

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

VÝZNAM NARUŠOVANÉHO PROSTŘEDÍ POD VEDENÍM VYSOKÉHO NAPĚTÍ PRO LOKÁLNÍ DRUHOVOU DIVERZITU A POČETNOST PTÁKŮ

Jakub Hrouda

Brno 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST 2019/2020

Obor 8 – Ochrana a tvorba životního prostředí

VÝZNAM NARUŠOVANÉHO PROSTŘEDÍ POD VEDENÍM VYSOKÉHO NAPĚTÍ PRO LOKÁLNÍ DRUHOVOU DIVERZITU A POČETNOST PTÁKŮ

Autor

Jakub Hrouda

Gymnázium Brno-Řečkovice, příspěvková organizace

Terezy Novákové 2, 621 00 Brno

Konzultant práce

Mgr. Vojtěch Brlík

Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR

Květná 8, 603 65 Brno

Interní konzultant

Mgr. Lenka Bučková

Gymnázium Brno-Řečkovice, příspěvková organizace

Terezy Novákové 2, 621 00 Brno

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením konzultanta práce a že jsem uvedl všechny literární i internetové prameny a publikace, ze kterých při své práci čerpal.

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) v platném znění.

.....
5. února 2020

Abstrakt

V posledních staletích docházelo vlivem lidské činnosti k výrazným proměnám přírody a krajiny. Lidé vytvořili mnoho nových krajinných prvků, které mají na krajinu a biodiverzitu pozitivní i negativní dopady. Jedním z takových krajinných prvků jsou i linky vedení vysokého elektrického napětí, pod kterými musí být v lesním prostředí udržován pás nízké vegetace. Předchozí výzkumy sledující vliv vedení vysokého napětí v otevřené krajině na ptáky či jiné živočichy naznačují, že i tyto průseky procházející lesním prostředím by mohly být atraktivní právě pro ptáky.

V této práci jsem se zaměřil na význam přítomnosti pravidelně narušovaného prostředí pod vedením vysokého napětí v lese na ptačí společenstva. Během sčítání v průběhu hnízdních období let 2018 a 2019 jsem navštívil celkem 29 lokalit, přičemž u každé lokality jsem metodou liniového transektu zjistil počet přítomných druhů a jedinců pod elektrickým vedením a v okolním lesním prostředí. Na každé lokalitě jsem z důvodu odlišené doby aktivity různých druhů sčítal ptáky ve dvou termínech.

Celkem jsem pozoroval 1864 jedinců 39 druhů ptáků. Průměrně bylo v dřívějším termínu na linii pod elektrickým vedením 7,7 druhů a v pozdějším termínu 6,8 druhů, které se ani jednou nevyskytly na kontrolní linii v lese. Průměrně bylo na linii pod vedením o 3,2 druhů více. V prvním termínu bylo v průměru na linii pod vedením o 9,4 jedinců více než na lesní linii, v druhém termínu bylo pod dráty o 7,6 jedinců více než v lese. Z výsledků této práce nevyplývá žádná souvislost mezi mírou vzrůstu vegetace pod vedením a počtem pozorovaných druhů či jedinců v tomto prostředí. Druhy, které se nejčastěji vyskytovaly pouze na linii pod elektrickým vedením, byly pěnice pokřovní (*Sylvia curruca*), vrabec polní (*Passer montanus*) a sýkora koňadra (*Parus major*). Výsledky práce poukazují na potenciál pravidelně narušované vegetace pod vedením vysokého napětí pro ptačí společenstva.

Klíčová slova

antropogenní krajinný prvek; disturbance; jižní Morava; lesní prostředí; ptactvo; sčítání; vedení vysokého napětí;

Abstract

Human activities have significantly affected nature and landscape in past centuries. People created various landscape elements that could have either positive or negative effects on animal biodiversity. One of numerous anthropogenic landscape elements are high-voltage power lines with a low vegetation regularly maintained below both pylons and wires, especially in forest environments. Previous studies on the impacts of power line presence on animal assemblages in open landscape suggest a potential attractivity of these disturbed habitats for birds.

In this work, I focused on the importance of disturbed habitats under the power lines in the forest environments for birds. Therefore, I counted birds on line transect under the power lines and in surrounding forest environment at 29 study sites in 2018 and 2019. At each study site, I have counted birds in two terms in order to account for temporal differences in activity patterns.

In total, I observed 1864 individuals of 39 bird species. There were on average 7.7 species in the first term and 6.8 species in the second term counted only under the power lines and not detected in the forest environment. Moreover, there were on average 3.2 species more than on the control line in surrounding forest. I also counted on average 9.4 and 7.6 more individuals under the power lines during the first and second term, respectively. Interestingly, I did not find relationships between the degree of vegetation growth and the number of observed species or individuals. The species most commonly found only under the power lines were Lesser Whitethroat (*Sylvia curruca*), Eurasian Tree Sparrow (*Passer montanus*) and Great Tit (*Parus major*). The study results suggest an overlooked potential of disturbed vegetation under the power lines for bird assemblages.

Keywords

anthropogenic landscape element; birds; census; disturbance; forest environment; power lines; south Moravia

Poděkování

Rád bych poděkoval zejména vedoucímu mé odborné činnosti, Mgr. Vojtěchu Brlíkovi za všechnu pomoc a trpělivost jak při sběru dat, tak i při samotném psaní práce. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Lence Bučkové za rady o formálních náležitostech textu. Děkuji také Mgr. Petru Hroudovi, Ph.D. za cenné připomínky v průběhu psaní práce a také dalším členům mé rodiny za podporu a ochotu při tvorbě práce.

Obsah

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. Úvod..... | 7 |
| 2. Cíle práce | 9 |
| 3. Metodika | 10 |
| 3.1. Sběr dat | 10 |
| 3.2. Analýza dat | 13 |
| 4. Výsledky | 16 |
| 5. Diskuze | 21 |
| 6. Závěr | 25 |
| 7. Seznam použité literatury | 26 |
| 8. Seznam příloh | 30 |

1. Úvod

V posledních několika staletích dochází ke vzniku mnoha nových krajinných prvků antropogenního původu, které mohou mít vliv na výskyt různých druhů živočichů a rostlin (Antrop 1998). Dopady mnohých z těchto nových krajinných struktur na biodiverzitu jsou však obvykle neznámé. Často není jasné, zda přírodě tyto krajinné prvky více prospívají (např. vytvářením nových stanovišť), nebo škodí (např. ničí stanoviště některých druhů). Jedním z antropogenních krajinných prvků jsou i linie vedení vysokého napětí (VVN) protínající krajinu v dlouhých úsecích, které se díky vysoké a stále rostoucí spotřebě elektrické energie staly běžnou součástí naší krajiny. Pod liniemi elektrického vedení, které procházejí lesním prostředím, je na rozdíl od linií procházejících volnou krajinou, potřeba pravidelně udržovat nízký vzrůst vegetace.

Hlavním účelem stavby elektrického vedení je přenos elektrické energie na velké vzdálenosti. K rozvoji sítě elektrického vedení došlo zároveň s rostoucí produkcí elektrické energie na začátku 20. století – první VVN v ČR bylo vybudováno v roce 1913 a vedlo z Oslavanské elektrárny do Brna. Největší rozvoj sítě elektrického vedení proběhl ve 20. letech 20. století, kdy bylo budováno až 500 km elektrické sítě za rok (Galetka 2016). Elektrické vedení se dělí na vedení nízkého a vysokého napětí. Zásadní rozdíl mezi vedením vysokého napětí a daleko častějším vedením nízkého napětí je, že vodiče vysokého napětí nejsou obaleny izolační vrstvou. Absence izolace vodičů zvyšuje náchylnost vedení k poškození např. pádem stromů a zejména zvyšuje ztráty na vedeném proudu kvůli vznikajícímu vysokofrekvenčnímu šumu (Český 2012). Za účelem snížení těchto ztrát elektrické energie se pod linkami vysokého napětí pravidelně udržuje nízká vegetace (Procházka 2007). Povinnost udržovat nízkou vegetaci pod elektrickým vedením ukládá i zákon č. 458/2000 Sb.

Koridory pod vedením vysokého napětí jsou tedy v pravidelných intervalech vysekávány tak, aby rostoucí vegetace nezasahovala do elektrických drátů a nemohla tak způsobit poškození drátů (větve by mohly ve větru potřhat vedení) či zapříčinit zkrat (v dešti a při vyšší vzdušné vlhkosti mezi větvemi a vedením). V neposlední řadě zvyšuje vegetace rostoucí pod dráty působení koróny (Brůna 2016; Konečná a kol. 2017), tedy jevu, při kterém vzniká v okolí vedení slabý elektrický výboj a dochází tak k energetickým ztrátám. Pravidelné vysekávání vytváří dynamické prostředí, které může být atraktivní pro celou řadu živočichů. Některým živočichům může takto vzniklý prostor poskytovat například lepší potravní zdroje. V prostředí pod vedením vysokého napětí se mohou objevit

také druhy, které preferují zarůstající plochy a které se na lokalitách mohou udržet právě díky pravidelnému prosekávání a udržování plochy v zarůstajícím stavu. Více světla a prostoru pod vedením umožňuje růst jiných rostlin než v okolním lese (Elderagd a kol. 2018), který na území České republiky bývá většinou s dominantním zastoupením jednoho druhu stromu (ÚHÚL 2018).

Řada studií zkoumala vliv různých člověkem vytvářených krajinných prvků na společenstva živočichů. Výzkum přítomnosti silnic a zástavby na ptačí společenstva ukázal, že přítomnost těchto prvků má negativní vliv na počet druhů ptáků (Palomino a Carrascal 2007). Podle tohoto výzkumu bylo také menší množství druhů na stanovištích s velkou hustotou stromů (>20% plochy) a větší množství na stanovištích s méně stromy (<3% plochy). Například Šálek a Žmihorski (2018) ale zjistili pozitivní vliv přítomnosti výsypek hnoje na početnost a druhovou strukturu ptačích společenstev a ukázali, že jsou tato stanoviště ptáky značně vyhledávána.

Další studie ukazují pozitivní vliv přítomnosti vedení vysokého napětí na společenstva živočichů – průseky pod vedením pozitivně ovlivňují početnost a diverzitu motýlů (Berg a kol. 2013) či malých savců (Šálek a kol. 2020). Prokázán je také pozitivní vliv přítomnosti vedení ve volné krajině na druhovou diverzitu ptáků (D'Amico a kol. 2018; Tryjanowski a kol. 2014). Ve volné krajině se ale mezi prostorem pod VVN a okolím netvoří tak znatelné rozdíly jako v lesním prostředí, kde je prostor pod vedením od okolí velmi odlišný. Přesto vliv přítomnosti narušované vegetace pod vedením vysokého napětí na ptačí společenstva v zalesněné krajině dosud nikdo detailně nezkoumal. Pozitivní vliv těchto prostředí na společenstva živočichů však naznačují některé předchozí práce (Tryjanowski a kol. 2014; D'Amico a kol. 2018; Šálek a kol. 2020), výsledky kroužkovacích aktivit či některá nesystematická pozorování (Bubák 2010; Bodin 2011; Holm a Kerr 2016). Ptáci často dominují potravnímu řetězci a rychle reagují na změny prostředí, díky tomu jsou považováni za indikátory přírodní rozmanitosti (Vermouzek a kol. 2018). Sledování ptačích společenstev nám tedy může poskytnout cenné informace i o vlivu elektrického vedení na biodiverzitu a stav přírody v dané lokalitě. Ptáci jsou navíc vhodnými modelovými organismy díky snadné zjistitelnosti jejich výskytu – často výraznému zpěvu a zbarvení a denní aktivitě (Robbins 1981; Čapek a Kloubec 2012).

V této práci jsem se vzhledem k velkému množství vedení vysokého napětí v krajině a absenci studie, která by sledovala, jaký má pravidelné narušování vegetace pod elektrickým vedením v lesním prostředí vliv na ptačí společenstva, rozhodl na toto téma zaměřit.

2. Cíle práce

Na základě výsledků předchozích studií vlivu antropogenních krajinných prvků na ptačí společenstva formulují jako cíle práce tyto hlavní otázky:

1. Zvyšuje přítomnost narušovaného prostředí pod dráty vysokého napětí v lesním krajině lokální druhovou diverzitu a početnost ptáků?
2. Ovlivňuje druhovou diverzitu a početnost ptáků stupeň zarůstání plochy pod dráty vysokého napětí?
3. Jaké druhy se nejčastěji vyskytují pod dráty vysokého napětí a v okolním lese chybí?
4. Vytváří pravidelné narušování plochy pod dráty lepší podmínky pro přítomnost chráněných druhů a pro konkrétní řady ptáků?

