

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Porovnání pylového zatížení a dopadu ambrozie
peřenolisté v rámci tří regionů**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Iva Krobotová

Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Ing. Pavla Vachová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Porovnání pylového zatížení a dopadu ambrozie peřenolisté v rámci tří regionů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Pavle Vachové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady. Mé poděkování patří i odborným konzultantům doc. MUDr. Ondřeji Rybničkoví a paní Ing. Ludmile Štillerové za vstřícné jednání, poskytnutí potřebných pylových dat a vysvětlení dané problematiky. Dále bych ráda poděkovala své rodině a nejbližším za veškerou podporu a trpělivost při zpracovávání této diplomové práce.

Porovnání pylového zatížení a dopadu ambrozie peřenolisté v rámci tří regionů

Souhrn

Tato diplomová práce se zaměřuje na pylové zatížení invazního nepůvodního druhu *Ambrosia artemisiifolia* L., známého jako ambrozie peřenolistá, na třech vybraných lokalitách v České republice – Liberec, Praha a Brno. Tato větrosprašná rostlina vyznačující se vysokou produkcí pylových částic má významné dopady na přírodní ekosystémy. Její teplomilný charakter ji činí běžnou na ruderalních stanovištích v blízkosti lidských sídel, železničních tratí, silnic a polí.

Pro důkladnou analýzu byly vybrány oblasti na základě jejich geografického umístění a odlišných klimatických podmínek. Data byla získána z pylových stanic Pylové informační služby, kde byly odebrány vzorky pylu pomocí volumetrických lapačů Burkard umístěných na střechách budov. Volumetrická metoda umožňuje detailní analýzu pylových zrn zachycených na posuvných lepidelných mediích při průchodu objemu vzduchu měřicí aparaturou.

V průběhu pětiletého sledovaného období 2019–2023 byla provedena analýza variabilit pylových sezón mezi zkoumanými stanicemi. Výsledky ukázaly významné rozdíly v koncentraci pylových zrn mezi lokalitami. Nejvyšší průměrná koncentrace byla zaznamenána v Brně v roce 2021 (27,34 pylových zrn) a nejnižší v Liberci v roce 2023 (2,21 pylových zrn).

Stanovená hypotéza týkající se vztahu mezi počtem pylových zrn v m³ vzduchu a hydrometeorologickými charakteristikami byla na základě získaných dat podpořena pouze částečně. Závislost mezi počtem pylových zrn na průměrné teplotě a úhrnu srážek byla potvrzena pouze u Brna. Diplomová práce přináší důležité poznatky pro budoucí výzkum v oblasti ochrany životního prostředí a zdraví populace na lokální úrovni.

Klíčová slova: Ambrozie peřenolistá, pylová zrna, rozšíření, dopad

Comparison of pollen load and impact of *Ambrosia artemisiifolia* in the three regions

Summary

This master's thesis focuses on the pollen load of the invasive non-native species *Ambrosia artemisiifolia* L., known as annual common ragweed, at three selected locations in the Czech Republic – Liberec, Prague and Brno. This anemophilous plant, characterized by a high production of pollen particles, has significant impacts on natural ecosystems. Its thermophilic nature makes it common in ruderal habitats near human settlements, railway tracks, roads and fields.

The selection of areas for in-depth analysis was based on their geographic locations and different climatic conditions. Data were obtained from Pollen Information Service pollen stations, where pollen samples were collected using volumetric Burkard traps placed on building rooftops. The volumetric method allows for a detailed analysis of pollen grains collected on sliding adhesive media as the volume of air passes through the measuring apparatus.

Analysis was conducted on the variability of pollen seasons among the investigated stations over the five-year monitoring period from 2019 to 2023. The results revealed significant differences in pollen grain concentration among sites. The highest average concentration was recorded in Brno in 2021 (27.34 pollen grains) and the lowest in Liberec in 2023 (2.21 pollen grains).

The hypothesis concerning the relationship between pollen grains count per m³ of air and hydrometeorological characteristics was only partially supported by the obtained data. The dependence between the number of pollen grains on the average temperature and total precipitation was confirmed only in Brno. The master's thesis presents important findings for future research in the field of environmental protection and population health at the local level.

Keywords: Common ragweed, pollen grains, spread, impact

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Invazní druhy	10
3.1.1	Rostlinná invaze	10
3.1.2	Třídění invazních rostlin.....	11
3.1.3	Historie rostlinných invazí.....	12
3.1.4	Invaze – procesy	12
3.1.5	Důsledky rostlinných invazí	13
3.1.6	Možnosti regulace rychle se rozšiřujících druhů	13
3.2	Ambrozie peřenolistá.....	15
3.2.1	Popis druhu	15
3.2.2	Rozmnožování	15
3.2.3	Alergen	16
3.2.4	Význam v zemědělství.....	16
3.2.5	Rozšíření.....	16
3.2.6	Výskyt v ČR	17
3.2.7	Likvidace ambrozie peřenolisté.....	17
3.3	Pylová informační služba	18
3.3.1	Historie pylové služby	18
3.3.2	Zpracování a distribuce výsledků PIS	19
3.3.3	Pylová sezóna	19
3.3.4	Pylový kalendář	21
4	Metodika.....	22
4.1	Výskyt Ambrozie peřenolisté na třech lokalitách	22
4.1.1	Liberec	23
4.1.2	Praha	23
4.1.3	Brno	24
4.2	Metodika sběru pylových zrn.....	25
4.2.1	Volumetrická metoda	25
4.3	Historická data ČHMÚ	27
4.3.1	Základní charakteristika stanic	27
4.4	Interpretace statistických metod	29
4.4.1	Analýza rozptylu.....	29
4.4.2	Korelační a regresní analýza.....	29
5	Výsledky	30

5.1	Pylová sezóna <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. 2019-2023.....	30
5.2	Lineární regresní model pro odhad závislosti pylových zrn na teplotních charakteristikách a srážkách	34
5.2.1	Vliv průměrné teploty vzduchu na počet pylových zrn.....	34
5.2.2	Vliv úhrnu srážek na počet pylových zrn	38
5.2.3	Parametry modelu pro studium vlivu teploty vzduchu a úhrnu srážek na pylová zrna u konkrétních let	41
5.3	Prognóza pylové aktivity ambrosie peřenolisté.....	44
6	Diskuze.....	47
7	Závěr	50
8	Literatura	51
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

V posledních několika desetiletích se problematika invazních rostlin stala jedním z důležitých témat ve vědeckém výzkumu i veřejné diskusi. Vzhledem k neustálým změnám klimatických podmínek se rozvíjí stále naléhavější otázka, jaké budou následky těchto změn na šíření organismů. Zvláštní pozornost je věnována invazním rostlinám, které mají výrazný vliv na domácí ekosystémy, způsobují ekonomické ztráty a představují zdravotní rizika. Je zřejmé, že očekávané oteplování klimatu bude mít zásadní dopad na četnost jednotlivých druhů a změnu lokalit jejich rozšíření bez ohledu na to, zda jsou druhy původní nebo do určité oblasti zavlečené (Richter et al. 2013; Skálová & Moravcová 2018).

Z těchto nepůvodních druhů je ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia* L.) považována za zvláště významnou plevelnou šedozelenou bylinu původem ze Severní Ameriky, rozšířenou v mnoha evropských zemích. Její invazní potenciál má negativní dopady nejen na biodiverzitu, ale také na lidské zdraví a zemědělství. Jeden jediný exemplář ambrosie dokáže vyprodukovat až 50 000 semen a v průměru asi 1 miliardu pylových zrn (Richter et al. 2013). Tato větrosprašná rostlina je vysoce alergenní. Pylová sezóna u ambrosie začíná koncem léta (červenec-srpen) a končí v podzimních měsících (Smith et al. 2013). Z tohoto důvodu je u studie kladen důraz na pylovou zátěž tří lokalit s návazností na hydrometeorologické charakteristiky, které přispívají k hlubšímu pochopení problematiky invazních rostlin, a podpoře opatření směřujících k ochraně životního prostředí.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Vědecká hypotéza: Studie vychází z předpokladu, že míra pylových zrn ambrozie je závislá na přírodních poměrech, ale také na antropogenní činnosti.

Cíle práce: Cílem práce je zpracování a zhodnocení výskytu invazní rostliny *Ambrosia artemisiifolia*. Práce bude zaměřena především na posouzení pylové zátěže a dopadu rychle se rozšiřujícího druhu ve třech sledovaných lokalitách – Liberec, Praha a Brno.

3 Literární rešerše

3.1 Invazní druhy

Invazní nepůvodní druhy jsou definovány jako organismy, které byly zavlečeny člověkem mimo oblast jejich původního výskytu, ať už úmyslně či neúmyslně (Buček 2006). Rychle se rozšiřují, a proto představují vysoké riziko pro biologickou rozmanitost a stávající přírodní ekosystémy. Na původní druhy mají dopad v podobě predace, konkurence, přenosu nálezů či genetického křížení. Jsou hrozbou jak pro lidské zdraví, tak i pro hospodářská zvířata a zemědělství (Pyšek & Tichý 2001; Pyšek & Richardson 2010; Iannone *et al.* 2021).

3.1.1 Rostlinná invaze

V současné době dochází k dynamickým změnám v druhovém složení rostlinných společenstev, které jsou často zapříčiněny rozšířením invazních rostlinných druhů. Tyto invazní druhy, charakterizované svou schopností agresivně se šířit a konkurovat původním druhům, představují značnou hrozbu pro biodiverzitu a ekosystémovou stabilitu. Některé původní druhy rostlin mizí z pro ně přirozených stanovišť nebo se vyskytují pouze v minimálních počtech, přičemž jsou často vystaveny tlaku ze strany agresivních invazních rostlin. Tento proces může mít negativní důsledky do budoucna, neboť může vést k deformaci a destabilizaci ekosystémů (Černý *et al.* 1998). Biologie invazních druhů získala v posledních dvaceti letech větší pozornost vědecké komunity. Zájem o studium zavlečení a rozšíření těchto druhů do přirozených i člověkem ovlivněných stanovišť neustále roste (Cousens & Mortimer 1995). Navzdory mnoha studiím je pořád velmi obtížné ve velké přesnosti predikovat úspěšnost invazních druhů v nových prostředích (Maillet & Garcia 2000; Hejda 2017). V posledních sto letech rapidně stoupá počet nepůvodních druhů rostlin v mnoha částech světa, což je důsledkem globalizace obchodu a cestovního ruchu (Weber 2003). Tato invaze nepůvodních druhů do nových oblastí je často podporována globálním oteplováním, které mění klimatické podmínky a umožňuje novým druhům rostlin osídlit oblasti, kde se dříve nevyskytovaly (Walther *et al.* 2009; Richter *et al.* 2013; Skálová *et al.* 2017).

Invaze nepůvodních rostlin představuje trvalou a všeobecnou hrozbu, neboť tyto druhy vykazují schopnost nekontrolovaného rozrůstání i po zastavení jejich primárního šíření. Neustále narůstající počet nepůvodních druhů vážně ohrožuje přirozenou biodiverzitu v mnoha ohledech, a tato hrozba se stává součástí dalších ekologických problémů, jako je znečištění, fragmentace ekosystémů a klimatické změny. Invazní šíření se dotýká problematiky při zachování biologické rozmanitosti přirozeného prostředí. Kontroly a řízení těchto invazí se ukazují jako náročný a nákladný proces. Invazní rostliny, které pronikají do přírodních anebo polopřirozených společenstev, mohou vyvolávat různorodé účinky na původní faunu a flóru. Tyto dopady se projevují na různých úrovních a mohou být rozděleny do dvou hlavních kategorií – přímých a nepřímých účinků. Přímé účinky zahrnují konkurenci o zdroje jako je území, živiny, voda a světlo, a to vede k vytlačení původních druhů a brání jejich přirozenému rozvoji. Naopak nepřímé účinky ovlivňují například hladinu půdní vody, cyklus živin a světelné podmínky, což má důsledky pro stanoviště volně žijících živočichů. Dochází též k hybridizaci

mezi nepůvodními a příbuznými původními druhy. Hybridizací může dojít až ke genetickým změnám v populacích domácích druhů (Weber 2003).

Šíření nepůvodních druhů ne vždy musí znamenat nevyhnutelnou ekologickou katastrofu. I přesto některé invazní rostliny mohou způsobit výrazné úbytky v populacích původních druhů. Pokud není kontrolováno šíření těchto druhů, mohou vytvářet rozsáhlé monokultury, kde dominují invazní druhy a původní druhy jsou marginalizovány. Tento jev je obzvláště problematický v oblastech s vysokou biodiverzitou, kde by mohl vést k úbytku druhové škály na lokální a regionální úrovni. Takovéto invaze často přispívají k ekonomickým problémům, jako je degradace pastvin, snížení dostupnosti vody a zvýšené riziko povodní. Navíc některé invazní rostliny mohou být toxické nebo alergenní pro lidi (Hejda 2017). Procesy spojené s integrací nepůvodních druhů jsou ovlivněny fází invaze a stupněm adaptace těchto druhů na nové prostředí (Loiola et al. 2018).

3.1.2 Třídění invazních rostlin

V roce 2002 byl v České republice publikován první komplexní soupis invazních rostlin v rámci katalogu invazních druhů rostlin České republiky (Pyšek et al. 2002). V legislativě České republiky je v dnešní době využíván také monitorující seznam používaný k regulaci invazních druhů z Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, dříve známého jako Státní rostlinolékařská správa (Pergl et al. 2016).

Podle klasifikace Pergla et al. (2016) jsou nepůvodní invazní druhy rozděleny do čtyř kategorií:

- Černé (black list)
- Šedé (gray list)
- Varovné
- Bílé (white list)

Černý seznam (black list) je identifikován dle významnosti invazního druhu, u něhož je priorita věnována eliminaci a aktivnímu managementu. Šedý seznam (gray list) je kvalifikován druhy, jež vykazují omezený, avšak nezanedbatelný dopad, a proto jsou momentálně tolerovány v krajině. Dále se rozlišuje bílý seznam (white list), který obsahuje nepůvodní druhy bezpečné pro dané území, a varovné seznamy, na nichž nalezneme druhy, jež se momentálně na území nevyskytují, ale předpokládá se jejich potenciální rozšíření na další lokality. Klasifikace invazních druhů do těchto seznamů je založena na jejich přežití v krajině, míře hojnosti, dopadu na životní prostředí, socioekonomických důsledcích a nárocích na management řízení. Tyto seznamy poskytují užitečná výchozí kritéria pro stanovení priorit v rámci systémů prevence, včasného varování a řízení invazních druhů (Hejda 2017).

Černý seznam zahrnuje 78 druhů rostlin, šedý obsahuje 47 druhů a varovný seznam 25 druhů. Černý seznam je rozdělen do třech kategorií. První kategorie zahrnuje rostliny, které vyžadují intenzivní management. Patří sem ambrosie peřenolistá a bolševník velkolepý. Poslední dvě kategorie se rozlišují podle stupně rozšíření dané rostliny v krajině – jako zavlečené nebo vypuštěné člověkem. Postupy managementu pro tyto kategorie jsou stratifikovány a dle prodlevy času vylepšovány o důležité inovace (Pergl et al. 2016).

3.1.3 Historie rostlinných invazí

Invazní rostliny lze klasifikovat podle času, kdy se na naše území dostaly. Dělí se na neofyty a archeofyty (Pyšek 2008). Neofyty představují klasické rostliny zemědělské krajiny, které se na našem území rozšířily za pomoci lidské činnosti po objevení Ameriky. Archeofyty jsou ty druhy, které byly sem zavlečeny lidmi před rokem 1500 a jsou brány spíše do městské vegetace (Buček 2006).

V České republice je evidováno 350 druhů archeofytů, mezi které převážně patří polní plevely, jako je chrpa modrá, anebo pcháč oset. Do této skupiny jsou také zařazeny úmyslně pěstované léčivé rostliny, které se staly trvalou součástí krajiny. Neofyty jsou evidovány v počtu 1104 druhů s očekávajícím stoupajícím trendem do budoucna (Pyšek *et al.* 2018; Skálová *et al.* 2014).

Podle Pyška a Tichého (2001) byly do České republiky zavlečeny invazní rostliny prostřednictvím lodní dopravy po Labi tzv. labskou cestou, která sloužila k přepravě především olejnatých plodin, obilovin a sóji. Panonská cesta, směřující z jihovýchodu, poskytovala trasu pro pronikání mnoha dnes běžných druhů plevelů ze Středomoří. Poslední významnou trasou, která umožňovala rostlinám proniknout z východu, byla tzv. východní cesta, přes kterou se po železniční dopravě dostávaly rostliny s transporty obilovin.

V minulosti docházelo k importu rostlin za účelem cíleného kultivování okrasných druhů, který postupně přerostl do rozsáhlé obchodní infrastruktury, přinášející do Evropy atraktivní rostliny s nízkou mírou náročnosti na údržbu. Tyto rostliny se přirozeně šířily z parků, zahrad a sadů prostřednictvím semen. Vedle okrasných druhů byly pěstovány i rostliny sloužící hospodářským účelům, jako je krmivo pro zvířata, léčivé byliny nebo plodiny určené k lidské konzumaci. Zvláště květnaté rostliny byly propagovány zejména včelaři, kteří tak chtěli zvýšit produkci medu. V lesnictví byly podnikány experimenty s vysazováním nepůvodních druhů stromů, jako je například dub červený, borovice vejmutovka a další, do testovacích porostů s cílem ověřit jejich vhodnost pro lesní hospodaření. Dnes jsou tyto druhy převážně brány jako invazní rostliny. V Evropě je dosud zaznamenáno 5500 nepůvodních druhů rostlin (Netwig 2014), zatímco v České republice je identifikováno 69 rostlinných druhů, označovaných jako invazní (Buček 2006).

3.1.4 Invaze – procesy

Invaze představuje dynamicky šířící se proces nepůvodních druhů rostlin, který se rychle rozšiřuje, zvyšuje počet lokalit a rozlohu svého výskytu na úkor domácích druhů rostlin (Pyšek & Tichý 2001). Biologické invaze se dělí na tři odlišné fáze – introdukce, naturalizace a invaze (Weber 2003).

3.1.4.1 Introdukce

Introdukce, často nazývána zavlečení, představuje proces, během kterého rostlina, zpravidla díky lidské činnosti, překonává geografické překážky – pouště, oceány, horské masivy. Introdukce je první fází, kterou invazní druhy musí překonat, aby se dostaly na jiné území. Mnohé druhy přetrvávají pouze jako přechodně zavlečené. Ty se mohou po konkrétní

období rozmnožovat, avšak jejich existence v dané lokalitě je stále závislá na opakovaném zavlečení rozmnožovacích částic člověkem (Pyšek & Tichý 2001).

3.1.4.2 Naturalizace

Naturalizace neboli zdomácnění, označuje druhy, které se v novém prostředí dokážou reprodukovat samy, bez přímého zásahu člověka. V druhé fázi je podstatné překonání enviromentálních bariér a vytvoření stabilní populace. Mezi naturalizované druhy patří například ruderalní rostliny a polní plevele, jež jsou běžně rozšířeny v našem prostředí (Pyšek & Tichý 2001).

