

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Výsledky monitoringu letové aktivity krytonosce čtyřzubého (*Ceutorhynchus pallidactylus*) v roce 2024 ve vztahu ke krajinným charakteristikám

Autorský kolektiv

Ing. Marek Seidenglanz, Ph.D.¹
Mgr. Lukáš Blažek¹
Ing. María Muñoz Arbeláez, MSc.^{1,7}
Bc. Dmitrij Kožuch²
Ing. Karel Charvát jr.²
Ing. Vojtěch Chmelík, Ph.D.³
Ing. Jaroslav Kořínek⁴
Ing. Eva Plachká, Ph.D.⁴
Ing. Pavel Kolařík⁵
Ing. Milan Kužilek⁶
doc. Mgr. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.⁸
Ing. František Zadražil²
Lenka Čihánková¹
Ing. Barbora Kvapilová¹
Mgr. Petra Hanáková Bečvářová, Ph.D.¹
Ing. Jaroslav Šafář, Ph.D.¹

¹Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk, ²LESPROJEKT-SLUŽBY s.r.o., Záryby, ³AG.DITANA s.r.o., člen koncernu DITANA (Velká Bystřice), ⁴OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., výzkumný ústav olejnin pracoviště v Opavě, ⁵Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubsko u Brna, ⁶UK. DITANA s.r.o., Velká Bystřice, ⁷Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Itálie, ⁸Mendelova univerzita v Brně

Dedikace:

Předkládaná specializovaná mapa s odborným obsahem je výsledkem řešení projektu MZe QK21010332 „Mechanismus rezistence řepkových škůdců proti insekticidům, jejich výchozí citlivost k novým insekticidům a dopad insekticidních aplikací na vývoj larev škůdců a jejich přirozených nepřátel“.

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Jakub Beránek Ph.D., ÚKZÚZ, ředitel odboru, Odbor zdraví rostlin, Zemědělská 1752/1a, Černá Pole, 613 00 Brno

Ing. Martin Lošák, RenoTechnologie, a.s., Lagnovská 669, 742 83 Klimkovice

Publikaci bylo uděleno Osvědčení č. UKZUZ 068463/2026 o uznání specializované mapy s odborným obsahem v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“.

Vydal:

© Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk v roce 2026

ISBN 978-80-87360-83-5 [PDF]

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Popis novosti mapy | 4 |
| 1.1 | Úvod do situace..... | 4 |
| 1.2 | Hlavní důvody pro vytvoření mapy a popis novosti | 8 |
| 1.3 | Výběr monitorovacích polí a způsob monitoringu letové aktivity | 9 |
| 1.4 | Postup odběru a konzervace vzorků hmyzu..... | 11 |
| 1.5 | Rozbor vzorků hmyzu a rostlin řepky v laboratoři..... | 12 |
| 1.6 | Příprava vstupních dat pro mapu z monitoringu a rozborů hmyzu..... | 13 |
| 1.7 | Popis zdrojových dat pro tvorbu map | 13 |
| 1.8 | Popis práce s geografickými daty a příprava mapových výstupů | 19 |
| 2 | Informace o rozsahu využití mapy | 21 |
| 2.1 | Vliv vybraných geografických faktorů na variabilitu v rozložení záchytů dospělců krytonosce čtyřzubého, v délce období kladení jeho samic a v rámci monitorovaného území..... | 21 |
| 2.2 | Analytická metodika modelování výskytu krytonosce čtyřzubého (<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>) v krajinném měřítku | 25 |
| 2.2.1 | Cíl | 25 |
| 2.2.2 | Data a struktura | 25 |
| 2.2.3 | Rámec statistického modelování | 26 |
| 2.2.4 | Validace a výběr modelu..... | 26 |
| 2.2.5 | Integrace výsledků a hodnocení prostorového měřítka | 27 |
| 2.2.6 | Integrace mapování | 27 |
| 2.2.7 | Shrnutí analytických výstupů | 27 |
| 2.2.8 | Závěr | 27 |
| 3 | Informace o přínosech mapy pro uživatele | 28 |
| 4 | Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy | 28 |
| 4.1 | Citovaná literatura..... | 28 |
| 4.2 | Seznam publikací, které předcházely vytvoření mapy | 30 |
| 5 | Dedikace | 31 |
| 6 | Jména oponentů a názvy jejich organizací | 31 |
| 7 | Přílohy | 32 |
| 7.1 | Mapy zobrazující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého (2024)..... | 32 |
| 7.1.1 | Maximální hodnota záchytu dospělců v průběhu března | 32 |
| 7.1.2 | Maximální hodnota záchytu dospělců v průběhu dubna | 32 |
| 7.1.3 | Maximální hodnota záchytu samic v průběhu března | 33 |
| 7.1.4 | Maximální hodnota záchytu samic v průběhu dubna..... | 33 |
| 7.1.5 | Počet dní se záchytem 21 a více jedinců v průběhu března a dubna | 34 |
| 7.1.6 | Počet dní se záchytem 51 a více jedinců v průběhu března a dubna | 34 |
| 7.1.7 | Počet dní s výskytem kladoucích samic, alespoň se záchytem 9 a více dospělců..... | 35 |
| 7.1.8 | Doba kladení (dny)..... | 35 |

1 Popis novosti mapy

1.1 Úvod do situace

Pro intenzivní pěstební technologie řepky olejky, které jsou v podstatě závislé na možnosti k regulaci škůdců použít vždy dostupný a účinný insekticid, nastává velmi nebezpečná a riziková situace, neboť vývoj nových přípravků na ochranu rostlin probíhá v současné době o dost pomaleji při srovnání s tempem zakazování existujících látek (Clarke et al. 2009, Philippou et al. 2011, Roques & Berry 2016, Alvey et al. 2003, Skellern & Cook 2018, Dowling et al. 2021 a mnoho dalších). Dramaticky klesá množství dostupných látek vykazujících odlišný mechanismus účinku (Heimbach and Müller 2013, Skellern & Cook 2018, Seidenglanz et al. 2020a,b, 2021a,b). V případě řepkových škůdců nelze insekticidy s odlišným mechanismem účelně prostrídávat a zabránit tak postupnému selektování rezistentních populací. A to platí hlavně pro druhy, proti kterým se musí zasahovat často, tedy pro tyto významné škůdce: blýskáčka řepkového, krytonosce čtyřzubého a dřepčíka olejkového (Seidenglanz et al. 2022, 2023).

Na základě výsledků testování českých populací k. čtyřzubého v roce 2024 lze konstatovat sníženou citlivost k pyretroidům (Tabulka 1a) a vysokou variabilitu v reakcích na kontaktní efekt neonikotinoidu acetamiprid (Tabulka 1b). Riziko polních selhání insekticidních aplikací a možných škod působených tímto škůdcem je velmi vysoké.

Tabulka 1a: Výsledky testování citlivosti českých populací krytonosce čtyřzubého k pyretroidu lambda-cyhalothrin v roce 2024 (použitý test: lahvičkový test dle IRAC, doba expozice 24 hodin. Zdroj: Výsledky projektu QK21010332 a Zpráva Funkčního úkolu pro rok 2024)

| obec (okres) | GPS koordináty místa sběru | st. rezistence dle IRAC | LD ₅₀ (g ú.l./ha) | LD ₉₀ (g ú.l./ha) | LD ₉₅ (g ú.l./ha) | prům. mortalita vyvo- laná registr. dávkou 7.5 g/ha (%) |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| Píсты (okr. Litoměřice) | 50.4270547N, 14.1513133E | 2 | 0.34 | 2.09 | 3.49 | 100.00 |
| Lýsky (okr. Přerov) | 49.4834947N, 17.4613133E | 3 | 0.52 | 5.11 | 9.74 | 95.00 |
| Louny (okr. Louny) | 50.3527464N, 13.8225100E | 1 | 0.19 | 0.69 | 1.00 | 100.00 |
| Opava (okr. Opava) | 49.9037214N, 17.9706436E | 2 | 0.08 | 0.66 | 1.20 | 100.00 |
| Fryčovice (okr. Frýdek- Místek) | 49.6751439N, 18.2278458E | 2 | 0.16 | 1.40 | 2.62 | 100.00 |
| Opava předměstí (okr. Opava) | 49.9250969N, 17.8756719E | 3 | 1.28 | 4.86 | 7.10 | 90.00 |
| Nevřeň (okr. Plzeň sever) | 49.8258281N, 13.2736978E | 1 | 0.37 | 0.96 | 1.26 | 100.00 |
| Koterov (okr. Plzeň město) | 49.7167361N, 13.4230794E | 1 | 0.26 | 0.74 | 1.00 | 100.00 |
| Osek (okr. Rokycany) | 49.7796533N, 13.5839725E | 2 | 0.39 | 1.78 | 2.75 | 100.00 |
| Úsovsko (okr. Šumperk) | 49.8196281N, 17.0155133E | 3 | 0.69 | 2.27 | 3.17 | 96.30 |
| Jestřábí-Fulnek (okr. Nový Jičín) | 49.6891031N, 17.8807842E | 2 | 0.50 | 1.55 | 2.14 | 100.00 |
| Želatovice (okr. Přerov) | 49.4384800N, 17.5099983E | 2 | 0.79 | 2.06 | 2.70 | 100.00 |
| Potštát (okr. Přerov) | 49.6488850N, 17.6565683E | 2 | 1.56 | 4.36 | 5.84 | 100.00 |
| Třebom (okr. Opava) | 50.0439272N, 18.0305922E | 3 | 0.86 | 3.71 | 5.62 | 90.00 |
| Šumperk, hon I (okr. Šum- perk) | 49.9734458N, 16.9679539E | 1 | 0.54 | 1.20 | 1.51 | 100.00 |
| Vojkovice (okr. Brno-ven- kov) | 49.0549297N, 16.5947997E | 2 | 1.87 | 5.40 | 7.30 | 100.00 |
| Luká (okr. Olomouc) | 49.6526756N, 16.9563983E | 2 | 0.74 | 2.62 | 3.74 | 100.00 |
| Bludov (okr. Šumperk) | 49.9379128N, 16.9228378E | 4 | 4.37 | 12.10 | 22.25 | 66.67 |
| Postřekov (okr. Domaž- lice) | 49.4563997N, 12.8176419E | 2 | 0.92 | 12.10 | 25.10 | 100.00 |
| Troubsko (okr. Brno ven- kov) | 49.1631333N, 16.5309836E | 2 | 1.57 | 6.84 | 10.38 | 100.00 |
| Kunovice (okr. Uherské Hradiště) | 49.0210661N, 17.4741178E | 4 | 2.99 | 9.57 | 13.32 | 82.35 |
| Němčičky (okr. Brno-ven- kov) | 49.0437803N, 16.5119669E | 2 | 1.54 | 4.51 | 6.12 | 100.00 |
| Ruzyně (Praha) | 50.0835514N, 14.2912583E | 2 | 0.72 | 2.11 | 2.85 | 100.00 |

stupeň 1: vysoce citlivá populace; **stupeň 2:** citlivá populace; **stupeň 3:** středně rezistentní populace; **stupeň 4:** rezistentní populace; **stupeň 5:** vysoce rezistentní populace (v ČR v roce 2024 nezaznamenány)

Tabulka 1b: Výsledky testování citlivosti českých populací krytonosce čtyřzubého k neonikotinoidu acetamidrid v roce 2024 (použitý test: lahvičkový test dle IRAC, doba expozice 24 hodin. Zdroj: Výsledky projektu QK21010332 a Zpráva Funkčního úkolu pro rok 2024)

| obec (okres) | GPS koordináty místa sběru | prům. mortalita vy- volaná registr. dáv- kou 42 g ú.l. /ha (%) | st. rezis- tence dle IRAC | LD ₅₀ (g ú.l./ha) | LD ₉₀ (g ú.l./ha) | LD ₉₅ (g ú.l./ha) |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Píсты (okr. Litoměřice) | 50.4270547N, 14.1513133E | 62.50 | 4 | 4.05 | 209.99 | 643.34 |
| Lýsky (okr. Přerov) | 49.4834947N, 17.4613133E | 100.00 | 1 | 1.76 | 4.01 | 5.07 |
| Louny (okr. Louny) | 50.3527464N, 13.8225100E | 85.19 | 1 | 2.48 | 37.48 | 80.93 |
| Opava (okr. Opava) | 49.9037214N, 17.9706436E | 100.00 | 1 | 1.43 | 2.48 | 2.90 |
| Fryčovice (okr. Frýdek-Místek) | 49.6751439N, 18.2278458E | 100.00 | 1 | 3.63 | 17.61 | 27.57 |
| Opava předměstí (okr. Opava) | 49.9250969N, 17.8756719E | 100.00 | 2 | 7.63 | 27.10 | 38.82 |
| Nevřeň (okr. Plzeň sever) | 49.8258281N, 13.2736978E | 86.96 | 4 | 5.73 | 46.69 | 84.65 |
| Koterov (okr. Plzeň město) | 49.7167361N, 13.4230794E | 100.00 | 2 | 2.84 | 17.67 | 29.66 |
| Osek (okr. Rokycany) | 49.7796533N, 13.5839725E | 45.16 | 5 | 12.10 | 849.00 | 2832.96 |
| Medlov na Úsovsku (okr. Šumperk) | 49.8196281N, 17.0155133E | 86.67 | 4 | 2.81 | 52.73 | 121.09 |
| Jestřábí-Fulnek (okr. Nový Jičín) | 49.6891031N, 17.8807842E | 50.00 | 4 | 58.16 | 924.74 | 2025.77 |
| Želatovice (okr. Přerov) | 49.4384800N, 17.5099983E | 83.33 | 4 | 6.35 | 46.79 | 82.42 |
| Potštát (okr. Přerov) | 49.6488850N, 17.6565683E | 76.92 | 4 | 5.43 | 117.30 | 280.35 |
| Třebom (okr. Opava) | 50.0439272N, 18.0305922E | 90.91 | 3 | 2.51 | 16.52 | 28.19 |
| Šumperk, hon I (okr. Šumperk) | 49.9734458N, 16.9679539E | 100.00 | 2 | 3.55 | 7.37 | 9.06 |
| Vojkovice (okr. Brno-venkov) | 49.0549297N, 16.5947997E | 100.00 | 1 | 2.09 | 3.62 | 4.23 |
| Luká (okr. Olomouc) | 49.6526756N, 16.9563983E | 100.00 | 1 | 4.57 | 9.72 | 12.04 |
| Bludov (okr. Šumperk) | 49.9262889N, 16.9272828E | 73.33 | 4 | 20.44 | 93.96 | 144.80 |
| Klatovy (okr. Klatovy) | 49.3858417N, 13.3376256E | 93.33 | 3 | 0.80 | 9.32 | 18.72 |
| Kunovice (okr. Uherské Hradiště) | 49.0286642N, 17.4789242E | 87.50 | 4 | 7.96 | 63.27 | 113.87 |
| Ruzyně (okr. Praha) | 50.0835514N, 14.2912583E | 90.00 | 3 | 10.24 | 37.81 | 54.74 |

Po analýze získaných výsledků o vývoji rezistence u klíčových řepkových škůdců k pyretroidům a neonikotinoidu acetamiprid (např. [Kocourek et al. 2024, 2025](#)) a zvážení stavu ve vývoji a zavádění nových látek do praxe je nutné konstatovat, že se nacházíme v situaci, kdy je dostupnost syntetických insekticidů s odlišným mechanismem účinku značně limitovaná a z hlediska možnosti v polních podmínkách uplatňovat efektivní antirezistentní strategii (ARS) zcela nedostatečná. Postavit ARS jen na střídání pyretroidů a acetamipridu nevede ve skutečnosti k účelnému snížení a zpomalení selekce rezistentních populací, které je dáno nárůstem podílu necitlivých jedinců v těchto populacích. Naopak to vede k postupnému nárůstu rezistence k oběma skupinám látek (pyretroidům i neonikotinoidu acetamiprid) a ztrátě jejich účinnosti. To, že pyretroidy a acetamiprid se navzájem liší mechanismem účinku (a jsou tedy brány jako vzájemné alternativy v rámci IOR) ve skutečnosti nestačí k tomu, aby na jejich střídání mohla být postavena účinná ARS ([Kocourek et al. 2024, 2025](#)). Z hodnocení povahy rezistence řepkových škůdců vyplývá, že hlavním mechanismem rezistence k pyretroidům je metabolický typ rezistence ([Seidenglanz et al. 2025a,b](#)) a to, že mezi nárůstem rezistence k pyretroidům a poklesem citlivosti k acetamipridu je pozitivní (i když ne příliš silná) a signifikantní (nejde o náhodu) korelace. To v podstatě znamená, že rezistence k pyretroidům vede k postupnému poklesu citlivosti i k acetamipridu – z hlediska ARS tedy pyretroidy a acetamiprid nejsou vhodné alternativy ([Seidenglanz et al. 2022](#)).