3. Metodika

3.1. Sběr dat

Ptáky jsem sčítal metodou liniového transektu, při které jsou započítáváni všichni jedinci pozorovaní (vizuálně i akusticky) v průběhu pomalého procházení předem vybrané linie. Pro sčítání jsem vybral linie dlouhé 400 až 600 metrů vedoucí pod dráty velmi vysokého napětí procházející zalesněnou krajinou. Ke každé linii pod dráty jsem pro kontrolu a porovnání druhové početnosti vybral stejně dlouhou linii v lesním prostředí vedoucí rovnoběžně s linií pod dráty. Kontrolní linie byla od linie pod dráty vždy vzdálena 150–200 metrů. Vzdálenost kontrolní linie od linie pod dráty jsem zvolil tak, abych minimalizoval pravděpodobnost zaznamenání stejných jedinců na obou liniích a zároveň aby výsledky nebyly zkresleny příliš velkou vzdáleností kontrolní linie od linie pod dráty. V případě větší vzdálenosti sčítacích linií by se mohla lesní linie například nacházet v blízkosti okraje lesa, což by mohlo vést k ovlivnění zaznamenaných počtů ptáků.

Sčítání ptactva jsem prováděl během hnízdního období 2018 a 2019 při kontrolách téhož páru linií (pod dráty a kontrolní v lese) ve dvou termínech, aby do sčítání byly zahrnuty druhy aktivní v dřívějších jarních měsících i druhy aktivní v pozdějších jarních měsících (Kloubec a Čapek 2012). Mezi termíny byl v průměru 42denní odstup ($n = 29$, $SD = 11$ dní). Během roku 2018 jsem na jednotlivých lokalitách provedl první sčítání v době od 14. dubna do 13. května, druhé sčítání pak v době od 19. května do 16. června. V roce 2019 jsem pak první sčítání provedl v době od 16. března do 4. května, druhé sčítání pak v době od 11. května do 16. června. Ke sčítání jsem vybral 29 lokalit nacházejících se v severozápadní části Jihomoravského kraje spadajících do mapovacích kvadrantů 6564, 6662, 6664, 6763, 6764, 6765, 6766, 6846, 6864 a 6964 (Obr. 1; ČSO 2017). Linie elektrického vedení, pod kterými jsem ptáky sčítal, jsem vybíral podle satelitních snímků a leteckých map. Už při výběru lokalit jsem dbal, aby každá linie byla dostatečně dlouhá a byla z obou stran obklopena lesem (Obr. 2). Pro uložení linií pod dráty vysokého napětí a kontrolních linií vedoucích v lese pro práci v terénu jsem použil systém Mapy.cz (2019).

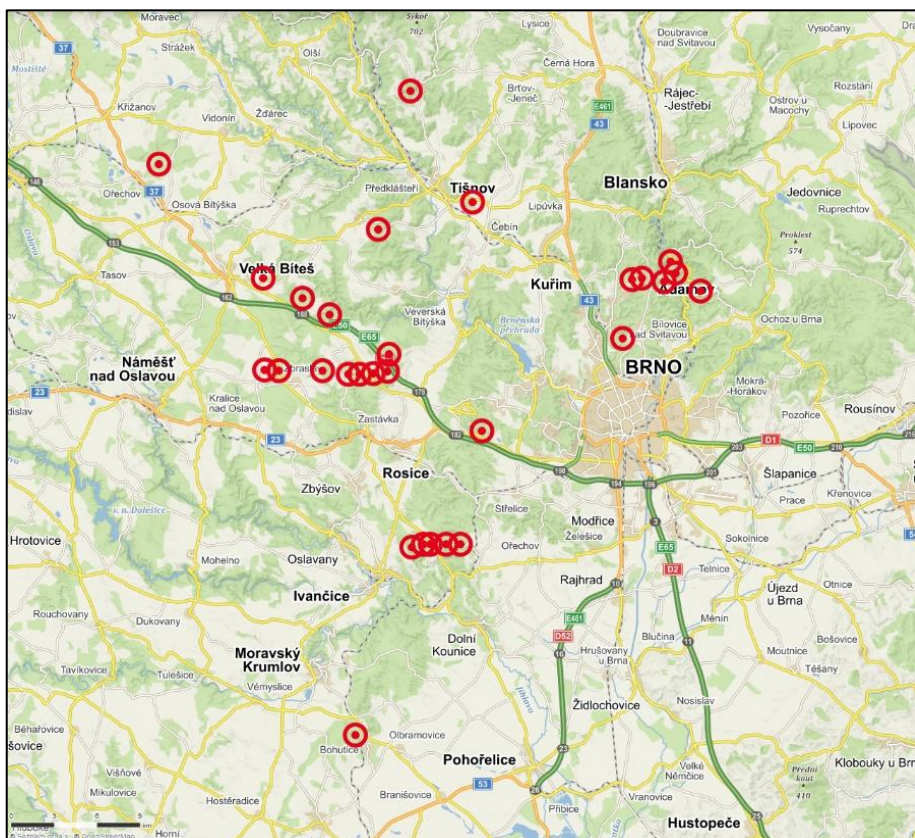
Celkově jsem tedy provedl 116 kontrol na 29 lokalitách, přičemž jsem na každé lokalitě sčítal ve dvou termínech a na dvou liniích (linie pod dráty a lesní linie). Na každé linii jsem zaznamenal všechny pozorované a slyšené druhy ptáků a jejich početnost. V případě nejistoty s určením druhu jsem jedince vyfotografoval, či nahrál jeho hlasové

projevy pro následnou identifikaci. V terénu jsem chodil po předem vybraných liniích uložených do mobilního telefonu, podle kterého jsem také v průběhu zaznamenávání kontroloval svou skutečnou trasu a zejména vzdálenost obou linií. V každém termínu jsem provedl sčítání na linii vedoucí pod dráty a poté na kontrolní linii vedoucí v lese.

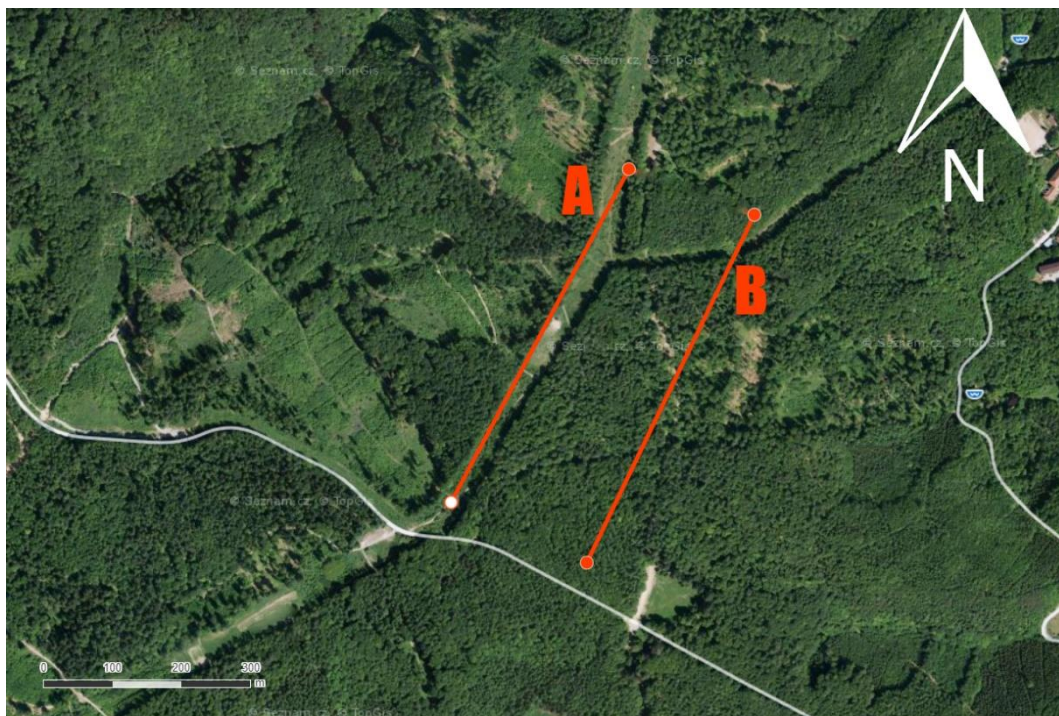
Sčítání na jedné lokalitě (dvě linie) trvalo obvykle 90 až 140 minut (průměr = 103 minut, $n = 29$, $SD = 11,5$ minut). Průměrný čas začátku sčítání byl v 6:02 ráno ($SD = 21,3$ minut). Během jednoho rána jsem sčítání provedl na jedné, výjimečně na dvou lokalitách. Vegetaci na každé linii pod dráty vysokého napětí jsem charakterizoval s pomocí pětistupňové škály podle druhového složení a stupně vzrůstu vegetace (Tab. 1). Stupeň vegetace jsem určil buď přímo v terénu, nebo zpětně z pořízených fotografií prostředí pod dráty vysokého napětí. Se stupněm zarůstání pracuji jako s kategoričkou proměnnou, protože rozdíly mezi jednotlivými stupni nebyly jednotné.

Tabulka 1: Stupně zarůstání pásů vegetace pod vedením vysokého napětí, zohledňující převažující rostlinné druhy a vzrůst vegetace pod elektrickým vedením.

| <i>Stupeň</i> | <i>Popis stavu vegetace (převažující druhy a rostlinné typy)</i> |
|---------------|---|
| 1 | Plocha čerstvě po vysekání, řídký porost trav nižšího vzrůstu; |
| 2 | Hustý porost trav vyššího vzrůstu, ruderální vegetace – kopřiva dvoudomá (<i>Urtica dioica</i>) a svízel přítula (<i>Galium aparine</i>); |
| 3 | Ostružiník (<i>Rubus sp.</i>), nízké keře; do 1 m výšky; |
| 4 | Křoviny, ostružiník maliník, trnka obecná (<i>Prunus spinosa</i>); nízké stromy; do 2 m výšky; |
| 5 | Mladé stromy – nejčastěji bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>), trnovník akát (<i>Robinia pseudoacacia</i>) a topol osika (<i>Populus tremula</i>); do 5 m výšky; |



Obr. 1: Prostorové rozložení všech 29 sčítaných lokalit v průběhu let 2018 a 2019. Zdroj mapového podkladu Mapy.cz.



Obr. 2: Ukázka leteckého snímku jedné ze sčítaných lokalit (kód lokality 9utechov2) se sčítací linií pod dráty vedení vysokého napětí (A) a lesní (kontrolní) linií (B). Zdroj mapového podkladu Mapy.cz.

3.2. Analýza dat

Všechny informace o pozorovaných jedincích jsem přímo v terénu zapisoval do papírových tabulek, které jsem později přepsal do souhrnné tabulky v programu MS Excel. Pro každou kontrolu každé linie jsem získal počet pozorovaných jedinců a počet zaznamenaných druhů. Pro konkrétní druhy jsem určil počty lokalit, na kterých byly pozorovány pouze na linii pod vedením.

Pro zjištění vlivu přítomnosti narušovaného prostředí pod dráty elektrického vedení na lokální diverzitu a početnost ptáků (otázka č. 1) jsem spočetl průměrný rozdíl mezi počty zaznamenaných druhů a jedinců pod dráty a na kontrolní linii. Pomocí R funkce *dabestr* ze stejnojmenné knihovny (Ho a kol. 2019) jsem tyto rozdíly mezi jednotlivými liniemi na dané lokalitě a průměrný rozdíl graficky znázornil.

Vypočetl jsem také průměrný počet druhů, které se na jednotlivých lokalitách vyskytovaly pouze pod dráty elektrického vedení. Rozložení počtu druhů pozorovaných pouze na linii pod dráty jsem znázornil krabicovým grafem (z angl. *boxplot*).

Pro určení vlivu stupně zarůstání plochy na druhovou diverzitu ptactva a počet jedinců pod dráty jsem vytvořil graf pomocí R funkce *Ggpurb* z knihovny *GGPlot2* (Kassambara 2019). Do tohoto grafu jsem zanesl průměrný počet druhů, směrodatnou odchylku pro každý stupeň zarůstání vegetace a spojnice průměrných počtů druhů v jednotlivých stupních zarůstání. Obdobně jsem postupoval i při tvorbě grafu počtu jedinců v závislosti na stupni vzrůstu vegetace.

Pro každý druh jsem také spočetl poměr počtu lokalit, na kterých jsem druh zaznamenal pouze na linii pod dráty, vůči celkovému počtu sledovaných lokalit. Tento poměr prezentuji pro každý termín zvlášť a v procentech (poměr jsem vynásobil 100). Ke každému druhu jsem tak získal hodnotu udávající, s jakou frekvencí se vyskytoval pouze pod dráty vysokého napětí.