3.1.4.3 Invaze

Druh, který překoná všechny bariéry, odolá nepříznivým podmínkám nového prostředí a je schopen produkovat významné množství potomstva, je označován jako invazní (Pyšek & Tichý 2001).

Poslední fází třetí je invaze samotná, definována začátkem invaze, kdy se zavlečený druh rozšiřuje i mimo území jeho introdukce. To se projevuje tak, že rostliny, které se šíří pomocí semen a jsou dvoudomé, dokáží dosáhnout vzdálenosti více než 100 metrů během 50 let od zavlečení, přičemž se jedná o rozšíření jak samčích, tak samičích rostlin. U rostlin, které se množí vegetativně, je kritériem invaze dosažení vzdálenosti více než 6 metrů během 3 let (Pyšek & Richardson 2010).

3.1.5 Důsledky rostlinných invazí

Invazní druhy se v současnosti vyskytují prakticky na celém světě, a jejich přítomnost je často provázána negativními dopady na původní floru. I když Česká republika není jednou z oblastí nejvíce postižených rostlinnými invazemi, jejich vliv a význam se zde stále zvyšuje (Křivánek 2004). Česká republika v mezinárodním měřítku nezaujímá přední pozici v ohledu invazních druhů, ale i přesto čelí rychlému nárůstu jejich vlivu na původní přírodu. Fragmentace krajiny, charakterizovaná rozdrobením půdy na pole, louky, lesy, dopravní a zástavbové plochy, poskytuje těmto druhům bohatou paletu vhodných stanovišť k osídlení. K tomu přispívá i značná eutrofizace krajiny, vyvolaná intenzivním zemědělstvím a nadměrnými depozicemi dusíku z průmyslových emisí a živočišné výroby (Pyšek & Tichý 2001).

Rostlinné invaze, mimo jiné, mohou negativně ovlivnit lidské zdraví a tím způsobit ekonomické ztráty (Chytrý & Pyšek 2009a).

3.1.6 Možnosti regulace rychle se rozšiřujících druhů

Prevence se ukazuje jako nejefektivnější strategie k omezení šíření invazních rostlin a zabránění potenciálním problémům s jejich následnou likvidací (Marková & Hejda 2011). Pokud nedojde k účinnému zastavení nebo alespoň omezení šíření těchto invazních druhů, hrozí, že se budou nežádoucí druhy rozšiřovat na všechna vhodná stanoviště. Efektivní potlačení nežádoucích invazních druhů vyžaduje zvolení vhodné metody likvidace, která je závislá na konkrétní lokalitě výskytu, specifickém druhu rostliny, míře rozšíření, zdroji šíření

druhu, typu invadovaného ekosystému, technologii likvidace, společenským prioritám, finančním zdrojům a na časoprostorovém hledisku (Křivánek 2004; (Berchová-Bímová et al. 2019). V návaznosti na posuzované faktory je stanoven cíl likvidace, který je hodnocen dle tří kritérií – zhodnocení splnění stanoveného cíle, míry modifikace cílů na základě výsledků a zhodnocení dopadu splnění cíle na invadovaný ekosystém (Berchová-Bímová et al. 2019):

3.1.6.1 Cíle likvidace

Mezi možné cíle likvidace invazních nepůvodních druhů patří (Berchová-Bímová et al. 2019):

- Eradikace – celkové odstranění druhů na zájmové lokalitě
- Omezení výskytu – snížení hustoty invazního nepůvodního druhu v centru invadované oblasti
- Zmírnění dopadu – redukce druhů z důvodu ochrany a snížení negativního dopadu na původní společenstva, ekosystémy a biodiverzitu
- Monitoring – mapování výskytu a dynamiky populací

3.1.6.2 Likvidace invazních druhů

Likvidace invazních nepůvodních druhů je dlouhodobý proces a v zásadě nikdy nekončí, neboť je třeba pravidelně monitorovat a reagovat na nové výskytové lokality či znovuobjevení druhů. Existuje několik technologií a metod pro likvidaci, mezi které spadá mechanická, chemická a kombinovaná likvidace (Berchová-Bímová et al. 2019).

- Mechanická likvidace – účinná zejména pro jednoleté rostliny

Metody mechanické likvidace zahrnují vyrývání, sečení, vykopávání, pastvu, kosení, vytrhávání, kroužkování dřevin a řez dřevin. Pastva a kosení jsou účelné metody pro snížení hustoty porostu, avšak je důležité zabránit šíření rostlinových částí do nezasazených lokalit (Pergl et al. 2016).

Finančně je tato metoda nenáročná a šetrná k životnímu prostředí, ale nevede k úplné likvidaci invazních druhů., proto se využívá v nezbytně nutných případech v ochranných pásmech vodních zdrojů nebo při omezování výskytu druhů. Může být i využita jako přípravný krok pro následnou aplikaci jiných likvidačních metod (Berchová-Bímová et al. 2019).

- Chemická likvidace – aplikace herbicidů

Likvidace spočívá na dvou typech herbicidů – selektivní a totální. Selektivní herbicidy působí pouze na určitou skupinu rostlin, jako jsou například dvouděložné rostliny. Využití vhodných selektivních herbicidů umožňuje zachování travního porostu, snižuje riziko půdní eroze a možnost dalšího uchycení nepůvodního druhu. Totální herbicidy jsou účinné proti všem rostlinným druhům. Po jejich aplikaci je nutné provést rekultivaci postižené oblasti. Pro aplikaci herbicidů se využívá různých metod, jako je plošný postřik nebo individuální aplikace, například injekce nebo nátěr na list. Chemická likvidace je vzhledem k její účinnosti nejčastěji používanou metodou (Pergl et al. 2016; Berchová-Bímová et al. 2019).

- Kombinovaná likvidace – kombinace mechanických zásahů a aplikace herbicidů

Mezi tyto metody patří například kosení spolu s aplikací herbicidu nebo řez dřevin s následným nátěrem herbicidu. Ačkoli jsou tyto metody obvykle nákladnější, často se ukazují jako nejefektivnější při dosahování cíle likvidace. V porovnání s čistě mechanickými metodami jsou kombinované metody časově méně náročné (Berchová-Bímová et al. 2019).

3.2 Ambrozie peřenolistá

Ambrozie peřenolistá latinsky *Ambrosia artemisiifolia* L. je šedo zelená jednoletá bylina s bohatě rozvětveným křovitým kořenem z čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*), pocházející ze Severní Ameriky (Bullock et al. 2012). Druh byl zavlečen do mírného pásu severní i jižní polokoule. Je jedním z nejškodlivějších invazních druhů v Evropě (Lambdon et al. 2008). Ambrosie je zaznamenána jako vysoce invazní již ve více než 30 zemích Evropy. Nejvíce je rozšířena v teplejších oblastech s hojnou jarní vláhou – Maďarsko, Chorvatsko, Srbsko, Rakousko, Ukrajina, jižní Slovensko, jižní Francie a severní Itálie (Skálová et al. 2017). Produkuje vysoké množství alergenního pylu (Kazinczi et al. 2008) a způsobuje až 80% ztrát výnosu některých plodin (Essl et al. 2015b). Dálkový transport pylu větrem má negativní následky i na místa, kde výskyt této rostliny není zcela častý. Mezi takové oblasti se řadí právě Česká republika (Skálová et al. 2017).

3.2.1 Popis druhu

Statná, plevelná, jednodomá rostlina s přímou, čtyřhrannou hojně větvenou lodyhou s přiléhavými chlupy (Mlíkovský & Stýblo 2006). Rostlina se vypíná z kulovitého rozvětveného kořene, jenž může pronikat až do hloubky čtyř metrů. Jedinci dosahují výšky od několika centimetrů až do 2,5 metrů (Friedman & Barrett 2008). Listy na obrysu vejčité až 15 cm dlouhé, 1–3krát peřenosečné s kopinatými úkrojky dělené dolními vstřícnými či horními střídavými řapíkatými listy a nevýrazným zelenkavým květenstvím (Skálová et al. 2017). Ambrosie kvete v druhé polovině léta a na podzim (srpen až říjen). Klíčí a vzchází déle zjara, kdy v našich podmínkách dochází k oteplování. Jedná se o teplomilný druh objevující se na ruderalních stanovištích v okolí lidských sídel, železničních tratí a silnic, na okraji polí, anebo bezprostředně na orné půdě (Mlíkovský & Stýblo 2006).

3.2.2 Rozmnožování

Samčí úbory tvoří hroznovité květenství, samičí jsou jednokvěté nebo v klubičkách v počtu 2-3 v úžlabí horních listů (Mlíkovský & Stýblo 2006). Samčí úbory s korunou úzce zvonkovitou o průměru 4-5 mm jsou uspořádány na koncích jednotlivých lodyžních větví. Četnost samičích květů je nižší než samčích, ale i přesto jedna rostlina dokáže vyprodukovat průměrně v našich podmínkách až 3000 semen. Samostatně rostoucí jedinci v ojedinělých případech zaznamenávají počty okolo 95 tisíc semen (Essl et al. 2015b). Plodem je nažka obvejčitého tvaru, která se vyvíjí v samičích květech. Dlouhé 2,5-3,5 mm ostnitě nažky skrývají semena (Skálová et al. 2017). Klíčivost plodů se zvyšuje za tmy. Období kvetení je pozdě v létě a k dozrání plodů dochází na podzim (Mlíkovský & Stýblo 2006). Zrání semen ukončuje až podzimní mraz, který usmrtí dospělce a přerušuje tak dormanci v důsledku nízkých teplot a

vlhkých podmínek (Chapman et al. 2014). Počet semen vyprodukovaných na rostlinu se liší dle regionu a stanoviště. Obvykle se pohybuje v rozmezí od několika stovek až po mnoho tisíc (Essl et al. 2015).

Způsob opylení je spjat s nenápadností květů ambrozie, protože k němu dochází pomocí větru. Šíření semen větrem je vymezeno v bezprostřední vzdálenosti mateřské rostliny, kdy většina semen dopadá v okruhu 1 metru od rostliny. Ambrozie se rozmnožuje pouze semeny (Moravcová et al. 2010). Rozptyl semen prostřednictvím zvířat (savců, ptáků) a celkově vodou (podél řek) není tak častým případem (Bullock et al. 2012). Nejvíce je kladen důraz na lidskou činnost, při které dochází k rozšiřování na dlouhé vzdálenosti. Děje se tomu tak u kontaminovaného zboží, jako je obilí a další zemědělské produkty, anebo při dopravě obecně (Chapman et al. 2014).

3.2.3 Alergen

Tato větrosprašná rostlina produkuje vysoké množství pylových částic. Pyl ambrozie má velice alergické účinky (Smith et al. 2013). Velikost pylového zrna činí 10–25 μm . Pylová sezóna ambrozie nastává koncem léta a počátkem podzimu, přičemž nejvyšší intenzity dosahuje v srpnu a září. Ambrozie se řadí mezi významný pylový alergen, který vyvolává u lidí nepříjemnou alergickou reakci. Při kontaktu s ambrozií může docházet u citlivějších osob k podráždění pokožky. Spadá mezi rostliny s vysokým zdravotním rizikem pro populaci. V nejpostiženějších oblastech způsobuje až 60 % veškerých alergií. V České republice je okolo 20 %, avšak s rozšiřující se invazí tohoto druhu může číslo rychle stoupat. V důsledku alergií přichází nemalé náklady na léčbu, kdy průměrný roční výdaj v Evropské unii se pohybuje v řádu stovek milionů eur. Na druhou stranu látky obsažené v ambrozií mohou sloužit pro farmaceutický průmysl, protože disponují antivirovými či antibakteriálními vlastnostmi (Skálová et al. 2017).

3.2.4 Význam v zemědělství

S dopadem na člověka nese ambrozie i negativní podíl v hospodářství a na kvalitě života. Co se týče zemědělské produkce i zde dochází k finančním ztrátám, kvůli ambrozií jakožto plevelu na orných půdách. Vyskytuje se zejména v polních kulturách slunečnice roční (*Helianthus annuus*) a např. u sóji či jiných málo pokravných plodin. Plodiny s nízkou pokravností umožňují ambrozií dostatek prostoru, i přesto že se řadí mezi konkurenčně slabý druh. Slunečnice se podobá v životní strategii ambrozií jak při klíčení, tak i plození ve stejné roční období. Z taxonomického hlediska si jsou rostliny velice podobné, a proto není zatím znám žádný herbicid, který by působil na ambrozií, a přitom nezapoměl slunečnici (Skálová et al. 2017).

3.2.5 Rozšíření

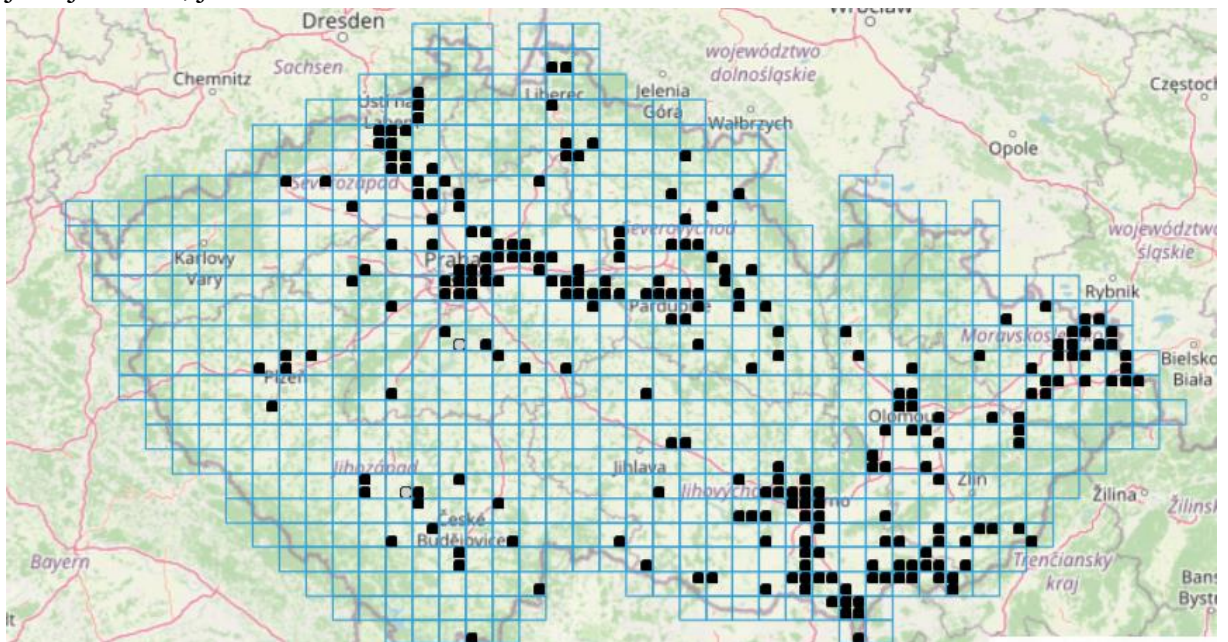
Pochází ze Severní Ameriky (USA a jih Kanady). Postupem času se rozšířila do Jižní Ameriky, Austrálie, Asie a Evropy. Do Evropy byla zavlečena na přelomu 18. a 19. století, přes botanické zahrady (Bullock et al. 2012). Poté sem byla opakovaně masivně zavlečena s dováženým obilím či osivem ze Severní Ameriky. Druh se začal rozšiřovat a naturalizovat

v Evropě kolem poloviny 20. století, čímž došlo k zvyšování početnosti místních invazních populací. Největší množství invazních evropských populací bylo zaznamenáno na Panonských pláních v Maďarsku, Chorvatsku, Srbsku a na Ukrajině (Essl et al. 2015b). Předpokládá se, že se v Evropě bude nadále šířit vzhledem ke globálnímu oteplování a vnímavosti druhu na teplejší léta s absencí pozdních mrazů (Richter et al. 2013, Chapman et al. 2014).

3.2.6 Výskyt v ČR

Rozšíření druhu v České republice bylo poprvé zaznamenáno v 80. letech 19. století konkrétně v roce 1883 v Čechách, na Moravě až ve 40. letech 20. století (Mlíkovský & Stýblo 2006). Z druhé poloviny 19. století pocházejí i další první evidence z jiných evropských států. Ve velké míře případů v Česku šlo o výskyt semen na polích (např. u Třeboně a u Plzně), kam se dostali s jetelovým osivem. Dále byla zavlečena se sójovými boby z USA přes labskou dopravní cestu s překládaným zbožím z lodí na železnici, proto hodně nálezů pochází z přístavů z Ústí nad Labem a Děčína. Díky tomu se nalézala hlavně v prostoru železničních uzlů a překladišť, ale i v blízkosti zemědělských podniků s hospodářskými zvířaty, kde se sója následně zpracovávala jako krmivo pro zvěř. Tato místa se stala trvalými zdroji semen druhu vlivem úspěšné reprodukce rostlin a přísunem přepravovaných komodit (Skálová et al. 2017).

V České republice se ambrosie peřenolistá vyskytuje v klimaticky teplejších oblastech jako je Polabí, jižní Morava a oblast Hané viz obr. č. 1.



Obrázek 1 Rozšíření *Ambrosia artemisiifolia* v České republice (Hájková & Kaplan 2024)

3.2.7 Likvidace ambrosie peřenolisté

Dle seznamu prioritních druhů invazních nepůvodních rostlin se řadí ambrosie peřenolistá z hlediska likvidace mezi druhy s nejvyšší prioritou likvidace. To je způsobeno negativním vlivem této rostliny na přírodní společenstva a lidské zdraví. Seznam je založen na Standardech péče o přírodu a krajinu: Likvidace vybraných invazních druhů rostlin (Pergl et al. 2015).

Ambrosia artemisiifolia je problematický plevel s dlouhodobým přeléháním semen. Semena tohoto druhu zůstávají životaschopná, a tudíž schopná klíčení po delším čase, kdy byly nepříznivé podmínky pro klíčení. Rostlina se rozmnožuje zejména generativně. Likvidace probíhá buď mechanickým vytrháváním, aplikací herbicidu či agrotechnickými opatřeními. U opakované aplikace herbicidů hrozí rezistence na účinnou látku, kterou je nutno střídat. Mezi mechanické metody patří kosení na různé výšky a střídání plodin. Hlavním cílem je zamezení vzniku semen. Doporučená doba likvidačního zásahu je jeden rok s následným dlouhodobým monitoringem území v délce až 10 let s postprojektovým managementem zaměřujícím se na snížení výskytu invazního druhu (Berchová-Bímová et al. 2019)

3.3 Pylová informační služba

Pylová informační služba (PIS) představuje důležitý nástroj poskytující přesné a časově specifické informace o obsahu organických částic ve vzduchu, zejména počtu pylových zrn konkrétních druhů rostlin. Tato služba je provozována a zajišťována Českou iniciativou pro astma – ČIPA, ve spolupráci s Ministerstvem zdravotnictví (Rybníček 2022).

