**Univerzita Karlova**

**Přírodovědecká fakulta**

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ochrana životního prostředí

Studijní obor: N-OZP

**Bc. Jeroným Žid**

# Změny početnosti ptáků na polích blízko Prahy se zvláštním zřetelem na skřivana polního (*Aluada arvensis*)

# Changes in farmland bird abundance on the fields close to Prague with a special focus on Eurasian Skylark (*Aluada arvensis*)

Diplomová práce

Vedoucí práce/Školitel:

prof. Mgr. Jiří Reif, Ph.D.

Praha, 2025

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Změny početnosti ptáků na polích blízko Prahy se zvláštním zřetelem na skřivana polního (*Aluada arvensis*) vypracoval samostatně a uvedl všechny informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného akademického titulu.

V Praze, 26.4.2025 Jeroným Žid

**Poděkování:**

Děkuji svému školiteli prof. Mgr. Jiřímu Reifovi, Ph.D. za vedení mé práce, trpělivost, vstřícnost a rady, které mi v průběhu psaní diplomové práce poskytoval. Dále děkuji konzultantovi Mgr. Janu Hanzelkovi Ph.D. za ochotu a pomoc, kterou mi poskytoval nejen během statistického zpracování dat.

## Abstrakt

Polní ptáci jsou kvůli intenzifikaci zemědělství jednou z nejohroženějších skupin organismů. Zároveň je lze využít jako indikátory stavu biodiverzity zemědělské krajiny. Používají se různá opaření k jejich podpoře, nicméně populace polních ptáků se stále snižují.

V této práci jsem provedl během hnízdní sezóny roku 2024 sčítání na dvaceti výzkumných plochách umístěných v zemědělské krajině za severovýchodním okrajem Prahy. Při sčítání jsem zaznamenával ptáky vyskytující se ve výzkumné ploše, informace o plodinách, které zde rostly a strukturu polí. Dohromady jsem zaznamenal 257 jedinců skřivana polního (*Alauda arvensis*), na kterých jsem testoval změnu početnosti oproti roku 2011, kdy byla data získávána identickou metodou na stejných lokalitách. Takto jsem mohl posoudit, zda se projevují opatření a další změny pro podporu polních ptáků na jejich početnosti.

Po statistickém vyhodnocení dat se ukázalo, že se početnost skřivana mezi těmito dvěma obdobími nezměnila, a to jak na všech plochách, tak na místech, kde jsem očekával vyšší intenzitu zemědělství a pokles v početnosti. Je pozitivním zjištěním, že populace skřivana se v této oblasti nesnižuje, což poukazuje na lepší stav zkoumané oblasti, protože v rámci ČR skřivan v daném období ubyl o 20 %. Zkoumané změny ve velikosti polí se neukázaly signifikantní, z čehož plyne, že se za těchto 13 let struktura zemědělské krajiny na sledovaném území výrazně nezměnila. Dále jsem zjistil, že skřivan statisticky průkazně preferuje centrální části polí nad okrajovými, což je dáno pravděpodobně nepřiznivou podobou okraje pro skřivana, která převažuje nad příznivými vlivy okrajů popsaných v literatuře. To, jestli se ve výzkumné ploše vyskytovaly dvě nebo jen jedna plodina, nemělo vliv ani na početnost skřivana, ani na druhovou bohatost polních ptáků.

Při snaze o podporu polních ptáků je tedy nutné: a) vzít v úvahu rozdílné nároky na prostředí jednotlivých druhů i celkovou druhovou bohatost polních ptáků, kde může být často druhově specifický rozdíl; b) dále vytrvat v současném směřování environmentálně příznivější legislativy, neboť to, že skřivani ve studovaném území neubývají, může být první krok k jejich nárůstu; c) a pravděpodobně ještě zpřísnit některá opatření, jako například maximální velikost pole.

**Klíčová slova:** polní ptáci, struktura zemědělské krajiny, skřivan polní (*Alauda arvensis*), heterogenita prostředí, druhová bohatost

## Abstract

Farmland birds are one of the most endangered groups of organisms impacted by the intensification of agriculture. At the same time, they can be used as indicators of the state of the farmland biodiversity. Various measures are used to support them, but farmland bird populations are still declining.

In this thesis, I conducted farmland birds during the breeding season 2024 in twenty study plots located in the agricultural landscape beyond the northeastern outskirts of Prague. During the counts, I recorded the birds occurring in the study plots, information about the crops present in the plots, and the structure of the fields. In total, I recorded 257 individuals of the Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*) and I compared my counts with data collected in 2011 on the same plots using identical methodology. By that means, I aimed to assess whether the environmental measures and other changes to support farmland birds were reflected in changes in their abundance.

According to the statistical evaluation of the data, it turned out that the abundance of the skylark did not change between 2011 and 2024. This applied to all study plots, as well as to the plots where I expected higher agricultural intensity and a decrease in abundance. This result can be viewed as a positive finding indicating that the decrease of skylark population ceased in the study area, realizing that the species' national population declined by 20 % over the same period. The changes in the size of fields did not prove to be significant, which implies that the structure of the agricultural landscape has not changed significantly over these 13 years in the study area. I also found that the skylark clearly prefers central parts of fields over their edges, which is probably due to the unfavourable condition along the edge for the skylark, which outweighs the possible benefits of edges described in the literature. The number of crops planted in the study plots had no relationship to the abundance of skylarks nor to the species richness of all farmland birds.

In an effort to support farmland birds, it is therefore necessary to: a) take into account the different demands of individual species which may not correspond to the factors governing the overall species richness of farmland birds; b) continue to persist in the current direction of more environmentally friendly legislation, since the fact that skylarks are not decreasing in the study area may be the first step towards their increase; c) and probably tighten some measures, such as the maximum field size.

**Key words:** farmland birds, agriculture landscape structure, Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*), environmental heterogeneity, species richness

# Obsah

1 Úvod ..... 9

1.1 Polních ptáci a intenzifikace zemědělství ..... 9

1.2 Agro-environmentální opatření ..... 12

1.3 Plodiny ..... 13

1.4 Struktura zemědělské krajiny ..... 15

1.5 Cíle práce a hypotézy ..... 16

2 Metodika ..... 19

2.1 Studované území ..... 19

2.2 Výzkumné plochy ..... 19

2.3 Sčítání ptáků ..... 21

2.4 Měření plodin ..... 22

2.5 Struktura zemědělské krajiny ..... 22

2.6 Fenologický posun sezóny ..... 23

2.7 Zpracování dat ..... 24

2.7.1 Hypotéza 1 ..... 25

2.7.2 Hypotéza 2 ..... 25

2.7.3 Hypotéza 3 ..... 26

2.7.4 Hypotéza 4 ..... 26

2.7.5 Hypotéza 5 ..... 26

3 Výsledky ..... 28

3.1 Změna počtu polí mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 1) ..... 32

3.2 Početnost skřivana polního v závislosti na pozici v rámci pole (hypotéza 2) ..... 33

3.3 Změna početnosti skřivana polního mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 3) ..... 35

3.4 Změna početnosti skřivana polního na nerozdělených polích mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 4) ..... 37

3.5 Závislosti početnosti skřivana polního a druhové bohatosti polních ptáků na počtu plodin na polích (hypotéza 5) ..... 39

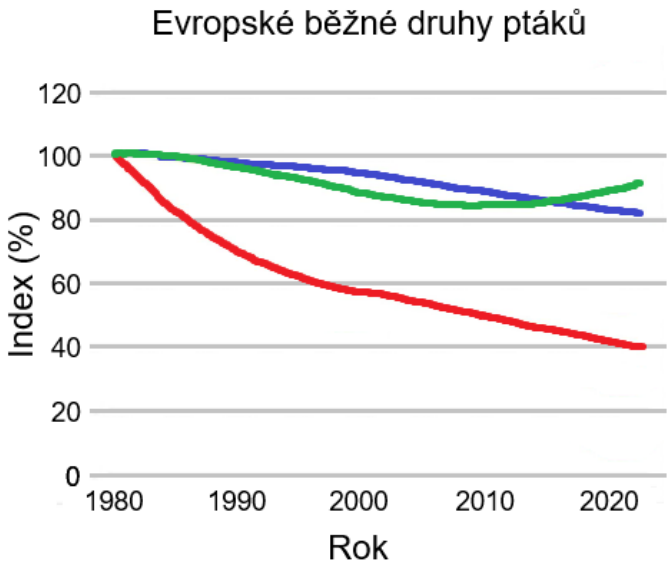
4 Diskuse ..... 42
4.1 Hypotéza 1 ..... 42
4.2 Hypotéza 2 ..... 43
4.3 Hypotéza 3 ..... 45
4.4 Hypotéza 4 ..... 46
4.5 Hypotéza 5 ..... 48
4.6 Možnosti pro budoucí výzkum ..... 49
4.7 Doporučení pro praktickou ochranu a management ..... 49
5 Závěr ..... 51
6 Literatura ..... 52

# 1 Úvod

## 1.1 Polních ptáci a intenzifikace zemědělství

Jedním z globálních problémů životního prostředí je úbytek biodiverzity (Rafferty 2025). Běžné druhy různých organismů ztrácejí na početnosti a vzácné druhy, pokud se je nedaří zachránit, mohou lokálně nebo i globálně vyhynout (Rafferty 2025). Ptáci patří mezi laickou i odbornou veřejností nejoblíbenější a nejvýraznější skupiny živočichů, a jejich sledování se proto věnuje veliká pozornost. Díky dlouhodobému monitoringu máme údaje o trendech mnoha populací ptáků v různých oblastech (Neate-Clegg et al. 2020).

V České republice dochází k úbytku ptáků vázaných na zemědělskou krajinu (graf 1). Mezi tyto druhy patří například skřivan polní (*Alauda arvensis*) či konipas luční (*Motacilla flava*) (JPSP ČSO 2025; PECBMS 2025). Tento pokles nám napovídá, že zemědělská krajina je prostředí stále méně příznivé pro polní ptáky, které můžeme používat jako indikátory biodiverzity a ekologického stavu zemědělské krajiny (Morelli et al. 2014).




**Graf 1:** Vývoj relativní početnosti (v %) běžných druhů ptáků v Evropě mezi lety 1980 a 2023 pro lesní (zelená, 8% pokles), všechny (modrá, 18% pokles) a polní (červená, 60% pokles) druhy (převzato z PECBMS 2025, upraveno).

V České republice se po nástupu totalitního režimu pole spojovala v rámci kolektivizace zemědělství, což vedlo ke vzniku velikých polních celků. Zároveň rostlo používání pesticidů a hnojiv, zvyšovala se tedy celková intenzita zemědělství (Orsillo 2008). To mělo za následek pokles populací polních ptáků a ztrátu biologické hodnoty ekosystémů (Hanzelka et al. 2015). Po roce 1989 došlo k poklesu intenzity zemědělství, což pozitivně ovlivnilo početnost polních ptáků. Avšak po vstupu Česka do EU v roce 2004 se, vlivem Společné zemědělské politiky (SZP), intenzita zemědělství opět zvýšila, což vedlo k poklesu populací polních ptáků (Reif et al. 2024).

Obecně lze říci, že pokles populací polních ptáků je způsoben intenzifikací zemědělství (Emmerson et al. 2016; Reif & Vermouzek 2019). Intenzivní zemědělská činnost vede k ničení přirozených biotopů, čímž dochází k úbytku vhodných míst pro život mnoha druhů (Orsillo 2008, Fanfarillo & Kasperski 2021). Polní ptáci tak mají omezený přístup ke zdrojům potravy a vhodným lokalitám pro hnízdění, což má negativní dopad na jejich populace (Tryjanowski et al. 2011; Emmerson et al. 2016).

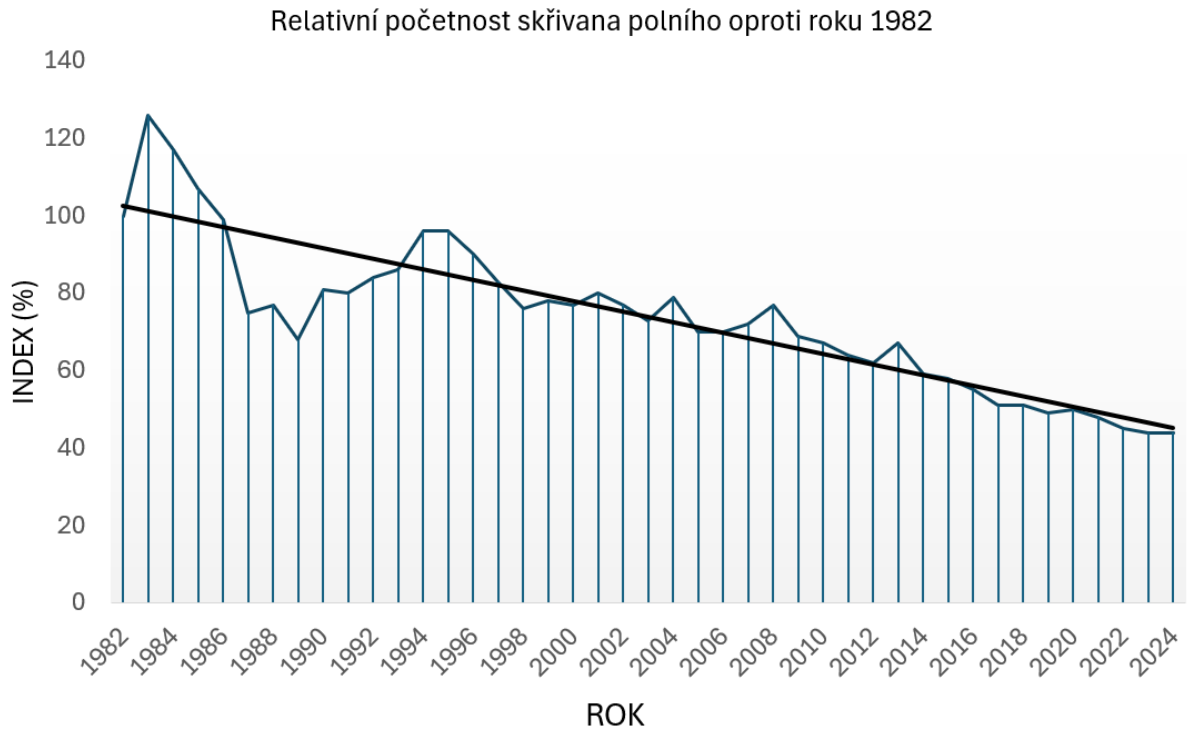
Početnost polních ptáků závisí dále na množství a dostupnosti potravy, kterou rovněž ovlivňuje intenzita zemědělství (Hološková & Reif 2020). Stěžejní složkou potravy jsou během hnízdní sezóny bezobratlí, protože jimi krmí ptáci svá mláďata (Vickery et al. 2004). Přestože se obecně předpokládá, že vyšší množství a diverzita bezobratlých by měla vést k vyšší početnosti a druhové bohatosti polních ptáků, a některé studie to prokazují (Smith et al. 2009; Holland et al. 2012; Hološková et al. 2025), přímo u skřivanů se tento vztah neprokázal (Hološková & Reif 2020). Pravděpodobně mají na vybírání místa k hnízdění větší vliv jiné faktory, například vyšší vliv dostupnosti potravy, než jejího množství (Hološková 2021; Hološková et al. 2024b).

Zjištěná početnost polních ptáků je ovlivněna i načasováním, kdy jsou ptáci sčítáni. Na jaře, se začátkem hnízdní sezóny, přilétají stěhovaví ptáci a jejich početnost se zvyšuje, ale poté klesá s postupující hnízdní sezónou (Hološková & Reif 2020). Tento pokles souvisí s koncem hnízdění a může být způsoben i narůstající výškou plodin (Eggers et al. 2011; Hološková & Reif 2020). Zároveň aktivita ptáků, a tedy možnost jejich detekce, v průběhu dne klesá, nejaktivnější jsou během východu slunce a následných ranních hodinách (Robbins 1981).

**Skřivan polní (*Alauda arvensis*)**

V polních kulturách je unikátní, že celková početnost polních ptáků je často reprezentována jediným druhem – skřivanem polním (Hološková et al. 2024b). Skřivan je u nás hojně zastoupený druh, a tak se o něm data dobře sbírají a vyhodnocují, zároveň jde o druh úzce vázaný na polní krajinu a vhodně tedy reprezentuje polní avifaunu (Hanzelka et al. 2015; Hološková et al. 2024b).

