

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**



**Citizen science aneb jak můžeme pomoci opylovatelům  
v zahradách?**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

Bakalant: Veronika Jašková

2022 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Veronika Jašková

Aplikovaná ekologie

Název práce

Citizen science aneb jak můžeme pomoci opylovatelům v zahradách?

Název anglicky

Citizen science – how can we help pollinators in gardens?

---

### Cíle práce

Recentní studie poukazují na citelný pokles biomasy opylovatelů nejen v kulturní krajině. Se stoupajícím vliv lidských aktivit na přirozené ekosystémy se stále více objevují snahy pokles diverzity zvrátit. Stále více se ale ukazuje, že to nebude možné bez přispění široké veřejnosti. Cílem práce je s sumarizovat nástroje citizen science pro podporu biodiverzitu a aktivně se zapojit to projektu Praha kvete.

### Metodika

Studentka v literární rešerši sumarizuje nástroje projektů tzv. citizen science, které se zaměřují na podporu biodiverzity. V diskusi dále navrhne, jak by bylo možné tato opatření uplatnit v podmínkách České republiky.

**Doporučený rozsah práce**

30-40 stran + přílohy

**Klíčová slova**

Ekosystémové služby, Opylování, Citizen science

---

**Doporučené zdroje informací**

Appenfeller LR et al. (2020). Citizen science improves our understanding of the impact of soil management on wild pollinator abundance in agroecosystems. Plos ONE  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230007>

Saunders MU et al. (2018) Citizen science in schools: Engaging students in research on urban habitat for pollinators. Austral Ecology 43, 635–642.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

**Vedoucí práce**

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

**Konzultant**

Adam Tetaur

---

Elektronicky schváleno dne 24. 2. 2022

**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 25. 2. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2022

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Citizen science aneb jak můžeme pomoci opylovatelům v zahradách?“ vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Filipa Harabiše, Ph.D. a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v přehledu literatury a použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR

V Hradci Králové, dne 30.3.2022

.....  
(podpis autora práce)



## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Filipu Harabišovi, Ph.D za odborné vedení, velkou míru ochoty a trpělivosti, lidský přístup a také za cenné rady při zpracovávání této bakalářské práce. Děkuji také celému týmu Praha kvete, který mě mezi sebe přijal. Dále chci poděkovat za trpělivost a podporu své rodině a svému příteli.

## **Abstract**

The literature review introduces the concept of citizen science, summarization of tools and projects on global and also local level, and the possibility of employing the citizen science to support the biological diversity of wild pollinators in the conditions of the Czech Republic.

It also focuses on the decrease in biodiversity of wild pollinators that are losing their natural habitat due to anthropogenic influence. The extent of increasing urbanization disrupts the natural habitat, yet towns and cities can have ecological and biological significance for wild pollinators. The impact of urbanization on pollinators can be reduced by making nectar-bearing areas accessible, which would not be possible to put into practice without the help of general public.

Citizen scientists who take part in citizen science projects contribute significantly to the support and monitoring of wild pollinators diversity. The citizen science simultaneously motives general public to conserve nature.

The applied protection of pollinating insects carried out with the help of citizen science is demonstrated by a pilot project 'Praha kvete' which was created to support biological diversity of wild pollinators in urban environment, with the aim to create nectar-bearing areas in community areas, parks and private gardens. The raising of public awareness and subsequent monitoring of species diversity with the aid of smart mobile phone application iNaturalist are parts of the project.

We started 30 flowery areas in public and school gardens to support the biodiversity and protection of wild pollinators. We concurrently managed to involve more than 150 volunteers who showed interest in starting flowery meadows in their private gardens thanks to grass-seed mixture of native plants of the Czech Republic that was offered free of charge under the terms of the project 'Praha kvete'. Educational programmes for pupils of elementary and nursery schools were also held as a part of the project. They had the form of lectures and games, which made it easier to understand better the importance of wild pollinators and the meaning of pollination as one of the most important ecosystem services and also motivated the pupils to protect the pollinators and take positive attitude to nature in general

## **Key words**

ecosystem services, pollination, Citizen science

## **Abstrakt**

Literární rešerše představuje koncept citizen science, sumarizaci nástrojů, projektů na globální i lokální úrovni a možnost uplatnění občanské vědy pro podporu biologické diverzity volně žijících opylovatelů v podmínkách České republiky.

Zaměřuje se také na pokles biodiverzity volně žijících opylovatelů, kteří v důsledku antropogenního vlivu přichází o své přirozené prostředí. Rostoucí míra urbanizace narušuje přirozená stanoviště, i přesto města mohou mít ekologický a biologický význam pro volně žijící opylovače. Dopady urbanizace na opylovače lze zmírnit dostupností nektarodárných ploch, které by ale bez široké veřejnosti nebylo možné zrealizovat.

Občanští vědci, kteří se účastní projektů citizen science významně přispívají k podpoře a monitoringu diverzity volně žijících opylovatelů. Občanská věda zároveň motivuje širokou veřejnost k ochraně přírody.

Aplikovanou ochranu opylujícího hmyzu za pomoci citizen science demonstruje pilotní projekt Praha kvete, který vznikl pro podporu biologické rozmanitosti volně žijících opylovatelů v městském prostředí, s cílem vytvořit nektarodárné plochy v komunitních zahradách, parcích a soukromých zahradách. Součástí projektu je osvěta společnosti a následný monitoring druhové diverzity pomocí chytré mobilní aplikace iNaturalist.

Pro podporu biodiverzity a ochrany volně žijících opylovatelů jsme založili celkem 30 květnatých luk na veřejných plochách a školních zahradách. Současně se nám na základě propagace a motivace veřejnosti podařilo zapojit více než 150 dobrovolníků, kteří projeví zájem o založení květnatých luk na svých soukromých zahradách díky osevni směsi původních rostlin České republiky, která byla bezplatně nabízena projektem Praha kvete. V rámci projektu probíhaly také edukační programy žáků základních a mateřských škol formou přednášek a her, které jim umožnily lépe pochopit důležitost volně žijících opylovatelů, význam opylování jako jedné z nejdůležitějších ekosystémových služeb, zároveň je motivovaly k jejich ochraně a kladnému vztahu k přírodě obecně.

## **Klíčová slova**

Ekosystémové služby, opylování, Citizen science

## OBSAH

1. ÚVOD .....	1
2. CÍLE PRÁCE .....	3
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	4
3.1 Definice pojmů .....	4
3.2 Přehled nejvýznamnějších volně žijících opylovatelů .....	4
3.3 Význam ochrany volně žijících opylovatelů .....	6
3.4 Úbytek volně žijících opylovatelů.....	8
3.4.1 Antropogenní vliv na volně žijící opylovatele.....	8
3.4.2 Význam měst pro opylovatele .....	9
3.4.3 Vládní podpora a monitoring opylovatelů .....	11
3.5 Citizen science.....	15
3.5.1 Principy občanské vědy .....	17
3.5.2 Občanští vědci.....	18
3.5.3 Využití technologií v citizen science .....	19
3.5.4 Kvalita dat.....	21
3.6 Citizen science a podpora opylovatelů v zahradách.....	23
3.6.1 Zahraniční projekty citizen science .....	24

3.6.2	Citizen science v podmínkách České republiky .....	25
4.	Případová studie .....	27
4.1	Projekt Praha kvete.....	27
4.1.1	Financování projektu .....	28
4.2	Zakládání nektarodárných ploch .....	28
4.3	Propagace projektu .....	33
4.4	Edukace .....	35
4.5	Monitoring pomocí aplikace iNaturalist.....	37
4.6	Výsledné zhodnocení .....	38
5.	Diskuse .....	39
6.	Závěr a přínos práce .....	47
7.	Přílohy .....	49
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	58
9.	Seznam obrázků .....	74

# 1. ÚVOD

Řada studií z celého světa potvrzuje pokles volně žijících opylovatelů, především vlivem urbanizace, intenzifikace zemědělství, ztrátou přirozených stanovišť vlivem homogenizace krajiny, nedostatkem kvalitních zdrojů potravy a změnou klimatu. Původně heterogenní krajina tvořená pestrou mozaikou biotopů, se s rostoucí mírou antropogenního vlivu trvale mění v krajinu homogenní s nedostatkem vhodných stanovišť, které jsou pro opylující hmyz zásadní (Baldock 2020).

Oblasti městské zeleně, které jsou chemizací a znečištěním zasaženy méně mají potenciál pro volně žijící opylovače, i přesto je městská zeleň nedostatečnou náhradou především z hlediska intenzivně obhospodařovaných travních ploch, na kterých opylující hmyz nenachází dostatek potravy, úkryt ani místo k vývoji. Výskyt hmyzích opylovatelů v městských a příměstských částech mění pohled na ekologickou a biologickou hodnotu města a může hrát významnou roli v zachování biologické rozmanitosti (Dylewski et al. 2020).

Podpora a monitoring změn biodiverzity opylovatelů, jsou nezbytné pro udržení stability ekosystémů. Pro sledování celosvětových změn byl zaveden soubor základních proměnných biodiverzity – Essential Biodiversity Variables (EBV), který zachycuje a shrmažďuje hlavní změny biologické rozmanitosti (Pereira et al. 2013). Mnoho proměnných lze monitorovat velkoplošnými senzory, systémy využívajícími družice, leteckými snímky, i přesto se stále neobejdeme bez přímého sběru dat v terénu, který je ve větším rozsahu a rychlosti pro vědce finančně i personálně náročný (Kissling et al. 2018).

Významným nástrojem, který pomáhá vědcům s efektivním sběrem dat v terénu je citizen science, tedy dobrovolná spolupráce nevědecké veřejnosti s vědeckými pracovníky (Vohland et al. 2021). Dobrovolníci, kteří se účastní občanské vědy významně přispívají k ochraně přírody a monitoringu biologické rozmanitosti, současně mají občanští vědci možnost zapojit se do vědeckých výzkumů a porozumět důležitosti výzkumných aktivit. Popularita citizen science stále roste, především s ohledem na možnosti rozvíjejících se technologií chytrých aplikací. Studie ukazují, že data získaná dobrovolnými vědci mohou být vysoce kvalitní a přesná (Kosmala et al. 2016). Kvalita dat se však odvíjí od zvoleného typu projektu, zaškolení, motivace dobrovolníků a také na kvalitě sběru a zpracování dat. (Mason & Arathi 2019)

Občanská věda má pozitivní vliv v oblasti vzdělávání a osvěty široké veřejnosti, která dokáže lépe vnímat závažnost environmentálních problémů a posiluje vztah k přírodě (Pandya & Dibner 2018).