Za této situace je nutné IO řepky proti klíčovým škůdcům (má-li se její pěstování v ČR udržet) učinit co nejméně závislou na aplikacích dostupných účinných látek syntetických insekticidů a zavádět do systému ochrany nejen alternativní postupy (např. kombinovat pyretroidy s různými synergisty, podporovat přirozené nepřátele škůdců atd.), ale také využívat nové znalosti o bionomii škůdců (i když je považujeme za notoricky známé, spousta prakticky důležitých informací o jejich chování stále chybí) a o jejich interakcích s faktory utvářejícími v komplexu prostředí, které obývají. Do jisté míry přetrvává představa, že životní prostor klíčových škůdců je jen příslušná (hostitelská) agrocenóza. A že ovlivňovat jejich aktivitu a dopady na plodinu je možné jen zde. To je ale velké zjednodušení. Jejich životní prostor je zpravidla výrazně širší, zahrnuje často velmi komplexní prostředí navazující na polní biotopy. Jednotlivé druhy škůdců mají na toto „nepolní“ prostředí různé nároky (např. z hlediska úspěšné hibernace, získání potravy a energie atd.), o kterých toho ovšem víme dosud velmi málo. Podobný typ interakcí s faktory utvářejícími ve svém komplexu zemědělskou krajinu mají také (i když často zcela odlišný v detailech; viz např. [Seidenglanz et al. 2024b,c](#)) antagonisti škůdců, jejich parazitoidi a predátoři. I v jejich případě se toho ví velmi málo.

Předkládaná mapa s odborným obsahem: „Výsledky monitoringu letové aktivity krytonosce čtyřzubého (*Ceutorhynchus pallidactylus*) v roce 2024 ve vztahu ke krajinným charakteristikám“ je pokusem přinést nové poznatky o dopadu geografických faktorů* na letovou aktivitu, abundanci a některé životní projevy tohoto důležitého škůdce řepky a ze zjištěného vyvodit závěry, které mají význam z hlediska ochrany porostů řepky před tímto škůdcem. Význam a přínos mapy se nevztahují k sezóně (nebo minimálně jen), ve které byla získána data pro její vytvoření. Mapa není zamýšlena jako nástroj pro poradenství v dané sezóně, i když data, na kterých je postavena, byla v době, kdy to bylo aktuální, využívána také k těmto účelům. Cíl mapy je dlouhodobější a neměl by klesat s postupem času vzdalujícím se od jejího vzniku.

Tato konkrétní mapa je autory považována za něco jako list atlasu map (souboru map). Ten je postupně vytvářen a stavěn na datech získaných v průběhu několika sezón (sběry s tímto záměrem systematicky probíhají od roku 2023) pro různé druhy škůdců (nejen těch klíčových jako jsou krytonosce čtyřzubý, blýskáček řepkový, dřepčík olejkový, ale i těch ostatních: květilky rodu *Delia*, další druhy krytonosců, dřepčící r. *Phyllotreta*, pílatka řepková, mšice *Myzus persicae* a *Brevicoryne brassicae*, bejlomorka kapustová) a jejich antagonistů. U predátorů byla shromážděna a dále jsou sbírána data pro jednotlivé střevlíkovité (*Carabidae*), druhy aphidofágních pestřenek (*Syrphidae*) a sluněčka (*Coccinellidae*) přítomná v řepkových porostech. Z parazitoidů se pozornost soustředí především na zástupce *Aphidiinae* (*A. ervi*; *A. matricariae*; *D. rapae* – důležití parazitoidi mšic v řepce), některých dalších *Braconidae* (*Blacus* sp. a *B. nigricornis*; *Diospilus capito* + *Diospilus* sp. – parazitoidi zejména blýskáčka; intenzivně se sbírají data o výskytu a disperzi parazitoida imag dřepčíka olejkového *Microctonus brassicae*); z lumků (*Ichneumonidae*) jde především o čeleď *Tersilochinae* (druhy rodů *Tersilochus*, *Phradis*, *Aneuclis* – důležití parazitoidi blýskáčka, krytonosců, dřepčíka olejkového); dále pak také nadčeleď Chalcidoidea (zde hlavně o Pteromalidae, Eurytomidae, Eulophidae), nadčeleď Platygastroidea; sbírají se také údaje o zástupcích čeledi *Figitidae*, *Ceraphronidae*, *Bethylidae* a o blanokřídlých parazitoidech jako celku.

Konkrétní mapy pro jednotlivé skupiny budou postupně předkládány k oponentnímu řízení a doplňovány do vznikajícího souboru (atlasu) map. Cílem je získat a předložit dostatek informací k tomu, aby bylo možné popsat, jak se odlišují dopady (toho, co zde nazýváme) různých geografických proměnných na jednotlivé monitorované druhy a skupiny hmyzu a jak toho využít při ochraně porostů proti škůdcům a podpoře jejich antagonistů.

**Výraz geografický faktor je zde užíván, i když si jsou autoři vědomi toho, že plně významově neodpovídá povaze faktorů, se kterými se zde pracuje a jejichž dopad na hodnocený druh (nebo skupinu hmyzu) se vyhodnocuje. Mohl by být pro ně využit i jiný termín, např. environmentální faktor, krajinný faktor.*

1.2 Hlavní důvody pro vytvoření mapy a popis novosti

Hlavní důvody pro vytvoření předkládané mapy byly tyto:

- 1) Ilustrovat rozdíly v rozložení záchytných dospělců krytonosce čtyřzubého a v délce období kladení vajíček jeho samicemi mezi lokalitami na poměrně rozsáhlém území pomocí mapového výstupu.
- 2) Popsat vliv vybraných geografických faktorů utvářejících strukturu zemědělské krajiny na zaznamenanou variabilitu v rámci monitorovaného území v rozložení záchytných dospělců krytonosce čtyřzubého a v délce období kladení vajíček jeho samicemi.

Letová a reprodukční aktivita krytonosce čtyřzubého je v této mapě popisována pomocí osmi různých proměnných:

- 1) Max. záchyt imag v období března (vyjádřen jako průměrný počet zachycených imag / 1 miskou / 3 dny zaznamenaný v den max. letové aktivity).
- 2) Max. záchyt imag v období dubna (vyjádřen jako průměrný počet zachycených imag / 1 miskou / 3 dny zaznamenaný v den max. letové aktivity).
- 3) Max. záchyt samic v období března (vyjádřen jako průměrný počet zachycených imag / 1 miskou / 3 dny zaznamenaný v den max. letové aktivity).
- 4) Max. záchyt samic v období dubna (vyjádřen jako průměrný počet zachycených imag / 1 miskou / 3 dny zaznamenaný v den max. letové aktivity).
- 5) Období se záchytem 21 a více jedinců v průběhu března a dubna (dny).
- 6) Období se záchytem 51 a více jedinců v průběhu března a dubna (dny).
- 7) Období záchytných samic se zralými vajíčky, pokud bylo zachyceno alespoň 9 a více dospělců (dny).
- 8) Délka období kladení samic v průběhu celého monitoringu (březen, duben, květen).

Předmětem této práce je vyhodnotit dopad vybraných geografických faktorů (viz níže) na varianci těchto proměnných.

Novost mapy spočívá jednak v přenesení experimentálních dat (viz proměnné charakterizující letovou a reprodukční aktivitu krytonosce čtyřzubého) do mapového záznamu a v jejich prostorové vizualizaci tímto způsobem. Jedná se o originální data získaná autorským týmem (nejde o záznamy převzaté od někoho jiného). Dále jde zřejmě (pokud je autorům této mapy známo) o první pokus popsat vliv různých geografických faktorů na výše uvedené charakteristiky letové a reprodukční aktivity krytonosce čtyřzubého.

K tomu byly využity různé analytické přístupy: neparametrické korelační analýzy, multifaktoriální analýzy (PCA, *Principal Component Analysis*). I toto lze chápat jako novost. Jako novost v přístupu lze vnímat i postup volby a kvantifikace geografických faktorů, jejichž dopad na variabilitu proměnných charakterizujících letovou a reprodukční aktivitu byl hodnocen. Zde uplatněný princip je založen na vytvoření čtvercové výseče kolem každého z monitorovaných polí, přesněji řečeno půdních bloků (ve středu výseče je vždy monitorovaný půdní blok). Pracuje se třemi různými délkami stran výsečových čtverců, tedy se třemi různými krajinnými segmenty pro každý monitorovaný půdní blok: 1) 3000 m (velikost krajinného segmentu: 9 km²); 2) 4000 m (16 km²) a 5000 m (25 km²). Určení délek stran výsečových čtverců vychází z publikovaných informací o způsobech migrace a pohybu dřepčíka olejkového a blýskáčka řepkového v zemědělské krajině uveřejněných ve vědeckých publikacích (např. Alford et al. 2003, Williams et al. 2010, Hoarau et al. 2022). Pro každý krajinný výřez (o určitém poloměru), v jehož středu se nachází půdní blok, kde probíhal během jara

2024 monitoring letové a reprodukční aktivity k. čtyřzubého, byly zjištěny tyto geografické proměnné: 1) velikost monitorovaného pole (bloku) (ha), 2) průměrná velikost polí v krajinném výřezu (ha), 3) sklizňová plocha řepky v krajinném výřezu v předcházející sezoně (tato plocha je zdroj líhnoucích se dospělců, kteří migrují do porostů v následném roce = roce monitoringu; ha), 4) podíl orné půdy ve výřezu (%), 5) podíl luk ve výřezu (%), 6) podíl plochy ve výřezu tvořené důležitějšími asfaltovými cestami (%), 7) podíl zastavěné (budovy) plochy ve výřezu (%), 8) podíl plochy s městskými parky, sady a zahradami ve výřezu (%), 9) podíl lesů ve výřezu, 10) nadmořská výška monitorovaného půdního bloku (m n. m.), 11) expozice pozemku (počet pixelů pro jednotlivé azimuty), 12) sklon pozemku (stupně), 13) krajinný reliéf (Laplaceův operátor). Dále byly vypočítané nejkratší vzdálenosti od středu výsečových čtverců k následujícím biotopům: lesům (zjištěna vzdálenost k nejbližšímu lesu), lesním fragmentům (pracovalo se se dvěma plošnými velikostmi lesních fragmentů – zjistila se tedy vzdálenost k nejbližšímu lesnímu fragmentu 1 a lesnímu fragmentu 2), loukám (zjištěna vzdálenost k nejbližší louce), a to samé pak pro intravilán a městskou (obecní) zeleň. Pro každý krajinný segment (výřez) byl dále vypočítán stupeň komplexity krajiny (viz níže), se kterým bylo v některých analýzách zacházeno jako s další geografickou proměnnou.

Popis, z jakých zdrojových databází byly informace o těchto geografických faktorech získány a jakým způsobem byla data kvantifikována (např. jak byl zjištěn podíl orné půdy ve výřezu, %), je popsán níže (kap. 1.7).

1.3 Výběr monitorovacích polí a způsob monitoringu letové aktivity

Monitoring letové a reprodukční aktivity byl prováděn ve spolupráci s farmáři a jejich poradci. Na monitorovacích polích s řepkou u zapojených farmářů byly rozmístěny Moerickeho (žluté) misky, které sloužily jako pastě, a současně určovaly polohu hodnocených míst. Tato místa byla lokalizovaná prostřednictvím GPS a informací o půdním bloku. Půdní bloky zahrnuté do monitoringu na jaře v roce 2024 jsou uvedeny v [Tabulce 1d](#). Zde jsou též uvedeny GPS koordináty pro jednotlivé půdní bloky (vztahují se vždy k jedné ze žlutých misek). Naprostá většina pozemků jsou komerční porosty (okolí misek bylo vyjmuto z ošetření insekticidy). Jejich výběr byl dán možnostmi výzkumných pracovišť (Agritec, OSEVA VaV Opava a Zemědělský výzkum Troubsko) provádět monitorovací činnost, ochotou zemědělských poradců (V. Chmelík, M. Kužílek) se do monitoringu aktivně zapojit a též zájmem agronomů, na jejichž polích monitoring probíhal, se do sběrových prací zapojit. Dalším ze zamýšlených kritérií výběru bylo také pracovat s půdními bloky, v jejichž okolí je poněkud jiná struktura zemědělské krajiny s odlišným zastoupením různých typů biotopů v okolí, aby bylo dosaženo jisté variability ve výše popsáných geografických faktorech ([Obrázek 1a,b](#)).

Jak je to s dopadem geografických (krajinných) faktorů na varianci:

- v letové aktivitě (= záchytech v pastech) a výskytu krytonosce čtyřzubého?
- a v úrovni poškození stonků působených larvami krytonosce čtyřzubého?



Obrázek 1a: Monitoring byl prováděn na polích, která se nachází často (co se týče komplexnosti a zastoupení různých krajinných prvků a biotopů) v dosti odlišné krajině. Pole v krajině poblíž Mohelnice a Litovle (CHKO Litovelské Pomoraví) jsou např. obklopena viditelně odlišným typem krajiny než pole na Hané. Do souboru zahrnuté čtvercové krajinné výřezy obklopující monitorované půdní bloky se vždy do určité míry liší krajinou kompozicí (zastoupením různých biotopů, např. lesů, luk, orné půdy, nadmořskou výškou, svažitostí, expozicí atd.).

Líhnutí k. čtyřzubého na několika různých lokalitách:

| | | |
|--|---------------|--|
| Šumperk 1 - 3: 2.56 – 6.04 mil imag / ha | | |
| Leština (mezi Šumperkem a Olomoucí): 11.24 mil imag / ha | | |
| Květin (u Loštic): 3.52 mil imag / ha | | |
| Šumperk: 4.00 mil imag / ha | | |
| Zábřeh / Postřelmov (SU): 6.40 mil imag / ha | | |
| Medlov (Uničovsko): 5.92 mil imag / ha | | |
| Zadní Újezd (Uničovsko): 4.64 mil imag / ha | | |
| Klopina (Úsovsko): 6.56 mil imag / ha | | |
| Šumvald (Úsovsko): 3.24 mil imag / ha | | |
| Loděnice (u Šternberka): 2.00 mil imag / ha | | |
| BASF 1 (okr. Přerov): 1.88 mil imag / ha | | |
| BASF 2 (okr. Přerov): 1.32 mil imag / ha | | |
| Želatovice (okr. Přerov): 1.12 mil imag / ha | | |
| Skrbeň u Olomouce: 0.80 mil imag / ha | | |
| Velký Týnec (OL): 0.44 mil imag / ha | | |
| Rokytnice (okr. Přerov): 0.96 mil imag / ha | | |
| Děrné (okr. N. Jičín): 0.24 mil imag / ha | | |
| Mankovice (okr. N. Jičín): 0.56 mil imag / ha | | |
| Kunín (okr. N. Jičín): 9 mil imag / ha | | |
| Darkovice (okr. Opava): 0.8 mil imag / ha | | |
| (několik dalších lokalit: spíše nebezpečné počty) | → Slezsko | |
| | → Jižní Čechy | |

Obrázek 1b: Na každé řepkové pole je možno pohlížet jako na zdroj nové generace dospělců k. čtyřzubého (líhnutí a opouštění dozrávajících porostů řepky probíhá hlavně od konce června a po celou první polovinu července), kteří se po přezimování (to probíhá mimo pole – např. okraje lesů, lesní fragmenty) budou vracet do nově založených porostů. Jak napadení polí ovlivňuje větší zastoupení biotopů vyhledávaných brouky k zimování v jejich okolí? A co je blízko, co daleko?

