty na lokalitě (Paterno *et al.*, 2024). Ve výsledcích této práce se zároveň mohl projevit vliv rozkolísanosti v začátcích a koncích aktivity, který je zdokumentovaný u sýkor modřinek. Během nehnízdniho období se začátek a konec jejich aktivity řídil relativně konstantně podle východu a západu slunce. V hnízdniho období se u tohoto načasování objevovaly výrazné odchylky (Schlicht and Kempnaers, 2020). Proto by bylo zajímavé tento výzkum zopakovat právě v nehnízdni době.

5.5 Aspekty, které mohly ovlivnit výsledky práce

Ekosystémy představují velmi komplexní a složitý systém obsahující mnoho aspektů a faktorů, které se navzájem ovlivňují (Costanza and Mageau, 1999). Hodnocení ekosystémů nebo zkoumání vlivu jedné složky na druhé je proto velice obtížné. Zahrnout všechny aspekty ovlivňující zkoumaný vztah je velmi náročné, ne-li nemožné. Jinak tomu nebylo ani v této práci.

Níže je uveden seznam možných faktorů, které mohly výsledky této práce ovlivnit:

- V této práci se zabýváme obecně hlasovou aktivitou. Využití systému BirdNET umožnilo zanalyzovat velké množství dat, ale samotný software nebyl schopen oddělit detekce zpěvů a volání. Pro přesnější výsledky by bylo dobré uvažovat nejen kombinaci zpěvů a volání, ale i jen samotných zpěvů. Pokud by například jedinec začal hnízdit v údolí dříve, tak by měl posunutou také sezónní hlasovou aktivitu ve srovnání s jedincem hnízdícím na hřebeni. To by mohlo ovlivňovat detekce v prvních týdnech.

- K dispozici pro tuto práci jsem měl šest dataloggerů, které zaznamenávaly osvětlení u záznamníku. Lokalit bylo ale 18 a záznamník společně se světelným čidlem tak byl na každé třetí lokalitě. Rozhodli jsme se, že zkusíme použít přibližné určení množství světla u záznamníků pomocí modelu v Google Earth Pro, kde byl vizualizován reliéf krajiny společně s aktuálními přirozenými světelnými podmínkami v konkrétní datum a rok. Zvoleny byly tři kategorie osvětlení – tma, stín a světlo. Po srovnání těchto přibližných kvantifikací světelných podmínek s informacemi z dataloggerů však docházelo ke značné neshodě. Proto jsme se nakonec rozhodli použít jen šest, ale přesně naměřených lokalit, kde byla světelná čidla. Pro lepší přesnost výsledků by ale bylo dobré použít dataloggerů u všech záznamníků. Případně by bylo také dobré vyzkoušet, nakolik jsou dataloggerů přesné v zaznamenávání světla a teploty.
- V této práci jsme zkoumali vliv přirozeného rozdílu světla v krajině na ptací hlasovou aktivitu. Tu ale ovlivňuje celá řada faktorů, které nebylo možné do práce zahrnout. Jde například o již zmiňované vlivy počasí, predátorů, konkurentů apod. Proto je nutné k výsledkům přistupovat s tímto vědomím.
- Pro přesnější výsledky by bylo také dobré použít celý rozsah získaných dat. V této práci byly použity $\frac{2}{7}$ z celkových nasbíraných informací. Přesto byl celý data set značně velký. Využití kompletního rozsahu by ale mohlo umožnit například zaznamenání dalších druhů ve studované oblasti.
- Horský masiv Králického Sněžníku představoval ideální oblast pro výzkum v této práci. Přesto je zde možný vliv světelného znečištění, které přichází z tamního horského resortu Dolní Morava. Jedná se především o večerní osvětlení sjezdovek. Zimní (lyžařská) sezóna obvykle trvá do konce března ('Dolní Morava', 2023), proto lze během našeho výzkumu vliv umělého světelného znečištění očekávat především v únoru a březnu.

6 ZÁVĚR

V práci jsem si vytyčil jako hlavní cíle zjistit délku hlasové aktivity vybraných druhů ptáků na různě exponovaných místech v členitém reliéfu krajiny a zjistit, jestli zde hraje roli různé množství přirozeného světla. Dalším cílem bylo zhodnotit použití metod pasivního akustického monitoringu a softwaru BirdNET. V neposlední řadě jsem chtěl určit druhové složení ptáků ve zkoumané oblasti a na jednotlivých lokalitách.

Těchto cílů se mi v práci podařilo dosáhnout. Zjistil jsem, že rozdíly v začátcích a koncích hlasových aktivit vybraných druhů se ve výrazně členité krajině liší. Vliv individuálních světelných podmínek na lokalitě hraje v určitých případech roli, ale není rozhodujícím faktorem. Působení rozdílné nadmořské výšky na načasování ptačí hlasové aktivity se nepodařilo potvrdit. Dá se předpokládat, že zde svou roli hrály také ostatní aspekty. Jde například o vliv počasí, působení predátorů, konkurenčních jedinců apod. (Santema *et al.*, 2019; Paterno *et al.*, 2024). Důležité je také neopomenout fakt, že začátek a konec aktivity ptáků je v hnízdním období výrazně rozkolísanější než v nehnízdícím období (Schlicht and Kempnaers, 2020).

U nových metod, jako je pasivní akustický monitoring, se nám podařilo potvrdit, že jde o velmi efektivní způsob získávání dat. V naší práci se ale ukázaly i problémy, kdy se u jednotlivých záznamníků objevovala okna bez hlasových nahrávek. Nepodařilo se přijít na příčinu a nejpravděpodobnějším vysvětlením se ukázal vliv nízkých teplot na baterie v záznamnících (Knotek, 2019). U vyhodnocování dat přes software BirdNET se nám potvrdily zkušenosti ze studií, které podobnou metodu použily (např. (Cole *et al.*, 2022; Manzano-Rubio *et al.*, 2022)). BirdNET umožňuje analyzovat velké množství zvukových nahrávek, ale je důležité používat ho individuálně pro každý druh, případně období sezóny. Klíčové je správně pracovat s tzv. confidence score (skóre jistoty), které určuje, jak moc si je BirdNET svou identifikací jistý (Wood and Kahl, 2024).

Zjistil jsem, že ve zkoumané oblasti se objevilo 53 druhů ptáků. Podařilo se také nahrát hlasový záznam řady vzácných či ohrožených druhů. Z dat bylo také možné stanovit druhové složení na jednotlivých lokalitách a určit, ve které části pohoří se jednotlivé druhy pohybují.

Výsledky této práce mohou být přínosné při plánování mapovacích programů (např. LSD – Liniové sčítání druhů). Zmapování druhového zastoupení ptáků v pohoří Králický Sněžník může posloužit k tamní ochraně přírody. Výsledky zároveň mohou pomoci dalším studiím v používání moderních postupů při získávání a analýze dat – pasivní akustický monitoring a BirdNET. V neposlední řadě může tato práce posloužit k lepšímu pochopení vlivu nejen přirozeného, ale i umělého světla na ptáky.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- Allard, H.A. (1930) 'The First Morning Song of Some Birds of Washington, D. C.; Its Relation to Light', *The American Naturalist*, 64(694), pp. 436–469. Available at: <https://doi.org/10.1086/280329>.
- Aschoff, J. (1984) 'Circadian Timing', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423(1), pp. 442–468. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb23452.x>.
- Au, W.W.L. *et al.* (2000) 'Seasonal and diurnal trends of chorusing humpback whales wintering in waters off western Maui', *Marine Mammal Science*, 16(3), pp. 530–544. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2000.tb00949.x>.
- Avery, M.I. and Krebs, J.R. (1984) 'Temperature and foraging success of Great Tits (*Parus major*) hunting for spiders', *Ibis*, 126(1), pp. 33–38. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1984.tb03661.x>.
- Bears, H., Martin, K. and White, G.C. (2009) 'Breeding in high-elevation habitat results in shift to slower life-history strategy within a single species', *Journal of Animal Ecology*, 78(2), pp. 365–375. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01491.x>.
- Belfin, O. (2022) *Limitations and use of big passive acoustic data for ecological research*. diplomová práce. Cornell University.
- Bentley, G.E. (2001) 'Unraveling the enigma: The role of melatonin in seasonal processes in birds', *Microscopy Research and Technique*, 53(1), pp. 63–71. Available at: <https://doi.org/10.1002/jemt.1069>.
- Berg, K.S., Brumfield, R.T. and Apanius, V. (2006) 'Phylogenetic and ecological determinants of the neotropical dawn chorus', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1589), pp. 999–1005. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3410>.
- Bergmann, H.-H. and Westphal, U. (2021) *Který pták tu zpívá?: poznáváme ptačí druhy podle hlasu*. První vydání. Translated by L. Schröpfer. Plzeň: Ševčík.
- Bruni, A., Mennill, D.J. and Foote, J.R. (2014) 'Dawn chorus start time variation in a temperate bird community: relationships with seasonality, weather, and ambient light', *Journal of Ornithology*, 155(4), pp. 877–890. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1071-7>.
- Cassone, V.M. and Westneat, D.F. (2012) 'The bird of time: cognition and the avian biological clock', *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 5. Available at: <https://doi.org/10.3389/fnmol.2012.00032>.