Tato práce sumarizuje koncept citizen science, jeho nástroje a projekty na globální i lokální úrovni. Současně se zabývá opylujícím hmyzem v městském prostředí a možnostmi, jak uplatnit občanskou vědu v podpoře a ochraně volně žijících opylovatelů v podmínkách České republiky.

Projekty citizen science probíhají na lokální i globální úrovni a každoročně přibývají.

V podmínkách České republiky jsme pod záštitou České zemědělské univerzity a vedením Mgr. Filipa Harabiše, Ph.D. zahájili pilotní projekt Praha kvete na podporu volně žijících opylovatelů.

Cílem našeho projektu bylo zakládání nektarodárných ploch ve veřejných, komunitních a školních zahradách města Prahy a přilehlého okolí. Součástí byla motivace široké veřejnosti formou přednášek, exkurzí, workshopů a edukačních programů pro základní a mateřské školy. Projekt tak necílil pouze na podporu opylovatelů formou obnovy polopřirozených stanovišť, ale také na osvětu široké veřejnosti.

## 2. CÍLE PRÁCE

- I. Sumarizace nástrojů citizen science pro podporu biologické diverzity volně žijících opylovatelů.
- II. Navržení aplikace výstupů projektu v ochraně přírody v podmínkách České republiky
- III. Zhodnocení úspěšnosti projektu Praha kvete v porovnání s jiným projektem
- IV. Jak projekt Praha kvete zapadá do podmínek ochrany přírody v rámci České republiky



## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Definice pojmů

V literatuře dochází k častým záměnám pojmů opylovač a opylovatel.

**Opylovač** (dárce pylu) je rostlina, která je schopna opýlit sama sebe, zároveň je pyl těchto rostlin schopen opýlit jiné odrůdy rostlin, které se umí opylovat pouze částečně nebo vůbec (Přidal 2005; Červenka 1956).

**Opylovatel** (přenašeč pylu) je živočich, který vykonává proces opylení rostliny, tedy přenáší samčí pohlavní buňky (pylová zrna) na samičí pohlavní orgán (pestík) (Přidal 2005; Červenka 1956).

### 3.2 Přehled nejvýznamnějších volně žijících opylovatelů

Mezi opylující živočichy řadíme mnoho zástupců nejrůznějších tříd např. Ptáky (*Aves*), Savce (*Mammalia*), plazy (*reptilia*) a měkkýše (*Mollusca*) (Abrol 2011) Tato bakalářská práce věnuje pozornost nejvýznamnější skupině volně žijících opylovatelů, kterou představuje hmyz (*Insecta*).

Nejefektivnějšími opylovateli a nejčastějšími návštěvníky rostlin z řádu blanokřídlých (*Hymenoptera*) jsou včely (*Apoidea*) především proto, že jsou na nektaru a pylu závislé po celou dobu svého vývoje (Jersáková & Tropek 2018). Nadčeleď včel (*Apoidea*) dělíme do 13 čeledí, jejichž většinu tvoří samotářské včely, které jsou specifické svým divokým a převážně samotářským způsobem života. Vyznačují se tvorbou zemních nebo podzemních hnízd, ve kterých žijí jednotlivě nebo po skupinách (Cane et al. 2017). Dle studie (Eeraerts et al. 2020) představují samotářské včely výkonnější opylovatele v porovnání se Včelami medonosnými (*Apis mellifera*). Zároveň jsou samotářské včely a čmeláci jedinými opylovateli, kteří opylují rostliny vyžadující speciální vybraci (buzzing) k uvolnění pylu. Existuje až 20 000 druhů těchto rostlin, mezi které se řadí i některé plodiny jako jsou např. brambory a rajčata. Včely medonosné tuto schopnost postrádají (Jersáková & Tropek 2018).

Do řádu blanokřídlých (*Hymenoptera*) řadíme také opylovatele z nadčeledi vos (*Vespoidea*) především čeledi sršňovitých (*Vespidae*) (Fateryga 2010), žahalkovitých (*Scoliidae*) (Ciotek et al. 2006) a hrabalkovitých (*Pompilidae*) (Shuttleworth &

Johnson 2007). Za zmínku stojí také nadčeleď chalcidkovitých (*Chalcidoidea*), do které patří zástupci z podčeledi *Agaoninae*, kteří se vyznačují svým mutualistickým vztahem s fíkovníky (*Ficus*). Larvy (*Blastophaga*) jako jediné působí opylení (*Ficus*), zároveň plody fíků využívají ke svému vývoji (Jousselin et al. 2001; Cardona & Kattan 2019).

Druhou nejvýznamnější skupinou opylujícího hmyzu jsou někteří zástupci řádu dvoukřídlic (*Diptera*) (Orford et al. 2015), především čeleď pestřenkovitých (*Syrphidae*) (Toivonen et al. 2022), dlouhososkovitých (*Bombyliidae*) (Kastinger & Weber 2001), kuklicovitých (*Tachinidae*) (Al-Dobai et al. 2012) a mouchovitých (*Muscidae*) (Douka & Fohouo 2014).

Dalšími významnými opylovateli jsou denní a noční motýli (*Lepidoptera*). Nejaktivnější zástupci denních motýlů patří do čeledí soumráčekovitých (*Hesperiidae*) (Bauder et al. 2015; Khyade 2019), otakárkovitých (*Papilionidae*) a běláskovitých (*Pieridae*) (Tiple et al. 2010; Barrios et al. 2016). Naproti tomu nejaktivnější zástupce nočních motýlů řadíme do čeledí lišajovitých (*Sphingidae*), můrovitých (*Noctuoidea*) (Hahn & Brühl 2016), píďalkovitých (*Geometridae*) a zavíječovitých (*Pyralidae*) (Winfree et al. 2011). Opylování rostlin ve dne se účastní i řada nočních motýlů např. zástupce čeledi lišajovitých (*Sphingidae*), Dlouhozobka Svízelová (*Macroglossum stellatarum*) (Herrera 1992; Jersáková & Tropek 2018).

Opomíjenou, ale důležitou skupinou opylovatelů jsou brouci (*Coleoptera*) (Jersáková & Tropek 2018), kteří jsou podle studií považováni za jedny z prvních opylovatelů rostlin (Bernhardt 2000; Wang et al. 2013). Současně také představují primární opylovatele cykasů (*Cycadopsida*) (Toon et al. 2020). Dle odhadu může s rostlinami interagovat až 80 000 druhů brouků a mnoho dalších nepopsaných zástupců. (Wardhaugh 2015).

### 3.3 Význam ochrany volně žijících opylovatelů

Opylovatelé jsou hlavní složkou biologické rozmanitosti (Danforth 2007). Mutualistický vztah mezi rostlinami a opylovateli je z hlediska stability ekosystémů, zachování biologické rozmanitosti a globální zemědělské produkce nenahraditelnou ekosystémovou službou. (Ollerton 2017).

Studie odhadují, že na opylování, které vede k úspěšné reprodukci rostlin závisí od 78 % v mírném pásmu po 94 % v tropickém pásmu celosvětové diversity krytosemenných rostlin (Ollerton et al. 2011). Snížení biologické rozmanitosti a četnosti opylujícího hmyzu by mělo závažné ekologické a evoluční následky pro funkci ekosystémů, především z hlediska ztráty mnoha druhů rostlin, které by spustily kaskádový efekt u společenstev, které jsou na těchto rostlinách závislá. Došlo by tak k narušení potravních sítí a vymírání dalších druhů živočichů (Biesmeijer et al. 2006; Benvenuti & Mazzoncini 2021).

Opylovatelé zároveň přispívají k celosvětové produkci více než 75 % zemědělských plodin (Vanbergen et al. 2013), z čehož více než 40 % zastávají volně žijící opylovatelé (Saska et al. 2020). V říjnu 2020 zveřejnila komise Evropské unie výsledky hodnocení ekosystémů v rámci celé EU, které ukázaly, že 50 % zemědělské půdy na kterých rostou plodiny závislé na opylovatelích čelí nedostatečnému opylení (Evropská unie 2021). V případě značného úbytku volně žijících opylovatelů by lidé byli nuceni přejít ke spotřebě plodin, které na opylovatelích závislé nejsou. Následkem by byl nedostatek klíčových živin, které by vedly ke zdravotním problémům (Eilers et al. 2011).

V reakci na tato rizika došlo k úvaze nad různými technologiemi a možnostmi, které by služby volně žijících opylovatelů nahradily. Některé studie zvažovali v současné době využívanou alternativu, kterou je metoda ručního opylení květů. Jedná se o formu opylení, kdy se pyl aplikuje ručně na pestík (Wurz et al. 2021). V Indonésii se tato forma využívá např. k opylení Kakaa pomocí trhaných květů, které zvyšuje jeho produkci až o 50 % (Toledo-Hernández et al. 2020), v Anglii k opylení jablek štětcem nebo k opylení vanilky v Madagaskaru. Výhodou této formy je kontrola původu a množství pylu. Nejedná se ovšem o formu, která by z hlediska proveditelnosti mohla volně žijící opylovaatele nahradit (Wurz et al. 2021).

Výzkum mikrorobotiky představil různé prototypy opylujících robotických strojů jako jsou např. drony, které mají napodobit funkce opylovatelů (Coppola et al. 2020). Některé studie došly k závěru, že by robotičtí opylovatelé mohly představovat účinnou a efektivní náhradu (Williams et al. 2020). Jiné studie však poukazují na to, že drony nemohou nahradit opylující hmyz v takovém měřítku, aby bylo opylení plodin a dalších rostlin efektivní, využití takového množství dronů je ekonomicky i technicky nezvladatelné, vzniklo by navýšení environmentálních nákladů a současně by došlo k narušení biologické rozmanitosti opylovatelů společně s poškozením širších ekosystémů (Potts et al. 2018).

### 3.4 Úbytek volně žijících opylovatelů

Mnoho studií z celého světa poukazuje na pokles biologické diverzity volně žijících opylovatelů (Firkowski et al. 2021). Podle mezinárodní platformy pro biodiverzitu a ekosystémové služby (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES) dochází ke značenému úbytku volně žijících opylovatelů zejména v oblasti USA, Jižní Afriky a Evropy (Potts et al. 2017). Dle studie (Zattara & Aizen 2021) je ve zprávě IPBES nedostatečně zhodnocen stav četnosti a diverzity opylovatelů v rámci celého světa, především z důvodu nedostatku dat (Urbán-Duarte et al. 2021) výsledky studie došly k závěru, že se na základě dostupných dat z globální databáze (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) jedná o pokles volně žijících opylovatelů v rámci celého světa (Zattara & Aizen 2021).