V rámci každého monitorovacího pole byly rozmístěny žluté Moerickeho misky (dále jen žluté misky), jejichž počet a rozmístění reflektovalo prostorovou situaci daného místa. S ohledem na výšku porostu byly žluté misky nejprve umístěny na půdní povrch a následně s růstovou a vývojovou fází porostu byla jejich poloha

vertikálně zvyšována (pomocí posuvného držáku na kovové tyči; délka tyče zhruba 1,5 m, natřené červenou barvou pro viditelnost v terénu; **Obrázek 1c**). Každá žlutá miska byla naplněna vodou s pár kapkami detergentu (použití přípravek Jar). Po umístění žlutých misek na monitorovací místa byl zahájen samotný sběr, který byl realizován od přelomu února a března daného roku, výběry prováděny 2× týdně. Sběr vzorků probíhal buďto v rámci smluvené spolupráce přímo farmáři, nebo byl zajištěn pracovníky Agritecu, OSEVY VaV, Zemědělského výzkumu Troubsko a zemědělských poradců (Vojtěch Chmelík, Milan Kužílek). Hmyz byl v den sběru nebo nadcházející den dopraven do Agritecu, Opavy či Troubska k dalšímu zpracování. Monitoring tak celkově probíhal až do poloviny května, kdy byl ukončen (rozbory obsahu byly zaměřené na poměrně široké spektrum zachycených druhů – viz popis v úvodní části – nejen na druh, kterého se týká tato konkrétní mapa).

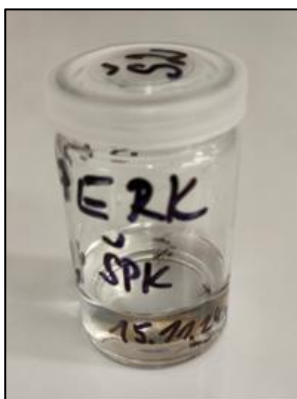
Kromě pravidelných svozů vzorků hmyzu ze žlutých misek byly ze všech monitorovaných lokalit také na konci období kvetení či krátce po odkvetení odebrány rostliny řepky (vždy ze 6 míst / porost, po 5 rostlinách na místo = 30 rostlin / porost). Odběrná místa byla plošně rozložena v rámci monitorovaného pole (*system klikatá čára ve tvaru W*). Odebrané rostliny byly v laboratoři rozřezány a stanovena úroveň poškození stonků larvami.



Obrázek 1c : Ukázka uložení žluté (Moerickeho) misky na jedné z lokalit, kde byla řepka založena jako směska s pomocnou plodinou.

1.4 Postup odběru a konzervace vzorků hmyzu

Obsah žluté misky se přelévá přes jemné sítko, aby se zachytily i menší druhy hmyzu. Ze sítka se pomocí entomologické pinzety odstraňují některé skupiny hmyzu, které nemají pro monitoring žádný význam (jde o včely a větší druhy much, hlavně *Sarcophaga* sp.). Podstatná většina zachyceného hmyzu je však předmětem rozborů (nejde jen o krytonosce čtyřzubého, ale o všechny další škodlivé druhy a též o jejich antagonisty, některé necílové organismy a škodlivé druhy spojené s jinými plodinami; mapy budou postupně o tyto druhy obohacovány jako o další vrstvy, [Hrudová et al. 2023](#)). Hmyz k hodnocení se oklepem sítka do trychtýře splachuje 96% etanolem do připravené a řádně označené vialky. Každá vialka je označena specifickým popisem pro danou lokalitu a datem sběru (**Obrázek 2**), aby nedošlo k záměně s jinými vzorky. Takto připravené vzorky jsou uchovány ve vialkách s lihem do doby rozboru, který následuje buď ihned, nebo do několika dní po transportu do laboratoře: dalším cílem bylo data sdílet s farmáři za účelem jejich informování o nebezpečnosti letové aktivity a plánování postřiků. Lih umožňuje konzervaci vzorků a zamezuje nežádoucímu rozkladu tkání hmyzu. To je důležité, protože při rozbozech jde též o pitvy samic některých druhů (nejen samic krytonosce čtyřzubého, ale též pilatky řepkové a květilek rodu *Delia*) s cílem zjistit přítomnost zralých vajíček v ovariolách. Měkké tkáně mají tendenci se rychle rozkládat, pokud není hmyz přenesen včas z vody do lihu a zhoršuje se tak možnost určit přesně, jestli samice jsou nebo nejsou připravené na kladení. Konzervace v 96% etanolu též umožňuje provést molekulární analýzy s cílem určit některé obtížně (na základě morfologických znaků) determinovatelné druhy (jde o blanokřídlé parazitoidy řepkových škůdců – budou též součástí připravovaných dalších vrstev mapového výstupu, např. některé druhy rodu *Tersilochus* jde jen těžko rozlišit bez použití molekulárních analýz; molekulární analýzy jsou též využívány pro potvrzení záchytných parazitoidů *Microctonus brassicae*).



Obrázek 2: Vialka s popisem (lokalita, datum)

1.5 Rozbor vzorků hmyzu a rostlin řepky v laboratoři

Po prvním roztřídění hmyzu z jedné vialky na Petriho miskách jsou dospělci větších druhů (např. krytonosci, dřepčík olejkový atd.) na 5 minut položeni na suchý ubrousek. Menší druhy (např. parazitoidi, bejlomorky) se nechávají k dalším rozborům v ethanolu.

Dospělci krytonosce čtyřzubého jsou po oschnutí na filtračním papíře pomocí entomologické pinzety umístěni na preparační podložku světlé barvy (pro kontrast) a vloženi pod binokulární stereomikroskop od firmy Motic (model SMZ-171), či firmy Arsenal (typ SZP 1102-TZOOM) s nastaveným zvětšením 15× (na [Obrázku 3a](#) je zřetelný dospělec krytonosce čtyřzubého). Za pomoci entomologické pinzety je jedinec položený na krovkách přitlačen k podložce (tím jemně fixován), aby bylo možné zahnutým hrotem jehly vložené mezi poslední a předposlední sternit provést lehkým tahem oddělení posledního sternitu od zbytku těla. Po tomto zákroku je zřetelné, jestli jde o samce (viditelný širší a plochý *aedeagus* – samčí pohlavní orgán) nebo samici (samice mají velmi drobný vidličku připomínající orgán usnadňující kladení). U samic je vhodné odstranit i několik dalších sternitů směrem k zadním nohám, aby se pozorovatel mohl přesvědčit, zda samice má v dutině zralá vajíčka či ne ([Obrázek 3b](#)). Tímto způsobem se dojde ke zjištění počtu dospělců krytonosce čtyřzubého celkem, dále k počtu samců a samic, a u samic k počtu těch, které byly v době sběru schopné klást (= byla u nich nalezena zralá vajíčka v břišní dutině – [Obrázek 3b,c](#)).

U odebraných rostlin se hodnotí úroveň poškození stonků larvami a počet šesulí na terminálu (samostatná hodnota) a na několika vybraných větvích květenství (další samostatná hodnota). Pro každou z lokalit se tak disponuje údajem o průměrné úrovni napadení stonků a nasazení šesulí na květenstvích. Dále se hodnotí též podíl napadených rostlin a závažnost jejich napadení houbovými chorobami – hlavně jde o fomovou hnilobu.



Obrázek 3 (a ,b ,c): Na obrázku vlevo je ukázka dospělého jedince krytonosce čtyřzubého. U jedince uprostřed je zřetelné, že se jedná o samici se zralými a karamelově zbarvenými vajíčky. Vpravo je viditelná kapsička v pleťtu se vtlačenými vajíčky. Všechny obrázky jsou dostupné pod tímto [odkazem](#).

azimutů pro dané monitorovací místo. Dále byly zahrnuty také proměnné jako průměrná plocha polí ve výřezu (ha) a plocha daného monitorovaného pole (ha).

Výše zmíněné proměnné byly stanoveny a získány následovně:

Podíl plochy louka – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km × 4 km) se středem v bodu umístění pasti byly vyfiltrovány pozemky LPIS s kódem kultury ‚T‘ (trvalý travní porost), následně součet rozloh těchto pozemků byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu; vždy pro příslušný rok sběru dat (2024); zdroj dat: veřejný LPIS.

Podíl plochy intravilán – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km × 4 km) se středem v bodu umístění pasti byly vyfiltrovány plochy Open Land Use, pocházející ze zdroje parcely RUIAN, klasifikované jako městská zástavba (kódy krajinného pokryvu CORINE (<https://land.copernicus.eu/content/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/>) mezi 110 a 129), následně součet rozloh těchto pozemků byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu; zdroj dat: parcely RUIAN z otevřené databáze využití krajiny Open Land Use (https://app.hslayers.org/open_land_use/). Pro ilustrativní ukázkou vybraných geografických proměnných ve zvoleném krajinném výřezu byla vybrána lokalita Šumperk (jaro 2024), (Obrázek 4a).



Obrázek 4a: Mapový podklad pro stanovení plochy intravilánu v okolí monitorovacího pole (oranžový bod) na lokalitě Šumperk (jaro 2024)

Podíl plochy dopravní síť – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km × 4 km) se středem v bodě umístění pasti byly vyfiltrovány plochy Open Land Use, pocházející ze zdroje OSM klasifikované jako silniční síť (dle hodnoty atributu ‚highway‘), následně byl součet rozloh těchto ploch vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu; zdroj dat: dopravní síť pochází z otevřené databáze OSM, dopravní síť je následně zharmonizována a zintegrována do databáze využití krajiny Open Land Use (https://app.hslayers.org/open_land_use/), (Obrázek 4b).



Obrázek 4b: Mapový podklad pro stanovení plochy, kterou v okolí monitorovacího pole (oranžový bod) zaujímá dopravní síť, lokalita poblíž města Šumperk (jaro 2024)

Podíl plochy městská zeleň – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km × 4 km) se středem v bodě umístění pasti byly vyfiltrovány plochy Open Land Use, pocházející ze zdroje parcely RUIAN, klasifikované jako městská zeleň (včetně zahrad) (kódy krajinného pokryvu CORINE (<https://land.copernicus.eu/content/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/>) mezi hodnotami 140 a 149), následně součet rozloh těchto ploch byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu; zdroj dat: parcely RUIAN z otevřené databáze využití krajiny Open Land Use (https://app.hslayers.org/open_land_use/), (Obrázek 4c).



Obrázek 4c: Mapový podklad pro stanovení plochy, kterou v okolí monitorovacího pole (oranžový bod) zaujímá městská zeleň; lokalita Šumperk (jaro 2024)

Podíl plochy les – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km x 4 km) se středem v bodu umístění pasti byly vyfiltrovány plochy Open Land Use, pocházející ze zdroje parcely RUIAN, klasifikované jako lesní porost (kódy krajinného pokryvu CORINE (<https://land.copernicus.eu/content/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/>) mezi 300 a 319), následně součet rozloh těchto ploch byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu; zdroj dat: parcely RUIAN z otevřené databáze využití krajiny Open Land Use (https://app.hslayers.org/open_land_use/).

Podíl plochy orná půda – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu (4 km × 4 km) se středem v bodu pasti byly vyfiltrovány plochy LPIS s kódem kultur ‚R‘, ‚U‘ a ‚G‘ (všechny související s ornou půdou), následně součet rozloh těchto ploch byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu, vždy pro příslušný rok sběru dat (2024); zdroj dat: veřejný LPIS, (Obrázek 4d).



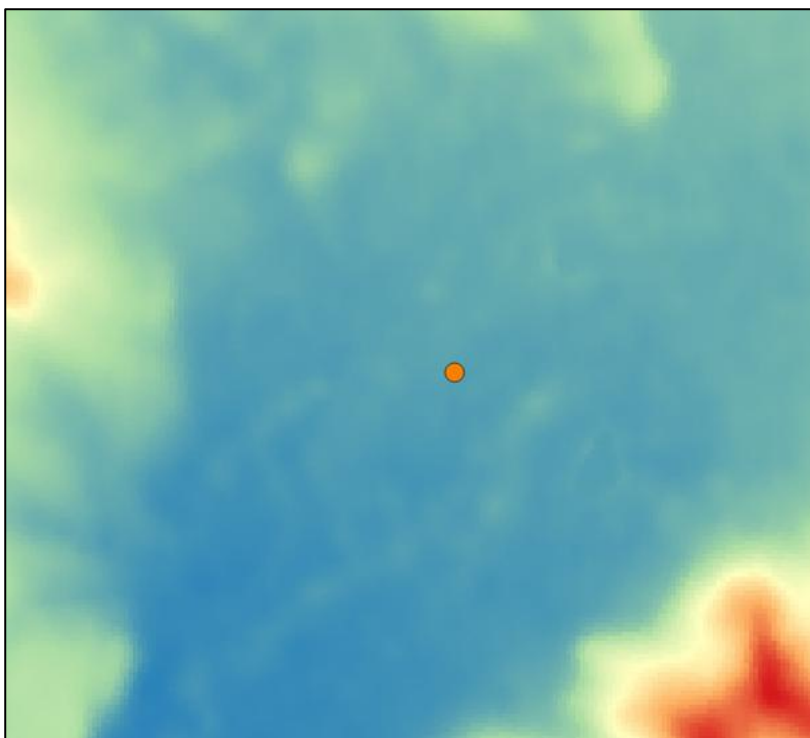
Obrázek 4d: Mapový podklad pro stanovení plochy, kterou v okolí monitorovacího pole (oranžový bod) zaujímá orná půda; lokalita Šumperk (jaro 2024)

Podíl plochy sklizené řepky v roce 2023 – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu ($4\text{ km} \times 4\text{ km}$) se středem v bodu umístění pasti byly vyfiltrovány plochy LPIS s kódem plodiny 260 a 261 (řepka ozimá a jarní), následně součet rozloh těchto pozemků byl vydělen rozlohou celého čtvercového výřezu, vždy pro příslušný rok sběru dat (2024); zdroj dat: LPIS (export datové sady Plodiny) <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/farmar/LPIS/export-lpis-rocni-shp>.

Průměrná nadmořská výška monitorovaného pole – pro získání této proměnné byl využit postup: rastr EU-DEM byl oříznut hranicemi pole, následně byla vypočtena průměrná nadmořská výška pole; zdroj dat: EU-DEM (digitální model terénu s rozlišením 25 m publikovaný na stránkách COPERNICUS).

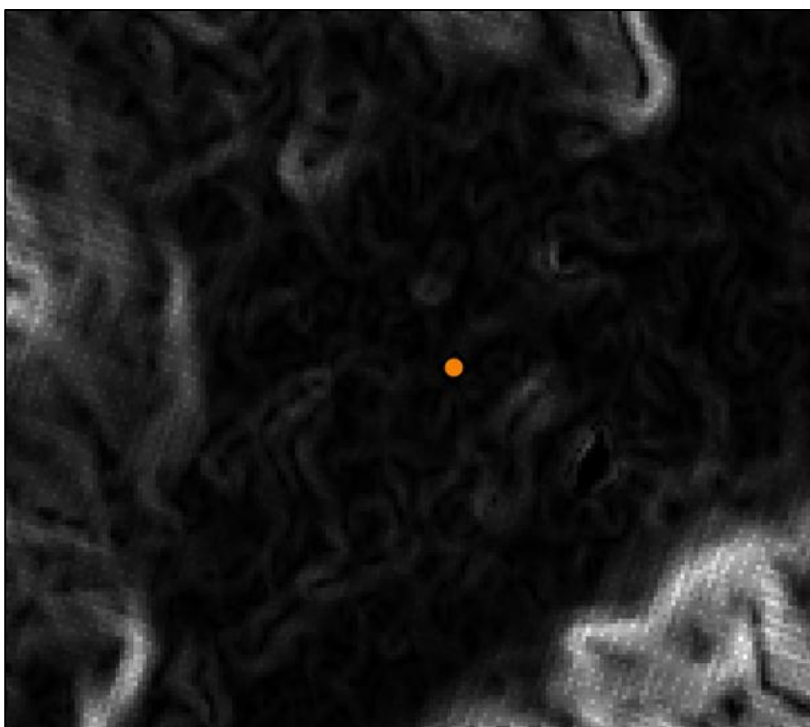
Průměrný sklon monitorovaného pole – pro získání této proměnné byl využit postup: svažitosť byla vypočtena na základě dat EU-DEM pomocí funkce `np.gradient` (<https://numpy.org/doc/2.1/reference/generated/numpy.gradient.html>); zdroj dat: EU-DEM (digitální model terénu s rozlišením 25 m publikovaný na stránkách COPERNICUS).