- Catchpole, C.K. and Slater, P.J.B. (2008) *Bird song: biological themes and variations*. 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cole, J.S. *et al.* (2022) ‘Automated bird sound classifications of long-duration recordings produce occupancy model outputs similar to manually annotated data’, *Ornithological Applications*, 124(2), p. duac003. Available at: <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duac003>.
- Costanza, R. and Mageau, M. (1999) ‘What is a healthy ecosystem?’, *Aquatic Ecology*, 33(1), pp. 105–115. Available at: <https://doi.org/10.1023/A:1009930313242>.
- Da Silva, A. and Kempnaers, B. (2017) ‘Singing from North to South: Latitudinal variation in timing of dawn singing under natural and artificial light conditions’, *Journal of Animal Ecology*. Edited by E. Derryberry, 86(6), pp. 1286–1297. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12739>.
- Da Silva, A., Valcu, M. and Kempnaers, B. (2015) ‘Light pollution alters the phenology of dawn and dusk singing in common European songbirds’, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1667), p. 20140126. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0126>.
- Davidson, A.J. and Menaker, M. (2003) ‘Birds of a feather clock together – sometimes: social synchronization of circadian rhythms’, *Current Opinion in Neurobiology*, 13(6), pp. 765–769. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2003.10.011>.
- Dawson, A. *et al.* (2001) ‘Photoperiodic Control of Seasonality in Birds’, *Journal of Biological Rhythms*, 16(4), pp. 365–380. Available at: <https://doi.org/10.1177/074873001129002079>.
- Demek, J. and Kopecký, J. (1999) ‘Neotektonika a problém pleistocenního zalednění Králického Sněžníku’, *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 6, pp. 5–7. Available at: <https://journals.muni.cz/gvms/issue/view/396>.
- Derryberry, E.P. (2017) ‘Dawn song in natural and artificial continuous day: Light pollution affects songbirds at high latitudes’, *Journal of Animal Ecology*. Edited by G. Hays, 86(6), pp. 1283–1285. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12750>.
- ‘Dolní Morava’ (2023) *PlanetaCestování.cz*, 11 February. Available at: <https://www.planetacestovani.cz/pocasi-dolni-morava/> (Accessed: 3 April 2024).
- Dungel, J. and Hudec, K. (2001) *Atlas ptáků České a Slovenské republiky*. Vyd. 1. Praha: Academia.
- El Halawani, M.E. *et al.* (2009) ‘Dopamine–melatonin neurons in the avian hypothalamus and their role as photoperiodic clocks’, *General and Comparative Endocrinology*, 163(1–2), pp. 123–127. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2008.11.030>.

- Falchi, F. *et al.* (2016) ‘The new world atlas of artificial night sky brightness’, *Science Advances*, 2(6). Available at: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>.
- Gil, D. *et al.* (2015) ‘Birds living near airports advance their dawn chorus and reduce overlap with aircraft noise’, *Behavioral Ecology*, 26(2), pp. 435–443. Available at: <https://doi.org/10.1093/beheco/aru207>.
- Gil, D. and Llusia, D. (2020) ‘The Bird Dawn Chorus Revisited’, in T. Aubin and N. Mathevon (eds) *Coding Strategies in Vertebrate Acoustic Communication*. Springer International Publishing (Animal Signals and Communication), pp. 45–90. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39200-0_3.
- Goller, F. (2022) ‘The syrinx’, *Current Biology*, 32(20), pp. R1095–R1100. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.034>.
- Graham, J.L. *et al.* (2017) ‘Early to rise, early to breed: a role for daily rhythms in seasonal reproduction’, *Behavioral Ecology*, 28(5), pp. 1266–1271. Available at: <https://doi.org/10.1093/beheco/arx088>.
- Green, A.J. (1990) ‘Determinants of chorus participation and the effects of size, weight and competition on advertisement calling in the tungara frog, *Physalaemus pustulosus* (Leptodactylidae)’, *Animal Behaviour*, 39(4), pp. 620–638. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80373-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80373-2).
- Greenfield, M.D. (2015) ‘Signal interactions and interference in insect choruses: singing and listening in the social environment’, *Journal of Comparative Physiology A*, 201(1), pp. 143–154. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00359-014-0938-7>.
- Greives, T.J. *et al.* (2015) ‘Costs of sleeping in: circadian rhythms influence cuckoldry risk in a songbird’, *Functional Ecology*. Edited by K. Sockman, 29(10), pp. 1300–1307. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12440>.
- Gwinner, E. and Brandstatter, R. (2001) ‘Complex bird clocks’, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356(1415), pp. 1801–1810. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0959>.
- Havira, M. and Čada, V. (2022) ‘Strípky z průzkumů starých lesů v NPR Králický Sněžník’, *Jeseníky a Rychlebské hory*, (9), pp. 22–23.
- Helm, B. *et al.* (2017) ‘Two sides of a coin: ecological and chronobiological perspectives of timing in the wild’, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1734), p. 20160246. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0246>.
- Hölker, F. *et al.* (2010) ‘Light pollution as a biodiversity threat’, *Trends in Ecology & Evolution*, 25(12), pp. 681–682. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.09.007>.

- de Jong, M. *et al.* (2016) ‘Dose-dependent responses of avian daily rhythms to artificial light at night’, *Physiology & Behavior*, 155, pp. 172–179. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.12.012>.
- Kahl, S. *et al.* (2021) ‘BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring’, *Ecological Informatics*, 61, p. 101236. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101236>.
- Kelley, L.A. and Healy, S.D. (2011) ‘Vocal mimicry’, *Current Biology*, 21(1), pp. R9–R10. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.11.026>.
- Kempenaers, B. *et al.* (2010) ‘Artificial Night Lighting Affects Dawn Song, Extra-Pair Siring Success, and Lay Date in Songbirds’, *Current Biology*, 20(19), pp. 1735–1739. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.08.028>.
- Kloubec, B. and Čapek, M. (2012) ‘Cirkanuální a cirkadiánní vokální aktivita ptáků: metodické poznámky pro terénní studie’, *Sylvia*, 48, pp. 74–101. Available at: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50336123/Seasonal_and_diel_patterns_of_vocal_acti20161115-3705-1jl4h4l-libre.pdf?1479247799=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSeasonal_and_diel_patterns_of_vocal_acti.pdf&Expires=1711625513&Signature=gEIHvuL0K~3B61OxsEEa68UH0-ERv1YgzlHXNi-3v58-Drakk-ek6GmHew8fQP0wZySv3En6B42t~FK3oT~hIBWXYnpPvYE7d0K8NM7VUhqNbRIUcHUT6q18F5hY43DnR9vqymRk1fdF6daUgf~bJb15zIfNRu5otscKIa2YKTSz78Z1s47-Je-LFf10sZaJ76azmHrwxmnbyfAIRjkmJXD5DYaMI2GQsQrjsopCNQWTmWJn1YDLclcGS1nbruMtGKDaXLrf5pv9We~aYGjunK8VN7TgOfRkU6UPY~UI5zEvYhVF8oSKSva1TUbOjje6hio2RyvIznfFK2YVP6Eauw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Knotek, V. (2019) *Vliv teploty na parametry baterií*. diplomová práce. České vysoké učení technické. Available at: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/80353/F3-DP-2019-Knotek-Vojtech-vliv_teploty_na_parametry_baterii.pdf?sequence=-1&isAllowed=y.
- Lahoz-Monfort, J.J. and Magrath, M.J.L. (2021) ‘A Comprehensive Overview of Technologies for Species and Habitat Monitoring and Conservation’, *BioScience*, 71(10), pp. 1038–1062. Available at: <https://doi.org/10.1093/biosci/biab073>.
- Langmore, N.E. (1998) ‘Functions of duet and solo songs of female birds’, *Trends in Ecology & Evolution*, 13(4), pp. 136–140. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01241-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01241-X).
- Lars Svensson, K.M., Dan Zetterström. (2020) *Ptáci Evropy, Severní Afriky a Blízkého východu*. Druhé vydání.