#### 3.4.1 Antropogenní vliv na volně žijící opylovače

Antropogenní vliv jako je urbanizace, zemědělství, obecná změna přístupu ve využívání krajiny a globální oteplování způsobuje pokles diverzity a početnosti volně žijících opylovatelů (Ricketts et al. 2008).

Jedním z hlavních faktorů poklesu biologické diverzity a početnosti opylovatelů je celosvětový rozvoj urbanizace (Xie & Ng 2013). Původně heterogenní krajina tvořená pestrou mozaikou biotopů se s rozrůstajícími městskými oblastmi trvale přetváří v krajinu homogenní, což vede k poklesu kvality nebo úplné ztrátě vhodných stanovišť (McKinney 2008). Dle studie (Martins et al. 2017) urbanizace často vykazuje také pozitivní vliv, přičemž záleží na četnosti polopřírodních stanovišť a dostupnosti potravních zdrojů.

S rostoucí lidskou populací roste poptávka po potravinových zdrojích a s tím spojená intenzifikace zemědělství, která má negativní vliv na diverzitu opylovatelů (Tommasi et al. 2021). Z důvodu stálého rozšiřování zemědělsky využívané půdy, která je pro volně žijící opylovače z hlediska nadměrného využívání pesticidů nevhodná dochází ke ztrátě jejich přirozených stanovišť o více než 50 %. Využívání pesticidů, zejména neonikotinoidů (Bakker et al. 2020) má na volně žijící opylovače závažné negativní dopady (Wood & Goulson 2017). Výzkumy, které studovali vliv neonikotinoidů na čmeláky potvrdily jejich rozsáhlé negativní účinky na poruchu kognitivních funkcí

(Stanley & Raine 2016), omezení výkonnosti při hledání potravy (Feltham et al. 2014) a celkový negativní vliv na imunitní systém, který může způsobit vyšší náchylnost k infekčním chorobám a snížit obecnou odolnost společenstva opylovatelů (Potts et al. 2017). Města tak mohou představovat vhodnější prostředí, nežli intenzivně obhospodařované zemědělské oblasti (Wenzel et al. 2020).

Zásadním problémem může být změna klimatu, která způsobuje posun včelích společenstev (Kerr et al. 2015), změnu ve fenologické fázi rostlin a dobu aktivity opylovatelů. Během minulého století se datum kvetení posunul o 4 dny se změnou teploty na úroveň mírného pásu. Do budoucna by tak oteplování mohlo narušit časovou shodu mezi opylovateli a jejich potravními zdroji, což by znamenalo nedostatek potravy až u 50 % opylovatelů. Nedostatek potravy by způsobil snížení plodnosti, dlouhověkosti, rychlosti růstu a došlo by tak k obecnému snížení hustoty populací s rizikem vyhynutí (Memmott et al. 2007).

S globálním oteplováním úzce souvisí také městské tepelné ostrovy, které mohou předpovědět budoucí trend globálního oteplování. Výsledky studie ukázaly, že čmeláci hnízící v zemních dutinách vykazovaly nejnižší tepelnou toleranci a potvrdila tak jejich citlivost vůči změně teploty, i přesto byly sociální včely vůči teplu tolerantnější nežli včely samotářské (Hamblin et al. 2017).

### 3.4.2 Význam měst pro opylovatele

Studium ekologické a biologické hodnoty měst jde v posledním desetiletí stále do popředí (Collins et al. 2021). Značná pozornost je věnována jak ochraně volně žijících opylovatelů, tak studiu jejich činnosti v městském prostředí.

Některé studie prokazují, že městské a příměstské oblasti jsou ve srovnání s přirozenějšími stanovišti z hlediska výskytu opylovatelů nevhodným prostředím, ve kterém se nachází mnoho nepropustného povrchu, nedostatek potravních zdrojů a málo vhodných stanovišť, které by mohly sloužit k hnízdění a vývoji. Zároveň studie potvrdily negativní vliv na společenstva volně žijících opylovatelů z hlediska početnosti i biologické rozmanitosti. Na Jihu Brazílie zkoumali rozdílnost biologické diverzity včel v městském prostředí v období od roku 1981 do roku 2015. Během zkoumaného období došlo k úbytku až 45 % druhové diverzity divokých včel (Geslin et al. 2013; Cardoso & Goncalves 2018).

Jiné studie hodnotí městské oblasti veřejných parků, komunitních a soukromých zahrad jako vhodné prostředí, které má potenciál podpořit druhovou diverzitu i početnost volně žijících opylovatelů (Banaszak-Cibicka et al. 2018), přičemž záleží na struktuře a kvalitě těchto ploch (Pardee & Philpott 2014; Matthies et al. 2017).

Oblasti městské vegetace mohou představovat vhodnější prostředí k výskytu opylovatelů, především z hlediska omezeného využívání pesticidů, které v intenzivně obhospodařované krajině způsobují poškození společenstev opylovatelů a ztrátu jejich přirozených stanovišť (Hall et al. 2017).

Podle výsledků studie, která se zabývala vlivem urbanizace na společenstva volně žijících opylovatelů městské prostředí negativně ovlivňuje eusociální včely, naopak prospívá samotářským a nadzemně hnízdícím včelám (Wilson & Jamieson 2019). Specialisté, vázaní na určitý typ habitatu reagují na městské prostředí negativně, naopak na generalisty urbanizace nemá vážný dopad. Kladný vliv měla urbanizace na ty druhy opylovatelů, v jejichž blízkosti se vyskytoval určitý typ stanoviště, který preferují (Cane et al. 2006).

Klíčovými faktory, které ovlivňují výskyt volně žijících opylovatelů v městském prostředí jsou dostatečná nabídka vhodných stanovišť a dostupnost potravních zdrojů. Rozpory studií jsou způsobeny především rozdílnou strukturou měst (Cardoso & Goncalves 2018; Rahimi et al. 2022)

Intenzivní obhospodařování zelených ploch formou častého sečení a rozmanitost rostlinných druhů ovlivňuje celkovou početnost a diverzitu opylovatelů (Blackmore & Goulson 2014). Dle studie (del Toro & Ribbons 2020) byla bohatost opylovatelů 3x vyšší na extenzivně sečených plochách. Intenzivně sečené plochy měly o 34 % nižší hustotu a o 36 % menší druhové zastoupení rostlinných druhů. Značný vliv má také ošetřování zelených ploch pesticidy (Neonikotinoidy) (Singla et al. 2020), který byl zkoumán na společenstvech čmeláků (*Bombus Inpatiens*) a včel medonosných (*Apis mellifera*). Výzkum potvrdil, že požití nektaru ošetřených rostlin neonikotinoidy snižuje produkci matek, aktivitu opylovatelů hledajících potravu a vede až k jejich akutní mortalitě (Larson et al. 2013). Lze tedy potvrdit, že extenzivně obhospodařované plochy formou méně častého sečení a omezení ve využívání pesticidů zvyšuje biologickou rozmanitost volně žijících opylovatelů v městském prostředí (Buri et al. 2014). Dalším faktorem, který ovlivňuje výskyt opylovatelů

v městském prostředí je heterogenita rostlinných druhů, jejichž zastoupení je v oblasti zeleně často nízké. Výzkumy prokázaly, že se větší množství opylovatelů vyskytovalo na původních druzích rostlin (Hanley et al. 2014; Blackmore & Goulson 2014; Jain et al. 2016). Na rozdíl od exotických druhů, záleží ovšem na preferencích jednotlivých druhů opylovatelů. Exotické druhy rostlin obecně snižují rozmanitost volně žijících včel naopak podporují diverzitu exotických včel (např. *Apis mellifera*) (Head & Muir 2006; Loram et al. 2008; Salisbury et al. 2015). Polyektické druhy opylovatelů, kteří sbírají pyl z jednoho druhu rostliny jsou schopné změnit orientaci na květy jiných druhů rostlin. Na základě toho mohou využívat exotické rostliny v městských oblastech (McKinney 2008). Druhy monolektické, které se často specializují pouze na jeden druh rostliny a druhy oligolektické vázané na několik druhů rostlin určité čeledi vyhledávají především původní druhy rostlinné vegetace (Requier et al. 2015; Venturini et al. 2016; Mathiasson & Rehan 2020).

Komunitní, veřejné a soukromé zahrady, parky, zelené střechy a další oblasti městských zelených ploch mají potenciál podpořit diverzitu a početnost volně žijících opylovatelů (Beninde et al. 2015), záleží však především na heterogenitě, početnosti rostlinných druhů a managementu těchto ploch (Davis et al. 2017).

Ve snaze snížit pokles opylovatelů se dle studie (Torné-Noguera et al. 2016) v městském prostředí zakládají společenstva včely medonosné (*Apis mellifera*). Výsledky ukázaly, že divoké včely v blízkosti včel medonosných strádají a jejich početnost a diverzita se v závislosti na nedostatku potravy snižuje (Geldmann & González-Varo 2018; Lindström et al. 2016; Mallinger et al. 2017; Renner et al. 2021).

### 3.4.3 Vládní podpora a monitoring opylovatelů

Pravidelný monitoring biologické diverzity volně žijících opylovatelů je zásadní pro rozvoj a provádění účinných ochranných opatření jednotlivých vlád (Evropská unie 2021).

V roce 2016 představil mezivládní panel OSN pro biologickou rozmanitost a ekosystémové služby (The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES) zprávu, která zhodnotila klesající stav opylovatelů a možnosti jejich ochrany. Na základě zprávy IPBES během 13. zasedání konference smluvních stran úmluvy o biologické rozmanitosti vyjádřilo jedenáct zemí



svou ochotu jednat a pokles volně žijících opylovatelů zvrátit (Potts et al. 2017). V návaznosti na to vznikla koalice ochotných „Promote Pollinators“. Mezi zakládající země „Promote Pollinators“ patří Nizozemí (Promote Pollinators 2016), ve kterém dlouhodobě dochází k poklesu včel, motýlů, pestřenek a dalších volně žijících opylovatelů (Biesmeijer et al. 2006). V Nizozemí se vyskytuje 360 druhů včel z nichž je více než polovina zařazena do červeného seznamu ohrožených druhů (IUCN). Strategie pro podporu opylovatelů byla zahájena v roce 2018 s cílem zvýšit diverzitu a početnost opylovatelů, zlepšit vztah zemědělců k přírodě a zvýšit povědomí a znalosti o opylujícím hmyzu. Pro monitoring biodiverzity se v Nizozemí využívají jak standardní, tak nové techniky. Na konci roku 2021 byla pro monitoring volně žijících opylovatelů nově použita digitální kamera DIOPSIS, která pořizuje snímky opylovatelů každých 10 vteřin po celých 24 h. Kamera využívá software, který pomocí neuronové sítě rozlišuje mezi jednotlivými jedinci a neživými předměty. Cílem Nizozemí je vybudovat rozsáhlou síť kamer po celém jeho území a mapovat tak stav volně žijících opylovatelů (Promote Pollinators 2016; Hooijmeijer et al. 2021). V současné době se koalice „Promote Pollinators“ pro podporu volně žijících opylovatelů formou různých individuálních programů účastní celkem 30 zemí z celého světa (Promote Pollinators 2016).