Jedním z podrobně sledovaných druhů je tedy skřivan polní, který i přesto, že je běžným druhem, vykazuje značný pokles početnosti. V České republice se od roku 1982 početnost skřivana snížila o 55,4 % do roku 2024 (JPSP ČSO, 2025). Skřivan tedy zaznamenal výrazný populační pokles o více než polovinu jedinců v horizonu 43 let. Tento druh vykazuje dlouhodobý mírný pokles, přičemž každoročně klesá v průměru o 1,8 % (graf 2; JPSP ČSO, 2025).




**Graf 2:** Vývoj relativní početnosti (v %) skřivana polního (*Alauda arvensis*) mezi lety 1982 a 2024 v České republice (převzato z JPSP ČSO 2025, upraveno).

Skřivani obsazují teritoria, ve kterých hnízdí, a je tedy při sčítání možné opakovaně navštěvovat stejná pole a zaznamenávat početnost skřivana (Eraud & Boutin 2002; Hološková

& Reif 2020). Nicméně i tak se skřivani mohou přesouvat do jiné plodiny v okolí během hnízdní sezóny, pokud jim současná plodina přestane vyhovovat (Wilson et al. 1997; Donald et al. 2001; Eraud & Boutin 2002).

### 1.2 Agro-environmentální opatření

V reakci na klesající biodiverzitu zemědělské krajiny byly během několika SZP reforem provedeny legislativní změny, které mají podpořit životní prostředí a biodiverzitu. Významnější v tomto ohledu je zejména podoba SZP platná od roku 2014 do 2022 a poté nyní platná SZP od roku 2023 do 2027 (European Commission, 2013; European Commission, 2023). Vznikla Agro-environmentální opatření (AEO), jejichž cílem je motivovat zemědělce k zavádění postupů šetrných k životnímu prostředí a tím pádem podporovat biodiverzitu (Concepción & Díaz 2019). V pozdějších letech byla tato opatření doplněna o zmírňování důsledků klimatické změny – agro-environmentálně klimatická opatření (Colombo & Rocamora-Montiel 2018) a s reformou SZP z roku 2023 i tzv. ekoschémata (European Commission 2023).

Tato široká škála opatření zahrnuje různé kroky přizpůsobené konkrétním oblastem. Příkladem mohou být pásy kvetoucích rostlin (pro podporou opylovačů a jako zdroj potravy i ptáky), pásy na semena bohatých rostlin (pro podporu zrnožravých druhů), pásy keřů (které poskytují úkryt i bezpečné hnízdění ptákům), tvorba podmáčených ploch pro čejku chocholatou (a jiná opatření cílená na konkrétní druhy) a změněný způsob obhospodařování pole (Meichtry-Stier et al. 2014; Roilo et al. 2022). Taková změna hospodaření může být používání menšího množství pesticidů a hnojiv nebo celkový režim ekologického zemědělství, který zvyšuje množství druhů i jejich početnost, ačkoliv konkrétní výsledky se různí mezi skupinami organismů (Bengtsson et al. 2005).

Již roky tedy vznikají opatření a snahy o změnu negativního vývoje početnosti polních ptáků, respektive biodiverzity zemědělské krajiny jako celku (European Commission 2013; Concepción & Díaz 2019; European Commission 2023). Výsledné efekty AEO se liší. Někdy jsou více úspěšná a někdy méně podle toho, jaké bylo provedení a zaměření daného opatření (González del Portillo et al. 2022). Nicméně AEO se aplikuje značné množství – např. mezi lety 2014 a 2020 bylo k platbám za AEO vyhrazeno 25 miliard eur (Tyllianakis & Martin-Ortega 2021). Nejen vzhledem k těmto investicím je důležité prozkoumat aktuální stav populací polních ptáků a zjistit, zda opatření začínají mít pozitivní dopad na jejich početnost i na krajinné úrovni, tedy mimo plochy, kde se aplikují. Lokální studie totiž ukazují pozitivní účinky AEO

na populace ptáků v zemědělské krajině (Hološková et al. 2025), které však pravděpodobně nestačí k zastavení jejich poklesu na celostátní úrovni (Roilo et al. 2022).

### 1.3 Plodiny

Druh plodiny pěstované na poli má významný vliv na podobu biotopu, což ovlivňuje atraktivitu tohoto prostředí pro polní ptáky (Tryjanowski et al. 2002). Plodina ovlivňuje zejména dostupnost potravy a možnosti hnízdění (Roilo et al. 2022; Hološková et al. 2024a,b). Každá plodina a způsob, jakým je obhospodařována, může různě ovlivnit ptáky. Vliv má i rozmanitost plodin, která podporuje vyšší početnost skřivana polního v kombinaci s heterogenní krajinou (Hološková et al. 2024a). Oproti tomu homogenní krajina s několika málo druhy plodin, případně ještě bez střídání plodin, snižuje diverzitu ptáků a celkově vhodnost prostředí pro ně (Chamberlain et al. 2000; Newton 2004; Zellweger-Fischer et al. 2017; Šálek et al. 2021).

Důležitý je také termín výsevu plodiny (Hološková et al. 2025). Tedy zda byla plodina vysetá na jaře (jařina), nebo již na podzim předchozího roku (ozim). Ozimé plodiny mají během hnízdní sezóny vyšší pokryvnost a výšku než jarní plodiny. To má na polní ptáky vliv – například v případě skřivana polního: na začátku sezóny je pro skřivana vhodnější ozimé obilí než jarní, protože již má ideální výšku a pokryvnost, což skřivanovi poskytuje vyšší bezpečnost před predátory a poskytuje dostatek potravy (Donald et al. 2001; Eggers et al. 2011). Jak sezóna pokračuje, jařiny dosahují ideální výšky a pokryvnosti pro skřivany, zatímco ozimé obilí je již příliš vysoké a husté, a skřivani se tak mohou během hnízdní sezóny přesouvat z polí s ozimým obilím na pole s jarním obilím (Donald et al. 2001; Eggers et al. 2011; Hiron et al. 2012). Přesun z ozimého obilí do jarního obilí (případně do jiné jarní plodiny) se vyskytuje i v případě jiných druhů, jako u konipasa lučního (Gilroy et al. 2009; Gilroy et al. 2010; Kragten 2011).

Zemědělská krajina tvoří 38 % povrchu Evropy, přičemž více jak 65 % z toho je orná půda (Eurostat, 2025). V České republice to je 53 % území, ornou půdu tvoří přibližně 60 % z této plochy (ČSU 2025a). Složení plodin v České republice za rok 2024 je následující: nejčastěji se pěstují obiloviny (53,6 %), konkrétně pšenice setá (32,1 %, většinou ozimá), ječmen (13,1 %), oves (2,2 %), žito (1 %), kukuřice na zrno (3,1 %), řepka ozimá (14,2 %), mák (1,5 %), sója (1,2 %), řepa cukrová (2,7 %) a hrách polní na zrno (2,2 %) (ČSU 2025b). Rozmanitost plodin tedy není v České republice příliš vysoká.

Obiloviny, u nás především pšenice a ječmen, podporují zrnožravé ptáky, kterým poskytují zdroj potravy, což je zásadní zejména během zimy (Šálek et al. 2015). Jako vhodné místo během hnízdní sezóny se ukazují například pro skřivana polního a konipasa lučního zejména pokud jsou vysety na jaře (Hološková & Reif 2024; Hološková et al. 2025).

Řepka se sází již na podzim. A jako ozimá plodina má tedy značnou výšku a pokryvnost již na začátku hnízdní sezóny. Tím pádem příliš nevyhovuje ptákům, kteří preferují nízkou nebo žádnou vegetaci, jako je čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*), skřivan polní nebo konipas luční (Wilson et al. 1997; Murray 2004; Hološková & Reif 2024). Řepka tedy není příliš vyhledávaným místem k hnízdění kromě stavu na úplném začátku hnízdní sezóny (Miguet et al. 2013; Hološková 2021).

Pole bez plodiny se v krajině vyskytují zřídka. Plodiny, které jsou sázeny až v pozdějších fázích vegetační sezóny, například kukuřice, však mohou vytvořit během hnízdní sezóny mezery, kdy pole není oseto. Tento jev významně ovlivňuje ptáky, např. druhy, které preferují hnízdění na holé zemi (Tryjanowski et al. 2002). Zejména pokud jsou okolní plodiny již značně vysoké a husté, poskytují pole bez vegetace cenný habitat (Wilson et al. 1997; Toepfer & Stubbe 2001). Samotnou kukuřici však ptáci příliš nepreferují, zejména druhy jako skřivan polní, strnad luční (*Emberiza calandra*), bramborníček černohlavý (*Saxicola rubicola*) a další (Kuiper et al. 2015).

V pozdějších fázích sezóny jsou velmi důležité rovněž jarní plodiny, jako je hořčice, pohanka, brambory a další, které ptákům poskytují velkou zásobu potravy a zároveň vhodnou strukturu porostu (Hološková et al. 2024a). Jarní plodiny mají pozitivní vliv i na druhovou bohatost polních ptáků vázaných na otevřenou krajinu, jako je např. skřivan polní (Hološková et al. 2025) a přechod od jarních k ozimým typům plodin může negativně ovlivnit potravní nabídku a vhodnost prostředí pro polní ptáky (Chamberlain et al. 2000; Newton 2004).

**Vliv plodiny na skřivana polního**

Vliv pokryvnosti a výšky plodiny na skřivana polního je rovněž důležitý – s výškou porostu početnost skřivanů klesá (Hanzelka 2012; Hološková et al. 2024b), přičemž tento trend se projevuje u všech plodin, hlavně během hnízdní sezóny. Podobně je tomu u pokryvnosti, s vyšší pokryvností klesá přívětivost pole pro skřivany, protože tak mají těžší hledání potravy a pohyb (Hološková 2021). Ideální pokryvnost plodiny pro skřivany se pohybuje v rozpětí 35-

60 % a výška 15-60 cm (Toepfer & Stubbe 2001; Sanderson et al. 2009). Když se v pšenici vyskytuje holá půda, skřivani na těchto polích častěji hledají potravu, a to i v případě, že je zde nižší množství bezobratlých (Murray 2004), kteří se ovšem na místech s malou pokryvností pravděpodobně skřivanům lépe hledají (Odderskaer et al. 1997).

Výzkum Hološkové (2021) ukázal, že zaznamenaný průměrný počet skřivanů na hektar byl nejnižší v řepce, což vzhledem k tomu, že řepka tvoří vysoké a husté porosty koreluje s preferencemi skřivana (Odderskaer et al. 1997; Toepfer & Stubbe 2001). Nejvyšší početnost skřivana byla v pšenici, avšak po zohlednění ostatních faktorů se celková početnost mezi sledovanými plodinami signifikantně nelišila (Hološková 2021). To naznačuje, že jiné habitatové charakteristiky jsou významnější než samotný typ plodiny (Hološková & Reif 2020). Přesto se zdá, že skřivani preferují jarní plodiny s vhodnou výškou, a na ozimech se zdržují méně i při relativně vhodné výšce (Eggers et al. 2011; Hanzelka 2012).

Další vliv na skřivana polního má struktura polí a podoba jejich krajů. Hnízdní úspěšnost skřivanů poblíž okrajů polí může být nižší, pravděpodobně v důsledku predace (Fischer et al. 2009), zvláště pokud okraje pole pokrývá dřevinná vegetace, která může sloužit jako biokoridor pro predátory (Morris & Gilroy 2008; Josefsson et al. 2013). Početnost skřivanů a dalších druhů silně vázaných na otevřenou krajinu je tak většinou nižší v místech s vyšším zastoupením dřevinné vegetace nebo poblíž lesa (Copland et al. 2012). Ovšem na druhou stranu okraje polí mohou poskytovat zdroje potravy i útočiště, protože tam ošetřování polních kultur nefunguje tak efektivně, což má pozitivní vliv na strukturu vegetace a potravní nabídku (Chamberlain et al. 1999; Hološková et al. 2023).

### 1.4 Struktura zemědělské krajiny

Mimo vlastností plodiny a intenzity zemědělství má vliv na ptáky podoba pole. Konkrétně jeho velikost a tvar (Zellweger-Fischer et al. 2017). Obecně platí, že polní ptáky podporuje více heterogenní podoba zemědělské krajiny, v níž je víc okrajů, které ptákům poskytují zdroje potravy, úkryt před predátory a místo k hnízdění (Roilo et al. 2022; Anderle et al. 2023; Hološková et al. 2024a). Například potravní nabídka bezobratlých roste s nižší vzdáleností od okraje pole (Batáry et al. 2012; Garratt et al. 2017). Více menších polí v krajině je tak skrze větší množství okrajů, a případně dalších prvků, pro ptáky příznivější než méně velikých polí, kde je menší rozloha okrajové plochy (Zellweger-Fischer et al. 2017).

V České republice jsou pole tradičně vlivem kolektivizace zemědělského hospodaření značně rozsáhlá (Hološková et al. 2023). Ministerstvo zemědělství ČR proto omezilo maximální rozlohu pro jednu plodinu na 30 ha (Nařízení vlády č. 73/2023 Sb. 2023). Jak efektivní a zda vůbec dostatečná bude tato snaha, je nejisté, ale krajina by se v jejím důsledku měla měnit (obr. 1).

**Obrázek 1:** Porovnání snímků zemědělské krajiny z roku 2011 (vlevo) a 2024 (vpravo) (Archiv Zeměměřického úřadu 2025; Sentinel-2 L2A 2025).

### 1.5 Cíle práce a hypotézy

Ve své diplomové práci jsem se rozhodl prozkoumat, jak se změnila struktura zemědělské krajiny na východním okraji Prahy za posledních 13 let, tedy po zavedení úprav SZP, a zda se případné změny projevily v početnosti polních ptáků. Speciálně jsem se zaměřil na skřivana polního, který v této oblasti početně hnízdí a je ze všech běžných polních ptáků nejvíce vázán na polní kultury. Cílem práce tedy bylo zjistit, zda se v krajině nyní nachází více menších polí než před 13 lety a jestli se na nich v důsledku toho vyskytuje více skřivanů. Dále jsem zjišťoval, jestli se skřivani více vyskytují poblíž okrajů pole než v jeho centrální části. V částech krajiny, kde se změny více projevily, by mělo být více skřivanů oproti místům, která zůstala od roku 2011 téměř stejná. V těchto změněných místech (tedy v místech s heterogennější krajinou), by pravděpodobně mohla být vyšší jak početnost skřivanů, tak druhová bohatost polních ptáků.

Na základě těchto úvah a otázek, jsem formuloval pět hypotéz, které v práci testuji.

**Hypotéza 1**

*„Na studijních plochách a v jejich okolí bude v roce 2024 více polí než v roce 2011.“*

Hypotéza vychází z toho, že by se díky snahám o podporu biodiverzity a zvýšení udržitelnosti hospodaření měla rozloha polí zmenšovat. V této hypotéze tedy budu zjišťovat, zda v nejbližším okolí výzkumných ploch nachází statisticky významně více polí než na stejných místech v roce 2011. Pokud se prokáže, že je polí výrazně více, znamená to, že se i průměrná velikost pole nutně snížila.

**Hypotéza 2**

*„Poblíž polních okrajů bude vyšší početnost skřivanů než v centrální části pole.“*

Pro skřivany jsou okraje polí důležitým biotopem. Mohou poskytovat zdroje potravy, úkryt před predátory a prostor ke hnízdění. V těchto okrajích a jejich okolí, by mělo být proto skřivanů více než v centrální části pole.

**Hypotéza 3**

*„Početnost skřivanů bude v roce 2024 vyšší než v roce 2011.“*

Zavádění agro-environmentálních opatření a zmenšení polí by mělo podpořit početnost skřivanů. Na druhou stranu je možné, že tyto snahy jsou rozsahem nedostatečné a výsledek nepřinesly, tj. skřivani stále ubývají.

**Hypotéza 4**

*„Početnost skřivanů na nerozdělených polích bude v roce 2024 nižší než v roce 2011.“*

Tato hypotéza, na rozdíl od hypotézy 3, počítá s poklesem početnosti polních ptáků v těch místech, na nichž se pole nerozdělila. Jde tedy o místa, na kterých nenastaly žádné změny ve struktuře zemědělské krajiny. Na takových místech by se mohl počet polních ptáků stále snižovat, protože v těchto místech nedošlo k žádné změně z pohledu struktury zemědělské krajiny, kdežto intenzifikace hospodaření pravděpodobně stále roste.

**Hypotéza 5**

*„Na studijních plochách, které obsahují dvě plodiny, bude vyšší početnost skřivana a druhová bohatost polních ptáků vyšší než na plochách s jednou plodinou.“*

V našich podmínkách je obecně více heterogenní biotop pro biodiverzitu příznivější, protože poskytuje širší spektrum zdrojů, a proto umožňuje koexistenci vyššího počtu druhů. V podmínkách zemědělských plodin to znamená zejména větší potravní nabídku, a i více možností k hnízdění. Proto by se na výzkumných plochách s více plodinami měl tento efekt projevit ve vyšší druhové bohatosti polních ptáků. Stejně by tyto podmínky měly vyhovovat skřivanovi polnímu, jehož početnost by na polích s dvěma plodinami měla být vyšší.