- Mainwaring, M.C. (2011) ‘The use of Nestboxes by Roosting Birds during the Non-Breeding Season: A Review of the Costs and Benefits’, *Ardea*, 99(2), pp. 167–176. Available at: <https://doi.org/10.5253/078.099.0206>.
- Manzano-Rubio, R. *et al.* (2022) ‘Low-cost open-source recorders and ready-to-use machine learning approaches provide effective monitoring of threatened species’, *Ecological Informatics*, 72, p. 101910. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101910>.
- Marín-Gómez, O.H. and MacGregor-Fors, I. (2021) ‘A global synthesis of the impacts of urbanization on bird dawn choruses’, *Ibis*, 163(4), pp. 1133–1154. Available at: <https://doi.org/10.1111/ibi.12949>.
- Miller, M.W. (2006) ‘Apparent Effects of Light Pollution on Singing Behavior of American Robins’, *The Condor*, 108(1), pp. 130–139. Available at: <https://doi.org/10.1093/condor/108.1.130>.
- Morse, D.H. (1989) ‘Song Patterns of Warblers at Dawn and Dusk’, *The Wilson Bulletin*, 101(1), pp. 26–35. Available at: <https://www.jstor.org/stable/4162685>.
- Neuhäuslová, Z. (ed.) (1997) *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Praha: Academia.
- Obrist, M.K. *et al.* (2010) ‘Bioacoustics approaches in biodiversity inventories’, in *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories*. <http://www.abctaxa.be>, pp. 68–99. Available at: https://www.researchgate.net/publication/230818809_Chapter_5_Bioacoustics_approaches_in_biodiversity_inventories.
- Otter, K.A. (2007) *Ecology and Behavior of Chickadees and Titmice: an integrated approach*. Oxford University Press. Available at: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198569992.001.0001>.
- Paterno, J. *et al.* (2024) ‘Start of dawn singing as related to physical environmental variables in an alpine environment’, *Journal of Ornithology*, 165(2), pp. 533–544. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10336-023-02134-z>.
- Pérez-Granados, C. (2023) ‘BirdNET: applications, performance, pitfalls and future opportunities’, *Ibis*, 165(3), pp. 1068–1075. Available at: <https://doi.org/10.1111/ibi.13193>.
- Pérez-Granados, C. and López-Iborra, G.M. (2020) ‘Dupont’s Lark males start to sing earlier but reduce song rate on full moon dawns’, *Journal of Ornithology*, 161(2), pp. 421–428. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01731-1>.

- Poesel, A. *et al.* (2006) ‘Early birds are sexy: male age, dawn song and extrapair paternity in blue tits, *Cyanistes* (formerly *Parus*) *caeruleus*’, *Animal Behaviour*, 72(3), pp. 531–538. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.10.022>.
- Puswal, S.M., Jinjun, M. and Liu, F. (2021) ‘Effects of temperature and season on birds’ dawn singing behavior in a forest of eastern China’, *Journal of Ornithology*, 162(2), pp. 447–459. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10336-020-01848-8>.
- Rich, C. and Longcore, T. (eds) (2006) *Ecological consequences of artificial night lighting*. Washington, DC: Island Press.
- Robb, G.N. *et al.* (2008) ‘Winter feeding of birds increases productivity in the subsequent breeding season’, *Biology Letters*, 4(2), pp. 220–223. Available at: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0622>.
- Rossing, T.D. and Chiaverina, C.J. (2019) ‘Light Sources and the Particle Nature of Light’, in Rossing, T. D. and Chiaverina, C. J., *Light Science*. Cham: Springer International Publishing, pp. 171–202. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-27103-9_7.
- Santema, P. *et al.* (2019) ‘Playback of predator calls inhibits and delays dawn singing in a songbird community’, *Behavioral Ecology*. Edited by M. Naguib, 30(5), pp. 1283–1288. Available at: <https://doi.org/10.1093/beheco/arz075>.
- Ščerba, D. (2018) ‘Světelné znečištění’, *Jeseníky a Rychlebské hory*, (2), pp. 14–17.
- Scheer, G. (1952) ‘Beobachtungen und Untersuchungen über die Abhängigkeit des Frühgesanges der Vögel von inneren und äußeren Faktoren’, *Biologische Abhandlungen* [Preprint].
- Schlicht, L. *et al.* (2023) ‘A dawn and dusk chorus will emerge if males sing in the absence of their mate’, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2011), p. 20232266. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.2266>.
- Schlicht, L. and Kempnaers, B. (2020) ‘The effects of season, sex, age and weather on population-level variation in the timing of activity in Eurasian Blue Tits (*Cyanistes caeruleus*)’, *Ibis*, 162(4), pp. 1146–1162. Available at: <https://doi.org/10.1111/ibi.12818>.
- Shonfield, J. and Bayne, E.M. (2017) ‘Autonomous recording units in avian ecological research: current use and future applications’, *Avian Conservation and Ecology*, 12(1), p. art14. Available at: <https://doi.org/10.5751/ACE-00974-120114>.
- Sugai, L.S.M. *et al.* (2019) ‘Terrestrial Passive Acoustic Monitoring: Review and Perspectives’, *BioScience*, 69(1), pp. 15–25. Available at: <https://doi.org/10.1093/biosci/biy147>.