V lékařském kontextu má pylové zpravodajství zásadní význam. Poskytuje lékařům, zejména alergologům, přesné informace o pylovém spektru v ovzduší a přispívají k efektivnímu léčebnému procesu u pacientů trpících alergiemi. To zahrnuje zpřesnění anamnestických údajů a optimalizaci dávkování léků (Rybníček 2022).

Mimo lékařský sektor má pylová informační služba širší využití. Zahrnuje oblasti jako lesnictví, dendrologie, botanika a výzkum vědeckých disciplín, včetně aerobiologie a aeropalynologie. Získaná data z PIS v České republice jsou integrována do evropské informační sítě European Aeroallergen Network Server-EAN, a to přispívá k dalšímu zdokonalení pylového zpravodajství v Česku (Rybníček 2022).

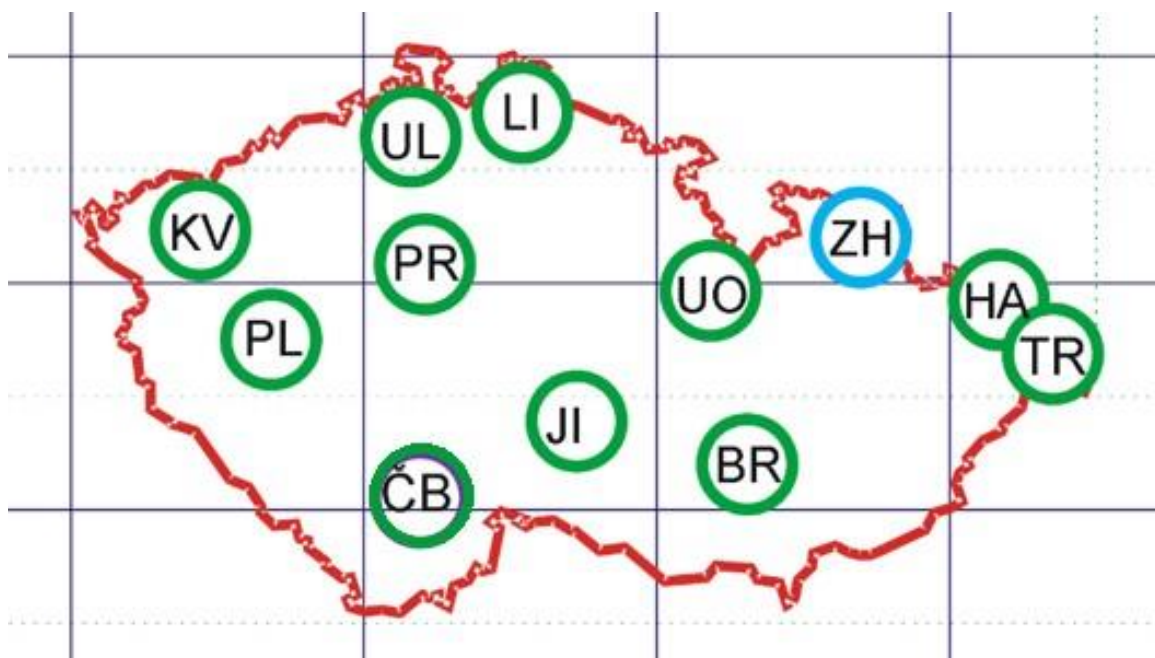
Zpravodajská média pravidelně využívají data z pylové informační služby pro informování veřejnosti o aktuální pylové situaci a jejím dopadu na zdraví a životní prostředí. Tímto způsobem se podporuje povědomí o pylových rizicích a umožňuje občanům přijímat informovaná rozhodnutí ohledně svého zdraví (Rybníček 2022).

3.3.1 Historie pylové služby

Historie pylové informační služby (PIS) sahá až do roku 1873, kdy anglický lékař Blackley začal zkoumat výskyt pylů v ovzduší pomocí sklíček potřených lepem. První pylové monitorovací stanice byly založeny na počátku 20. století v USA a Kanadě (The University of Cambridge 2024). Postupně se v 60. letech 20. století začaly zakládat první stanice pylové informační služby v Evropě. V roce 1986 vznikla první pracovní skupina European Aeroallergen. O dva roky později, v roce 1988, byla zahájena činnost Centrální evropské pylové databanky (EANS) ve Vídni. Tato organizace využívala k vyhodnocování dat volumetrickou metodu. Evropské monitorovací stanice byly postupně propojeny, čímž vznikla celoevropská síť pro sběr dat o pylovém zatížení (Rybníček 2022).

V roce 1992 byla založena pylová informační služba v Československé republice, která dnes shromažďuje data z 12 monitorovacích stanic v České republice. Z těchto stanic je 11 v trvalém provozu. Jednotlivé stanice se nacházejí v městech viz obr. 2 – Ústí nad Labem,

Karlovy Vary, Plzeň, České Budějovice, Ústí nad Orlicí, Praha, Jihlava, Ostrava – Havířov, Liberec, Brno a Třinec. Nestálá 12 stanice je ve Zlatých Horách v Jeseníkách. Stanice používají pylové lapače od společnosti Burkard Manufacturing Co Ltd. Pylová informační služba v České republice poskytuje podrobné informace o výskytu pylu, jeho množství a konkrétním pylovém zatížení v okolí monitorovacích stanic (Hájková et al. 2018).



Obrázek 2 Rozložení stanic PIS na území České republiky, upraveno dle Rybniček (2024)

3.3.2 Zpracování a distribuce výsledků PIS

Pylová informační služba funguje jako integrovaný systém, který sjednocuje data z různých pylových stanic do jednoho celku. Centrální sběrné místo dat sídlí v Brně, kde se zpracovávají údaje z celé České republiky. Následně se předávají do vídeňské centrální evropské databanky. Zde jsou data analyzována a zpracována, aby mohla být distribuována zainteresovaným subjektům, především z oblasti medicíny a ekologie. Pylová informační služba je organizována do tří stupňů distribuce informací (Rybniček 2022):

- Přenos údajů z jednotlivých pylových stanic do regionálního centra v Brně
- Předávání seskupených dat z regionálních center do centrálního evropského centra ve Vídni a distribuce zpracovaných výsledků
- Distribuce zpracovaných celoevropských výsledků pro další vyhodnocení

3.3.3 Pylová sezóna

Alergení rostliny, představující přibližně 30 čeledí rostlin. Zahrnují zástupce jak dřevin, tak bylin. Dřeviny obvykle vykazují vyšší produkci pylu ve srovnání s bylinami. Pyl je přenášen buď větrem (anemofilií) nebo hmyzem (entomofilií). Mezi charakteristické vlastnosti rostlin způsobujících alergie patří vysoká produkce pylu, schopnost přenosu pylu na velké

vzdálenosti, obsah alergenů v pylu a jeho dlouhá přítomnost v ovzduší, závislá na meteorologických podmínkách a dalších faktorech (Hrubíško 2003).

Dolet pylových částic při transportu vzduchem je značně ovlivněn vzdušnými proudy a klimatickými podmínkami. Příznivé podmínky pro šíření pylu zahrnují slunečné, teplé a větrné počasí. Transport vzduchem umožňuje pylu dosáhnout desítek až stovek kilometrů, a to i ve výšce 8-12 km s rychlostí 90-180 km/h. Při ideálních podmínkách může pyl překonat vzdálenost až 3 000 km během jednoho dne. Dálkový transport může přinést do Česka pyl ambrozie – *Ambrosia artemisiifolia*, až z Maďarska (Teřl & Rybníček 2006).

Pylová sezóna je determinována především základními významnými taxony střední Evropy (viz tab. č.1). Mezi tyto taxony patří například ambrozie, která je řazena mezi velmi významnou pylovou skupinu, jako je tomu u pelyňku či břízy. Pylová sezóna je rozdělena do třech období – jarního, letního a podzimního. Během jarního období dominují pyly dřevin, zejména čeledi břízovitých a lískovitých. V létě je hlavním zdrojem polinózy pyl trav, včetně obilovin- př. pšenice (Teřl & Rybníček 2006). V pozdním létě a na podzim se naopak objevují dominantní byliny na ruderalních rostoucích stanovištích ovlivněných člověkem, jako je pelyněk a ambrozie (Hájková et al. 2018).

Tabulka 1 Rozdělení monitorovaných pylů dle významnosti (Státní zdravotní ústav 2024)

Pylová skupina	Zařazené sledované rody rostlin
velmi významný rod	bříza, trávy, pelyněk, ambrózie
významný rod	olše, líska, cypřišovitě
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík, merlíkovité
méně až středně významný rod	řepka olejka, topol, buk, ořešák, lípa, pajasan, hvězdicovité
málo významný rod	tis, borovice, jírovec, kopřiva, javor, mrkvovité

Z tabulky č. 2, která zobrazuje intervaly pylové sezóny sledovaných rostlin poskytované Pylovou informační službou v Praze, je zřejmé, že ambrozie je charakteristická pro podzimní období, zejména od začátku září až po říjen, kdy je pozorována aktivita pylu ambrozie až do 39. týdne v roce a někdy i déle.

Tabulka 2 Interval pylové sezóny sledovaných rostlin (Státní zdravotní ústav 2024)

Období	interval roku	typický představitel
jarní	5. - 13. týden (únor - březen/ duben)	olše, líska, bříza, cypřišovitě
pozdně jarní	14. - 25. týden (duben - červen)	trávy, dřeviny, šťovík, kopřiva
letní	26. - 38. týden (červenec - září)	jitrocel, pelyněk, ambrosia
raně podzimní	39. týden a dále (září - říjen)	ambrozie, spory plísní

3.3.4 Pylový kalendář

Pylový kalendář (tab. č. 3) byl vytvořen na oddělení biometeorologických aplikací Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) v Praze ve spolupráci se Zdravotním ústavem v Ústí nad Labem. Tento kalendář poskytuje přehledné a dobře zdokumentované informace o výskytu pylových taxonů během celé pylové sezóny. V kalendáři jsou zaznamenána průměrná data začátku a konce kvetení pylových druhů rostlin (Hájková et al. 2018).

Dle pylového kalendáře je období kvetení ambrosie stanoveno na srpen a září, s hraničními daty začátku květu v červenci a ukončení v říjnu.

Tabulka 3 Pylový kalendář (Rybniček 2022)

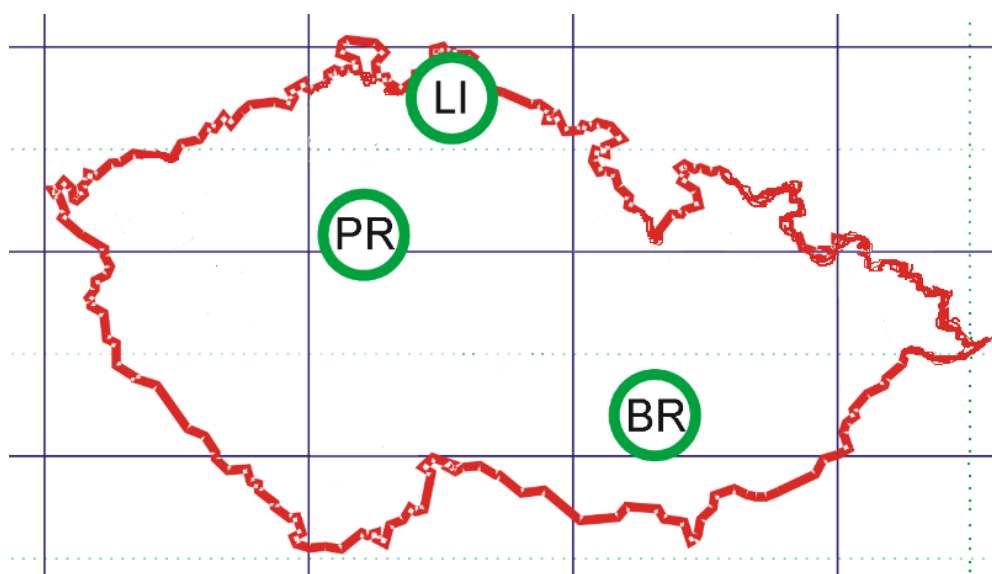
PYLOVÝ KALENDÁŘ											
Druh - česky (latinsky)	měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DŘEVINY											
Líška (<i>Corylus</i>)											
Olše (<i>Alnus</i>)											
Topol (<i>Populus</i>)											
Tis (<i>Taxus</i>)											
Jalovec (<i>Juniperus</i>)											
Bříza (<i>Betula</i>)											
Jasan (<i>Fraxinus</i>)											
Habr (<i>Carpinus</i>)											
Vrba (<i>Salix</i>)											
Javor (<i>Acer</i>)											
Dub (<i>Quercus</i>)											
Platan (<i>Platanus</i>)											
Ořešák (<i>Juglans</i>)											
Jírovec (<i>Aesculus</i>)											
Borovice (<i>Pinus</i>)											
Černý bez (<i>Sambucus n.</i>)											
Pajasan (<i>Ailanthus</i>)											
Lípa (<i>Tilia</i>)											
BYLINY											
Trávy (<i>Poaceae</i>)											
Jitrocel (<i>Plantago</i>)											
Šťovík (<i>Rumex</i>)											
Kopřivovité (<i>Urticaceae</i>)											
Merlíkovité (<i>Chenopodiaceae</i>)											
Pelyněk (<i>Artemisia</i>)											
Chmel (<i>Humulus</i>)											
Ambrózie (<i>Ambrosia</i>)											

4 Metodika

Invazní druhy představují organismy, které byly zavlečeny mimo svůj původní habitat člověkem, buď úmyslně nebo neúmyslně. Tyto druhy se vyznačují rychlým šířením a mohou značit významné nebezpečí pro přírodní ekosystémy (Blackburn et al. 2011). Pro analýzu pylové zátěže rychle se rozšiřujícího druhu v České republice byla použita data z Pylové informační služby (Rybníček 2024). Tyto údaje byly poskytnuty prostřednictvím docenta MUDr. O. Rybníčka, který zaštiťuje celorepublikové záznamy monitoringu a sběru pylových zrn pro Českou republiku. Během jednotlivých let je zachycení pylu významně ovlivněno aktuálním počasím. V této studii je proto zahrnuta hypotéza zkoumající vztah mezi mírou pylových zrn a přírodních faktorů ve stanovených místech měření. K vytvoření klimaticko-statistických modelů pro hodnocení vlivu meteorologických jevů na počet pylu byla využita historická data průměrných teplot a úhrnu srážek České republiky poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze (Portál ČHMÚ: historická data 2024). Srovnání záznamů ambrozie s meteorologickými jevy ve vybraných lokalitách umožňuje posoudit dynamiku změn a dlouhodobé trendy. Tato skutečnost může vést k formulaci strategií v oblasti ochrany životního prostředí a zdravotní prevence.

4.1 Výskyt Ambrozie peřenolisté na třech lokalitách

Monitoring ambrozie peřenolisté na třech lokalitách – Liberec, Praha a Brno – byl prováděn pomocí volumetrické metody na stanicích Pylové informační služby v těchto oblastech. Územní celky byly vybrány na základě předpokladu rozdílných podmínek pro růst tohoto invazního plevele, tak i pro přesné statistické vyhodnocení. Sledování druhu proběhlo v období let 2019 až 2023. V průběhu léta a na přelomu podzimu každého roku byly zaznamenány pylové údaje s cílem porovnání stanic mezi sebou z hlediska pylové zátěže a vyhodnocení nárůstu invazního druhu v uvedeném časovém rozmezí. Na následujícím obrázku je zobrazena mapa s měřicími stanicemi PIS na našem území, které byly zkoumány v rámci studie.

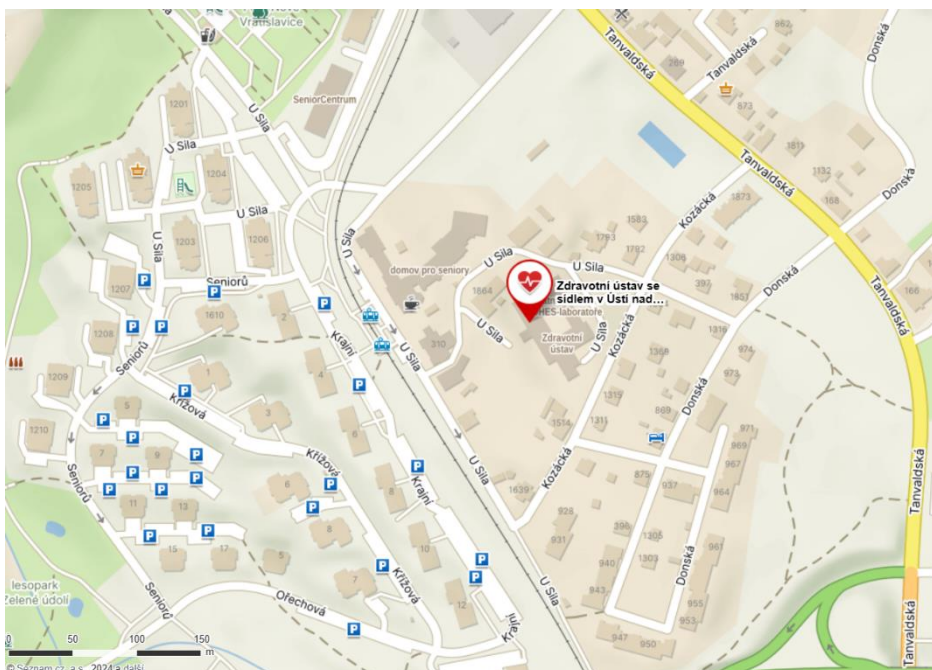


Obrázek 3 Mapa monitorovaných stanic – LI (Liberec), PR (Praha), BR (Brno), upraveno dle Rybníček (2024)

4.1.1 Liberec

Měřicí jednotka v Liberci je umístěna na ploché střeše Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem (viz obr.4), kde dříve sídlila státní veterinární ústav. Lapač Burkad se nachází ve výšce 20 metrů nad zemí ve Vratislavicích v ulici U Sila 1139. Stanice je v provozu více než 20 let. V blízkosti měřidla se rozprostírá zástavba rodinných a panelových domů, zahradní areál sociální péče s výsadbou dřevin – buk, lípa, javor, porosty lísky a olší. V rozmezí 1 a 3 kilometrů jsou situovány souvislé lesní porosty s dominantou smrků a buků.