Tabulka 2: Popis proměnných použitých při analýze dat.

| <i>Název proměnné</i> | <i>Popis proměnné</i> |
|------------------------|--|
| Počet druhů | Počet pozorovaných druhů na každé linii v daném termínu |
| Počet jedinců | Celkový počet pozorovaných jedinců všech druhů na každé linii v daném termínu |
| Suma druhů | Celkový počet pozorovaných druhů na každé lokalitě (na linii pod dráty vedení a v lese) |
| Stupeň zarůstání | Míra vzrůstu vegetace na linii pod dráty (viz Tab. 1) |
| Druhy pouze pod dráty | Počet druhů pozorovaných pouze na linii pod dráty, které na konkrétní lokalitě nebyly zaznamenány na kontrolní linii |
| Počet lokalit | Počet lokalit, na kterých byl daný druh pozorován pouze na linii pod dráty |
| Jedinci řádu | Počet jedinců daného řádu pozorovaných na dané linii v daném termínu |
| Zvláště chráněné druhy | Počet druhů chráněných zákonem |
| Druhy ohrožené dle ČS | Druhy, které jsou dle českého Červeného seznamu živočichů ohrožené (kategorie CR, EN a VU) |

Dále jsem také zaznamenal počet státem chráněných druhů a počet druhů, které jsou označeny jako ohrožené v českém červeném seznamu obratlovců (Chobot a Němec 2017). Státem chráněné druhy jsou vypsány v příloze III. Vyhlášky 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Červený seznam posuzuje míru ohrožení všech živočišných druhů a rozděluje je do šesti kategorií – RE (Regionally Extinct, tedy regionálně vyhynulý [na území ČR]), CR (Critically Endangered, kriticky ohrožený), EN (Endangered, ohrožený), VU (Vulnerable, zranitelný), NT (Nearly Threatened, téměř ohrožený) a LC (z anglického Least Concern, tedy málo dotčený). Druhy označené jako LC a NT nejsou označeny za ohrožené, a proto jsem je do ohrožených druhů nezahrnoval. Seznam chráněných druhů obsažený v uvedené příloze vyhlášky rozděluje živočichy podle tří stupňů ohrožení – kriticky ohrožený, silně ohrožený a ohrožený.

Význam narušovaného prostředí pod dráty elektrického vedení pro chráněné druhy ptáků prezentuji počtem jedinců ohrožených druhů celkem pozorovaných na linii pod dráty a na linii v lese v prvním a v druhém termínu. Pro získání informace o důležitosti přítomnosti plochy pod dráty elektrického vedení pro různé řády jsem

spočítal, kolik procent ze všech jedinců daného řádu pozorovaných na všech lokalitách v daném termínu se vyskytovalo na liniích pod dráty. Spočetl jsem také celkový počet jedinců příslušících k danému řádu pozorovaných v daném termínu na všech liniích pod vedením.

Při všech výpočtech jsem sloučil dohromady pozorování z let 2018 a 2019, protože jsem nepředpokládal a nezaznamenal žádné výrazné rozdíly mezi počtem pozorovaných druhů a jedinců mezi lety 2018 a 2019 (příloha 3). Průměrné hodnoty prezentuji vždy společně se směrodatnou odchylkou (SD). U průměrných rozdílů počtu druhů a jedinců udávám také 95% konfidenční interval vypočtený funkcí `dabestr` (Ho a kol. 2018). Veškeré výpočty a prezentace výsledků jsem provedl v programech MS Excel a R (R Core Team 2020).

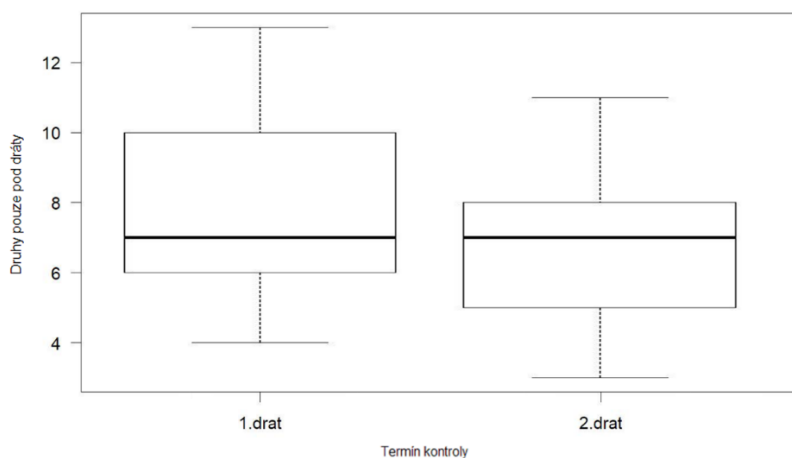
4. Výsledky

Během sčítání ptáků na liniích pod dráty elektrického vedení a kontrolních liniích v lese v letech 2018 a 2019 jsem celkem pozoroval 39 různých druhů a 1864 jedinců ptáků. V prvním termínu kontrol jsem zaznamenal celkem 38 druhů na liniích pod vedením vysokého napětí, 658 jedinců pod vedením, 35 druhů na kontrolních liniích v lese a 348 jedinců na lesních liniích. V druhém termínu celkem 38 druhů pod vedením, 579 jedinců pod vedením, 32 druhů na lesních liniích a 279 jedinců na kontrolních liniích v lese.

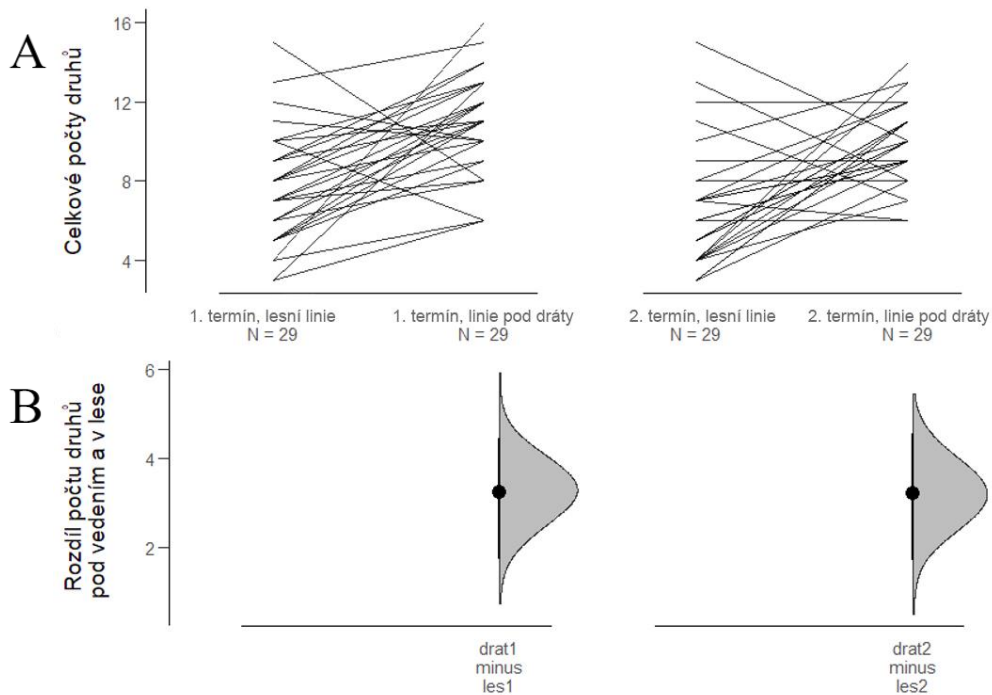
Při sčítání v prvním termínu jsem zaznamenal v průměru 10,8 druhů na linii pod elektrickým vedením ($SD = 2,6$ druhů) a 7,6 druhů na lesní linii ($SD = 2,9$ druhů). Při sčítání v druhém termínu připadalo průměrně 9,8 druhů na linii vedoucí pod vedením ($SD = 2,1$) a 6,6 druhů na kontrolní linii ($SD = 3,1$).

Na liniích pod dráty se průměrně vyskytovalo v prvním termínu 7,7 druhů ($SD = 2,6$) a v druhém termínu 6,8 druhů ($SD = 2,0$), které nebyly ani jednou v daný termín pozorovány na lesní linii (Obr. 3).

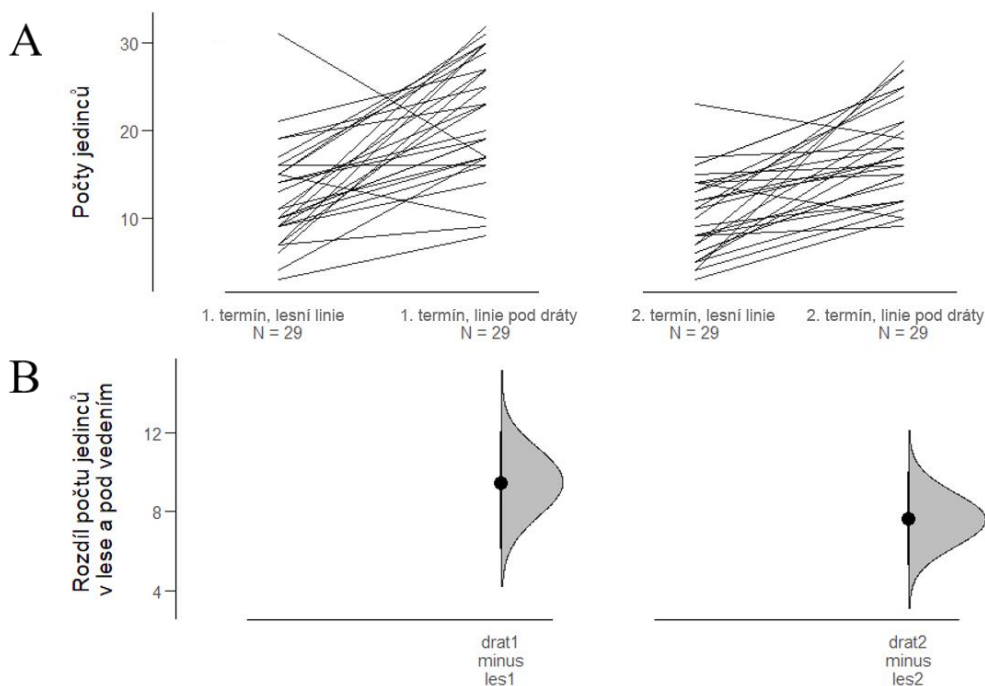
Průměrný rozdíl v počtu druhů pozorovaných na linii pod dráty a na kontrolní lesní linii byl v obou termínech 3,2 druhů (první termín: 95% konfidenční interval [CI] = [1,72; 4,45]; druhý termín: CI = [1,69; 4,55]; Obr. 4). Početnost ptáků byla také průměrně vyšší na liniích vedoucích pod dráty (v prvním termínu průměrně 21,7 jedinců [$SD = 3,2$], v druhém termínu průměrně 17,8 [$SD = 5,6$]) než na lesních liniích (průměrně 12,3 jedinců v prvním termínu [$SD = 5,8$], 10,2 jedinců v druhém termínu [$SD = 4,8$]). Průměrný rozdíl mezi počty jedinců na linii pod dráty a na lesní linii byl v prvním termínu 9,41 jedinců (CI = [6,10; 12,00]), v druhém termínu 7,62 jedinců (CI = [5,28; 10,00]; Obr. 5).



Obr. 3: Počet druhů pozorovaných pouze na liniích pod dráty v jednotlivých termínech (1. termín – levá část, 2. termín – pravá část). Čáry v boxech znázorňují medián, box znázorňuje mezikvartilové rozpětí a vousy jeho 1,5násobek.

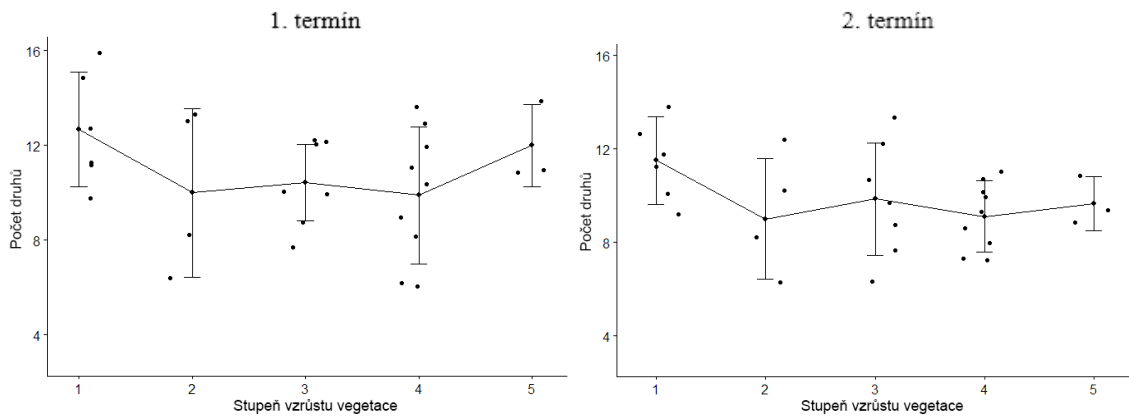


Obr. 4: Rozdíly v počtu zaznamenaných druhů mezi liniemi na jednotlivých lokalitách. Čára spojuje počet druhů zaznamenaných na linii v lese a na linii pod dráty na jedné lokalitě (stoupající čára tedy značí vyšší počet druhů na linii pod dráty; A). Rozložení rozdílů a průměrná hodnota rozdílu v počtu druhů mezi liniemi (B; levá část - 1. termín; pravá část - 2. termín).