# 2 Metodika

## 2.1 Studované území

Studované území se nachází na severovýchodním okraji Prahy v okolí obcí Veleň, Sluhy, Brázdim, Dřevčice, Podolanka a Radonice (obr. 2). Za hranicí městské aglomerace se rozprostírá zemědělská krajina, v níž jsou malé obce propojené polními a asfaltovými cestami. Většinu území pokrývají pole, zatímco dřevinná vegetace se vyskytuje pouze okrajově, a to především v okolí potoků a cest. Kromě potoků (Vinořský potok, Mratínský potok a Poleradský potok) se v tomto území nachází i řada drobných rybníků. Většina asfaltových silnic je značně dopravně zatížena.

Výzkumné plochy na sledovaném území leží v nadmořské výšce mezi 200 až 270 m n. m. Měsíční úhrny srážek v této oblasti se většinou pohybují mezi 35 a 75 mm. Nejvíce srážek spadne během letních měsíců, zatímco v zimě jsou úhrny nejnižší. Průměrné teploty se pohybují kolem 2 °C v zimě a 21 °C v létě. V průběhu roku je většinu dní oblačnost částečná (20-80 % pokrytí oblohy). Vítr nejčasněji dosahuje rychlosti 10–20 km/h (Meteoblue 2025).

## 2.2 Výzkumné plochy

Cílem této práce bylo zjistit, zda a jak se změnila početnost polních ptáků ve srovnání se stavem před 13 lety se speciálním zřetelem na skřivana polního. Pro splnění tohoto cíle bylo potřeba srovnávat data o početnosti z minulosti s novými daty, která ovšem musela být sbírána podle identické metodiky, aby se vyloučil zkreslující vliv jiných faktorů než těch, kterých se týkají moje hypotézy. Data z roku 2011 mi poskytla diplomová práce Jana Hanzelky, který sledoval početnost ptáků zemědělské krajiny ve stejné oblasti. Výzkumné plochy, které Hanzelka používal, jsem ve všech případech kromě čtyř výjimek ponechal na stejném místě (obr. 2 a 3). Čtyři plochy bylo nutné mírně posunout, protože se na původním místě změnily podmínky tak, že by tam provedená sčítání nesplňovala požadavky na data vhodná k testování mých hypotéz.

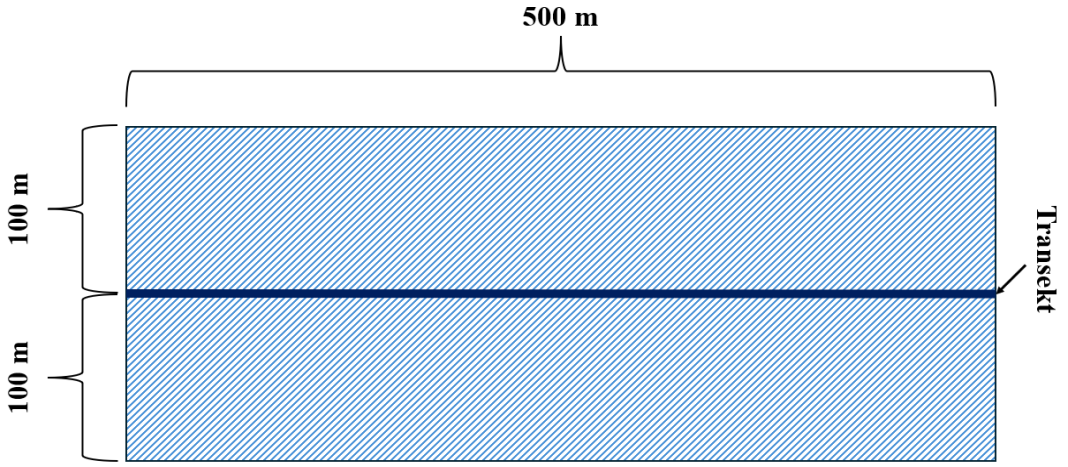
Každou výzkumnou plochu protínal transekt, na němž se sčítali ptáci. Většina transektů ležela buď v jednom poli, nebo ve dvou polích, která protínal napříč. Pokud však původní Hanzelkův transekt nyní protínal pole tak, že ležel blízko jeho okraje, a opodál rovnoběžně s ním bylo další pole, odkud mohli ptáci vstupovat do sčítání, bylo vhodné výzkumnou plochu

posunout tak, aby ptáci z druhého pole do sčítání nevstupovali. Hanzelka totiž takové případy v datech neměl a pro účely mojí práce by to komplikovalo testování hypotézy 5.

**Obrázek 2:** Mapa studovaného území s pozicemi sčítacích transektů (modré čáry) v roce 2024. Mapový snímek byl vytvořen 27.4. 2024 (Sentinel-2 L2A 2025).

**Obrázek 3:** Mapa studovaného území se čtyřmi sčítacími transekty (bílé čáry) s jejich původními pozicemi z roku 2011 (vlevo) a nově pozměněnými pozicemi pro rok 2024 (vpravo). Mapový snímek byl vytvořen 27.4. 2024 (Sentinel-2 L2A 2025).

V roce 2011 byly výzkumné plochy umístěny vždy do jednoho pole, nezasahovaly tedy do žádného okraje pole. Zemědělská krajina se 13 let změnila, takže nyní 7 ploch procházelo dvěma poli, a tedy i okrajem mezi nimi. Právě tento efekt okrajů byl jedním ze sledovaných faktorů. Stejně jako v roce 2011 byla každá výzkumná plocha dlouhá 500 metrů a široká 200 metrů. Prostředkem plochy procházel ve směru její delší strany sčítací transekt (obr. 4).




**Obrázek 4:** Schématická podoba výzkumné plochy (šrafovaný obdélník) a sčítacího transektu (modrý pruh).

### 2.3 Sčítání ptáků

Pro správné porovnávání dat bylo nutné zvolil stejnou metodu sčítání, jako používal Hanzelka. Metodou byla standardní pásová metoda (Bibby et al. 2000), kdy jsem procházel každou výzkumnou plochu podél sčítacího transektu. Průchod transektem trval vždy 15 minut, během nichž jsem se pohyboval rovnoměrnou rychlosti z jednoho konce ke druhému. V této době jsem zaznamenával všechny ptáky na nebo nad výzkumnou plochou, tedy do 100 m od transektu na každou stranu (obr. 4). Svou geografickou polohu jsem v terénu určoval pomocí GPS navigace přes aplikaci Mapy.cz.

Zaznamenával jsem druh ptáka, pročet jedinců každého druhu a pozici ptáka. Pozicí je myšleno rozlišení, zda se pták nacházel v okrajové části pole (konkrétně do 50 metrů od okraje), nebo v centrální části pole (tedy dále než 50 metrů od okraje). Toto rozdělení bylo provedeno za účelem testování hypotézy číslo 2.

Sčítání ptáků probíhalo vždy ve všední dny v ranních hodinách, začínalo se krátce po východu slunce (nejpozději jednu hodinu po něm) a končilo do 10:30, což odpovídá období

nejvyšší ptačí aktivity (Morelli et al. 2022). Sčítání neprobíhalo za deště nebo silného větru. Nesčítal jsem ptáky, pokud na transektu nebo poblíž byla provozována zemědělská činnost – v takovém případě jsem plochu navštívil jindy. Všechny tyto podmínky byly stejné při sčítání Hanzelky v roce 2011, aby bylo možné data korektně porovnávat. Celkové jsem provedl dvě sčítání během hnízdní sezóny: první od 5.4. do 11.4. 2024 a druhé od 8.5. do 14.5. 2024.

### 2.4 Měření plodin

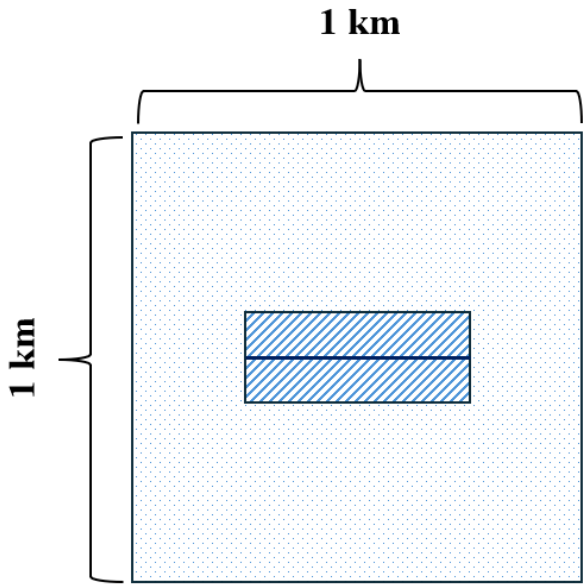
Jedním ze sledovaných faktorů byly plodiny, protože mají velký význam na podobu habitatu polních ptáků (Hološková et al. 2023). Pokud by se významně lišilo složení plodin, bylo by potřeba vzít v úvahu, že primárně tyto změny mohly početnost a druhovou skladbu polních ptáků ovlivnit (Hološková et al. 2024b). Během sčítání jsem tedy třikrát změřil výšku a pokryvnost dané plodiny na reprezentativním místě. Pokud na transektu rostly dvě plodiny, měřil jsem takto obě. Z těchto údajů jsem následně spočítal průměr. Dále jsem zaznamenával druh plodiny a rozlišení mezi jarní a ozimou plodinou.

Plodiny byly následně rozděleny do pěti hlavních ekologických kategorií, které se výrazně liší svou podobou, a tedy vlivem na ptáky: obilí jařina (obiloviny vysazené na jaře), obilí ozim (obiloviny vysazené již na podzim předešlého roku a tedy s výrazně vyšší výškou a pokryvností než obilí vysazené na jaře), řepka (tvoří vysoké a husté porosty), holá plocha (v tomto případě šlo o plochy, na kterých byla danou vegetační sezónu vysazena kukuřice, která se však seje až později během sezóny a pole byla tedy během sčítání bez vegetace), a nakonec skupina ostatní plodiny (která zahrnuje řepu cukrovku, hořčici a hrách, které měly každá jen okrajové zastoupení na výzkumných plochách a jejich rozlišení do samostatných kategorií by ubíralo příliš mnoho stupňů volnosti pro statistickou analýzu).

### 2.5 Struktura zemědělské krajiny

První hypotéza této diplomové práce se zaměřuje na změny ve struktuře zemědělské krajiny. Pro testování, zda se mezi lety 2011 a 2024 výrazně změnil počet polí, jsem z družicových snímků zemědělské krajiny studované oblasti co nejpřesněji spočítal počet polí na ploše 1 $km^2$ kolem každého transektu (obr. 5) v roce 2011 a 2024. Jako podklady jsem použil mapy z Archivu Zeměměřického úřadu, a pro novější data snímky ze satelitu Sentinel-2. Do počtu polí jsem zahrnul všechna pole, která zasahovala do 1 $km^2$ i třeba jen malou částí. Pro

výzkum druhé hypotézy byla rozloha okrajové části pole rovněž zjišťována z družicových snímků pro každou z výzkumných ploch v roce 2024.




**Obrázek 5:** Znázornění 1 km$^2$, ve kterém jsem počítal počet polí s výzkumnou plochou uprostřed (šrafovaný obdélník).

### 2.6 Fenologický posun sezóny

Pro dobrou srovnatelnost výsledků mezi mými (rok 2024) a Hanzelkovými (rok 2011) daty bylo nutné vybrat odpovídající termíny sčítání, protože je známo, že se početnost ptáků během hnízdní sezóny vyvíjí, přičemž hlavním faktorem, který vězí za tímto vývojem, je fenologie. V tomto směru bylo velkou výhodou, že Hanzelka sčítání provedl během hnízdní sezóny celkem šestkrát, takže bylo možné z jeho návštěv vybrat ty, které nejlépe odpovídaly mým dvěma sčítáním. Přiřazení dat pouze na základě kalendářního data by bylo značně nepřesné, protože s postupující klimatickou změnou začíná vegetační sezóna často dříve než v minulosti. Zároveň je nutné vzít v úvahu i povětrností podmínky, které panovaly v daných letech.

Pro přesné přiřazení a srovnávání dat jsem proto spočítal akumulované „stupňodny“ (growing degree-days – GDD), abych zjistil, jak velký byl pravděpodobný fenologický posun sezóny v roce 2024 vůči roku 2011. Jako zdroj údajů o teplotě jsem použil denní teploty z meteorologické stanice v Brandýse nad Labem-Staré Boleslavi. Následně jsem pro oba roky provedl výpočet podle vzorce:

$$GDD = \frac{Tmax + Tmin}{2} - Tbase$$

kde *Tmax* je nejvyšší denní teplota, *Tmin* je nejnižší denní teplota a *T-base* je arbitrárně stanovena na 5 °C.

T-base je teplota, pod kterou rostlina nevyvíjí žádný růst. Tedy spodní hranice vývoje a růstu plodiny. V tomto případě byla stanovena na 5 °C (GDD5), protože tato teplota odpovídá spodní hranici růstu pro obiloviny (Ritchie et al. 1991), které byly nejvíce zastoupenou plodinou ve výzkumné oblasti.

Hodnoty GDD5 (tab. 1) ukázaly, že na začátku dubna byl v roce 2024 fenologický posun sezóny přibližně o 20 dní oproti stavu v roce 2011. V květnu se tento posun změnil na 14 dní. Na základě toho bylo možné přiřadit k mým datům nejvhodnější data sčítání z roku 2011 (tab. 1). První sčítání roku 2024 (5.4. až 11.4.) bylo z tohoto hlediska nejvhodnější přiřadit ke druhému sčítání z roku 2011 (20.4. až 29.4.). Druhé sčítání roku 2024 (8.5. až 14.5.) bylo nejvhodnější přiřadit ke čtvrtému sčítání z roku 2011 (16.5. až 20.5.).

**Tabulka 1:** Hodnoty GDD5 pro termíny jednotlivých sčítání ptáků v letech 2011 a 2024. Data ukazují, že fenologii vegetace v době sčítání roku 2024 nejvíce odpovídá fenologie v době druhého a čtvrtého sčítání v roce 2011.

| Sčítání 2011 | Sčítání 2024 | GDD5 2011 | GDD5 2024 |
|---|---|---|---|
| 11.4. | --- | 157,5 | --- |
| 20.4. | 5.4. | 200,7 | 242,5 |
| 2.5. | --- | 305,5 | --- |
| 16.5. | 8.5. | 400,7 | 517,0 |
| 2.6. | --- | 638,9 | --- |
| 14.6. | --- | 833,4 | --- |

### 2.7 Zpracování dat

Statistické zpracování jsem provedl pomocí programu RStudio verze 4.4.0 (RStudio, Inc.). K testování všech hypotéz jsem použil generalizované lineární modely se smíšenými efekty pomocí balíčku ‚glmmTMB' verze 1.1.10 (Brooks et al. 2024). Další používané balíčky byly ‚dplyr' verze 1.1.4 (Wickham et al. 2023), ‚DHARMa' verze 0.4.7 (Harting 2024), ‚ggeffets' verze 1.7.2 (Lüdecke 2024), ‚emmeans' verze 1.10.5 (Lenth 2024), ‚ggplot2' verze 3.5.1 (Wickham et al. 2024), a ‚gridExtra' verze 2.3 (Auguie & Antonov 2017). Pro výběr

nejlépe fungujícího modelu jsem použil Akaikeho informačního kritéria (AIC), která porovnává kvalitu modelů na základě rovnováhy mezi složitostí modelu a jeho schopností vysvětlit data. Model s nejnižší hodnotou AIC je považován za nejlepší. Následně jsem vytvořil diagnostické grafy simulovaných residuálů modelů (funkce plot(sim_res…)), abych zjistil, zda model adekvátně popisuje variabilitu v datech. Tyto grafy jsem doplnil o testy disperze (funkce testDispersion), které porovnávají rozdíl mezi skutečnými a simulovanými residuály. Dále jsem provedl testy pro možné ovlivnění nulami v datech (funkce testZeroInflation), abych ověřil, zda častý výskyt nul nepředstavuje problém co do souladu se statistickými předpoklady použitých modelů. Nakonec jsem zobrazil shrnutí modelu (funkce summary), vytvořil jsem přehledné grafické znázornění dat (pomocí funkce ggplot(data = predict_response (model)…), a vyhodnotil platnost hypotézy. Hypotézy byly testované s hladinou významnosti 5 % ($\alpha$ = 0.05).