- Souřadnice: 50°45'9.972'' severní šířky a 15°04'51.420'' východní délky
- Nadmořská výška: 425 m n. m.
- Monitoring: od roku 1995

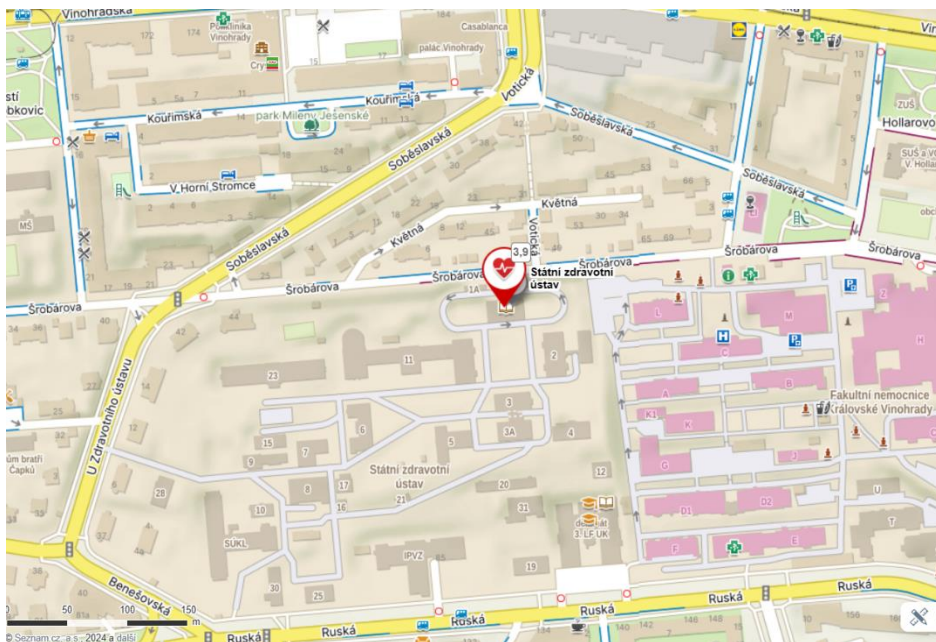


Obrázek 4 Lokace stanice PIS v Liberci (Mapy.cz 2024)

4.1.2 Praha

Pylová stanice v Praze se nachází v areálu Státního zdravotního ústavu (viz obr. 5), kde je na jedné z budov umístěn lapač ve výšce cca 14 metrů nad zemí. Měřicí modul se nalézá na ploché střeše ve Šrobárově ulici, na Praze 10. Ústav je obklopen parkovou výsadbou – trávničky, břízami a jehličnany. Tento areál leží ve východní části centra města, v blízkosti se nalézá vilová čtvrť a fakultní nemocnice. Přibližně 1 kilometr od Státního zdravotního ústavu se rozkládá rozsáhlý komplex Olšanských hřbitovů (Státní zdravotní ústav 2024).

- Souřadnice: 50°05' severní šířky a 14°25' východní délky
- Nadmořská výška: 245,5 m n.m.
- Monitoring: od roku 1993

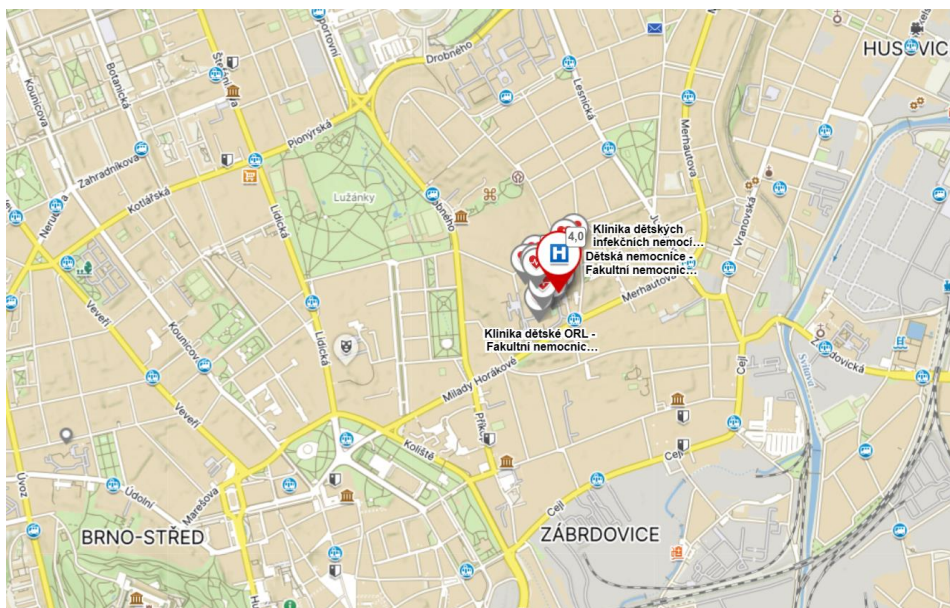


Obrázek 5 Lokace stanice PIS v Praze (Mapy.cz 2024)

4.1.3 Brno

Pylový lapač v rámci Pylové informační služby v Brně je umístěn na ploché střeše Dětské nemocnice – FN Brno (viz obr. 6), ve výšce 15 metrů nad zemí. Měřicí jednotka pylových zrn se nachází v městské zástavbě v areálu fakultní nemocnice Brno (Rybniček 2024).

- Souřadnice: 49°12'20" severní šířky a 16°37'40" východní délky
- Nadmořská výška: 248 m n.m.
- Monitoring: od roku 1992



Obrázek 6 Lokace stanice PIS v Brně (Mapy.cz 2024)

4.2 Metodika sběru pylových zrn

Metodika sběru pylových zrn se dělí na dva hlavní způsoby – gravimetrickou metodu a volumetrickou metodu. Pro tuto studii byla zvolena volumetrická metoda sběru pylových zrn, která je široce používána v současné aerobiologické praxi (Hájková et al. 2018). Volumetrická metoda je považována za klíčovou v aerobiologii (Spieksma et al. 2003) a spočívá v nasávání objemu vzduchu z venkovního prostředí na lepidivé či kultivační médium. Existují dva hlavní typy lapačů pylových zrn využívaných touto metodou (Hájková et al. 2018):

- Lapač nasávající veškerý objem vzduchu na lepidivé médium
- Kultivační lapače, u kterých je vzduch nasáván a následně přiváděn na kultivační médium

Tyto metody poskytují efektivní prostředky pro sběr pylových zrn, které jsou nezbytné pro analýzu aerobiologických dat a sledování pylových sezón.

4.2.1 Volumetrická metoda

V rámci aerobiologických studií je pro sběr pylových zrn nejčastěji využívána volumetrická metoda, ta je i preferována Světovou zdravotnickou organizací. Tato metoda je základní součástí Pylové informační služby v České republice a je zastoupena na všech stanicích po celé zemi (Hájková et al. 2018). Hlavním zařízením používaným pro tuto metodu je lapač Burkard (viz obr. 7), který funguje na principu lepidivého média. Lapač Burkard je standardním vybavením v rámci Pylové informační služby, a proto byl i využit na všech třech stanicích – Liberec, Praha a Brno, kde bylo zkoumáno pylové zatížení ambrozie peřenolisté. Jeho umístění a provoz jsou řízeny specifickými pravidly. Lapač musí být instalován na ploché střeše budovy ve výšce přibližně 15 metrů nad zemí (viz obr.8), přičemž je důležité, aby v jeho okolí nebyly žádné překážky vzdálené méně než 5 metrů, což by mohlo ovlivnit jeho správnou funkci. Vhodné umístění lapače je na střeše budov situovaných v centru měst, s minimálním vlivem průmyslových zón a dopravních tepen (Levetin 2014). U pylových stanic Liberec, Praha a Brno jsou lapače ve výšce–15 m, 14 m a 20 metrů nad zemí na plochých střeších budov, jak je tomu, tak stanoveno.

Samotný lapač pracuje na principu nasávání vzduchu o rychlosti 10 litrů za minutu každý den v týdnu. Nasátý vzduch proudí na snímací jednotku, kde je umístěn otáčivý bubínek, známý jako hodinový strojek (viz obr.9), který se pohybuje rychlostí 2 mm za hodinu. Proti bubínku leží nasávací otvor (Levetin 2014). Po uplynutí sedmidenního období se bubínek otočí o 360 mm s náhradní kapacitou 9 mm, a to umožňuje snadnou výměnu pásky, na níž jsou pylová zrna zachycena. Snímací jednotka je tvořena průhlednou polyesterovou úzkou páskou tzv. Melinex, která je potřena lepidivou látkou, nejčastěji vazelínou, aby byla schopna efektivně zachytit pylová zrna z ovzduší. Pásku je důležité vyměnit ve stejný čas jednou v týdnu po celé období pylové sezóny (Hájková et al. 2018).

Po vyjmutí pásky z hodinového strojku z přístroje Burkard se následně rozdělí snímací jednotka na jednotlivé denní úseky pomocí kalibrovaného pravítka a ukotví na mikroskopické podložní sklíčko. Preparát (viz obr.10) se potře gelvatolem a obarví safraninem. Safranin pomáhá zvýraznit pylová zrna a upřesnit jejich analýzu (Levetin 2014). Po překrytí krycím sklíčkem je připraven mikroskopický preparát, který je následně analyzován pomocí

mikroskopu při 400x násobném zvětšení. Nejprve je nutné spočítat počet horizontálních řad, přičemž každá z nich má šířku zhruba 200 μ m a jsou od sebe vzdáleny přibližně o 1 milimetr, kdy šířka 1 mm odpovídá obsahu spomofor v 1 m³ vzduchu. Pylová zrna jsou identifikována podle svého charakteristického tvaru, velikosti, povrchových skulptur, typu a struktury. Výsledkem této analýzy je denní průměrný počet pylových zrn v 1 m³ vzduchu dané lokality (Levetin 2014).

Pylová stanice v Liberci, Praze a Brně funguje na automatizovaném principu, kdy o provoz monitorovacího zařízení se stará pracovník Pylové informační služby. Sběr dat probíhá jednou týdně, v Liberci tomu je v pondělních ranních hodinách.

Pro účely studie byla vybrána pylová data od poloviny léta do podzimu v letech 2019 až 2023, zaměřující se na pylovou koncentraci ambrosie peřenolisté. Historická data ze tří stanic za pětileté období byla zpracována a následně vyhodnocena pro potřeby studie.



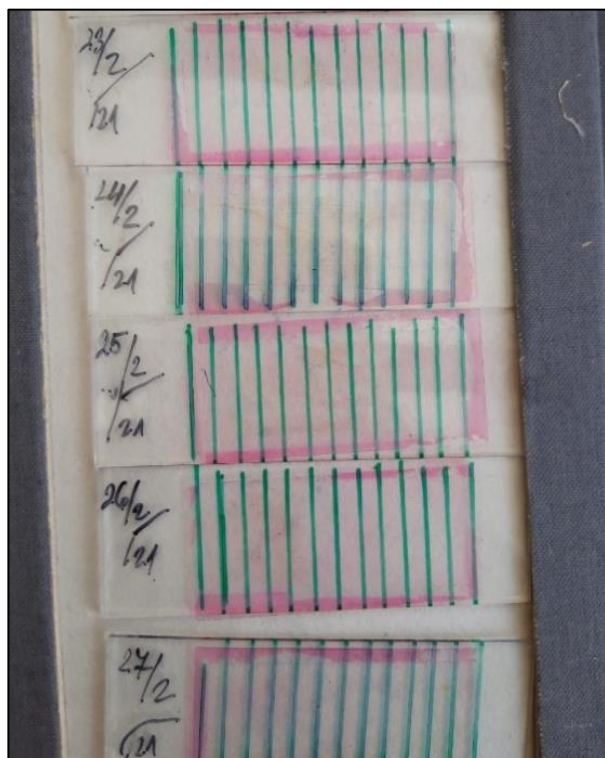
*Obrázek 7 Lapač Burkard
(originální fotografie autorky)*



*Obrázek 8 Umístění lapače
(originální fotografie autorky)*



Obrázek 9 Hodinový strojek
(originální fotografie autorky)



Obrázek 10 Mikroskopické preparáty
(originální fotografie autorky)

4.3 Historická data ČHMÚ

Pro posouzení závislosti mezi pylovým zatížením *Ambrosia artemisiifolia* L. a přírodními podmínkami byla v této studii využita data poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Historické záznamy týkající se charakteru podnebí České republiky byly získány z Portálu ČHMÚ – Historická data (2024). Analyzovala se závislost mezi průměrnou teplotou a pylovou zátěží stejně jako vztah mezi úhrnem srážek a pylovou zátěží. Tyto údaje poskytují důležitý kontext pro pochopení vlivu místních hydrometeorologických podmínek na pylovou situaci v různých částech České republiky, konkrétně v souvislosti s invazním plevelným druhem.

4.3.1 Základní charakteristika stanic

V rámci studie byly zkoumány tři stanice Českého hydrometeorologického ústavu – Liberec, Praha Ruzyně a Brno Tuřany. Na mapě (viz obr. 11) jsou vyznačeny zeleně územní působnosti poboček Liberec, Praha a Brno ČHMÚ. Meteorologické stanice byly vybrány na základě podobných či přibližných lokalit stanic Pylové informační služby. Tím byla zajištěna vhodná reprezentativnost a srovnatelnost dat pylových lapačů a měřících systémů podnebí. Tato volba umožnila správné zhodnocení faktorů na pylovou zátěž ambrosie peřenolisté.

Pro posouzení dlouhodobého horizontu hydrometeorologických záznamů bylo použito pětileté období v závislosti na dvou proměnných, kdy závisle proměnná je počet pylových zrn a jako nezávisle proměnnou je definována průměrná teplota a úhrn srážek.

4.3.1.1 Liberec

Meteorologická stanice v Liberci (U2LIBC01) funguje od roku 2013 až dosud na principu automatizovaného měřicího systému. Je umístěna ve výšce 397,72 metrů nad mořem a patří do povodí Lužické Nisy (Český hydrometeorologický ústav 2024).

- Souřadnice: 50°46'11" zem. šířka, 15°01'26" zem. délka

4.3.1.2 Praha – Ruzyně

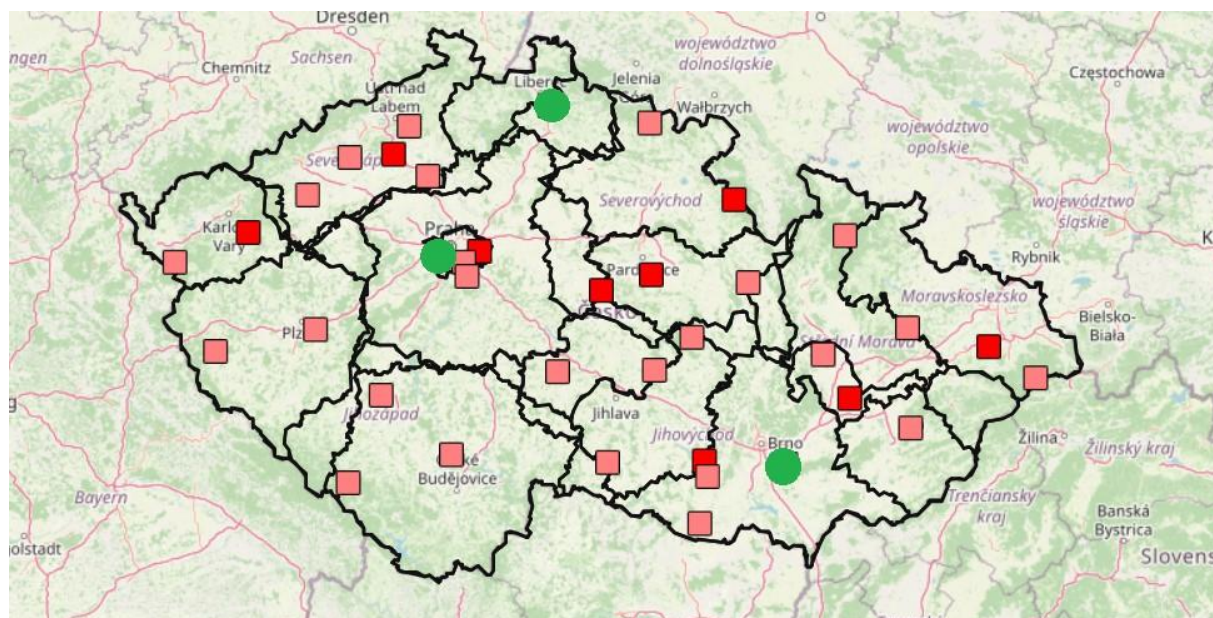
Stanice Praha – Ruzyně (P1PRUZ01) je v provozu od ledna roku 2000 doposud. Nachází se ve výšce 364 metrů nad mořem a spadá do povodí Vltavy. Jedná se o meteorologickou stanici s profesionální obsluhou a automatizovaným měřicím systémem (Český hydrometeorologický ústav 2024).

- Souřadnice: 50°06'01" zem. šířka, 14°15'20" zem. délka

4.3.1.3 Brno – Tuřany

Stanice v Brně – Tuřanech (B2BTUR01) je další meteorologickou stanicí s obdobnými charakteristikami, umístěnou ve výšce 241 metrů nad mořem a také v povodí Vltavy, jako je tomu tak u stanice Praha – Ruzyně. Jedná se o nejstarší AMS = meteorologická stanice s profesionální obsluhou a automatizovaným měřicím systémem, z těchto tří jmenovaných stanic, která je funkční od roku 1997 až dodnes (Český hydrometeorologický ústav 2024).

- Souřadnice: 49°09'11" zeměpisná šířka, 16°41'20" zeměpisná délka



Obrázek 11 Mapa stanic ČHMÚ upraveno dle Českého hydrometeorologického ústavu (2024)

4.4 Interpretace statistických metod

Tato kapitola je zaměřena na interpretaci statistických metod, které poskytují základ pro analýzu výsledků, především pak na Analýzu rozptylu a Korelační, regresní analýzu.

4.4.1 Analýza rozptylu

Analýza rozptylu (ANOVA), též známá jako test variance z anglického pojmu Analysis of variance, je základní statistická metoda používaná k testování hypotéz o středních hodnotách více než dvou sledovaných skupin (Zar 2010; Motyčka & Tůmová 2012). ANOVA zkoumá variabilitu jak mezi jednotlivými výběry, tak i uvnitř jednotlivých souborů. Použití analýzy jako parametrické metody vyžaduje splnění několika předpokladů, zejména normality dat a homogenity rozptylu (Zar 2010; Woolson & Clarke 2002). Toto statistické testování je často využíváno pro porovnání více skupin v širokém spektru oborů, jako jsou medicína, biologie, ekonomie, sociologie a další disciplíny. (Motyčka & Tůmová 2012).

4.4.2 Korelační a regresní analýza

Korelační analýza se zaměřuje na zkoumání statistické závislosti vzájemných, obvykle lineárních, vztahů mezi různými proměnnými, přičemž klade důraz na intenzitu těchto vztahů spíše než na jejich směr příčiny a následku. Tato analýza popisuje, jak změna úrovně jedné proměnné ovlivňuje změnu úrovně jiných proměnných, které jsou měřeny kvantitativně. Korelační koeficient je vhodnou mírou těsnosti statistické závislosti mezi proměnnými. V základním slova smyslu označuje korelace míru stupně asociace dvou proměnných. Korelační analýza je užitečná při posuzování lineární závislosti mezi náhodnými veličinami. Korelace vyjadřuje statistickou závislost mezi dvěma kvantitativními proměnnými, což znamená, že určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné (Hendl 2012; Field 2018). Tyto vlastnosti jsou klíčové pro pochopení vztahů mezi různými faktory, jako jsou teplota vzduchu, úhrn srážek a pyl, což nám umožní provádět důkladnou analýzu výsledků a odhalovat potenciální trendy a vzory v datech.