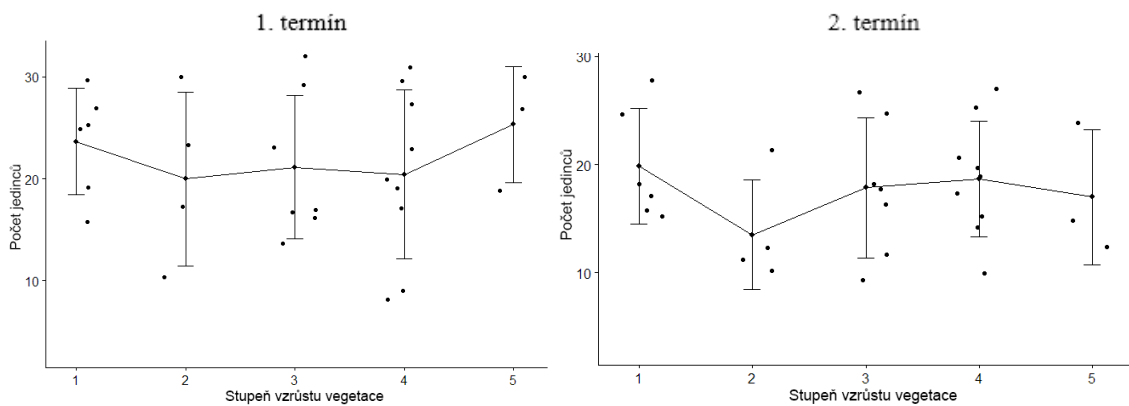


Obr. 5: Rozdíly v počtu zaznamenaných jedinců mezi liniemi na jednotlivých lokalitách. Čára spojuje počet jedinců zaznamenaných na linii v lese a na linii pod dráty na jedné lokalitě (stoupající čára tedy značí vyšší počet jedinců na linii pod dráty; A). Rozložení rozdílů a průměrná hodnota rozdílu v počtu jedinců mezi liniemi (B; levá část - 1. termín; pravá část - 2. termín).

Rozdíly v průměrných počtech pozorovaných druhů a jedinců na lokalitách s různými stupni zarůstání byly velice malé (Obr. 6 a 7). Křivka mezi průměrnými počty druhů a jedinců v žádném termínu nevykazovala jednoznačně stoupavý či klesavý trend a byla spíše kolísavá. Veškeré průměrné hodnoty mezi jednotlivými stupni zarůstání se navzájem překrývaly. V prvním termínu však bylo nejvíce druhů i jedinců na liniích s prvním a pátým stupněm. V druhém termínu bylo nejvíce druhů i jedinců na liniích s vegetací prvního stupně.



Obr. 6: Průměrné počty druhů pozorovaných na liniích s daným stupněm vzrůstu vegetace (v 1. a 2. termínu). V grafech je vyznačena průměrná hodnota, SD a datové body.



Obr. 7: Průměrné počty jedinců pozorovaných na liniích s daným stupněm vzrůstu vegetace (v 1. a 2. termínu), vyznačen průměr, SD a datové body.

V prvním termínu sčítání se nejčastěji na liniích pod elektrickým vedením (bez jediného výskytu na sousedící lesní linii) vyskytovala pěnice pokřovní (*Sylvia curruca*) a vrabec polní (*Passer montanus*). Tyto dva druhy se vyskytly pouze na linii pod dráty ve 48,3 % případů (n = 29). Sýkora koňadra (*Parus major*) a strakapoud velký (*Dendrocopos major*) se pouze na linii pod dráty vyskytovali na 41,4 % lokalit. V druhém termínu se pak pouze pod vedením nejčastěji vyskytovala opět pěnice pokřovní (na 48,3 % lokalit) spolu s drozdem zpěvným (*Turdus philomelos*) (také 48,3 % lokalit). Strakapoud velký se pak vyskytoval na 44,8 % lokalit a vrabec polní na 41,4 % lokalit. Největší rozdíly v počtu lokalit, kde byl daný druh pozorován v prvním a v druhém termínu byly u drozda zpěvného a pěnice černohlavé (*Sylvia atricapilla*), u kterých byl rozdíl mezi termíny 20,7 % lokalit, přičemž jsem tyto druhy častěji pozoroval v druhém termínu. Velký rozdíl jsem zaznamenal také u sýkory modřinky (*Cyanistes caeruleus*), u které byl rozdíl mezi termíny 17,2 % lokalit. Tento druh jsem však častěji pozoroval v prvním termínu. Deset nejčastěji pozorovaných druhů pouze na linii pod dráty vedení prezentuji v tabulce 3. V příloze 4 jsou vypsané tyto hodnoty pro všechny zaznamenané druhy.

Tab. 3: Deset nejčastěji pozorovaných druhů pouze na linii pod dráty (n = 29, seřazeno sestupně dle prvního termínu). Tabulka se všemi druhy je uvedena v příloze 4.

| <i>Druh</i> | <i>1. termín (%)</i> | <i>2. termín (%)</i> |
|---|----------------------|----------------------|
| pěnice pokřovní (<i>Sylvia curruca</i>) | 48,3 | 48,3 |
| vrabec polní (<i>Passer montanus</i>) | 48,3 | 41,4 |
| sýkora koňadra (<i>Parus major</i>) | 41,4 | 31,0 |
| strakapoud velký (<i>Dendrocopos major</i>) | 41,4 | 44,8 |
| holub hřivnáč (<i>Columba palumbus</i>) | 37,9 | 24,1 |
| sýkora modřinka (<i>Cyanistes caeruleus</i>) | 37,9 | 20,7 |
| strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>) | 31,0 | 31,0 |
| červenka obecná (<i>Erithacus rubecula</i>) | 31,0 | 24,1 |
| drozd zpěvný (<i>Turdus philomelos</i>) | 27,6 | 48,3 |
| pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>) | 17,2 | 37,9 |

Celkem jsem pozoroval tři druhy zvláště chráněné dle zákona o ochraně přírody a krajiny (Tab. 4). Dva z nich, jestřáb lesní a krkavec velký, spadají do kategorie ohrožených, jeden z nich, strnad luční, je dle zákona kriticky ohroženým druhem. Celkově tři pozorované druhy jsou řazeny v Českém červeném seznamu jako zranitelné, konkrétně strakapoud malý, jestřáb lesní a strnad luční. Žádný z těchto druhů nebyl pozorován pouze na linii pod elektrickým vedením.

Všechny řády (až na vrubozobé – celkem jsem viděl pouze čtyři jedince tohoto řádu) měly více jedinců na linii pod elektrickým vedením než na kontrolní linii v lese (Tab. 5). Početně nejvíce bylo pěvců, mezi které se také řadilo nejvíce pozorovaných druhů. Řádem s největším podílem jedinců pozorovaných pouze pod elektrickým vedením byli hrabaví. Hrabavých ptáků bylo ale pouze 12 jedinců v 1. termínu a 6 jedinců v 2. termínu, navíc se ve všech případech jednalo o bažanta obecného.

Tab. 4: Počty jedinců ohrožených druhů na jednotlivých liniích v jednotlivých termínech.

| <i>Druh</i> | <i>Počet jedinců pod dráty, 1. termín</i> | <i>Počet jedinců v lese, 1. termín</i> | <i>Počet jedinců pod dráty, 2. termín</i> | <i>Počet jedinců v lese, 2. termín</i> |
|---|---|--|---|--|
| jestřáb lesní (<i>Accipiter gentilis</i>) | 2 | 2 | 1 | 0 |
| krkavec velký (<i>Corvus corax</i>) | 2 | 1 | 1 | 4 |
| strnad luční (<i>Emberiza calandra</i>) | 2 | 1 | 1 | 1 |
| strakapoud malý (<i>Dendrocopos minor</i>) | 1 | 2 | 1 | 4 |

Tab. 5: Počty jedinců daných řádů pouze na liniích pod dráty (suma za všechny lokality, rozděleno podle termínů) a celkové počty jedinců daného řádu (v daném termínu).

| <i>Řád</i> | <i>1. termín</i> | <i>Celkový počet jedinců, 1. termín</i> | <i>2. termín</i> | <i>Celkový počet jedinců, 2. termín</i> |
|------------|------------------|---|------------------|---|
| Pěvci | 63,9 % | 804 | 67,9 % | 646 |
| Měkkozobí | 56,1 % | 82 | 63,6 % | 100 |
| Šplhavci | 62,5 % | 72 | 65,4 % | 82 |
| Hrabaví | 91,7 % | 12 | 83,3 % | 6 |
| Dravci | 58,8 % | 17 | 73,1 % | 26 |
| Kukačky | 64,3 % | 16 | 75,0 % | 8 |
| Vrubozobí | 50,0 % | 2 | – | 0 |

5. Diskuze

Z výsledků této práce vyplývá, že v prostředí pod linkami vedení vysokého napětí s pravidelně narušovanou vegetací se v porovnání s okolním lesním prostředím vyskytuje více ptačích druhů i více jedinců. Jedním z důvodů, proč žije více ptáků pod elektrickým vedením, může být větší dostupnost potravy. Ze studie Šálka a kol. (2020) vyplývá, že prostory kolem báze stožárů elektrického vedení v zemědělské krajině poskytují vhodné prostředí pro mnoho drobných savců. Přítomnost malých savců může přilákat některé druhy dravců, jejichž hlavní složku potravy drobní hlodavci tvoří (Voříšek a kol. 1997, Zemanová 2009, Zámečník 2013). Řada malých savců má podobnou potravu jako některé druhy pěvců (např. semena rostlin rostoucích pod dráty; Rudolfová 2015). Pod elektrickým vedením je také často relativně velké množství hmyzu (Berg a kol. 2013), které může být potravou pro hmyzožravé druhy ptáků (například pro sýkory, strakapoudy či drozdy).

Vyšší druhovou bohatost ptáků v prostředí vegetace pod elektrickým vedením může způsobovat také tzv. okrajový efekt (z angl. *edge effect*), tedy jev, při kterém se na rozhraní dvou různých biotopů vyskytuje více živočichů než v jednotlivých biotopech, protože živočichové žijící na pomezí mohou využívat výhod obou prostředí (Eldegard a kol. 2015). Vedení vysokého napětí v lesní krajině a pravidelné vysekávání bylin a křovinné vegetace vytváří právě takovéto rozhraní.

Některým druhům také mohou vyhovovat samotné konstrukce elektrických stožárů, které využívají ke stavbě hnízd (Moreira a kol. 2018), nebo k pozorování okolního prostředí (Haas a kol. 2003). Příliš malá vzdálenost mezi ptačími hnízdy a elektrickými vodiči však může ptákům škodit. Elektromagnetické pole může u ptáků způsobovat zvláštní chování a oslabování imunity (Ferne a Reynolds 2005), či špatnou embryogenezi mláďat (Berman a kol. 1990; Fernie a Reynolds 2005). Vodiče běžného elektrického vedení jsou pak rizikové pro větší druhy ptáků (například dravce, krkavcovité, nebo čápy; Jenkins a kol. 2010) – tyto druhy mohou při dosedání či vzletu ze stožárů vysokého napětí propojit více vodičů a způsobit tak zkrat. Na vedení velmi vysokého napětí jsou vodiče dostatečně daleko na to, aby ptáci nemohli způsobit zkrat propojením dvou vodičů, větší ptáci ale mohou mít problém vyhnout se vodičům a mohou se poranit při střetu s vodičem (Andrews 1990). Elektrické dráty často v ranních hodinách způsobují rušivé zvuky (kvůli koróně, ke které dochází při vyšší vzdušné vlhkosti; vlastní

pozorování), které by mohly mít vliv na hnízdění ptáků v okolí elektrického vedení (Andrews 1990).

Prostředí pod dráty je obvykle různorodé, protože na různých místech se rostoucí vegetaci daří různě. Vzniká tak členité prostředí, které není tak jednotvárné jako okolní les a může tedy poskytovat lepší hnízdní a potravní podmínky většímu množství druhů. Výrazně odlišnou strukturu vegetace jsem například zaznamenal na obnažených a vyvýšených místech a v údolích s pravděpodobně vyšší vlhkostí. V lesním prostředí pak naopak většinou takové rozdíly nebyly.