Snaha snížit pokles opylovatelů probíhá i v rámci Evropské unie. V červnu roku 2018 byla zahájena iniciativa EU zaměřená na podporu opylovatelů formou podpory monitoringu, výzkumu a inovace, ochrany druhů opylovatelů a obnovy jejich přirozených stanovišť ve spolupráci s veřejností. V důsledku nedostatečného účinku iniciativy, politik v rámci podpory biologické rozmanitosti a předpisů vyšla v roce 2020 zvláštní zpráva s doporučeními specifických opatření pro strategii Evropské unie v oblasti biologické rozmanitosti do roku 2030 (Evropská unie 2020). Dne 21.5.2021 byla vydána zpráva Evropské komise, která mapovala pokrok v provádění iniciativy EU pro opylovatele. Dle Evropského červeného seznamu počet opylovatelů v Evropě stále klesá, proto je i nadále potřeba opylovatele monitorovat. Komise navrhne zvýšit míru spolufinancování EU pro nejohroženější druhy opylovatelů. Dokument dále podporuje opatření pro zlepšení stanovišť opylovatelů v městských a příměstských oblastech a zvýšení úsilí, zejména při řešení ztráty stanovišť v zemědělské krajině. V rámci iniciativy EU byla zveřejněna výzva k veřejné konzultaci mezi vědci, širokou veřejností, farmáři, včelaři, odborníky na rozvoj měst a územního plánování,

ekologickými nevládními organizacemi a orgány veřejné moci, jak realizovat cíle společné ochrany opylovatelů v rámci EU. Tato výzva je otevřena po dobu dvanácti týdnů do 9.června 2022. O akcích na podporu opylovatelů v členských státech informuje webová stránka EU Pollinator Information Hive. Skupina 21 odborníků navrhla standardizovaný systém EU pro monitorování opylovatelů EU-PoMS. Pro detekci změn v početnosti a biodiverzitě je nutné vytvořit minimálně 2120 míst po celém území Evropy, kde budou volně žijící opylovatelé monitorováni (Evropská unie 2021).

Mnoho zemí tvoří individuální národní plány např. Spojené státy americké (Bloom et al. 2022), Anglie (DEFRA 2014), Francie (Gadoum & Fouillet 2016) nebo Irsko, ve kterém je diverzita a početnost opylovatelů ve špatném stavu. Z 98 původních druhů včel hrozí téměř třetině vyhynutí. Na ústupu jsou i čmeláci, jejichž zastoupení od roku 2012 kleslo o 14 %. Pro podporu a ochranu diverzity volně žijících opylovatelů tvoří Irsko strategické plány již od roku 2015. Jedná se především o vytváření vhodných květnatých stanovišť s dostatkem potravy. Součástí plánu je i rozšiřování znalostí o důležitosti, vývoji a potřebách opylujícího hmyzu (FitzPatrick et al. 2021; Promote Pollinators 2016).

Pro účinnost strategických plánů jsou zásadní aktualizovaná data o lokálním a globálním stavu biologické diverzity. Pro monitoring a shromažďování dat o biologické rozmanitosti zejména volně žijících opylovatelů existují různé mezinárodní organizace např. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Integrovaný taxonomický informační systém, který zahrnuje taxonomický záznam světových druhů včel (ITIS) nebo mezinárodní komise pro vztahy mezi opylovateli a rostlinami (ICPPR). Navzdory snaze o shromažďování dostatečného množství kvalitních dat dochází k jejich nepřehlednosti a nedostatečné srozumitelnosti. Pro kvalitní interpretaci dat o biologické rozmanitosti mezi vědci a politiky byl zaveden koncepční rámec základních proměnných biologické rozmanitosti (Essential Biodiversity Variables EBV), který založila společnost GEO BON. Jedná se o koncept, který zachycuje, shromažďuje a standardizuje data o změně biologické rozmanitosti pro výzkum a následnou interpretaci dat mezi vědci a osobami s rozhodujícími pravomocemi (Pereira et al. 2013). Výsledky studie z roku 2017 potvrdily, že EBV přispělo k řešení celkem 15 z 20 cílů "Aichi" (Schmeller et al. 2018), které byly vytvořeny v rámci desátého zasedání konference smluvních stran úmluvy o biologické

rozmanitosti, pro jednodušší vytváření národních plánů a jejich politických nařízeních pro hodnocení stavu biodiverzity (CBD 2010; Mace et al. 2010). Zároveň mohou přispět k různým politickým iniciativám jako jsou výroční zprávy národních strategií a akční plány v rámci konvence o biologické rozmanitosti a hodnotící zprávy IPBES (Kissling et al. 2018).

I přes nově vznikající technologie přetrvává stálý problém ve shromažďování dostatečného množství vědeckých dat. Interpretace a sběr dat je pro odborníky v dostatečném rozsahu personálně i finančně nedosažitelný. Způsob, kterým lze tento problém řešit, představuje koncept Citizen science, který dle studií prokazatelně přispívá k monitoringu biologické diverzity v rámci celého světa. V současné době tvoří více než 50 % záznamů mezinárodní databáze Global Biodiversity Information Facility (GBIF) data zaznamenaná občanskými vědci, kteří se účastní různých projektů v rámci občanské vědy (Chandler et al. 2017). Citizen science má potenciál nejen ve sběru dat na lokální a globální úrovni, ale také v podpoře vztahů mezi lidmi a přírodou, která účastníky občanské vědy motivuje k její ochraně (Schuttler et al. 2018).

V nové expertní zprávě EU je doporučena podpora citizen science v souvislosti s jejím velkým potenciálem při shromažďování údajů o opylovatelích pro vědecké výzkumy (Evropská unie 2021).

### 3.5 Citizen science

Citizen science představuje koncept aktivního zapojení široké veřejnosti do vědeckých výzkumů, které se týkají nejrůznějších odvětví. Jedná se o vzájemnou spolupráci, která pomáhá vědcům shromažďovat, přepisovat, kategorizovat a analyzovat potřebná data, která by z hlediska personální a finanční náročnosti nebyli schopni získat. Zároveň umožňuje zapojení dobrovolníků do vědeckých výzkumů, získání nových zkušeností a znalostí z různých vědních oborů (McKinley et al. 2017).

Citizen science si zakládá na uznání, že i amatérští vědci z řad občanů mohou být zapojeni do vědeckých výzkumů, produkovat kvalitní vědecká data a díky tomu podporovat a chránit životní prostředí (Silvertown 2009).

V oblasti přírodních věd se občanská věda vyvíjela už po staletí a představuje stále populárnější a účinnou formu pro vyhodnocování různých vědeckých otázek (Chandler et al. 2017). Mezi nejčastější a nejběžnější občansko-vědní aktivity patří projekty zaměřené na monitorování biologické rozmanitosti (Vohland et al. 2021), přičemž více než 80 % dat o biodiverzitě pochází z projektů občanské vědy. Pozorování přírodních jevů formou občanské vědy tak přispívá k pochopení přírody (Schmeller et al. 2009).

Spolupráce mezi občany a vědeckými pracovníky probíhala již od nepaměti i když se pojem citizen science poprvé objevil v tištěné formě teprve roku 1989 v časopise *American Birds* (LeBaron 2007; Juniper 2019).

V 80. letech 19. století byla v Marylandu občanská věda posunuta na celostátní úroveň panem Welsem Cookem, který vytvořil jeden z nejstarších projektů občanské vědy pro sčítání hnízdních ptáků. Díky projektu shromáždil 6 milionů nálezových karet o 800 druzích ptáků od celkem 3 000 dobrovolníků (Toerpe 2013; Sauer et al. 2013).

Další významný projekt založil roku 1900 americký ornitolog Frank Chapman. Jedná se o projekt Christmas Bird Count, který každoročně pořádá dobrovolné pozorování a sčítání ptáků dodnes. Pozorování v rámci tohoto projektu zahrnuje už 63 milionů pozorovaných jedinců (Juniper 2019). Významný úspěch v rámci občanské vědy představuje projekt manželů Urquhartových zaměřený na migraci motýla Monarchy stěhovavého (*Danaus plexippus*), který díky skupině dobrovolníků, jenž se zapojili do občanské vědy poskytl informaci o migraci Monarchy stěhovavého ze Severní

Ameriky do Mexika (Urquhart & Urquhart 1977; Urquhart & Urquhart 2011; Ries & Oberhauser 2015).

Během 20. století došlo k rozvoji a vzniku mnoha dalších projektů občanské vědy. V roce 2007 otevřela celosvětová síť údajů o biologické rozmanitosti (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) (<https://www.gbif.org>) on-line portál pro záznam dat, které pořizují občanští i profesionální vědci (Juniper 2019).

V posledních letech se oblast občanské vědy rozrostla do celého světa. Vzniklo mnoho profesionálních společností, které řídí občansko-vědní aktivity, z nichž největší jsou Citizen Science Association (<https://citizenscience.org/>) sídlící ve Spojených státech, European Citizen science Association (<https://ecsa.citizen-science.net/>) a Australian Citizen Science Association (<https://citizenscience.org.au/>) (Sood et al. 2017).

Mezinárodní a národní organizace, univerzity a vládní agentury došli k závěru, že vědci z řad občanů, kteří se účastní občanské vědy představují zásadní celosvětový zdroj informací pro vědecké výzkumy a mají potenciál poskytnout skokovou možnost v naší schopnosti reagovat s větší rychlostí na změny životního prostředí, které probíhají na všech úrovních od místní po globální. Citizen science má nejenom schopnost zajistit potřebné množství dat, ale také zapojuje širokou veřejnost do přímé podpory ochrany životního prostředí, čímž může mít vliv na změnu chování (McKinley et al. 2017) a vytváření kladného vztahu mezi vědci a veřejností (Bonney et al. 2014).