Korelace se stanovuje regresně proměnnými veličinami X a Y, kdy nezávisle proměnná je X a závisle proměnná je Y (Hendl 2012). V této studii veličina X představuje úhrn srážek a průměrnou teplotu vzduchu a Y počet pylových zrn. Sílu tohoto lineárního vztahu vyjadřuje korelační koeficient, který nabývá hodnot od -1 do +1. Hodnota -1 znamená úplnou negativní korelaci, hodnota +1 pozitivní korelaci a hodnota 0 žádnou korelaci mezi proměnnými X a Y. Korelaci r ve své síle závislosti je možné klasifikovat do čtyř kategorií (Field 2018):

- Slabá 0,1–0,3
- Střední 0,4–0,6
- Silná 0,7–0,8
- Velmi silná větší než 0,9

5 Výsledky

V této studii jsou prezentovány výsledky pylového zatížení *Ambrosia artemisiifolia* L. ve třech regionech – Liberec, Praha a Brno – v období let 2019 až 2023. Cílem analýzy je poskytnout informace o rozdílech pylové koncentrace invazního druhu v těchto oblastech a sledovat jejich vývoj v průběhu pětiletého období. Studie se opírá o sběr vzorků z Pylové informační služby (Rybníček 2024) a historických dat z Českého hydrometeorologického ústavu (2024). Práce dále analyzuje dlouhodobé trendy a dynamiku změn pylového zatížení v jednotlivých letech s ohledem na aktuální meteorologické podmínky – úhrn srážek a průměrnou teplotu vzduchu.

5.1 Pylová sezóna *Ambrosia artemisiifolia* L. 2019-2023

Tabulka 4 Pylové sezóny Liberec, Praha, Brno 2019-2023

Délka pylové sezóny	LIBEREC	PRAHA	BRNO
2019	24.8.-24.9.	23.8.-24.9.	28.7.-13.10.
2020	22.8.-2.10.	17.8.-22.9.	2.8.-7.10.
2021	29.8.-30.10.	31.8.-10.10.	22.7.-24.10.
2022	5.8.-8.9.	25.8.-11.9.	25.7.-11.10.
2023	14.8.-28.9.	16.8.-29.9.	2.8.-30.9.

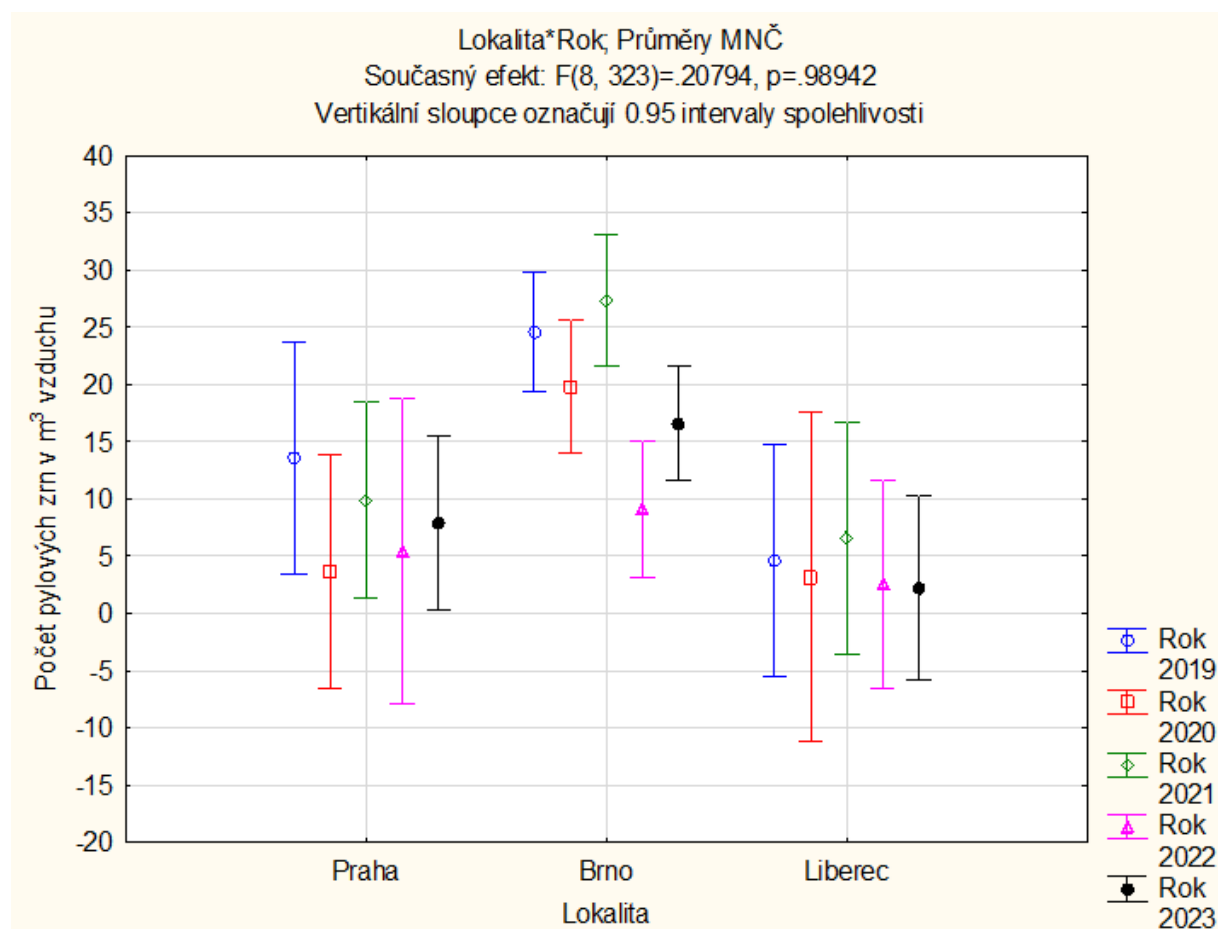
V tabulce č. 4 je patrná variabilita délky pylové sezóny *Ambrosia artemisiifolia* L. mezi sledovanými měřicími stanicemi Pylové informační služby. Veškerá data byla získána pomocí lapačů Burkard provozovaných Pylovou informační službou. Ze zkoumaných dat vyplývá, že pylová sezóna ambrosie začíná z velké míry v srpnu, i přesto dochází k výjimkám u stanice v Brně v letech 2021 a 2022, kdy již 22. a 25. července začal monitoring pylu, což nasvědčuje brzkému rozšíření druhu v ovzduší na území Brna roku 2021-2022. První záznamy pylu v Liberci započaly 5. srpna 2022, zatímco v Praze tomu tak bylo déle, a to 16. srpna roku 2023. Rozdílnost délek pylové sezóny je zjevný i u konce sběru dat v podzimních měsících, který je buď v září nebo dokonce až v říjnu. Nejvíce se tento pozdní trend objevoval v Brně v ročnících 2019, 2020, 2021 a 2022, ale i např. v Liberci roku 2021. Největší rozdíl v datu sběru byl zaznamenán 24. října roku 2021 v Brně. Oproti tomu nejkratší období pylové sezóny končilo již 8. září na Liberecku.

Tabulka 5 Celkové koncentrace pylu v ovzduší 2019-2023

<i>Celková pylová koncentrace 2019-2023</i>	LIBEREC	PRAHA	BRNO
2019	55	163	1132
2020	19	44	713
2021	79	169	1039
2022	39	38	319
2023	42	166	829

Z tabulky č. 5 vyplývá, že největší celková pylová koncentrace v m³ vzduchu v období let 2019-2023 byla zaznamenána u stanice v Brně, kde došlo k významnému rozdílu ve srovnání s pylovými stanicemi v Liberci a Praze. Nejvyšší dosažené hodnoty byly monitorovány v Brně v letech 2019 (1132 pylových zrn) a 2021 (1039 pylových zrn), zatímco nejnižší koncentrace byla v roce 2022 (319 pylových zrn). Stanice v Praze se umístila na druhém místě s průměrnými hodnotami s výkyvem v letech 2019 (163 pylových zrn), 2021 (169 pylových zrn) a 2023 (166 pylových zrn), přičemž nejslabším ročníkem byl rok 2022 (38 pylových zrn). Nejnižší roční hodnoty byly naměřeny v Liberci, kde se pohybovaly od 19 do 79 pylových zrn. Tyto hodnoty jsou výrazně nižší než u Brna. Celkově lze konstatovat, že Brno je hlavní lokalitou s nejvyššími pylovými ročními daty ambrozie peřenolisté (celkově 4032 pylových zrn) ve sledovaném období.

Graf 1 Porovnání průměrné koncentrace pylových zrn na stanicích Liberec, Praha a Brno 2019-2023, Faktoriální ANOVA. $F(8,323)=0,20794$, $p=0,98942$.

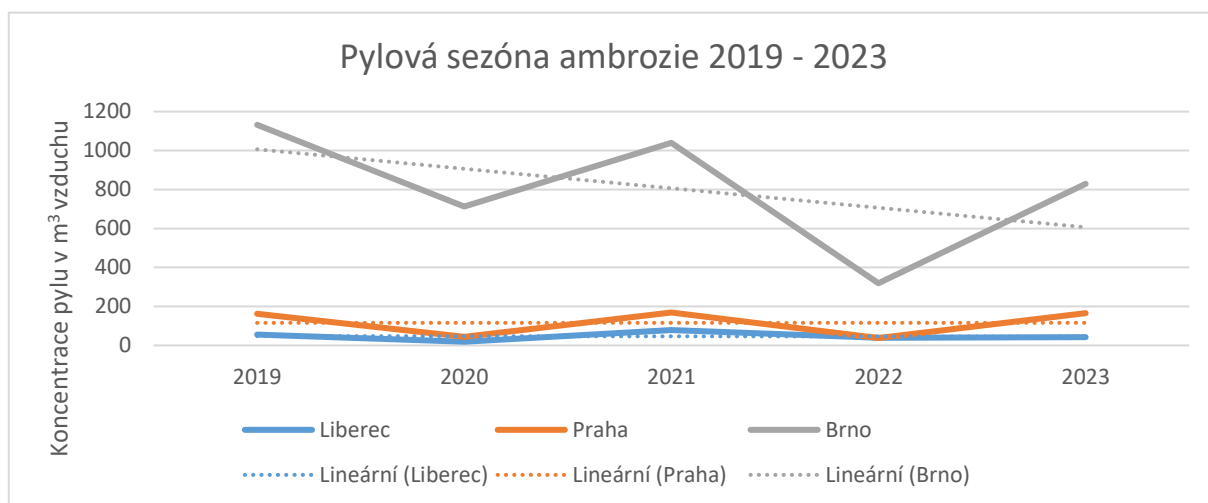


Graf č. 1 znázorňuje výsledky statistické analýzy, zabývající se průměrnou koncentrací pylových zrn invazního plevelného druhu u jednotlivých stanic Pylové informační služby – Liberec, Praha a Brno mezi pěti zkoumanými roky. Nejvyšší průměr počtu pylu v m^3 vzduchu ambrosie byl naměřen u stanice v Brně v roce 2019 (24,60 pylových zrn) a roku 2021 (27,34 pylových zrn), naopak nejnižší v Liberci v roce 2022 (2,60 pylových zrn) a 2023 (2,21 pylových zrn). Nejmenší průměrné rozdíly mezi jednotlivými lety byly zaznamenány v Liberci (nejnižší průměr 2,21, nejvyšší 6,58 pylových zrn). Největšího rozdílu mezi ročníky dosáhlo Brno (nejnižší průměr 9,11, nejvyšší 27,34 pylových zrn). U většiny stanic dosáhl průměrný počet pylu vyšších hodnot v roce 2021, výjimka je pouze u stanice v Praze, kde výkyv pylu dosáhl již v roce 2019 (13,58 pylových zrn). Praha se držela konstantních středových hodnot po celou dobu pozorovaných ročníků, neměla nejvyšší ani nejnižší průměrné rozdíly.

Ze všech dat je zřejmé, že existují statisticky významné rozdíly v hodnotách pylu pouze u zkoumaných lokalit, nikoli mezi ročníky. Konkrétní hodnoty vyhodnocené pomocí Fisherova LSD testu jsou v příloze č. I.

5.1.1 Lineární typ trendu pylové sezóny *Ambrosia artemisiifolia* L. během období 2019–2023

Graf 2 Lineární trend spojnicového grafu pylové sezóny ambrozie 2019-2023



Na základě grafického výstupu č. 2 zobrazeného lineárního trendu pylové sezóny *Ambrosia artemisiifolia* L. lze pozorovat viditelný vývoj časových os koncentrace pylu ve vzduchu. Trendová složka časové řady zkoumaného jevu poukazuje na pětileté období od roku 2019 do roku 2023. Demonstruje lineární trend dlouhodobých dat třech pylových stanic PIS České republiky – Liberec, Praha a Brno. Analýza spojnicového grafu odhaluje, že na stanici v Brně dochází ke klesajícímu trendu, zatímco v Praze je pozorovatelný mírně rostoucí konstantní trend. Pylová stanice v Liberci vykazuje nejnižší hodnoty koncentrace pylu, což odpovídá časové řadě bez trendu. I přesto jsou zde zaznamenány výkyvy počtu pylových zrn, jako tomu bylo v roce 2021. U ročních dat v Brně jsou viditelné výrazné výkyvy v letech 2019 a 2021, oproti tomu k poklesu došlo v roce 2022. V Praze byly roky 2019, 2021 a 2023 charakterizovány vyšší koncentrací. Z průběhu sledovaného období 2019-2023 bylo zjištěno, že nejvyšší dosažené hodnoty pylu ambrozie peřenolisté byly naměřeny v Brně ve srovnání s ostatními stanicemi (Liberec, Praha).

5.2 Lineární regresní model pro odhad závislosti pylových zrn na teplotních charakteristikách a srážkách

Pro odhad závislosti pylových zrn na teplotních charakteristikách a srážkách byly aplikovány lineární regresní modely, vyjádřené následovně:

$$Y = a + b \cdot \text{průměrná teplota } (^\circ\text{C})$$

$$Y = a + b \cdot \text{úhrn srážek (mm)}$$

Konstanta Y znázorňuje počet pylu. Hodnota a vyjadřuje hypotetickou konstantu, představující vertikální posun přímky při nulové hodnotě vstupního parametru, hodnota b je šikmost, která indikuje symetrii rozložení hodnot kolem průměru (Field 2018). Parametry teplota a srážky představují zkoumané vlivy.

Pro korelační analýzu u jednotlivých let se stanovují korelační koeficienty, které měří vztah mezi koncentrací pylových zrn a teplotou vzduchu a úhrnem srážek. Korelační koeficient r vyjadřuje těsnost vazby mezi odchylkami pylu a teplotou a srážkami. Klasifikace korelace se řídí hodnotami koeficientu r . Ty se pohybují od -1 do $+1$, s hodnotami pro slabou, střední, silnou a velmi silnou závislost (Hendl 2012).

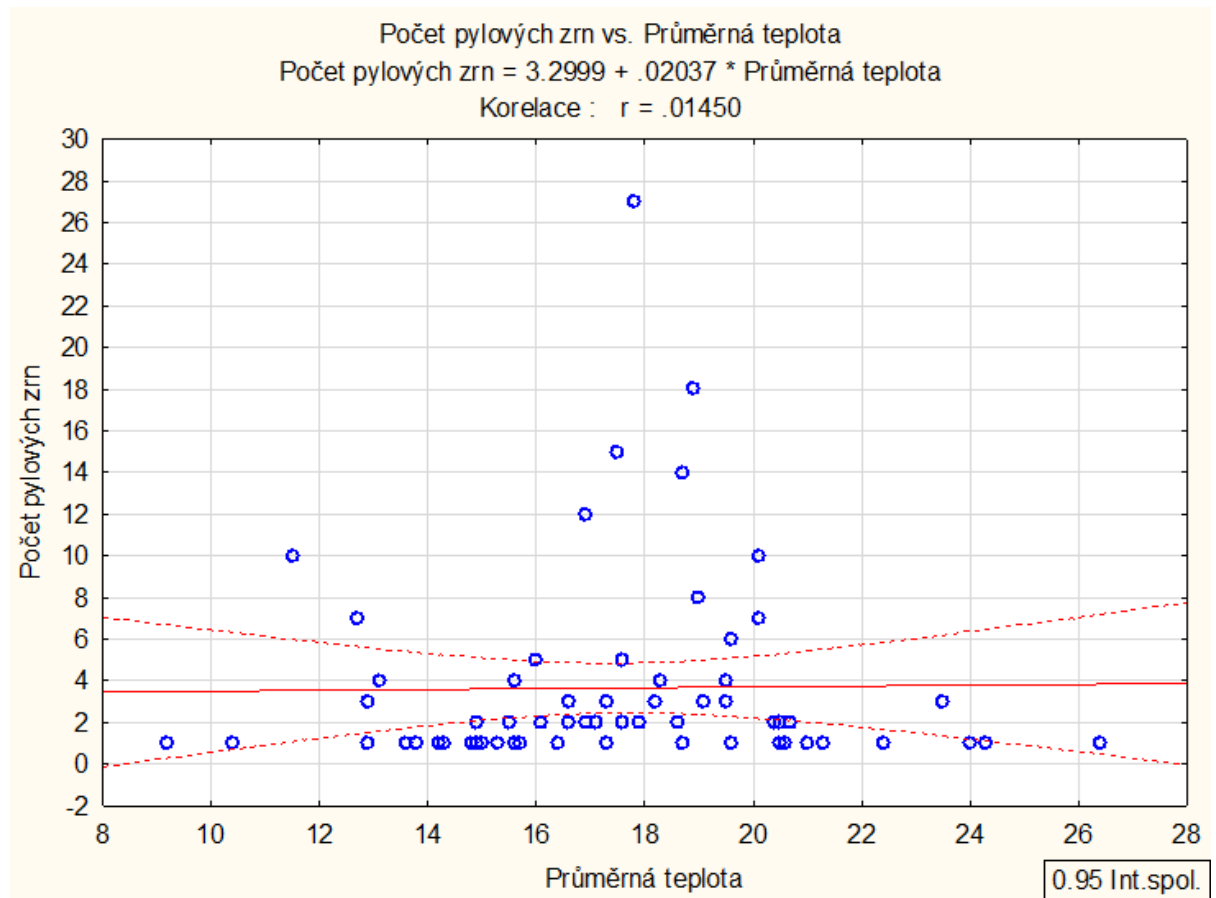
Koeficient determinace vyjadřuje, do jaké míry veličina nezávisle proměnná (srážky a teplota vzduchu) ovlivňuje veličinu závisle proměnnou (počet pylových zrn). Hladina významnosti určuje, zda je tento model statisticky významný či nikoliv, a je vyjádřena prahovou hodnotou. Pokud je p – hodnota testovacího kritéria menší než hladina významnosti, je model statisticky významný, pokud tomu je naopak a hodnota p je vyšší, je model statisticky nevýznamný (Field 2018).