Vyšší počet pozorovaných druhů a jedinců může být také ovlivněn vyšší přehledností prostředí pod vedením, kde je v porovnání s lesním prostředím větší pravděpodobnost zaznamenání jedinců přeletujících nebo jedinců vyskytujících se vysoko nad zemí. Navazující studie by mohly tuto nepřesnost ošetřit zaznamenáváním vzdálenosti pozorovaných jedinců od pozorovatele (Sutherland 2006). Studie Tryjanowskiho a kol. (2014) ukázala, že v otevřené krajině žije nejvíce ptáků ve křoví v blízkosti sloupů elektrického vedení. U vegetace pod vedením elektrického proudu procházejícím lesním prostředím se mi ovšem nepodařilo najít žádný stoupavý či klesavý trend mezi počty jedinců a druhů v závislosti na vzrůstu vegetace. Mezi počty druhů a jedinců na jednotlivých stupních nebyly velké rozdíly a dá se tedy říct, že početnost a druhová diverzita ptáků byla zřejmě ovlivňována více jinými faktory (např. teplota, počasí či stav okolního lesa) než právě vzrůstem vegetace pod elektrickým vedením. Je také možné, že vzrostlejší vegetace (která navíc mohla mít v různých částech linie proměnlivý stav) pod elektrickým vedením ztěžovala sčítání jedinců a druhů. U nízké vegetace je možné vidět a určit ptáky snáze a na větší vzdálenost než u vegetace hustší a vyšší. Já jsem se navíc ve své práci soustředil především na porovnání ptačích společenstev pod elektrickým vedením a v okolním lese, vliv míry vzrůstu vegetace na ptáky by mohl být samostatným tématem budoucí práce. Získání dat o tom, jaký stav vegetace ptáci preferují, by mohlo napomoci uzpůsobení načasování prosekávání linií tak, aby toto prostředí mohlo sloužit co největšímu množství druhů, nebo jako refugium druhům ubývajícím.

Druhy, které byly nejčastěji pozorovány pouze na linii pod elektrickým vedením a na kontrolní linii v lese nebyly zaznamenány, byly pěnice pokřovní, vrabec polní, sýkora koňadra a strakapoud velký. Pěnice pokřovní obvykle hnízdí v nízkých hustých křovinách – pravidelně prosekávané prostory pod elektrickými dráty, které jsou často zarostlé takovými křovinami, tedy zřejmě poskytují pěnici pokřovní dobré podmínky

k hnízdění (Podpěra 2012). Vrabec polní je křovinným druhem, kterému volnější a otevřenější prostory vyhovují více než les, avšak podobně jako pěnice pokrovní často vyhledává nízké a husté křoviny (Podpěra 2013). V posledních letech na území ČR dochází k mírnému poklesu počtů tohoto druhu (ČSO 2019). To, zdali vrabci polní preferují narušované křoviny rostoucí v průseku pod elektrickým vedením v lesním prostředí, nebo křoviny v otevřeném prostoru, by mohlo být předmětem dalšího výzkumu. Sýkora koňadra je sice považována za lesní druh, často ale žije také v prostředí sídlišť a parků a není tedy zřejmě nějakým způsobem silně vázána jen na lesní biotop (Macháčová 2016). V prostoru pod elektrickým vedením zřejmě sýkory využívají především potravních výhod, mohou také hnízdit ve stromech na okrajích linie (Kodet a kol. 2007). Strakapoud velký, který byl čtvrtým nejčastěji zaznamenaným druhem pouze pod vedením elektrických drátů, je kvůli získávání potravy a hnízdění v dutinách stromů závislý na lesním prostředí či samostatných vzrostlých stromech (Stichmann a Kretzschmar 1998). Během sčítání jsem pozoroval několik hnízd, která byla přímo na kraji průseku pod elektrickým vedením. Stromy stojící na okraji lesního průseku mohou být kvůli působení přímého slunce, větru a dalších faktorů oslabené (Čížek a kol. 2016) a mohou tak strakapoudům vyhovovat k hnízdění a k získávání potravy. Pěnice černohlavá sice nebyla pozorována tak často jako předešlé druhy, byl u ní ale největší rozdíl v počtech v prvním a v druhém termínu – v druhém termínu byla pozorována častěji než v termínu prvním. Tento posun může být způsoben tím, že pěnice černohlavá hnízdí v pozdějších měsících, než některé předešlé druhy (Kloubec a Čapek 2012). V době, kdy ptáci hnízdí, jsou hlasově i fyzicky aktivnější, častěji se přesouvají a je tedy větší šance je zaznamenat.

Celkový počet zaznamenaných chráněných druhů ptáků byl nízký. Z výsledků práce vyplývá, že průseky pod vedením vysokého napětí nejsou často obývány ohroženými druhy, zaznamenal jsem ale poměrně málo chráněných ptáků a tato odpověď se tedy nedá považovat za přesvědčivou. Hlavní příčinou malého počtu zaznamenaných vzácných jedinců byla zřejmě jejich nízká početnost (Šťastný a kol. 2009), ale zároveň také krátká délka sčítacích linií pod vedením vysokého napětí. Je také možné, že jsem jedince ohrožených druhů přehlédl či považoval za příslušníky jiných druhů. Pro získání přesnějších informací o významu vegetace pod vedením vysokého napětí by bylo zapotřebí projít velké množství dlouhých úseků pod vedením vysokého vedení, jelikož ohrožené druhy jsou málo početné. V této práci jsem se zaměřil primárně na porovnání linií vedoucích pod vedením s lesním prostředím. Další možností by bylo zaměřit

se přímo na výzkum přítomnosti konkrétních chráněných druhů – bylo by možné například použít cílenou hlasovou provokaci či přesněji načasovat sčítání na období zvýšené aktivity jednotlivých cílových druhů.

Nejvíce zastoupeným řádem ptáků byli pěvci. V prvním termínu jsem pěvců pozoroval dokonce desetkrát více než měkkozobých, kteří byli druhým nejčastěji zastoupeným řádem. Hlavním důvodem takového množství pěvců je téměř jistě skutečnost, že se jedná o nejčastěji zastoupený řád v celé České republice (Kořínek 1999; Šťastný a kol. 2009). Mezi další důvody patří zřejmě i to, že většina druhů pěvců jsou vzrůstově menší ptáci, kteří kvůli své velikosti nevnímají přítomnost vedení tak jako některé větší druhy, kterým může překážet (Tryjanowski a kol. 2014). Na menší pěvce také zřejmě tak velkou měrou nepůsobí tzv. bariérový efekt (z angl. Barrier effect), tedy strach z objektů vytvořených lidmi, ve kterých zvířata vidí riziko a které tak vytváří pro zvířata obtížně překonatelnou bariéru. U malých ptáků je také mnohem menší riziko srážky s elektrickým vedením než u ptáků většího vzrůstu, kteří mohou o dráty v letu snadno zavadit (Hlaváč a kol. 2012). Ptáci nejčastěji narážejí do elektrického vedení v měnící se krajině například na místech, kde vedení několikrát na krátkém úseku prochází jak otevřenou krajinou, tak i lesem (D'Amico a kol. 2018). Mezi nejzranitelnější řády patří sovy, které jsou aktivní především v noci a ve tmě si nevýrazných drátů jen obtížně všimají (D'Amico a kol. 2018). Největší rozdíly mezi počty jedinců pod elektrickým vedením a v lese byly u hrabavých ptáků, kterým vyhovují volnější prostory a kteří se obvykle vyskytují na zatravněných plochách. Pozoroval jsem také několik zástupců vrubozobých, ti ale v oblasti vedení vysokého napětí jen přelétali a na linii pod elektrickým vedením neměli žádnou vazbu.

Výsledky mé práce ukazují přehlížený potenciál narušované vegetace pod vedením vysokého napětí pro druhovou diverzitu a početnost ptáků. Má práce přispívá k porozumění vlivu lidské činnosti na přírodu a přibližuje také některé dosud neznámé dopady působení člověka v krajině. Zároveň z výsledků mé práce vyvstávají další otázky, na které by se mohly zaměřit navazující práce. Bylo by možné detailněji zjišťovat vliv míry zarůstání plochy pod elektrickým vedením na druhovou diverzitu a početnost ptáků, nebo se zaměřit na význam narušované vegetace pro přítomnost a hnízdění chráněných druhů ptáků.

6. Závěr

- V této práci jsem se zaměřil na porovnání druhové diverzity a početnosti ptáků vyskytujících se na pravidelně narušovaných pásích vegetace pod vedením vysokého napětí a v okolním lesním prostředí.
- Počty ptáků jsem na každé z 29 lokalit zjišťoval na linii vedoucí pod elektrickým vedením a na kontrolní linii vedoucí lesem. Ptáky jsem sčítal v průběhu hnízdního období v letech 2018 a 2019. Celkem jsem během dvou let zaznamenal 1864 jedinců 39 druhů ptáků na 29 lokalitách na jižní Moravě.
- Výsledky této práce ukazují, že dlouhé linie vedení vysokého napětí procházející v dlouhých průsecích lesním prostředím mají na ptačí společenstva spíše pozitivní vliv. V prvním termínu bylo v obou termínech průměrně o 3,2 druhů více na linii pod dráty než v lese. V prostoru pod dráty bylo průměrně 7,7 druhů (1. termín) a 6,8 druhů (2. termín), které nebyly ani jednou pozorovány na odpovídající kontrolní linii.
- Nejčastěji pozorovaní ptáci byli pěvci menšího vzrůstu. Mezi druhy, které jsem nejčastěji pozoroval na dané lokalitě pouze na linii pod vedením, patří pěnice pokřovní, vrabec polní a sýkora koňadra. Těmto druhům tedy zřejmě nejvíce vyhovuje pás nižší vegetace udržovaný pod elektrickým vedením. Podle výsledků sčítání není žádná výrazná souvislost mezi mírou vzrůstu vegetace pod elektrickým vedením a počtem pozorovaných druhů a jedinců.
- Pásky nízké pravidelně prosekávané vegetace vytváří pro ptáky zajímavý prostor a tím zvyšují lokální druhovou diverzitu a početnost ptáků. Poznatky o tom, jakým způsobem pravidelné prosekávání pásů vegetace ptákům pomáhá, mohou být použity při managementu ochrany přírody.
- Předmětem dalších studií by se mohl stát výzkum vlivu jednotlivých stupňů zarůstání plochy pod elektrickým vedením na početnost a diverzitu ptáků. Cenné by byly také detailnější informace o početnosti chráněných druhů žijících v prostoru pod vedením vysokého napětí.

7. Seznam literatury

Andrews, A., 1990. Fragmentation of Habitat by Roads and Utility Corridors: A Review. *Australian Zoologist* 26, 130–141. <https://doi.org/10.7882/AZ.1990.005>

Antrop, M., 1998. Landscape change: Plan or chaos? *Landscape and Urban Planning* 41, 155–161. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(98\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00068-1)

Berg, Å., Ahrné, K., Öckinger, E., Svensson, R., Wissman, J., 2013. Butterflies in semi-natural pastures and power-line corridors - effects of flower richness, management, and structural vegetation characteristics. *Insect Conservation Diversity* 6, 639–657. <https://doi.org/10.1111/icad.12019>

Berman, E., Chacon, L., House, D., Koch, B.A., Koch, W.E., Leal, J., Løvtrup, S., Mantiply, E., Martin, A.H., Martucci, G.I., Mild, K.H., Monahan, J.C., Sandström, M., Shamsaifar, K., Tell, R., Trillo, M.A., Ubeda, A., Wagner, P., 1990. Development of chicken embryos in a pulsed magnetic field. *Bioelectromagnetics* 11, 169–187. <https://doi.org/10.1002/bem.2250110208>

Bodin, M., 2011. Powerlines as Habitat. *Northern Woodlands*. Dostupné z URL: <https://northernwoodlands.org/articles/article/powerlines-as-habitat>

Brůna, M., 2016. Použití svazkových vodičů pro přenos elektrické energie na vedení vvn (Bakalářská práce). Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. URL: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/27586/1/Pouziti_svazkovych_vodicu_pro_prenos_elektricke_energie_na_vedeni_vvn.pdf

Bubák, D., 2010. Průseky pod dráty, zajímavá stanoviště pro ptáky i kroužkovatele. Východočeská pobočka České společnosti ornitologické. URL: <http://www.vcpcso.cz/pruseky-pod-draty-zajimava-stanoviste-pro-ptaky-i-krouzkovatele/>

Česká společnost ornitologická (ČSO). 2019. Indexy a trendy 2019: Vrabec polní (*Passer montanus*). URL: <http://jpsp.birds.cz/vysledky.php?taxon=853>

Česká společnost ornitologická (ČSO). 2017. Atlas hnízdního rozšíření ptáků ČR. Dostupné z URL https://birds.cz/avif/atlas_sq_alloc.php

Český, J., 2012. Vliv elektromagnetického pole venkovních vedení na okolní prostředí (Bakalářská práce). Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.