- Thomas, R.J. *et al.* (2002) 'Eye size in birds and the timing of song at dawn', *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1493), pp. 831–837. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1941>.
- Vítek, J. *et al.* (2020) *Králický Sněžník: nejvyšší pohoří Pardubického kraje*.
- Wikelski, M. *et al.* (2008) 'Avian circannual clocks: adaptive significance and possible involvement of energy turnover in their proximate control', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1490), pp. 411–423. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2147>.
- Wood, C.M. *et al.* (2022) 'The machine learning–powered BirdNET App reduces barriers to global bird research by enabling citizen science participation', *PLOS Biology*, 20(6), p. e3001670. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001670>.
- Wood, C.M. and Kahl, S. (2024) 'Guidelines for appropriate use of BirdNET scores and other detector outputs', *Journal of Ornithology* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02144-5>.
- Yu, K. *et al.* (2018) 'Melatonin Regulates the Synthesis of Steroid Hormones on Male Reproduction: A Review', *Molecules*, 23(2), p. 447. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules23020447>.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Sezónní průběh zpěvní aktivity vybraných druhů pěvců.....	12
Obrázek 2: Průměrný nástup zpěvu za svítání v průběhu hnízdní sezóny.....	14
Obrázek 3: Průměrný čas prvního zpěvu u pěti evropských druhů ptáků v oblastech s umělým osvětlením.....	15
Obrázek 4: Sezónní změny v začátku a konci aktivity sameců a samic sýkory modřinky.....	16
Obrázek 5: Vliv různých faktorů na jistotu určení u softwaru BirdNET.....	17
Obrázek 6: Mapa rozmístění záznamníků.....	20
Obrázek 7: Umístování záznamníků.....	21
Obrázek 8: Vizualizace ptačích hlasů do podoby spektrogramu v programu Raven Lite 2.0.....	22
Obrázek 9: Srovnání počtu detekcí určených systémem BirdNET a datasetu ověřená data....	25
Obrázek 10: Srovnání počtu druhů určených systémem BirdNET a datasetu ověřená data.....	26
Obrázek 11: Počet druhů a jejich kategorie na jednotlivých lokalitách.....	27
Obrázek 12: Počet druhů na jednotlivých lokalitách v průběhu sezóny.....	27
Obrázek 13: Počet druhů na lokalitách v prvních a posledních čtyřech týdnech sezóny.....	28
Obrázek 14: Přítomnost ptačích druhů na lokalitách v čase postupující sezóny.....	28
Obrázek 15: První zpěvy vybraných druhů ptáků na lokalitách v průběhu sezóny.....	30
Obrázek 16: Poslední zpěvy vybraných druhů ptáků na lokalitách v průběhu sezóny.....	31
Obrázek 17: Srovnání délky ptačího dne na jednotlivých lokalitách.....	32
Obrázek 18: Začátek a konec hlasové aktivity vybraných druhů u lokalit s naměřenými hodnotami intenzity osvětlení.....	33
Obrázek 19: Ukázka map výskytu běžného a vzácného druhu.....	36

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Seznam druhů pro BirdNET.....	55
Příloha 2: Přehled jednotlivých druhů na lokalitách.....	56
Příloha 3: Tabulka s údaji o jednotlivých záznamnících.....	57
Příloha 4: Tabulka s nahranými a nenahranými dny.....	60
Příloha 5: Přehled časů východů a západů slunce pro oblast Králického Sněžníku.....	63
Příloha 6: Rozložení intenzity osvětlení během sezóny na jednotlivých lokalitách.....	65

Český název	Anglický název
jeřábek lesní	Hazel Grouse
včelojed lesní	(European) Honey Buzzard
káně lesní	Common Buzzard
krahujec obecný	(Eurasian) Sparrowhawk
jestřáb lesní	(Northern) Goshawk
poštolka obecná	(Common) Kestrel
ostříž lesní	(Eurasian) Hobby
sokol stěhovavý	Peregrine Falcon
sluka lesní	(Eurasian) Woodcock
holub skalní	Rock Dove
holub doupňák	Stock Dove
holub hřivnáč	(Common) Wood Pigeon
kukačka obecná	(Common) Cuckoo
výr velký	(Eurasian) Eagle Owl
puštík bělavý	Ural Owl
sýc rousný	Tengmalm's Owl
kulíšek nejmenší	(Eurasian) Pygmy Owl
kalous ušatý	Long-eared Owl
puštík obecný	Tawny Owl
lelek lesní	(European) Nightjar
datel černý	Black Woodpecker
žluna zelená	(European) Green Woodpecker
žluna šedá	Grey-headed Woodpecker
strakapoud velký	Great Spotted Woodpecker
strakapoud prostřední	Middle Spotted Woodpecker
strakapoud bělohřbetý	White-backed Woodpecker
datlík tříprstý	Three-toed Woodpecker
strakapoud malý	Lesser Spotted Woodpecker
krutihlav obecný	(Eurasian) Wryneck
skřivan lesní	Woodlark
linduška horská	Water Pipit
linduška lesní	Tree Pipit
linduška luční	Meadow Pipit
konipas bílý	White/Pied Wagtail
konipas horský	Grey Wagtail

skorec vodní	(White-throated) Dipper
pěvuška modrá	Dunnock
červenka obecná	(Eurasian) Robin
slavík obecný	(Common) Nightingale
rehek zahradní	(Common) Redstart
rehek domácí	Black Redstart
bělořit šedý	(Northern) Wheatear
bramborníček černohlavý	(Common) Stonechat
drozd zpěvný	Song Thrush
drozd brávník	Mistle Thrush
drozd kvíčala	Fieldfare
kos černý	(Common) Blackbird
kos horský	Ring Ouzel
pěnice slavíková	Garden Warbler
pěnice černohlavá	Blackcap
pěnice pokřovní	Lesser Whitethroat
pěnice hnědokřídla	(Common) Whitethroat
cvrčilka zelená	(Common) Grasshopper Warbler
sedmihlásek hajní	Icterine Warbler
budníček větší	Willow Warbler
budníček lesní	Wood Warbler
budníček menší	(Common) Chiffchaff
budníček zelený	Greenish Warbler
králíček obecný	Goldcrest
králíček ohnivý	Firecrest
střízlík obecný	(Winter) Wren
lejsek šedý	Spotted Flycatcher
lejsek malý	Red-breasted Flycatcher
lejsek černohlavý	Pied Flycatcher
sýkora koňadra	Great Tit
sýkora uhelníček	Coat Tit
sýkora modřinka	(European) Blue Tit
sýkora parukářka	Crested Tit
sýkora babka	Marsh Tit
sýkora lužní	Willow Tit
mlynařík dlouhoocasý	Long-tailed Tit
brhlík lesní	(Eurasian) Nuthatch

šoupálek dlouhoprstý	(Eurasian) Treecreeper
straka obecná	(Common) Magpie
sojka obecná	(Eurasian) Jay
ořešník kropenatý	(Spotted) Nutcracker
kavka obecná	(Western) Jackdaw
krkavec velký	(Common) Raven
vrabec domácí	House Sparrow
vrabec polní	(Eurasian) Tree Sparrow
pěnkava obecná	(Common) Chaffinch
pěnkava jikavec	Brambling
čečetka zimní	(Common) Redpoll
stehlík obecný	(European) Goldfinch
zvonek zelený	(European) Greenfinch
čížek lesní	(Eurasian) Siskin
zvonohlík zahradní	(European) Serin
hýl obecný	(Eurasian) Bullfinch
dlask tlustozobý	Hawfinch
křivka obecná	Common Crossbill
hýl rudý	Common Rosefinch

Příloha 1: Seznam druhů pro BirdNET.