5.2.1 Vliv průměrné teploty vzduchu na počet pylových zrn

Graf č. 3, 4 a 5 znázorňuje statistickou analýzu vztahu mezi počtem pylových zrn ambrozie peřenolisté a průměrnou teplotou vzduchu z dat Českého hydrometeorologického ústavu (2024).

5.2.1.1 Liberec

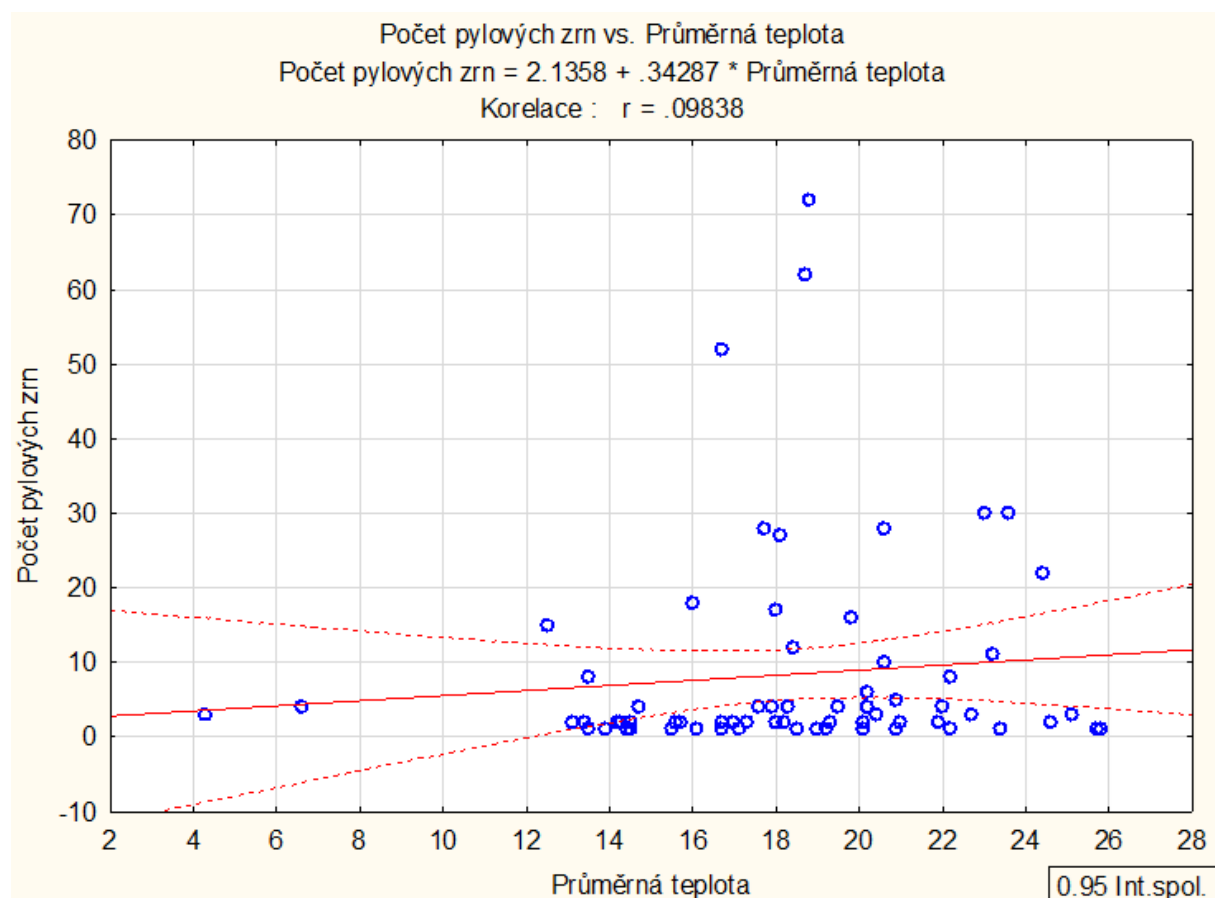
Graf 3 Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu – Liberec, 2019-2023. $F(1,62)=0,0130$, $p= 0,909$. Interval spolehlivosti 0,95.



Z výsledků provedené korelační analýzy vyplývá, že nedochází k pozorovatelnému vztahu mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou. Změna jednoho z těchto atributů nevykazuje významný vliv na změnu druhého. Analýza neprokázala existenci korelace v lokalitě Liberec.

5.2.1.2 Praha

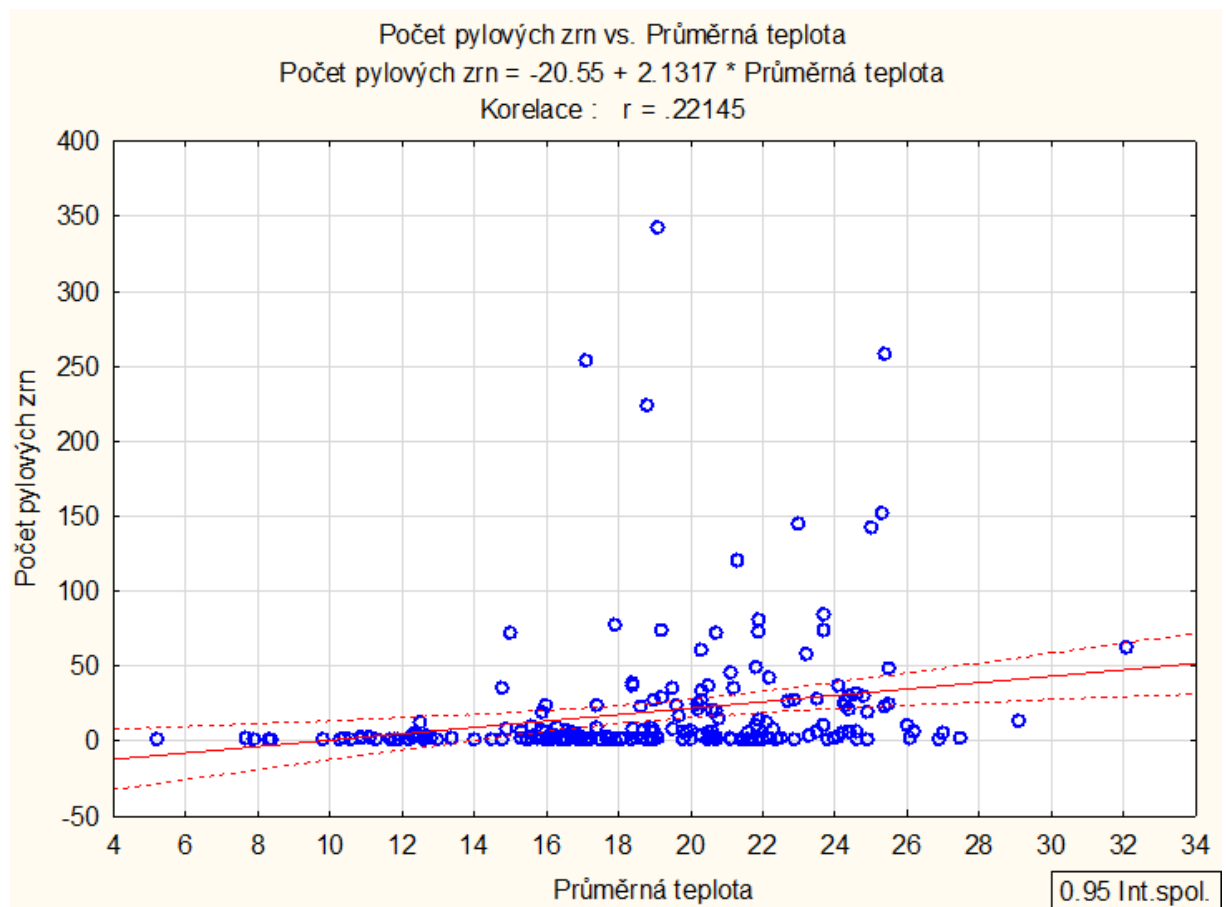
Graf 4 Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu – Praha, 2019-2023. $F(1,67)=0,654$, $p= 0,421$. Interval spolehlivosti 0,95.



Z výsledků provedené korelační analýzy nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou. Zjištěné hodnoty naznačují, že změna jednoho z těchto atributů nevykazuje významný vliv na změnu druhého. Analýza neprokázala existenci korelace v lokalitě Praha. Nicméně pozorovaný trend naznačuje mírně rostoucí počet pylových zrn s rostoucí průměrnou teplotou vzduchu.

5.2.1.3 Brno

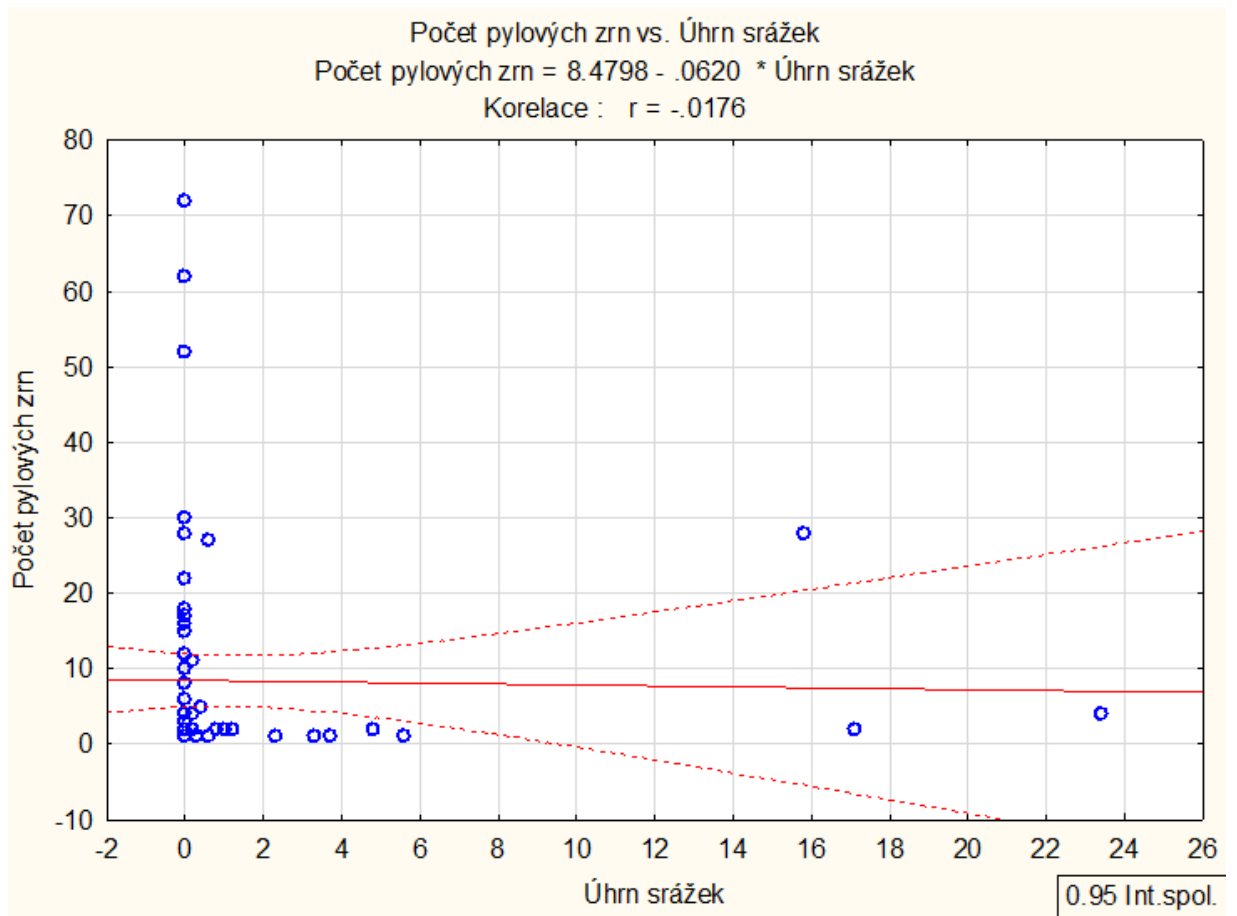
Graf 5 Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu – Brno, 2019-2023. $F(1,203)=1,769$, $p=0,184$. Interval spolehlivosti 0,95.



Z výsledků provedené korelační analýzy plyne potvrzení existence vztahu mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu. Zjištěný korelační koeficient vyjadřuje slabou závislost ($r = 0,22$). To naznačuje, že tento vztah není příliš silný. Avšak pozorovaný trend indikuje, že s nárůstem průměrné teploty vzduchu roste i počet pylových zrn v lokalitě Brno.

5.2.2.2 Praha

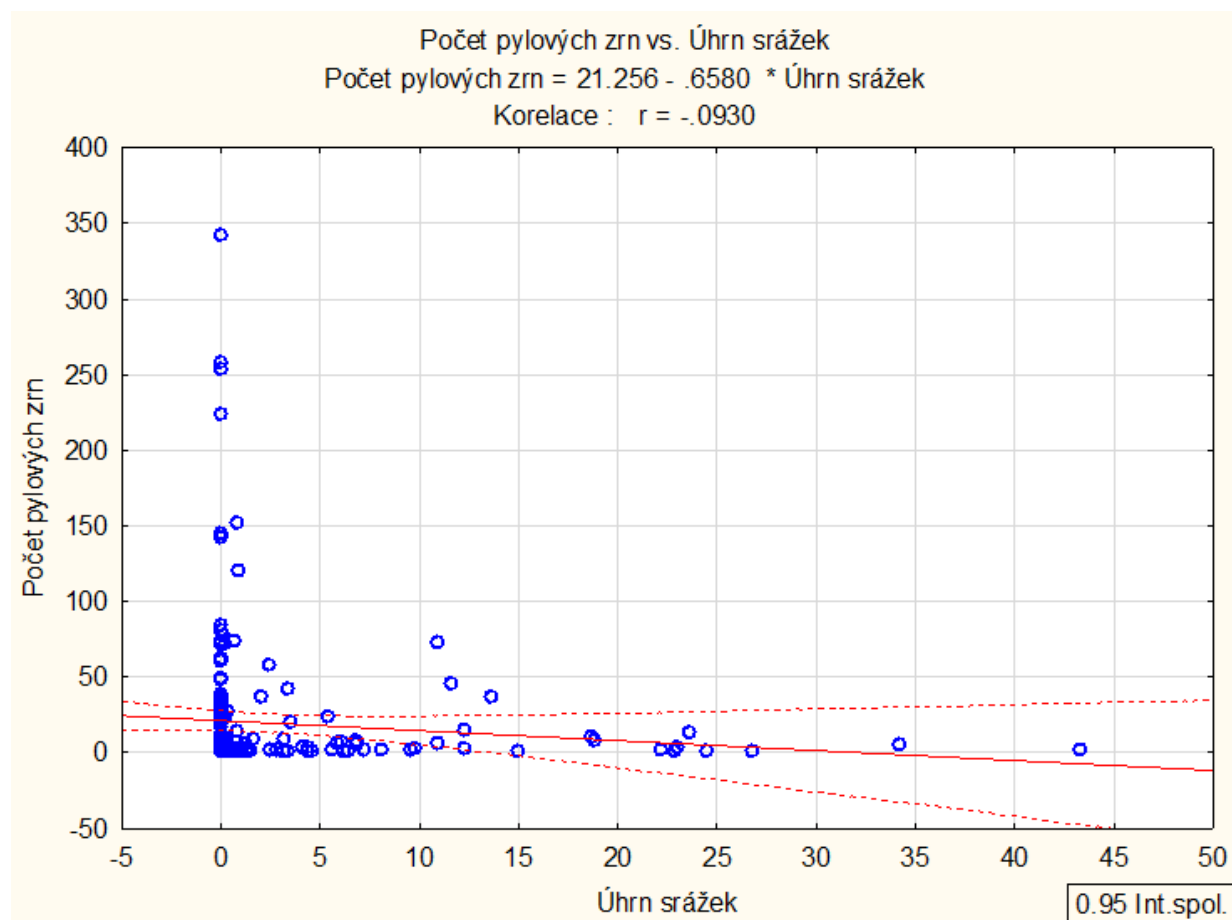
Graf 7 Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi počtem pylových zrn a úhrnem srážek – Praha, 2019-2023. $F(1,67)=0,020$, $p= 0,885$. Interval spolehlivosti 0,95.



Z provedené korelační analýzy nevyplyvá statisticky významná spojitost mezi počtem pylových zrn a množstvím srážek. Získané výsledky naznačují, že změna jednoho z těchto faktorů nemá markantní vliv na druhý. Pro lokalitu Praha nebyla ve výzkumu prokázána korelace.

5.2.2.3 Brno

Graf 8 Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi počtem pylových zrn a úhrnem srážek – Brno, 2019-2023. $F(1,203)=1,769$, $p=0,184$. Interval spolehlivosti 0,95.



Z výsledků korelační analýzy neexistuje vztah mezi počtem pylových zrn a úhrnem srážek. Změna jednoho z těchto faktorů nemá výrazný dopad na druhý. Pro lokalitu Brno nebyla ve výzkumu prokázána žádná korelace.

5.2.3 Parametry modelu pro studium vlivu teploty vzduchu a úhrnu srážek na pylová zrna u konkrétních let

Tabulka 6 Parametry kvality modelu použitého pro hodnocení vlivu teplotních a srážkových anomálií na pyl – Liberec

Rok	a konstanta		b šikmost		r		R ² (%)		p – hladina významnosti	
	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky
2019	4.377	4.533	0.012	0.427	0.007	0.026	0	0	0.981	0.935
2020	-16.752	3.398	1.141	-0.078	0.816	-0.256	66.741	6.587	0.047	0.623
2021	-31.93	1.972	2.586	0.18	0.711	0.836	50.599	69.988	0.009	0
2022	1.761	9.231	0.045	-0.035	0.058	-0.017	0.336	0.29	0.837	0.922
2023	1.803	2.284	0.021	-0.059	-0.038	-0.105	0.148	1.117	0.875	0.666

Šedý odstín je odhad modelů. Klasifikace korelace r:

slabá	střední	silná
-------	---------	-------

Naměřené hodnoty pylových zrn v lokalitě Liberec byly analyzovány s teplotními a srážkovými charakteristikami, jak ilustruje tabulka č. 6. Každý vztah byl zhodnocen s ohledem na konkrétní rok.

V letech 2020 a 2021 byla zaznamenána silná závislost mezi pylovými zrny a teplotními jevy, což podporuje hypotézu v daných letech v Liberci. V ostatních obdobích nelze potvrdit existenci závislosti, neboť v letech 2019 a 2022 nebyla pozorována žádná významná korelace a v roce 2023 došlo dokonce k opačnému jevu, kdy se s rostoucí teplotou snižoval počet pylových zrn v ovzduší. Tato proměnlivost hodnot v průběhu jednotlivých let vyvrací hypotézu o stálém vztahu mezi teplotou a koncentrací pylu.

