Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta
Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí
Studijní obor: Ochrana životního prostředí

Diplomová práce

Ptáci ve vegetaci podél cest v otevřené krajině

Veronika Mňuková

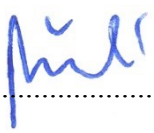
Vedoucí práce: prof. Mgr. Jiří Reif, Ph.D.

Praha, červenec 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že tuto práci jsem vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité zdroje a literaturu. Tato práce ani její velká část nebyla použita pro získání jiného či stejného akademického titulu. Tato prohlášení stvrzuji svým podpisem.

V Praze, dne 29. 7. 2024


..... Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala především svému školiteli za trpělivost a důvěru, kterou mi v průběhu psaní práce poskytoval a také za množství času, které mi při konzultacích a korekturách věnoval. Dále bych chtěla velice poděkovat Honzovi Hanzelkovi za jeho pomoc při statistických analýzách a jejich interpretacích. Podobný dík patří rovněž Filipu Szarvasovi. A nakonec děkuji svým rodičům, kteří mě při studiích konstantě podporují a věří v mé schopnosti.

ABSTRAKT

Neprodukční biotopy jsou v zemědělské krajině klíčovými prvky pro biodiverzitu. Jedním z nich jsou i cesty lemované různými typy bylinné i dřevinné vegetace, na nichž jsou závislé populace mnohých druhů ptáků. Sítě polních cest obklopené vegetací jsou typickým prvkem zemědělské krajiny střední Evropy, kde často představují jeden z mála dostupných polo přírodních habitatů uprostřed rozlehlých ploch polí. Mým cílem bylo prozkoumat charakteristiky této vegetace a zjistit, které z nich jsou důležité pro druhovou rozmanitost ptáků.

Provedla jsem sčítání ptáků na 90 úsecích polních cest na území Broumovské kotliny a změřila se na jejich základní environmentální charakteristiky: celkovou plochu vegetace a to, zda byla, či nebyla posečená, přítomnost kopřiv a keřů, plochu dřevinné vegetace a to, zda byla, či nebyla přítomna po obou stranách cesty, diverzitu dřevin a jejich druhovou skladbu. Vedle toho jsem vzala v potaz také vliv krajinného pokryvu v okolí jednotlivých úseků. Zaznamenala jsem celkem 32 druhů lesních i nelesních ptáků, mezi nimiž se vyskytovaly i druhy chráněné. Hlavní vliv na počet druhů měly: (i) plocha dřevinné vegetace, (ii) diverzita dřevinné vegetace a (iii) druhová skladba dřevin. Lesní druhy ptáků byly ovlivněné převážně množstvím dřevin, čím větší byla plocha dřevinné vegetace, tím více druhů v ní bylo. Pro nelesní druhy byla nejdůležitější druhová skladba, kdy platilo, že čím více dřevin na transektu rostlo, tím více druhů bylo pozorováno. Nelesní druhy preferovaly přítomnost ovocných dřevin a keřů před lesními druhy dřevin, stejně tak jako druhy chráněné. Pokud tedy chceme podpořit výskyt těchto druhů ptáků, je žádoucí podél cest vysazovat druhově pestré dřevinné porosty s co největším zastoupením ovocných stromů a keřů.

Klíčová slova: vegetace podél cest, dřeviny, ptáci zemědělské krajiny, druhová rozmanitost, struktura porostu

ABSTRACT

Non-productive habitats are the key elements for biodiversity in agricultural landscapes. These habitats include vegetation along unpaved roads that provide refuges for populations of numerous bird species. Such road networks are a typical feature of agricultural landscapes in Central Europe and they often represent one of a few semi-natural habitats surrounded by large arable fields. The aim of this thesis was to find out the characteristics of the vegetation along unpaved roads in agricultural landscape that are crucial for supporting bird species richness.

I counted birds along 90 sections of unpaved roads in farmland of Broumovská Kotlina, Czechia, and measured various environmental characteristics. Those include total area of vegetation and whether it has been mowed, the presence of nettles and bushes, the area of woody vegetation and whether it was present on one or on both sides of a given road, and diversity and species composition of woody plants. In addition, I considered the influence of respective land cover types surrounding the focal sections.

In total, I recorded 32 forest and non-forest bird species, and some of them were protected at the national level. Factors showing significant influence on bird species richness were: (i) the area of woody vegetation, (ii) the diversity of woody vegetation and (iii) the species composition of woody plants. Forest bird species were mainly influenced by the area of woody vegetation – the larger the area, the more species. For non-forest species, diversity of woody vegetation was the most important factor – the higher diversity tree species grew on the transect, the more species of birds were observed. Non-forest birds preferred fruit trees and shrubs over the forest tree species and the same applies for protected bird species.

In conclusion, if we want to support the occurrence of these birds, it is desirable to plant along the roads various woody plant species with a considerable representation of fruit trees and bushes.

Key words: vegetation along roads, woody plants, farmland birds, species diversity, vegetation structure

OBSAH

1. ÚVOD 7
1.1. Neprodukční biotopy v zemědělské krajině a jejich význam pro biodiverzitu 7
1.2. Ptáci zemědělské krajiny 8
1.3. Vegetace podél cest a její význam pro ptáky 9
1.3.1. Oboustrannost dřevinné vegetace 10
1.3.2. Strukturální charakteristiky 10
1.3.3. Druhová bohatost 11
1.3.4. Okolí 12
1.4. Cíle práce a testované hypotézy 12
2. METODIKA 15
2.1. Výzkumná oblast 15
2.2. Výzkumné plochy 16
2.3. Data o ptácích 17
2.4. Environmentální charakteristiky 19
2.4.1 Proměnné měřené v terénu 19
2.4.2 Proměnné měřené na základě mapových podkladů 21
2.5. Statistická analýza dat 23
3. VÝSLEDKY 25
3.1 Druhová bohatost ptáků 26
3.2 Lesní ptáci 28
3.3 Nelesní ptáci 30
3.4 Druhy živící se živočišnou potravou 32
3.5 Druhy živící se rostlinnou potravou 33
3.6 Specialisté 35
3.7 Generalisté 36
3.8 Chráněné druhy 38
3.9 Oboustrannost 39
4. DISKUSE 40
5. DOPORUČENÍ 49
ZÁVĚR 50
SEZNAM LITERATURY 51
PŘÍLOHY 59

1. ÚVOD

1.1. Neprodukční biotopy v zemědělské krajině a jejich význam pro biodiverzitu

Zemědělská krajina zabírá cca 40 % povrchu suchozemské Evropy. Je tvořena ornou půdou, travnatými porosty luk a pastvin a různými neprodukčními biotopy (Eurostat, 2020). Těmito neprodukčními biotopy mohou být například různé pásy vegetace podél cest, okraje polí, remízky a lesíky či sady, zkrátka vše, co neslouží tvorbě peněžního zisku (García-Feced et al. 2015). Právě tyto biotopy hostí druhově bohaté komunity organismů, často v mnohem větších hustotách v porovnání s jinými druhy biotopů v zemědělské krajině (Fuller et al. 2004). Mají rovněž pozitivní vliv na rozmanitost flóry, včel a mnohých druhů hmyzu (Marshall et al. 2006, Vickery et al. 2009). Mnoho studií, ať už z Kalifornie, Chile, Středozemí či ze sousedního Polska, potvrzuje zvýšenou početnost ptáků na okrajích polí a v různých stromořadí či remízcích (Parish et al. 1995, Wuczynski et al. 2011, Castro-Caro et al. 2015, Heath et al. 2017, Munoz-Saez et al. 2017). Většina běžných ptačích druhů je totiž minimálně pro potřeby hnízdění odkázána na dřevinnou vegetaci (Newton 2017), která jim vedle toho slouží také jako místo k úkrytu či odpočinku a k přednesu zpěvu (Hinsley & Bellamy 2000). Krajinná mozaika zároveň pomáhá ptákům dostat se ke vzdálenějším zdrojům potravy, jejichž návštěva by pro ně ve zcela otevřené krajině mohla být nebezpečná (Newton 2017). Především v čase hnízdění je klíčové, aby byl zdroj potravy co nejblíže místu kde je hnízdo, a rodiče tak nebyly nuceny opouštět svá mláďata na delší dobu, než je nezbytně nutné. V tomto období nabývají na důležitosti například travnaté pásy nesečených kvetoucích bylin lemující různá stromořadí a okraje polí, v nichž lze potravu snadno a rychle shánět (Vickery et al. 2004, Schmidt et al. 2022). V heterogenní krajině s rozptýlenou zelení se může vyskytovat až 4x více druhů ptáků než v krajině homogenní, kde tato zeleň zcela chybí (Wuczynski et al. 2011).

Vedle travnatých pásů či rozptýlené zeleně jsou zajímavým biotopem také úhory, tj. plochy půdy ležící ladem po dobu jednoho či více let. Jejich zakládáním vzniká příležitost pro zvýhodnění klíčení semen nektarodárných bylin oproti travám a jak úhory stárnou, jsou schopny hostit čím dál více druhů rostlin a bezobratlých, čímž pomáhají vytvářet větší potravní nabídku pro ptáky (Fabšičová et al. 2023). Pozitivní vliv mají i různé příkopy podél cest, pokud jsou spjaty s výskytem vlhkomilných a stínomilných bylin, na něž se vážou mnohá společenstva hmyzu (Newton 2017). V zimních měsících nabývají na významu různá strniště a nesklizené plochy, protože rostliny ponechané k vysemenění poskytnou ptákům

potravu v době, kdy je jí málo (Wuczyński & Wuczyński 2019). Rovněž husté křoviny jso v měsících nepříznivého počasí kriticky důležitým habitatem, pomáhajícím snižovat úmrtnost v důsledku ztráty tepla (Doherty & Grubb 2000, Hinsley & Bellamy 2019).

1.2. Ptáci zemědělské krajiny

Populace ptáků, které obývají zemědělskou krajinu drasticky klesají – např. v Evropě mezi lety 1990 a 2021 téměř o 40 % (Eurostat, 2023). Hlavním důvodem je změna způsobu zemědělského hospodaření od extenzivního k intenzivnímu a zaměření na zisk bez ohledu na důsledky (Guerrero et al. 2024). Odvodňování, rozorávání mezí a kácení remízků, scelování pozemků, nástup těžké mechanizace a užívání chemických postřiků – to vše vede ke zmenšení potravní nabídky a úbytku vhodných habitatů, což jsou dvě z hlavních podmínek přežití (Firbank et al. 2008, Emmerson et al. 2016).

Zemědělská krajina není pro žádný ptačí druh původním habitatem, protože člověk začal tento biotop vytvářet až po neolitické revoluci. Kulturní krajinu začali ptáci postupně osidlovat, protože pro ně představovala zdroj hojně dostupné potravy v podobě různých semen, listů a kořínků kulturních plodin ale i divokých rostlin které rostly v jejich blízkosti, a také bezobratlých kteří jsou na ně navázáni (Weijden et al. 2010, Newton 2017). Habitat konkrétních druhů často nelze vyjádřit jednoduše skrze konkrétní parametry vegetace, ale spíše jako charakteristiku krajiny coby celku (Newton 2017). Ptáci si vybírají takové biotopy, které nejlépe odpovídají jejich původnímu přirozenému habitatu (Hinsley & Bellamy 2000). Dle původního prostředí, ze kterého každý druh do sekundárně vzniklé zemědělské krajiny přišel, lze v základu rozlišovat druhy vyžadující zemědělsko-lesní mozaiku a druhy zcela otevřené krajiny. Mezi těmito dvěma skupinami je však celá škála preferencí co do množství stromů a otevřenosti krajiny (Fuller et al. 2004, Wuczynski et al. 2011). Ptáci řadící se k první skupině potřebují dřeviny zejména ke hnízdění, a v okolí si shánějí potravu. Ptáci z druhé skupiny si obě tyto životní potřeby obstarají v otevřené krajině a rozptýlenou zeleň využívají pouze pro chvíle usednutí a zpěvu. Za typické obyvatele zemědělské krajiny jsou považováni např. pěnice hnědokřídlá (*Curruca communis*) a pěnice pokřovní (*C. curruca*), konopka obecná (*Acanthis cannabina*), stehlík obecný (*Carduelis carduelis*), zvonek zelený (*Chloris chloris*) a strnad obecný (*Emberiza citrinella*). Vedle nich v ní můžeme potkat také lesní generalisty, kteří mají svůj původní habitat v lesích, ale jsou schopni žít i v prostředí kulturní krajiny – například pěvuška modrá (*Prunella modularis*), kos černý *(Turdus merula),* sýkora koňadra *(Parus major)*, sýkora modřinka *(Cyanistes*

caeruleus) nebo pěnkava obecná *(Fringilla coelebs)* (Ceresa et al. 2012, Rajmonová & Reif 2018).

1.3. Vegetace podél cest a její význam pro ptáky

Stromořadí jsou pro ptáky přínosnější než pouhé pásy travin či kvetoucích bylin, úplně ideální je kombinace obojího (Hinsley & Bellamy 2000, Vickery et al. 2009). Pro tento typ krajinného prvku se v angličtině používá termín „hedgerow“, definovaný jako ohraničená linie stromů či keřů delší než 20 m a zároveň užší než 5 m, jež obvykle doprovází nějakou cestu (Bickmore 2002). Takový krajinný prvek je jeden z nejdůležitějších polo přírodních habitatů současné zemědělské krajiny Evropy (Montgomery et al. 2020). Poskytuje útočiště pro širokou škálu druhů, od rostlin a bezobratlých po savce a ptáky a podporuje funkčně důležité organismy jako jsou opylovači (Staley et al. 2023). Pro výskyt ptáků je jedním z nejdůležitějších faktorů přítomnost stromů (Hinsley & Bellamy 2019), protože většina běžných ptačích druhů závisí na stromech či křovinách přinejmenším pro potřeby hnízdění. Někteří je využívají jen jako místo k přednesu zpěvu, mnozí si okolo nich obstarají většinu životních potřeb a jiným slouží jako bezpečná základna, kam se mohou vracet mezi výlety za potravou do otevřené krajiny. Jediný druh pěvce v našem regionu, kterému dřeviny vyloženě škodí, je skřivan polní (*Alauda arvensis*) (Newton 2017). Velice důležitá je funkce liniové vegetace coby transportního koridoru. Při přeletu se obzvlášť menší druhy vystavují riziku predace, a tak je pro ně možnost rychle zalétnout do vegetace často otázkou života či smrti a umožňuje jim navštěvovat místa, která by pro ně byla jinak nedostupná (Hinsley & Bellamy 2000). Každý druh má jinde svůj limit, jak daleko je schopen se za potravou na otevřené prostranství vydat – například vrabec domácí (*Passer domesticus*) se vzdaluje pouze pár metrů od křovin které obývá, špaček obecný (*Sturnus vulgaris*) do 1 km a holub hřivnáč (*Columba palumbus*) či konopka obecná (*Acanthis cannabina*) se při cestách za potravou vydávají do otevřené krajiny až na vzdálenost několika kilometrů (Newton 2017).

Univerzální model ideálního stromořadí neexistuje, protože každý druh má trochu jiné nároky a osidluje takový biotop, který nejlépe odpovídá jeho původnímu prostředí. Obecně se dá však říct, že málokomu vyhovuje krátké, nízké a řídké stromořadí, což je pravděpodobně dáno nedostatkem zdrojů v něm a také větší expozicí nepříznivému počasí a predátorům (Hinsley & Bellamy 2000). Většina druhů preferuje vysoká stromořadí s velkým množstvím stromů, tyto druhy bývají převážně původně lesní, a tak chtějí, aby byl porost co nejvyšší a nejširší; jsou to např. střízlík obecný (*Troglodytes troglodytes*), pěnice černohlavá

(*Sylvia atricapilla*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*), sýkora koňadra (*Parus major*), kos černý (*Turdus merula*) a další (Macdonald & Johnson 1995). Ptákům lesního okraje zase vyhovuje spíše nižší, husté a široké stromořadí - např. pěnice hnědokřídlá (*Curruca communis*) či konopka obecná (*Acanthys cannabina*) (Hinsley & Bellamy 2000). Jiným druhům zase vyhovuje více, když je stromů spíše méně - např. pěvuška modrá (*Prunella modularis*), budníček větší (*Phylloscopus trochilus*) a pěnice pokřovní (*Curruca curruca*) (Green et al. 1994). Druhy otevřené krajiny se zase spokojí s krátkými stromořadími, ve kterých tolerují i mezery, které jsou jinak pro většinu druhů nevyhovující (např. strnad luční *Emberiza calandra*) (Hinsley & Bellamy 2000).