Chobot, K., Němec, M., 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Obratlovci. Red List of Threatened Species of the Czech Republic. Vertebrates. ISBN 978-80-88-076-46-9.

Čížek, L., Šebek, P., Bače, R., Beneš, J., Doležal, J., Dvorský, M., Miklín, J., Svoboda, M., 2016. Metodika péče o druhově bohaté (světlé) lesy: Certifikovaná metodika. Entomologický ústav, Biologické centrum AV ČR, České Budějovice.

D'Amico, M., Catry, I., Martins, R.C., Ascensão, F., Barrientos, R., Moreira, F., 2018. Bird on the wire: Landscape planning considering costs and benefits for bird populations coexisting with power lines. *Ambio* 47, 650–656. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1025-z>

Eldegard, K., Totland, Ø., Moe, S.R., 2015. Edge effects on plant communities along power line clearings. *Journal of Applied Ecology* 52, 871–880. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12460>

Fernie, K.J., Reynolds, S.J., 2005. The Effects of Electromagnetic Fields From Power Lines on Avian Reproductive Biology and Physiology: A Review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 8, 127–140. <https://doi.org/10.1080/10937400590909022>

Galetka, M., 2016. Vznik a vývoj přenosové soustavy elektrické energie. Dostupné z URL <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/13645-vznik-a-vyvoj-prenosove-soustavy-elektricke-energie>

Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W., Schurenberg, B. 2003. Protecting birds on powerlines: a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimise any such adverse effects. *BirdLife International* 23. Dostupné z URL: http://birdsandpowerlines.org/cm/media/Protecting_birds_on_powerlines.pdf

Hlaváč, V., Koubová, M., Neuwirthová, H., 2013. Ochrana ptáků na linkách vysokého napětí: Blýská se na lepší časy? *Ochrana přírody* 2012. Dostupné z URL: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/ochrana-ptaku-na-linkach-vysokeho-napeti/>

Ho, J., Tumkaya, T., Aryal, S., Choi, H., Claridge-Chang, A., 2018. Moving beyond P values: data analysis with estimation graphics. *Nature Methods* 16: 565–566. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0470-3>

Holm, E., Kerr, J.L.G., 2016. Determining Presence/Absence and Abundance of Declining Shrubland-Dependent Songbirds in Human-created Shrublands in Southeastern New Hampshire. *Inquiry Journal*; University of New Hampshire. Dostupné z URL: https://scholars.unh.edu/inquiry_2016/9/

Jenkins, A.R., Smallie, J.J., Diamond, M., 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* 20, 263–278. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000122>

Kassambara, A., 2019. Ggpubr: “ggplot2” Based Publication Ready Plots;, R package. Dostupné z URL: <https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>

Kloubec, B., Čapek, M. 2012. Cirkanuální a cirkadiánní vokální aktivita ptáků: metodické poznámky pro terénní studie. *Sylvia* 38: 74–101. Dostupné z URL: https://oldcso.birdlife.cz/www.cso.cz/wpimages/video/sylvia48_5Kloubec.pdf

Kodet, V., Pokorný, P., Stejskal, D., Kunstmüller, I., 2007. Dutinová ptáci v lesích. Česká společnost ornitologická: Pobočka České společnosti ornitologické na Vysočině. Dostupné z URL: <http://oldcso.birdlife.cz/index.php?ID=1659>

Konečná, K., Macháček, M., Kolegarová, P., Kryl, M., Tomsa, T., 2017. Oznámení pro zjišťovací řízení dle § 6 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí: Česká Lípa –Varnsdorf, propojovací vedení 110 kV. Dostupné z URL: <https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/pro-media/oznameni-pro-zjistovaci-rizeni-ceska-lipa-varnsdorf.pdf>

Kořínek, M., 1999. Passeriformes (Pěvci): Profil taxonu. Biolib.cz. Dostupné z URL: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id8814/>

Macháčková, K., 2016. Ptáci ve městech: Ekologické souvislosti a aktuální stav hnízdního rozšíření ptáků Brna (Bakalářská práce). Masarykova univerzita.

Mapy.cz, 2020. Mapové podklady, letecké snímky. Dostupné z URL: <http://www.mapy.cz>

Moreira, F., Martins, R.C., Catry, I., D'Amico, M., 2018. Drivers of power line use by white storks: A case study of birds nesting on anthropogenic structures. *J Appl Ecol* 55, 2263–2273. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13149>

Palomino, D., Carrascal, L.M., 2007. Threshold distances to nearby cities and roads influence the bird community of a mosaic landscape. *Biological Conservation* 140, 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.07.029>

Podpěra, P., 2013. Vrabec polní: *Passer montanus*. Ifauna.cz. Dostupné z URL: <http://https://www.ifauna.cz/okrasne-ptactvo/clanky/r/detail/6412/penice-pokrovni-sylvia-curruca-linaeus-1758/>

Podpěra, P., 2012. Pěnice pokřovní: *Sylvia curruca*. Ifauna.cz. Dostupné z URL: <https://www.ifauna.cz/okrasne-ptactvo/clanky/r/detail/6622/vrabec-polni-passer-montanus-linnaeus-1758/>

Procházka, R., 2007. Stožary VVN (III): Konstrukční řešení stožárů. Dostupné z URL: <https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/4192-stozary-vvn-iii>

R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R foundation for Statistical Computing. Dostupné z URL: <https://www.R-project.org/>

Robbins, C.S. 1981. Effect of time of day on bird activity. *Studies in Avian Biology* 6, 275–286.

Rudolfová, V., 2015. Potravní neofobie a potravní preference u hlodavců (Rodentia), vliv sociálního učení (Bakalářská práce). Univerzita Karlova v Praze, Praha.

Šálek, M., Václav, R., Sedláček, F., 2020. Uncropped habitats under power pylons are overlooked refuges for small mammals in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 290, 106777. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106777>

Šálek, M., Żmihorski, M., 2018. Manure heaps attract farmland birds during winter. *Bird Study* 65, 426–430. <https://doi.org/10.1080/00063657.2018.1513989>

Šťastný, K., Bejček, V., Hudec, K., 2009. Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice: 2001-2003. Aventinum, Praha. ISBN 978-80-86858-88-3

Stichmann, W., Kretzschmar, E., Větrovská, T., 1998. Svět zvířat kolem nás průvodce evropskou zvěřenou. Granit, Praha. ISBN 80-85805-62-6.

Sutherland, W.J. (Ed.), 2006. Ecological census techniques: a handbook, druhé vydání. Cambridge University Press, Cambridge; New York. ISBN 05-218-4462-2.

Tryjanowski, P., Sparks, T.H., Jerzak, L., Rosin, Z.M., Skórka, P., 2014. A Paradox for Conservation: Electricity Pylons May Benefit Avian Diversity in Intensive Farmland: Paradox of the impact of pylons. *Conservation Letters* 7, 34–40. <https://doi.org/10.1111/conl.12022>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL), 2018. Druhová skladba: Smíšenost porostu. Dostupné z URL: <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/469-druhova-skladba>

Vermouzek, Z., Reif, M., Šálek, M., 2018. Jak se mají polní ptáci v Česku? *Ochrana přírody* 4: 30–33. Dostupné z URL: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/jak-se-maji-polni-ptaci-v-cesku/>

Voříšek, P., Krištín, A., Obuch, J., Votýpka, J., 1997. Potrava káně lesní v České Republice a její význam pro myslivost. *Buteo* 9, 57–68.

Zámečník, V., 2013. Metodická příručka pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině: metodika AOPK ČR. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. ISBN 978-80-87457-81-8.

Zemanová, K., 2009. Potrava výra velkého na střední Moravě (Bakalářská práce). Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

8. Seznam příloh

| | |
|--|-----|
| Příloha 1: Detaily všech sčítaných lokalit..... | I |
| Příloha 2: Mapy jednotlivých lokalit a sčítaných linií..... | II |
| Příloha 3: Graf ukazující počty druhů na liniích v letech 2018 a 2019 | VI |
| Příloha 4: Graf ukazující počty jedinců na liniích v letech 2018 a 2019..... | VI |
| Příloha 5: Tabulka frekvence záznamů jednotlivých druhů pouze na linii pod dráty ... | VII |

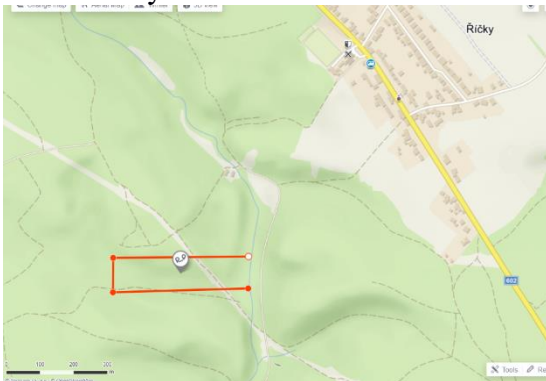
Přílohy

Příloha 1: Detaily všech sčítaných lokalit: kódy lokalit, souřadnice přibližného středu lokality, identita mapovacího čtverce přírodnin (čtverec; ČSO 2017) a zaznamenaný stupeň zarůstání vegetací linie pod vedením vysokého napětí (stupeň vegetace).

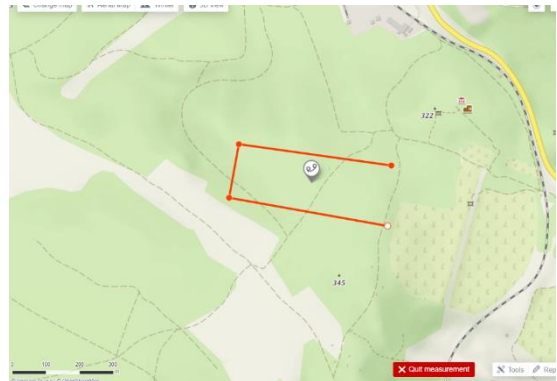
| <i>Kód lokality</i> | <i>Souřadnice</i> | <i>Čtverec</i> | <i>Stupeň vegetace</i> |
|---------------------|--------------------------|----------------|------------------------|
| 8ricky1 | 49.2269881N, 16.3508967E | 6764ca | 4 |
| 8kninice1 | 49.2378331N, 16.3797117E | 6764cb | 4 |
| 8prybslavice1 | 49.2859761N, 16.2592831E | 6763ba | 5 |
| 8pejskov1 | 49.3172778N, 16.3710928E | 6664cc | 4 |
| 8bohutice1 | 49.0007008N, 16.3492922E | 6964cc | 3 |
| 8hlina1 | 49.1182042N, 16.4024961E | 6864cd | 3 |
| 8zebetin1 | 49.1909872N, 16.4695725E | 6864bb | 2 |
| 8lesnihluboke1 | 49.2739189N, 16.2987092E | 6763bd | 3 |
| 8lesnihluboke2 | 49.2646081N, 16.3244047E | 6763bd | 3 |
| 9hlina1 | 49.1192925N, 16.4114064E | 6864cd | 1 |
| 9hlina2 | 49.1198122N, 16.4172000E | 6846cd | 1 |
| 9hlina3 | 49.1218203N, 16.4361900E | 6846dc | 1 |
| 9hlina4 | 49.1219186N, 16.4459961E | 6846dc | 1 |
| 9oresin1 | 49.2853900N, 16.6145031E | 6765ba | 3 |
| 9oresin2 | 49.2859636N, 16.6213697E | 6765ba | 2 |
| 9utechov1 | 49.2852639N, 16.6453594E | 6765bb | 5 |
| 9utechov2 | 49.2891950N, 16.6517725E | 6765bb | 3 |
| 9utechov3 | 49.2960944N, 16.6533175E | 6765bb | 3 |
| 9reckovice1 | 49.2498031N, 16.6047433E | 6765bc | 1 |
| 9cebin1 | 49.3332828N, 16.4628008E | 6664db | 1 |
| 9lomnice1 | 49.4031814N, 16.4027381E | 6564cd | 5 |
| 9zbraslav1 | 49.2284364N, 16.2604094E | 6763da | 4 |
| 9zbraslav2 | 49.2287867N, 16.2753439E | 6763da | 4 |
| 9zbraslav3 | 49.2282961N, 16.3168000E | 6763db | 2 |
| 9ricky3 | 49.2275114N, 16.3456822E | 6764ca | 4 |
| 9ricky2 | 49.2272872N, 16.3653589E | 6764ca | 4 |
| 9ricky1 | 49.2270297N, 16.3746581E | 6764ca | 2 |
| 9babice1 | 49.2799294N, 16.6806981E | 6766aa | 4 |
| 9orechov1 | 49.3576050N, 16.1577875E | 6662bd | 4 |

Příloha 2: Mapy jednotlivých lokalit a sčítaných linií (pod dráty a v lesním prostředí).
Mapový podklad Mapy.cz (2020).