↓Druh Záznamník→	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	počet lokalit	kategorie
brhlík lesní	A	A	A	A	A	N	N	A	N	A	N	N	A	N	N	N	A	A	10	generalista
budníček lesní	N	N	N	N	NZ	N	N	NZ	N	A	N	N	N	N	N	N	M	N	1	biotop
budníček menší	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	16	generalista
budníček větší	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	A	N	N	NZ	NZ	A	2	biotop
datel černý	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
datlík tříprstý	N	N	N	A	NZ	M	A	N	N	N	NZ	N	N	NZ	NZ	NZ	N	NZ	2	vzácný
dlask tlustozobý	A	A	A	A	A	A	NZ	NZ	NZ	A	NZ	A	N	NZ	A	N	A	NZ	10	nomád
drozd brávník	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	NZ	A	A	A	A	A	17	generalista
drozd kvíčala	M	NZ	NZ	N	NZ	NZ	N	NZ	A	NZ	NZ	NZ	N	NZ	N	NZ	N	NZ	1	nehnízdí
drozd zpěvný	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
holub doupříak	M	N	NZ	N	NZ	NZ	A	A	NZ	A	N	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	3	biotop
holub hřivnác	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
hýl obecný	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	16	nomád
jeřábek lesní	N	NZ	N	N	NZ	A	A	NZ	NZ	A	NZ	NZ	A	NZ	NZ	NZ	A	NZ	5	vzácný
kalous ušatý	N	N	N	A	NZ	N	N	N	N	N	N	NZ	N	N	NZ	N	NZ	N	1	vzácný
konipas horský	N	N	N	N	N	N	N	N	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	1	biotop
kos černý	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	17	generalista
kos horský	NZ	NZ	N	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	A	A	A	3	vzácný
krahujec obecný	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	M	0	vzácný
krkavec velký	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	nomád
králíček obecný	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
králíček ohnivý	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
kukačka obecná	N	N	A	A	N	A	A	N	N	A	NZ	N	A	A	A	A	A	A	11	generalista
kulíšek nejmenší	A	NZ	A	A	N	A	A	A	N	A	N	A	NZ	N	NZ	N	A	N	9	generalista
káně lesní	A	A	A	A	N	A	A	A	N	A	A	A	A	A	N	N	M	A	13	generalista
křivka obecná	N	A	M	A	A	A	A	A	A	A	NZ	NZ	N	A	A	A	A	A	13	nomád
mlynařík dlouhoocasý	NZ	NZ	NZ	N	N	NZ	NZ	NZ	NZ	A	N	N	NZ	NZ	N	NZ	NZ	N	1	generalista
ořešník kropenatý	N	M	NZ	A	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	A	NZ	NZ	N	A	A	NZ	A	A	6	vzácný
puštík obecný	A	N	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	6	vzácný
pěnice hnědokřídla	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	N	N	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	N	A	A	N	2	biotop
pěnice černohlavá	A	A	A	A	A	A	A	A	NZ	A	NZ	A	A	A	A	A	A	A	15	generalista
pěnkava jikavec	A	NZ	N	A	NZ	A	A	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	A	NZ	5	nehnízdí	
pěnkava obecná	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
pěvuška modrá	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	17	generalista
rehek zahradní	M	N	N	A	N	N	N	N	NZ	NZ	N	N	N	N	N	A	N	N	2	biotop
skorec vodní	NZ	NZ	A	NZ	N	NZ	NZ	N	A	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	2	biotop
sluka lesní	A	A	A	A	NZ	A	A	NZ	NZ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	15	generalista
sojka obecná	A	A	A	A	NZ	A	A	A	NZ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	16	generalista
sokol stěhovavý	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	A	N	NZ	1	vzácný
straka obecná	NZ	NZ	A	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	N	NZ	1	nehnízdí
strakapoud malý	M	NZ	NZ	A	NZ	M	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	1	vzácný
strakapoud velký	A	A	A	A	N	A	M	N	NZ	A	N	N	N	N	N	A	N	N	7	generalista
střízlík obecný	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	17	generalista
sýc rousný	M	M	M	A	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	N	N	NZ	N	NZ	A	A	NZ	3	vzácný
sýkora babka	NZ	N	A	M	NZ	N	N	N	N	A	N	M	M	N	NZ	N	N	N	2	generalista
sýkora koňadra	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	N	N	A	N	N	N	9	generalista
sýkora lužní	NZ	NZ	A	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	N	A	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	2	biotop
sýkora modřinka	A	A	NZ	N	NZ	N	N	N	NZ	A	M	A	A	A	N	A	N	N	7	generalista
sýkora parukářka	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
sýkora uhelníček	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
výr velký	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0	vzácný
zvonek zelený	NZ	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	N	N	N	N	0	nehnízdí
červenka obecná	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	18	generalista
čížek lesní	A	A	A	A	A	A	A	A	NZ	A	A	A	NZ	A	A	A	A	A	16	nomád
šoupálek dlouhoprstý	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	17	generalista
žluna šedá	A	NZ	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	A	NZ	NZ	N	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	2	vzácný

Příloha 2: Přehled jednotlivých druhů na lokalitách. „A“ značí, že druh byl na lokalitě potvrzen. „N“ označuje druh, který se na lokalitě nepotvrdil. „NZ“ znamená chybějící záznam a „M“ říká, že pravděpodobně hlas patřil danému druhu, ale není to se 100% jistotou.

Lokalita	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška (m n. m.)	Orientace svahu	Druh porostu	Zakmenění	Etáživost
01	50.15107	16.80514	774	VJV	C1 – čistý smrk	9	1
02	50.15557	16.80891	775	VJV	D1P6 – dominantní smrk, příměs buk/javor/třešeň	10	1
03	50.16054	16.81168	793	VSV	M1Z6 – majoritní smrk, základní buk/javor/třešeň	9	1
04	50.15754	16.80069	928	VJV	C1 – čistý smrk	10	2
05	50.17273	16.81282	915	SSV	C1P6 - čistý smrk, příměs buk/javor/třešeň	9	1
06	50.1746	16.80352	1045	VSV	C1 – čistý smrk	9	1
07	50.1789	16.80957	1075	JJZ	C1 – čistý smrk	10	1
08	50.19578	16.83219	1083	JJV	D1P6 - dominantní smrk, příměs buk/javor/třešeň	10	3
09	50.18848	16.83222	931	VSV	C1 – čistý smrk	9	1
10	50.15719	16.81999	784	Z	D1P4P6 - dominantní smrk, příměs modřín a buk/javor/třešeň	9	1
11	50.16472	16.82092	765	Z	C1 – čistý smrk	10	1
12	50.16964	16.82414	788	Z	C1 – čistý smrk	10	1
13	50.16067	16.83128	903	S	D1P9x - dominantní smrk, příměs ostatní listnáč	10	1
14	50.16706	16.83311	960	Z	D1P9x - dominantní smrk, příměs ostatní listnáč	10	1
15	50.17023	16.83886	966	SSZ	C1 – čistý smrk	10	1
16	50.17983	16.84707	1063	VSV	C1 – čistý smrk	9	1
17	50.17785	16.84258	1103	ZSZ	C1 – čistý smrk	9	1
18	50.16824	16.84339	1108	SSV	C1 – čistý smrk	8	1

Příloha 3: Tabulka s údaji o jednotlivých záznamnících. Jsou zde uvedeny GPS souřadnice, nadmořská výška, orientace svahu a informace týkající se okolního porostu.

datum	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	den
20220225	0	2	0	4,5	4,5	4,5	4,5	3,6	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pátek
20220226	4,5	4,5	4,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4,5	4,5	4,5	0	0	0	0	0	0	sobota
20220227	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0,1	0	4,5	4,5	4,5	4,5	neděle
počet dní>4	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	1	1	
průměr	4,67	5,33	4,67	7,83	7,83	7,83	7,83	7,53	7,43	4,67	4,67	4,67	0,03	0	1,5	1,5	1,5	1,9	
20220228	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	0	9,5	9,5	9,5	9,5	pondělí
20220301	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	0	9,5	9,5	9,5	9,5	úterý
20220302	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	0	9,5	9,5	9,5	9,5	středa
20220303	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	4,5	9,5	9,5	9,5	9,5	čtvrtek
20220304	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	pátek
20220305	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	sobota
20220306	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	neděle
počet dní>4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	4	7	7	7	7	
průměr	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	4,5	9,5	9,5	9,5	9,5	
20220307	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	pondělí
20220308	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	úterý
20220309	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	středa
20220310	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	čtvrtek
20220311	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	pátek
20220312	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	sobota
20220313	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	8,4	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	neděle
počet dní>4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	
průměr	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,34	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	
20220314	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	5,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	pondělí
20220315	9,5	9,5	9,5	9,5	7	5,4	5,8	9,5	8,6	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9,5	úterý
20220316	9,5	9,5	9,5	4,6	0	3,3	0,8	5,7	3,5	9,5	9,5	9,5	0	9	9,5	9,5	9,5	9	středa
20220317	8	5,9	7,4	2,8	0	3,1	0,6	2,8	2,6	7,3	5,6	5,6	0	9	9,5	9,5	9,5	2,7	čtvrtek
20220318	1,1	1,5	1,8	1,4	0,4	2,3	0	1,7	1,9	1,7	1,6	1,6	0	9	8,3	4,5	3	1,7	pátek
20220319	4,5	4,5	4,7	4,8	4,5	5,2	4,5	3,8	4	0,1	0,8	1	0	9	1	1,7	0	1,7	sobota
20220320	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	4,5	4,6	4,5	0	9	0	1,4	0	0,5	neděle
počet dní>4	6	6	6	5	4	4	4	4	3	5	5	5	0	7	5	5	4	3	
průměr	7,33	7,09	7,37	5,97	4,37	4,86	4,34	6,03	5,61	6,01	5,87	5,89	0	9	6,76	6,51	5,86	4,94	
20220321	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	4,5	9	0	1,2	0	0,6	pondělí
20220322	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	4,5	5	4,5	4,9	úterý
20220323	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	středa
20220324	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	čtvrtek
20220325	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	pátek
20220326	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	sobota
20220327	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	neděle
počet dní>4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	
průměr	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	8,53	9,17	7,21	7,46	7,21	7,36	
20220328	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	pondělí
20220329	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	úterý
20220330	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	středa
20220331	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	čtvrtek
20220401	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	pátek
20220402	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	sobota
20220403	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	neděle
počet dní>4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
průměr	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	
20220404	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	pondělí
20220405	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	úterý
20220406	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	středa
20220407	9,2	9,2	8,7	9,2	9,2	8,1	9,2	9,2	9,2	5,7	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	čtvrtek
20220408	2,1	1,7	0	1,5	0,4	1,2	1	3,8	2,2	0,5	9,2	7,7	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	pátek
20220409	0,3	0,3	0	0,6	0,3	0,4	0	0,8	0,5	0,1	4,6	0,4	8	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	sobota
20220410	4,3	4,5	3,9	0	0	0,2	0	0	0,4	4,5	4,7	4,8	2,1	4,7	8,2	9,2	9,2	8,2	neděle
počet dní>4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	7	6	6	7	7	7	7	7	
průměr	6,21	6,19	5,74	5,56	5,36	5,36	5,4	5,91	5,7	5,49	7,9	7,1	8,01	8,56	9,06	9,2	9,2	9,06	
20220411	7,9	7,9	7,9	0	0	0,1	0	0	4,6	7,9	7,9	7,9	4,9	0	3,6	5,9	3	1	pondělí
20220412	7,9	7,9	7,9	0	0	0,2	0	0,2	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	5	4,5	4,5	4,5	úterý
20220413	7,9	7,9	7,9	0	0	0,3	0	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	středa