Průměrná nadmořská výška v krajinném výřezu a pole – pro zjištění průměrné nadmořské výšky určitého krajinného výřezu byl využit tento postup: rastr EU-DEM byl oříznut hranicemi čtvercového výřezu. Následně byla vypočtena průměrná nadmořská výška krajinného výřezu o konkrétním poloměru; zdroj dat: EU-DEM (digitální model terénu s rozlišením 25 m publikovaný na stránkách COPERNICUS), (Obrázek 4e). Obdobným způsobem se postupovalo při zjišťování průměrné nadmořské výšky konkrétního monitorovacího pole.



Obrázek 4e: Mapový podklad pro stanovení průměrné nadmořské výšky ve výřezu v okolí monitorovacího pole na lokalitě Šumperk (jaro 2024). Pro vyjádření nadmořských výšek bylo použito barevné škálování (pseudobarvy – modrá = nižší body, červená = vyšší body).

Průměrný sklon ploch v krajinném výřezu – pro získání této proměnné byl využit postup: svažítost byla vypočtena na základě dat EU-DEM pomocí funkce `np.gradient` (<https://numpy.org/doc/2.1/reference/generated/numpy.gradient.html>); zdroj dat: EU-DEM (digitální model terénu s rozlišením 25 m publikovaný na stránkách COPERNICUS), (Obrázek 4f).

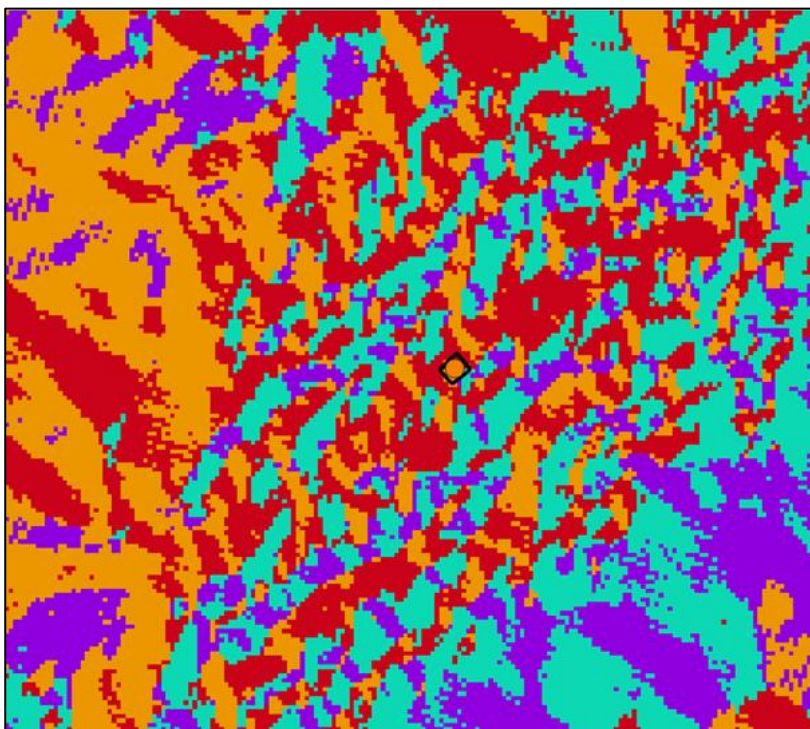


Obrázek 4f: Mapový podklad využitý pro stanovení průměrné svažítosti v krajinném výřezu v okolí monitorovacího pole na lokalitě Šumperk (jaro 2024)

Průměrná plocha polí ve výřezu – pro získání této plochy byl využit postup: ve čtvercovém výřezu ($4\text{ km} \times 4\text{ km}$) se středem v bodu umístění pasti byly vyfiltrovány parcely LPIS. Následně byla spočítána jejich průměrná rozloha, vždy pro příslušný rok sběru dat (2024); zdroj dat: LPIS (export datové sady Plodiny) <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/farmer/LPIS/export-lpis-rocni-shp>.

Plocha daného monitorovaného pole – pro získání této plochy byl využit postup: rozloha dle dat LPIS pro příslušný rok; zdroj dat: LPIS (export datové sady Plodiny) <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/farmer/LPIS/export-lpis-rocni-shp>.

Azimut monitorovaného místa – pro získání této proměnné byl využit postup: azimut (4 hlavní směry) byl vypočten z dat svažitosti popsané výše; zdroj dat: (digitální model terénu s rozlišením 25 m publikovaný na stránkách COPERNICUS), (Obrázek 4g).



Obrázek 4g: Mapový podklad využitý při určování převládající expozice (azimut) na monitorovacím poli, lokalita Šumperk (jaro 2024)

Výpočet stupně komplexity krajiny:

Vybrané parametry, a to podíl plochy lesa, podíl plochy luk, podíl plochy zahrad, podíl plochy dopravní sítě, podíl plochy orné půdy a podíl plochy intravilánu v krajinném výřezu o poloměru 2000 m sloužily k výpočtu parametru stupně komplexity krajiny, podle následujícího vzorce:

$$\text{Stupeň komplexity krajiny} = \frac{\text{podíl lesa v \%} + \text{podíl luk v \%} + \text{podíl městské zeleně v \%} + \left(\frac{\text{podíl dopravní sítě v \%}}{2} \right)}{\text{podíl orné půdy v \%} + \text{podíl plochy intravilánu v \%}}$$

Hodnocení stupně komplexity krajiny bylo provedeno dle následující stupnice:

| Rozpětí hodnot | Hodnocení |
|----------------|--------------|
| 0,00–0,15 | velmi nízký |
| 0,16–0,35 | nízký |
| 0,36–0,65 | střední |
| 0,66–0,85 | vysoký |
| nad 0,85 | velmi vysoký |

1.8 Popis práce s geografickými daty a příprava mapových výstupů

Prvním krokem procesu tvorby tematických map byl převod dat s pozicemi monitorovaných míst (s umístěnými sběrnými pastmi tzv. odběrová místa) a příslušných parcel LPIS, na kterých byly pasti instalovány, do prostorového formátu GeoJSON pomocí knihovny OGR.

Následně lze celkový postup přípravy dat rozdělit na dvě části:

1. část: příprava zdrojových dat z vektorových datových sad (RUIAN, LPIS, OSM, Open Land Use)
2. část: příprava zdrojových dat z rastrových datových sad (EU-DEM).

V případě vektorových dat byly výpočty prováděny pomocí databázového systému PostgreSQL s rozšířením PostGIS, do kterého byla výše uvedená data načtena.

V případě rastrových dat byly výpočty prováděny pomocí knihovny GDAL (práce s prostorovými rastry) a knihovny NumPy programovacího jazyka Python3.

Obecný postup práce s rastrovými daty EU-DEM zahrnoval vytvoření výřezu rastrových dat pomocí plochy zájmu využitím funkcí knihovny GDAL a následné výpočty potřebných statistik pomocí knihovny NumPy.

Po výpočtu všech potřebných atributů byl původní soubor ve formátu GeoJSON rozšířen o tyto atributy a následně nahrán do databáze PostgreSQL. Následně byl vytvořen mapový soubor a publikován ve formě WMS služby prostřednictvím nástroje MapServer pro publikaci geografických dat.

Pro vizualizaci dat vztahujících se k záchytu hodnocených organismů byla pro každý z hlavních ukazatelů záchytu těchto organismů vytvořena samostatná mapová vrstva zobrazující zaznamenané hodnoty atributu a využívající zvýraznění hodnot pomocí barvy přiřazené rozsahům hodnot dle definovaných stupnic.

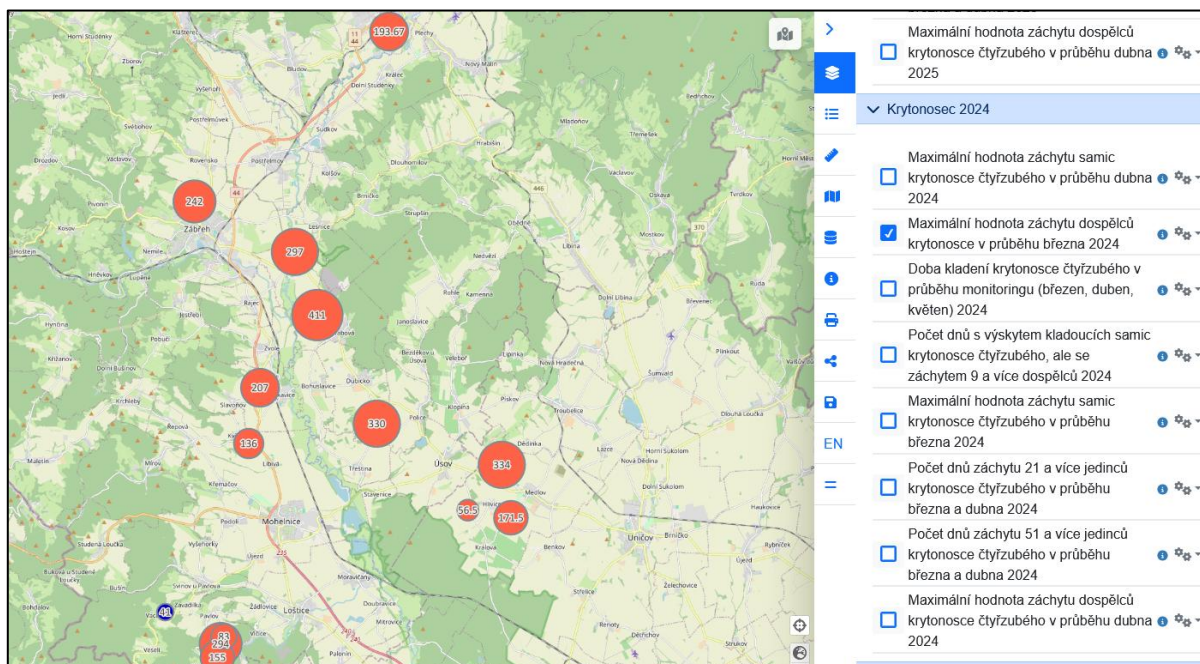
Výsledná mapová kompozice je v současné době zpřístupněna pomocí portálu Hub4Everybody využívajícího mapovou komponentu HSLayers-NG.

Hub4Everybody je řešením primárně pro management, publikaci a sdílení geografických dat a tematických mapových kompozic.

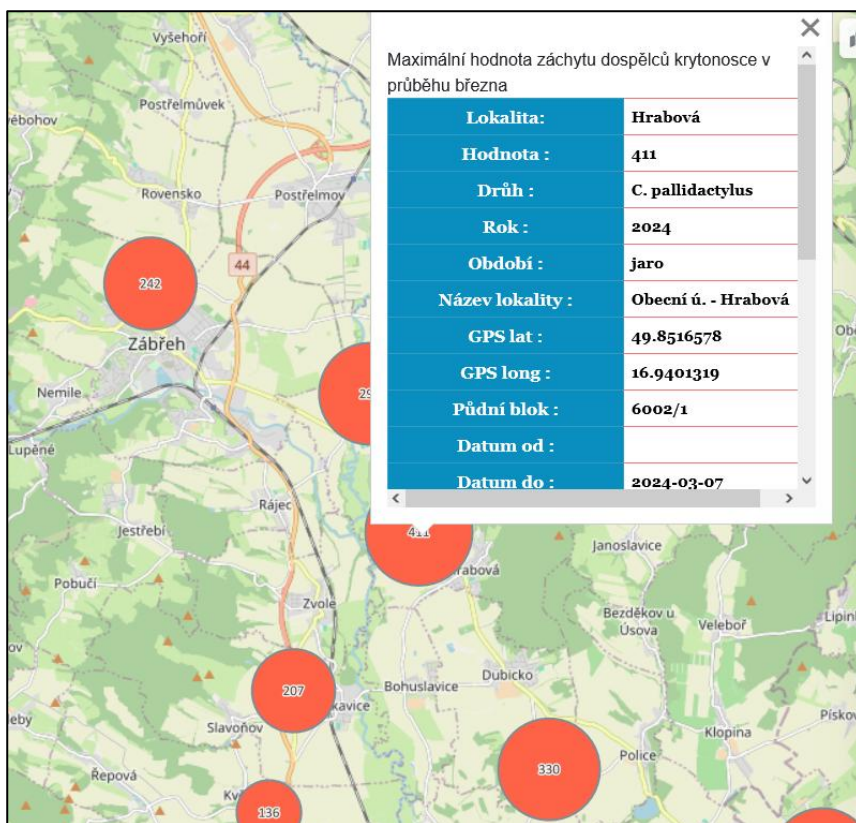
Mapové kompozice zahrnují složky vrstev pro rok 2024 obsahující samostatné mapové vrstvy pro jednotlivé ukazatele výskytu hodnocených organismů a projevech jejich chování a vrstvy hranic parcel LPIS, na nichž bylo monitorování těchto organismů prováděno.

Mapa je dostupná prostřednictvím tohoto [odkazu](#).

Následující ukázka znázorňuje mapu se zapnutou vrstvou zobrazující maximální počet odchycených dospělců (na 1 misku / 3 dny, [Obrázek 5a](#)):



Obrázek 5a: Vrstva mapy zobrazující (v bodech) maximální počet odchycených dospělců (na 1 misku / 3 dny) během monitorovaného období. Barva bodu odpovídá škálování popsánému v Tabulce 1c.



Obrázek 5b: Součástí WMS služby je i možnost zpracovávat dotazy pro vybrané prvky. Po několikanásobném kliknutí na bod v mapě je zobrazen formulář zobrazující další vybraná data pro daný bod na mapě.

2 Informace o rozsahu využití mapy

Předkládaná mapa (zaměřená na krytonosce čtyřzubého, jaro 2024) by měla být vnímána jako další krok k vytvoření komplexního souboru map. Cílem je vytvářet něco na způsob mapového atlasu, do kterého lze vkládat nové listy (vrstvy), které obohacují a zvyšují celkovou hodnotu vytvářeného souboru. V souboru se tak budou postupně rozšiřovat prostorově vizualizovaná data pro další skupiny / druhy organismů (vrstvy druhů) a další období sledování (časové vrstvy). Současně se bude rozšiřovat množství metadat. Metadata (= tento dokument) nejsou zobrazovaná jako mapový výstup, jsou ale integrální součástí mapy s odborným obsahem, protože doplňují, vysvětlují a interpretují na mapě vizualizované informace. Není nutné se metadaty zabývat pro pochopení vlastního mapového výstupu (jeho jednotlivých vrstev). Mohou ale celkovou úroveň sdělení zvýšit. Níže je na dvou příkladech (2.1, 2.2) demonstrováno, jakým způsobem.

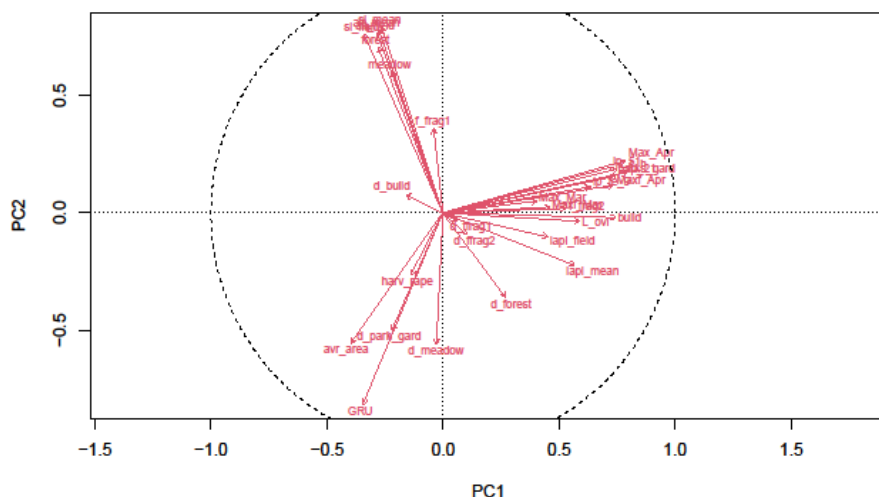
2.1 Vliv vybraných geografických faktorů na variabilitu v rozložení záchytů dospělců krytonosce čtyřzubého, v délce období kladení jeho samic a v rámci monitorovaného území

V této části jde o využití multifaktoriální analýzy dat, konkrétně PCA (*Principal Component Analysis*). Cílem této analýzy je lépe popsat vzájemné vztahy mezi jednotlivými proměnnými charakterizujícími nebezpečnost krytonosce čtyřzubého a vybranými geografickými faktory. Objasnit do jaké míry tyto proměnné vzájemně korelují a vystihnout, které z hodnocených geografických faktorů mají větší dopad na varianci (rozptyl) v souboru hodnocených lokalit. K výpočtům a grafickým výstupům byl využit software R. Principy PCA jsou detailně popsány např. v Greenacre et al. (2022).