### 2.7.1 Hypotéza 1

Cílem první hypotézy bylo zjistit, zda bude v okolí transektů více polí v roce 2024 než v roce 2011, a tedy zda došlo k statisticky významné změně struktury zemědělské krajiny. Závisle proměnnou byl počet polí v okolí transektů. Nezávisle proměnnou byl rok s kategoriemi 2011 a 2024. Vytvořil jsem modely využívající různá rozdělení dat, abych je mezi sebou mohl následně porovnat. Konkrétně bylo v modelech použito Poissonovo rozdělení, zkrácené (*truncated*) Poissonovo rozdělení, negativně binomické rozdělení a generalizované Poissonovo rozdělení. Pro testování hypotézy byl následně použit model s generalizovaným Poissonovým rozdělením, který podle AIC fungoval nejlépe.

### 2.7.2 Hypotéza 2

Druhá hypotéza se zaměřovala na to, zda se více skřivanů vyskytuje u okrajů polí nebo v jejich centrální části. Data vycházela pouze ze sčítání z roku 2024, kde jsem tento faktor cíleně sledoval. Závisle proměnnou byl počet jedinců skřivana polního. Z původních dat bylo odebráno 6 transektů, které měly okrajovou část (plocha do 100 metrů od okraje pole) příliš malou, tedy přibližně méně než 25 % rozlohy výzkumné plochy. Na těchto transektech většinou nebylo možné zaznamenat ptáka s pozicí u okraje.

Nezávisle proměnnou byla pozice ptáka na poli, sčítání (první nebo druhé) a dále náhodný efekt transektu, abych zohlednil rozdíly mezi transekty. Vytvořil jsem více modelů, využívající různá rozdělení dat, konkrétně bylo v modelech použito Poissonovo a negativně binomické. Následně byl na základě hodnoty AIC pro testování hypotézy použit model s negativně binomickým rozdělením.

### 2.7.3 Hypotéza 3

Cílem třetí hypotézy bylo zjistit, zda se mezi dvěma srovnávanými obdobími bude výrazně lišit početnost skřivana polního. Početnost byla vždy testována na skřivanu polním, jelikož tento druh je silně vázaný na polní krajinu a vyskytuje se v datech nejčastěji, takže byl k testování hypotézy nejvhodnější. Závisle proměnnou byl tedy počet skřivanů. Nezávisle proměnnou byl rok sčítání (2011 a 2024), pořadí sčítání v rámci sezóny (první nebo druhé) a náhodný efekt transektu. Porovnával jsem funkčnost modelů s Poissonovým a negativně binomickým rozdělení. Dále jsem pracoval s modelem s negativně binomickým rozdělením, který podle AIC fungoval nejlépe.

### 2.7.4 Hypotéza 4

Čtvrtá hypotéza se zaměřuje na rozdíl mezi početností skřivana polního mezi lety 2011 a 2024. Data zde však zahrnovala pouze transekty, které v roce 2024 byly v jednom poli, a tedy by zde neměl fungovat lokální vliv potenciálně odlišné struktury krajiny mezi obdobími. Sedm transektů, které vedly dvěma poli, proto bylo odebráno. Stejné transekty byly odebrány z dat z roku 2011, aby bylo možné období lépe porovnávat mezi sebou. Závisle proměnnou byl počet skřivanů. Nezávisle proměnnou byl rok sčítání, pořadí sčítání v rámci sezóny (první nebo druhé) a náhodný efekt transektu. Porovnával jsem funkčnost modelů s Poissonovým a negativně binomickým rozdělení. Dále jsem pracoval s modelem s negativně binomickým rozdělením, který AIC vyhodnotilo jako nejlepší.

### 2.7.5 Hypotéza 5

Pátá hypotéza testuje, zda bude vyšší početnost skřivana polního a druhová bohatost polních ptáků v transektech s dvěma plodinami než v transektech s jednou plodinou. V rámci této hypotézy se pracovalo pouze s daty z roku 2024, protože v roce 2011 byly všechny

transekty umístěny v jedné plodině. Pro testování početnosti byla závisle proměnnou početnost skřivana, v případě druhové bohatosti byl závisle proměnnou počet druhů ptáků. Z dat byly odstraněny druhy, které nejsou vázány na polní kultury: káně lesní (*Buteo buteo*), luňák červený (*Milvus milvus*), čáp bílý (*Ciconia ciconia*), kukačka obecná (*Cuculus canorus*), a vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*).

Nezávisle proměnná byla v obou případech počet plodin, pořadí sčítání v rámci sezóny (první nebo druhé) a náhodný efekt transektu. Testované rozdělení dat v modelech bylo Poissonovo, negativně binomické a generalizované Poissonovo. V obou případech jsem použil generalizované Poissonovo rozdělení. Dále musel přidat funkci „scale“ pro standardizaci proměnné počtu polí. Díky tomu je vliv počtu plodin na počet druhů použit na jednotné škále s ostatními proměnnými.

## 3 Výsledky

Během obou návštěv výzkumného území jsem celkově zaznamenal 257 jedinců skřivana polního, šlo tedy o nejpočetnější druh. Po něm následovali holub domácí (*Columba livia domestica*), vlaštovka obecná, konipas luční a špaček obecný (*Sturnus vulgaris*) (tab. 2). Šlo vesměs o druhy polního ptactva, které na studijních plochách mohly hnízdit nebo sbírat potravu. Mimo těchto polních druhů byly zaznamenány lesní a další druhy, kteří nejsou typické pro zemědělskou krajinu a na lokalitě se objevovaly spíše ojediněle. Celkově jsem během obou sčítání zaznamenal 17 druhů ptáků. Mezi jednotlivými transekty byly často značné rozdíly v množství zaznamenaných skřivanů i celkovém množství ptačích druhů. Průměrně jsem na jedné výzkumné ploše zaznamenal 5 jedinců skřivana během jedné návštěvy. Obvykle se na výzkumných plochách během jedné návštěvy vyskytovaly pouze dva druhy ptáků. Data Hanzelky z roku 2011 u odpovídajících návštěv ukazují, že počet skřivanů byl mírně nižší a nižší byl i celkový počet zjištěných druhů (tab. 2). Oproti roku 2024 však Hanzelka zaznamenal čejku chocholatou a vyšší počet špačků obecných (tab. 2).

**Tabulka 2:** Přehled všech zaznamenaných druhů a jejich početnost během obou návštěv v roce 2011 a 2024.

| **Český název** | **Latinský název** | **Celkový počet jedinců** | |
|---|---|---|---|
| | | **2011** | **2024** |
| bažant obecný | *Phasianus colchicus* | 2 | 5 |
| čáp bílý | *Ciconia ciconia* | 0 | 1 |
| čejka chocholatá | *Vanellus vanellus* | 1 | 0 |
| červenka obecná | *Erithacus rubecula* | 0 | 1 |
| holub domácí | *Columba livia domestica* | 0 | 53 |
| holub hřivnáč | *Columba palumbus* | 0 | 3 |
| káně lesní | *Buteo buteo* | 0 | 2 |
| konipas bílý | *Motacilla alba* | 2 | 3 |
| konipas luční | *Motacilla flava* | 0 | 8 |
| konopka obecná | *Linaria cannabina* | 0 | 1 |
| koroptev polní | *Perdix perdix* | 0 | 1 |
| kukačka obecná | *Cuculus canorus* | 0 | 1 |
| luňák červený | *Milvus milvus* | 0 | 1 |
| poštolka obecná | *Falco tinnunculus* | 0 | 5 |
| skřivan polní | *Alauda arvensis* | 226 | 257 |
| strnad luční | *Emberiza calandra* | 0 | 1 |
| strnad obecný | *Emberiza citrinella* | 5 | 0 |
| špaček obecný | *Sturnus vulgaris* | 38 | 5 |
| vlaštovka obecná | *Hirundo rustica* | 2 | 11 |

Většinu plodin (52 %) na výzkumných plochách tvořily obiloviny, zejména pšenice a ječmen. Zastoupení ozimých a jarních plodin bylo téměř rovnoměrné (tab. 3). Relativní zastoupení skupin plodin (graf 3 a 4) bylo v roce 2024 velmi podobné jako v roce 2011 (Hanzelka 2012).

**Tabulka 3:** Tabulka s plodinami rostoucími na výzkumných plochách v roce 2024.

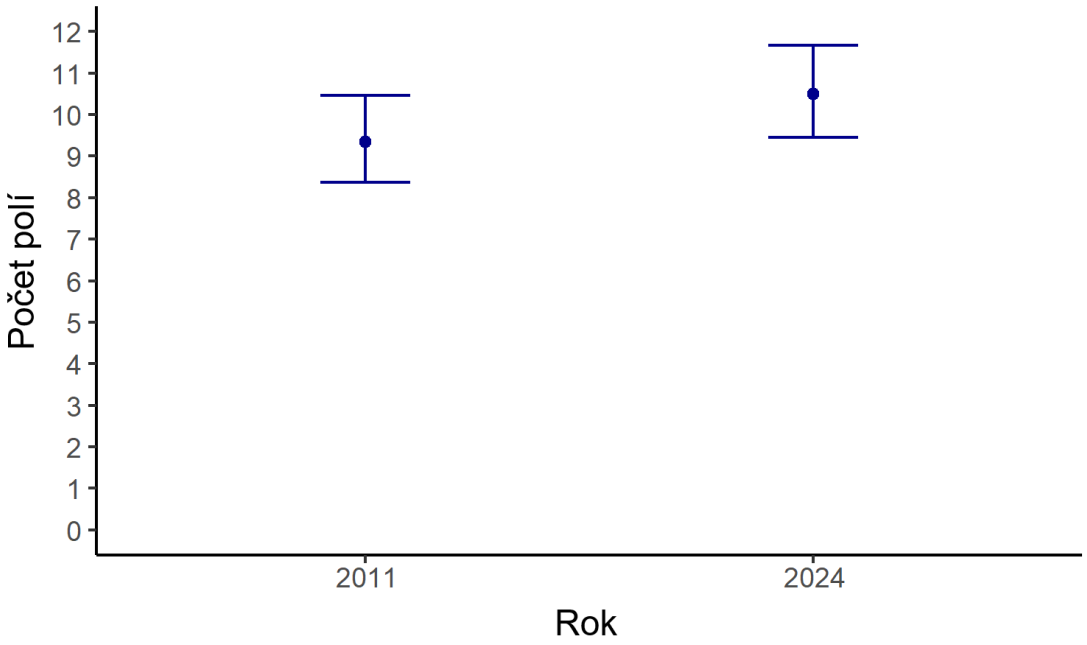
| **Druh plodiny** | **Typ plodiny** | **Počet** |
|---|---|---|
| hořčice | jarní | 1 |
| hrách | jarní | 2 |
| ječmen | jarní | 5 |
| ječmen | ozimá | 1 |
| kukuřice (prázdné pole) | jarní | 1 |
| mák | jarní | 2 |
| pšenice | jarní | 1 |
| pšenice | ozimá | 7 |
| řepa | jarní | 2 |
| řepka | ozimá | 5 |
| | **celkem** | **27** |
| | z toho ozimá plodina | 13 |
| | z toho jarní plodina | 14 |

**Graf 3:** Relativní zastoupení skupin plodin v roce 2011 (zdroj: Hanzelka 2012).

**Graf 4:** Relativní zastoupení skupin plodin v roce 2024.

### 3.1 Změna počtu polí mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 1)

Pro výzkum změny struktury zemědělské krajiny bylo nutné porovnat počet polí v okolí studijních ploch v roce 2011 s počtem polí na stejných plochách v roce 2024. Model však rozdíl v počtu polí neukázal: koeficient = 0.12, střední chyba průměru = 0.08, z = 1.48, p = 0.139. Na grafu 5 lze pozorovat, že množství polí se v okolí výzkumných ploch se sice mírně zvýšilo (z průměrných 9,4 polí v roce 2011 na průměrných 10,45 polí v roce 2024), ale nikoliv statisticky průkazně.



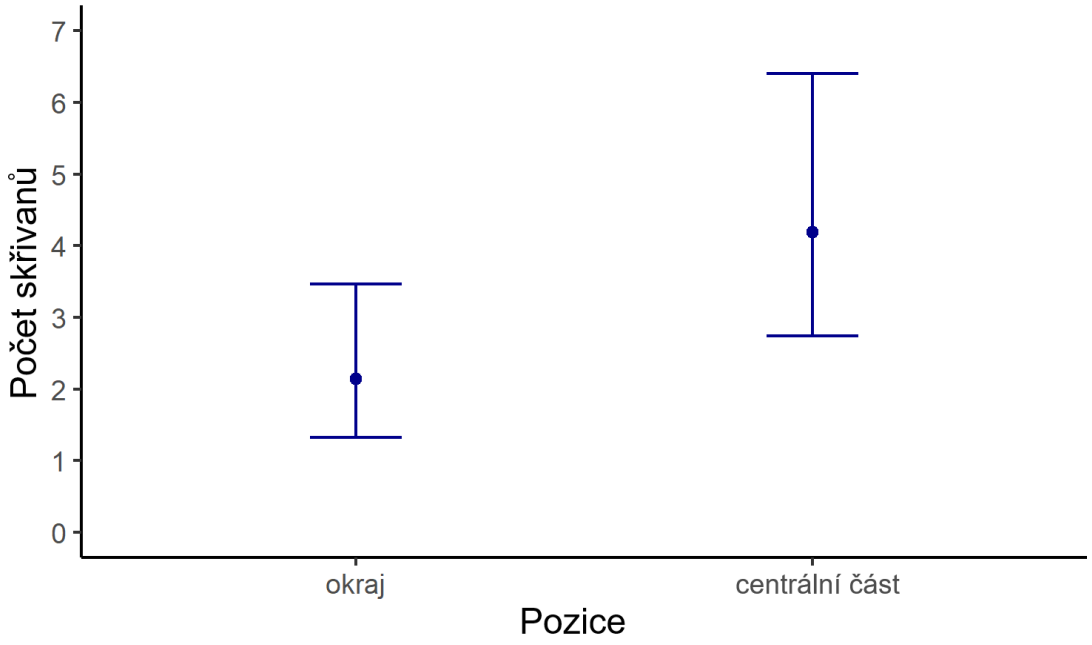

**Graf 5:** Průměrný počet polí (± 95% interval spolehlivosti) v roce 2011 a 2024 v 1 km$^2$ v okolí studijních ploch.

### 3.2 Početnost skřivana polního v závislosti na pozici v rámci pole (hypotéza 2)

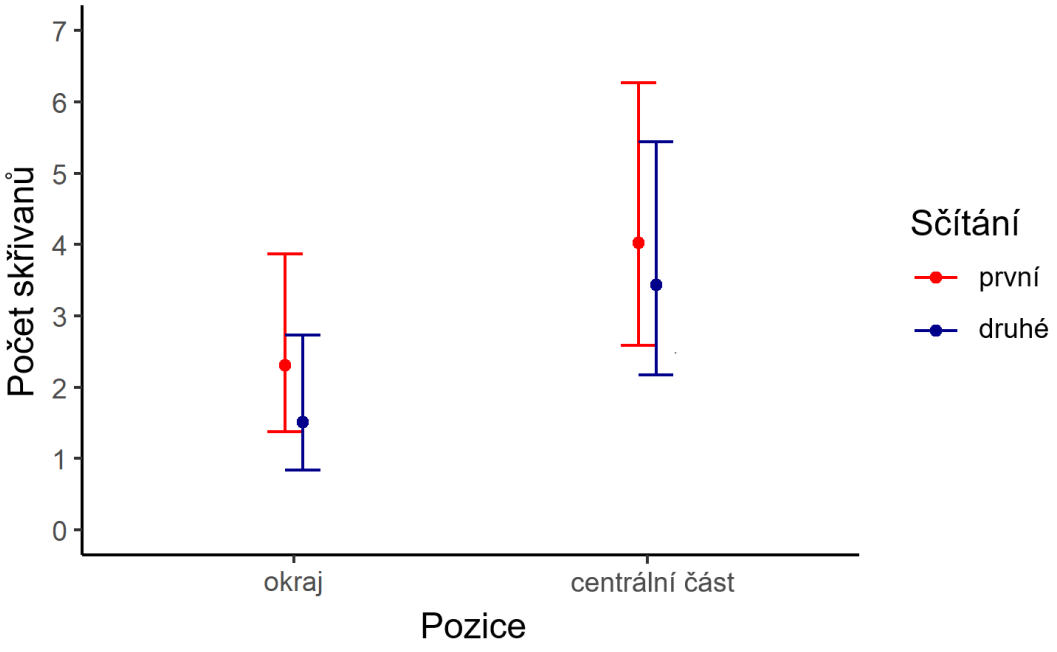
Tato hypotéza testovala, zda se početnost skřivanů liší mezi okrajovou částí a centrální částí pole. Ačkoliv hypotéza předpokládala více skřivanů u okraje pole, výsledek modelu byl opačný (tab. 4). Signifikantně více skřivanů se nacházelo v centrální části pole oproti okraji pole (graf 6 a 7). Tento vztah platil jak v případě, že se data vlivu pozice v rámci pole mezi prvním a druhým termínem sčítání nerozlišovala (tab. 4a, graf 6), tak i zvlášť pro první i pro druhé sčítání v rámci sezóny (tab. 4b, graf 7).