Hypotéza o závislosti mezi úhrnem srážek a počtem pylových zrn byla potvrzena pouze v jediném případě, a to v roce 2020 s pouze slabou mírou závislosti. U ostatních let buď hypotéza nebyla potvrzena a korelace dosáhla nulových hodnot, nebo byl zaznamenán opačný jev, kdy se s rostoucím úhrnem srážek zvyšoval počet pylových zrn v ovzduší. To nastalo v letech 2021 a 2023. Na základě získaných dat nelze s jistotou předpovědět koncentraci pylu v ovzduší dle teplotních a srážkových jevů, a proto je třeba zamítnout hypotézu o jejich vlivu.

Tabulka 7 Parametry kvality modelu použitého pro hodnocení vlivu teplotních a srážkových anomálií na pyl – Praha

Rok	a konstanta		b šikmost		r		R ² (%)		p – hladina významnosti	
	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	Srážky
2019	-11.317	12.239	1.281	0.959	0.513	0.390	26.404	15.283	0.087	0.208
2020	11.846	3.633	-0.445	0.016	-0.241	0.023	5.820	0.05	0.449	0.941
2021	-11.387	11.151	1.413	-0.762	0.281	-0.162	7.940	26.345	0.272	0.533
2022	5.828	6.975	-0.221	-1.139	-0.006	-0.204	0.0004	4.169	0.988	0.660
2023	25.703	8.521	-0.878	-2.490	-0.209	-0.145	4.388	2.130	0.362	0.527

Šedý odstín je odhad modelů. Klasifikace korelace r:

slabá	střední	silná
-------	---------	-------

Naměřené hodnoty pylových zrn v lokalitě Praha byly analyzovány s teplotními a srážkovými anomáliemi viz tab. č. 7. Každý vztah byl posouzen s ohledem na konkrétní rok.

V roce 2019 byla pozorována střední závislost mezi pylovými zrny a teplotními jevy, což značí existenci spojitosti mezi oběma proměnnými. Tento trend se mírně projevil i v roce 2021, ale se slabou mírou závislosti. V dalších letech byla zaznamenána závislost opačného charakteru, která nekoresponduje s hypotézou vlivu meteorologických jevů na počet pylových zrn v ovzduší. Záporný vztah naznačuje, že se zvyšující se teplotou dochází k poklesu pylových zrn v ovzduší. Tento trend byl zřetelný v letech 2020 a 2023. To naznačuje, že závislost průměrné teploty vzduchu není konzistentní a může být proměnlivá v jednotlivých letech.

Hypotéza o vztahu mezi úhrnem srážek a počtem pylových zrn byla potvrzena v několika případech, konkrétně v letech 2021 až 2023. V těchto ročnících byla pozorována slabá závislost, kdy se se zvyšujícím se úhrnem srážek snižoval počet pylových zrn ve vzduchu. Nicméně, i přes tato zjištění nelze hypotézu plně potvrdit, neboť v roce 2020 nebyla zaznamenána žádná závislost, a v roce 2019 byla pozorována opačná tendence, kdy s rostoucím úhrnem srážek docházelo k nárůstu pylových zrn ambrozie peřenolisté.

Tabulka 8 Parametry kvality modelu použitého pro hodnocení vlivu teplotních a srážkových anomálií na pyl – Brno

Rok	a konstanta		b šikmost		r		R ² (%)		p – hladina významnosti	
	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky
2019	-58.188	26.937	4.551	-0.789	0.436	-0.115	19.07	1.324	0.002	0.446
2020	-45.013	22.112	3.35	-0.705	0.377	-0.161	14.2580	2.598	0.023	0.347
2021	-8.978	29.947	2.183	-1.549	0.134	-0.102	7.9400	1.050	0.42	0.54
2022	-5.728	9.231	0.817	-0.035	0.266	-0.017	7.079	0.29	0.122	0.922
2023	-28.74	17.074	2.123	-0.399	0.385	-0.091	14.852	0.837	0.005	0.527

Šedý odstín je odhad modelů. Klasifikace korelace r:

slabá	střední	silná
-------	---------	-------

Hodnoty koncentrace pylových zrn v oblasti Brno byly zkoumány v souvislosti s teplotními a srážkovými anomáliemi, jak je patrné z tabulky č. 8. Veškeré vztahy byly posuzovány s ohledem na konkrétní rok.

V roce 2019 byla pozorována střední závislost mezi pylovými zrny a průměrnou teplotou. To naznačuje existenci spojitosti mezi oběma proměnnými. Tento výsledek se mírně projevil i v letech 2020 až 2023, avšak s nižší mírou závislosti. Všechny roky potvrdily hypotézu o vlivu teploty na pylová zrna v ovzduší, ačkoli v některých případech byla závislost velmi slabá.

Hypotéza o vztahu mezi úhrnem srážek a počtem pylových zrn byla potvrzena skoro ve všech případech, konkrétně v letech 2019 až 2021. V těchto ročnících byla pozorována slabá závislost, kdy se se zvyšujícím se úhrnem srážek snižoval počet pylových zrn ve vzduchu. Nicméně i přes tato zjištění nelze hypotézu plně potvrdit, neboť v letech 2022 a 2023 nebyla zaznamenána žádná závislost.

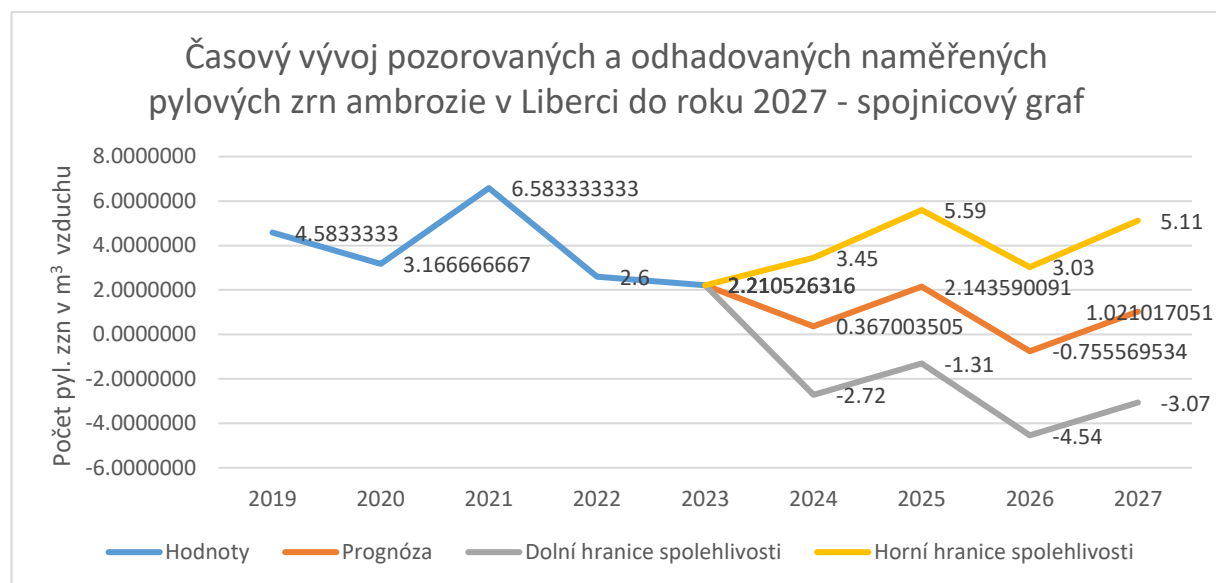
Podle stanovené hypotézy lze usoudit, že lokalita Brno vykázala jedinou signifikantní závislost mezi koncentrací pylových zrn a přírodními podmínkami. Téměř ve všech případech byla prokázána korelace jak s průměrnou teplotou, tak i s úhrnem srážek. U srážek byla zjištěna v letech 2022-2023 závislost velmi nízká až téměř nulová, ale v předchozích letech byla tato hypotéza potvrzena.

5.3 Prognóza pylové aktivity ambrozie peřenolisté

V následující části byla provedena prognóza vycházející z dat z let 2019-2023 podle pylových záznamů – Liberec, Praha a Brno. Na základě výsledků prognózy byl odhadnut vývoj ambrozie peřenolisté v ovzduší. Z vyhodnocených dat lze definovat vztah závislosti jen v několika případech.

5.3.1 Liberec

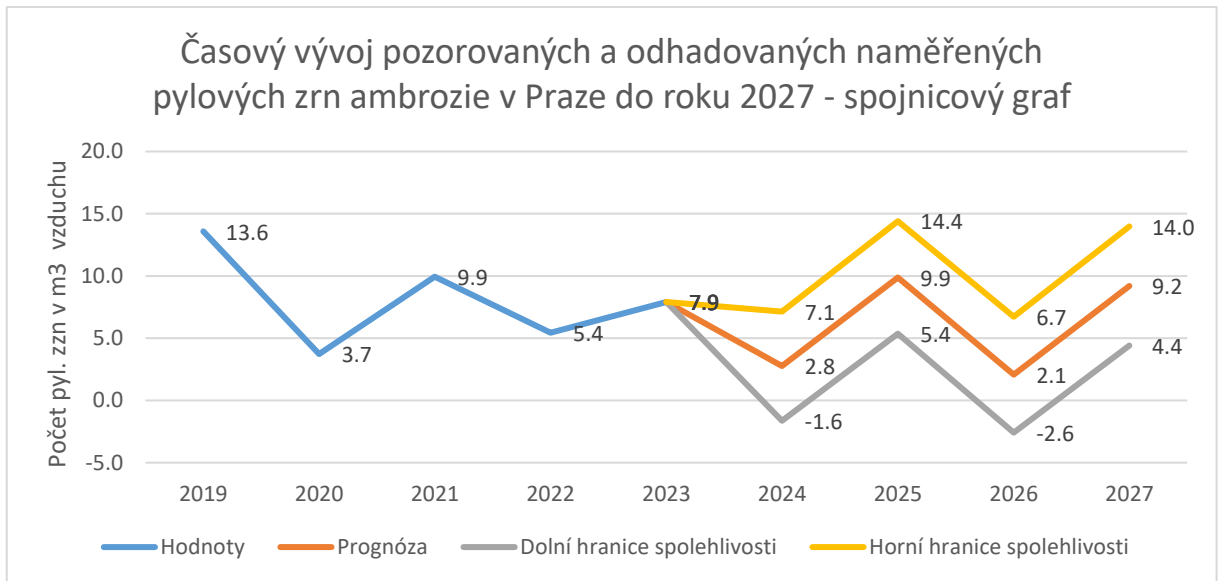
Graf 9 Časový vývoj ambrozie Liberec 2019–2027



Pomocí funkce list Prognózy v Excelu byl vygenerován graf č. 9, kde lze názorně vidět odhadovaný časový vývoj naměřených pylových dat ambrozie peřenolisté v Liberci. Dle spojnicového grafu lze vyhodnotit odhadovaný vývoj průměrné koncentrace pylu s horní a spodní 95% hranicí spolehlivosti. Žlutě jsou vyznačeny hodnoty, které jsou vyšší než koncentrace pylu v roce 2023. Šedě zvýrazněné hodnoty jsou nižší, než průměrný počet pylu v roce 2023. Vzhledem k šířce intervalu spolehlivosti, jsou data spíše kolísavá a dosahují dle predikce vyšších průměrných hodnot v roce 2025 (2,143 pylových zrn) s horní hranicí spolehlivosti 5,59 pylových zrn v průměru.

5.3.2 Praha

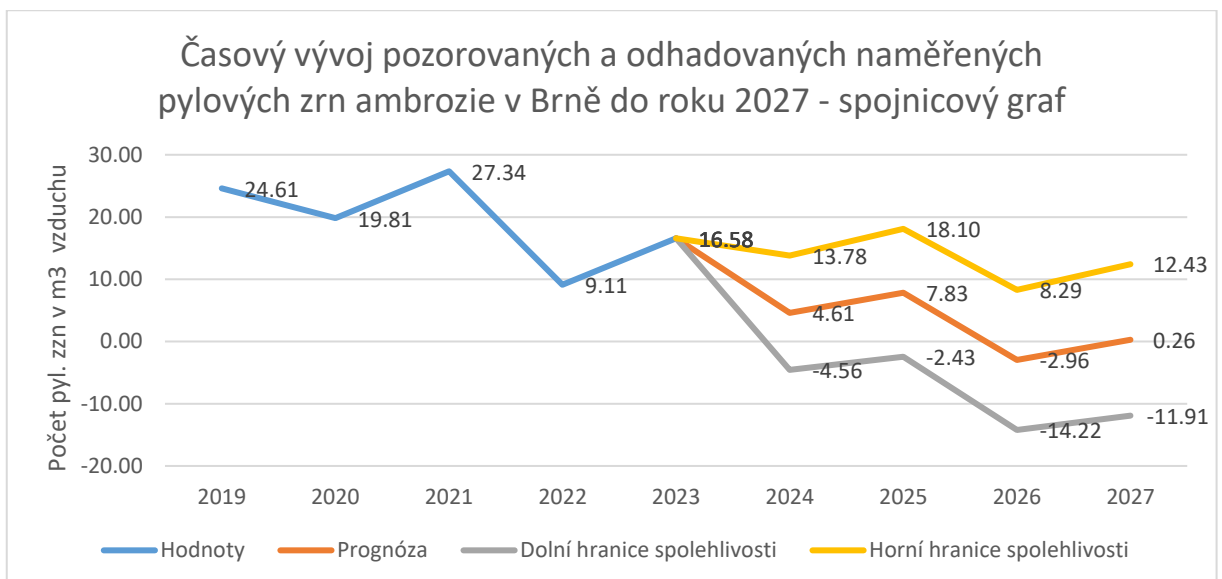
Graf 10 Časový vývoj ambrozie Praha 2019–2027



Z grafu č. 10 časového vývoje pozorovaného a odhadovaného počtu pylových zrn do roku 2027 je patrné, že ambrosie se drží v Praze stoupajících i klesajících hodnot s vyššími výchylkami v roce 2025 (9,9 průměr pylových zrn) a v roce 2027 (9,2 průměr pylových zrn). V těchto letech dosahovala horní hranice spolehlivosti 95 % v průměru 14,4 pylových zrn a 14,0 pylových zrn. Nejnižším zaznamenaným rokem dle predikce je rok 2026 s 2,1 pylových zrn. Tato analýza poukazuje na dynamiku výskytu ambrozie v Praze s ohledem na časový horizont a spolehlivost odhadů.

5.3.3 Brno

Graf 11 Časový vývoj ambrozie Brno 2019–2027



V grafu č. 11 je pozorovatelný klesající trend prognózy pylových zrn ambrozie peřenolisté v lokalitě Brno. Vzhledem k rozsahu intervalu spolehlivosti, kdy v roce 2024 predikce koncentrace pylu v ovzduší dosahuje pouze v průměru 4,61 pylových zrn, je kvalita prognózy nízká oproti zaznamenaným datům viz tabulka č. 2. V této souvislosti v převážné většině případů platí, že čím je interval užší při spolehlivosti 95 %, tím je prognóza vyšší, avšak ne u tohoto grafu. V roce 2026 je interval už ve velice záporných číslech. Přijatelnějším předpokladem by byla křivka horní hranice spolehlivosti s průměrnými hodnotami 13,78 či 18,10 pylovými zrn na 1 m³ vzduchu.

6 Diskuze

Tato diplomová práce se zaměřuje na významné poznatky získané prostřednictvím analýzy pylových zrn ambrozie peřenolisté na třech vybraných lokalitách – Liberec, Praha a Brno. Zároveň se v této studii diskutuje o vlivu klimatických podmínek, zejména teplotních charakteristik a úhrnu srážek, na míru pylového zatížení ovzduší touto invazní rostlinou. Tento druh se vyznačuje rychlým šířením a představuje významné nebezpečí pro přírodní ekosystémy a lidské zdraví. Rychlé šíření ambrozie peřenolisté v druhé polovině 20. století vyvolalo otázku, do jakých oblastí se v budoucnu může dostat. Modely, které vycházejí z aktuálního rozšíření v Evropě a Severní Americe, zohledňují očekávanou klimatickou změnu a naznačují, že ambrozie bude nadále postupovat v invazi. Aktuálně se jeví jako klimaticky více vhodná větší část Evropy než v minulosti (Cunze et al. 2013; Richter et al. 2013; Skálová & Moravcová 2018).

Výsledky této studie naznačují, že existuje variabilita v koncentraci pylových zrn ambrozie mezi zkoumanými lokalitami. Tato variabilita může být způsobena různými faktory, které mohou zahrnovat specifika dané lokality z níž byla pylová data získána, stejně jako klimatické podmínky konkrétního roku pro srovnatelná území.

Jak uvádějí mnohé studie (Mikulka et al. 2005; Mlíkovský & Stýblo 2006; Hájková et al. 2018), je typické, že ambrozie peřenolistá kvete v České republice obvykle od srpna do října. Nicméně z analýzy pylových sezón z tabulky č. 2 *Ambrosia artemisiifolia* L. je patrné, že tento invazní druh vykazuje pylovou koncentraci v letních měsících již koncem července. To vede k závěru dřívějšího kvetení tohoto rostlinného druhu a tím ke zvýšení výskytu pylu v ovzduší ve srovnání s minulými lety na našem území. Toto pozorování bylo potvrzeno na základě dat ve třech pylových sezónách v letech 2019, 2021 a 2022 z pylové stanice v Brně. Nástup rychlejší fenologické fáze – kvetení rostlin, je ovlivněn klimatickými podmínkami daných let a druhem stanoviště. Dle hodnot ze stanice Brna lze říct, že na jižní Moravě stoupající teplotní hodnoty posouvají fenologické fáze této invazní rostliny a tím je posunut i výskyt pylových zrn v m³ vzduchu. Z pylových předpovědí se pyl ambrozie vyskytuje především na jihovýchodě České republiky a v Polabí při jihovýchodním větrném proudění (Rybníček 2024).

Koncentrace pylových zrn tohoto vysoce alergenního invazního druhu vykazuje vzestup v první polovině září na všech monitorovacích pylových stanicích. Ze zjištěných dat byla potvrzena přítomnost pylových částic ambrozie ve vzduchu až do konce října. Tato skutečnost byla pozorována na několika stanicích v různých časových obdobích: v Liberci během dvou po sobě jdoucích ročních období v letech 2020 a 2021, v Praze v roce 2021 a v Brně v období od roku 2019 do roku 2022.

Rybníček et al. (2000) uvádějí, že monitoring pylových zrn ambrozie peřenolisté mezi pylovými stanicemi v České republice jen vzácně zaznamenával významné koncentrace s nejvyššími hodnotami dosahující 290 pylových zrn. Tyto vyšší hodnoty byly evidovány na brněnské stanici za situace jihovýchodního proudění. Ze současných výsledků bylo zjištěno značné rozšíření tohoto plevelného druhu, kdy počty pylových zrn výrazně přesáhly hodnotu jednoho tisíce u stanice Brno oproti zjištění uvedeném ve studii Rybníček et al. (2000). Tento trend vykazuje, že pylová zrna ambrozie na jižní Moravě pocházejí s velkou pravděpodobností z Maďarska, odkud k nám byla dovlečena pomocí vzdušného proudění, anebo ze sousedního státu – Slovenska, kde četnost ambrozie dosahuje přibližně dvojnásobných hodnot oproti našemu území. Naopak v lokalitě Liberec se počty pylu ambrozie udržují v nízké úrovni,

maximálně v počtu desítkách. Praha pak představuje střed mezi stanicemi v Liberci a v Brně. Zde bylo zaznamenáno nejvyšší množství pylových zrn dosahující 169 exemplářů.