1.3.1. Oboustrannost dřevinné vegetace

Bylo zjištěno, že pokud se linie stromů nachází po obou stranách cesty, hostí 2-3 x více ptáků (především lesních druhů a druhů lesního okraje) a mnohem více včel, motýlů a bylin nežli jednostranná linie, či pokud se jedná jen o travnatý okraj bez jakýchkoliv stromů (Croxton et al. 2005, Walker et al. 2005, Heath et al. 2017). Jedním z důvodů je i to, že oboustranné stromořadí poskytuje lepší ochranu před nepříznivým počasím. Mezi další důvody patří fakt, že pokud je dřevinná vegetace přítomna na obou stranách cesty, má mnohem větší plochu a má zároveň větší strukturální i druhovou diverzitu a větší rozlohu okrajů (Walker et al. 2005). Šířka okrajů je důležitým faktorem – čím širší, tím více prostoru poskytuje a tím více druhů může hostit. Samotná cesta obklopená stromy z obou stran představuje další habitat s vlastním mikroklimatem, který ptáci rádi obývají a který v podstatě neexistuje, pokud jsou stromy jen po jedné straně. Pro jednostranná stromořadí je nejdůležitějším faktorem majícím vliv na početnost ptáků množství stromů: čím větší množství, tím více míst pro hnízdění a přednes zpěvu, a také větší potravní nabídka – toto opět platí především pro lesní druhy a druhy lesního okraje (Walker et al. 2006).

1.3.2. Strukturální charakteristiky

Zkoumání „hedgerows“ byla věnována značná pozornost již v minulém století. V roce 1984 zkoumal britský vědec P. Osborne na farmách v anglickém Dorsetu 42 těchto krajinných prvků a zjistil, že počet druhů nejlépe vysvětluje celková plocha a šířka, spolu s počtem druhů stromů, množstvím keřů a také množstvím mrtvých stromů – všechny tyto faktory vysvětlovaly v modelech až 74 % variability (Osborne 1984). O několik let dříve provedli podobný výzkum Macdonald a Johnson a došli k závěru, že nejdůležitějším faktorem určujícím výskyt ptáků jsou strukturální charakteristiky, tedy především rozloha.

Není překvapivé, že větší stromořadí bude hostit více druhů ptáků, nicméně linearita závislosti platí jen do určité výšky a potom už druhů přibývá jen velice zvolna. Pomyslná hranice se nachází okolo 2-3 m, a pokud klesne výška stromořadí pod 2 m, hrozí spolu s tím i pokles diverzity ptáků (Macdonald & Johnson 1995). Výška stromořadí je obzvláště důležitá ve vztahu k hnízdům – při zahnízdění příliš nízko hrozí větší riziko predace od pozemních predátorů, hnízdění vysoko v koruně zase zvyšuje riziko predace ostatními ptáky shora. Mnoho druhů preferuje nad svými hnízdy vyšší vegetaci – např. pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), konopka obecná (*Acanthis cannabina*), strnad obecný (*Emberiza citrinella*) či kos černý (*Turdus merula*). Rovněž strukturovanost a celková rozloha je ve vztahu k predaci důležitá, protože hustší a komplexnější biotop bude pro predátory méně dostupný (Dunn et al. 2016). Tento fakt nabývá na důležitosti obzvláště pokud přihlédneme k tomu, že druhy hnízdící na rozhraní habitatů jsou obecně vystavovány většímu predačnímu tlaku (Chamberlain et al. 1995). Dalším důležitým faktorem je vedle výšky také šířka stromořadí. Její význam byl potvrzen jak pro lesní, tak pro nelesní druhy (Oosterveld et al. 2022). Šířka by ideálně neměla klesnout pod 2 m, například pro strnada obecného (*Emberiza citrinella*) je optimální šířka okolo 3 m, pro pěnici pokřovní (*Curruca curruca)* je to až 5 m (Green et al. 1994). Je však složité rozlišit, zda je důležitější zrovna šířka či výška, jelikož jsou tyto dvě veličiny často korelované (Hinsley & Bellamy 2000). Není dobré, pokud jsou ve stromořadích ve velké míře přítomny mezery. Ty vznikají, když není prováděn žádný management, stromy přerostou a zastíní spodní patra vegetace, která pak nemohou prosperovat až časem z kdysi strukturovaného biotopu zbude jen řada stromů. Do volných míst je třeba dosazovat vhodné dřeviny a předcházet tak ztrátě kvality nižších vegetačních pater (Hinsley & Bellamy 2019).

1.3.3. Druhová bohatost

S rostoucím počtem druhů dřevin na jednotku délky lineárně roste početnost druhů, jako jsou zejména červenka obecná (*Erithacus rubecula*), pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*), drozd zpěvný (*Turdus philomelos*), sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*) a strnad obecný (*Emberiza citrinella*) (Green et al. 1994). Důležitým faktorem je také přítomnost křovin, což může souviset i s tím, že stromořadí s rozvinutým keřovým patrem bývají zpravidla starší a mají větší hodnotu coby zdroj semen, plodů a bezobratlých (Macdonald & Johnson 1995). Zejména pro semenožravé, ale i pro část hmyzožravých druhů je zase klíčové, aby byly okraje stromořadí lemovány širokým pruhem druhově bohaté

vegetace, která poskytne dostatek potravy nejen v době hnízdění (Parish et al. 1995, Hinsley & Bellamy 2000).

1.3.4. Okolí

Vliv okolí na ptáky je obtížné přesně stanovit, jelikož disponují velikou mobilitou. Ve vztahu k ploše okolních polí vykazuje početnost ptáků negativní korelaci – přítomnost velkých lánů znamená menší populační hustotu ptáků (Osborne 1984). Většina druhů je početnějších ve stromořadích sousedících s pastvinami spíše než s obdělávanými poli, ale některé druhy, jako např. strnad obecný (*Emberiza citrinella*) či strnad luční (*Emberiza calandra*) jsou výjimkou a rádi žijí v blízkosti orné půdy (Hinsley & Bellamy 2000). Plodiny na okolních polích mají také vliv – řepka olejka je nejvíce preferovaná, nejméně pak na jaře vyseté obilí (Green et al. 1994). Řepka je totiž v době hnízdění často již vzrostlá a kvetoucí, a tak hostí velké množství hmyzu, a ptákům umožňuje i přístup k holé půdě pod ní (Hinsley & Bellamy 2000). Přítomnost lesa či zahrad v okruhu do 2,5 km^2 a celkové množství stromořadí v okruhu 0,5 – 1 km často pozitivně souvisí s celkovou početností některých druhů ptáků ve stromořadích (Hinsley & Bellamy 2000). Velice důležitá je přítomnost jiných stromořadí a remízků v blízkém okolí a jejich vzájemná propojenost. Stromořadí, která jsou napojená na lesní porost a mají vysokou míru konektivity na zapojenou krajinu s menšími poli, lesy a jinými stromořadími, je pro ptáky mnohem snazší kolonizovat. Pokud vysadíme nové stromořadí, které bude tuto konektivitu postrádat, bude jeho kolonizace ptáky probíhat mnohem obtížněji, přestože by mohly být jeho ostatní charakteristiky vyhovující (Clergeau & Burel 1997).

1.4. Cíle práce a testované hypotézy

Cesty v zemědělské krajině bývají lemovány různými typy bylinné i dřevinné vegetace, která okolo nich vznikla přirozeně, či byla vysázena člověkem. V jinak často nehostinné zemědělské krajině může tato vegetace pro ptáky představovat významné útočiště. Avšak ne vždy tomu tak je a mnohá nově vysazovaná stromořadí tuto funkci nesplňují.

Za cíl své práce považuji zjistit, jaké charakteristiky vegetace podél cest v otevřené krajině poskytují nejlepší podmínky pro výskyt druhově nejbohatších společenstev ptáků. Porovnat, jestli se moje zjištění z terénního výzkumu budou shodovat s dosud zjištěnými fakty. Vyzkoumat, jestli je mezi prvky vegetace s největší diverzitou ptáků nějaká vzájemná podobnost. Díky splnění těchto cílů bude možné v ochranářské praxi vysazovat a udržovat

takovou vegetaci podél cest, která bude pro ptáky přínosná a bude co nejlépe plnit svou ekologickou funkci v krajině.

Testované hypotézy:

I. **Druhová bohatost ptáků ve vegetaci podél cest bude narůstat se zvětšující se plochou dřevinné vegetace.**
Celková větší rozloha porostu znamená větší množství biotopu s různorodějšími nikami a různými zdroji (Green et al. 1994). Co se týče jednotlivých ekologických skupin, očekávám odlišný vliv pro:
   a. *lesní druhy – silná pozitivní závislost, čím více dřevin, tím více se habitat podobá lesu*
   b. *nelesní druhy – tento vztah nemusí platit, protože příliš mnoho dřevin již připomíná spíše habitat lesa, který těmto druhům nevyhovuje*

II. **Druhová diverzita dřevinné vegetace bude mít pozitivní vliv na počet druhů ptáků.**
Diverzifikovaný porost nabízí různorodější prostředí pro hnízdění, které může uspokojit větší množství druhů. Potravní nabídka v něm je širší a rozložená do delšího časového období (Arnold 1983, Osborne 1984, Green et al. 1994). Jelikož větší biotopová diverzita se pojí s větší specializací druhů, očekávám větší vliv pro specialisty.

III. **Oboustranná stromořadí budou hostit více druhů než jednostranná.**
Pokud rostou stromy po obou stranách cesty, je celková heterogenita habitatu větší, což má pozitivní vliv na výskyt ptáků (Walker et al. 2005).

IV. **Přítomnost keřů bude mít pozitivní vliv na celkový počet druhů.**
Keřové patro zvyšuje rozmanitost porostu a váže se na něj potravní nabídka spolu s možností úkrytu, která ptáky láká. Mnoho druhů rovněž vyhledává křoviny pro potřeby hnízdění (Macdonald & Johnson 1995, Jakobsson & Lindborg 2017).

V. Přítomnost kopřiv bude mít pozitivní vliv na celkový počet druhů.

Kopřivy jsou zejména pro ptáky hnízdící na zemi nebo v bylinné vegetaci zásadním prvkem, protože v nich sbírají potravu nebo si na jejich stvolech staví hnízda (Šťastný & Hudec 2011).

VI. Posečení bylinné vegetace podél cesty se projeví sníženým počtem druhů ptáků.

Velká část potravní nabídky je v období od jara do podzimu vázána na bylinnou vegetaci. Kromě toho že se ptáci mohou živit přímo částmi rostlin, potravu pro ně představuje především hmyz, který na těchto rostlinách žije (Vickery et al. 2004). Vliv očekávám zejména pro druhy živící se živočišnou potravou, jelikož posečení výrazně sníží množství hmyzu ve vegetaci (Kaláb 2016).

VII. Se vzrůstajícím podílem lesa a zástavby v okolí, bude počet druhů narůstat.

Se zástavbou se pojí zahrady, a tyto biotopy mohou hostit zdrojové populace řady druhů ptáků, které ve vegetaci podél cest očekávám. Naopak s vyšším podílem otevřené krajiny v okolí bude množství ptáků podél cest menší, protože bude snížená míra konektivity s okolím (Clergeau & Burrel 1997, Hinsley & Bellamy 2000).

VIII. Výskyt ptáků bude ovlivněn druhovou skladbou dřevin.

Očekávám odlišný vliv pro lesní a nelesní druhy ptáků daný přítomností různých dřevin v biotopech, které tyto skupiny druhů preferují:

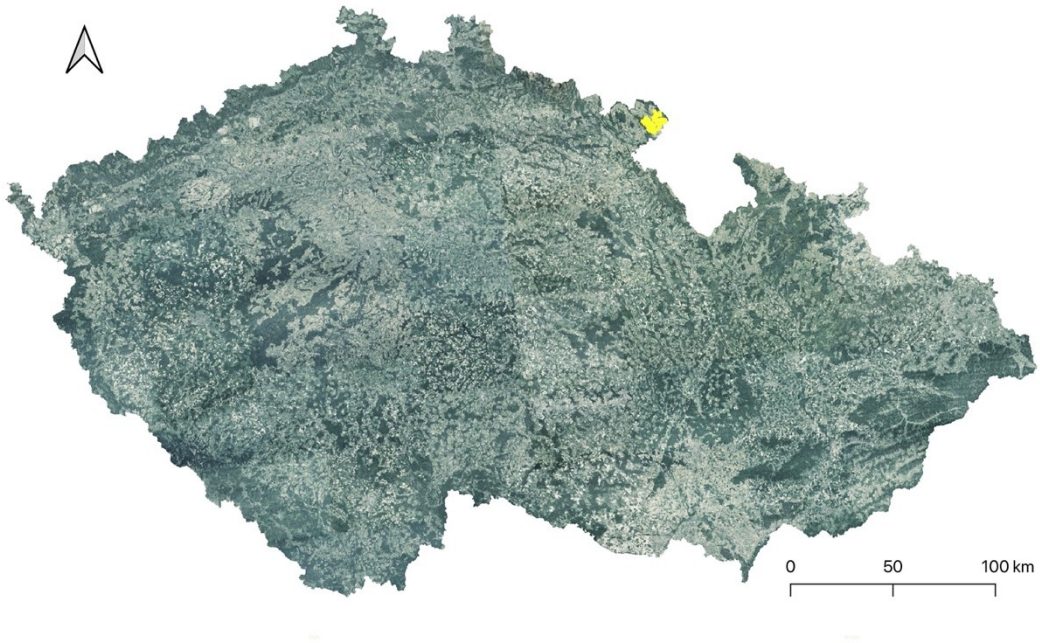
a. *lesní druhy – pozitivní vztah k výskytu dřevin typických pro les*
b. *nelesní druhy – pozitivní vztah k výskytu ovocných dřevin a křovin*

Dále očekávám vliv pro chráněné druhy, jelikož se většinou jedná o obyvatele otevřených biotopů, pro které jsou typické spíše křoviny než lesní dřeviny.

2. METODIKA

2.1. Výzkumná oblast

Výzkum probíhal ve východních Čechách na území CHKO Broumovsko v oblasti Broumovské kotliny (Obr. 1). Jedná se o rozsáhlé údolí ploché pahorkatiny, místy až roviny, s nadmořskými výškami v rozmezí 360–450 m n.m. Nachází se mezi masivy Broumovských stěn a Javořích hor, které jí ohraničují kolem dokola (Demek 1987). Jedná se o zemědělskou krajinu s intravilánem menších obcí a městem Broumov, v níž se rozptýleně nacházejí lesy, louky a mimolesní zeleň. Půdní bloky orné půdy zde jsou často rozsáhlé, plochy polí mezi jejichž hranicemi není žádná mimolesní zeleň bývají nezřídka větší než 100 ha. Část z nich byla zatravněna a nyní slouží k extenzivní pastvě skotu. Území je výrazně odlesněné, s převahou monokultur smrku, původní smíšené doubravy se zde zachovaly jen minimálně. Zdejší klima je mírně teplé s průměrnou roční teplotou okolo 7 °C a průměrným ročním úhrnem 600-700 mm (Čech et al. 2002).

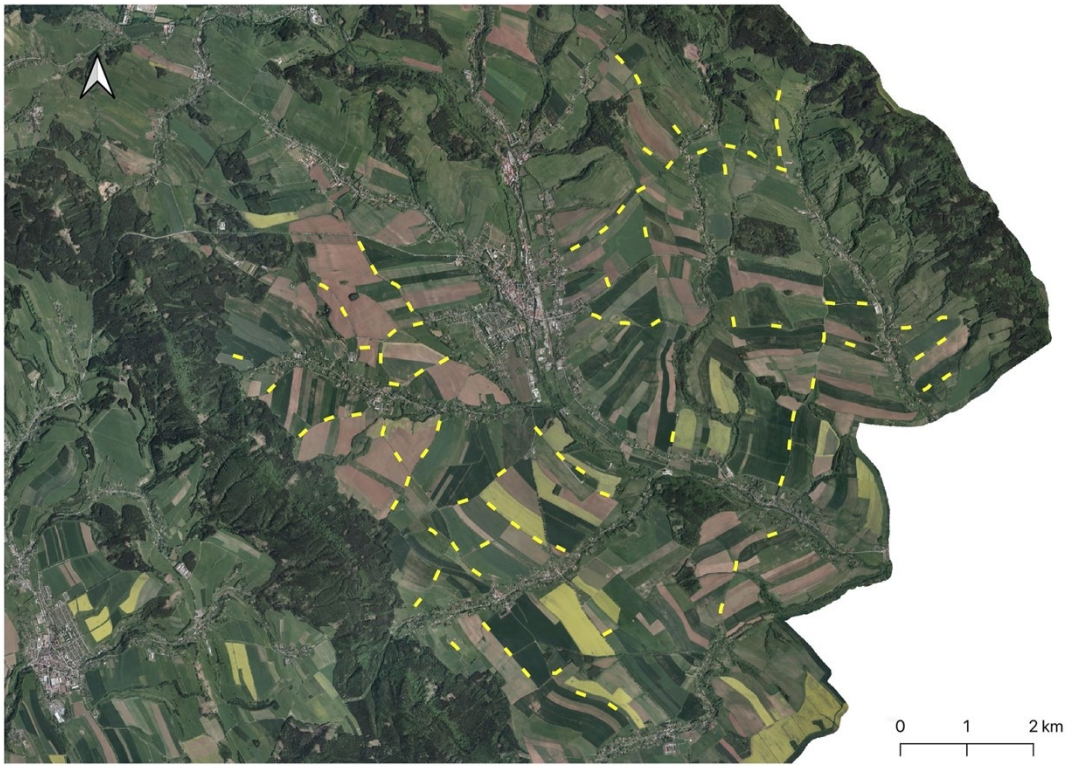


Obr.1: Umístění výzkumné oblasti v rámci České republiky. Podklad ČÚZK (2023).