**Tabulka 4:** Vliv pozice v rámci pole na početnost skřivana polního. Dále je zohledněn termín sčítání, přičemž tento termín je testován jak bez interakce s pozicí v rámci pole (a), tak i v interakci s ní (b).

| Proměnná | Koeficient | Střední chyba | z | p |
|---|---|---|---|---|
| **a) Model s hlavními efekty** | | | | |
| Intercept | 0.76 | 0.25 | 3.12 | 0.002 |
| Pozice – centrální část pole | 0.67 | 0.20 | 3.37 | 0.001 |
| Termín sčítání – druhý | -0.25 | 0.19 | -1.30 | 0.195 |
| **b) Model s interakcí s termínem sčítání** | | | | |
| Intercept | 0.83 | 0.26 | 3.16 | 0.002 |
| Pozice – centrální část pole | 0.56 | 0.26 | 2.15 | 0.032 |
| Termín sčítání – druhý | -0.42 | 0.33 | -1.27 | 0.203 |
| Pozice x termín sčítání (centrální část pole:druhé sčítání) | | | | |
| | 0.26 | 0.40 | 0.65 | 0.516 |




**Graf 6:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v závislosti na pozici (okraj a centrální část) v rámci pole.



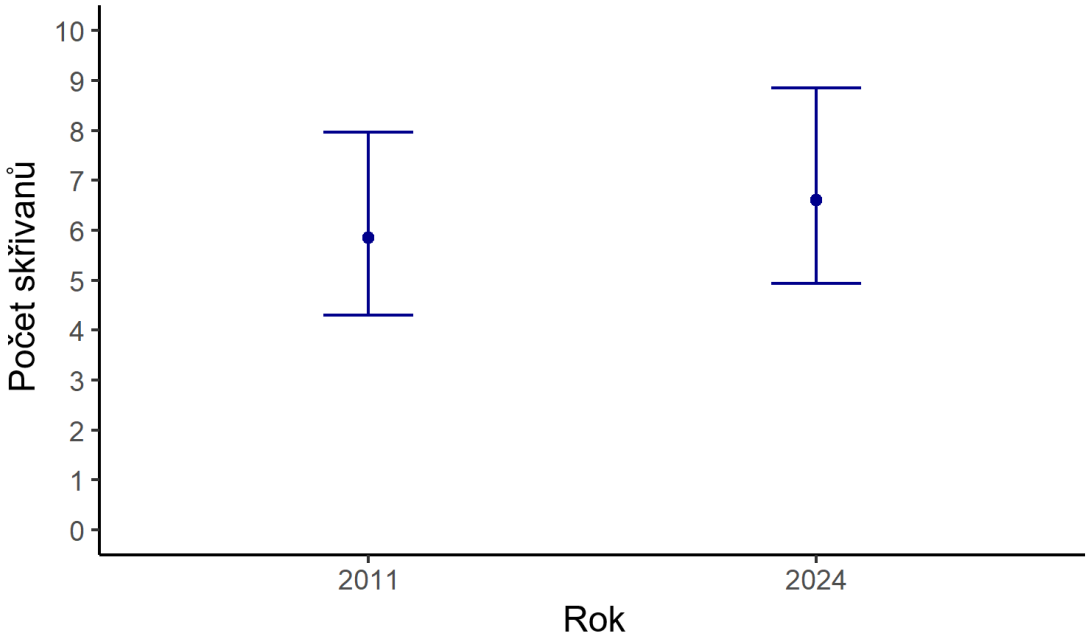

**Graf 7:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v závislosti na interakci pozice v rámci pole (okraj a centrální část) a termínu sčítání (první: 5.4.-11.4.; druhé: 8.5.-14.5.).

### 3.3 Změna početnosti skřivana polního mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 3)

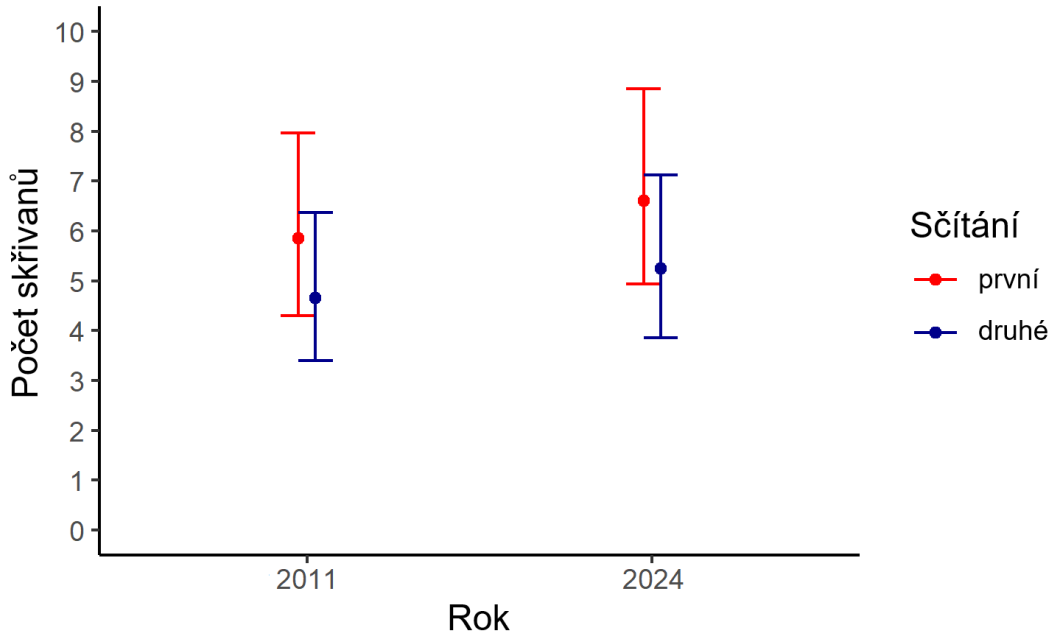
Tento model zkoumal, zda se změnila početnost skřivana polního mezi lety 2011 a 2024. Žádný z výsledků nebyl statisticky průkazný (tab. 5). Data pouze naznačují pokles (avšak stále statisticky neprůkazný) početnosti skřivana při pozdějším sčítání v sezóně, a to jak celkově bez ohledu na rok sčítání (tab. 5a, graf 8), tak v roce 2011 i v roce 2024 (tab. 5b, graf 9).

**Tabulka 5:** Vliv roku sčítání na početnost skřivana polního. Dále je zohledněn termín sčítání, přičemž tento termín je testován jak bez interakce rokem sčítání (a), tak i v interakci s ním (b).

| Proměnná | Koeficient | Střední chyba | z | p |
|---|---|---|---|---|
| **a) Model s hlavními efekty** | | | | |
| Intercept | 1.77 | 0.16 | 11.24 | 0.000 |
| Rok – 2024 | 0.12 | 0.14 | 0.85 | 0.396 |
| Termín sčítání – druhé | -0.23 | 0.14 | -1.61 | 0.109 |
| **b) Model s interakcí s termínem sčítání** | | | | |
| Intercept | 1.82 | 0.17 | 10.91 | 0.000 |
| Rok – 2024 | 0.02 | 0.19 | 0.11 | 0.917 |
| Termín sčítání – druhé | -0.36 | 0.21 | -1.68 | 0.092 |
| Rok x termín sčítání (2024:druhé sčítání) | | | | |
| | 0.24 | 0.29 | 0.83 | 0.408 |




**Graf 8:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v roce 2011 a 2024.



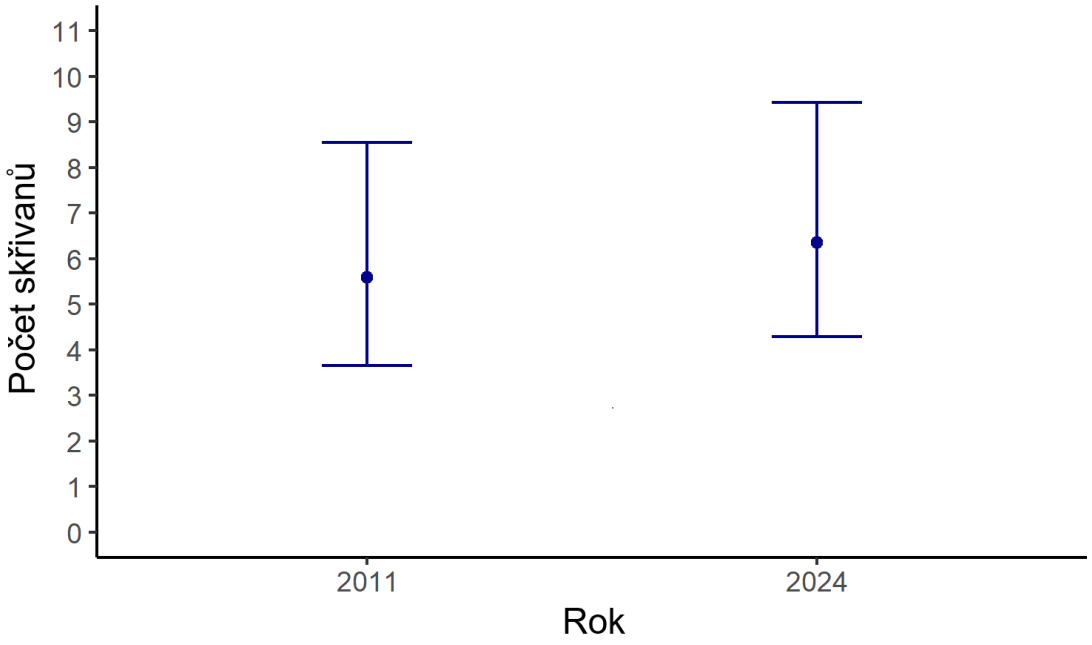

**Graf 9:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v roce 2011 a 2024 s rozdělením prvního a druhého sčítání pro každý z roků.

### 3.4 Změna početnosti skřivana polního na nerozdělených polích mezi lety 2011 a 2024 (hypotéza 4)

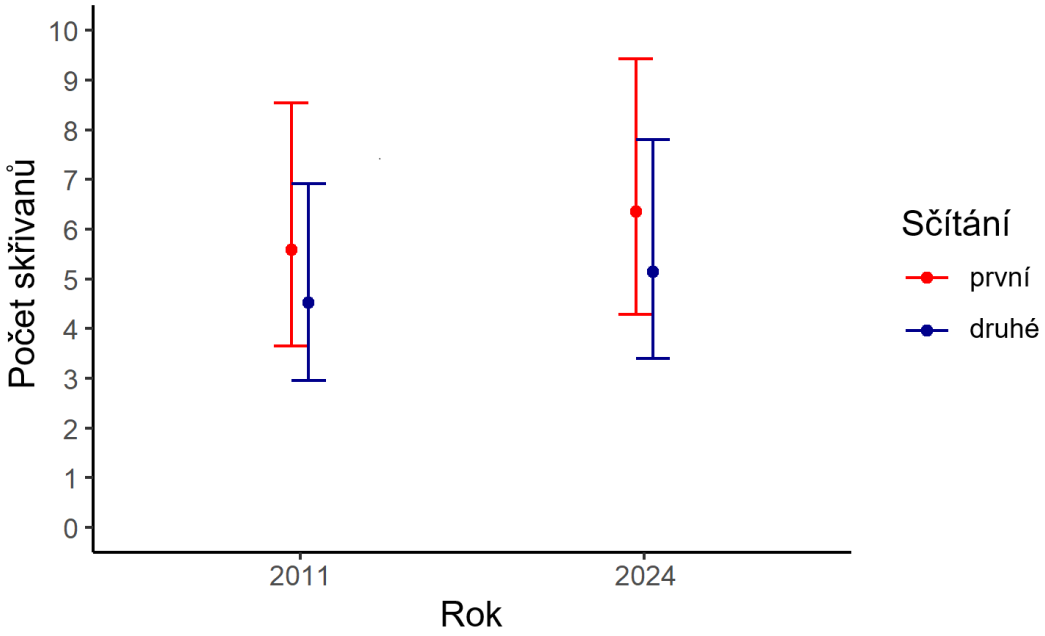
V tomto případě byl model velmi podobný jako pro třetí hypotézu. Ze vstupních dat však byly odebrány transekty zahrnující více polí (7 transektů) v roce 2024. Stejné transekty byly odebrány z dat z roku 2011. Výsledek modelu se pro žádnou proměnnou neukázal jako statisticky průkazný (tab. 6, graf 10). Lze tedy říci, že se počet skřivanů mezi roky průkazně nezměnil, a to i když se výběrem dat odstranil vliv heterogenity krajiny. Výsledky byly konzistentní s ohledem na termín sčítání v rámci sezóny (tab. 6a, graf 11).

**Tabulka 6:** Vliv roku sčítání na početnost skřivana polního na nerozdělených polí. Dále je zohledněn termín sčítání, přičemž tento termín je testován jak bez interakce rokem sčítání (a), tak i v interakci s ním (b).

| Proměnná | Koeficient | Střední chyba | z | p |
|---|---|---|---|---|
| **a) Model s hlavními efekty** | | | | |
| Intercept | 1.72 | 0.22 | 7.94 | 0.000 |
| Rok – 2024 | 0.13 | 0.19 | 0.70 | 0.487 |
| Termín sčítání – druhé | -0.21 | 0.19 | -1.15 | 0.252 |
| **b) Model s interakcí s termínem sčítání** | | | | |
| Intercept | 1.82 | 0.22 | 8.18 | 0.000 |
| Rok – 2024 | -0.08 | 0.24 | -0.31 | 0.758 |
| Termín sčítání – druhé | -0.46 | 0.27 | -1.70 | 0.089 |
| Rok x termín sčítání (2024:druhé sčítání) | | | | |
| | 0.48 | 0.37 | 1.29 | 0.196 |




**Graf 10:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v roce 2011 a 2024 na transektech umístěných v jednom poli.



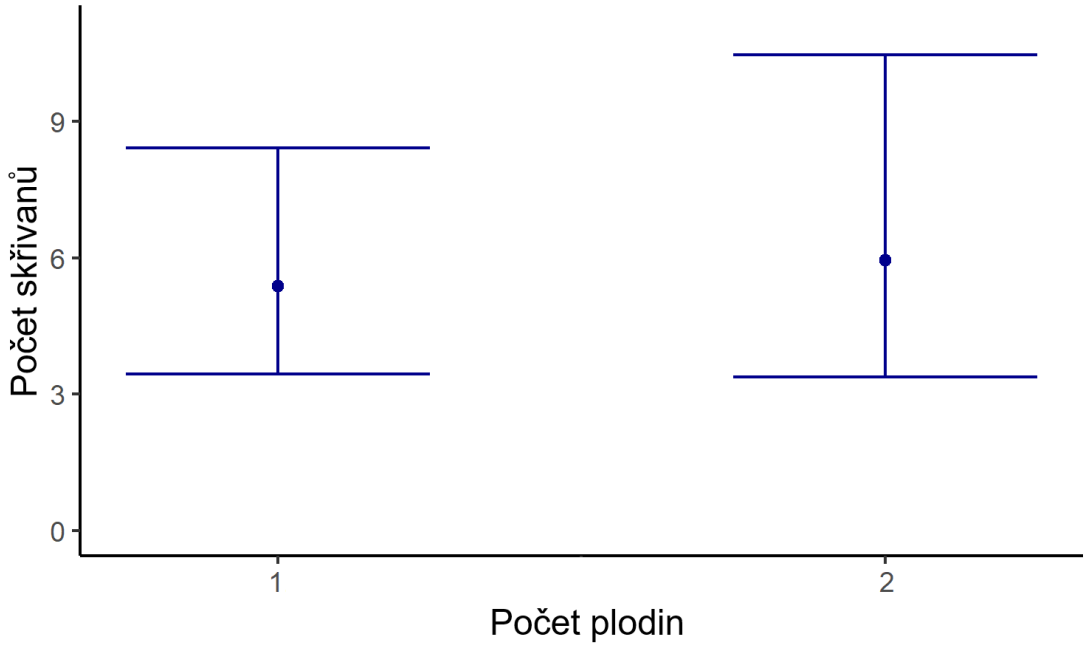

**Graf 11:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) v roce 2011 a 2024 na transektech umístěných v jednom poli s rozdělením prvního a druhého sčítání pro každý z roků.