Rozšíření ambrozie v Evropě je dynamickým procesem, který se neustále vyvíjí. Frekvence pylu ambrozie ve vzduchu vykazuje pouze malý počet významných trendů v koncentraci zátěže pylových zrn v ovzduší. Průměrně se pouze 8 % celkového množství denních průměrných koncentrací pylu ambrozie vyskytuje v ovzduší, a to na 14 % dní v průměru v roce. Nárůsty množství pylu mohou být ovlivněny krátkodobými změnami lokálních povětrnostních podmínek, stejně jako dlouhodobými dopady změn klimatu na produkci, uvolňování a šíření pylu ambrozie (Sikoparija et al. 2017).

Z výsledků Skálová & Moravcová (2018) se ukazuje, že invazní rostlina ambrozie peřenolistá reaguje na teplotní charakteristiky tím, že se výrazně zvětšuje a její růst se značně zrychluje. V kontextu klimatických změn a globálního oteplování bude ambrozie peřenolistá mít zřetelnou konkurenční výhodu oproti původním druhům. Horské oblasti, které dříve byly nehostinné, budou v budoucnu poskytovat příznivé životní podmínky pro invazi tohoto druhu, který preferuje teplejší klima. Na příkladu pylové stanice v Liberci lze porovnat, že hodnoty pylu ambrozie dosáhly v roce 2021 maximálního počtu 79 pylových zrn, zatímco v roce 2020 bylo naměřeno pouze 19 pylových zrn. Tyto údaje naznačují, že nárůst výskytu ambrozie v chladnějších oblastech České republiky v současnosti není příliš dramatický. Naopak, v teplejších oblastech, jako je například Brno, bylo v roce 2019 zaznamenáno až 1132 zrn pylu. Při srovnání stanic podle teplotního kritéria lze pozorovat výrazné fluktuace počtu pylu při teplejším klimatu, zejména u pylové stanice v Brně.

Dle souhrnných bodových grafů č. 5–10 obsahující všechny hodnoty u třech zkoumaných oblastí můžeme vidět, že existence vztahu mezi počtem pylových zrn a hydrometeorologických charakteristik byla potvrzena pouze u stanice v Brně, nikoli však u ostatních sledovaných lokalit. U této stanice byla identifikována slabá korelace mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu ($r=0,22$). Pozorovaný trend indikuje, že v lokalitě Brno s nárůstem průměrné teploty vzduchu stoupá i počet pylových zrn. Vztah mezi počtem pylových zrn a úhrnem srážek nebyl prokázán pro žádnou ze zkoumaných stanic ze souhrnných pylových dat v období 2019–2023. Jednoletá rostlina ambrozie peřenolistá je do určité míry chráněna proti vlivu meziročních klimatických výkyvů (Essl et al. 2015b, Mang et al. 2018).

Podle analýzy tabulky č. 8, která obsahuje parametry modelu pro studium vztahu mezi teplotou vzduchu, úhrnem srážek a výskytem pylových zrn ambrozie peřenolisté, bylo zjištěno, že v lokalitě Brno byl výskyt pylových zrn téměř konzistentní po většinu sledovaného období. Vztah mezi teplotními charakteristikami a výskytem pylových zrn byl prokázán ve všech letech 2019–2023, s nejvýraznější závislostí pozorovanou v roce 2019, kdy byla dosažena střední korelace ($r=0,436$). V následujících letech byla závislost hodnocena jako slabá, s korelačními koeficienty v rozmezí od $r=0,134$ do $0,377$. Pokud jde o úhrn srážek, prokázala se slabá závislost ve třech ze zkoumaných let. Jednotlivé ročníky tak představují spojitost mezi meteorologickými variacemi v dané lokalitě v průběhu jednotlivých let.

Dalšími zkoumanými lokalitami byly Liberec a Praha. Z analýzy parametrů modelů hydrometeorologických charakteristik pylových zrn, prezentovaných v tabulkách č. 6 a č. 7, je zjevné, že výsledky byly velmi proměnlivé a nikdy nevykazovaly jednotnou a konzistentní tendenci jako v případě analýzy v Brně. V Liberci byla zaznamenána silná závislost s korelací až $0,816$ u průměrné teploty, ale u srážek byla závislost slabá a často docházelo k nulovým

hodnotám nebo dokonce opačnému trendu. V případě Prahy byla pozorována závislost v několika případech jak u teploty, tak u srážek. V některých případech se však objevily odlišné trendy, které nekorespondovaly s hypotézou této práce.

Česká republika se v současnosti nachází na severní hranici oblasti, která je příznivá pro růst ambrosie. Nicméně podle studie Skálové a Moravcové (2018) by se tato hranice mohla v průběhu druhé poloviny 21. století posunout až k zemím jako je Švédsko nebo Finsko. Výzkum provedený Cunzem a kolektivem (2013) naznačuje, že změna klimatu přispívá k ohrožení velkých oblastí Evropy, včetně severní Francie, Německa, Polska a České republiky invazí ambrosie. Toto případné rozšíření může mít vážné důsledky na veřejné zdraví a zvýšené náklady spojené s léčbou alergií. Je proto nezbytné pokračovat v monitorování a minimalizování dalšího šíření této invazní rostliny.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo porovnat koncentraci pylu *Ambrosia artemisiifolia* L. pro tři konkrétní lokality – Liberec, Praha a Brno v rozmezí pěti let 2019-2023. Z výsledků vyplývá, že všechny tři zkoumané pylové stanice vykazovaly variabilitu délky pylové sezóny invazního druhu. Mezi zkoumanými stanicemi byl patrný rozdíl v počátku pylové sezóny, jelikož pyl v Brně byl zaznamenán již v červenci, ale ve zbylých dvou stanicích až v srpnu. Nejvyšší roční hodnoty pylu ambrosie peřenolisté byly naměřeny v Brně v roce 2019 s 1132 pylovými zrny.

Data byla statisticky analyzována softwarem StatSoft pomocí metody faktoriální ANOVA. Výsledky prokázaly statisticky významné rozdíly v hodnotách pylu mezi zkoumanými lokalitami, nikoli mezi jednotlivými ročníky. Nejvyšší průměr počtu pylových zrn v ovzduší byl dosažen v Brně roku 2021 o hodnotě 27,34, zatímco nejnižší byl naměřen v Liberci v roce 2023 s 2,21 pylovými zrny.

Dále se v práci nachází analýza závislosti hydrometeorologických charakteristik na počet pylových zrn v ovzduší. Byly definovány dvě hypotézy – závislost počtu pylových zrn na průměrné teplotě vzduchu a závislost počtu pylových zrn na úhrnu srážek. Hypotéza vztahu mezi počtem pylových zrn a průměrnou teplotou vzduchu nebyla potvrzena pro veškeré zkoumané stanice. Korelace zmíněné hypotézy byla nalezena pro hodnoty získané z Brna. U dvou zbývajících stanic nebyla prokázána spojitost s teplotními výkyvy. Hypotéza vztahu mezi počtem pylových zrn a úhrnem srážek nevyšla v žádném ze souhrnných dat pylových stanic. Neexistuje vztah mezi počtem pylových zrn a srážkami. Pro upřesnění analýzy této hypotézy byly podrobeny parametry jednotlivých let z důvodu přezkoumání závislosti sledovaných stanic s meteorologickými jevy. V Brně byla potvrzena ve všech ročnících závislost u průměrné teploty, avšak u srážek jen v rozmezí let 2021-2023.

Na základě zjištěných dat byly výše uvedené hypotézy potvrzeny pouze částečně. Závislost mezi pylovými zrny a meteorologickými charakteristikami byla zjištěna pouze v Brně. V ostatních sledovaných lokalitách byly výsledky proměnlivé, proto byla hypotéza zamítnuta. Nebyla potvrzena existence závislosti počtu pylových zrn na průměrné teplotě nebo na úhrnu srážek.

Diplomová práce poskytuje detailní pohled na problematiku pylové zátěže invazního druhu ambrosie peřenolisté ve vybraných stanovištích v České republice a přináší užitečné poznatky pro další výzkum v oblasti ochrany životního prostředí a lidského zdraví, zejména s ohledem na globální oteplování a další klimatické změny, které mohou ovlivnit intenzitu koncentrace pylu v ovzduší této rozšiřující se rostliny.

8 Literatura

- Berchová-Bímová K, Kadlecová M, Vojík M, Vardarman J. 2019. Hodnocení efektivity likvidace invazních druhů rostlin. Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita Praha.
- Blackburn TM, Pyšek P, Bacher S, Carlton JT, Duncan RP, Jarošík V, Wilson JRU & Richardson DM. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. – *Trends in Ecology and Evolution* 26: 333–339.
- Buček A. 2006. Invazní neofyty v krajině. *Veronica*: roč. 20, č. 2, s. 14.
- Bullock J, Chapman D, Schaffer S, Roy D, Girardello M, Haynes T, Beal S, Wheeler B, Dickie I, Phang Z, Tinch R, Čivić K, Delbaere B, Jones-Walters L, Hilbert A, Schrauwen A, Prank M, Sofiev M, Niemelä S, Räisänen P, Lees B, Skinner M, Finch S & Brough C. 2012. Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe. – Final Report ENV.B2/ETU/2010/0037, European Commission, Brussels.
- Cousens R, Mortimer M. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge. p. 348. ISBN: 9780521499699.
- Cunze S, Leiblein MC, Tackenberg O. 2013. Range expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe is promoted by climate change. *ISRN Ecology*:1-9.
- Černý Z, Neruda J, Václavík F. 1998. Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. 43 s. ISBN: 8071051640.
- Český hydrometeorologický ústav. Historická data [online]. [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data>
- Chapman, Daniel S, et al. 2014. Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology*. 20.1: 192-202.
- Chytrý M, Pyšek P. 2009a. Kam se šíří zavlečené rostliny? 1. Rozdíly v invadovanosti velkých území. *Živa* 1: 11–14.
- Darwin Correspondence Project [online]. Cambridge University Library: The University of Cambridge. 2024 [cit. 2024-3-24]. Dostupné z: <https://www.darwinproject.ac.uk/charles-harrison-blackley>
- Essl F, Biro K, Brandes D, Broennimann O, Bullock JM, Chapman DS, Chauvel B, Dullinger S, Fumanal B, Guisan A, Karrer G, Kazinczi G, Kueffer C, Laitung B, Lavoie C, Leitner M, Mang T, Moser D, Muller-Scharer H, Petitpierre B, Richter R, Schaffner U, Smith M, Starfinger U, Vautard R, Vogl G von der Lippe M & Follak S. (2015b). Biological flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. – *J. Ecol.* 103: 1069–1098.
- Field, Andy P. 2018. Discovering statistics using IBM SPSS statistics. Fifth edition. Los Angeles: Sage Publications. ISBN 978-1-5264-1952-1.
- Friedman J, Barrett SCH. 2008. High outcrossing in the annual colonizing species *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). – *Ann. Bot.* 101: 1303–1309.

- Hájková L, Rajnohová L, Vráblík T, Reitschläger D. 2018. Fenologie, aerobiologie, pylová informační služba. Meteorologické zprávy. 71.
- Hájková H, Kaplan Z. 2024. *Ambrosia artemisiifolia* – rozšíření. Online. In: Pladias – databáze české flóry a vegetace. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: www.pladias.cz.
- Hejda M. 2017. Invaze nepůvodních druhů rostlin a jejich důsledky. Pages 22–25 in Härtel H, editor. Forum ochrany přírody. Praha.
- Hendl J. 2012. Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál. s. 240–283. ISBN 80-7367-123-9.
- Hrubíško M. et al. 2003. Alergologie. Osveta. Martin.
- Iannone BV, Carnevale S, Main MB, Hill JE, McConnell, JB, Johnson SA, Enloe SF, Andreu M, Bell EC, Cuda, JP & Baker SM. 2021. Invasive Species Terminology: Standardizing for Stakeholder Education. The Journal of Extension, 58(3), Article 27.
- Lambdon PW, Pyšek P, Basnou C, Hejda M, Arianoutsou M, Essl F, Jarošík V, Pergl J, Winter M, Anastasiu P, Andriopoulos P, Bazos I, Brundu G, Celesti-Grapow L, Chassot P, Delipetrou P, Josefsson M, Kark S, Klotz S, Kokkoris Y, Kuehn I, Marchante H, Perglová I, Pino J, Vila M, Zikos A, Roy D & Hulme PE. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. – Preslia 80: 101–149.
- Levetin E. Use of the Burkard spore trap [online]. 2014. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://aaaai.confex.com/oid/BurkardDirections>. The University of Tulsa.
- Loiola PP, de Bello F, Chytrý M, Götzenberger L, Carmona CP, Pyšek P, Lososová Z. 2018. Invaders among locals: alien species decrease phylogenetic and functional diversity while increasing dissimilarity among native community members. Journal of Ecology 106: 2230–2241.
- Maillet, J, Lopez-Garcia C. 2000. What criteria are relevant for predicting the invasive capacity of a new agricultural weed? The case of invasive species in France. Weed Research. 40. 11–26.
- Mang T, Essl F, Moser D, Dullinger S. 2018. Climate warming drives invasion history of *Ambrosia artemisiifolia* in central Europe. 90: 59–81.
- Mapy.cz. Online. Seznam.cz, 2024. [citováno 2024-03-05]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- Marková Z, Hejda M. 2011. Invaze nepůvodních druhů rostlin jako environmentální problém. Živa 1: 10–14.
- Mlíkovský J, Stýblo P. (eds.). 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR. ČSOP Praha 45–46.
- Moravcová L, Pyšek P, Jarošík V, Havlíčková V, Zákravský P. 2010. Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. Preslia 82: 365–390.
- Motyčka M, Tůmová O. 2012. ElectroScope: ANOVA – Základní metoda vyhodnocování experimentů. [cit. 2024-03-01]. ISSN 1802-4564. Dostupné z: <http://147.228.94.30>

- Netwig W. 2014. Nevítaní vetřelci. Academia. Praha. ISBN: 978-80-200-2316-2.
- Kazinczi G., Béres I, Novák R, Biró K, Pathy Z. 2008. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). A review with special regards to the results in Hungary. II. Importance and harmful effect, allergy, habitat, allelopathy and beneficial characteristics. – *Herbologia* 9: 93–118.
- Pergl J, Perglová I, Vítková M, Pocová L, Janata T, Šíma J. 2015. Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. SPPK D02 007. AOPK ČR. Praha.
- Pergl J, Sádlo J, Petrušek A, Laštůvka Z, Musil J, Perglová I, Šanda R, Šefrová H, Šíma J, Vohralík V, Pyšek P. 2016. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. 28: 1–37.
- Pyšek P. 2001. Zákonitosti rostlinných invazí. Pages 3–9 in Pyšek P, Tichý L, editors. Rostlinné invaze. Rezekvítek, Brno.
- Pyšek P, Sádlo J, Mandák B. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74: 97–186.
- Pyšek P, Chytrý M, Prach K. 2008. Dvanáct let výzkumu rostlinných invazí v České republice a ve světě. *Zprávy České botanické společnosti* 23: 3–15.
- Pyšek P, Richardson DM. 2010. Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual Review of Environment and Resources* 35: 25–55.
- Pyšek P. 2018. Historie, definice, hypotézy a budoucnost biologických invazí. *Živa* 5/2018:210-213.
- Richter Robert et al. 2013. Spread of invasive ragweed: climate change, management and how to reduce allergy costs. *Journal of Applied Ecology*, 50.6: 1422-1430.
- Rybníček O, Novotná B, Rybníčková E. et al. 2000. Ragweed in the Czech Republic. *Aerobiologia* 16, 287–290.
- Rybníček O. 2022 MEDITORIAL. Pylová služba [online]. [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: <https://www.pylovasluzba.cz/>
- Rybníček O. 2024-03-26 15:10. Diplomová práce – ambrosie. E-mailová komunikace. [cit. 2024-03-28].
- Sikoparija B, Skjøth C.A, Celenk S. et al. 2017. Spatial and temporal variations in airborne *Ambrosia* pollen in Europe. *Aerobiologia* 33, 181–189.
- Skálová H. 2014. Invaze netýkavky žláznaté v České republice. *Veronica* 2: 16–17.
- Skálová H, Guo W-Y, Wild J, Pyšek P. 2017. *Ambrosia artemisiifolia* in the Czech Republic: history of invasion, current distribution and prediction of future spread. 89: 1–16.
- Skálová H, Moravcová L. 2018. Invasion of Common Ragweed – Case of Species Supported by Climate Change. 241–242. *Academia*.
- Smith M, Cecchi L, Skjøth CA, Karrer G, Šikoparija B. 2013. Common ragweed: a threat to environmental health in Europe. *Environ Int* 61, 115–126.

- Spieksma F. TH. et al. 2003. Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (*Betula*, *Quercus*, *Poaceae*, *Urtica*, and *Artemisia*), at five pollen-monitoring stations in western Europe. *Aerobiologia*. 2003, 19 (3–4): 171–184.
- Státní zdravotní ústav [online]. 2024, 2023-2024 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://szu.cz/>
- Teřl M, Rybníček O. 2006. *Asthma bronchiale* v příčinách a klimatických obrazech. Geum, Praha.
- Walther GR, et al. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 686–693.
- Weber E. 2003. *Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds*. CABI Publishing. Wallingford – UK. p. 548. ISBN: 0851996957.
- Woolson RF, Clarke W. 2002. *Statistical Methods for the Analysis of Biomedical Data*. 2. vydání. New York: John Wiley & Sons. Inc. 368 s. ISBN 9780471394051.
- Zar JH. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th edition, Pearson Prentice-Hall, New Jersey.

9 Samostatné přílohy

Příloha I – Vyhodnocená tabulka průměrné koncentrace pylových zrn u zkoumaných stanic Liberec, Praha a Brno mezi lety 2019-2023

LSD test; proměnná Pylová zrna Homogenní skupiny, alfa = .05000 Chyba: meziskup.PČ = 1236.4, sv = 323.00						
Č. buňky	Lokalita	Rok	Pylová zrna Průměr	1	2	3
15	Liberec	2023	2.21053	****		
14	Liberec	2022	2.60000	****		
12	Liberec	2020	3.16667	****	****	****
2	Praha	2020	3.66667	****	****	
11	Liberec	2019	4.58333	****	****	****
4	Praha	2022	5.42857	****	****	****
13	Liberec	2021	6.58333	****	****	****
5	Praha	2023	7.90476	****	****	
9	Brno	2022	9.11429	****	****	
3	Praha	2021	9.94118	****	****	****
1	Praha	2019	13.58333	****	****	****
10	Brno	2023	16.58000	****	****	****
7	Brno	2020	19.80556	****	****	****
6	Brno	2019	24.60870		****	****
8	Brno	2021	27.34211			****