20220414	7,9	7,9	7,9	0	0	0,1	0	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	čtvrtek
20220415	7,9	7,9	7,9	4,5	4,5	0	4,5	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	pátek
20220416	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	4,5	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	sobota
20220417	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	neděle
počet dni >4	7	7	7	3	3	2	3	0	7	7	7	7	7	0	6	7	6	6	
	7,9	7,9	7,9	2,9	2,9	1,87	2,9	0,03	7,43	7,9	7,9	7,9	7,47	0	6,87	7,13	6,71	6,43	
20220418	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	pondělí
20220419	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	úterý
20220420	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	středa
20220421	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	čtvrtek
20220422	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	pátek
20220423	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	sobota
20220424	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	neděle
počet dni >4	7	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	0	7	7	7	7	
	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	
20220425	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	pondělí
20220426	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	úterý
20220427	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	středa
20220428	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	čtvrtek
20220429	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0	7,9	7,9	7,9	7,9	pátek
20220430	7,8	7,8	7,8	7,8	3,3	7,9	7,9	0	7,9	7,8	3,3	7,8	7,8	0	7,8	7,9	7,9	7,9	sobota
20220501	9	9	9	9	0	7,8	7,8	4,5	7,8	9	0	9	9	0	9	7,9	7,9	7,9	neděle
počet dni >4	7	7	7	7	5	7	7	1	7	7	5	7	7	0	7	7	7	7	
	8,04	8,04	8,04	8,04	6,11	7,89	7,89	0,64	7,89	8,04	6,11	8,04	8,04	0	8,04	7,9	7,9	7,9	
20220502	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	7,8	7,8	7,8	pondělí
20220503	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	úterý
20220504	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	středa
20220505	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	čtvrtek
20220506	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	pátek
20220507	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	sobota
20220508	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	neděle
počet dni >4	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	0	7	7	0	7	7	7	7	
	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	7,97	7,97	7,97	
20220509	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	pondělí
20220510	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	úterý
20220511	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	středa
20220512	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	čtvrtek
20220513	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	pátek
20220514	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	sobota
20220515	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	neděle
počet dni >4	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	0	7	7	0	7	7	7	7	
	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	
20220516	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	pondělí
20220517	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	úterý
20220518	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	9	8	8	8	středa
20220519	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	0	8,5	9	0	9	8	8	8	čtvrtek
20220520	6,5	6,7	7,5	4,4	0	9	9	9	8	5,5	0	1	5,5	0	8,5	8	8	8	pátek
20220521	0,4	0,1	0	0,2	0	4,9	2,5	8,9	7,4	4,4	0	4,4	4,4	4,4	4,4	7,8	7,8	7,8	sobota
20220522	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,7	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	neděle
počet dni >4	6	6	6	6	1	7	5	7	7	7	0	6	7	2	7	7	7	7	
	6,76	6,74	6,84	6,43	0,63	7,8	6,79	8,93	8,57	7,79	0	7,07	7,79	1,86	8,21	8,06	8,06	8,06	
20220523	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	pondělí
20220524	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	úterý
20220525	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	středa
20220526	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	čtvrtek
20220527	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	pátek
20220528	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	sobota
20220529	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	neděle
počet dni >4	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	7	
	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	
20220530	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	pondělí
20220531	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	úterý
20220601	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	středa

20220602	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	čtvrtěk
20220603	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	pátek
20220604	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	sobota
20220605	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	neděle
počet dní>4	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	7	
	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	
20220606	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	ponděli
20220607	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	úterý
20220608	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	středa
20220609	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	čtvrtěk
20220610	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0	8,6	6,3	7,6	0	7,6	8,6	7,6	8,6	8,6	8,6	8,6	pátek
20220611	8,6	4,3	8,6	8,6	8,6	7,6	0	8,3	4	1	4	5	7,8	7	8,3	7,3	7,3	6,4	sobota
20220612	7,3	0	6,3	5,3	5,6	0,8	0	8,1	8,1	0,5	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	0	0	1	neděle
počet dní>4	7	6	7	7	7	6	0	7	6	5	1	7	7	7	7	6	6	6	
	8,41	6,76	8,27	8,13	8,17	7,34	0	8,49	7,54	6,21	1,73	7,87	8,41	8,16	8,49	7,19	7,19	7,2	
20220613	4	4	4	0	0,7	0,1	0	8,1	8,1	4	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	0	0	0	ponděli
20220614	8,1	0	8,1	4	4	4	4	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	4	4	4	úterý
20220615	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	středa
20220616	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	čtvrtěk
20220617	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	pátek
20220618	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	sobota
20220619	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	neděle
počet dní>4	6	0	6	5	5	5	5	7	7	6	7	7	7	7	7	5	5	5	
	7,51	0,57	7,51	6,36	6,46	6,37	6,36	8,1	8,1	7,51	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	6,36	6,36	6,36	
20220620	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	ponděli
20220621	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	úterý
20220622	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	středa
20220623	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	čtvrtěk
20220624	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	pátek
20220625	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	sobota
20220626	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	neděle
počet dní>4	7	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	
20220627	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	ponděli
20220628	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	úterý
20220629	8,1	0	8,1	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	středa
20220630	8,1	0	8,1	8,1	0	8,1	8,1	8,1	8,1	4,8	6	5,9	8,1	8,1	5	8,1	8,1	8,1	čtvrtěk
20220701	4,1	0	4,1	8,1	0	8,1	8,1	8,1	4,1	0	0	0	8,1	7,1	0	8,1	8,1	8,1	pátek
20220702	0	0	0	8,1	0	8,1	8,1	8,1	0	0	0	0	8,1	0	0	8,1	8,1	8,1	
20220703	0	0	0	8,1	0	8,1	8,1	8,1	0	0	0	0	6,8	0	0	8,1	8,1	8,1	
počet dní>4	5	0	5	7	2	7	7	7	5	4	4	4	7	5	4	7	7	7	
	5,21	0	5,21	8,1	2,31	8,1	8,1	8,1	5,21	4,16	4,33	4,31	7,91	5,64	4,19	8,1	8,1	8,1	