### 3.5.1 Principy občanské vědy

„Evropská asociace občanské vědy (ECSA – European Citizen Science Association), zastřešující různé organizace zabývající se občanskou vědou, publikovala: „Deset principů občanské vědy“. Tyto principy vymezují základní pravidla a etické principy, které by měly splňovat „správné“ projekty občanské vědy a přispívají k základnímu pochopení jejich cílů a obsahu.

- I. Díky projektům občanské vědy se občané mohou aktivně zapojovat do vědeckého života a přispívat tak k rozvoji poznání a rozšiřování vědomostí. Občané se mohou stát přispěvateli, spolupracovníky i vedoucími projektů a jejich role by měla být významná.
- II. Projekty občanské vědy mají skutečný vědecký výstup. Mohou řešit nejrůznější výzkumné otázky či vytvářet podklady pro ochranné zásahy, managementová rozhodnutí nebo pro politiku životního prostředí.
- III. Spolupráce je přínosná jak pro profesionální, tak pro občanské vědce. Mezi přínosy mohou patřit publikace výstupů výzkumu, možnost i dalšího vzdělávání, osobní potěšení či přínosy v mezilidských vztazích. Občanští vědci získávají zadostiučinění, že přispěli k vědeckému bádání, které je často zaměřeno na místní, národní i mezinárodní problémy, a mohou tak nepřímo ovlivňovat i způsoby jejich řešení
- IV. Občanští vědci se mohou účastnit více fází vědeckého procesu. To může zahrnovat formulaci výzkumné otázky, návrh metod, shromažďování a vyhodnocování dat i prezentování výsledků.
- V. Občanští vědci dostávají zpětnou vazbu; například, jak byla jejich data využita a jaké jsou vědecké, politické a společenské výstupy.
- VI. Občanská věda je výzkumným přístupem jako kterýkoli jiný, včetně omezení a zkraslení, která je potřeba brát v úvahu a příslušně ošetřit. Na rozdíl od tradičních výzkumných přístupů vytváří občanská věda příležitosti pro větší zapojení veřejnosti a pro demokratizaci vědy
- VII. Výzkumná data a metadata občanské vědy jsou veřejně přístupná a (pokud je to možné) výsledky jsou publikovány s otevřeným přístupem. Data jsou sdílena v

průběhu projektu nebo po jeho ukončení, pokud tomu nebrání důvody bezpečnostní povahy nebo ochrany soukromí.

- VIII. Zapojení občanských vědců je uvedeno v poděkování jak u výsledků, tak v publikacích
- IX. Programy občanské vědy mohou být hodnoceny na základě jejich vědeckých výstupů, kvality dat, zkušenosti účastníků a širšího dopadu na společnost a politiku.
- X. Vedoucí projektů občanské vědy dbají na právní a etické aspekty týkající se autorského práva, ochrany práv duševního vlastnictví, smluv o sdílení dat, důvěrnosti dat, uvádění autorství a dopadů aktivit na životní prostředí.“ (European Citizen Science Association ECSA 2015 ).

### 3.5.2 Občanští vědci

S ohledem na současné změny v životním prostředí je zásadní rostoucí propojenost mezi jednotlivými zeměmi, vládami, vědci, ale především mezi občany, bez kterých jsou rozsáhlé problémy globálního a lokálního charakteru nesenadno řešitelné (Schuttler et al. 2018).

Občanští vědci, kteří se aktivně účastní občanské vědy a spolupracují s vědeckými pracovníky značně přispívají k řešení aktuálních problémů. Podílejí se na nejrůznějších fázích vědeckých výzkumů, účastní se monitoringu, sběru a klasifikace dat. Současně se mohou zapojit do formování výzkumných hypotéz či výběru metodiky.

Pro dlouhodobou spolupráci mezi účastníky a vědci v projektech občanské vědy je nutné pochopit, které faktory vedou dobrovolníky k dlouhodobé účasti. Dobrovolníci se do občanské vědy nezapojují pouze z důvodu sběru dat, ale motivuje je mnoho různých faktorů. Dle výsledků studie (Wright et al. 2015) se jedná především o rekreaci a kladný vztah k přírodě, pro jejich osobní hodnoty a růst, ale také sociální interakci. Důležitou motivací představuje také osobní zájem o konkrétní studovanou oblast vědy, jelikož se mnoho dobrovolníků zabývá danou oblastí ve svém volném čase.

Účast na projektech občanské vědy představuje pro občanské vědce mnoho benefitů např. prohloubení znalostí z nových vědních oblastí, zlepšení dovedností v identifikaci

různých živočichů, což je výhoda pro účastníky, ale zároveň pro vědecké pracovníky z důvodu kvalitnějšího sběru dat a zvýšení znalostí o vědecké gramotnosti obecně. Jedná se také o přínos z pohledu fyzického, psychického a duševního zdraví. Zásadní vliv má také osobní angažovanost občanů účastnících se projektů občanské vědy, které probíhají v místě jejich bydliště a mají k němu přímou návaznost (Land-Zandstra et al. 2021).

Velmi schopní občanští vědci se nachází i mezi žáky základních, středních a vysokých škol. Vznikají pro ně projekty např. v oblasti monitoringu volně žijících opylovatelů, zaměřené na sběr a následnou analýzu dat (Rüdisser et al. 2017; Bloom & Crowder 2020; Prendergast et al. 2022). Jedná se tak o vzájemnou pomoc vědcům ve shromažďování dat a zároveň zábavnou a lépe pochopitelnou formu učení, která žákům zvýší jejich přírodovědnou a environmentální gramotnost. Současně se dle výsledků studií díky projektům občanské vědy zvýšil obecný zájem studentů o životní prostředí, což zvyšuje pravděpodobnost jejich zapojení do dalších vědeckých projektů a ochrany přírody (Mitchell et al. 2017).

Díky účasti občanských vědců v projektech citizen science zaměřených na ekologii a monitorování biologické rozmanitosti dochází k prohloubení vazby na přírodní prostředí a s tím spojené ochránářské chování (Toomey & Domroese 2013).

### 3.5.3 Využití technologií v citizen science

Stále se rozvíjející technologie představují nové možnosti pro občanskou vědu. Vědecké výzkumy, které dříve probíhaly převážně formou pozorování a zápisu nahradily autonomní a polo-autonomní senzory, systémy využívající družice, letecké snímky a chytré aplikace s potenciálem automatizovat proces sběru dat a zvýšit jejich kvalitu.

Ve Francii byla založena platforma SPIPOLL (<https://www.spipoll.org/>), která slouží jako databáze shromážděných dat o opylujícím hmyzu a květinách, které navštívuje. Shromážděná data pomáhají vědcům zhodnotit druhový a početní stav opylovatelů a dobrovolníkům rozšiřují znalosti o hmyzích opylovatelích. Uživatelé fotografují veškerý hmyz, který za určitou dobu navštíví konkrétní rostlinu. Fotografie následně nahrají do prostředí SPIPOLL. Zachycené fotografie identifikují za pomoci online identifikačních klíčů, jejichž výsledky poté ověřuje skupina odborných entomologů.



Databáze SPIOLL vytvořila více než 30 000 fotografických sbírek a přes 300 000 snímků opylovatelů. Kontrola snímků, je kvůli jejich stále se zvyšujícímu počtu a nedostatku odborníků nemožná (Saoud et al. 2020). Problémy tohoto typu řeší mnoho různých platforem, které umožňují monitoring biologické diverzity volně žijících opylovatelů pomocí softwaru mobilních aplikací, které si občanští vědci jednoduše stáhnou do svého chytrého telefonu. Hlavními výhodami mobilních aplikací je jejich dostupnost. V dnešní době vlastní chytrý telefon téměř každý, a tak se zapojení do vědy stává dostupné pro širokou veřejnost (Teacher et al. 2013). Výhodou je také ulehčení sběru dat, které probíhá formou fotografování konkrétních jedinců. Následně systém jedince identifikuje a zařadí do odpovídajícího taxonu, ovšem pouze v případě dostatečné kvality pořízené fotografie (Suzuki-Ohno et al. 2022). Softwary aplikací jsou schopny ověřovat kvalitu dat, minimalizovat chybovost a prokazovat jejich výsledky, čímž značně ulehčují práci vědeckým pracovníkům. Zároveň je celý proces sběru, vyhodnocování a komunikace rychlejší (Newman et al. 2012).

V roce 2008 byla vytvořena jedna z největších mobilních a webových platforem iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>), která slouží k monitoringu celosvětové biologické rozmanitosti a početnosti druhů živočichů a rostlin. Občanští vědci se pod svým profilem účastní nejrůznějších pozorování, která zaznamenávají pomocí fotografií, datumu a polohových údajů. Uložené informace tvoří datové soubory spolu se záznamy všech ostatních dobrovolníků, čímž vzniká rozšířená databáze pozorování z celého světa (Mesaglio et al. 2021). Aplikace funguje na bázi umělých neuronových sítí, které na základě fotografií generují konkrétní druhy sledovaných jedinců. Veškerá pozorování jsou kontrolována a ověřena skupinou uživatelů a následně jsou přidány do celosvětové databáze biodiverzity GBIF (Altrudi 2020). V rámci platformy je možné vytvářet projekty, které se týkají pouze konkrétních skupin živočichů nebo rostlin. Zároveň se díky těmto aplikacím a zapojení obrovského množství dobrovolníků po celém světě daří monitorovat vzácné druhy, které by za normálních okolností vědci nebyli schopni zachytit. V roce 2019 byl na Filipínách v aplikaci iNaturalist zaznamenán endemický druh čmeláka (*Bombus irisanensis*), jehož výskyt byl naposledy pozorován v 90 letech 20 století (Wilson et al. 2020). Výzkumy potvrdily, že se jedná o efektivní formu odběru vzorků a kvalita identifikovaných jedinců může být velmi vysoká (Jakuschona et al. 2022).

V případě volně žijících opylovatelů může docházet k častým chybám v rozpoznání jedince především z důvodu identifikace rostliny namísto konkrétního druhu opylovatele, který se na rostlině nachází. iNaturalist je tedy funkční platforma, která u některých druhů vykazuje až 97,3 % shody, i přesto v případě náročněji identifikovatelných druhů vyžaduje určité vylepšení (Gazdic & Groom 2019).

Další online databází je webová platforma Ebutterfly, která funguje na podobné bázi jako aplikace iNaturalist s jediným rozdílem, platformu je možné využít pouze v prostředí webu nikoli jako mobilní aplikaci. Záznamy o motýlech občanští vědci přidávají přímo na webovou stránku. Ebutterfly se zaměřuje na diverzitu, četnost a fenologii motýlů. V březnu 2021 měla databáze ebutterfly celkem 429 000 pozorování (<https://www.e-butterfly.org/>) (Prudic et al. 2017).