### 3.5 Závislosti početnosti skřivana polního a druhové bohatosti polních ptáků na počtu plodin na polích (hypotéza 5)

V této hypotéze bylo prozkoumáváno, zda výzkumné plochy, které obsahují více plodin (více polí), budou pro početnost skřivana a celkovou druhovou bohatost polních ptáků vhodnější prostředí než plochy s menším množstvím polí. Sedm z 20 transektů protínalo dvě plodiny, ostatní byly v jedné plodině. Modely neukázaly, že by byl počet plodin statisticky průkazný pro početnost skřivana polního (tab. 7, graf 12) nebo pro druhovou bohatost polních ptáků (tab. 8, graf 13). Statisticky průkazně se zde projevil termín sčítání, kdy byla druhová bohatost vyšší při druhém než při prvním sčítání.

**Tabulka 7:** Vliv počtu plodin na početnost skřivana polního. Dále je zohledněn termín sčítání, přičemž tento termín je testován jak bez interakce rokem sčítání (a), tak i v interakci s ním (b).

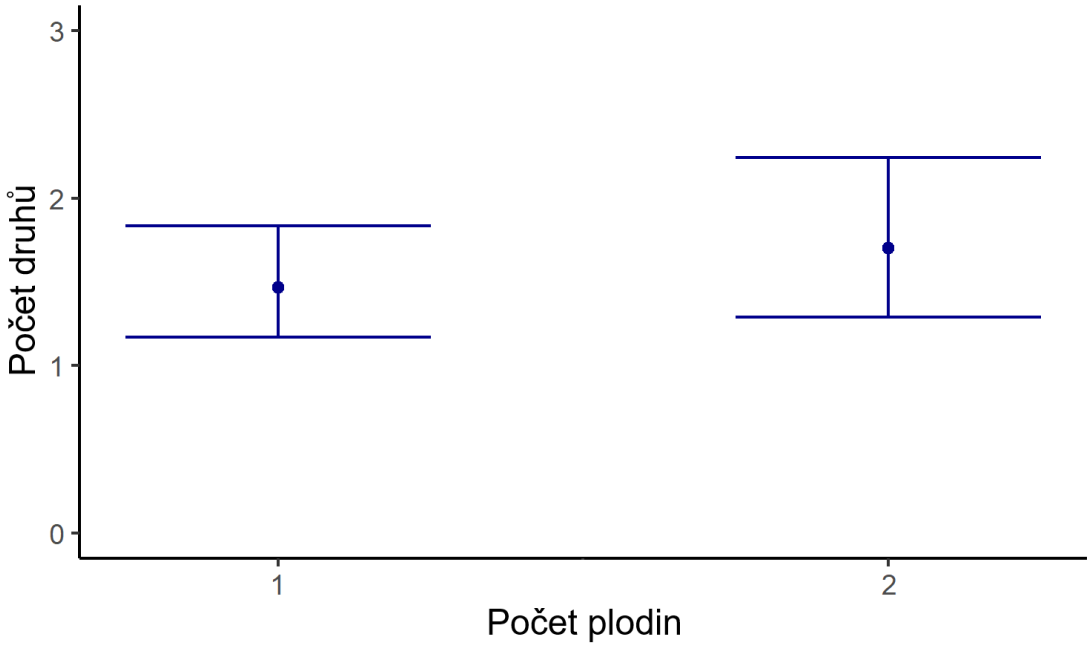
| Sledovaná proměnná | Koeficient | Střední chyba | z | p |
|---|---|---|---|---|
| **a) Model s hlavními efekty** | | | | |
| Intercept | 1.72 | 0.19 | 8.98 | 0.000 |
| Počet plodin | 0.05 | 0.17 | 0.29 | 0.771 |
| Termín sčítání – druhé | -0.07 | 0.16 | -0.45 | 0.654 |
| **b) Model s interakcí s termínem sčítání** | | | | |
| Intercept | 1.71 | 0.19 | 9.00 | 0.000 |
| Počet plodin | 0.14 | 0.18 | 0.77 | 0.444 |
| Termín sčítání – druhé | -0.07 | 0.16 | -0.45 | 0.653 |
| Počet plodin x termín sčítání (počet plodin:druhé sčítání) | | | | |
| | -0.19 | 0.16 | -1.17 | 0.244 |




**Graf 12:** Početnost skřivana polního (průměr ±95% interval spolehlivosti) na výzkumných plochách s jednou a dvěma plodinami.

**Tabulka 8:** Vliv počtu plodin na druhovou bohatost polních ptáků. Dále je zohledněn termín sčítání, přičemž tento termín je testován jak bez interakce rokem sčítání (a), tak i v interakci s ním (b).

| Sledovaná proměnná | Koeficient | Střední chyba | z | p |
|---|---|---|---|---|
| **a) Model s hlavními efekty** | | | | |
| Intercept | 0.42 | 0.11 | 3.97 | 0.000 |
| Počet plodin | 0.10 | 0.09 | 1.18 | 0.237 |
| Termín sčítání – druhé | 0.28 | 0.12 | 2.35 | 0.019 |
| **b) Model s interakcí s termínem sčítání** | | | | |
| Intercept | 0.43 | 0.11 | 4.00 | 0.000 |
| Počet plodin | 0.09 | 0.11 | 0.79 | 0.431 |
| Termín sčítání – druhé | 0.28 | 0.12 | 2.34 | 0.020 |
| Počet plodin x termín sčítání (počet plodin:druhé sčítání) | | | | |
| | 0.024 | 0.12 | 0.21 | 0.836 |




**Graf 13:** Počet druhů polních ptáků (průměr ±95% interval spolehlivosti) na výzkumných plochách s jednou a dvěma plodinami.

# 4 Diskuse

Cílem práce bylo prozkoumat, jak se změnila struktura zemědělské krajiny mezi lety 2011 a 2024, přičemž případné změny by měly mít podstatný vliv na polní ptáky (Šálek et al. 2021). Tento jev se však statisticky neprokázal, počet polí v roce 2024 nebyl signifikantně vyšší než v roce 2011, což indikuje, že pole se statistky průkazně nezmenšila. Dalším cílem bylo zjistit, zda a jak se změnila početnost skřivana polního mezi obdobími. Ani v tomto případě jsem nenašel signifikantní rozdíl. A to jak v případě početnosti skřivana na všech dvaceti výzkumných plochách, tak v případě ploch ležících pouze v jednom poli. Dále jsem zjišťoval, jestli se více skřivanů vyskytuje v okrajových částech polí (50 metrů od okraje pole) než v centrálních (nad 50 m od kraje pole). Zde jsem zjistil, že se statisticky průkazně více skřivanů vyskytovalo v centrálních částech polích. Nakonec jsem testoval, zda se více druhů polních ptáků vyskytuje ve více heterogenních částech polních kultur. Heterogenní části reprezentovaly výzkumné plochy se dvěma plodinami při srovnání s plochami s jednou plodinou. Ukázalo se, že není signifikantní rozdíl mezi těmito plochami v početnosti skřivana ani v druhové bohatosti polních ptáků. Níže jednotlivá zjištění interpretuji a konfrontuji s literárními údaji.

## 4.1 Hypotéza 1

*„Na studijních plochách a v jejich okolí bude v roce 2024 více polí než v roce 2011.“*

Změny v Česku během totalitního režimu způsobily, že se pole zcelovala do velikých ploch. Během toho z krajiny mizely remízky a podobné prvky, které jinak v krajině tvořily větší a přirozenou heterogenitu (Orsillo 2008). Homogenizace krajiny s velikými poli, která takto vznikla, a do jisté míry stále přetrvává, má na polní ptáky negativní vliv (Orsillo 2008; Clough et al. 2020).

Tato hypotéza vychází ze snah EU o podporu environmentálně příznivějšího zemědělství, konkrétně z omezení plochy osázené jednou plodinou. Toto rozhodnutí bylo do české legislativy převzato nařízením vlády č. 73/2023 Sb., omezením na 30 ha. Přičemž samotné zmenšení polí není příliš veliká obtíž, minimálně z legislativního pohledu. Zároveň řada studií upozorňuje na výhodnost menších polí pro podporu diverzity polních ptáků

(Hološková et al. 2024a). Pole by se tedy měla zmenšit, což jsem se rozhodl si ověřit pro sledovanou oblast.

Nicméně mé výsledky neukázaly signifikantní rozdíl v počtu polí v okolí výzkumných ploch mezi lety 2011 a 2024. Velikost polí se tedy statisticky průkazně nezmenšila, třeba že počty polí v okolí výzkumných plochy byly v roce 2024 mírně vyšší než v roce 2011. Ukazuje se tedy, že ačkoliv nastává legislativní tlak po zmenšení polí, reálné zmenšení polí v zemědělské krajině příliš nenastalo.

To může být dáno tím, že samotná implementace nařízení není dostatečná a zemědělci se jím ne vždy řídí, ačkoliv by měli. Podle údajů ve sdělovacích prostředcích (https://sever.rozhlas.cz/pravidlo-pestovani-jedne-plodiny-na-poli-o-maximalni-rozloze-30-hektaru-8978547; odbornou publikaci na toto téma se mi nepodařilo dohledat) nedodržování ze strany zemědělců skutečně nastává, nicméně stejně tak Státní zemědělský intervenční fond provádí kontroly a za porušování uděluje sankce. Čísla v článku naznačují, že pravděpodobně nejde o příliš veliký podíl zemědělců, kteří porušují toto nařízení. Dalo by se tedy předpokládat, že samotná implementace a vymáhání legislativy se provádí poměrně důsledně. Větším vlivem nejspíš bude, že omezení velikosti pole na 30 ha není dostatečné, aby se to v projevilo v rámci výzkumných ploch. Legislativní tlak tedy sice nastává, ale není dostatečně veliký na to, aby v zemědělské krajině nastala výrazná změna.

### 4.2 Hypotéza 2

*„Poblíž polních okrajů bude vyšší početnost skřivanů než v centrální části pole.“*

Okraje pole mohou být pro polní ptáky velmi důležité, protože poskytují větší rozmanitost krajinných struktur (Vickery et al. 2004; Orsillo 2008; Schmidt et al. 2022). Samozřejmě záleží, jakou má okraj podobu, ovšem pokud ho pokrývají např. kvetoucí rostliny nebo pásy keřů, poskytuje zdroje potravy, místo k hnízdění nebo úkryt (Schmidt et al. 2022; Staley et al. 2023). Studie se shodují v obecné užitečnosti polních okrajů pro podporu polních ptáků (Vickery et al. 2009; Wuczyński et al. 2011; Hološková et al. 2024b). Například konipas luční se v konvenčním zemědělství vyskytoval častěji u okrajů polí, což bylo pravděpodobně dáno vyšší potravní nabídkou (Gliroy et al. 2009; Hološková & Reif 2020). Rozloha okrajů je

jedním z klíčových parametrů pro přitažlivost biotopu pro polní ptáky, s vyšší rozlohou okrajů roste počet ptačích druhů (Staley et al. 2023). Oproti tomu centrální části polí bývají homogenní plochy, což omezuje hnízdní a potravní možnosti polním ptákům (Šálek et al. 2021).

Při sledování vlivu okraje na skřivana můžeme narazit na rozdílné výsledky, které odrážejí komplexitu interakcí mezi zemědělskou krajinou a jednotlivými druhy. Mnoho autorů upozorňuje na negativní efekt dřevinné vegetace na okrajích polí na hnízdní úspěšnost skřivana polního (Batáry et al. 2010; Copland et al. 2012; Hološková & Reif 2020). Tento vliv okrajů je dán zejména vyšším rizikem predace (Fischer et al. 2009), což může skřivany (a pravděpodobně i další na zemi hnízdící ptáky) přirozeně odrazovat od okrajů. Přesto, že je tedy početnost polních ptáků pozorovaná u okrajů vyšší (Vickery et al. 2004; Schmidt et al. 2022), v případě skřivana to nemusí platit (Copland et al. 2012; Gayer et al. 2019; Hološková & Reif 2020).

Množství, a tedy plocha polních okrajů je dána rovněž velikostí polí. Když se v krajině bude vyskytovat více malých polí, bude zde i více okrajů. Ovšem samotný vliv velikosti polí na polní ptáky není až tak přímočarý a jednoduchý. Například konipas luční preferuje větší pole (Mason & Macdonald 2000), a rovněž u skřivana polního byla pozorována vyšší preference větších polí než menších (Batáry et al. 2010; Gayer et al. 2019). Nicméně přesto mnoho studií prokázalo, že nedostatek neprodukčních prvků a rozsáhlé homogenní monokultury mohou mít celkově negativní dopad na diverzitu polních ptáků (Wuczyński et al. 2011; Hološková & Reif 2020). Skřivan polní a některé další druhy, jako konipas luční, představují v tomto ohledu výjimku. Na rozdíl od většiny polních ptáků skřivani raději hnízdí ve větších polí a dále od okrajů (Batáry et al. 2010; Gayer et al. 2019), což může souviset s tím, že okraje často pokrývá dřevinná vegetace, které se skřivan vyhýbá (Morris & Gilroy, 2008; Fischer et al. 2009; Copland et al. 2012; Josefsson et al. 2013).

Rovněž je nezbytné vzít v úvahu celkovou podobu zemědělské krajiny. Vliv obdobných environmentálních opatření se může lišit v závislosti na umístění. Jiný efekt lze očekávat v hodně homogenní a ekologicky degradované krajině a odlišný vliv v krajině alespoň částečně přirozené a heterogennější (Batáry et al. 2010).

Nicméně i tak jsem předpokládal, že benefity okrajů pro skřivana převáží nad riziky a u okrajů bude skřivanů více. Nasbíraná data spolehlivě ukázala, že je však více skřivanů v centrální části pole oproti okrajové části. Vyvrácení hypotézy číslo dva, tedy že bude poblíž okrajů více skřivani než v centrální části pole, může být způsobené více vlivy. Okraje, které byly pokryté dřevinou vegetací, mohly skřivany odrazovat kvůli vyššímu riziku predace

(Fischer et al. 2009). Takových míst se na lokalitě nenacházelo málo. Rovněž se v oblasti nacházeli predátoři jako káně, poštolka, moták (*Circus* sp.) nebo luňák. Zároveň jiné okraje pole často doplňovaly cesty a silnice, zpravidla hojně využívané automobilovou dopravou nebo cyklisty. To mohlo skřivany značně rušit a lákavější pro ně pak byla často značně klidnější centrální část pole, kde s výjimkou občasně projíždějící zemědělské techniky nebyl žádný rušivý element.

### 4.3 Hypotéza 3

*„Početnost skřivanů bude v roce 2024 vyšší než v roce 2011."*

Mezi lety 2011 a 2024 se zvyšovala snaha a legislativní tlak na ochranu zemědělské krajiny a její biodiverzity. Dobrým a důležitým příkladem této snahy jsou reformy Společné zemědělské politiky, které mají přímo ochranu biodiverzity jako jeden z cílů (European Commission, 2013; European Commission, 2023). Za formulací této hypotézy tedy stál optimistický pohled, že se za těchto zkoumaných 13 let již začalo skřivanům lépe dařit a snaha o zjištění, zda tomu tak skutečně je. Studie poukazují převážně na pozitivní výsledky agro-environmentálních opatření (Kleijn et al. 2006; Perkins et al. 2011; Meichtry-Stier et al. 2014; Schmidt et al. 2022; Reif et al. 2025), na která se dávají nemalé sumy peněz (Tyllianakis & Martin-Ortega 2021). Bohužel nebylo možné dohledat, do jaké míry jsou tato opatření a podobné prvky, které by měly ptáky podporovat, ve výzkumné oblasti realizovány. Je pravděpodobné, že takových opatření zde bude nyní více než v roce 2011, nicméně konkrétní hodnoty mi nejsou známy. V rámci výzkumných ploch jsem v roce 2024 vypozoroval kolem tří biopasů, které vypadaly poměrně nové a v roce 2011 zde na základě srovnání map nebyly.