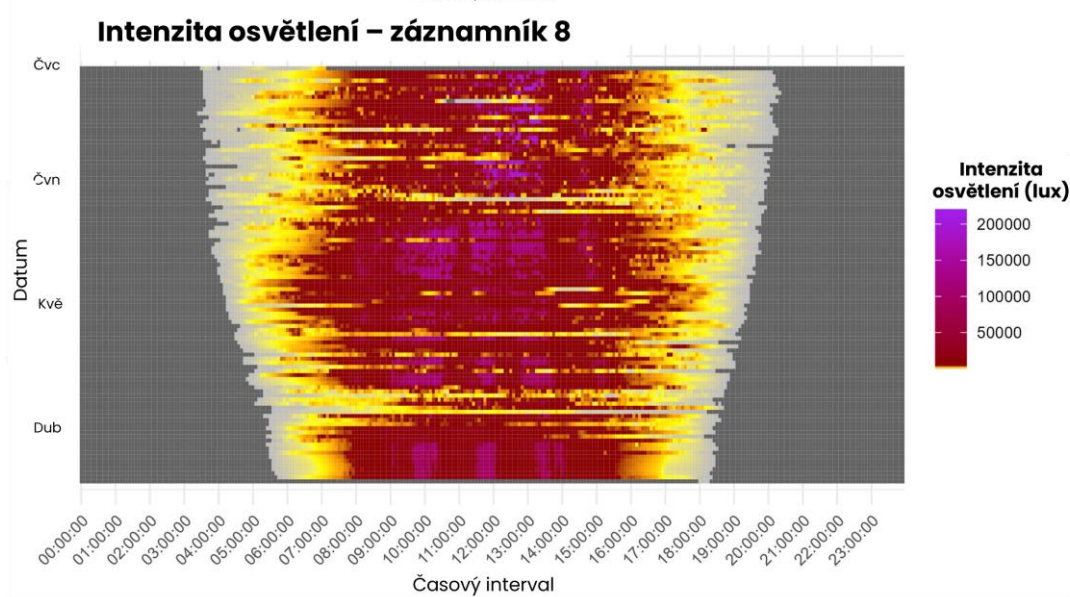
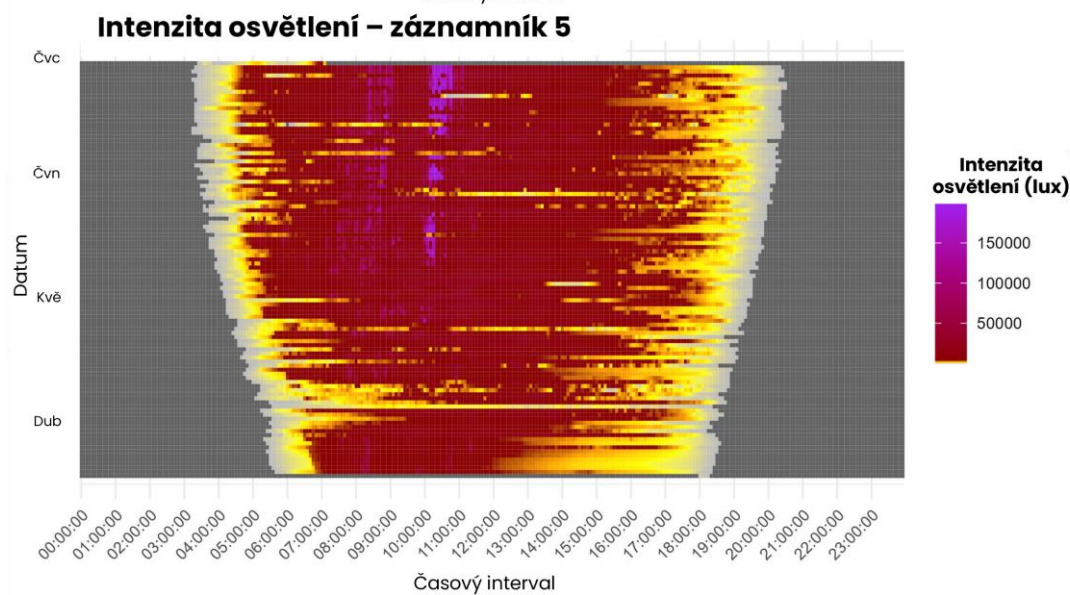
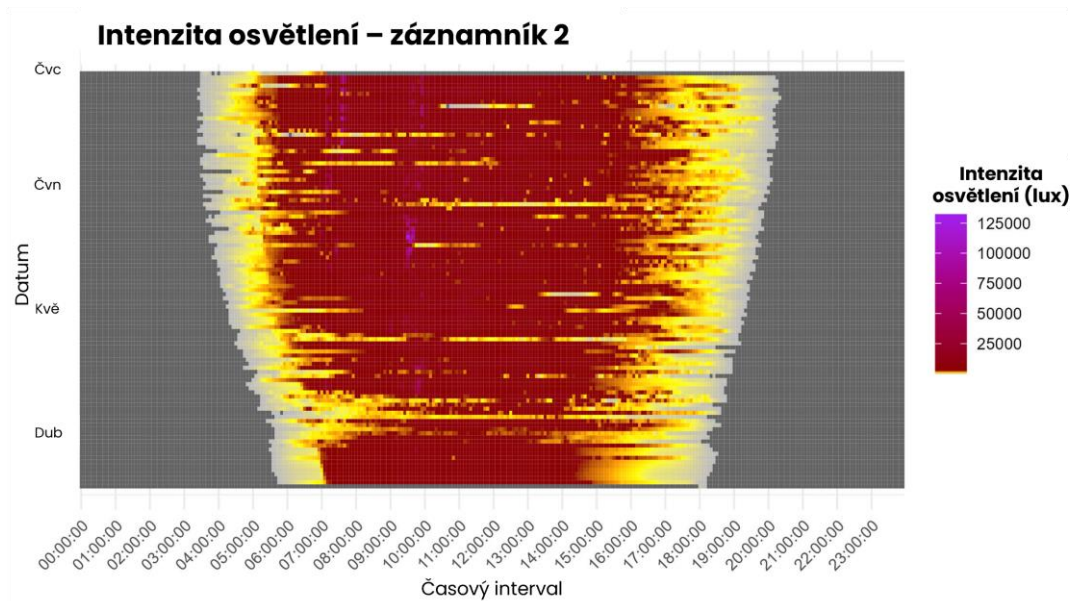
Příloha 4: Tabulka s nahranými a nenahranými dny. Je zde mimo jiné vidět také počet nahraných hodin a týdenní průměry.