### 3.5.4 Kvalita dat

Shromažďování informací formou občanské vědy může významně přispívat k řešení problémů biologické rozmanitosti a početnosti volně žijících opylovatelů, záleží však na kvalitě a zpracování klasifikovaných dat. Navzdory studiím, které prokázaly, že datové soubory tvořené občanskými vědci mohou mít stejnou nebo vyšší kvalitu výsledků jako datové soubory vědců (Kosmala et al. 2016) bere mnoho odborníků data pocházející z občanské vědy spíše jako vzdělávací a doplňkové prostředky, nikoli jako důvěryhodné výstupy, které by se daly použít pro odborné recenzované časopisy (Theobald et al. 2015). Obavy o kvalitu dat plynou především z odlišných dovedností dobrovolníků, jejichž úroveň zkušeností a znalostí se u každého jednotlivce liší. Mnoho vědců zastává názor, že všechny činnosti, které s sebou nese monitorování biologické diverzity lze natrénovat a nastudovat, přičemž záleží především na míře a kvalitě proškolení občanských vědců (Cohn 2008).

Kvalitu dat určuje také typ výzkumu. Projekty, které se zaměřují na méně obtížné cíle mají větší úspěšnost než ty, které jsou na identifikaci náročné i pro samotné odborníky (Kosmala et al. 2016).

V městském prostředí Fort Collins se uskutečnila studie zaměřená na ověření úspěšnosti občanských vědců v monitoringu biologické rozmanitosti a četnosti volně žijících opylovatelů. Občanské vědce představovali dobrovolníci, kteří projevíli zájem o monitoring volně žijících opylovatelů ve spolupráci s vědeckými pracovníky. Před

zahájením monitoringu proběhlo školení, ve kterém byly občanským vědcům představeny všechny determinační znaky volně žijících opylovatelů aby byli schopni indentifikovat základní morfotypy. Pro zachování stejných podmínek všech pozorování monitoring probíhal ve dvojicích po předem vyznačených trasách v časových intervalech od devíti do jedenácti hodin za slunečného počasí, kdy jsou opylovatelé nejaktivnější. Identifikovaní jedinci byli řazeni do jednotlivých morfotypů, které sice nemohou plně nahradit taxonomické záznamy pro ochranu biologické diverzity volně žijících opylovatelů, i přesto mohou přinést nápomocné výsledky. Po monitoringu byla data pořízená občanskými vědci statisticky porovnána s daty odborníků pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Závěry studie potvrdily, že školení občanských vědců zajistí přesnější a kvalitnější sběr dat, která se svou kvalitou rovnají datům odborných vědců. Studie také poukazuje na důležitost vzdělávacích workshopů, webových stránek, a informačních letáků, které motivují občanské vědce k odvedení kvalitní práce (Mason & Arathi 2019).

Zprostředkování kvalitního proškolení u globálních projektů, do kterých se mohou zapojit občanští vědci z celého světa je z hlediska personálního i finančního náročné. V tomto případě musí vědeckí pracovníci pomocí statistických analýz detekovat a následně minimalizovat chyby v datových souborech (Wiggins et al. 2011).

Rozvíjející se mobilní aplikace a platformy, které se stále více využívají pro občanskou vědu mají potenciál zvýšit kvalitu dat, automaticky kontrolovat jejich správnost a v případě globálních projektů pokrýt mnohem větší území. Chybovost se ale nevyklučuje ani v případě chytrých technologií, které je nutné správně využít. Hlavním problémem chytrých aplikací, které se využívají k monitoringu druhové diverzity a početnosti volně žijících opylovatelů je kvalita fotografií, která je často velmi nízká, především z důvodu jejich rychlosti a malé velikosti. Po pořízení fotografie v nízké kvalitě nedojde k rozeznání konkrétního druhu jedince a data jsou tím pádem zavádějící. Jedním z řešení tohoto problému je identifikace druhů fotek pomocí konvoluční neuronové sítě Xception (Deep convolutional neural networks, DCNNs), která dle studie dokázala identifikovat jednotlivé druhy opylovatelů s přesností 85 %, tedy lépe nežli občanští vědci, kteří měli úspěšnost pouze 54 %. Konvoluční neuronové sítě představují také výhodu z hlediska šetření času odborníků, kteří by museli analyzovat a čistit datové soubory (Suzuki-Ohno et al. 2022).

Kvalita dat je nejzásadnějším faktorem, který určuje účinnost a využitelnost občanské vědy.

S využitím základních technik jako je správné zadání a navržení projektu, proškolení před zahájením monitoringu, využití vhodných aplikací a technologií, jejichž nové generace se stále vyvíjí a zdokonalují budou data občanských vědců nenahraditelnou součástí ochrany biologické rozmanitosti volně žijících opylovatelů (Kosmala et al. 2016; Brown & Williams 2019).

### 3.6 Citizen science a podpora opylovatelů v zahradách

Pokud budeme města tvořit udržitelně, dobře plánovat a správně nastavovat management zelených ploch, můžeme podpořit abundanci a diverzitu opylovatelů. Důsledným dlouhodobým monitoringem opylovatelů je možné podpořit správná opatření (Evropská unie 2021). Plošný monitoring však v městském prostředí není jednoduchý, především z důvodu heterogenity prostředí a převažujícímu soukromému vlastnictví pozemků (Jin & Yang 2020).

Vzhledem k důležitosti volně žijících opylovatelů, kteří se vyskytují v městských a příměstských částech vzniklo již mnoho projektů občanské vědy zaměřených na jejich podporu.

Projekty se zabývají především obnovou polopřirozených stanovišť, následným pozorováním a shromažďováním dat pomocí různých aplikací a současně slouží jako vzdělávací a informační programy, které se snaží o úbytek a důležitosti podpory volně žijících opylovatelů informovat širokou veřejnost (Birkin & Goulson 2015; Vasiliev & Greenwood 2020; Prendergast et al. 2022).

### 3.6.1 Zahraniční projekty citizen science

Jedním z nejdéle fungujících občansko-vědních projektů je United Kingdom Butterfly Monitoring Scheme (UKBMS). Jedná se o projekt, který s pomocí občanských vědců zaznamenává transekty motýlů z více než 2000 míst ročně. Kvalita dat je velmi vysoká, jelikož se transekty nazývané Pollard walks během 7 měsíců prochází každý týden. Motýli představují cenné bioindikátory, především díky jejich citlivosti na mírné změny stanoviště a klimatu. Výsledný soubor dat je tak důležitým zdrojem pro pochopení poklesu, vývoje a změn nejen motýlů, ale i hmyzu obecně (<https://ukbms.org/>; (Roy et al. 2019).

V Severní Americe byl v roce 2008 založen Great Sunflower Project za účelem shromáždit informace o městské, příměstské a venkovské populaci volně žijících opylovatelů. Do projektu se zapojilo již 100 000 dobrovolníků, kteří se účastní monitoringu opylovatelů, rostlin a jejich vhodných stanovišť, současně upravují své soukromé zahrady, na kterých opylovače následně sčítají (<https://www.greatsunflower.org/>) (LeBuhn 2016).

V roce 2015 vznikla ve Spojených státech amerických národní síť opylovatelů s cílem zvýšit počet nektarodárných zahrad, které nabídnou dostatek potravy volně žijícím opylovatelům. Zaměřují se také na propagaci významu volně žijících opylovatelů mezi širokou veřejnost. Organizaci zastupuje přibližně 50 partnerů od dobrovolných občanských vědců po federální agentury. V rámci projektu probíhá registrace soukromých květnatých zahrad dobrovolníků, kteří se rozhodli zapojit. Nejedná se pouze o registrace pro spojené státy americké, ale zapojit se mohou dobrovolníci z celého světa, jedná se tedy o projekt na globální úrovni. Projektu se účastní téměř 800 000 zahradníků, 20 000 školních zahrad a v současné době se jim podařilo překonat hranici 1 000 000 registrací soukromých zahrad (<http://millionpollinorgardens.org/>).

V Gruzii byl v závislosti na rychlém úbytku volně žijících opylovatelů založen projekt The Greater Atlanta Pollinator Partnership (GAPP), který se zaměřuje na obnovu a tvorbu polopřírodních stanovišť v okolí Atlanty. Hlavním cílem projektu je do podpory zapojit městské části, školy, parky a komunitní zahrady. Projekt poskytuje základní informace o rostlinných druzích, vhodném výběru stanoviště a samotném založení nektarodárné plochy. Vlastníci takové zahrady registrují ve sdílené mapě a

tvoří tak propojenou síť stanovišť vhodných pro opylovatele (<https://gapp.org/>). Prostřednictvím projektu GAPP byl v městském prostředí Atlanty zdokumentován značně ubývající druh Čmeláka pensylvánského (*Bombus Pensylvanicus*), což dokazuje, že se v městském prostředí s dostatečným zastoupením vhodných stanovišť mohou vyskytovat vzácné druhy. V Gruzii probíhá také velké Gruzijské sčítání opylovatelů (The Great Georgie Pollinators Census) založené univerzitou v Gruzii, které poprvé proběhlo roku 2019. Během tříletého sčítání se zapojilo téměř 15 000 dobrovolníků, kteří shromáždili přes 300 000 záznamů o volně žijících opylovatelích (<https://ggapc.org/>) (Griffin et al. 2021).

Ve městě Fort Collins byl v roce 2016 založen projekt Native Bee Watch pro monitoring diverzity původních druhů včel. Hlavními cíli projektu je získání informací o biodiverzitě a abundanci včel v místních oblastech a doporučení druhového složení rostlin majitelům soukromých a komunitních zahrad. Komunitní projekt přijímá dobrovolníky, kteří se zapojují do monitorování včel formou pozorování a zápisu. Podmínkou účasti v projektu je online nebo osobní trénink a následné odesílání dat z monitoringu minimálně dvakrát měsíčně od června do srpna (<https://nativebeewatch.wordpress.com/>). Studie hodnotí projekt za úspěšný, jelikož data sebraná dobrovolníky vykazují stejnou kvalitu jako data odborníků, především díky předešlému proškolení (Mason & Arathi 2019).

### 3.6.2 Citizen science v podmínkách České republiky

V České republice se koncept citizen science stále rozvíjí. Jako databáze slouží webová platforma Citizen science <https://www.citizenscience.cz/>, která spravuje veškeré fungující projekty v rámci České republiky a současně slouží jako národní portál s aktualitami v občanské vědě. Součástí jsou také mezinárodní informace a novinky o občanské vědě z celého světa. Vznikají nové projekty, které jsou spravované nevládními organizacemi, univerzitami, neziskovými organizacemi nebo jednotlivými dobrovolníky (Duží & Trojan 2022)

Entomologický ústav Biologického centra Akademie věd České republiky založil projekt Motýlí klenoty. Projekt se zabývá určováním druhů motýlů a mapováním jejich výskytu, pomocí pořízených fotografií, které dobrovolníci nahrají s časem a polohou na stránku facebooku. Cílem je i osvěta v oblasti ochrany motýlů.