Seznam zkratk použitých pro jednotlivé proměnné vztahující se ke krytonosci a pro geografické faktory se nachází v Tabulce 2. Tyto zkratky jsou důležité pro porozumění grafickému vyjádření výsledků PCA (Obrázek 6a,b). Dopady jednotlivých geografických faktorů (dle velikosti krajinných výřezů) jsou dále patrné z Tabulek 3a–b.

Tabulka 2: Seznam proměnných určujících nebezpečnost krytonosce čtyřzubého a seznam geografických faktorů

| Název proměnné vztahující se ke krytonosci | Zkratka pro PCA |
|--|-----------------|
| Maximální záchyt dospělců v období března | Max_Mar |
| Maximální záchyt dospělců v období dubna | Max_Apr |
| Maximální záchyt samic v období března | Maxf_Mar |
| Maximální záchyt samic v období dubna | Maxf_Apr |
| Délka období se záchytem 21 a více jedinců | lp_21 |
| Délka období se záchytem 51 a více jedinců | lp_51 |
| Délka období záchytu samic se zralými vajíčky, kdy ale bylo zachyceno 9 a více jedinců | lp_fe_9 |
| Délka období kladení | l_ovi |
| Geografické faktory | |
| Průměrná plocha pole (ha) | avr_area |
| Podíl řepky sklizené v roce 2023 (%) | harv_rape |
| Podíl obdělávané půdy (%) | GRU |
| Podíl luk (%) | meadow |
| Vzdálenost od nejbližší louky (m) | d_meadow |
| Podíl plochy pokryté stavbami (%) | build |
| Vzdálenost od nejbližší stavby (m) | d_build |
| Podíl plochy městské zeleně, parků a zahrad (%) | parks_gard |
| Vzdálenost od nejbližšího parku nebo zahrad (m) | d_parks_gard |
| Podíl plochy klasifikované jako les (%) | forest |
| Vzdálenost od nejbližšího lesa (m) | d_forest |
| Podíl maloplošných lesních fragmentů (%) | f_frag1 |
| Podíl velkoplošných lesních fragmentů (%) | f_frag2 |
| Vzdálenost od nejbližšího maloplošného lesního fragmentu (m) | d_ffrag1 |
| Vzdálenost od nejbližšího velkoplošného lesního fragmentu (m) | d_ffrag2 |
| Podíl plochy klasifikované jako cesty, železnice a dálnice (%) | r_r_h |
| Průměrná nadmořská výška (m n. m.) | alt_mean |
| Směrodatná odchylka nadmořské výšky (m n. m.) | alt_std |
| Nadmořská výška pole, na kterém byla past umístěna (m n. m.) | alt_field |
| Směrodatná odchylka nadmořské výšky pole, na kterém byla past umístěna (m n. m.) | alt_field_sd |
| Průměrná svažitost (°) | sl_mean |
| Směrodatná odchylka svažitosti (°) | sl_std |
| Svažitost pole, na kterém byla past umístěna (°) | sl_field |
| Směrodatná odchylka svažitosti pole, na kterém byla umístěna past (°) | sl_field_sd |
| Průměrná hodnota Laplaceova operátoru | lapl_mean |
| Směrodatná odchylka hodnoty Laplaceova operátoru | lapl_std |
| Hodnota Laplaceova operátoru na poli, kde byla past uložena | lapl_field |
| Směrodatná odchylka Laplaceova operátoru na poli, kde byla past uložena | lapl_field_sd |



Obrázek 6a: Výsledky PCA pro proměnné charakterizující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého v období jara 2024 (radius 1500 m = vzdálenost od středu čtvercového výřezu k jeho okraji)

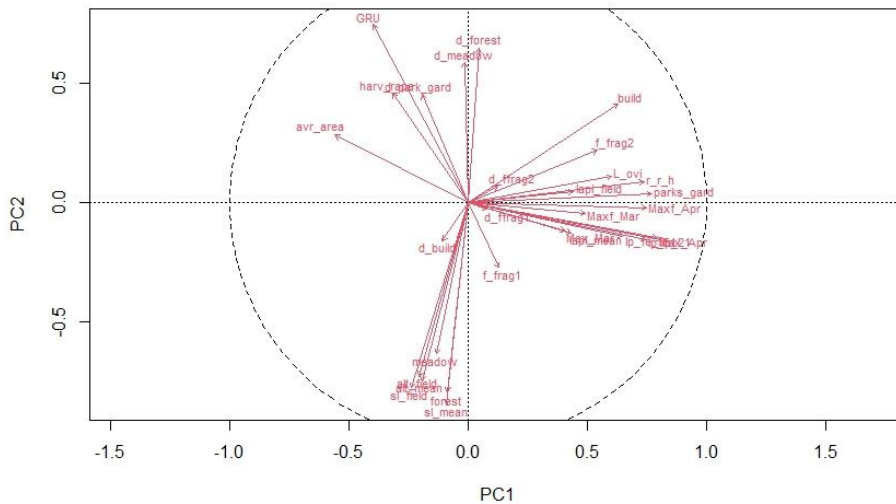
Tabulka 3a : Hodnoty jednotlivých faktorů vyplývající z PCA analýzy (radius 1500 m = vzdálenost od středu čtvercového výřezu k jeho okraji), (stupnice pro označení signifikantních výsledků: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; $p < 0,1$)

| Geofaktor | Df | R2 | F | p | Signif. |
|-------------|----|--------|---------|--------|---------|
| avr_area | 1 | 0.0703 | 0.01924 | 0.5389 | |
| harv_rape | 1 | 0.1032 | 0.02825 | 0.7913 | |
| GRU | 1 | 0.0577 | 0.01578 | 0.4422 | |
| meadow | 1 | 0.1349 | 0.03691 | 1.0342 | |
| d_meadow | 1 | 0.0835 | 0.02285 | 0.6401 | |
| build | 1 | 0.2759 | 0.07553 | 2.1160 | |
| d_build | 1 | 0.1736 | 0.04753 | 1.3316 | |
| parks_gard | 1 | 0.3017 | 0.08258 | 2.3136 | |
| d_park_gard | 1 | 0.1142 | 0.03126 | 0.8758 | |
| forest | 1 | 0.1166 | 0.03192 | 0.8942 | |
| d_forest | 1 | 0.0809 | 0.02214 | 0.6202 | |
| f_frag1 | 1 | 0.0739 | 0.02023 | 0.5667 | |
| f_frag2 | 1 | 0.3690 | 0.10100 | 2.8294 | |
| d_ffrag1 | 1 | 0.0450 | 0.01231 | 0.3449 | |
| d_ffrag2 | 1 | 0.0596 | 0.01630 | 0.4567 | |
| r_r_h | 1 | 0.1981 | 0.05424 | 1.5194 | |
| alt_mean | 1 | 0.1260 | 0.03450 | 0.9666 | |
| alt_field | 1 | 0.1064 | 0.02913 | 0.8160 | |
| sl_mean | 1 | 0.1106 | 0.03026 | 0.8478 | |
| sl_field | 1 | 0.1053 | 0.02883 | 0.8078 | |
| lapl_mean | 1 | 0.3241 | 0.08871 | 2.4853 | |
| lapl_field | 1 | 0.1357 | 0.03714 | 1.0406 | |
| Residual | 2 | 0.2608 | 0.07139 | | |
| Total | 24 | 3.6532 | 1.00000 | | |

Analýza hlavních komponent (PCA) pro krajinný výřez o poloměru 1500 m (Obrázek 6a) byla dále interpretována s využitím hodnot geofaktorů uvedených v *Tabulce 3a*, které kvantifikují vliv jednotlivých geografických proměnných na variabilitu sledovaných dat. Grafické znázornění PCA ukazuje, že proměnné charakterizující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého jsou orientovány ve stejném směru, což potvrzuje jejich vzájemnou pozitivní korelaci a jejich vazbu na hlavní osu variability (PC1). Ve vztahu k těmto proměnným se v podobném

směru orientují také některé geografické faktory, zejména podíl zastavěných ploch (build) a podíl městské zeleně a zahrad (parks_gard), což naznačuje jejich souvislost s vyšší aktivitou škůdce.

Tomu odpovídají i hodnoty R^2 uvedené v Tabulce 3a, kde byl nejvýznamnější vliv zaznamenán u podílu velkoplošných lesních fragmentů (f_frag2; $R^2 = 0,3690$) a průměrné hodnoty Laplaceova operátoru (lapl_mean; $R^2 = 0,3241$), což poukazuje na význam krajinné struktury a reliéfu. Relativně vysoké hodnoty byly zjištěny také u proměnných parks_gard ($R^2 = 0,3017$) a build ($R^2 = 0,2759$), které jsou v PCA grafu orientovány ve směru vyšší aktivity krytonosce. Naopak proměnné jako podíl orné půdy (GRU) nebo průměrná velikost polí (avr_area) vykazují nižší hodnoty R^2 a v grafu jsou orientovány opačně, což naznačuje jejich menší nebo odlišný vliv na sledovanou variabilitu.



Obrázek 6b: Výsledky PCA pro proměnné charakterizující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého v období jara 2024 (radius 2000 m = vzdálenost od středu čtvercového výřezu k jeho okraji)

Tabulka 3b: Hodnoty jednotlivých faktorů vyplývající z PCA analýzy (radius 2000 m = vzdálenost od středu čtvercového výřezu k jeho okraji), (stupnice pro označení signifikantních výsledků: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; $p < 0,1$)

| Geofactory | Df | SumOfSqs | R2 | F | Signif. |
|-------------|----|----------|---------|--------|---------|
| avr_area | 1 | 0.0684 | 0.01872 | 0.6657 | |
| harv_rape | 1 | 0.1616 | 0.04424 | 1.5731 | |
| GRU | 1 | 0.0797 | 0.02181 | 0.7757 | |
| meadow | 1 | 0.0944 | 0.02583 | 0.9186 | |
| d_meadow | 1 | 0.1894 | 0.05183 | 1.8433 | |
| build | 1 | 0.1205 | 0.03297 | 1.1725 | |
| d_build | 1 | 0.1312 | 0.03592 | 1.2774 | |
| parks_gard | 1 | 0.1536 | 0.04205 | 1.4952 | |
| d_park_gard | 1 | 0.1600 | 0.04380 | 1.5575 | |
| forest | 1 | 0.0831 | 0.02276 | 0.8093 | |
| d_forest | 1 | 0.1173 | 0.03212 | 1.1422 | |
| f_frag1 | 1 | 0.0837 | 0.02292 | 0.8149 | |
| f_frag2 | 1 | 0.1687 | 0.04618 | 1.6422 | |
| d_ffrag1 | 1 | 0.0938 | 0.02566 | 0.9127 | |
| d_ffrag2 | 1 | 0.1522 | 0.04166 | 1.4815 | |
| r_r_h | 1 | 0.1083 | 0.02963 | 1.0538 | |
| alt_mean | 1 | 0.0858 | 0.02348 | 0.8350 | |
| alt_field | 1 | 0.1010 | 0.02764 | 0.9828 | |
| sl_mean | 1 | 0.0352 | 0.00964 | 0.3427 | |
| sl_field | 1 | 0.0605 | 0.01655 | 0.5886 | |
| lapl_mean | 1 | 0.0799 | 0.02186 | 0.7774 | |

| Geofaktory | Df | SumOfSqs | R2 | F | Signif. |
|------------|----|----------|---------|--------|---------|
| lapl_field | 1 | 0.0915 | 0.02506 | 0.8911 | |
| Residual | 2 | 0.2055 | 0.05624 | | |
| Total | 24 | 3.6532 | 1.00000 | | |

Pro krajinný výřez o poloměru 2000 m (Obrázek 6b) byla PCA analýza interpretována obdobným způsobem s využitím hodnot geofaktorů uvedených v Tabulce 3b. PCA graf potvrzuje, že proměnné charakterizující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého jsou opět vzájemně pozitivně korelované a orientované především ve směru první hlavní komponenty (PC1), což ukazuje, že hlavní gradient variability je i v tomto případě spojen s intenzitou výskytu a reprodukční aktivitou druhu.

Na rozdíl od výřezu 1500 m však PCA graf (Obrázek 6b) vykazuje menší rozlišení mezi jednotlivými geografickými faktory, což odpovídá i nižším hodnotám R^2 v Tabulce 3b. Nejvyšších hodnot zde dosahují například proměnné d_meadow ($R^2 = 0,0518$), f_frag2 ($R^2 = 0,0462$) a parks_gard ($R^2 = 0,0421$), avšak jejich vliv je výrazně slabší než v menším krajinném výřezu. Graficky se tyto proměnné nevyskytují tak výrazně ve směru hlavního gradientu jako u výřezu 1500 m, což naznačuje, že na této prostorové škále je variabilita více rozptýlená mezi větší množstvím faktorů. Celkově tak PCA analýza ukazuje, že s rostoucím měřítkem krajinného výřezu se vliv jednotlivých geografických proměnných na variabilitu výskytu krytonosce čtyřzubého snižuje a více se uplatňuje komplexní působení více faktorů současně.

Je ovšem potřeba pokračovat ve sběru a analýzách dat, protože je zde ještě spousta nejasných míst. S vysokou opatrností je ale již nyní možné učinit závěry, které jsou demonstrovány na Obrázku 6c.

Vyšší počty a silnější migraci / výchozí napadení brouky k. čtyřzubého je nutné očekávat na těchto polích:

- **O menší výměře**
- **Více izolovaných (= více vzdálená) od dalších porostů řepek**
- **Umístěných blíže k louce, lesu, lesním fragmentům**
- **Nacházejících se v krajině s nižším podílem orné půdy, vyšším podílem lesních fragmentů**
- **Nacházejících se poblíž intravilánu obcí (zastavěných ploch a městské zeleně)**



Obrázek 6c: Jednoduchá interpretace analyzovaných dat

2.2 Analytická metodika modelování výskytu krytonosce čtyřzubého (*Ceutorhynchus pallidactylus*) v krajinném měřítku

2.2.1 Cíl

Hlavním cílem této analýzy bylo identifikovat prostorový rozsah a klíčové krajinné prediktory, které nejlépe vysvětlují prostorový vzorec disperze jednoho z hlavních škůdců řepky olejky: *Ceutorhynchus pallidactylus* (krytonosce čtyřzubý). Studie hodnotí, jak podmínky na úrovni pole a struktura okolní krajiny ovlivňují dynamiku tohoto škodlivého organismu, a to pomocí víceúrovňového přístupu založeného na zobecněných lineárních smíšených modelech (GLMM).

2.2.2 Data a struktura

Datové soubory obsahovaly standardizovaná data o záchytech jedinců k. čtyřzubého na 24–26 lokalitách v měsících březnu a dubnu. Prediktory krajiny byly extrahovány pro tři poloměry kolem každého těžiště pole (1500 m, 2000 m a 2500 m), aby bylo možné zachytit různé prostorové škály potenciálního vlivu.

Odpovědné proměnné:

- *C. pallidactylus*: max_mar, max_apr, maxf_mar, maxf_apr

Prediktory:

Bylo vyhodnoceno celkem 21 prediktorů, které byly rozděleny do následujících skupin:

- Metriky na úrovni pole: popisující podmínky na vzorkovaném poli, včetně topografických atributů (`alt_field`, `sl_field`, `lapl_field`).
- Metriky na úrovni krajiny: průměrné nebo agregované v rámci každého bufferu, včetně proměnných složení a konfigurace stanoviště (`les`, `louka`, `zástavba`, `f_frag1`, `harv_rape`, `d_forest`, `d_build` atd.).