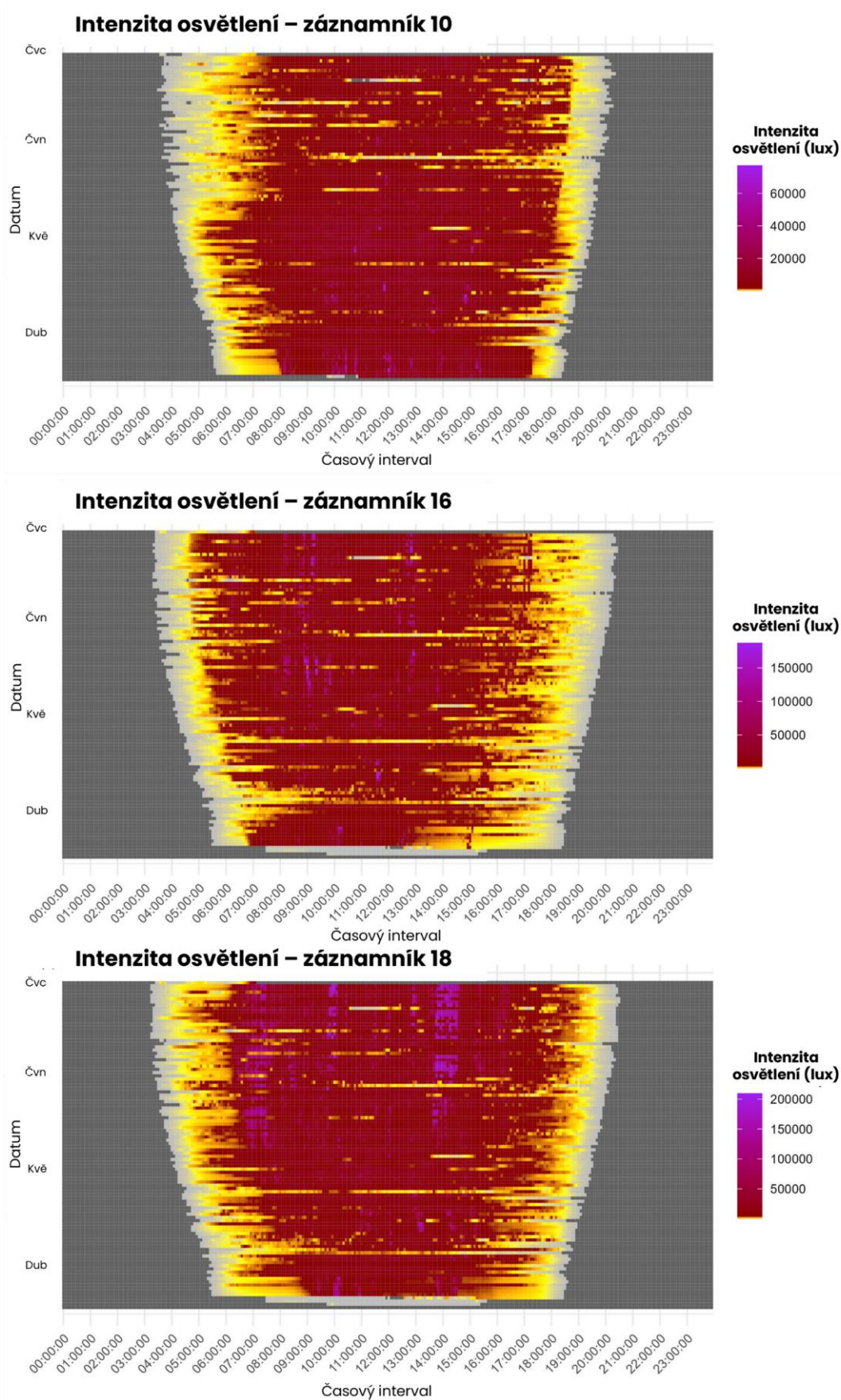
Záznamník	Datum	Východ Slunce (UTC)	Západ Slunce (UTC)
01	2026-02-28	5:34	16:00
01	2026-03-01	5:32	16:02
01	2026-03-02	5:30	16:04
01	2026-03-03	5:28	16:06
01	2026-03-04	5:26	16:08
01	2026-03-05	5:24	16:10
01	2026-03-06	5:22	16:12
01	2026-03-07	5:20	16:14
01	2026-03-08	5:18	16:16
01	2026-03-09	5:16	16:18
01	2026-03-10	5:14	16:20
01	2026-03-11	5:12	16:22
01	2026-03-12	5:10	16:24
01	2026-03-13	5:08	16:26
01	2026-03-14	5:06	16:28
01	2026-03-15	5:04	16:30
01	2026-03-16	5:02	16:32
01	2026-03-17	5:00	16:34
01	2026-03-18	4:58	16:36
01	2026-03-19	4:56	16:38
01	2026-03-20	4:54	16:40
01	2026-03-21	4:52	16:42
01	2026-03-22	4:50	16:44
01	2026-03-23	4:48	16:46
01	2026-03-24	4:46	16:48
01	2026-03-25	4:44	16:50
01	2026-03-26	4:42	16:52
01	2026-03-27	4:40	16:54
01	2026-03-28	4:38	16:56
01	2026-03-29	4:36	16:58
01	2026-03-30	4:34	17:00
01	2026-03-31	4:32	17:02
01	2026-04-01	4:30	17:04
01	2026-04-02	4:28	17:06
01	2026-04-03	4:26	17:08
01	2026-04-04	4:24	17:10
01	2026-04-05	4:22	17:12
01	2026-04-06	4:20	17:14
01	2026-04-07	4:18	17:16
01	2026-04-08	4:16	17:18

01	2026-04-09	4:14	17:20
01	2026-04-10	4:12	17:22
01	2026-04-11	4:10	17:24
01	2026-04-12	4:08	17:26
01	2026-04-13	4:06	17:28
01	2026-04-14	4:04	17:30
01	2026-04-15	4:02	17:32
01	2026-04-16	4:00	17:34
01	2026-04-17	3:58	17:36
01	2026-04-18	3:56	17:38
01	2026-04-19	3:54	17:40
01	2026-04-20	3:52	17:42
01	2026-04-21	3:50	17:44
01	2026-04-22	3:48	17:46
01	2026-04-23	3:46	17:48
01	2026-04-24	3:44	17:50
01	2026-04-25	3:42	17:52
01	2026-04-26	3:40	17:54
01	2026-04-27	3:38	17:56
01	2026-04-28	3:36	17:58
01	2026-04-29	3:34	18:00
01	2026-04-30	3:32	18:02
01	2026-05-01	3:30	18:04
01	2026-05-02	3:28	18:06
01	2026-05-03	3:26	18:08
01	2026-05-04	3:24	18:10
01	2026-05-05	3:22	18:12
01	2026-05-06	3:20	18:14
01	2026-05-07	3:18	18:16
01	2026-05-08	3:16	18:18
01	2026-05-09	3:14	18:20
01	2026-05-10	3:12	18:22
01	2026-05-11	3:10	18:24
01	2026-05-12	3:08	18:26
01	2026-05-13	3:06	18:28
01	2026-05-14	3:04	18:30
01	2026-05-15	3:02	18:32
01	2026-05-16	3:00	18:34
01	2026-05-17	2:58	18:36
01	2026-05-18	2:56	18:38
01	2026-05-19	2:54	18:40
01	2026-05-20	2:52	18:42
01	2026-05-21	2:50	18:44

01	2026-05-22	2:48	18:46
01	2026-05-23	2:46	18:48
01	2026-05-24	2:44	18:50
01	2026-05-25	2:42	18:52
01	2026-05-26	2:40	18:54
01	2026-05-27	2:38	18:56
01	2026-05-28	2:36	18:58
01	2026-05-29	2:34	19:00
01	2026-05-30	2:32	19:02
01	2026-05-31	2:30	19:04
01	2026-06-01	2:28	19:06
01	2026-06-02	2:26	19:08
01	2026-06-03	2:24	19:10
01	2026-06-04	2:22	19:12
01	2026-06-05	2:20	19:14
01	2026-06-06	2:20	19:14
01	2026-06-07	2:18	19:16
01	2026-06-08	2:16	19:18
01	2026-06-09	2:14	19:20
01	2026-06-10	2:12	19:22
01	2026-06-11	2:10	19:24
01	2026-06-12	2:08	19:26
01	2026-06-13	2:06	19:28
01	2026-06-14	2:04	19:30
01	2026-06-15	2:02	19:32
01	2026-06-16	2:00	19:34
01	2026-06-17	1:58	19:36
01	2026-06-18	1:56	19:38
01	2026-06-19	1:54	19:40
01	2026-06-20	1:52	19:42
01	2026-06-21	1:50	19:44
01	2026-06-22	1:48	19:46
01	2026-06-23	1:46	19:48
01	2026-06-24	1:44	19:50
01	2026-06-25	1:42	19:52
01	2026-06-26	1:40	19:54
01	2026-06-27	1:38	19:56
01	2026-06-28	1:36	19:58
01	2026-06-29	1:34	20:00
01	2026-06-30	1:32	20:02

Příloha 5: Přehled časů východu a západu slunce pro oblast Králického Sněžníku.





Příloha 6: Rozložení intenzity osvětlení během sezóny na jednotlivých lokalitách.