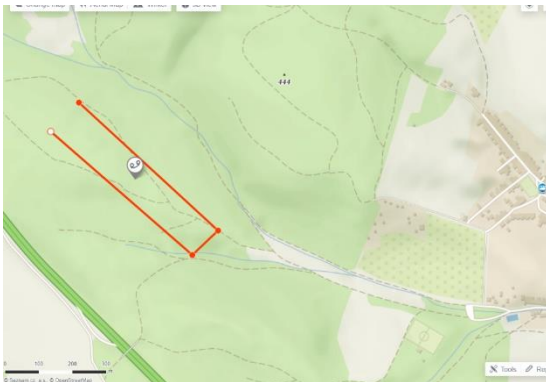
kód: 8rickyl



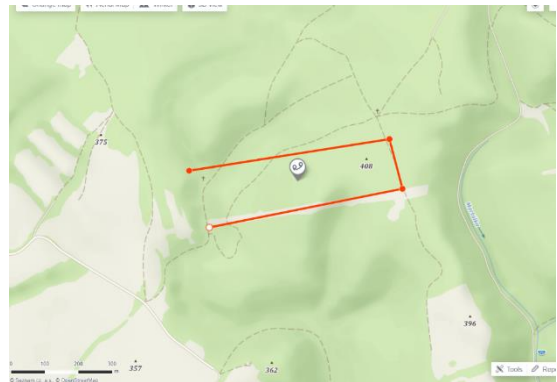
kód: 8bohutice1



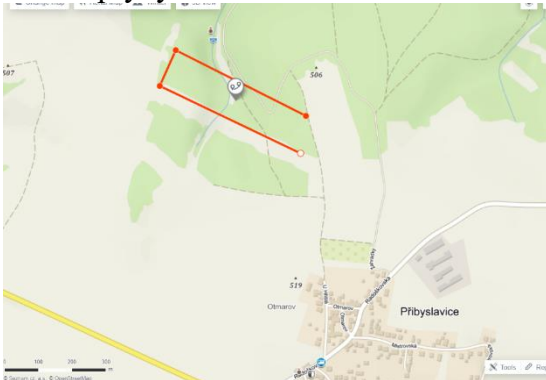
kód: 8kninice1



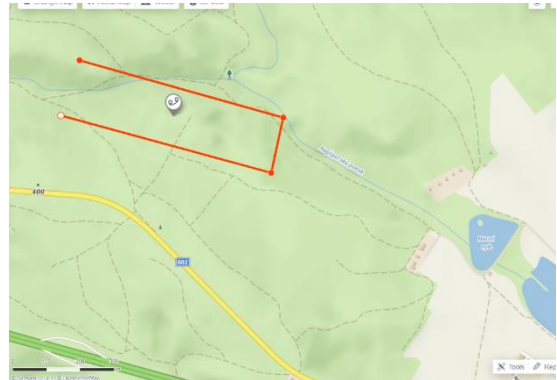
kód: 8hlina1



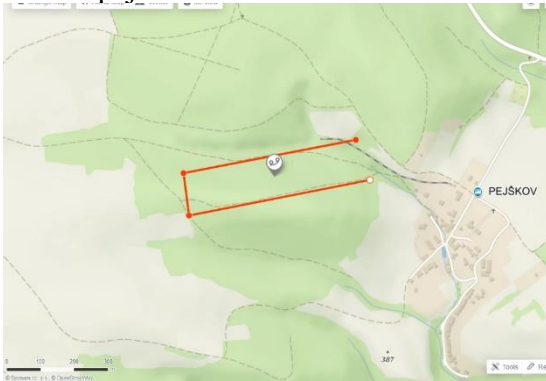
kód: 8prybslavice1



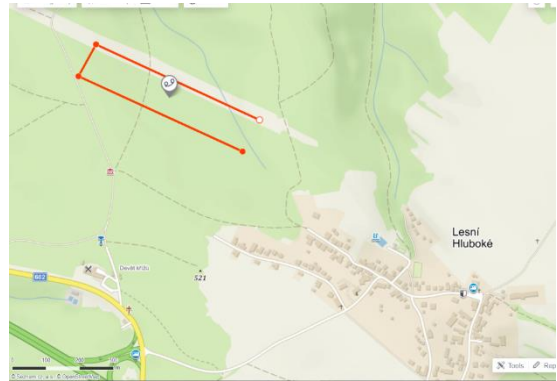
kód: 8zebetin1



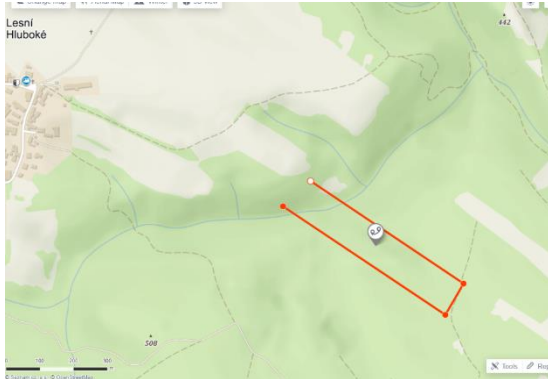
kód: 8pejskov1



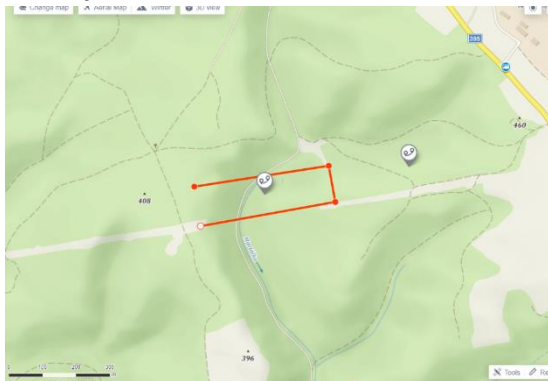
kód: 8lesnihlubek1



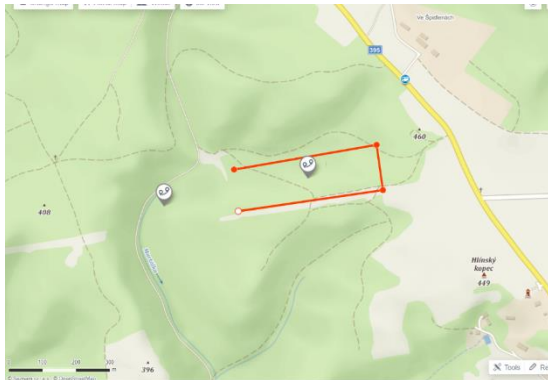
kód:
8lesnihluboke2



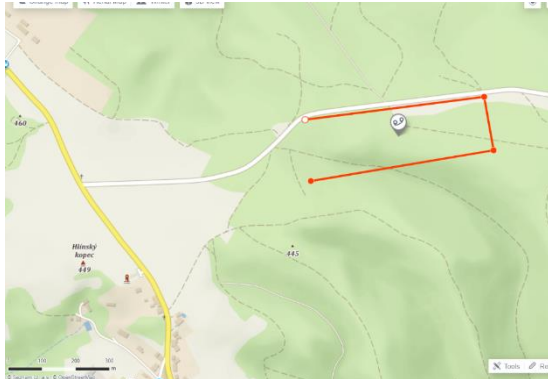
kód: 9hlina1



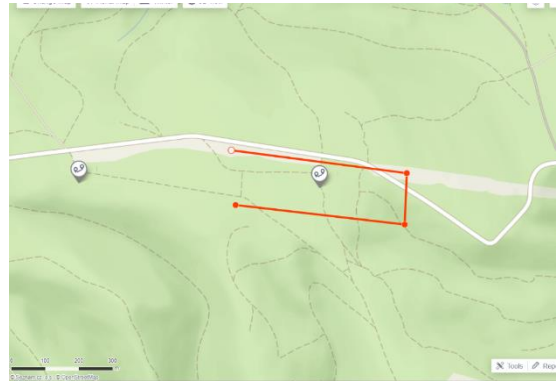
kód: 9hlina2



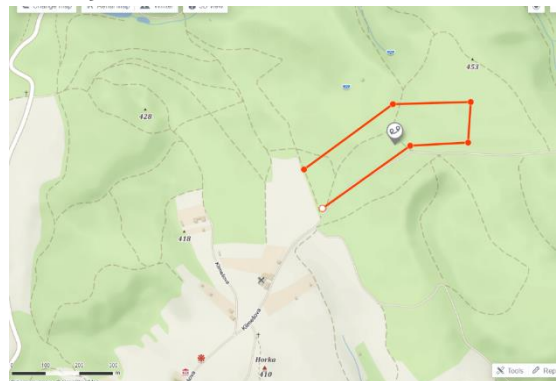
kód: 9hlina3



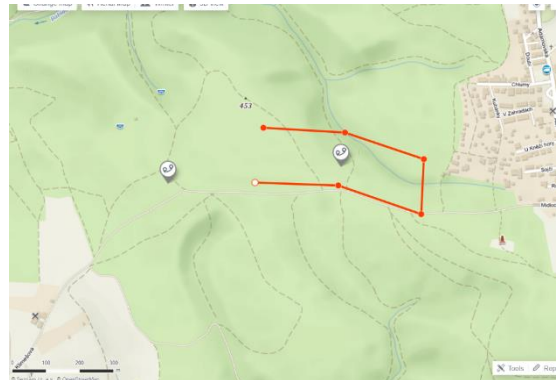
kód: 9hlina4



kód: 9oresin1



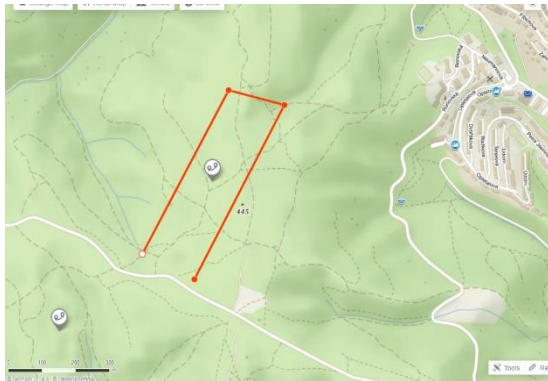
kód: 9oresin2



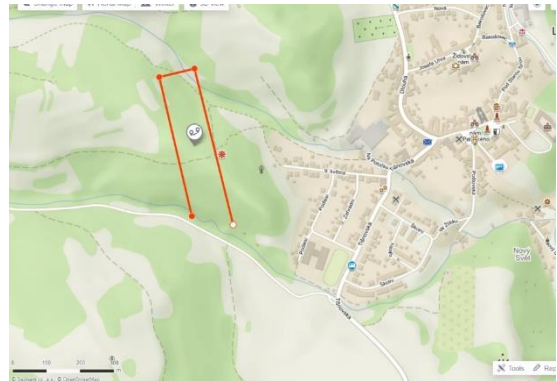
kód: 9utechov1



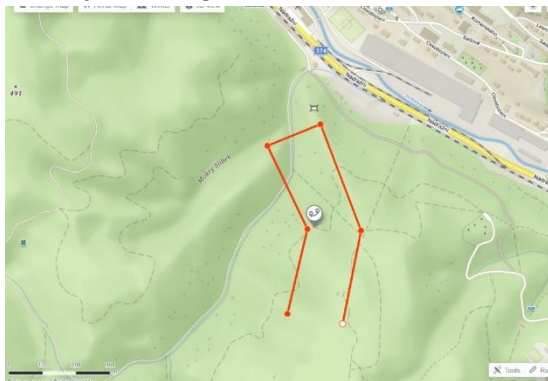
kód: 9utechov2



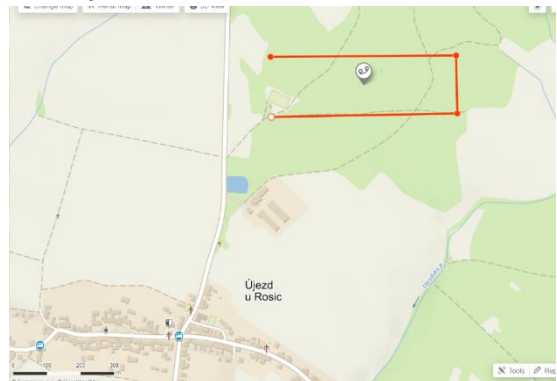
kód: 9lomnice1



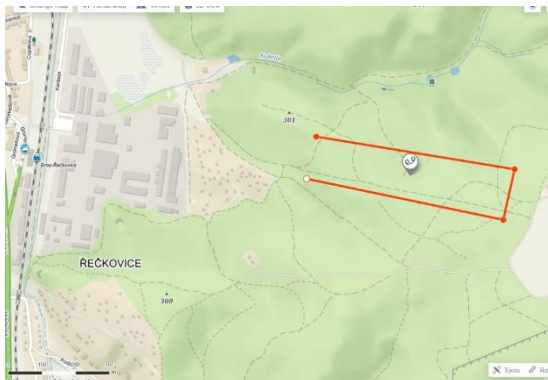
kód: 9utechov3



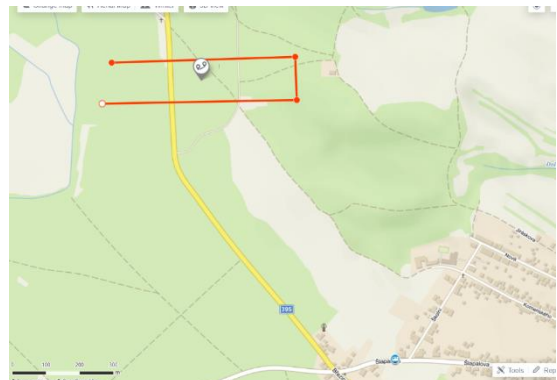
kód: 9zbraslav1



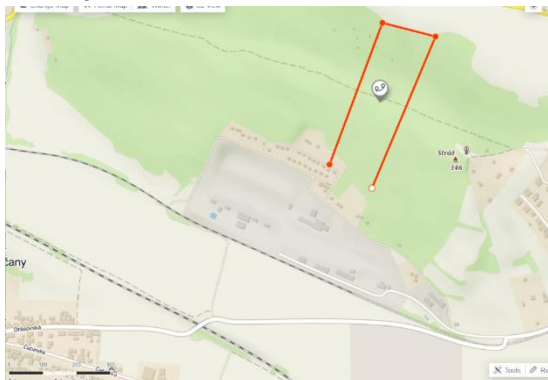
kód: 9reckovice1



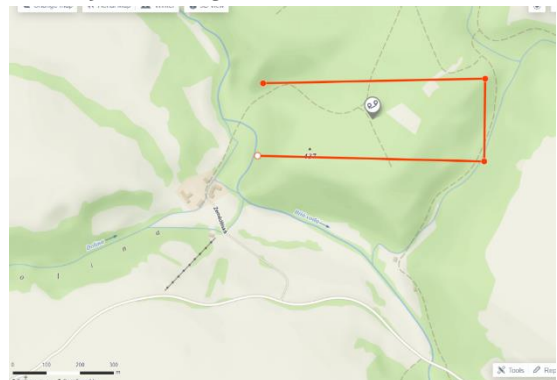
kód: 9zbraslav2



kód: 9cebin1



kód: 9zbraslav3



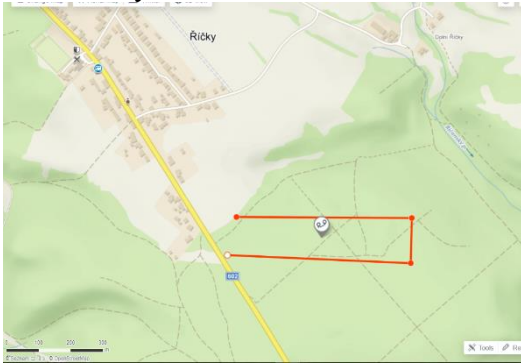
kód: 9ricky3



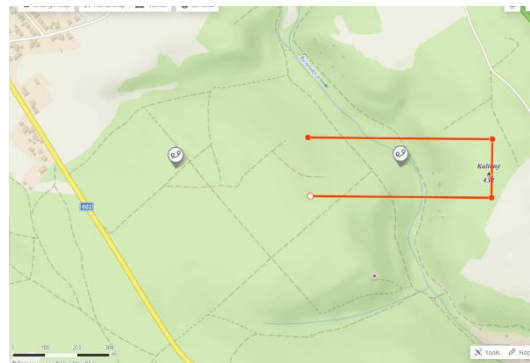
kód: 9babice1



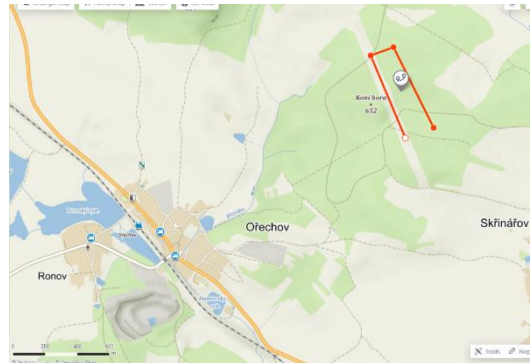
kód: 9ricky2



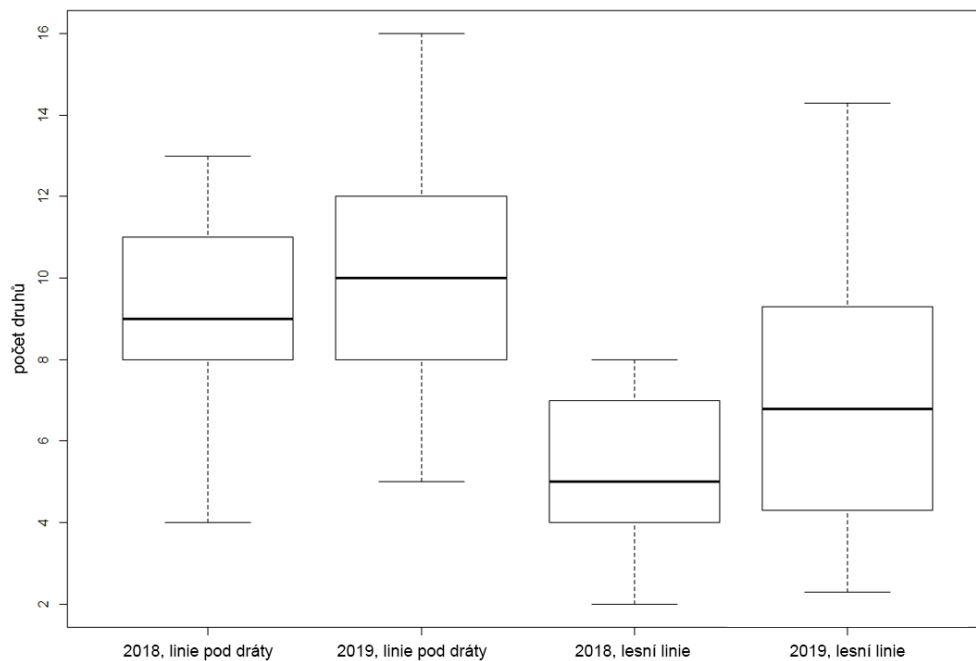
kód: 9ricky1



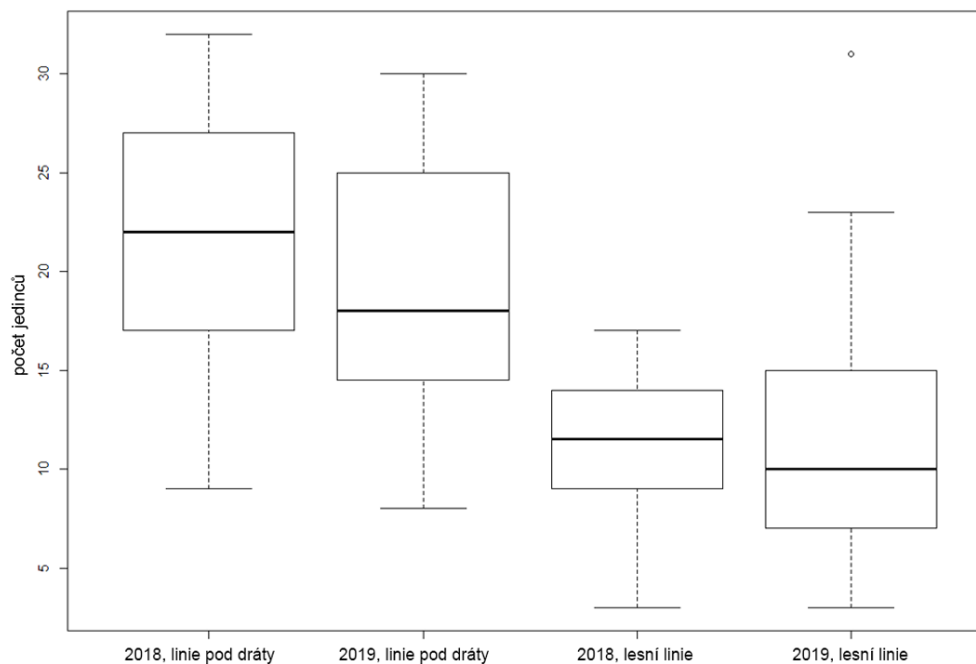
kód: 9orechov1



Příloha 3: Graf ukazující počty druhů na liniích v letech 2018 a 2019 (linie pod dráty – levá část, kontrolní linie v lese – pravá část). Čáry v boxech znázorňují medián, box znázorňuje mezikvartilové rozpětí a vousy jeho 1,5násobek.



Příloha 4: Graf ukazující počty jedinců na liniích v letech 2018 a 2019 (linie pod dráty – levá část, kontrolní linie v lese – pravá část). Čáry v boxech znázorňují medián, box znázorňuje mezikvartilové rozpětí a vousy jeho 1,5násobek.



Příloha 5: Tabulka frekvence záznamů jednotlivých druhů pouze na linii pod dráty (seřazeno sestupně dle prvního termínu, n = 29).

| <i>Druh</i> | <i>1. termín (%)</i> | <i>2. termín (%)</i> |
|--|----------------------|----------------------|
| pěnice pokřovní (<i>Sylvia curruca</i>) | 48,3 | 48,3 |