Náhodný efekt: lokalita (zohlednění prostorové závislosti).

Distribuční rodiny: negativní binomická (`nbinom2`) nebo nulově nafouknutá negativní binomická (`zinbinom2`) pro zohlednění nadměrně rozptýlených a nulově nafouknutých počtových dat.

2.2.3 Rámec statistického modelování

Všechny analýzy byly provedeny v R 4.3 pomocí balíčků `glmmTMB`, `MuMIn`, `DHARMA`, `broom.mixed`, `performance` a `tidyverse`.

Obecný přístup k modelování spočíval v plně automatizovaném pracovním postupu navrženém tak, aby přizpůsoboval, porovnával a ověřoval smíšené modely pro každou response proměnnou napříč prostorovými škálami a sadami prediktorů.

Hlavní kroky:

- 1. Příprava dat**: prediktory s nadměrným počtem chybějících hodnot nebo variancí blízcími se nule byly odstraněny; všechny numerické prediktory byly z-standardizovány (průměr = 0, SD = 1).
- 2. Jednorozměrný screening**: počáteční hodnocení prediktorů na základě jednorozměrného AIC s cílem zachovat 8–10 nejlepších kandidátů.
- 3. Kontrola multikolinearity**: iterativní odstranění proměnných s vysokým VIF ($> 7-10$) a korelačními koeficienty ($|r| > 0,8$).
- 4. Přizpůsobení modelu**: GLMM s negativní binomickou nebo nulově nafouknutou negativní binomickou rodinou byly přizpůsobeny pomocí `glmmTMB`, s lokalitou jako náhodným průsečíkem.
- 5. Zpětný výběr**: nevýznamné prediktory ($p > 0,10$) byly iterativně odstraněny, dokud všechny zachované proměnné nebyly významné nebo nedosáhly minimální prahové hodnoty (3–6 prediktorů).
- 6. Diagnostika modelu**: uniformita reziduí, nadměrná disperze a nulová inflace byly hodnoceny pomocí simulací `DHARMA`.
- 7. Hodnocení modelu**: výkon modelu byl hodnocen pomocí AIC, marginálního R^2 (variance vysvětlená fixními efekty) a podmíněného R^2 (variance vysvětlená fixními a náhodnými efekty).
- 8. Porovnání měřítek**: pro každou response proměnnou byly výsledky porovnány napříč třemi poloměry (1500, 2000, 2500 m). Nejvýkonnější měřítko bylo určeno na základě $\Delta AIC \leq 2$, dobré diagnostické výkonnosti a ekologické interpretovatelnosti.

2.2.4 Validace a výběr modelu

Ve všech případech byla zkontrolována konvergence a diagnostika modelu. Do konečného výběru byly zahrnuty pouze modely, které úspěšně konvergovaly a prošly kontrolami reziduí.

Kritéria validace:

- $\Delta AIC \leq 2$ ve srovnání s nejlepším modelem
- `DHARMA` reziduální testy $p > 0,05$ (uniformita, disperze, nulová inflace)
- Realistické odhady parametrů (bez hraničních nebo singulárních fitů)

Identifikace nejlepšího modelu: model s nejnižším AIC a přijatelnou diagnostikou byl považován za konečný model pro sledovaný druh (v tomto případě k. čtyřzubý) a *response variable*. V případě rovnosti byla dána přednost modelu s vyšším R^2 a jednodušší strukturou.

2.2.5 Integrace výsledků a hodnocení prostorového měřítka

Modely byly porovnány ve třech prostorových měřítkách. Výsledky konzistentně ukázaly, že střední měřítka (1500–2000 m) vysvětlovala většinu variací, což naznačuje, že na početnost škůdce má společný vliv jak místní, tak okolní faktory prostředí.

- Nejlepší poloměry: 1500–2000 m.
- Klíčové pozitivní prediktory: průměrný sklon (sl_mean), průměrná nadmořská výška (alt_mean), lesní fragmenty (f_frag1).
- Klíčové negativní prediktory: vzdálenost od parku/zahrady (d_park_gard), vzdálenost od louky (d_meadow).

2.2.6 Integrace mapování

Konečné modely vybrané pro daný druh (v tomto případě k. čtyřzubý) a odezvovou proměnnou (*response variable*) poskytují koeficienty a váhy prediktorů nezbytné k vytvoření prediktivních map výskytu krytonosce čtyřzubého. Rastrové vrstvy pro klíčové prediktory budou standardizovány a vynásobeny koeficienty modelu, aby se vytvořily prostorové mapy rizika.

Tyto mapy zobrazí oblasti s vyšší předpokládanou abundancí, což pomůže agronomům a krajinářským plánovačům identifikovat potenciální ohniska a navrhnout cílené strategie při hospodaření.

2.2.7 Shrnutí analytických výstupů

- Byly vygenerovány modelové objekty (.rds) a souhrnné tabulky (.csv).
- Každé shrnutí obsahuje AIC, R^2 marginální/podmíněné, počet zachovaných prediktorů a názvy prediktorů s jejich znaménky účinku.
- Pro následné prostorové modelování a certifikaci map jsou brány v úvahu pouze ověřené modely.

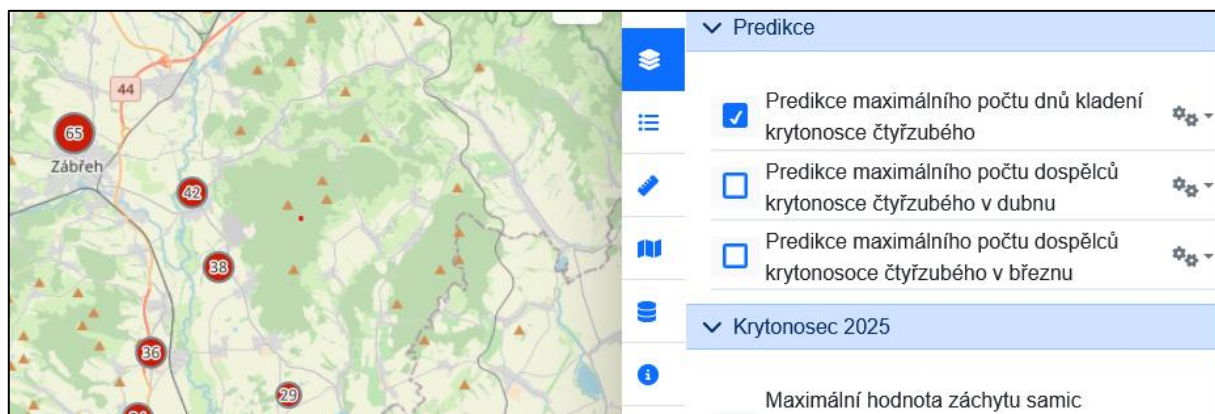
2.2.8 Závěr

Víceúrovňový analytický rámec integruje statistickou robustnost, ekologickou interpretovatelnost a prostorovou použitelnost. Umožňuje kvantitativní pochopení toho, jak místní terénní charakteristiky a širší složení krajiny určují početnost škůdců. Výsledky poskytují pevný základ pro vytváření certifikovaných map předpokládaného výskytu škůdců, které podporují řízení škůdců na úrovni krajiny a plánování plodin šetrné k biologické rozmanitosti.

Vizualizace predikčního modelu je uveřejněna pod tímto [odkazem](#). Ukázka je vidět na [Obrázku 7](#).

Na mapě jsou uvedeny predikce:

- Maximálního počtu dnů kladení krytonosce čtyřzubého
- Maximálního počtu dospělců krytonosce čtyřzubého v březnu
- Maximálního počtu dospělců krytonosce čtyřzubého v dubnu



Obrázek 7: Ukázka hodnot vizualizovaných na mapě pomocí predikčního modelu

3 Informace o přínosech mapy pro uživatele

Předkládaná mapa poskytuje uživatelům přehled o prostorové variabilitě výskytu krytonosce čtyřzubého (*Ceutorhynchus pallidactylus*) a o intenzitě jeho škodlivosti v rámci monitorovaného území (sestavené na základě dat v roce 2024). Díky vizualizaci dat získaných z terénního monitoringu a jejich propojení s geografickými charakteristikami krajiny umožňuje mapa lépe porozumět faktorům, které mohou ovlivňovat výskyt tohoto významného škůdce řepky olejký.

Pro zemědělskou praxi představuje mapa nástroj, který umožňuje rychle identifikovat lokality s vyšším rizikem výskytu krytonosce čtyřzubého a lépe načasovat ochranná opatření. Agronomové a zemědělští poradci mohou díky mapovým výstupům porovnat situaci na jednotlivých lokalitách a lépe vyhodnotit, zda jsou zaznamenané záchyty dospělců a délka období kladení samic v daném regionu nadprůměrné či naopak nízké. To může napomoci při rozhodování o monitoringu porostů, načasování insekticidních zásahů nebo při plánování dalších agrotechnických opatření. Významným přínosem mapy je také možnost propojit informace o výskytu škůdce s charakteristikami okolní krajiny. Analýzy ukazují, že variabilita ve výskytu krytonosce může souviset se strukturou zemědělské krajiny, zastoupením různých typů biotopů nebo topografickými vlastnostmi území. Tyto informace mohou být využity nejen pro krátkodobé rozhodování v ochraně rostlin, ale také pro dlouhodobější plánování hospodaření v krajině a pro hledání postupů vedoucích ke snížení rizika gradací škůdců.

Mapa má zároveň význam i pro výzkumnou sféru. Umožňuje integraci dat z různých lokalit a časových období a vytváří základ pro další analýzy zaměřené na ekologii škůdců řepky, jejich migrační schopnosti a vztah ke krajinné struktuře. Díky otevřené mapové platformě lze navíc do systému postupně přidávat další vrstvy dat, například informace o dalších škůdcích řepky, jejich přirozených nepřítelích nebo výsledky dalších let monitoringu.

Celkově tak mapa představuje nástroj propojující výsledky výzkumu s praktickým využitím v zemědělské praxi. Umožňuje efektivnější interpretaci monitorovacích dat, podporuje informované rozhodování při ochraně porostů řepky a přispívá k rozvoji přístupů k ochraně rostlin založených na znalosti prostorových souvislostí výskytu škůdců.

4 Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy

4.1 Citovaná literatura

- Alford DV, Nilsson C & B Ulber (2003). Insect pests of oilseed rape crops. In: DV Alford (ed), *Biocontrol of Oilseed Rape Pests*. Blackwell Science, Oxford, 9–41.
- Alvey, S., Yang, C. H., Bürkert, A., & Crowley, D. E. (2003). Cereal/legume rotation effects on rhizosphere bacterial community structure in West African soils. *Biology and fertility of soils*, 37(2), 73–82. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0573-2>
- Clarke J, Wynn S, Twining S, Berry P, Cook S, Ellis S, Gladders P. (2009): Pesticide availability for cereals and oilseeds following revisions of Directive 91/414/EEC; Effects of losses and new research priorities. *Research Review* 70. HGCA, London, 127 pp.
- Dowling A. et al. (2021): Legume-oilseed intercropping in mechanised broadacre agriculture – a review. *Field Crops Research* 260. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107980>
- Greenacre, M., Groenen, P.J.F., Hastie, T. et al. Principal component analysis. *Nat Rev Methods Primers* 2, 100 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>
- Heimbach U, Müller A (2013): Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. *Pest Management Science* 69(2), 209–216. doi: [10.1002/ps.3351](https://doi.org/10.1002/ps.3351)
- Hoarau C, Campbell H, Prince G, Chandler D, Pope T (2022): Biological control agents against the cabbage stem flea beetle in oilseed rape crops. *Biological Control* 167. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104844>
- Hrudová, E.; Seidenglanz, M.; Tóth, P.; Poslušná, J.; Kolařík, P.; Havel, J. (2023): Pollen Beetles in Oilseed Rape Fields: Spectrum and Distribution in Czech Republic during 2011–2013. *Agriculture*, 13(6), 1243. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061243>

- Kocourek F., Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J. (2024). Zpráva za Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2024 – zajištění plnění cílů NAP k bezpečnému používání pesticidů v roce 2024 (SMLOUVA O DÍLO č. 688-2024-18111 Č.j. MZE-38527/2024-18111).
- Kocourek F., Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J. (2025). Zpráva za Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2025 – zajištění plnění cílů NAP k bezpečnému používání pesticidů v roce 2025 (SMLOUVA O DÍLO č. 688-2025-18365 Č.j. MZE-38527/2025-18365).
- Philippou, D., Field, L. M., Węgorzek, P., Zamojska, J., Andrews, M. C., Slater, R., & Moores, G. D. (2011). Characterising metabolic resistance in pyrethroid-insensitive pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) from Poland and Switzerland. *Pest Management Science*, 67(2), 239–243. <https://doi.org/10.1002/ps.2061>
- Roques, S. E., & Berry, P. M. (2016). The yield response of oilseed rape to plant population density. *The Journal of Agricultural Science*, 154(2), 305–320. doi:10.1017/S0021859614001373
- Seidenglanz M., Šafář J., Rubil N., Ruseňáková M., Roskóová V. (2020a): Control of cabbage stem weevil and pollen beetle with one insecticide application. *Plant Protection Science*, 56(2):92–100. ISSN 1212-2580. DOI: 10.17221/36/2019-PPS
- Seidenglanz M., Bajerová R., Šafář J. (2020b): Lze při extrémním výskytu stonkových krytonosců účinně ochránit porosty před poškozením? Sezona 2020 je velký zdroj informací do budoucna. Sborník příspěvků: Pěstování olejnin v sezoně 2019/20. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin SPZO s.r.o., 2020, s. 95–99, ISBN 978-80-87065-98-3
- Seidenglanz M., Šafář J., Muñoz Arbeláez M., Bajerová R., Hrudová E., Havel J., Kolařík P. (2021a): Mechanismus rezistence blýskáčka řepkového k pyretroidům v Česku. *Řepka: odborná příloha časopisu Úroda*. 2021, 69(4), 24–28. ISSN 0139-6013.
- Seidenglanz M., Kolařík P., Hrudová E., Havel J., Tánčík J., Bokor P., Kocourek F., Stará J., Víchová L., Bajerová R., Muñoz Arbeláez M., Šafář J. (2021b): Citlivost českých a slovenských populací řepkových škůdců k insekticidům. *Agromanuál*. 2021, 16(2), 42–45. ISSN 1801-7673.
- Seidenglanz M., Šafář J., Muñoz Arbeláez M., Heděnc P., Hrudová E., Bajerová R., Kolařík P. (2022): Problems in cabbage stem weevil control (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsh.) in winter oilseed rape. *Plant Protection Science* 58(3), 220–233. doi: 10.17221/153/2021-PPS.
- Seidenglanz M., Blažek L., Hanáková Bečvářová P., Muñoz Arbeláez M., Šafář J., Kumar R. (2023): Vliv způsobu založení porostu řepky na disperzi dřepčíka olejkového a jeho přirozených nepřátel. *Úroda – vědecká příloha* 71(12), 179–186.
- Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J., Blažek L., Šafář J., Hanáková Bečvářová P., Čihánková L., Plachká E. (2024b). Metodika pro hodnocení časo-prostorových asociací mezi disperzí škůdců a jejich antagonistů v porostech řepky. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2024. ISBN 978-80-87360-77-4.
- Seidenglanz M., Šafář J., Hrudová E., Blažek L., Čihánková L., Kolařík P., Plachká E., Hanáková Bečvářová P., Kořínek J. (2024c). Metodika pro hodnocení citlivosti blanokřídlých parazitoidů škůdců řepky k pyretroidům. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2024. ISBN 978-80-87360-76-7.
- Seidenglanz M., Ludvíková M., Blažek L., Šafář J., Kořínek J., Kolařík P., Hrudová E., Hanáková Bečvářová P., Plachká E., Čihánková L. (2025a): Ověření efektu PBO na nárůst citlivosti k pyretroidům u vybraných druhů řepkových škůdců vykazujících různé úrovně rezistence k této skupině insekticidů, schválená, oponovaná metodika. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2025.
- Seidenglanz M., Kořínek J., Hrudová E., Kolařík P., Ludvíková M., Blažek L., Čihánková L., Hanáková Bečvářová P., Plachká E., Kvapilová B. (2025b): Testování synergického efektu fungicidů ze skupiny inhibitorů demetylace (DMIs) na účinnost pyretroidů na blýskáčka řepkového, krytonosce čtyřzubého a dřepčíka olejkového, schválená, oponovaná metodika. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2025.
- Skellern MP, Cook SM (2018): The potential of crop management practices to reduce pollen beetle damage in oilseed rape. *Arthropod-Plant Interactions* 12, 867–879. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9571-z>

Williams IH (2010): Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Science + Business Media B.V. 2010, 461 p.