2.2. Výzkumné plochy

Výzkumnými plochami byli 100metrové úseky (dále nazývané „transekty“) na polních cestách v otevřené zemědělské krajině výzkumné oblasti (Obr. 2). Otevřenou krajinu jsem si pro účely práce definovala tak, že se do 100 m od hranice transektu nenacházel les ani zástavba. Jednotlivé transekty od sebe byly vzdáleny minimálně 350 m, což je vzhledem k velikostem teritorií ptáků obvyklá vzdálenost používaná v ornitologických studiích (Bibby et al. 2000), u níž lze předpokládat, že pozorování ptáků na různých transektech budou nezávislá, tedy nebudou se týkat stejných jedinců. Při výběru transektů jsem se snažila postihnout všechny typy vegetace se kterými se podél polních cest můžeme setkat: od transektů s žádným nebo minimálním výskytem dřevin až po ty kde bylo dřevin hodně. Na Obr. 2 si lze povšimnout, že mnoho transektů se nachází na téže cestě – tento fakt byl a analýzách zohledněn tak, že příslušnost k cestě byla zahrnuta jako proměnná s náhodným efektem (viz. Kap. 2.5.).

Celkem jsem studovala 90 transektů na ploše cca 76 km^2.



Obr.2: Výzkumné plochy (žluté čárky, v práci nazývané „transekty“), které představovaly 100metrové úseky polních cest ve výzkumné oblasti. Poloha výzkumné oblasti v rámci ČR viz Obr.1 Podklad ČÚZK (2023).

2.3. Data o ptácích

Sčítání ptáků probíhalo na jaře roku 2023 ve dvou etapách, abych postihla jak druhy, které hnízdí dříve (např. sýkory), tak i ty, které k nám přilétají a hnízdí později jako např. ťuhýk obecný (*Lanius collurio*). První se odehrála na začátku května a druhá na konci května až začátkem června. Rozestup mezi sčítáními na jednom transektu byl 14 dnů, přičemž každá etapa trvala 10 dní. Ptačí jedince jsem sčítala v době nejvyšší ptačí aktivity od 6. do 10. hodiny ranní za vhodného počasí (tzn. když vydatně nepršelo nebo příliš nefoukalo). Za standardizovanou dobu 10 minut jsem prošla transektem tam a zpět a během toho zaznamenala všechny slyšené i viděné ptačí druhy, které se nacházeli přímo ve vegetaci na transektu. Přeletující jedince jsem nezaznamenávala, jelikož jejich vazba na daný transekt může být nejasná - např. moták pochop (*Circus aeruginosus*) nebo skřivan polní (*Alauda arvensis*).

Údaje z terénu o počtu druhů a množství jedinců na každém transektu jsem zanášela do tabulky v Excelu. Počet pozorovaných ptačích druhů a množství pozorovaných jedinců na každém transektu byly základními vysvětlovanými proměnnými v mých analýzách. Všechny druhy jsem rozřadila do několika skupin podle informací v literatuře zabývající se ekologií a ochranou ptáků v ČR (Hudec & Šťastný 2005; Reif et al. 2010; Šťastný & Hudec 2011; Dvořáková et al. 2022) – zdali patří do společenstva lesních či nelesních druhů, čím se živí, jak jsou specializovaní a jestli patří mezi zvláště chráněné druhy podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. (Tab. 1).

Tabulka 1: Seznam druhů pozorovaných ve vegetaci podél polních cest, jejich rozdělení do základních ekologických skupin podle biotopové preference, biotopové specializace a převažujícího typu potravy a celkový počet zjištěných jedinců.

Druh	Biotop	Biotopová specializace	Potrava	Ochrana	Početnost
Acrocephalus palustris	nelesní	specialista	živočišná		11
Carduelis cannabina	nelesní	specialista	rostlinná		12
Carduelis carduelis	nelesní	specialista	rostlinná		40
Carduelis chloris	nelesní	specialista	rostlinná		1
Columba palumbus	lesní	generalista	rostlinná		6
Dendrocopos major	lesní	generalista	živočišná		1
Emberiza calandra	nelesní	specialista	rostlinná	x	34
Emberiza citrinella	nelesní	specialista	rostlinná		149
Fringilla coelebs	lesní	generalista	rostlinná		11
Garrulus glandarius	lesní	specialista	živočišná		4
Hippolais icterina	nelesní	generalista	živočišná		1
Lanius collurio	nelesní	specialista	živočišná	x	24
Motacilla alba	nelesní	generalista	živočišná		4
Cyanistes caeruleus	lesní	generalista	živočišná		27
Parus major	lesní	generalista	živočišná		12
Passer montanus	nelesní	generalista	rostlinná		11
Perdix perdix	nelesní	specialista	rostlinná	x	3
Phoenicurus ochruros	nelesní	specialista	živočišná		2
Phoenicurus phoenicurus	nelesní	generalista	živočišná		5
Phyloscopus collybita	lesní	generalista	živočišná		7
Pica pica	nelesní	specialista	živočišná		6
Picus viridis	lesní	generalista	živočišná		2
Saxicola rubetra	nelesní	specialista	živočišná	x	8
Saxicola rubicola	nelesní	specialista	živočišná	x	2
Sturnus vulgaris	nelesní	generalista	živočišná		20
Sylvia atricapilla	lesní	generalista	živočišná		6
Curruca communis	nelesní	specialista	živočišná		50
Curruca curruca	nelesní	generalista	živočišná		8
Curruca nissoria	nelesní	specialista	živočišná	x	2
Turdus merula	nelesní	generalista	rostlinná		30
Turdus philomelos	lesní	generalista	rostlinná		10
Turdus pilaris	nelesní	generalista	rostlinná		23

2.4. Environmentální charakteristiky

Celkem bylo v analýzách použito 11 proměnných charakterizujících prostředí na jednotlivých transektech. Bylo by možné uvažovat i o vyšším počtu proměnných, je však nutné vzít v úvahu, že by to už nebylo vhodné z pohledu dalšího zpracování dat, jelikož velikost vzorku byla dána množstvím transektů, kterých bylo celkem 90. Zaměřila jsem se na ty proměnné, které byly pro výskyt ptáků označeny v literatuře jako relevantní, byly důležité pro testování v Úvodu ve formulovaných hypotézách a které bylo možné relativně jednoduše změřit.

2.4.1 Proměnné měřené v terénu

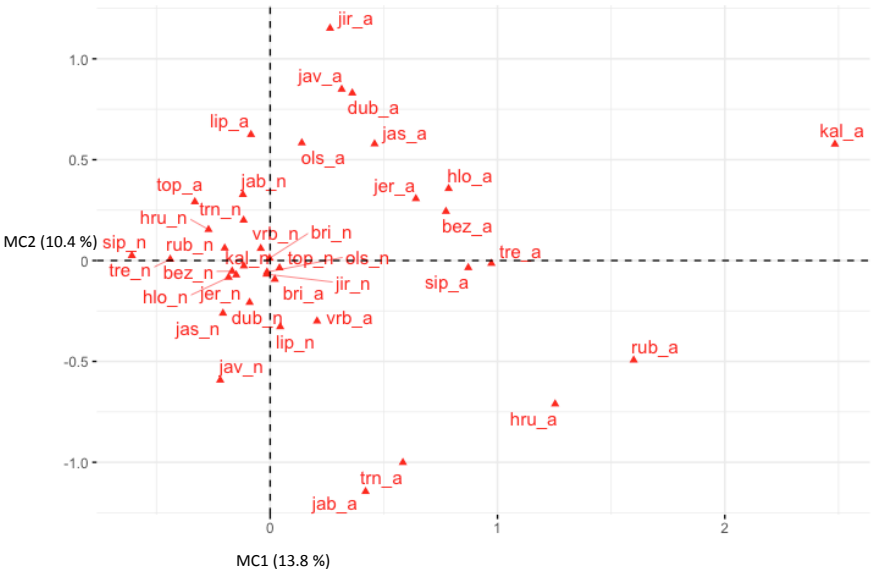
Přímo v terénu jsem na každém transektu zaznamenala: (i) přítomnost kopřiv (proměnná s dvěma hladinami: ano/ne), (ii) přítomnost keřů (ano/ne), (iii) informaci, jestli byly okraje cest posekány (ano/ne) a (iv) jestli se stromy nacházely po obou stranách cesty, nebo pouze na jedné straně, nebo se na daném transektu nevyskytovaly vůbec (proměnná se třemi hladinami: bez stromů, stromy na jedné straně, stromy na obou stranách) (Tab. 2).

Za přítomnost kopřiv byl považován pouze takový porost, který měl dostatečně velké rozměry (tzn. vzrostlý a hustý, pokrývající alespoň části transektu v souvislé ploše o rozloze min. 50 m^2). Pro uznání přítomnosti keřů byl dostačující výskyt minimálně jednoho keře. Dále byly zaznamenány jednotlivé druhy dřevin v transektu, kterých bylo celkem 19. Z tohoto údaje pak bylo možné odvodit další proměnnou, kterou byla (v) diverzita dřevin, vyjádřená numericky jednoduše jako počet druhů dřevin na každém transektu.

	Ano	Ne	
Přítomnost kopřiv	4	86	
Přítomnost keřů	48	42	
Posekanost	8	82	Žádné dřeviny
Oboustrannost dřevinné vegetace	17	64	9

Tabulka 2: Počet transektů pro jednotlivé kategorie environmentálních proměnných měřených v terénu.

Pro jednotlivé druhy dřevin v transektech jsem dále za pomoci softwaru R 4.2.2 (R Core Team 2022) provedla analýzu *MCA (Multiple Correspondence Analysis)*, která je vhodným nástrojem pro hledání gradientů v datech s kategoriálními proměnnými. Její výstupy ukázaly hlavní gradienty v druhové skladbě dřevin na jednotlivých transektech, což umožnilo velmi komplexní údaje o jednotlivých druzích shrnout do přehledné podoby zachycené prvními dvěma ordinačními osami. Vysvětlená variabilita na těchto dvou osách byla 24,2 %. Osa MC1 ukázala gradient od transektů bez dřevinné vegetace po transekty zarostlé spíše ovocnými stromy a keři (kalinou, ostružiníkem, třešní, hrušní a šípkem). Osa MC2 zase gradient od transektů s ovocnými druhy dřevin a keři po transekty s jasany, olšemi, lípami, duby, javory a jírovci (neovocné/ lesní stromy) (Obr. 3). Koordináty jednotlivých transektů na osách MC1 a MC2 byly následně použity jako proměnné (vi) MC1 a (vii) MC2 v dalších analýzách. Pro MCA jsem použila balíčky „FactoMineR“ a „factoextra“ (Kassambara A. 2017).



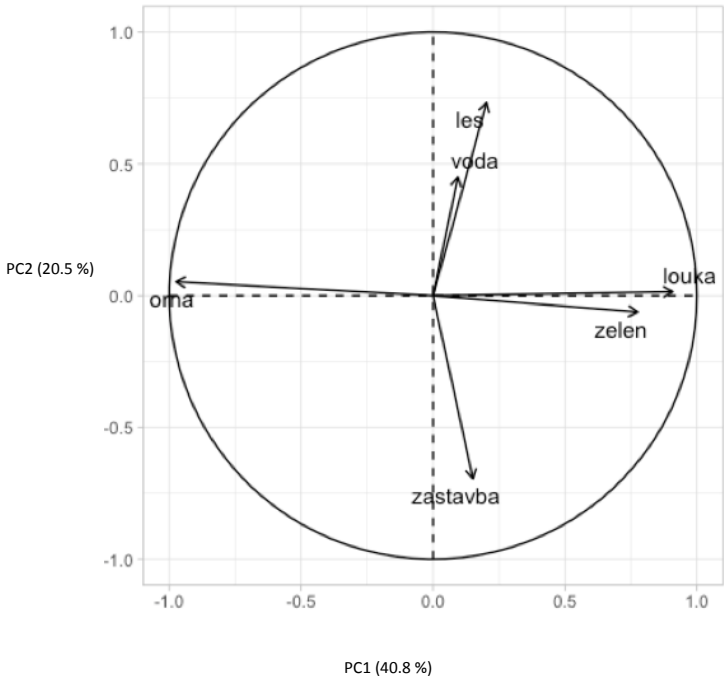
Obr. 3: První dvě ordinační osy MCA znázorňující dva nejdůležitější gradienty ve výskytu jednotlivých druhů dřevin na transektech. Osa MC1 ukazuje gradient od transektů bez dřevinné vegetace po transekty zarostlé hlavně ovocnými stromy a keři (kalinou, ostružiníkem, třešní, hrušní a šípkem). Osa MC2 zase gradient od transektů s ovocnými druhy dřevin a keři (jabloň, hrušeň, šípek, třešeň) po transekty s jasany, olšemi, lípami, duby, javory a jírovci (neovocné/ lesní stromy). Zkratky jednotlivých dřevin tvoří první tři písmena jejich českého názvu doplněné o „a“ (dřevina je na transektu přítomna) a „n“ (dřevina není na transektu přítomna). Všechny zkratky viz. Tab. 13 v Příloze.

2.4.2 Proměnné měřené na základě mapových podkladů

V programu QGIS byly následně měřeny (viii) celková plocha vegetace na transektu vyjádřená jako rozloha vegetace mezi tělesem cesty a navazující zemědělskou plochou, kterou cesta procházela, a (ix) celková rozloha dřevin na transektu, což byla plocha, kterou v rámci vegetace tvořily dřeviny (Obr. 4). Dále jsem měřila procentuální zastoupení šesti základních typů krajinného pokryvu v 500metrových buffer zónách okolo jednotlivých transektů. K tomu jsem využila podkladovou vrstvu KVES, jejíž biotopy jsem sloučila do kategorií: orná půda, louka, rozptýlená zeleň, les, zástavba a vodní plocha. Tyto typy jsou běžně používány v ornitologických studiích, protože jde o základní biotopové parametry strukturující ptačí společenstva v našem geografickém prostoru (Reif et al. 2008).

Obr.4: Ukázka vyjádření plochy celkové vegetace (oblast zeleného šrafování) a plochy dřevin (oblast souvislé zelené barvy) na jednom z transektů (KB-05). Podklad ČÚZK (2023).

Pro procentuální zastoupení jednotlivých krajinných pokryvů jsem za pomoci softwaru R 4.2.2 (R Core Team 2022) provedla analýzu *PCA (Principal Component Analysis)*. Podobně jako MCA pro druhy dřevin, PCA dokázala pro další analýzu příliš komplexní informace zjednodušit na dva hlavní gradienty v krajinném pokryvu okolo transektů, jež byly vyjádřeny pomocí prvních dvou ordinačních os. Vysvětlená variabilita na prvních dvou osách byla 61,3 %. Osa PC1 ukazuje gradient mezi ornou půdou a loukami s rozptýlenou zelení. Osa PC2 zachycuje gradient od zástavby po lesy a vodní plochy (Obr. 5). Koordináty jednotlivých transektů na osách PC1 a PC2 byly následně použity jako proměnné (x) PC1 a (xi) PC2 v dalších analýzách. Pro analýzu jsem použila balíčky „FactoMineR“ a „factoextra“ (Kassambara A. 2017).



Obr. 5: První dvě ordinační osy znázorňující dva nejdůležitější gradienty v krajinném pokryvu okolo transektů (PC1 a PC2).