Výsledky však neukázaly signifikantní rozdíl v početnosti skřivana polního mezi lety 2011 a 2024. To může souviset i s tím, že se mezi lety 2011 až 2024 příliš nezměnila struktura zemědělské krajiny (viz kap. 4.1), tedy hlavně počet polí, výrazně se proto nezvýšila ani početnost skřivana polního. Respektive zlepšení nastalo, ale ne statisticky průkazné. Situace není taková, že by se zemědělská krajina vůbec nezměnila. Avšak soubor změn, který nastal, nebyl dostatečně veliký a efektivní na to, aby se začala početnost skřivana polního zvyšovat.

Nicméně nemůžeme zjištění, že se početnost skřivana polního nezvýšila, interpretovat tak, že změny, opatření a další snahy pro podporu polních ptáků, nebo biodiverzity celkově, nefungují, a měly by se snad zrušit. Právě naopak. Srovnání početnosti skřivana mezi lety 2011 a 2024 ukazuje, že populace skřivana v této oblasti se sice nezvýšila, ale ani nepoklesla. Data dokonce naznačují mírný nárůst, který se však neukázal signifikantní.

V celostátním měřítku však skřivan co do početnosti stále klesá, přičemž jen mezi roky 2011 a 2024 populace poklesla o více než 20 % (JPSP ČSO 2025), což poukazuje na to, že ve zkoumané oblasti jsou životní podmínky pro skřivana lepší, než "průměrně" bývají v ČR. Zároveň "zastavení" poklesu populace skřivana ve zkoumané oblasti může naznačovat první fázi zlepšení a pokud se změny v zemědělství budou ubírat stejným směrem (tj. zmenšování polí, více AEO atd) mohl by skřivan začít i přibývat. Je tedy klíčové vytrvat v krocích k podpoře polní biodiverzity a dále monitorovat populace polních ptáků jakožto odpověď na tyto změny.

Dále je nutné zmínit, že polní ptáci jsou široká skupina, která má různé nároky na prostředí. Co platí pro jeden druh, nemusí platit pro druhý. A skřivan polní je vázaný pouze na otevřenou krajinu s minimem dřevinných prvků (Copland et al. 2012). Proto zjištění o skřivanovi nemusí platit pro druhy, které jsou více na pomezí otevřené krajiny a lesa. Tedy prvním krokem k podpoře polních ptáků na každé lokalitě je rozhodnutí, co konkrétně je cílem ochrany, jaký druh nebo soubor druhů a tomu přizpůsobit opatření. Na toto ostatně upozorňuje i řada studií (např. Batáry et al. 2010).

### 4.4 Hypotéza 4

*„Početnost skřivanů na nerozdělených polích bude v roce 2024 nižší než v roce 2011."*

Při formulování této hypotézy, spolu s hypotézou číslo tři, byla hlavní myšlenka taková, že ačkoliv předpokládám, že v krajině bude více skřivanů polních, jejich nárůst bude dán především zmenšením a rozdělením polí (strukturou krajiny). Tedy pokud bychom se poté podívali na výzkumné plochy, máme dva typy ploch – s jednou plodinou a plochy, které tvořeny dvěma poli, kdy je každé oseto jinou plodinou. Předpokládal jsem, že kvůli postupující intenzifikaci zemědělského hospodaření, tedy např. vyššímu lokálnímu použití prostředků na

ochranu kultur, budou plochy s jednou plodinou (tedy plochy na nerozdělených polích) pro skřivana v roce 2024 méně vhodným biotopem a oproti roku 2011 zde bude skřivanů méně.

Výsledek této hypotézy je zajímavý, neboť poukazuje na to, že i v pro skřivany méně příznivých místech, nejsou v současnosti podmínky tak špatné, aby skřivani ubývaly. Respektive podmínky prostředí jsou srovnatelné s rokem 2011, jelikož se mezi sebou počty skřivanů signifikantně nelišily.

Z toho vyplývá, buď že intenzifikace na těchto výzkumných plochách neprobíhá. Tedy, že je intenzita zemědělského hospodaření srovnatelná s rokem 2011. Nebo pokud intenzifikace probíhá, není její podoba na těchto výzkumných plochách pro skřivany nepříznivá.

Pokud by na plochách probíhala intenzifikace, která nemá na skřivany negativní vliv, je ještě možnost, že byl spíše její negativní vliv kompenzován jinými prvky, které by skřivanům prospívaly (Guerro et al. 2012; Gayer et al. 2019). Takových prvků jsem však ve studijní oblasti mnoho nepozoroval. Pravděpodobnější se jeví možnost, že intenzifikace v této oblasti neprobíhá, což naznačuje i množství spotřeby pesticidů a minerálních hnojiv, které se v posledních letech rámci ČR spíše mírně snižuje (ČSU 2025c; ÚKZÚZ 2025). Tedy ačkoliv po vstupu Česka do EU došlo k intenzifikaci a používání vyššího množství pesticidů a hnojiv (Reif et al. 2024), v horizontu posledních přibližně pěti let se spotřeba těchto látek mírně snížila. Nicméně sklizeň obilovin se i přes oscilaci pohybuje přibližně kolem 6 t/ha (ČSU 2025d). To by tedy pravděpodobně poukazovalo na srovnatelnou intenzitu zemědělství s rokem 2011.

Každopádně v obou případech jsou podmínky na výzkumných plochách pro skřivany stabilní, a to v případě struktury zemědělské krajiny (viz kap. 4.1) i v případě složení plodiny pěstovaných na poli (viz kap. 3, graf 3 a 4). Je však nutné podotknout, že absence změny v početnosti skřivana neznamená ideální podmínky, pravděpodobnější je, že jde o stav na hranici tolerance, kdy sice nedochází k poklesu populace, ale populace zároveň již neroste, což ostatně tato data naznačují.

### 4.5 Hypotéza 5

*„Na studijních plochách, které obsahují dvě plodiny, bude vyšší početnost skřivana a druhová bohatost polních ptáků vyšší než na plochách s jednou plodinou.“*

Více heterogenní prostředí bývá pestřejší, pokud jde o zdroje a habitaty které obsahuje, a tím pádem vede k vyšší druhové diverzitě (Tews et al. 2004). V zemědělské krajině tvoří heterogenitu prostředí zejména množství druhů plodin na jednotku plochy a prvky jako pásy stromů, keřů nebo bylin (Schmidt et al. 2022). Mnoho studií prokazuje, že heterogenní prostředí (s diverzitou plodin) je pro polní ptáky příznivější prostředí (Roilo et al. 2022; Anderle et al. 2023).

Stejný byl i předpoklad pro hypotézu. Plochy s větší rozmanitostí vegetace (plodin) mohou nabídnout lepší podmínky pro polní ptáky. Kombinace dvou plodin bude tvořit heterogennější prostředí, a naopak plochy s jednou plodinou budou tvořit více homogenní prostředí, které není schopné uspokojit potřeby širšího spektra druhů. Pokud například na jedné ploše dominuje monokultura, může to omezit dostupnost potravy a úkrytů pro ptáky (Šálek et al. 2021), což by vedlo k nižší druhové bohatosti. Dvě plodiny mohou také přitahovat různé druhy hmyzu, což by poskytlo vyšší potravní nabídku pro polní ptáky.

V rámci této práce se tento vliv však nepodařilo prokázat. Výzkumné plochy s dvěma plodinami neměly na polní ptáky vliv při srovnání s plochami s jednou plodinou. Početnost skřivana polního i druhová bohatost polních ptáků se signifikantně nelišily mezi plochami s jednou a dvěma plodinami.

To může být způsobeno poměrně malou velikostí vzorku v této hypotéze. Zároveň byly srovnávány pouze plochy s jednou nebo dvěma plodinami, a ne ještě více plodinami, kde by se potenciálně mohl projevit nějaký postupný gradient (Henderson et al. 2009; Miguet et al. 2013). Je také možné, že se vliv diverzity plodin projevuje až ve větším měřítku, než byly výzkumné plochy (Gayer et al. 2019). Z těchto důvodu se pravděpodobně neukázal rozdíl mezi výzkumnými plochami s jednou a dvěma plodinami pro početnost skřivana ani druhovou bohatost polních ptáků.

### 4.6 Možnosti pro budoucí výzkum

Environmentální stav zemědělské krajiny je zejména díky intenzifikaci zemědělství poměrně špatný, což nám dokazují nejen klesající populace polních ptáků (JPSP ČSO 2025). Nicméně porozumět důkladně vlivům různých aspektů na ptačí populace je klíčové k jejich ochraně a tím i celkové ochraně biodiverzity zemědělské krajiny.

Tato práce přispívá k výzkumu a pochopení vztahu mezi zemědělskou krajinou a polními ptáky. Pro další výzkum by bylo vhodné více provádět podobné monitorovací a srovnávací studie, ideálně s více sledovanými faktory a na větším územím s větším množství výzkumných ploch. Vhodné by bylo například sledovat i množství pesticidů a hnojiv používaných na různých výzkumných plochách, stejně jako rozmístění a podoby AEO.

### 4.7 Doporučení pro praktickou ochranu a management

Nabízí se několik možností, jak podpořit ochranu druhů v rámci zemědělské krajiny. V prví řadě to vypadá, že ačkoliv legislativa míří správným směrem, je ve spoustě ohledu příliš slabá (viz Pe'er et al. 2020). Pravděpodobně by byla vhodnější jak ještě nižší maximální rozloha pole (přibližně kolem 15 ha), tak povinná alespoň minimální část pole vyhrazená na neprodukční prvky (např. pásy kvetoucích rostlin). Zásadní je pochopitelně u opatření, nařízení a cílů setrvat a neměnit je podle současné geopolitické situace, což však může být někdy obtížné, a ne vždy i možné. Nicméně je nutné vytrvat v tomto směru, protože to, že se početnost skřivana ve studijní oblasti nesnižuje, je pravděpodobně dáno právě legislativními změnami.

Bylo by ideální komplexně a jednotlivě posuzovat každé území v zemědělské krajině, na základě jeho vlastností a podmínek, které může nejen polním ptákům poskytovat. Určitě by nebylo dobré například plošně udělat husou síť remízků pokrytých keři a stromy, protože to by druhům, jako je skřivan polní, moc neprospělo. Lepší by bylo, aby v zemědělské krajině vznikla místa více otevřené krajiny (bez dřevinné vegetace) s různými bylinnými biopásy, a následně v jiných částech pásy keřů či stromy, tedy místa spíše polootevřené krajiny. Celkově bych pásy stromů, jeden takový se vyskytoval i na výzkumné ploše, spíše nedoporučoval. Mnohem lepší se mi v tomto ohledu jeví pásy s keři nebo pouze s bylinami. Nicméně velmi záleží na tom, jakého území a druhů by se opatření konkrétně týkala.

Dalším pozitivním krokem pro podporu polních ptáků může být změna skladby plodin. Například pole osázená řepkou, kterou jsem během výzkumu navštěvoval, byla téměř bez

ptáků, oproti tomu v obilí se často vyskytovalo skřivanů mnoho. Tedy změna druhové skladby plodin by byla vhodná.

Ovšem ať se na tuto problematiku podíváme jakkoliv, vidíme, že jde o značně komplexní a komplikovaný soubor vztahů od biologie a ekologie, přes klima až po ekonomiku. Není možné, aby existovalo jediné jednoduché správné řešení. Vůbec nejideálnější by bylo, kdyby sami zemědělci pečovali o biodiverzitu na svých polích a zodpovídali za své území v tomto environmentálním ohledu. A aby se tak nezaměřovali pouze na pěstování plodin a zisk, ale rovněž na zlepšení početnosti i druhové diverzity organismů na této ploše. Pochopitelně to má řadu komplikací, od časové, finanční a administrativní náročnosti až po porozumění problematice a rizika šíření škůdců.

# 5 Závěr

Práce se věnovala tomu, zda a jak se změnila početnost skřivana polního mezi roky 2011 a 2024. Dále jsem sledoval, jaké faktory mají vliv na početnost skřivana nebo druhovou bohatost polních ptáků. Zejména pokud šlo o strukturu zemědělské krajiny (velikost polí, okraje polí) a množství plodin na výzkumných plochách. Čtyři z pěti hypotéz nevyšly statisticky průkazně, nicméně i tak mi poskytly relevantní informace.

Z práce vyplývá, že se signifikantně nezměnil počet polí, tedy ani velikost polí, v okolí výzkumných ploch. Ačkoliv existuje legislativní snaha o snížení maximální velikosti pole, není toto omezení pravděpodobně tolik výrazné, aby se zemědělská krajina mezi lety 2011 a 2024 signifikantně změnila. Mezi těmito dvěma obdobími se statisticky průkazně ani nezměnila početnost skřivana polního, což může být dáno právě tím, že ve struktuře krajiny nenastaly významné změny. Ovšem to, že byla početnost skřivana srovnatelná s rokem 2011 je stále pozitivní zjištění, protože populace skřivana má jinak v Česku dlouhodobý mírný pokles, a tato oblast je tak pro skřivana zjevně příznivější, než bývají pole průměrně v ČR. Dále ze zjištěných dat vyplývá, že se nejspíše příliš nezvýšila intenzita zemědělství oproti roku 2011, neboť i na plochách, kde jsem očekával negativní vliv na skřivana skrze intenzifikaci, nebyl tento vliv pozorován.

Statisticky průkazně se projevilo, že skřivan preferuje centrální části pole nad okrajovými, ačkoliv okrajové části často poskytují větší množství zdrojů. Tento výsledek se objevil pravděpodobně proto, že okraje v této oblasti byly často pokryté dřevitou vegetací, které se skřivan vyhýbá nebo navazovaly na rušné a frekventovaně používané komunikace. Posledním zkoumaným vlivem byla vyšší heterogenita prostředí, respektive vyšší množství plodin. Zde se však vliv počtu plodin na početnost skřivana ani druhovou bohatost polních ptáků neukázal signifikantní. Je možné, že na tento výsledek mohla mít vliv poměrně malá velikost vzorku, případně, že by byl vliv počtu plodin patrný při větším měřítku než pouze v rámci poměrně malých výzkumných ploch.

Každopádně je nutné setrvat jak v podpoře opatřeních, která podporují polní ptáky, tak v jejich monitoringu, protože ten nám poskytuje informace o stavu zemědělské krajiny. Domnívám se, že by fakt, že skřivani v této oblasti neubývají, mohl znamenat první krok ke zlepšení environmentálního stavu krajiny a pokud by se další opatření, nařízení a zásahy do krajiny ubíraly správným směrem, mohla by se posléze začít početnost skřivana polního i zvyšovat.

## 6 Literatura


Anderle, M., Brambilla, M., Hilpold, A., Matabishi, J.G., Paniccia, C., Rocchini, D., Rossin, J., Tasser, E., Torresani, M., Tappeiner, U. a Seeber, J., 2023. Habitat heterogeneity promotes bird diversity in agricultural landscapes: Insights from remote sensing data. *Basic and Applied Ecology* 70: 38-49. https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.04.006

Archiv Zeměměřického úřadu, 2025. https://ags.cuzk.cz/archiv/?start=lms

Auguie, B. a Antonov, A., 2017. gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics. *R package version 2.3*. https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra

Batáry, P., Holzschuh, A., Orci, K.M., Samu, F. a Tscharntke, T., 2012. Responses of plant, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 146(1): 130–136.

Batáry, P., Matthiesen, T. a Tscharntke, T., 2010. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143(9): 2020–2027. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.005.

Bengtsson, J., Ahnström, J. a Weibull, A.C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42(2): 261–269. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x.

Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A. a Mustoe S., 2000. Bird Census Techniques. 2nd Edition. Academic Press, London, pp. 302

Brooks, M., Bolker, B., Kristensen, K., Maechler, M., van Benthem, K., Magnusson, A., Berg, C., Skaug, H., Maechler, M. et al., 2024. glmmTMB: Generalized Linear Mixed Models using Template Model Builder. *R package version 1.1.10*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.glmmTMB

Clough, Y., Kirchweger, S. a Kantelhardt, J., 2020. Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters* 13(6): e12752. https://doi.org/10.1111/conl.12752

Colombo, S. a Rocamora-Montiel, B., 2018. Result-oriented Agri-Environmental Climate Schemes as a means of promoting climate change mitigation in olive growing. *Outlook on Agriculture* 47(2): 141-149. https://doi.org/10.1177/0030727018770931.

Concepción, E.D. a Díaz, M., 2019. Varying potential of conservation tools of the Common Agricultural Policy for farmland bird preservation. *Science of The Total Environment* 694: 133618.

Copland, A.S., Crowe, O., Wilson, M.W. a O'Halloran, J., 2012. Habitat associations of Eurasian Skylarks *Alauda arvensis* breeding on Irish farmland and implications for agri-environment planning. *Bird Study* 59(2): 155–165. https://doi.org/10.1080/00063657.2011.652593.