4.2 Seznam publikací, které předcházely vytvoření mapy

- Hrudová E., Seidenglanz M., Tóth P., Poslušná J., Kolařík P., Havel J. (2023). Pollen Beetles in Oilseed Rape Fields: Spectrum and Distribution in Czech Republic during 2011–2013. *Agriculture*, 13(6), 1243. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061243>.
- Kocourek F., Hovorka T., Jursík M., Kazda J., Kolařík P., Plachká E., Skuhrovec J., Seidenglanz M., Šafář J. (2018). Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. 56 stran. ISBN 978-80-7427-251-6.
- Kocourek F., Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J. (2024). Zpráva za Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2024 – zajištění plnění cílů NAP k bezpečnému používání pesticidů v roce 2024 (SMLOUVA O DÍLO č. 688-2024-18111 Č.j. MZE-38527/2024-18111).
- Kocourek F., Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J. (2025). Zpráva za Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2025 – zajištění plnění cílů NAP k bezpečnému používání pesticidů v roce 2025 (SMLOUVA O DÍLO č. 688-2025-18365 Č.j. MZE-38527/2025-18365).
- Ludvíková M., Seidenglanz M. (2023). Molekulární analýzy zaměřené na určení mechanismů rezistence u jedinců *Meligethes aeneus* F. fenotypově rezistentních k pyretroidům. *Úroda* 12, roč. LXXI, vědecká příloha, s. 149–154, ISSN 0139-6013.
- Seidenglanz M., Poslušná J., Hrudová E. (2009). The importance of monitoring the *Ceutorhynchus pallidactylus* female flight activity for the timing of insecticidal treatment. *Plant Protection Science* 45(3), 103–112. DOI: [10.17221/37/2008-PPS](https://doi.org/10.17221/37/2008-PPS).
- Seidenglanz M., Poslušná J., Kolařík P., Rotrekl J., Hrudová E., Tóth P., Havel J., Plachká E., Bernardová M. (2013). Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 33 s. ISBN 978-80-87360-26-2.
- Seidenglanz M., Šafář J., Rubil N., Ruseňáková M., Roskóová V. (2020a). Control of cabbage stem weevil and pollen beetle with one insecticide application. *Plant Protection Science*, 56(2):92–100. ISSN 1212-2580. doi: DOI: [10.17221/36/2019-PPS](https://doi.org/10.17221/36/2019-PPS).
- Seidenglanz M., Bajarová R., Šafář J. (2020b). Lze při extrémním výskytu stonkových krytonosců účinně ochránit porosty před poškozením? Sezona 2020 je velký zdroj informací do budoucna. Sborník příspěvků: Pěstování olejnin v sezoně 2019/20. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin SPZO s.r.o., 2020, s. 95–99, ISBN 978-80-87065-98-3.
- Seidenglanz M., Šafář J., Muñoz Arbeláez M., Bajarová R., Hrudová E., Havel J., Kolařík P. (2021a). Mechanismus rezistence blýskáčka řepkového k pyretroidům v Česku. Řepka: odborná příloha časopisu *Úroda* 69 (4), 24–28. ISSN 0139-6013.
- Seidenglanz M., Kolařík P., Hrudová E., Havel J., Tánčík J., Bokor P., Kocourek F., Stará J., Vichová L., Bajarová R., Muñoz Arbeláez M., Šafář J. (2021b). Citlivost českých a slovenských populací řepkových škůdců k insekticidům. *Agromanuál* 16 (2), 42–45. ISSN 1801-7673.
- Seidenglanz M., Muñoz Arbeláez M., Šafář J. (2021c). Poškozením od dřepčíka olejkového lze do jisté míry předcházet. *Úroda* 69 (7), 41–45.
- Seidenglanz M., Šafář J., Muñoz Arbeláez M., Heděnc P., Hrudová E., Bajarová R., Kolařík P. (2022). Problems in cabbage stem weevil control (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsh.) in winter oilseed rape. *Plant Protection Science* 58(3), 220–233. <https://doi.org/10.17221/153/2021-PPS>.
- Seidenglanz M., Blažek L., Hanáková Bečvářová P., Muñoz Arbeláez M., Šafář J., Kumar R (2023). Vliv způsobu založení porostu řepky na disperzi dřepčíka olejkového a jeho přirozených nepřátel. *Úroda – vědecká příloha* 71(12), 179–186.

- Seidenglanz M., Hanáková Bečvářová P., Charvát K., Chmelík V., Plachká E., Kolařík P., Kužílek M., Blažek L., Šafář J., Kožuch D., Zdražil F., Čihánková L., Kořínek J., Muñoz Arbeláez M., Hrudová E. (2024a). Výsledky monitoringu letové aktivity dřepčíka olejkového (*Psylliodes chrysocephala*) ve vztahu ke krajinným charakteristikám. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2024. ISBN 978-80-87360-78-1.
- Seidenglanz M., Hrudová E., Kolařík P., Kořínek J., Blažek L., Šafář J., Hanáková Bečvářová P., Čihánková L., Plachká E. (2024b). Metodika pro hodnocení časo-prostorových asociací mezi disperzí škůdců a jejich antagonistů v porostech řepky. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2024. ISBN 978-80-87360-77-4.
- Seidenglanz M., Šafář J., Hrudová E., Blažek L., Čihánková L., Kolařík P., Plachká E., Hanáková Bečvářová P., Kořínek J. (2024c). Metodika pro hodnocení citlivosti blanokřídlých parazitoidů škůdců řepky k pyretroidům. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2024. ISBN 978-80-87360-76-7.
- Tóth P., Hrudová E., Sapáková E., Závadská E., Seidenglanz M. (2013). Species of the genus *Meligethes* occurring in oilseed crop fields in the Czech Republic. *Plant Protect Sci* 49(4), 177–186. doi: [10.17221/3/2013-PPS](https://doi.org/10.17221/3/2013-PPS).
- Seidenglanz M., Ludvíková M., Blažek L., Šafář J., Kořínek J., Kolařík P., Hrudová E., Hanáková Bečvářová P., Plachká E., Čihánková L. (2025a): Ověření efektu PBO na nárůst citlivosti k pyretroidům u vybraných druhů řepkových škůdců vykazujících různé úrovně rezistence k této skupině insekticidů, schválená, oponovaná metodika. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2025.
- Seidenglanz M., Kořínek J., Hrudová E., Kolařík P., Ludvíková M., Blažek L., Čihánková L., Hanáková Bečvářová P., Plachká E., Kvapilová B. (2025b): Testování synergického efektu fungicidů ze skupiny inhibitorů demetylace (DMIs) na účinnost pyretroidů na blýskáčka řepkového, krytonosce čtyřzubého a dřepčíka olejkového, schválená, oponovaná metodika. 1. vyd. Šumperk: Agritec, 2025.

5 Dedikace

Předkládaná specializovaná mapa s odborným obsahem je výsledkem řešení projektu MZe QK21010332 „Mechanismus rezistence řepkových škůdců proti insekticidům, jejich výchozí citlivost k novým insekticidům a dopad insekticidních aplikací na vývoj larev škůdců a jejich přirozených nepřátel“.

6 Jména oponentů a názvy jejich organizací

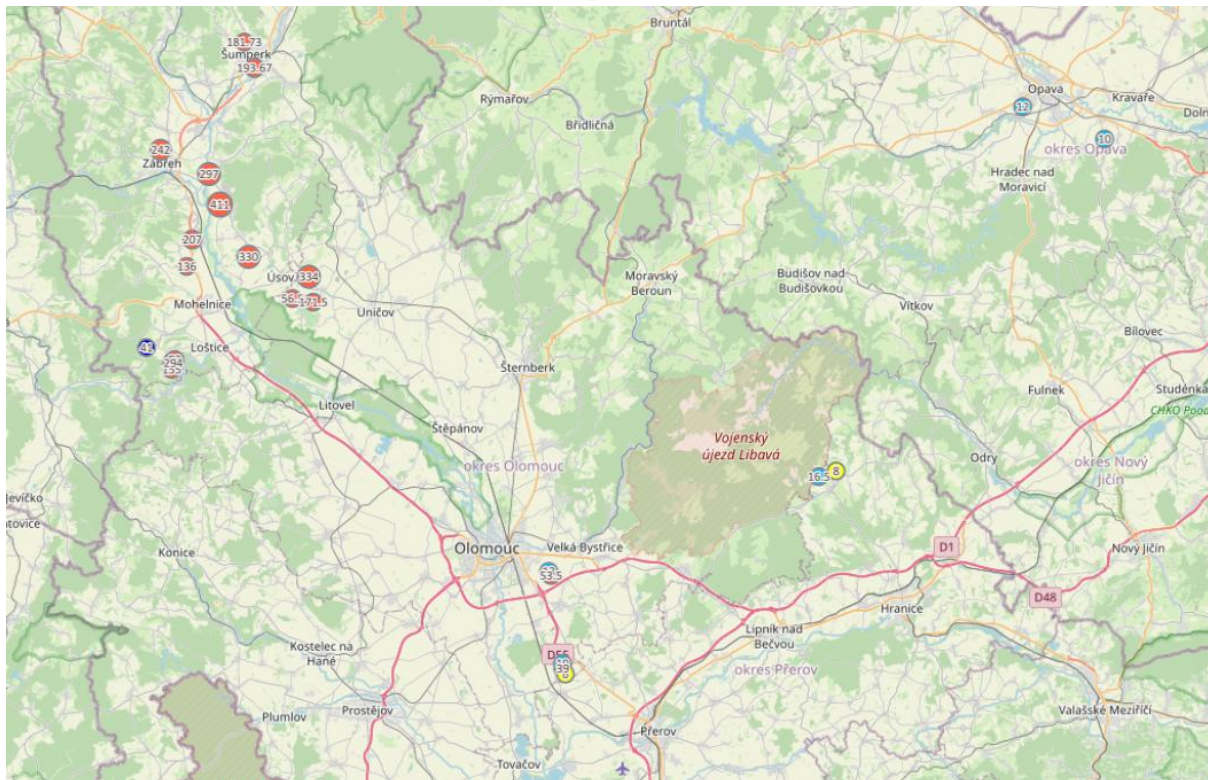
Ing. Jakub Beránek Ph.D., ÚKZÚZ, ředitel odboru, Odbor zdraví rostlin, Zemědělská 1752/1a, Černá Pole, 613 00 Brno

Ing. Martin Lošák, RenoTechnologie, a.s., Lagnovská 669, 74283 Klimkovice

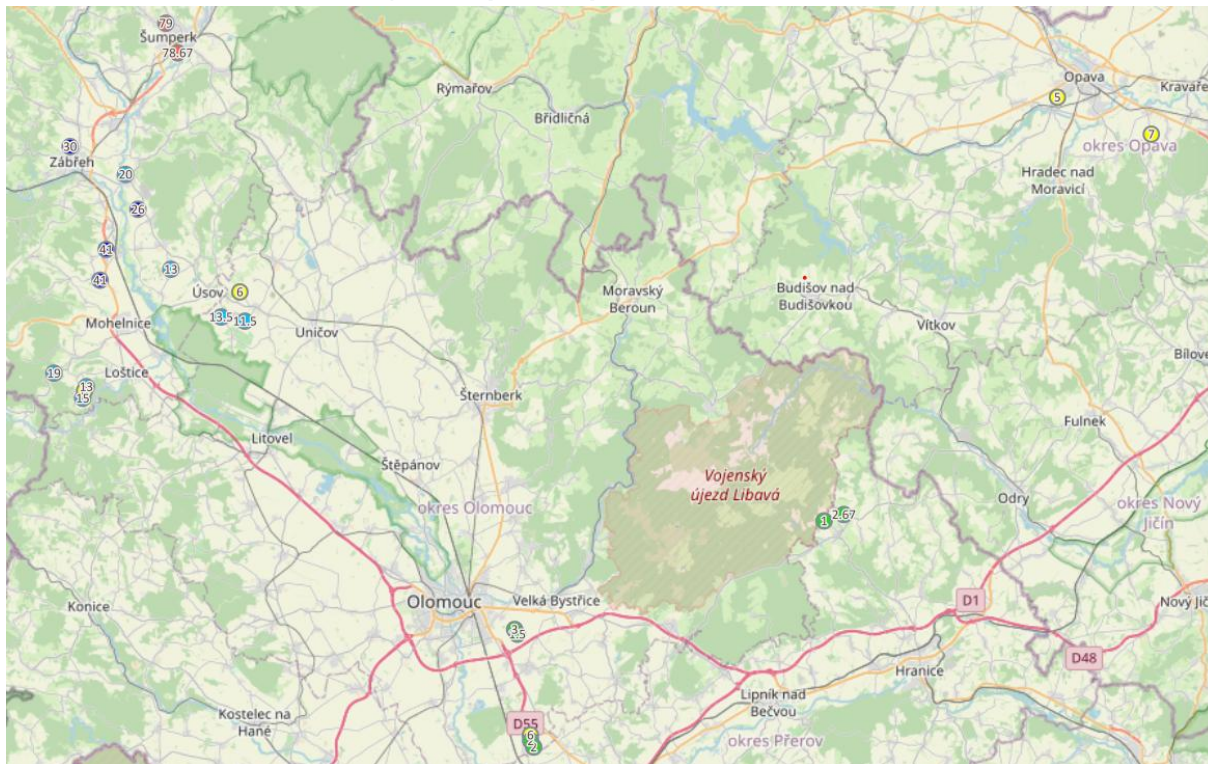
7 Přílohy

7.1 Mapy zobrazující nebezpečnost krytonosce čtyřzubého (2024)

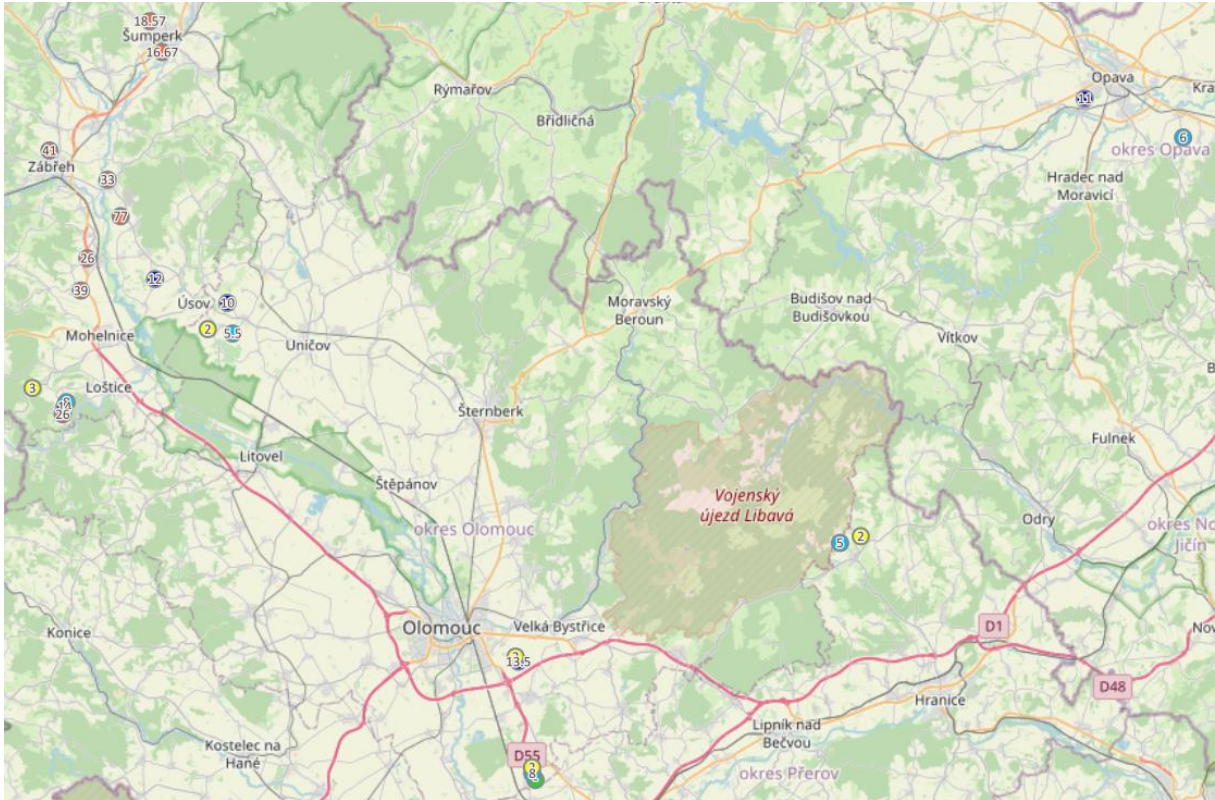
7.1.1 Maximální hodnota záchytu dospělců v průběhu března