| vrabec polní (<i>Passer montanus</i>) | 48,3 | 41,4 |
| sýkora koňadra (<i>Parus major</i>) | 41,4 | 31,0 |
| strakapoud velký (<i>Dendrocopos major</i>) | 41,4 | 44,8 |
| holub hřivnáč (<i>Columba palumbus</i>) | 37,9 | 24,1 |
| sýkora modřinka (<i>Cyanistes caeruleus</i>) | 37,9 | 20,7 |
| strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>) | 31,0 | 31,0 |
| červenka obecná (<i>Erithacus rubecula</i>) | 31,0 | 24,1 |
| drozd zpěvný (<i>Turdus philomelos</i>) | 27,6 | 48,3 |
| bažant obecný (<i>Phasianus colchicus</i>) | 24,1 | 17,2 |
| pěnice hnědokřídlá (<i>Sylvia communis</i>) | 24,1 | 27,6 |
| straka obecná (<i>Pica pica</i>) | 24,1 | 13,8 |
| kukačka obecná (<i>Cuculus canorus</i>) | 20,7 | 13,8 |
| pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>) | 20,7 | 10,3 |
| pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>) | 17,2 | 37,9 |
| káně lesní (<i>Buteo buteo</i>) | 17,2 | 24,1 |
| kos černý (<i>Turdus merula</i>) | 17,2 | 20,7 |
| brhlík lesní (<i>Sitta europaea</i>) | 17,2 | 20,7 |
| linduška lesní (<i>Anthus trivialis</i>) | 13,8 | 24,1 |
| datel černý (<i>Dryocopus martius</i>) | 13,8 | 17,2 |
| střízlík obecný (<i>Troglodytes troglodytes</i>) | 13,8 | 10,3 |
| hrdlička divoká (<i>Streptopelia turtur</i>) | 13,8 | 3,4 |
| rehek domácí (<i>Phoenicurus ochruros</i>) | 13,8 | 0,0 |
| budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>) | 13,8 | 17,2 |
| sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>) | 10,3 | 13,8 |
| žluna zelená (<i>Picus viridis</i>) | 10,3 | 13,8 |
| krkavec velký (<i>Corvus corax</i>) | 10,3 | 3,4 |
| konipas bílý (<i>Motacilla alba</i>) | 10,3 | 13,8 |
| špaček obecný (<i>Sturnus vulgaris</i>) | 10,3 | 10,3 |
| bramborníček hnědý (<i>Saxicola rubetra</i>) | 10,3 | 10,3 |
| strakapoud malý (<i>Dendrocopos minor</i>) | 6,9 | 3,4 |
| hrdlička zahradní (<i>Streptopelia decaocto</i>) | 6,9 | 10,3 |
| jestřáb lesní (<i>Accipiter gentilis</i>) | 6,9 | 3,4 |
| tuhýk obecný (<i>Lanius collurio</i>) | 6,9 | 3,4 |
| střízlík obecný (<i>Troglodytes troglodytes</i>) | 6,9 | 10,3 |
| skřivan polní (<i>Alauda arvensis</i>) | 3,4 | 6,9 |
| strnad luční (<i>Emberiza calandra</i>) | 3,4 | 6,9 |
| kachna divoká (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 3,4 | 0,0 |
| drozd kvíčala (<i>Turdus pilaris</i>) | 3,4 | 10,3 |