2.5. Statistická analýza dat

Pro analýzu byl použit software R 4.2.2 (R Core Team 2022). Rozložení dat o početnosti ptáků se ukázalo být nejlépe vystihnuté Poissonovým rozdělením, což je způsobeno tím, že na mnoha transektech se nenacházely žádné druhy. Pro analýzy jsem tedy zvolila zobecněné lineární modely se smíšenými efekty (generalized linear mixed model) a Poissonovým rozdělením, které jsem testovala v balíčku glmmTMB (Brooks et al. 2017). Náhodným efektem byla příslušnost transektů k jednotlivým polním cestám, což zohlednilo možnou větší podobnost početnosti ptáků, kteří se nacházeli na transektech, jež ležely podél stejné cesty. Proměnné „plocha vegetace“ a „plocha dřevinné vegetace“ byly v programu R přeškálovány pomocí příkazu *scale* na nulový průměr a jednotkovou varianci, jelikož jejich hodnoty byly řádově vyšší než hodnoty ostatních numerických proměnných v modelu, což podle pilotních analýz způsobovalo problémy s konvergencí modelů. Přeškálování také usnadňuje interpretaci regresních koeficientů těchto proměnných (Schielzeth 2010).

V prvním kroku jsem provedla analýzu druhové bohatosti všech druhů ptáků na jednotlivých transektech. K tomu účelu byl použit zobecněný lineární model se smíšenými efekty, kde vysvětlovaná proměnná byl celkový počet druhů na každém transektu a vysvětlující proměnné byly:

i. celková plocha vegetace
ii. plocha dřevinné vegetace
iii. posekanost
iv. přítomnost kopřiv
v. přítomnost keřů
vi. oboustrannost dřevinné vegetace
vii. diverzita dřevin
viii. PC1 z analýzy PCA
ix. PC2 z analýzy PCA
x. MC1 z analýzy MCA
xi. MC2 z analýzy MCA

Proměnné zařazené do modelu odpovídaly jednotlivým hypotézám (viz kap. 1.4). Proměnná celková plocha vegetace, pro niž nebylo možné formulovat jasné očekávání, byla zahrnuta proto, aby se zohlednila celková velikost prostředí mimo polní kulturu, které bylo pro ptáky podél cesty k dispozici.

Dále jsem sestavila analogické modely (tj. se stejnými vysvětlujícími proměnnými a se stejnými náhodnými efekty) i pro všechny další vysvětlované proměnné, kterými byly:

a. druhová bohatost všech ptáků
b. početnost lesních druhů
c. početnost nelesních druhů
d. početnost druhů živících se živočišnou potravou
e. početnost druhů živících se rostlinnou potravou
f. početnost specialistů
g. početnost generalistů
h. početnost chráněných druhů.

U každého z modelů byl proveden test na kolinearitu. Testy na kolinearitu ukázaly u osmi z vysvětlujících proměnných hodnotu VIF menší než 3, pouze u proměnných diverzita dřevin, plocha dřevin a MC1 byly v některých modelech hodnoty mírně zvýšené, ale stále přijatelné (viz. Tab. 3).

Tabulka 3.: Přehled veličin, které v jednotlivých modelech vykazovaly mírně zvýšené hodnoty VIF (variance inflation factor). Modely jsou pojmenovány podle vysvětlované proměnné (přesný popis struktury každého modelu viz text).

	VIF		
Model	Diverzita dřevin	Plocha dřevin	MC1
Druhová bohatost všech ptáků			
Početnost lesních druhů	5,34	6,15	5,15
Početnost nelesních druhů	6,62		6,01
Početnost druhů živících se živočišnou potravou	6,37		5,71
Početnost druhů živících se rostlinnou potravou	6,54		6,04
Početnost specialistů	6,42		5,81
Početnost generalistů	6,39		5,87
Početnost chráněných druhů	6,50		5,83

Pro proměnnou „oboustrannost dřevinné vegetace“ jsem vytvořila samostatný dataset, ve kterém byly jen transekty s dřevinami. Následně jsem sestavila lineární model pro tento nový dataset a otestovala vliv oboustrannosti ještě jednou, tentokrát bez rušivého vlivu transektů a úplnou absencí dřevinné vegetace.

3. VÝSLEDKY

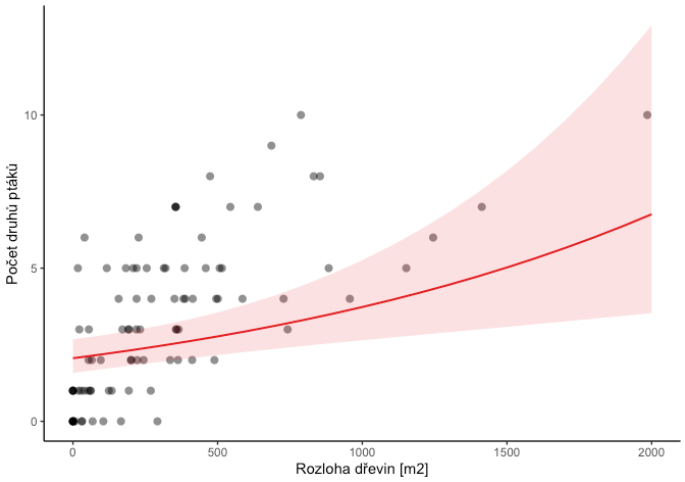
Celkem bylo na polních cestách pozorováno 680 jedinců, patřících k 32 druhům ptáků. Průměrný počet druhů na transekt byl 3 druhy, nejvíce bylo zaznamenáno 10 druhů v jednom transektu. Průměrný počet jedinců na transekt byl 5 jedinců, v jednom transektu se nacházelo nejvíce 21 jedinců. Nejpočetnějším druhem byl strnad obecný (*Emberiza citrinella*), po něm pěnice hnědokřídlá (*Curruca communis*). Vedle běžných druhů se na některých lokalitách vyskytovaly i některé zvláště chráněné druhy jako např. koroptev polní (*Perdix perdix*), pěnice vlašská (*Curruca nisoria*) či bramborníček černohlavý (*Saxicola rubicola*).

3.1 Druhová bohatost ptáků

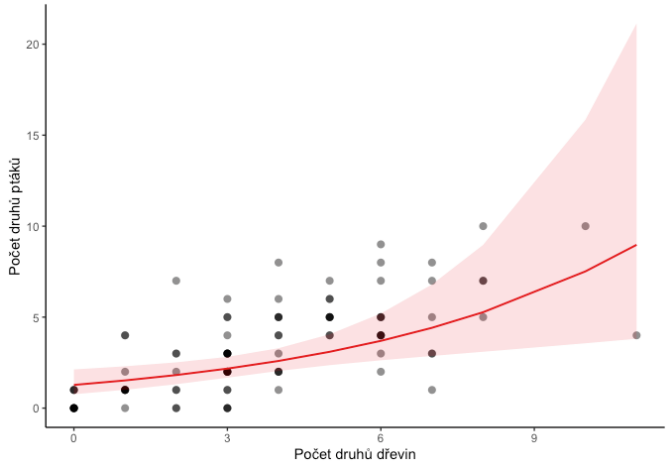
Pro druhovou bohatost byly v modelu statisticky průkazné pouze efekt celkové rozlohy dřevin v transektu spolu s efektem druhové rozmanitosti dřevin a efektem MC2 (Tab. 4). První dva vztahy vypadaly tak, že se počet druhů ptáků zvyšoval s rostoucí rozlohou dřevin a nezávisle na tom i s jejich druhovou rozmanitostí (Obr. 6, 7). V tomto kontextu není překvapivé, že největší počty ptačích druhů byly pozorovány v transektech s největší diverzitou dřevin (jeden transekt s osmi druhy dřevin a 10 druhy ptáků a a jiný s deseti druhy dřevin a také 10 druhy ptáků). Dále model ukázal negativní vztah mezi počtem druhů ptáků a MC2 (Tab. 4), kdy MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři po transekty se spíše lesními druhy stromů (viz Obr. 3). Tento vztah tedy ukazuje, že více druhů ptáků je v transektech, kde dřeviny tvoří hlavně ovocné stromy a keře (Obr. 8). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 4: Vztahy mezi celkovým počtem druhů ptáků a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

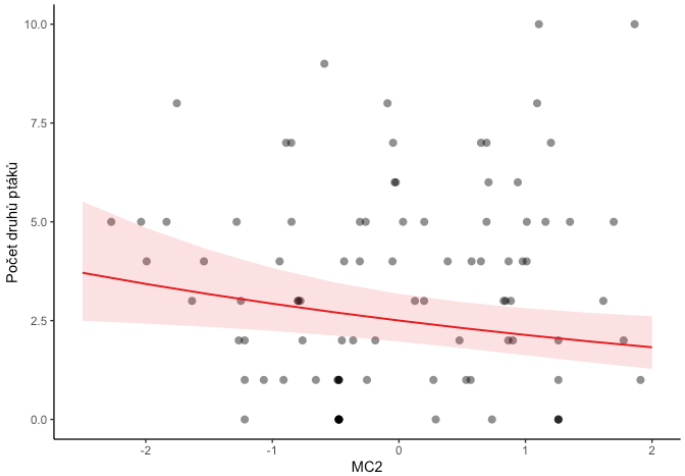
Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.037	0.079	0.469	0.639
Plocha dřevinné vegetace	**0.205**	**0.072**	**2.867**	**0.004**
Posekanost	0.153	0.236	0.649	0.516
Přítomnost kopřiv	0.383	0.272	1.409	0.159
Přítomnost keřů	0.164	0.167	0.980	0.327
Oboustrannost dřevin	0.121	0.157	0.767	0.443
Diverzita dřevin	**0.434**	**0.143**	**3.028**	**0.002**
PC1	0.069	0.061	1.142	0.254
PC2	0.049	0.065	0.760	0.447
MC1	-0.111	0.132	-0.840	0.401
MC2	**-0.158**	**0.066**	**-2.392**	**0.017**



Obr. 6: Vztah počtu druhů ptáků a rozlohy porostů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



Obr. 7: Vztah počtu druhů ptáků a počtu druhů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



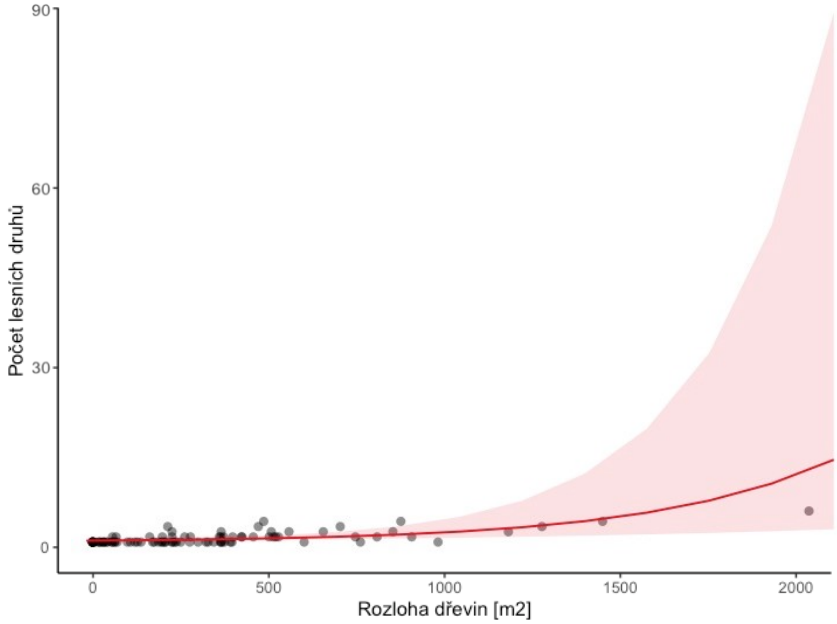
Obr. 8: Vztah počtu druhů ptáků a druhového složení dřevin na transektech. MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři (levá část osy x) po transekty se spíše lesními druhy stromů (pravá část osy x). Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.2 Lesní ptáci

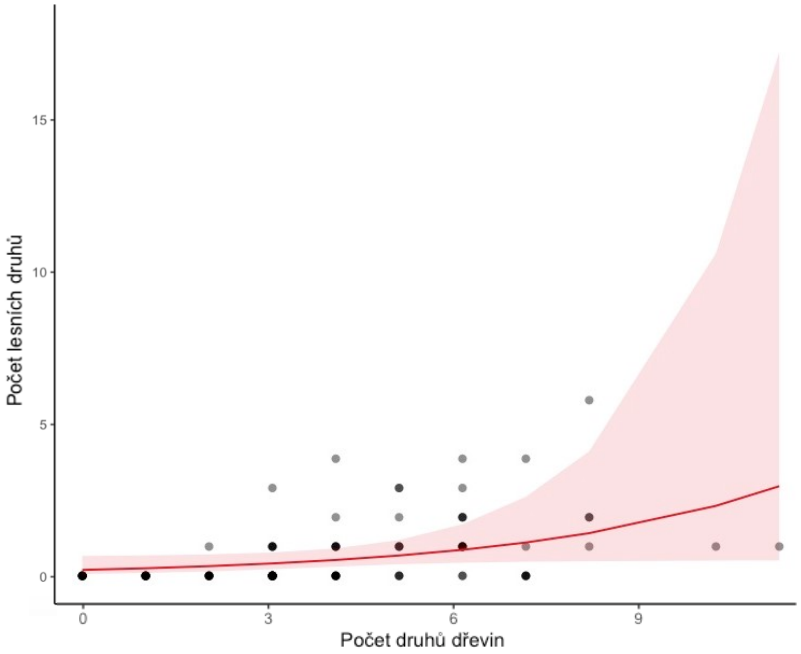
Pro lesní druhy byl v modelu statisticky průkazný pouze efekt celkové rozlohy dřevin (Tab. 5). Na hranici průkaznosti byl také efekt diverzity dřevin. S rostoucí rozlohou dřevin a jejich rozmanitostí se počet lesních druhů ptáků zvyšoval (Obr. 9, 10). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 5: Vztahy mezi celkovým počtem lesních druhů ptáků a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	-0.342	0.245	-1.398	0.162
Plocha dřevinné vegetace	**0.686**	**0.186**	**3.695**	**0.001**
Posekanost	-19,691	11840	-0.002	0.998
Přítomnost kopřiv	-0.251	0.759	-0.330	0.741
Přítomnost keřů	-0.058	0.392	-0.150	0.881
Oboustrannost dřevin	-0.223	0.334	-0.667	0.505
Diverzita dřevin	**0.605**	**0.314**	**1.927**	**0.054**
PC1	0.155	0.131	1.189	0.234
PC2	0.016	0.153	0.111	0.911
MC1	-0.138	0.292	-0.475	0.634
MC2	-0.159	0.145	-1.097	0.272



Obr. 9: Vztah počtu lesních druhů ptáků a rozlohy porostů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



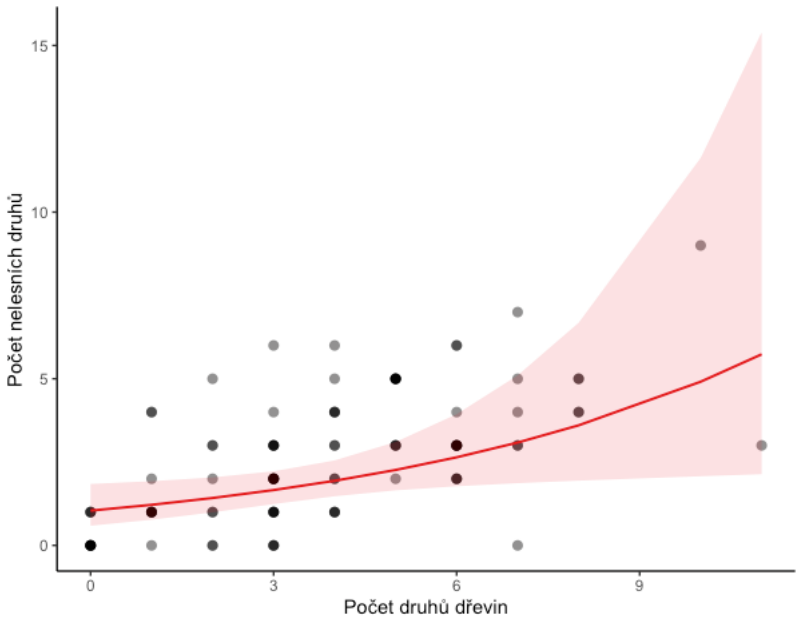
Obr. 10: Vztah počtu lesních druhů ptáků a počtu druhů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.3 Nelesní ptáci