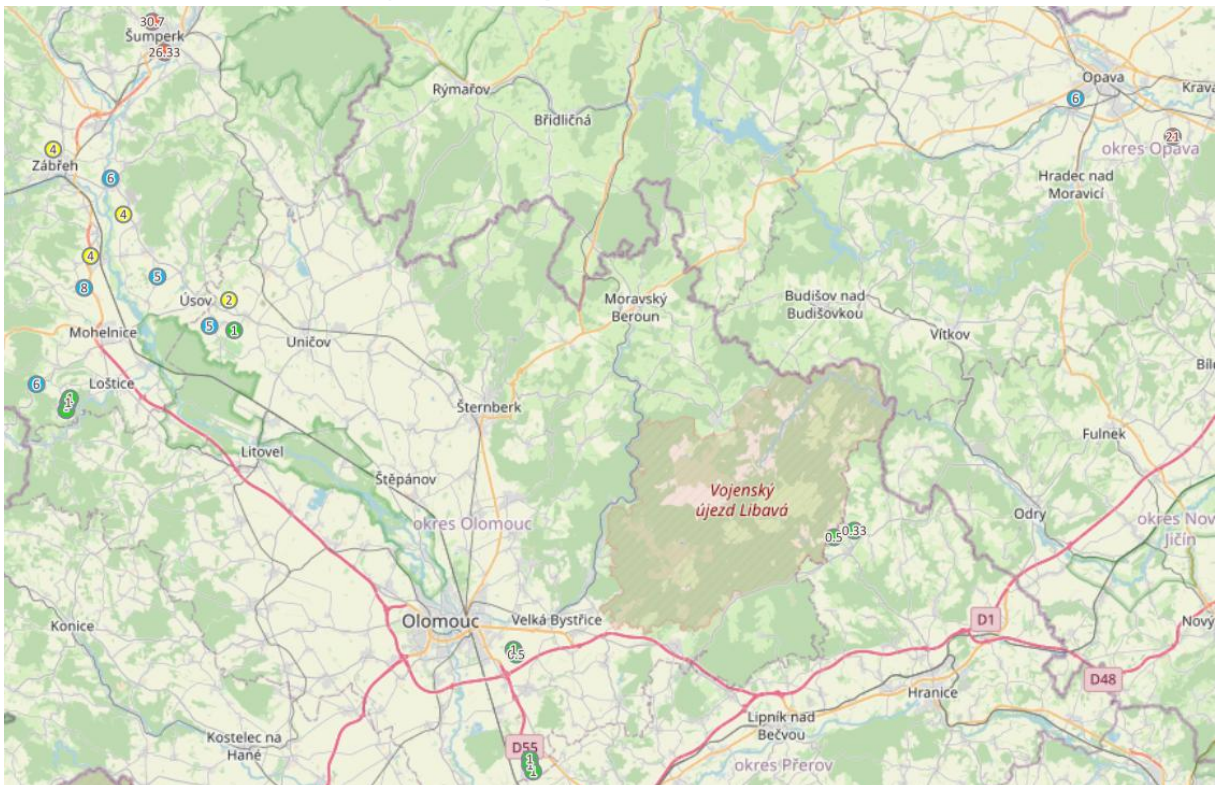
7.1.2 Maximální hodnota záchytu dospělců v průběhu dubna



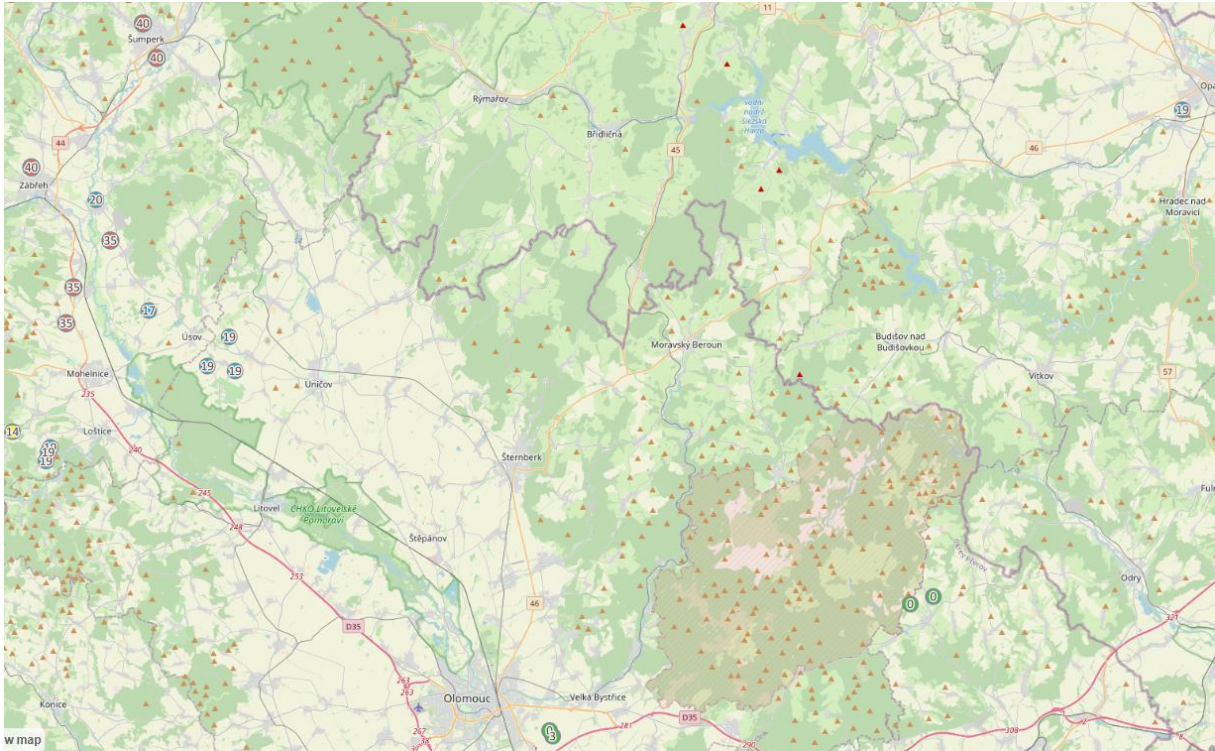
7.1.3 Maximální hodnota záchytu samic v průběhu března



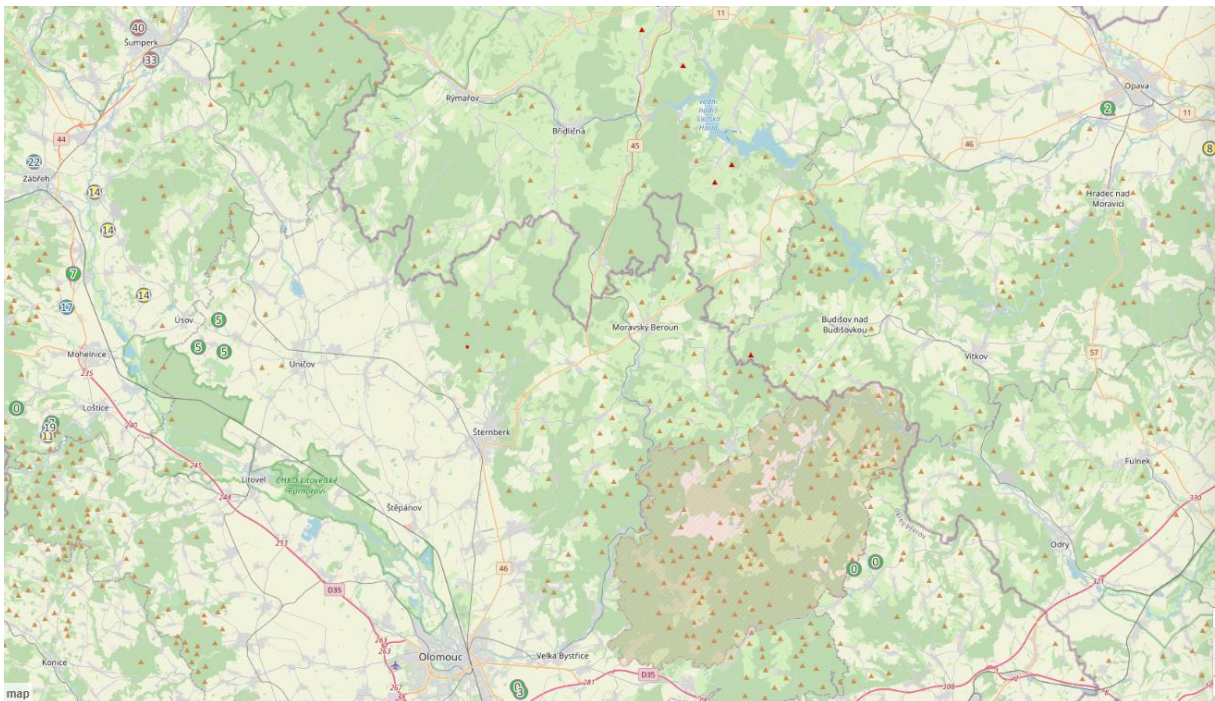
7.1.4 Maximální hodnota záchytu samic v průběhu dubna



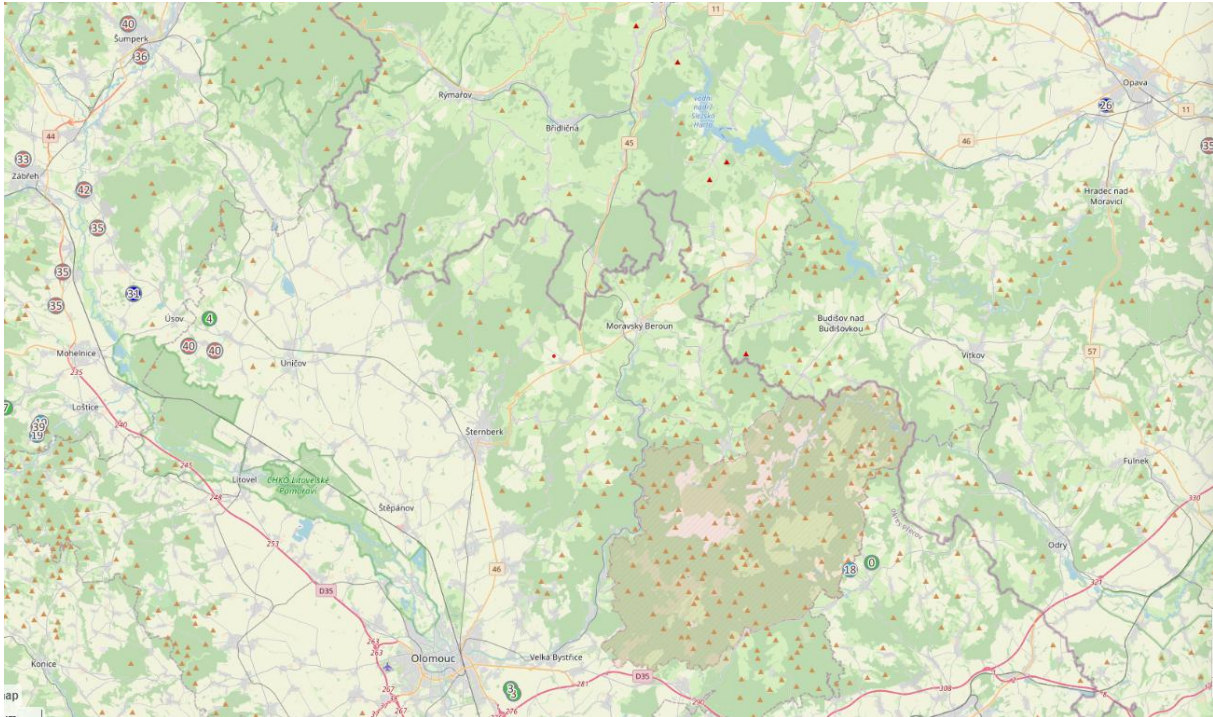
7.1.5 Počet dní se záchytem 21 a více jedinců v průběhu března a dubna



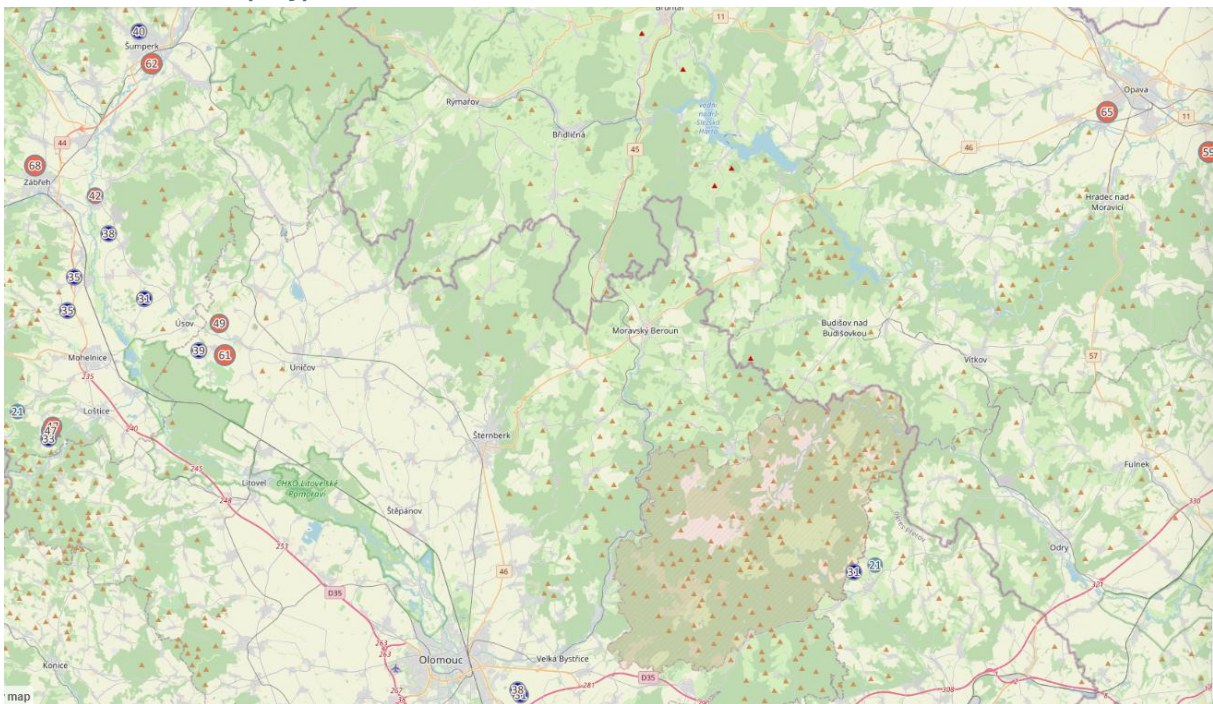
7.1.6 Počet dní se záchytem 51 a více jedinců v průběhu března a dubna



7.1.7 Počet dní s výskytem kladoucích samic, alespoň se záchytem 9 a více dospělců



7.1.8 Doba kladení (dny)



ISBN 978-80-87360-83-5



9 788087 360835