Česká společnost ornitologická (ČSO), 2025. Jednotný program sčítání ptáků (JPSP), Indexy a trendy 2024. https://birds.cz/jpsp/vysledky.php?menu=indices_trends

Český rozhlas, 2023. Pravidlo pěstování jedné plodiny na poli o maximální rozloze 30 hektarů. Český rozhlas Sever. [cit. 2025-04-12]. https://sever.rozhlas.cz/pravidlo-pestovani-jedne-plodiny-na-poli-o-maximalni-rozloze-30-hektaru-8978547

Český statistický úřad (ČSÚ), 2025a. Struktura pozemků. https://csu.gov.cz/struktura-pozemku

Český statistický úřad (ČSÚ), 2025b. Výnos vybraných zemědělských plodin. https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02A

Český statistický úřad (ČSÚ), 2025c. Agroenvironmentální statistiky. https://csu.gov.cz/agroenvironmentalni-statistiky?pocet=10&start=0&skupiny=27&razeni=-datumVydani

Český statistický úřad (ČSÚ), 2025d. Plocha, hektarový výnos a sklizeň vybraných zemědělských plodin. hektarový výnos (t/ha). https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02P&skupId=386&z=T&f=TABULKA&katalog=30840&str=v2333&&evo=v2627_!_ZEM02G-vynos1_1#w=

Donald, P.F., Evans, A.D., Buckingham, D.L., Muirhead, L.B. a Wilson, J.D., 2001. Factors affecting the territory distribution of skylarks *Alauda arvensis* breeding on lowland farmland. *Bird Study* 48(3): 271–278.

Eggers, S., Unell, M. a Pärt, T., 2011. Autumn-sowing of cereals reduces breeding bird numbers in a heterogeneous agricultural landscape. *Biological Conservation* 144(3): 1137–1144. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.033.

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. Chapter two - How agricultural intensification affects biodiversity and ecosystem services. In: Dumbrell, A.J., Kordas, R.L. a Woodward, G. (eds.). *Advances in Ecological Research* 55: 43–97. https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.08.005.

Eraud, C. a Boutin, J.M., 2010. Density and productivity of breeding Skylarks *Alauda arvensis* in relation to crop type on agricultural lands in western France. *Bird Study* 49(3): 287-296. https://doi.org/10.1080/00063650209461277.

European Commission, 2013. Overview of CAP Reform 2014–2020. *Agricultural Policy Perspectives Brief*. https://ec.europa.eu/

European Commission, 2023. Common Agricultural Policy overview – at a glance. https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_cs

Eurostat, 2025. Agriculture statistics at regional level. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agriculture_statistics_at_regional_level

Fanfarillo, E. & Kasperski, A., 2021. An index of ecological value for European arable plant communities. *Biodiversity and Conservation* 30: 2145–2164. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02191-x

Fischer, J., Jenny, M. a Jenni, L., 2009. Suitability of patches and in-field strips for Sky Larks *Alauda arvensis* in a small-parcelled mixed farming area. *Bird Study*, *56*(1): 34–42.

Garratt, M.P.D., Senapathi, D., Coston, D.J., Mortimer, S.R. a Potts, S.G., 2017. The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247: 363–370.

Gayer, C., Kurucz, K., Fischer, C., Tscharntke, T. a Batáry, P., 2019. Agricultural intensification at local and landscape scales impairs farmland birds, but not skylarks (*Alauda arvensis*). *Agriculture, Ecosystems & Environment* 277: 21-24. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.03.006.

Gilroy, J.J., Anderson, G.Q.A., Grice, P.V., Vickery, J.A. a Sutherland, W.J., 2010. Mid-season shifts in the habitat associations of Yellow Wagtails *Motacilla flava* breeding in arable farmland. *Ibis* 152(1): 90–104.

Gilroy, J.J., Anderson, G.Q.A., Grice, P.V., Vickery, J.A., Watts, P.N., a Sutherland, W.J., 2009. Foraging habitat selection, diet and nestling condition in Yellow Wagtails *Motacilla flava* breeding on arable farmland. *Bird Study* 56(2): 221–232. https://doi.org/10.1080/00063650902792080

González del Portillo, D., Arroyo, B. a Morales, M.B., 2022. The adequacy of alfalfa crops as an agri-environmental scheme: A review of agronomic benefits and effects on biodiversity. *Journal for Nature Conservation* 69(2): 126253. 10.1016/j.jnc.2022.126253

Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Geiger, F., Berendse, F., de Snoo, G., Eggers, S., Pärt, T., Bengtsson, J., Clement, L.W., Weisser, W.W., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Liira, J., Aavik, T., Fischer, C., Flohre, A., Thies, C. a Tscharntke, T., 2012. Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors. *Biological Conservation* 152: 74-80. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.001.

Hanzelka, J. 2012. Vliv prostředí na vnitrodruhové rozdíly ve změnách početnosti polních ptáků. Diplomová práce, vedoucí Reif, Jiří. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí.

Hanzelka, J., Telenský, T. a Reif, J. 2015. Patterns in long-term changes of farmland bird populations in areas differing by agricultural management within an Eastern European country. *Bird Study* 62(3): 315–330. https://doi.org/10.1080/00063657.2015.1048423

Harting, F., 2024. DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. *R package version 0.4.7*. https://CRAN.R-project.org/package=DHARMa

Henderson, I.G., Ravenscroft, N., Smith, G. a Holloway, S., 2009. Effects of crop diversification and low pesticide inputs on bird populations on arable land. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 129(1–3): 149-156. https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.014.

Hiron, M., Berg, Å. a Pärt, T., 2012. Do skylarks prefer autumn sown cereals? Effects of agricultural land use, region and time in the breeding season on density. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 150: 82–90.

Holland, J.M., Smith, B.M., Birkett, T.C. a Southway, S., 2012. Farmland bird invertebrate food provision in arable crops. *Annals of Applied Biology* 160: 66–75. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00521.x.

Hološková, A. & Reif, J., 2020. Changes in invertebrate food supply as one of the mechanisms of agricultural intensification impacts on farmland bird populations. *Sylvia* 56: 3-23.

Hološková, A. a Reif, J., 2024. Factors shaping insectivorous farmland bird abundance in intensively cultivated arable fields: Insights through the former Iron Curtain. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 360: 108772. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108772.

Hološková, A., 2021. Vplyv potravnej ponuky a habitatových charakteristík na početnosť vtákov v intenzívne obhospodarovaných poľných kulturách. Diplomová práce, vedoucí Reif, Jiří. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí.

Hološková, A., Cíbik, J., Reif, J., 2024a. Why do open-farmland specialist birds prefer small fields? The evaluation of mechanisms using a cross-border study. *Global Ecology and Conservation* 56: e03327. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e03327.

Hološková, A., Kadlec, T., Reif, J., 2023. Vegetation structure and invertebrate food availability for birds in intensively used arable fields: Evaluativní of three widespread crops. *Diversity* 15(4): 524. https://doi.org/10.3390/d15040524.

Hološková, A., Kadlec, T., Reif, J., 2024b. Synergic effects of vegetation structure and food supply underlie higher abundance of a farmland specialist bird in organic than in conventional arable fields. *Global Ecology and Conservation* 51: e02912. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02912.

Chamberlain, D. E., Fuller, R. J., Bunce, R. G. H., Duckworth, J. C. a Shrubb, M., 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, *37*(5): 771–788.

Chamberlain, D.E., Wilson, J.D. a Fuller, R.J., 1999. A comparison of bird populations on organic and conventional farm systems in southern Britain. *Biological Conservation* 88(3): 307–320.

Josefsson, J., Berg, Å., Hiron, M., Pärt, T. a Eggers, S., 2013. Grass buffer strips benefit invertebrate and breeding Skylark numbers in a heterogeneous agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 181: 101–107. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.018.

Kleijn, D., Baquero, R.A., Clough, Y., Díaz, M., De Esteban, J., Fernández, F., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E.J.P., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., Verhulst, J., West, T.M. a Yela, J.L., 2006. Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters* 9: 243–254. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00869.x

Kragten, S., 2011. Shift in crop preference during the breeding season by Yellow Wagtails *Motacilla flava flava* on arable farms in The Netherlands. *Journal of Ornithology* 152(3): 751–757.

Kuiper, M.W., Ottens, H.J., van Ruijven, J., Koks, B.J., de Snoo, G.R. a Berendse, F., 2015. Effects of breeding habitat and field margins on the reproductive performance of Skylarks (Alauda arvensis) on intensive farmland. Journal of Ornithology 156 (3): 557–568.

Lenth, R.V., 2024. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. *R package version 1.10.5*. https://CRAN.R-project.org/package=emmeans

Lüdecke, D., 2024. ggeffects: Create Tidy Data Frames of Marginal Effects for 'ggplot' from Model Outputs. *R package version 1.7.2*. https://CRAN.R-project.org/package=ggeffects

Mason, C.F. & Macdonald, S.M., 2000. Influence of landscape and land-use on the distribution of breeding birds in farmland in eastern England. Journal of Zoology 251: 339-348. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb01084.x.

Meichtry-Stier, K., Jenny, M., Zellweger-Fischer, J., Birrer, S., 2014. Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). Agriculture, Ecosystems & Environment 189: 101–109.

Meteoblue, 2025. Modelované klimatické údaje. https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/50.171N14.592E

Miguet, P., Gaucherel, C. a Bretagnolle, V., 2013. Breeding habitat selection of Skylarks varies with crop heterogeneity, time and spatial scale, and reveals spatial and temporal crop complementation. *Ecological Modelling* 266(1): 10–18.

Morelli, F., Jerzak, L. a Tryjanowski, P., 2014. Birds as Useful Indicators of High Nature Value (HNV) Farmland in Central Italy. *Ecological Indicators* 38: 236–42.

Morris, A. a Gilroy, J., 2008. Close to the edge: Predation risks for two declining farmland passerines. *Ibis* 150: 168–177. https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00857.x.

Murray, K.A., 2004. Factors affecting foraging by breeding farmland birds. PhD Thesis. The Open University. http://oro.open.ac.uk/54449/.

Nařízení vlády č. 73/2023 Sb. Nařízení vlády o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům.

Neate-Clegg, M.H.C., Horns, J.J., Adler, F.R., Aytekin, M.Ç.K. a Şekercioğlu, Ç.H., 2020. Monitoring the world's bird populations with community science data. *Biological Conservation* 248: 108653. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108653.

Newton, I., 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146(4): 579–600.

Odderskaer, P., Prang, A., Poulsen, J.G., Andersen, P.N. a Elmegaard, N., 1997. Skylark (*Alauda arvensis*) utilisation of micro-habitats in spring barley fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 62: 21–29.

Orsillo, N.P., 2008. Agricultural Intensification in Communist Czechoslovakia and its Impact on the Environment. Master's Thesis. *Masaryk University, Faculty of Social Studies, Department of Environmental Studies*.

PECBMS, 2025. Pan-European Common Bird Monitoring Scheme. https://pecbms.info/

Pe'er, G., Bonn, A., Bruelheide, H., et al., 2020. Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. *People and Nature* 2(2): 305–316. https://doi.org/10.1002/pan3.10080

Perkins, A.J., Maggs, H.E., Watson, A., Wilson, J.D., 2011. Adaptive management and targeting of agri-environment schemes does benefit biodiversity: a case study of the Corn Bunting (*Emberiza calandra*). *Journal of Applied Ecology* 48: 514–522.

Rafferty, J.P., 2025. Biodiversity loss. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/biodiversity-loss.

Reif, J. a Vermouzek, Z., 2019. Collapse of Farmland Bird Populations in an Eastern European Country Following Its EU Accession. *Conservation Letters* 12(1): e12585. https://doi.org/10.1111/conl.12585.

Reif, J., Gamero, A., Hologšková, A., Aunins, A., Chodkiewicz, T., Hristov, I., Kurlavičius, P., Leivits, M., Szép, T. a Voříšek, P., 2024. Accelerated farmland bird population declines in European countries after their recent EU accession. *Science of the Total Environment* 946: 174281. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174281.

Ritchie, J., & Nesmith, D.S., 1991. Temperature and Crop Development. Modeling Plant and Soil Systems. 10.2134/agronmonogr31.c2.

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

Roilo, S., Engler, J.O., Vaclavík, T. a Cord, A.F., 2022. Landscape-level heterogeneity of agri-environment measures improves habitat suitability for farmland birds. Ecological Applications 33(1): e2720. https://doi.org/10.1002/eap.2720

RStudio, Inc., 2024. RStudio: Integrated Development Environment for R. *RStudio version 4.4.0*. https://www.rstudio.com/

Sanderson, F.J., Kloch, A., Sachanowicz, K. a Donald, P.F., 2009. Predicting the effects of agricultural change on farmland bird populations in Poland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 129(1-3): 37-42

Sentinel-2 L2A, 2025. Sentinel hub EO browser. https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/

Smith, B., Holland, J., Jones, N., Moreby, S., Morris, A.J. a Southway, S., 2009. Enhancing invertebrate food resources for skylarks in cereal ecosystems: how useful are in-crop agri-environment scheme management options? *Journal of Applied Ecology* 46: 692–702. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01638.x.

Staley, J.T., Wolton, R. a Norton, L.R., 2023. Improving and expanding hedgerows—Recommendations for a semi-natural habitat in agricultural landscapes. *Ecological Solutions and Evidence* 4(1): e12209. https://doi.org/10.1002/2688-8319.12209.

Šálek, M., Havlíček, J., Riegert, J., Nešpor, M., Fuchs, R., Kipson, M., 2015. Winter density and habitat preferences of three declining granivorous farmland birds: The importance

of the keeping of poultry and dairy farms. *Journal for Nature Conservation* 24:10-16. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.01.004.

Šálek, M., Kalinová, K., Daňková, R., Grill, S., Żmihorski, M., 2021. Reduced diversity of farmland birds in homogenized agricultural landscape: a cross-border comparison over the former Iron Curtain. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 321: 107628.

Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M., Jeltsch, F., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31(1): 79–92. https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x.

Toepfer, S. a Stubbe, M., 2001. Territory density of the Skylark (Alauda arvensis) in relation to field vegetation in central Germany. Journal of Ornithology 142: 184–194.

Tryjanowski, P., Gołdyn, B. a Surmacki, A., 2002. Influence of the red fox (*Vulpes vulpes*, Linnaeus 1758) on the distribution and number of breeding birds in an intensively used farmland. *Ecological Research* 17: 395–399. https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2002.00497.x.

Tryjanowski, P., Hartel, T., Báldi, A., Szymański, P., Tobolka, M., Herzon, I., Goławski, A., Konvička, M., Hromada, M., Jerzak, L., Kujawa, K., Lenda, M., Orłowski, G., Panek, M., Skórka, P., Sparks, T.H., Tworek, S., Wuczyński, A. a Żmihorski, M., 2011. Conservation of farmland birds faces different challenges in Western and Central-Eastern Europe. *Acta Ornithologica* 46(1): 1–12. https://doi.org/10.3161/000164511X589857.

Tyllianakis, E. a Martin-Ortega, J., 2021. Agri-environmental schemes for biodiversity and environmental protection: How we are not yet "hitting the right keys". *Land Use Policy* 109: 105620. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105620.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), 2025. Spotřeba přípravků na ochranu rostlin v jednotlivých letech. https://ukzuz.gov.cz/public/portal/ukzuz/pripravky-na-or/ucinne-latky-v-por-statistika-spotreba/spotreba-pripravku-na-or/spotreba-v-jednotlivych-letech

Vickery, J.A., Bradbury, R.B., Henderson, I.G., Eaton, M.A. 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* 119(1): 19–39.

Vickery, J.A., Feber, R.E. a Fuller, R.J., 2009. Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133 (1–2): 1-13. https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.012.

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K. a Vaughan, D., 2023. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. *R package version 1.1.4*. https://CRAN.R-project.org/package=dplyr

Wickham, H., Winston, C., Henry, L., Pedersen, T.L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., Dunnington, D. a van den Brand, T., 2024. ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics. *R package version 3.5.1*. https://CRAN.R-project.org/package=ggplot2

Wilson, J.D., Evans, J., Browne, S.J. a King, J.R., 1997. Territory distribution and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *Journal of Applied Ecology* 34(6): 1462–1478

Wuczyński, A., Kujawa, K., Dajdok, Z. a Grzesiak, W., 2011. Species richness and composition of bird communities in various field margins of Poland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 141 (1–2): 202-209. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.031.

Zellweger-Fischer, J., Hoffmann, J., Korner-Nievergelt, P., Pfiffner, L., Stoeckli, S., Birrer, S., 2018. Identifying factors that influence bird richness and abundance on farms. *Bird Study* 65(2): 161–173. https://doi.org/10.1080/00063657.2018.1446903.