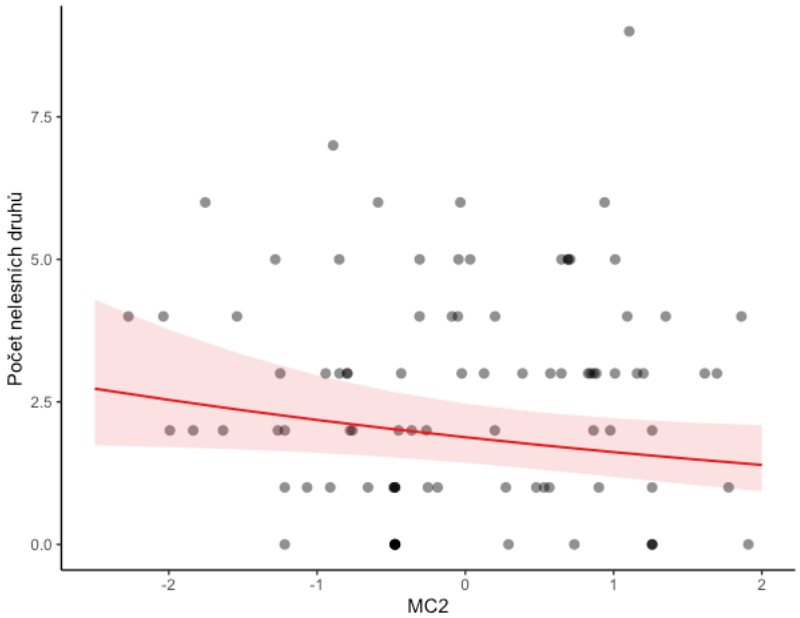
Pro nelesní druhy byly v modelu statisticky průkazné pouze efekty diverzity dřevin a MC2 (Tab. 6). S rostoucí diverzitou dřevin se počet ptáků zvyšoval (Obr. 11). MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři po transekty se spíše lesními druhy stromů (viz Obr. 3) - tento vztah tedy ukazuje, že více nelesních druhů ptáků je v transektech, kde dřeviny tvoří hlavně ovocné stromy a keře (Obr. 12). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 6: Vztahy mezi celkovým počtem nelesních druhů ptáků a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.074	0.083	0.895	0.371
Plocha dřevinné vegetace	0.091	0.081	1.122	0.262
Posekanost	0.276	0.245	1.126	0.261
Přítomnost kopřiv	0.484	0.293	1.648	0.099
Přítomnost keřů	0.224	0.189	1.187	0.235
Oboustrannost dřevin	0.178	0.181	0.986	0.324
Diverzita dřevin	**0.378**	**0.164**	**2.305**	**0.021**
PC1	0.034	0.069	0.494	0.621
PC2	0.057	0.073	0.782	0.434
MC1	-0.068	0.149	-0.455	0.649
MC2	**-0.149**	**0.074**	**-1.997**	**0.045**



Obr. 11: Vztah počtu nelesních druhů ptáků a počtu druhů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



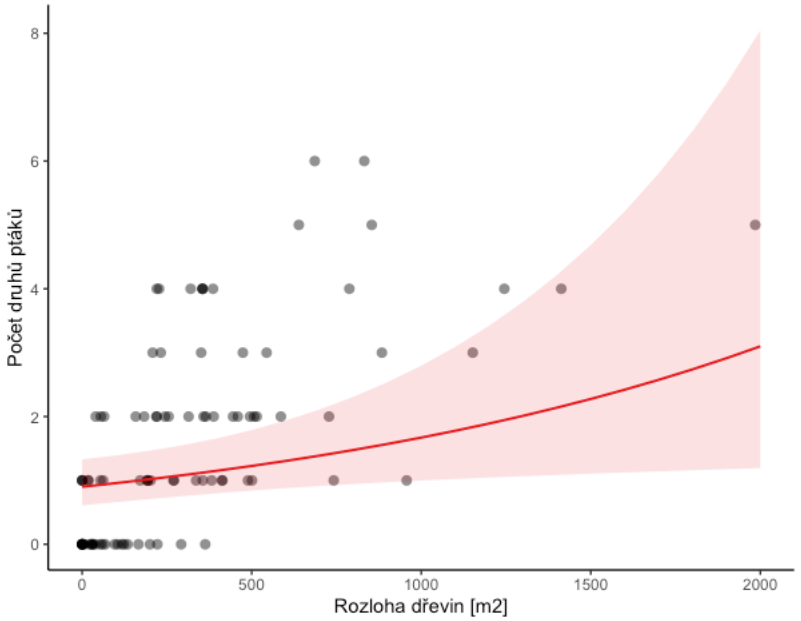
Obr. 12: Vztah počtu nelesních druhů ptáků a druhů dřevin na transektech. MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři (levá část osy x) po transekty se spíše lesními druhy stromů (pravá část osy x). Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.4 Druhy živící se živočišnou potravou

Pro druhy živící se živočišnou potravou byl v modelu statisticky průkazný pouze efekt celkové rozlohy dřevin (Tab. 7). Počet druhů se zvyšoval s rostoucí rozlohou dřevin. Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 7: Vztahy mezi celkovým počtem druhů živících se živočišnou potravou a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.057	0.111	0.517	0.605
Plocha dřevinné vegetace	**0.213**	**0.102**	**2.087**	**0.036**
Posekanost	-0.188	0.405	-0.465	0.642
Přítomnost kopřiv	0.235	0.396	0.594	0.552
Přítomnost keřů	0.257	0.246	1.048	0.294
Oboustrannost dřevin	0.228	0.219	1.042	0.297
Diverzita dřevin	0.302	0.205	1.471	0.141
PC1	0.122	0.083	1.464	0.143
PC2	0.032	0.095	0.343	0.731
MC1	0.049	0.181	0.271	0.786
MC2	-0.157	0.094	-1.677	0.093



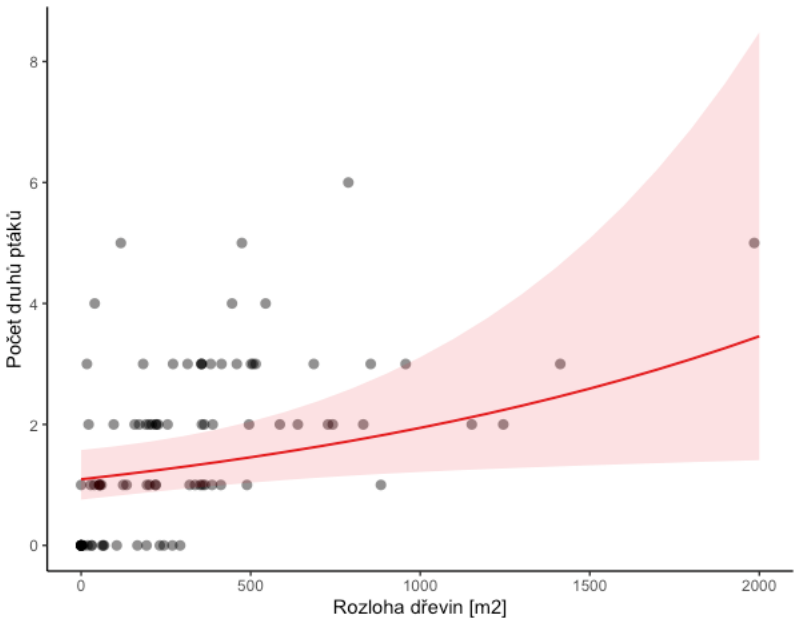
Obr. 13: Vztah počtu druhů ptáků živících se živočišnou potravou a rozlohy porostů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.5 Druhy živící se rostlinnou potravou

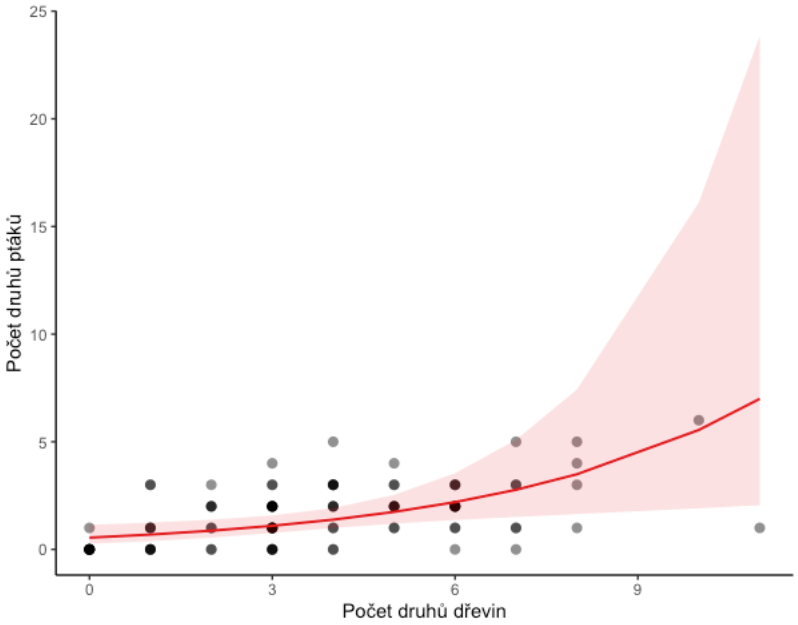
Pro druhy živící se rostlinnou potravou byly v modelu statisticky průkazné pouze efekty celkové rozlohy dřevin v transektu a rozmanitosti dřevin (Tab. 8). Oba vztahy vypadaly tak, že se počet druhů ptáků zvyšoval s rostoucí rozlohou dřevin a nezávisle na tom i s jejich druhovou rozmanitostí (Obr. 14, 15). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 8: Vztahy mezi celkovým počtem druhů živících se rostlinnou potravou a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.023	0.112	0.212	0.832
Plocha dřevinné vegetace	**0.198**	**0.101**	**1.970**	**0.048**
Posekanost	0.313	0.301	1.040	0.298
Přítomnost kopřiv	0.531	0.374	1.417	0.156
Přítomnost keřů	0.112	0.234	0.478	0.632
Oboustrannost dřevin	-0.006	0.229	-0.027	0.978
Diverzita dřevin	**0.566**	**0.207**	**2.729**	**0.006**
PC1	-0.028	0.091	-0.317	0.751
PC2	0.069	0.091	0.761	0.446
MC1	-0.271	0.198	-1.366	0.172
MC2	-0.137	0.094	-1.454	0.146



Obr. 14: Vztah počtu druhů ptáků živících se rostlinnou potravou a rozlohy porostů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



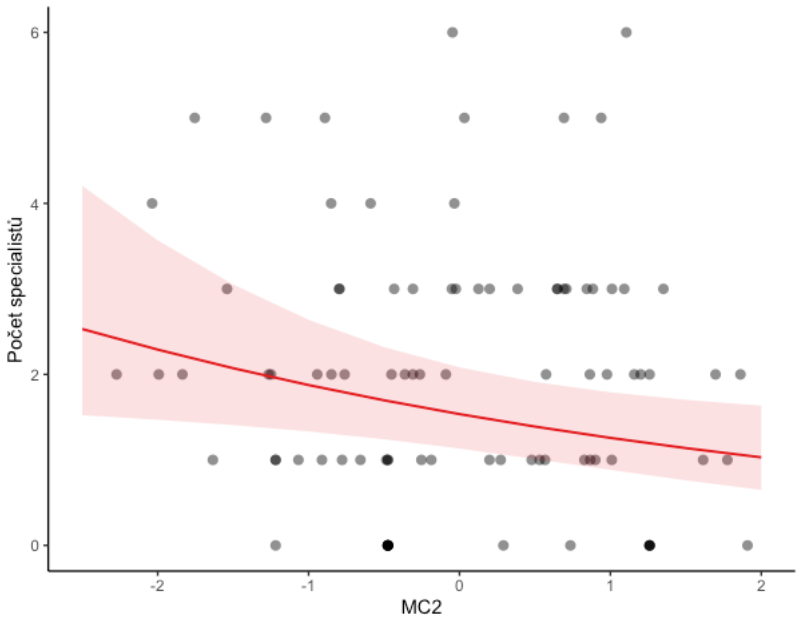
Obr. 15: Vztah počtu druhů ptáků živících se rostlinnou potravou a počtu druhů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.6 Specialisté

Pro skupinu specialistů model ukázal pouze negativní vztah mezi počtem druhů ptáků a MC2 (Tab. 9), kdy MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři po transekty se spíše lesními druhy stromů (viz Obr. 3). Tento vztah tedy ukazuje, že více specialistů je v transektech, kde dřeviny tvoří hlavně ovocné stromy a keře (Obr. 16).

Tabulka 9: Vztahy mezi celkovým počtem specialistů a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.068	0.091	0.746	0.455
Plocha dřevinné vegetace	0.084	0.094	0.897	0.369
Posekanost	-0.129	0.313	-0.414	0.679
Přítomnost kopřiv	0.323	0.353	0.914	0.361
Přítomnost keřů	0.232	0.213	1.089	0.275
Oboustrannost dřevin	0.189	0.206	0.917	0.358
Diverzita dřevin	0.334	0.186	1.795	0.072
PC1	0.014	0.081	0.177	0.859
PC2	0.076	0.081	0.935	0.349
MC1	-0.088	0.171	-0.516	0.606
MC2	**-0.199**	**0.085**	**-2.336**	**0.019**



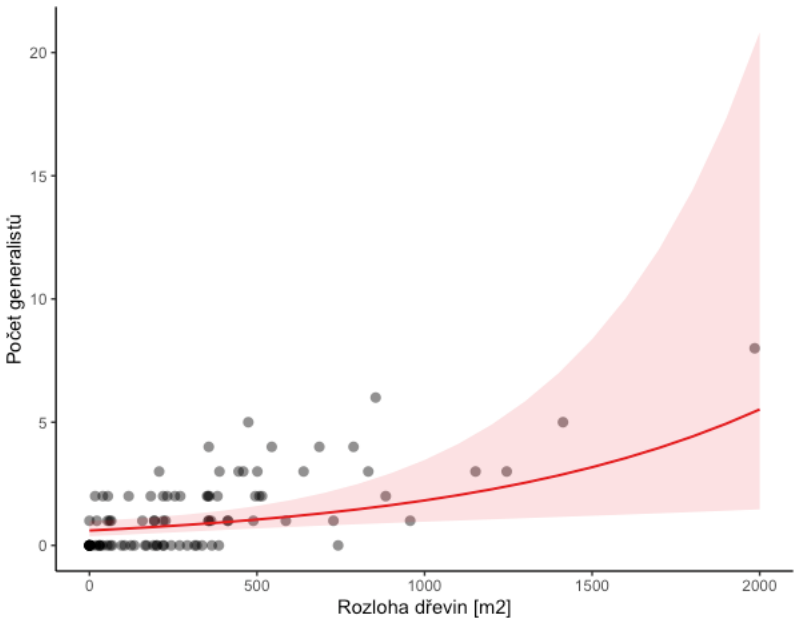
Obr. 16: Vztah počtu specialistů a druhů dřevin na transektech. MC2 reprezentuje gradient druhů dřevin od transektů s ovocnými dřevinami a keři (levá část osy x) po transekty se spíše lesními druhy stromů (pravá část osy x). Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.7 Generalisté

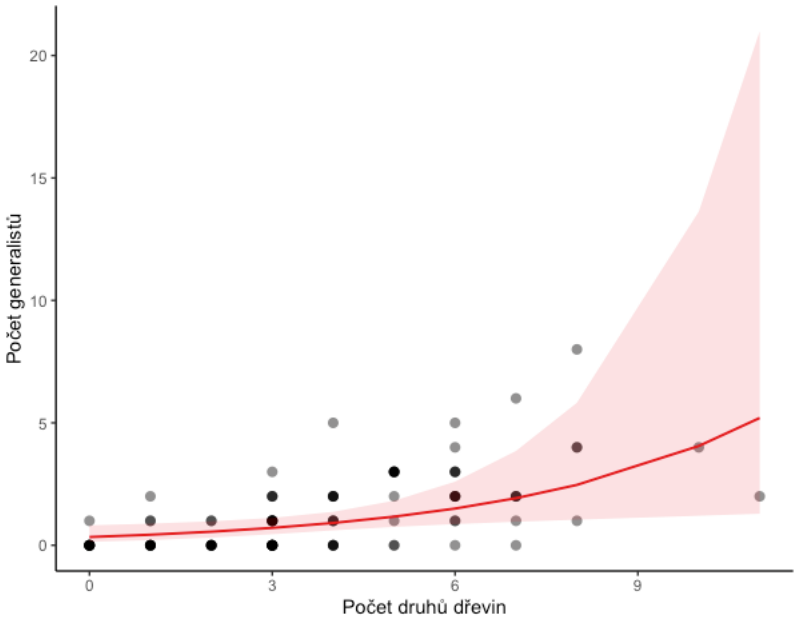
Pro skupinu generalistů byly v modelu statisticky průkazné pouze efekt celkové rozlohy dřevin v transektu spolu s efektem druhové rozmanitosti dřevin (Tab. 10). Počet druhů ptáků se zvyšoval s rostoucí rozlohou dřevin a nezávisle na tom i s jejich druhovou rozmanitostí (Obr. 17, 18). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 10: Vztahy mezi celkovým počtem generalistů a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	-0.064	0.156	-0.413	0.679
Plocha dřevinné vegetace	**0.381**	**0.123**	**3.091**	**0.002**
Posekanost	0.527	0.383	1.376	0.168
Přítomnost kopřiv	0.512	0.427	1.198	0.231
Přítomnost keřů	0.063	0.278	0.229	0.818
Oboustrannost dřevin	-0.045	0.252	-0.181	0.856
Diverzita dřevin	**0.608**	**0.233**	**2.601**	**0.009**
PC1	0.111	0.095	1.159	0.246
PC2	0.026	0.111	0.244	0.806
MC1	-0.114	0.213	-0.536	0.591
MC2	-0.077	0.107	-0.722	0.471



Obr. 17: Vztah počtu generalistů a rozlohy porostů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.