(<https://db.citizenscience.cz/?p=1561>, <http://blog.lepidoptera.cz/category/mapovani-motyly/>, <http://www.lepidoptera.cz/>).

Další příležitost k monitoringu motýlů na území hlavního města Prahy umožňuje projekt Hledejte pražské motýly. Hlavním cílem projektu je zmapovat diverzitu motýlů pomocí mobilní aplikace iNaturalist a vytvořit tak atlas denních motýlů Prahy. Projekt zajišťuje spolek Hutur ve spolupráci s magistrátem hlavního města Prahy, Fakultou životního prostředí ČZU v Praze, Národním muzeem a agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky. (<https://www.praha9.cz/hledejte-prazske-motyly-vyzyvaji-odbornici-verejnost>, <https://www.inaturalist.org/projects/hledejte-prazske-motyly>).

Dobrovolníci se mohou účastnit také monitoringu a ochrany kriticky ohroženého Okáče metlicového (*Hipparchia semele*). Projekt probíhá na území Prahy v Prokopském údolí a jeho okolí. K monitoringu dobrovolníci využívají aplikaci iNaturalist ze které budou data využita k doplnění standardního monitoringu, který provádí odborníci z týmu ekologie hmyzu Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze formou značení a zpětného odchyty (<https://www.inaturalist.org/projects/okacum-na-stope>, <https://db.citizenscience.cz/?p=1606>).

Pro podporu volně žijících opylovatelů na území hlavního města Prahy vznikl pilotní projekt Praha kvete podrobně zpracovaný jako případová studie v kapitole 4.

## 4. Případová studie

### 4.1 Projekt Praha kvete

V roce 2020 byl založen pod záštitou České zemědělské univerzity pilotní projekt Praha kvete na podporu a monitoring volně žijících opylovatelů v pražských zahradách.

Hlavním cílem projektu je vybudovat síť náhradních polopřirozených stanovišť v městských a příměstských částech zahrad hlavního města Prahy a současně motivovat veřejnost v Praze i okolí, aby pro volně žijící opylovatele ponechala alespoň část své soukromé zahrady neposekané s vhodným druhovým zastoupením rostlin.

Součástí projektu je osvěta široké veřejnosti a mládeže za pomoci odborných přednášek, workshopů, exkurzí, edukačních programů pro základní a mateřské školy, ale také propagace na internetových stránkách, sociálních sítích, v rádiích a televizi.

Cílem další fáze projektu bude vytvořit stabilní komunitu občanských vědců, kteří se budou pravidelně účastnit monitoringu volně žijících opylovatelů v Praze.

Hlavním řešitelem projektu je Mgr. Filip Harabiš, Ph.D. společně s jeho týmem, který tvoří Ing. Michal Řeřicha, Ing. Anna – Marie Poskočilová, Ing. Michal Knapp, Ph.D., Ing. Adam Tetaur a Veronika Jašková.

Harmonogram projektu:

- I. V roce 2020 se projekt zaměřil na komunitní, veřejné a školní zahrady, edukační programy pro děti a osvětu široké veřejnosti formou přednášek a exkurzí.
- II. V roce 2021 projekt pokračoval v zakládání květnatých ploch ve veřejných, komunitních a školních zahradách, edukačních programech a přednáškách. Současně jsme zapojili širokou veřejnost, které jsme v případě zájmu zprostředkovali speciální osevň směs, kterou mohla využít k vytvoření si květnaté louky na své soukromé zahradě.



### 4.1.1 Financování projektu

Projekt Praha kvete podporuje Magistrát hlavního města Prahy prostřednictvím grantové soutěže, současně s bankou MONETA money bank.

## 4.2 Zakládání nektarodárných ploch

Prvním krokem před zakládáním louky je vybrat vhodné stanoviště. Luční květiny preferují méně humózní půdy chudé na živiny. Vhodným místem je tedy neúrodná část pozemku s dostatečnou mírou oslunění. Rozloha louky nemusí být příliš velká, minimum je 9 m<sup>2</sup>.

Ideálním obdobím pro zakládání louky je pozdní podzim (konec září až říjen) nebo jaro (od dubna do konce května), především z důvodu dostupnosti vláhy, přičemž směsi s podílem letniček je dobré zakládat na jaře.

Příprava záhonu představuje manuální narušení a stržení drnu mechanicky pomocí rýče. Není potřeba kopat do hloubky, postačí pouhých 5 až 10 cm. Tento proces může probíhat 14 dní před samotným osetím nebo je možné půdu prokypřit a přejít rovnou k setí.

Důležitý je výběr osevní směsi, který závisí na půdním stanovišti, klimatických podmínkách daného stanoviště a našich osobních preferencích. Na základě toho, jaké květnaté louky chceme dosáhnout. Vybírat můžeme mezi směsi travobylinnými s podílem letniček nebo bez nich, pro opylovatele a další bezobratlé nebo na základě typu půdy směsi pro vlhčí nebo vysychavé půdy. Zásadní je kontrolovat složení směsi a pořizovat ji pouze od důvěryhodných zdrojů. Zastoupení nepůvodních druhů je v běžně prodávaných osevních směsích poměrně časté, přičemž se může jednat o omyl nebo záměr z důvodu pestřejšího vzhledu rostlin a delší doby kvetení. V extrémním případě se po využití nevhodné směsi mohou nepůvodní a invazní druhy šířit natolik, že dochází k rozvracení celých společenstva nebo ekosystémů.

Samotný výsev se provádí do prokypřené, odplevelené a zarovnané půdy. Semínka se rozprostřou v množství zhruba 2 g/m<sup>2</sup> po celé ploše a zašlapou do půdy ne příliš hluboko, maximálně však do 5 mm.

**Konkrétní postup zakládání nektarodárných ploch v rámci projektu Praha kvete:**

- I. Louky byly zakládány v intravilánu na předem stanovených územích hl. města Prahy. Vždy bylo vybráno vhodné osluněné území.
- II. Na plochách o rozloze 20 m<sup>2</sup> byl mechanicky pomocí rýče narušen a stržen drn do hloubky 5 až 10 cm.
- III. K osetí byla využívána speciální travobylinná směs s nižším vzrůstem odolná proti suchu viz kapitola 4.3.1

Záhon byl předem prokypřen a semínka byla rozházena v množství zhruba 2 g/m<sup>2</sup> a lehce zašlapána do země.



Obrázek č. 1, Zakládání nektarodárné plochy v Riegrových sadech

Autor fotografie: Veronika Jašková

## Informační cedule:

Ke každé založené ploše byla zabudována informační cedule se základními informacemi k projektu Praha kvete. Informační cedule poskytuje informace o poklesu volně žijících opylovatelů, důležitosti obnovy a managementu polo-přírodních stanovišť v městském prostředí a vyzývá širokou veřejnost k zapojení se do monitoringu opylovatelů na rozkvetlých loukách.



Obrázek č. 2, Informační cedule instalovaná u založené plochy

Autor fotografie: Anna – Marie Poskočilová

## Osevní směs:

K osetí ploch je využívána travobylinná směs, která byla vytvořena po konzultaci s oddělením péče o zeď Magistrátu hlavního města Prahy, ve spolupráci s Dr. Strakovou (Agrostis s.r.o.) Jedná se o speciální směs pocházející ze základu komerční směsi Slunovrat (<https://www.agrostis.cz/produkt/slunovrat-kvetnata-louka-do-sucha-pro-narocne>), která má nižší vzrůst a je odolná vůči suchu. Výsledná směs je vhodná pro květnaté louky do prostředí intravilánu. Obsahuje celkem 58 rostlinných druhů z toho 70 % trav, 27 % bylin a 3 % jetelovin. Doplněná je o vyšší podíl Chrpy

luční (*Centaurea jacea*), kterou dodalo oddělení péče o zeleň MHMP. Zastoupené rostlinné druhy představují původní druhy České republiky, ovšem ne vzácné.

#### **Složení směsi:**

**Trávy 70%:** Psineček obecný (*Agrostis capillaris* 'Highland') 5,8%, Tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*) 3%, Metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) 1%, Kostřava červená pravá (*Festuca rubra rubra* 'Tagera') 13%, Kostřava červená (*Festuca rubra trichophylla* 'Viktorka') 10%, Kostřava červená trsnatá (*Festuca rubra commutata* 'Zulu') 10%, Kostřava žlábkatá (*Festuca rupicola*) 6%, Kostřava drsnolistá (*Festuca trachyphylla* 'Dorotka') 13%, Smělek štíhlý (*Koeleria macrantha*) 1,6%, Smělek jehlancovitý (*Koeleria pyramidata*) 1,6%, Lipnice luční (*Poa pratensis* 'Balin') 5%

**Byliny 27%:** Řepík lékařský (*Agrimonia eupatoria*) 1,3%, Řebříček chlumní (*Achillea collina*) 0,2%, Řebříček obecný (*Achillea millefolium*) 0,3%, Rmen barviřský (*Anthemis tinctoria*) 1%, Hvězdnice chlumní (*Aster amellus*) 0,1%, Šedivka šedivá (*Berteroa incana*) 0,3%, Kmín kořený (*Carum carvi* 'Prochan') 0,3%, Chrpa modrá (*Centaurea cyanus*) 0,5%, Chrpa luční (*Centaurea jacea*) 0,2%, Klinopád obecný (*Clinopodium vulgare*) 0,2%, Mrkev obecná (*Daucus carota* 'Táborská žlutá') 0,2%, Hvozdík svazčitý (*Dianthus armeria*) 1,6%, Hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*) 1%, Hvozdík kroupenatý (*Dianthus deltoides*) 0,5%, Svízel bílý (*Galium album*) 0,6%, Svízel syřišťový (*Galium verum*) 0,8%, Devaterník penízkovitý (*Helianthemum nummularium*) 0,5%, Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*) 0,8%, Yzop lékařský (*Hyssopus officinalis* 'Blankyt') 0,4%, Máchelka srstnatá (*Leontodon hispidus*) 0,1%, Kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*) 1,1%, Len vytrvalý (*Linum perenne*) 0,7%, Kohoutek věncový (*Lychnis coronaria*) 0,5%, Smolníčka obecná (*Lychnis viscaria*) 0,7%, Heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*) 0,2%, Dobromysl obecná (*Origanum vulgare*) 0,9%, Mák vlčí (*Papaver rhoeas*) 0,2%, Jitrocel prostřední (*Plantago media*) 0,3%, Mochna stříbrná (*Potentilla argentea*) 1,7%, Mochna přímá (*Potentilla recta*) 1,9%, Černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*) 0,6%, Řimbaba obecná (*Pyrethrum parthenium*) 0,1%, Šalvěj luční (*Salvia pratensis*) 1,4%, Šalvěj přeslenitá (*Salvia verticillata*) 0,4%, Krvavec menší (*Sanguisorba minor*) 1,7%, Hlaváč bledožlutý (*Scabiosa ochroleuca*) 0,3%, Silenka níci (*Silene nutans*) 0,2%, Silenka nadmutá (*Silene vulgaris*) 1,2%, Čistec přímý (*Stachys recta*) 0,5%,