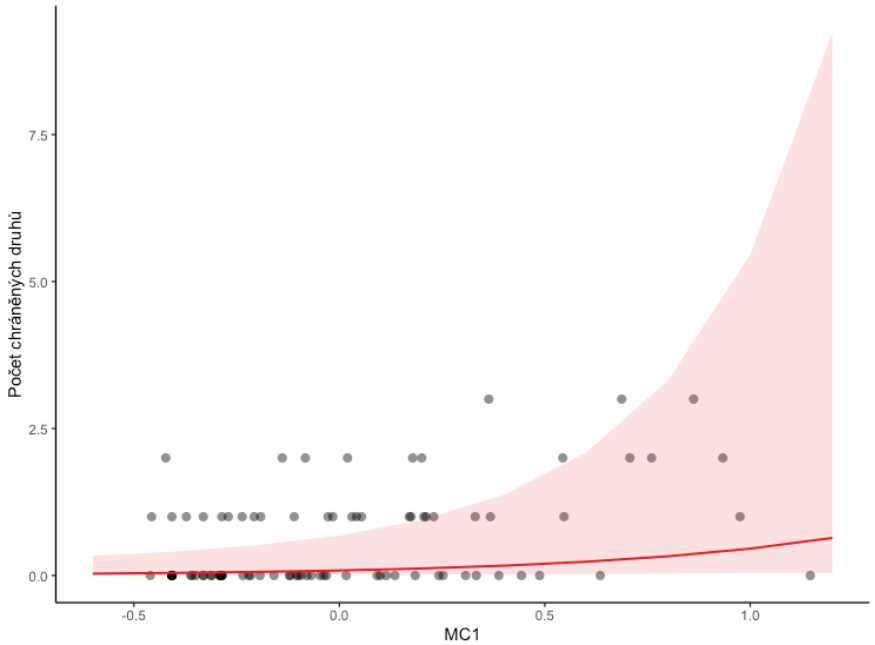
Obr. 18: Vztah počtu generalistů a počtu druhů dřevin na transektech. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.8 Chráněné druhy

Pro zvláště chráněné druhy byl v modelu statisticky průkazný pouze efekt MC1. Osa MC1 reprezentuje gradient od transektů bez dřevinné vegetace po transekty zarostlé spíše ovocnými stromy a keři – kalinou, ostružiníkem, třešní, hrušní a šípkem (Viz. Obr. 3). Tento vztah tedy ukazuje, že více chráněných druhů ptáků je v transektech, které jsou zarostlé převážně ovocnými stromy a keři (Obr. 19). Vliv dalších environmentálních charakteristik v tomto modelu nebyl významný.

Tabulka 11: Vztahy mezi celkovým počtem ohrožených druhů ptáků a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.038	0.159	0.242	0.809
Plocha dřevinné vegetace	-0.273	0.231	-1.183	0.236
Posekanost	-0.936	0.741	-1.262	0.207
Přítomnost kopřiv	-0.953	0.809	-1.177	0.239
Přítomnost keřů	0.571	0.409	1.397	0.162
Oboustrannost dřevin	1.494	1.074	1.391	0.164
Diverzita dřevin	-0.443	0.373	-1.187	0.235
PC1	0.027	0.093	0.292	0.771
PC2	0.011	0.132	0.078	0.938
MC1	**1.676**	**0.814**	**2.058**	**0.039**
MC2	-0.662	0.471	-1.405	0.159



Obr. 19: Vztah počtu ohrožených druhů a druhů dřevin na transektech. MC1 reprezentuje gradient od transektů bez dřevinné vegetace po transekty zarostlé spíše ovocnými stromy a keři. Červená čára je proložený fit, červená plocha jeho 95% interval spolehlivosti.

3.9 Oboustrannost

Pro ověření výsledků ohledně efektu oboustrannosti jsem vytvořila samostatný dataset, ve kterém byly pouze transekty, na nichž se nacházela dřevinná vegetace. Chtěla jsem mít jistotu, že výsledky nebudou zkreslené přítomností transektů, kde žádná vegetace nebyla. Vliv oboustrannosti se neprokázal.

Tabulka 12: Vztahy mezi celkovým počtem ohrožených druhů ptáků a environmentálními charakteristikami transektů podél polních cest odhadnuté zobecněným lineárním modelem se smíšenými efekty. Statisticky průkazné vztahy jsou tučně.

Environmentální proměnná	Koeficient	Střední chyba	z	P
Plocha vegetace	0.015	0.076	0.199	0.842
Plocha dřevinné vegetace	0.215	0.073	2.945	0.003
Posekanost	0.096	0.241	0.399	0.691
Přítomnost kopřiv	0.271	0.273	0.988	0.323
Přítomnost keřů	0.101	0.164	0.616	0.537
Oboustrannost dřevin	0.164	0.156	1.055	0.291
Diverzita dřevin	0.271	0.134	2.019	0.043
PC1	0.033	0.038	0.865	0.386
PC2	0.034	0.058	0.579	0.562
MC1	-0.109	0.354	-0.308	0.758
MC2	-0.467	0.201	-2.329	0.019

4. DISKUSE

Cesty v zemědělské krajině bývají lemovány různými typy bylinné i dřevinné vegetace, která okolo nich vznikla přirozeně či byla vysázena člověkem. Sítě polních cest obklopené vegetací jsou typickým prvkem zemědělské krajiny střední Evropy, kde často představují jeden z mála dostupných polo přírodních habitatů uprostřed tisícihektarových ploch polí (Harustiakova & Tirinda 2005).

Cílem diplomové práce bylo zjistit, jaké charakteristiky vegetace podél cest v otevřené krajině podporují druhově nejbohatší společenstva ptáků. Zkoumala jsem efekty celkové rozlohy dřevinné vegetace a její diverzity. Dále vliv sečení a přítomnosti keřů a kopřiv. Zajímalo mě, jestli je rozdíl mezi jednostrannými a oboustrannými alejemi. V potaz jsem vzala také efekt krajinného pokryvu v okolí zkoumaných úseků.

Transekty s největším počtem druhů (7- 10x) měli všechny kromě jednoho rozvinuté a rozmanité bylinné patro. Tři z nich měli stromy po obou stranách. Dva měli vysokou výšku stromů, ostatní byly spíše středního vzrůstu. Sedm z nich mělo ve velké míře přítomny křoviny. Na transektech s nulovým počtem druhů (12x) nebyly v osmi případech přítomny žádné stromy. Na čtyřech, kde stromy byly, nebyly vůbec žádné keře a bylinné patro bylo druhově chudé, převážně travnaté. Na dvou transektech byla navíc tráva zčásti posekána. Tato stromořadí byla nejspíš vysázena relativně nedávno (stáří stromů odhaduji na cca max. 10-15 let). Stromy byly vysázeny v pravidelných rozestupech jen po jedné straně cesty a jejich druhová skladba byla málo rozmanitá (1-3 druhy).

Níže budu diskutovat jednotlivé výsledky ve světle testovaných hypotéz.

I. Druhová bohatost ptáků ve vegetaci podél cest bude narůstat se zvětšující se plochou dřevinné vegetace.

Hypotéza se potvrdila jak pro celkový počet druhů, tak pro lesní i nelesní ptáky. Počet všech druhů a počet lesních druhů se zvyšuje s narůstající rozlohou dřevinné vegetace. Počet nelesních druhů naopak není na rozloze dřevinné vegetace závislý.

Většina výzkumů se shoduje na tom, že pro fungování ptačích populací ve vegetaci podél cest jsou nejdůležitější její strukturální charakteristiky (Arnold 1983, Osborne 1983, MacDonald & Johnson 1995, Parish et al. 1995, Green et al. 1994, Hinsley & Bellamy 2000). Většina běžných ptačích druhů je na dřevinách přímo závislá kvůli hnízdění, a tak je jejich přítomnost výskytem stromů či keřů

determinována (Newton 2017). Hlavní roli hraje rozloha dřevin, což je v souladu s obecně přijímanou teorií „species-area“, která říká že pokud je plocha habitatu větší, obývá ho rovněž větší počet druhů (Connor & McCoy 1979). O trochu jiný pohled nabízí o několik let novější teorie „species-energy“, která tvrdí, že plocha je pouze proxy energie a že větší plochy v sobě logicky zadržují větší množství různých forem energie, která je pak dostupná pro organismy, a to je potom důvodem pro větší druhovou bohatost (Rosenzweig 1995). Zároveň platí, že čím více jsou habitaty produktivní a 3 D, tím jsou zdroje v nich rovnoměrněji rozdělené do různých typů habitatů, ve kterých lze sbírat potravu. Distribuce a dostupnost těchto potravních nik pak předurčuje druhovou bohatost ptáků, které tyto niky budou využívat (Sugihara et al. 2003).

Pokud nám jde o celkovou početnost druhů ve stromořadích, je vliv rozlohy dřevin nepochybně zásadním faktorem. Dostatečně rozsáhlá dřevinná vegetace, začne svým charakterem připomínat les, a přiláká tak i lesní druhy ptáků, které v ní potom mohou koexistovat společně s druhy nelesními. Wilson (1974) přidává další vysvětlení: se zvětšujícím objemem vegetace a rozmanitostí výšky olistění se zvyšuje druhová bohatost ptáků, a to díky vzniku nových potravních gild. Roli zde hraje také struktura habitatu, která se s rostoucí plochou dřevin zákonitě zvyšuje (Hurlbert 2004). Zajímáme-li se však o početnosti specifických ekologických skupin, jako jsou ptáci zemědělské krajiny či ohrožené druhy, nehraje tato proměnná takovou roli, jak dokazují i výsledky Rutterleho diplomové práce na stejné téma (Rutterle 2023). Tyto skupiny druhů mají rády otevřenější stanoviště a je pro ně spíše než kvantita důležitá kvalita dřevinného porostu a jeho rozmanitost (Jakobsson & Lindborg 2017). Pokud je dřevin ve vegetaci příliš, začne svým charakterem připomínat spíše les, což je prostředí, které těmto druhům nevyhovuje.

Většina výše uvedených výzkumů používala jako hlavní proměnnou vystihující strukturální charakteristiky výšku (Green et al. 1994, MacDonald & Johnson 1995), šířku (Harustiakova & Tirinda 2005, Oosterveld et al. 2022) nebo kombinaci obojího (Osborne 1983) a pro celkovou početnost se shodují na tom, že čím více, tím je lépe. Vysoká a široká vegetace vyhovuje druhům, jako jsou kos černý (*Turdus merula*), drozd zpěvný (*Turdus philomelos*), sýkora modřinka (*Parus caruleus*), sýkora koňadra (*Parus major*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) a holub hřivnáč (*Columba palumbus*). Nicméně některým nelesním druhům, jako je např. konopka obecná (*Acanthis cannabina*), vysoká stromořadí nevyhovují, protože mnohým bylinám tvořícím hlavní část jejich jídelníčku, jako např. merlík bílý (*Chenopodium*

album) nebo ptačinec prostřední (*Stellaria media*) se v zastínění vysokých stromů nemusí dařit (MacDonald & Johnson 1995). Spíše než výška, je pro ně důležitější šířka, protože širší stromořadí poskytují víc místa pro rozvoj křovin a podrostní vegetace, které těmto druhům vyhovují. V nízké a široké vegetaci najdeme druhy jako pěnice hnědokřídlá (*Curruca communis),* strnad obecný (*Emberiza citrinella*) a strnad luční (*Emberiza calandra*) (Oosterveld et al. 2022).

Za nedostatek mého výzkumu považuji, že jsem se na strukturální charakteristiky dívala pouze ve 2D prostoru a vyjádřila je jen pomocí veličin „plocha vegetace" a „plocha dřevinné vegetace". Kromě celkové plochy vegetace by bylo užitečné zkoumat i vliv šířky a zejména výšky, což by umožnilo udělat si o vegetaci představu ve 3D prostoru. Z ní by bylo možné rovněž přibližně odvodit stáří, jelikož větší výška znamená více vzrostlých dospělých stromů, a může indikovat celkové stáří stromořadí, což jsou faktory, u kterých byl pozitivní efekt na ptačí populace rovněž prokázán (Osborne 1983, Green et al. 1994). Větší objem rostlinného materiálu totiž poskytuje větší a rozmanitější nabídku hmyzu sloužící ptákům jako potrava. Dospělé stromy také poskytují lepší úkryty, místa pro hnízdění a přednes zpěvu (MacDonald & Johnson 1995).

II. Druhová diverzita dřevinné vegetace bude mít pozitivní vliv na počet druhů ptáků.

Hypotéza se potvrdila pro celkový počet druhů. Největší počty druhů ptáků byly pozorovány v transektech s nejvyšší diverzitou dřevin. Diverzita dřevin měla pozitivní vliv na lesní druhy, nelesní druhy, druhy živící se rostlinnou potravou a generalisty. Očekávaný vliv na skupinu specialistů nebyl statisticky významný.

Stromy jsou obecně uznávány coby hlavní faktor ovlivňující strukturu ptačích společenstev (Cunningham & Johnson 2006, Hartel et al. 2014). Přímým vlivem diverzity dřevinné vegetace a jednotlivých druhů dřevin na ptačí společenstva se výzkumníci ve studiích moc nezabývají, možná proto, že je tento vliv obtížné odlišit od jiných, které se s ním pojí, jako jsou stáří, strukturální diverzita, potravní nabídka apod. Osborne (1983) poukazuje na to, že vyšší diverzita dřevin většinou znamená zároveň větší stáří stromořadí, a vliv těchto dvou faktorů se prolíná. Green et al. (1994) potvrzují častější výskyt ptáků tam, kde je více druhů stromů. Sekundární efekt diverzity stromů na složení ptačího společenstva zjistili i Jakobsson a Lindborg (2017). Někteří ptáci mohou mít své oblíbené dřeviny, a čím větší je výběr, tím spíše

si každý najde tu svou. Rozdílné druhy plodí v různý čas a potravní nabídka je v diverzifikovaných porostech rozložená do delšího časového období. Více druhů dřevin také zaručuje větší strukturální diverzitu, která se projeví zvýšenou potravní nabídkou (MacDonald & Johnson 1995).

V mém výzkumu se vliv diverzity dřevin neprokázal pouze pro skupinu druhů živící se živočišnou potravou a pro specialisty. V případě první skupiny si to vysvětlují tím, že společenstva bezobratlých nejsou vázána pouze na dřeviny, ale do velké míry rovněž na bylinné biotopy, a tak jsou pro druhy živící se živočišnou potravou důležitější spíše jiné faktory, jako např. rozloha okrajů. Specialisté mají úzký okruh potravních zdrojů a jsou životně závislí na specifickém habitatu. Spíše než celková diverzita dřevin, pro ně tedy může být důležitější přítomnost konkrétních druhů dřevin (viz. Hypotéza VIII).

III. Oboustranná stromořadí budou hostit více druhů než jednostranná.
Hypotéza se nepotvrdila.

Vlivem oboustrannosti dřevinné vegetace podél cest na ptáky se zatím zabývalo poměrně málo výzkumů. Podle Walkera et al. (2005) je během hnízdí sezóny v dřevinné vegetaci prokazatelně větší počet ptáků, pokud obklopuje cestu z obou stran, a to až dvojnásobně. K tomuto zjištění v uvedené studii přispěl z veliké míry fakt, že oboustranné aleje měly zpravidla širší rozlohu okrajů než jejich jednostranné protějšky, se kterými byly v analýzách porovnávány. Rozloha okrajů je uváděna jako důležitý faktor pro výskyt ptáků, a čím jsou okraje rozsáhlejší tím více potravní nabídky i míst pro hnízdění poskytují, což se projeví na zvýšeném počtu druhů, kteří toho využijí (Staley et al. 2023)

Výsledky mého výzkumu se v tomto případě neshodují se zjištěními nalezenými v literatuře. Hlavním problémem je nejspíš přílišná jednoduchost kritéria oboustrannosti použitá v mojí práci. Ve výše zmíněném výzkumu Walkera et al. (2005) byly za dostatečně kvalitní považovány takové pásy dřevinné vegetace, které neměly mezery mezi dřevinami větší než 5 %. Já jsem přihlížela k pouhé skutečnosti, jestli se stromy nacházejí na obou stranách, nebo pouze na jedné. To však samo o sobě nevypovídá nijak o kvalitě habitatu, který by oboustranné aleje měly poskytovat. Za hlavní výhodu oboustranné vegetace je považována její větší strukturální diverzita a specifický habitat, který se utváří na cestě hustě obklopené stromy (Walker et al. 2005). Pokud je stromořadí příliš řídké, tak žádné z těchto

výhod neposkytuje, ať už se stromy nacházejí po obou stranách či nikoliv. Důležitá je především struktura, velikost a heterogenita oboustranných stromořadí (Walker et al. 2006). Pokud se podívám na transekty s oboustrannou vegetací v mém vzorku, je zjevné, že ne všechny úseky toto kritérium splňují. Pouze u pěti z celkového počtu 17 oboustranných stromořadí si troufám tvrdit, že je struktura vegetace dostatečně komplexní, aby na cestě uprostřed ní mohl vznikat specifický habitat. Naopak mnohé z jednostranných transektů mají strukturální diverzitu dřevinné vegetace větší a jsou rovněž širší, takže v nich bylo pozorováno větší množství druhů. Pouze 3 z 9 transektů, kde byly pozorovány největší počty druhů (7-10 druhů), měly vegetaci po obou stranách.

Aby tedy mohl být efekt oboustrannosti zkoumán s lepšími výsledky, bylo by potřeba podmínky výběru transektů zpřísnit. Vzhledem ke kvalitě oboustranných stromořadí ve mnou zkoumané oblasti by to však nebylo proveditelné, protože by vyhovujících vzorků bylo málo.

IV. Přítomnost keřů bude mít pozitivní vliv na celkový počet druhů.

Hypotéza se nepotvrdila.

V mnohých studiích se stále dokola potvrzuje pozitivní lineární závislost množství křovin a druhové bohatosti a početnosti ptáků (Osborne 1984, Söderström et al. 2001, Hartel et al. 2014, Jakobsson & Lindborg 2017), a často má největší význam ze všech sledovaných proměnných (Oosterveld et al. 2022, Kujawa et al. 2019). Křoviny poskytují ptákům úkryty a zároveň i potravu (Osborne 1984) a rovněž zvyšují komplexnost habitatu, čímž zlepšují jeho kvalitu (Jakobsson & Lindborg 2017). Přítomnost křovin většinou také signalizuje větší stáří stromořadí (Hinsley & Bellamy 2000) a tak mohou být tyto vlivy sdružené.

Výsledky mých analýz nejsou v souladu s výše uvedenými zjištěními, ani se zjištěními již zmiňované diplomové práce Rutterleho, která potvrdila pozitivní efekt keřového patra (Rutterle 2023). Příčinou nepotvrzení hypotézy, by mohl být podobný problém, jako v případě oboustrannosti, totiž nedostatečně vymezená kritéria pro uznání přítomnosti keřů. Stačilo mi, pokud se na transektu vyskytoval alespoň jeden druh keře. Nicméně aby ptákům křoviny poskytovaly opravdu kvalitní životní podmínky, musí být jejich porosty dostatečně rozsáhlé a husté (Jakobsson & Lindbord 2017). Výskyt jednoho exempláře na transektu nemusí mít pro ptáky žádný

význam a může v analýzách působit rušivě. Pro další výzkum by tedy bylo vhodné zpřísnit kritéria pro uznání přítomnosti keřů, a zahrnout hustotu keřového patra.

V. Přítomnost kopřiv bude mít pozitivní vliv na celkový počet druhů.
Hypotéza se nepotvrdila.

Kopřivy jsou zejména pro ptáky hnízdící na zemi nebo v bylinné vegetaci zásadním prvkem, protože v nich sbírají potravu nebo si na jejich stvolech staví hnízda (Šťastný & Hudec 2011). Jejich vlivem na ptačí populace ve vegetaci podél cest se ve svých studiích překvapivě nezabývá téměř nikdo. Pouze Oostervelt et al. (2022) ve svém výzkumu potvrdili efekt kopřiv spolu s efektem ostružiníku jako významný pro ptáky obývající křoviny a studie z Polska zabývající se rodem pěnic (*Curruca* sp.) rovněž potvrdila pozitivní vliv na jejich rozmnožování (Szymánski & Antczak 2013).

Za hlavní důvod, proč mé analýzy efekt kopřiv nepotvrdily považuji to, že transektů s dostatečně velkými porosty kopřiv bylo velice málo (konkrétně čtyři), takže vzorek nebyl dost veliký, aby byly výsledky statisticky průkazné. Dalším důvodem mohl být fakt, že v průběhu měsíce května, kdy probíhalo sčítání, ještě nebyly porosty kopřiv dostatečně vzrostlé, takže svou funkci pro ptáky neplnily takovou měrou, jako je tomu později v průběhu sezóny, kdy už mají květy a semena.

VI. Posečení bylinné vegetace podél cesty se projeví sníženým počtem druhů ptáků.
Hypotéza se nepotvrdila.

Přítomnost diverzifikované vegetace původních druhů divokých bylin podporuje výskyt ptáků, protože druhům živícím se rostlinnou potravou poskytuje bohatou potravní nabídku a také místa k hnízdění (Schmidt et al. 2022). Různé druhy bylin kvetou a tvoří semena v různý čas, takže ptákům poskytují potravu v průběhu dlouhého časového období (Vickery et al. 2002). Vegetace, která je druhově chudá, hustá a dominovaná především travami, ptákům tyto zdroje v takové míře neposkytuje (Vickery et al. 2009). Posečení bylinné vegetace vede ke snížení množství hmyzu v ní (Kaláb 2016), zároveň však ptákům usnadňuje přístup k povrchu, na kterém mnohé druhy sbírají potravu (Westbury et al. 2017).

Očekávala jsem, že bude posečení doprovázeno menším množstvím druhů ptáků, z výše uvedeného důvodu snížení potravní nabídky. V mých analýzách se ale tento efekt neprojevil. Vysvětluji si to tím, že posekání okraje cesty podél stromořadí není dostatečně velkým zásahem, který by dostupnost potravy pro ptáky snížil, protože si pro ni díky své mobilitě mohou zalétnout někam jinam. Semena, kterými se živí, shánějí často v okolních polních kulturách či jiných polo přírodních habitatech, jako jsou okraje polí, které se zpravidla nesečou, a nejsou tak vázáni pouze na zdroje ve vegetaci podél cesty.

Spíše než posekanost, by bylo možná vhodnější zkoumat zastoupení jednotlivých rostlinných pater vegetace, jako to provedl Rutterle ve svojí diplomové práci na stejné téma (Rutterle 2023). Ten totiž odhalil pozitivní vliv bylinného patra na početnost druhů zemědělské krajiny.

VII. Se vzrůstajícím podílem lesa a zástavby v okolí, bude počet druhů narůstat. *Hypotéza se nepotvrdila.*

Parish et al. (1995) staví proměnné týkající se charakteru okolní krajiny na stejnou úroveň jako proměnné týkající se charakteristik vegetace. Tvrdí, že čím méně jsou konkrétní druhy ptáků ovlivněny přímo vegetací, tím více je ovlivňuje právě charakter okolí. Důležitější než zastoupení jednotlivých krajinných pokryvů, je spíše konektivita krajiny coby celku (Clergeau & Burel 1997).

Na druhovou bohatost mají pozitivní vliv pastviny (v porovnání s ornou půdou) (Arnold 1983, Parish et al. 1995, Hinsley & Bellamy 2000). Vliv má také typ plodiny, kterým jsou osázena sousední pole, některé plodiny ptáci vyloženě vyhledávají, protože se jimi živí (Green et al. 1994). Na celkovou početnost ptáků má dále pozitivní vliv blízkost zahrad (MacDonald & Johnson 1995), a to především v zimním období (Arnold 1983). Vliv lesa v přilehlém okolí může mít také pozitivní vliv (MacDonald & Johnson 1995). Největší pozitivní vliv má nejspíš přítomnost dalších prvků rozptýlené zeleně v krajině (O'Connor & Shrubb 1986, Oosterveld et al. 2022), což přeneseně vypovídá o výše zmiňované konektivitě krajiny. Hinsley a Bellamy (2019) potvrzují tento pozitivní efekt pro okolí v okruhu 0,5 a 1 km. Pozitivní efekt množství rozptýlené zeleně v okolí 200 m na druhy zemědělské krajiny a pozitivní efekt blízkosti lesa na početnost lesních druhů potvrdila také nedávná diplomová práce zabývající se stejný tématem (Rutterle 2023).

V mém výzkumu jsem použila buffer zóny tvaru elipsy o poloměru 500 m okolo transektu, v němž jsem zastoupení jednotlivých krajinných pokryvů analyzovala. Výsledky analýz neukázaly žádný efekt. Pokud porovnám svůj přístup s výše uvedenými přístupy jiných výzkumníků, byl hlavní problém asi v tom, že byl takto zvolený rádius okolí příliš malý. Pokud bych buffer zóny rozšířila na 2,5 km^2, byly by možná výsledky analýz lepší. Moje výzkumné plochy však byly poměrně blízko sebe, minimální rozestup mezi nimi byl pouze 350 m, takže pokud bych měla buffer zóny mnohem větší, ve veliké míře by se překrývaly, což by mohlo významně zkreslovat výsledky. Pro aplikaci tohoto přístupu by tedy bylo nutné, aby byla výzkumná oblast větší a transekty se nacházely mnohem dál od sebe. Nicméně nezávisle na výsledcích analýz, jsem při pozorování v terénu jsem nabyla dojmu, že je to právě ona konektivita krajiny, která velikou měrou výskyt ptáků určuje. Transekty které byly součástí krajinné mozaiky byly velice zřídka kdy druhově chudé, jako tomu mnohdy bylo u transektů izolovaných, nacházejících se uprostřed několikaset hektarových polí. Pro určení vlivu okolí na ptačí populace by bylo tedy asi vhodnější zahrnout jako proměnnou konektivity krajiny než pouze zastoupení krajinných pokryvů v okolí transektů.

VIII. Výskyt ptáků bude ovlivněn druhovou skladbou dřevin.

Hypotéza se potvrdila pro nelesní druhy – větší počet druhů ptáků byl pozorován v transektech s ovocnými dřevinami a keři. Pro lesní druhy se hypotéza nepotvrdila, výsledky neukázaly významný vztah mezi konkrétními druhy dřevin a počtem lesních druhů ptáků. Pro chráněné druhy se hypotéza potvrdila, větší počet těchto druhů ptáků se nacházel v transektech zarostlých spíše ovocnými stromy a keři.

Vlivu konkrétních druhů dřevin na ptáky zemědělské krajiny se žádné výzkumy zatím nevěnují. Již existující práce zohledňují pouze celkovou druhovou bohatost dřevin, která většinou druhovou bohatost ptáků ovlivňuje pozitivně (Osborne 1983, Green et al. 1994, Hinsley a Bellamy 2000, Jakobsson a Lindborg 2017). MCA ukázala, že na transektech existuje gradient od těch, co jsou zarostlé spíše ovocnými stromy a keři po transekty na nichž se nacházejí druhy dřevin typické spíše pro les (jasany, javory, lípy). Očekávala jsem odlišný vliv pro lesní, nelesní a ohrožené druhy ptáků, neboť tyto skupiny druhů preferují odlišné biotopy, v nichž se zpravidla nacházejí i různé druhy stromů. Můj předpoklad se potvrdil, což považuji za hlavní

přínos své práce, vzhledem k tomu, že se podobné problematice zatím nikdo ve výzkumech nevěnoval.

Slabá pozitivní asociace mezi nelesními druhy ptáků a keři spolu a ovocnými druhy stromů odpovídá mému předpokladu, že tyto druhy preferují dřevinnou vegetaci, která se co nejméně podobá lesním biotopům. Více než polovina těchto druhů jsou rovněž specialisté, o nichž je známo že se živí pouze omezeným výběrem potravy a více než polovina z nich se živí živočišnou potravou. Preference ovocných stromů a keřů může být dána tím, že tyto druhy dřevin mívají zpravidla více atraktivní květy, které přilákají větší množství hmyzu. Dalším důvodem by mohl být fakt, že ovocné stromy a keře bývají menšího vzrůstu než lesní druhy dřevin, jejichž koruny jsou často mohutné. Bylinné patro tím pádem není tolik zastíněné a daří se v něm více druhům bylin, na které jsou navázány mnohé druhy bezobratlých. Tato skutečnost může být přínosná i pro druhy živící se rostlinnou potravou, protože v rozmanitějším podrostu bylin a trav, kam dopadá dostatek světla bývá i více potravy v podobě různých semen.

Co se týče zvláště chráněných druhů ptáků, obývají výhradně nelesní biotopy a preferují otevřenější stanoviště. Dalo by se předpokládat, že čím otevřenější bude nějaké stanoviště, tím menší bude pravděpodobnost, že tam porostou lesní druhy stromů, které prosperují v zastínění, kde nejsou vystaveny takovému tepelnému stresu. Teplejší a otevřenější stanoviště vyhovují spíše křovinám a ovocným keřům, jako jsou kalina, ostružiník, šípek, třešeň a hrušeň. A tak dává smysl, že by byla přítomnost těchto druhů dřevin s výskytem chráněných druhů ptáků spjata. Například bramborníček černohlavý (*Saxicola rubicola*) obývá rád krajinu s rozptýlenými keři, stejně tak jako pěnice vlašská (*Curruca nissoria*).

Všechny chráněné druhy ptáků, které jsem na transektech pozorovala, jsou zároveň potravními specialisty. Většina výše vyjmenovaných druhů dřevin v hnízdní sezóně bohatě kvete, a tak pro druhy živící se živočišnou potravou poskytuje bohatou nabídku bezobratlých, kteří jsou těmito květy přilákány. Později během roku se květy změní v plody a semena a poskytnou dostatek zdrojů také pro druhy specializující se na rostlinnou potravu.

5. DOPORUČENÍ

Ptáci zemědělské krajiny potřebují pro svoji úspěšnou existenci a rozmnožování naplnit 3 základní životní potřeby: dostupnou potravu v podobě bezobratlých v době hnízdění, vhodná místa pro stavbu hnízd a dostatek potravy v zimě ve formě bobulí a semen (Vickery et al. 2004).

Jelikož jsou ptáci obývající zemědělskou krajinu velice různorodá skupina a každý druh má jiné nároky na charakter biotopu, není možné vytvořit jeden ideální model vegetace, který by vyhovoval úplně všem. Pokud chceme podpořit výskyt co největšího počtu druhů ptáků, je žádoucí, aby byla plocha porostlá dřevinnou vegetací co největší. Pro podporu nelesních a zvláště chráněných druhů je klíčové, aby byly dřeviny druhově co nejbohatší. Při volbě konkrétních druhů do výsadeb je nutné myslet na to, že ptáci patřící do těchto skupin preferují ovocné dřeviny a keře před lesními druhy dřevin. Aby nově vysazované aleje podporovaly co nejvíce druhů typických pro zemědělskou krajinu, je nutné, aby se druhová skladba dřevin v nich sestávala převážně z druhů jako jabloň, hrušeň, ostružiník, trnka a šípek, a nikoliv z javorů, dubů, lip či jasanů, jako tomu často bývá.

Pro zajištění dostatku potravy v zimním období, je důležité starat se o údržbu úrodnosti keřů a provádět vhodný management. Křoviny, které jsou prořezávány jednou za 3 roky produkují více než 3x větší množství bobulí než ty, co jsou prořezávány 1x ročně a o 40% větší množství než ty, co jsou prořezávány 1x za 2 roky (Mauzley et al. 2000). Ideální čas na prořezávky je až začátkem nového roku, aby nedošlo k omezení dostupnosti bobulí a plodů, nejnevhodnější je provádět je na podzim (Croxton & Sparks 2002). Britské ministerstvo ve svých metodikách doporučuje nedělat prořezávky častěji než 2x za 5 let a udržovat minimální výšku porostu 2 m. Při každoročních prořezávkách nejsou porosty křovin dost husté a hnízda jsou málo ukrytá a vystavená predačnímu tlaku. Z podobného důvodu by rovněž není vhodné dělat prořezávky neměly plošně, ale vždy po 1/3 (Defra 2003). Stromy je vhodné cyklicky vymlazovat, protože se prosvětlením podpoří keřové i bylinné patro a stimuluje se jejich růst (Staley et al. 2023).

ZÁVĚR

Výzkum se věnoval polním cestám v otevřené zemědělsky intenzivně využívané krajině. Hlavním cílem bylo zjistit jaké charakteristiky vegetace podél cest poskytují nejlepší podmínky pro výskyt druhově nejbohatších společenstev ptáků.

Zjistila jsem, že nejvýznamnější vliv mají proměnné týkající se dřevin, konkrétně jejich rozloha a diverzita. Větší rozloha dřevinné vegetace, stejně tak jako vyšší diverzita dřevin, znamenají větší počet druhů, což platí pro většinu ekologických skupin ptáků. Dále jsem potvrdila, že druhy typické pro zemědělskou krajinu preferují spíše vegetaci, ve které se nacházejí ve vyšším zastoupení ovocné stromy a keře, před vegetací, v níž rostou spíše stromy typické pro lesní habitaty. Konkrétní druhy stromů pak mají vliv na jednotlivé ekologické skupiny ptáků, především na druhy chráněné a nelesní. Ptáci patřící do těchto skupin preferují dřeviny jako jabloň, hrušeň, ostružiník, trnka a šípek, před druhy jako jsou javor, dub, lípa či jasan. Toto zjištění je hlavním přínosem mého výzkumu a lze ho využít v praxi při plánování nových výsadeb a výběru konkrétních druhů dřevin do nich. Aby nově vysazované aleje podporovaly co nejvíce druhů typických pro zemědělskou krajinu, je nutné, aby se druhová skladba dřevin v nich sestávala převážně z výše uvedených druhů, a nikoliv druhů lesních (např. lípa, jírovec, dub, topol), jako tomu často bývá.

Mnohé z mých hypotéz se nepotvrdily, což v některých případech přisuzuji malé velikosti vzorku, která mohla souviset s relativně malou rozlohou výzkumné oblasti a omezeným počtem vhodných cest v ní. Kvalita vegetace podél mnohých cest byla velice nízká, ve vzorku bylo zahrnuto poměrně hodně úseků, na kterých nebyly dřeviny žádné. Pro další podobné výzkumy bych proto doporučila vybrat rozsáhlejší oblast, ve které se bude nacházet více polních cest s přítomností dřevin. Rovněž bych navrhovala, aby byla vedle dřevinné vegetace pozornost věnována také keřovému a bylinnému patru, které by bylo vhodné zkoumat poměrně podrobně, protože vedle dřevin se jedná o hlavní faktor působící na ptačí společenstva.

SEZNAM LITERATURY

Arnold G.W. 1983. The influence of ditch and hedgerow structure, lenght of hedgerows, and area of woodland and garden on bird numbers on farmland. Journal of Applied Ecology 20: 731-750.

Bibby C. J., Burgess N. D., Hill D. A., Mustoe S. 2000. Bird census techniques. Academic Press.

Bickmore C. J. 2002. Hedgerow survey handbook: a standard procedure for local surveys in the UK. London: Department for Environment Food and Rural Affairs.

Brooks M., Kasper van Benthem K., Magnusson, Berg C., Nielsen A., Skaug H., Mächler M., Bolker B. 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. R Journal 9: 378-400.

Castro-Caro J.C., Barrio I.C., Tortosa F.S. 2015. Effects of hedges and herbaceous cover on passerine communities in Mediterranean olive groves. Acta Ornithologica 50: 180–192.

Ceresa F., Bogliani G., Pedrini P., Brambilla M. 2012. The importance of key marginal habitat features for birds in farmland: an assessment of habitat preferences of Red-backed Shrikes Lanius collurio in the Italian Alps. Bird Study 59: 327–334.

Clergeau P., Burel F. 1997. The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution. Landscape and Urban Planning 38: 37–43.

Connor E. F., McCoy E. D. 1979. The Statistics and Biology of the Species-Area Relationship. The American Naturalist, Vol. 113, No. 6: 791-833.

Croxton P.J., Hann J.P., Greatorex-Davies J.N., Sparks T.H. 2005. Linear hotspots? The floral and butterfly diversity of green lanes. Biological Conservation 121: 579–584.

Croxton P.J., Sparks T.H. 2002. A farm-scale evaluation of the influence of hedgerow cutting frequency on hawthorn (Crataegus monogyna) berry yields. Agriculture, Ecosystems and Environment 93: 437-439.

Cunningham M., Johnson D. 2006. Proximate and landscape factors influence grassland bird distributions. Ecological Applications 16: 1062–1075.

Čech L., Šumpich J., Zabloudil V. 2002. Chráněná území ČR. Edited by Peter Mackovčin. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Defra. 2003. The Countryside Stewardship Scheme. London: Department for Environment Food and Rural Affairs.

Defra. 2007. Hedgerow survey handbook: A standard procedure for local surveys in the UK (2nd ed.). London: Department for Environment Food and Rural Affairs.

Demek J. 1987. Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. 1. vyd. Praha: Academia.

Doherty P. F., Grubb T. C. 2000. Habitat and landscape correlates of presence, density, and species richness of birds wintering in forest fragments in Ohio. Wilson Bulletin 112: 388–394.

Dover J.W., Sparks T., Clarke S., Gobbett K., Glossop S. 2000. Linear features and butterflies: the importance of green lanes. Agriculture, Ecosystems and Environment 80: 227–242.

Dunn J.C., Gruar D., Stoate C., Peach W.J. 2016. Can hedgerow management mitigate the impacts of predation on songbird nest survival? Journal of Environmental Management 184: 535–544.

Dvořáková L., Kuczynski L, Rivas-Salvador J., Reif J. 2022. Habitat characteristics supporting bird species richness in mid-field woodlots. Frontiers in Environmental Science 10: 816255.

Emmerson M., Morales M.B., Oñate J.J., Batáry P., Berendse F., Liira J., Aavik T., Guerrero I., Bommarco R., Eggers S., Pärt T., Tscharntke T., Weisser W., Clement L., Bengtsson J. 2016. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. Advances in Ecological Research 55: 43–97.

Eurostat. 2020. Agriculture, forestry and fisheries in the EU-2020 edition. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Eurostat. 2023. Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2023 edition. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Fabšičová M., Frei I., Jiroušek M., Smetanová S., Šipoš J., Trnka F., Vymyslický T., Winkler J., Zdražílková M. 2023. Podpora biodiverzity travních porostů pomocí maloplošných úhorů. Uplatněná certifikovaná metodika VÚP 62/2023.

Firbank L.G., Petit S., Smart S., Blain A., Fuller R.J. 2008. Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: A British perspective. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 363: 777-787.

Fuller R. J., Hinsley S. A., Swetnam R. D. 2004. The relevance of non-farmland habitats, uncropped areas and habitat diversity to the conservation of farmland birds. Ibis 146: 22–31.

García-Feced C., Weissteiner C.J., Baraldi A., Paracchini M. L., Maes J., Zulian G., Kempen M., Elbersen B., Pérez-Soba M. 2015. Semi-natural vegetation in agricultural land: European map and links to ecosystem service supply. Agronomy for Sustainable Development 35: 273–283.

Green R.E., Osborne P.E., Sears E.J. 1994. The distribution of passerine birds in hedgerows during the breeding season in relation to characteristics of the hedgerow and adjacent farmland. Journal of Applied Ecology 31: 677-692.

Guerrero I., Duque D., Oñate J. J., Pärt T., Bengtsson J., Tscharntke T., Liira J., Aavik T., Emmerson M., Berendse F., Ceryngier P., Weisser W. W., Morales B. Manuel. 2024. Agricultural intensification affects birds' trait diversity across Europe. Basic and Applied Ecology, Volume 74: 40-48.

Hartel T., Hanspach J., Abson D.J., Mathe O., Moga C.I., Fischer, J. 2014. Bird communities in traditional wood-pastures with changing management in Eastern Europe. Basic and Applied Ecology 15: 385–395.

Harustiakova D., Tirinda A. 2005. The influence of intersections and dead-ends of line-corridor networks on the breeding bird distribution. Folia Zoologica – Praha 54: 123-134.

Heath S.K., Soykan C.U., Velas K.L., Kross S.M. 2017. A bustle in the hedgerow: woody field margins boost on farm avian diversity and abundance in an intensive agricultural landscape. Biological Conservation 212: 153–161.

Hinsley S. A., Bellamy P. E. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. Journal of Environmental Management 60: 33–49.

Hinsley S.A., Bellamy P.E. 2019. Birds of hedgerows and other field boundaries. In: Dover, J. (Ed.), The Ecology of Hedgerows and Field Margins. Earthscan/Routledge, Abingdon, UK, pp. 210–232.

Hudec K. (ed) 2005. Fauna ČR, Ptáci 2. Academia, Praha.

Hudec K. (ed) 2011. Fauna ČR, Ptáci 3. Academia, Praha.

Hurlbert A. 2004. Species–Energy Relationships And Habitat Complexity In Bird Communities. Ecology Letters 7: 714–720.

Chamberlain D. E., Hatchwell B. J., Perrins C. M. 1995. Spaced out nests and predators: an experiment to test the effects of habitat structure. Journal of Avian Biology 26: 346–349.

Jakobsson S., Lindborg R. 2017. The importance of trees for woody pasture bird diversity and effects of the European Union's tree density policy. Journal of Applied Ecology Vol. 54, Issue 6: 1638-1647.

Kaláb O. 2016. Co se děje v trávě? Vliv seče a význam neposečených ploch pro rovnokřídlý hmyz a kudlanky. Živa 2: 88-90.

Kassambara A. 2017. Principal Component Methods in R: Practical Guide. STHDA.

Kujawa K., Wuczynski A., Dajdok Z., Grzesiak W. 2019. Effect of habitat structure and crop diversity on common and threatened birds breeding in semi-natural field margins. Acta Ornithologica 54: 181–199.

Lack P. 1992. Birds on Lowland Farms. HMSO, London.

Macdonald D.W., Johnson P.J. 1995. The relationship between bird distribution and the botanical and structural characteristics of hedges. Journal of Applied Ecology 32: 492-505.

Marshall E.J.P., West T.M., Kleijn D. 2006. Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment: Vol. 113, Issues 1–4: 36-44.

Maudsley M.J., Marshall E.J.P., West T.M. 2000. Guidelines for hedge management to improve the conservation value of different types of hedge. DEFRA Project BD2102.

Montgomery I., Caruso T., Reid N. 2020. Hedgerows as ecosystems: Service delivery, management, and restoration. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 51: 81–102.

Munoz-Saez A., Perez-Quezada J.F., Estades C.F. 2017. Agricultural landscapes as habitat for birds in central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 90, Article Number: 3, 12.

Newton I. 2017. Farming and Birds. William Collins, London.

O'Connor R. J., Shrubb M. 1986. Farming and Birds. Cambridge: Cambridge University Press.

Oosterveld E., Klop E., Zee E. 2022. Key Habitat Factors of Breeding Birds in Agricultural Hedgerow Landscapes in East-Fryslân, the Netherlands, in European Perspective – Ecological Evaluation and Relation to Agri-Environmental Schemes. Ardea 110: 111-124.

Osborne P. 1984. Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. Journal of Applied Ecology 21: 63-82.

Parish T., Lakhani K.H., Sparks T.H. 1995. Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow and other Weld margin attributes. II. Abundance of individual species and of groups of similar species. Journal of Applied Ecology 32: 362–371.

R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Rajmonová L., Reif J. 2018: Význam rozptýlené zeleně pro ptáky v zemědělské krajině. Sylvia 54: 3–24.

Reif J., Jiguet F., Šťastný K. 2010. Habitat specialisation of birds in the Czech Republic: comparison of objective measures with expert opinion. Bird Study 52: 197-212.

Reif J., Storch D., Šímová I. 2008. Scale-dependent habitat gradients structure bird assemblages: a case study from the Czech Republic. Acta Ornithologica 43: 197–206.

Rosenzweig M.L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge.

Rutterle Josef. 2023. Hnízní společenstva ptáků vegetačního doprovodu polních cest v intenzivně využívané zemědělské krajině. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí.

Schmidt A., Fartmann T., Kiehl K., Kirmer A., Tischew S. 2022. Effects of perennial wildflower strips and landscape structure on birds in intensively farmed agricultural landscapes. Basic and Applied Ecology, Vol. 58: 15-25.

Schielzeth H. (2010). Simple means to improve the interpretability of regression coefficients: Interpretation of regression coefficients. Methods in Ecology and Evolution 1: 103–113.

Söderström B., Svensson B., Vessby K., Glimskär A. 2001. Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. Biodiversity and Conservation 10: 1839–1863.

Srivastava D.S., Lawton J.H. 1998. Why more productive sites have more species: an experimental test of theory using tree-hole communities. American Naturalist 152: 510–529.

Staley J., Wolton R., Norton L. 2023. Improving and expanding hedgerows—Recommendations for a semi- natural habitat in agricultural landscapes. Ecological Solutions and Evidence 4: 12209.

Sugihara G., Bersier L.F., Southwood T.R.E., Pimm S.L., May R.M. 2003. Predicted correspondence between species abundances and dendrograms of niche similarities. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 100: 5246–5251.

Szymański P., Antczak M. 2013. Structural heterogeneity of linear habitats positively affects Barred Warbler Sylvia nisoria, Common Whitethroat Sylvia communis and Lesser Whitethroat Sylvia curruca in farmland of Western Poland. Bird Study 60: 484-490.

Vickery J. A., Bradbury R.B., Henderson I. G., Eaton M. A., Grice P.V. 2004. The role of agri-environment schemes and farm management practices in reversing the decline of farmland birds in England. Biological Conservation, Volume 119, Issue 1: 19-39.

Vickery J. A., Carter N., Fuller R. J. 2002. The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. Agriculture, Ecosystems & Environment 89(1): 41–52.

Vickery J.A., Feber R. E., Asteraki E. J., Atkinson P. W., Fuller R. J., Brown V. K. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. Journal of Applied Ecology Volume 38, Issue 3: 647-664.

Vickery J.A., Feber R.E., Fuller R.J. 2009. Arable field margins managed for biodiversity conservation: a review of food resource provision for farmland birds. Agriculture, Ecosystems & Environment 133: 1–13.

Walker M. P., Dover J. W., Sparks T. H., Hinsley S. A. 2006. Hedges and green lanes: vegetation composition and structure. Biodiversity and Conservation 15: 2595–2610.

Walker M.P., Dover, J., Hinsley S., Sparks T. 2005. Birds and green lanes: Breeding season bird abundance, territories and species richness. Biological Conservation 126: 540-547.

Weijden W., Terwan P., Guldemond A. 2010: Farmland Birds across the World. Lynx Edicions, Barcelona.

Westbury D., Woodcock B., Harris S.J., Brown V.K., Potts S. 2017. Buffer strip management to deliver plant and invertebrate resources for farmland birds in agricultural landscapes. Agriculture Ecosystems & Environment. 240: 215-223.

Willson M.F. 1974. Avian community organization and habitat structure. Ecology 55: 1017–1029.

Winspear R., Davies G. 2005. A management guide to birds of lowland farmland. RSPB.

Wuczynski A., Kujawa K., Dajdok Z., Grzesiak W. 2011. Species richness and composition of bird communities in various field margins of Poland. Agriculture, Ecosystems & Environment 141: 202–209.

Wuczyński A., Wuczyński M. 2019. Birds Wintering in Heterogeneous Farmland of Poland: Weather-Dependent Temporal Changes in Abundance and Habitat Associations. Acta Ornithologica, Vol. 54: 105-124.

PŘÍLOHY

Tabulka 13: Jednotlivé druhy dřevin zaznamenané na transektech a jejich zkratky, které byly použity v MCA.

Rod	Zkratka
trnka	trn
hloh	hlo
šípek	sip
jeřáb	jer
bez	bez
ostružiník, maliník	rub
jabloň	jab
hrušeň	hru
třešeň	tre
jírovec	jir
vrba	vrb
dub	dub
jasan	jas
javor	jav
bříza	bri
topol	top
lípa	lip
olše	ols
kalina	kal