Řimbaba chocholičnatá (*Tanacetum corymbosum*) 0,4%, Mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*) 0,6%, Tymián obecný (*Thymus vulgaris*) 0,2%, Rozrazil ožankový (*Veronica teucrium*) 0,3%

**Jeteloviny 3%:** Úročník bolhoj (*Anthyllis vulneraria* 'Pamir') 0,8%, Štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* 'Táborák') 0,7%, Tolice dětelová (*Medicago lupulina* 'Ekola') 0,2%, Vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia* 'Višňovský') 1,3%



Obrázek č. 3, osevní směs, Autor: Michal Řeřicha

### **Péče o založenou plochu:**

V prvních měsících po výsevu rostou především kořínky lučních rostlin a plevel.

V prvním roce vzchází první rostliny, které postupně vytváří svůj kořenový systém. S ohledem na to se louka kosí pouze jednou ne níže než 20 cm nad zemí, aby se klíčící rostliny nezadusily. Pro zachování životního prostoru pro opylovatele a jiné bezobratlé živočichy je vhodné zvolit mozaikovitou seč, při které nedochází ke kosení celé plochy, ale pouze ke kosení menších ostrůvků. Vhodné je tedy nejprve posekat první část a po několika týdnech druhou. Aby byl záhon dostatečně hustý, je vhodné ho v období před vegetačním klidem dosít.

Druhý rok po výsevu louka začne kvést. Pro zahuštění vegetace se louka kosí dva až třikrát ročně.

V následujících letech se louka kosí maximálně třikrát ročně. Po seči je důležité veškerou hmotu odstranit, v případě zanechání by půda získala přebytek živin, které by podpořily expanzivní rostliny.

### **Soukromé zahrady:**

Do projektu Praha kvete byla zapojena také široká veřejnost, které jsme v případě zájmu bezplatně zprostředkovali speciální osevní směs, kterou mohla využít k vytvoření si květnaté louky na své soukromé zahradě.

Díky propagaci projektu viz kapitola 4.2 se přes sociální sítě a e-mail ozvalo mnoho zájemců. Zájemcům byl vždy zasílán souhlas obecného nařízení o ochraně osobních údajů, byly předány základní informace o postupu a stanoveno množství osiva. Následně jsme osivo vážili, balili a odesílali na předem smluvené adresy. Zájemci od nás obdrželi balíčky s osevní směsí, jejichž součástí je letáček (viz příloha) s návodem na zakládání květnaté louky a praktickými informacemi o následné péči o záhon. Dobrovolníci byli také požádáni o zaslání fotografií jejich rozkvetlých luk a zapojení se do následného monitoringu pomocí aplikace iNaturalist viz kapitola 4.4.

Během jedné sezóny byla rozeslána osevní směs na celkem 150 květnatých zahrad, jejichž početnost v současné době stále roste.

## **4.3 Propagace projektu**

Projekt Praha kvete je medializován přes webové stránky (Prahakvete.cz, <https://www.prahakvete.com/>), na kterých jsou dostupné veškeré důležité materiály a informace ke vzniku projektu. Na webových stránkách je dostupná mapa všech založených ploch, manuály pro založení květnatých ploch, složení námi využívané osevní směsi, souhlasné dokumenty GDPR a hry ke stažení pro děti. Medializace probíhá také na sociálních sítích jako je Instagram (<https://www.instagram.com/prahakvete/?hl=en>) a Facebooková skupina Praha kvete (<https://www.facebook.com/prahakvete/>), kam pravidelně přidáváme aktuální informace o projektu a fotografie z akcí a zakládání nektarodárných ploch. Sociální sítě využíváme také pro komunikaci s našimi fanoušky a dobrovolníky, kteří se do projektu chtějí zapojit.

Propagace projektu Praha kvete probíhala také v médiích, konkrétně v České televizi, reportáže v rádiích, propagační články na internetu, podcast, příspěvky od České zemědělské univerzity viz. příloha.



Obrázek č. 4, Přednáška k projektu Praha kvete, Autor fotografie: Michal Řeřicha



Obrázek č. 5, Exkurze u založené plošky Zemědělského národního muzea Praha

Autor fotografie: Filip Harabiš

## 4.4 Edukace

V rámci projektu Praha kvete probíhaly edukační programy pro mateřské a základní školy za pomoci námi vytvořených výukových materiálů.

Program pro žáky započal zábavnou formou diskuse na téma významu opylujícího hmyzu, jeho úbytku a možnostech jeho podpory formou květnatých luk. Současně dětem byly představeny nejnámější druhy volně žijících opylovatelů za pomoci karet s jejich fotografiemi. Žáci si poté vyzkoušeli odchyt hmyzu se zaměřením na opylovatele na nízce střižené a rozkvetlé ploše. Sebrané jedince si pak pomocí doplňujících materiálů vyzkoušeli určit.

Program doplnily individuální hry a soutěže (viz. příloha) za jejichž splnění dostali žáci odměnu. Tyto hry jsou ke stažení na našich internetových stránkách Praha kvete (<https://www.prahakvete.com/>)

Na podzim 2021 byl v mateřské školce Markušova zrealizován workshop během kterého si děti vyzkoušely několik výukových her o volně žijících opylovatelích. Děti si také vyrobily vlastního motýlka/opylovatele podle námi navrženého postupu.

V roce 2021 proběhla exkurze na květnatou plošku před Zemědělským národním muzeem v Praze, ve spolupráci s Patronáty Skautského institutu. Exkurze se konala pro širokou veřejnost na témata poklesu volně žijících opylovatelů a zapojení se do jejich podpory ve spolupráci s projektem Praha kvete. Klnvns

Další akcí byl workshop Jedu v medu, jehož součástí byl projekt Praha kvete. Workshop se konal 4.9. 2021 před Národním zemědělským muzeem v Praze. Akce nabídla mnoho zajímavých aktivit jak pro dospělé formou přednášek a informačních materiálů, tak i pro děti, které si vyzkoušely stavění hmyzích domečků a hraní námi vytvořených her za jejichž správné vypracování dostaly za odměnu dřevěný kolíček se včelkou.



V nejbližší době se bude konat akce v ekocentru Prales, která bude probíhat formou přednášky. Účastníkům bude představen projekt Praha kvete, budou poučeni o tom, jak přizpůsobit management své zahrady pro podporu volně žijících opylovatelů a současně jim budou předány informace, jak založit květnatou louku na své zahradě.



Obrázek č. 6, Workshop Jedu v medu v Zemědělském národním muzeu

Autor fotografie: Adam Tetaur

## 4.5 Monitoring pomocí aplikace iNaturalist

Aby bylo možné vytvořit plány k ochraně městské diverzity opylovatelů, je třeba jejich diverzitu a četnost monitorovat.

V projektu Praha kvete bude při monitoringu opylovatelů využita aplikace iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/projects/praha-kvete>), ke které jsme vytvořili jednoduchý návod viz. příloha. Aplikace iNaturalist funguje na bázi neuronových sítí, které rozpoznávají a zaznamenávají sledované druhy nebo základní morfotypy opylovatelů. Na webové stránce iNaturalist se občanští vědci musí nejdříve zaregistrovat a poté stáhnout aplikaci pro Android nebo iOS. Při přihlašování je důležité povolit detekci místa pomocí GPS. Dále jen pořizujeme fotografie, které jsou automaticky doplněny o datum záznamu. Aplikace sama rozpozná, o jaký druh opylovače se jedná, i přesto může dojít k chybné identifikaci, kterou ale můžeme jednoduše opravit. U monitoringu opylovatelů je velmi důležitá kvalita fotografie pro správné rozpoznání. Fotografie lze pořizovat i klasickým fotoaparátem a poté nahrát na webovou platformu iNaturalist. Tento způsob bývá doporučován pro pořizování fotografií malých organismů tedy i hmyzu, především z důvodu lepšího zaostření a přiblížení.

Jelikož je projekt v pilotní fázi, založené plochy jsou v raně sukcesních stádiích a potřebují čas k vývoji, monitoring opylovatelů tak bude probíhat nejdříve v letních měsících roku 2022. Z tohoto důvodu nelze zajistit data, která by byla využitelná pro publikační výstupy. Na tuto část projektu bude navazovat pokračující část, která se zaměří na konkrétní monitoring opylovatelů v pražských zahradách.

## 4.6 Výsledné zhodnocení

- I. Za rok 2020 jsme v rámci projektu Praha kvete založili 8 květnatých ploch v komunitních a veřejných zahradách a 8 květnatých ploch v základních a mateřských školách.
- II. Za rok 2021 jsme v rámci projektu Praha kvete založili 6 květnatých ploch v komunitních a veřejných zahradách a 10 květnatých ploch v základních a mateřských školách.
- III. Za rok 2020 proběhly 4 výukové programy pro základní školy.
- IV. V roce 2021 proběhlo 9 edukačních programů pro základní a mateřské školy.
- V. V roce 2021 se zapojilo více než 150 dobrovolníků, kteří projevíli zájem o osivo a založení si květnaté louky na své soukromé zahradě
- VI. V roce 2020 proběhla exkurze před Národním zemědělským muzeem
- VII. V roce 2021 proběhl workshop na akci Jedu v medu v Národním zemědělském muzeu

## 5. Diskuse

Za účelem podpory a ochrany volně žijících opylovatelů vzniklo již mnoho projektů občanské vědy v rámci celého světa. Každý však má svůj individuální postup, kterým k dané problematice přistupuje a účinnost se tak může lišit (Mason et al. 2018; Birkin & Goulson 2015; LeBuhn 2016; Roy et al. 2019; Mason & Arathi 2019; Appenfeller et al. 2020; Bloom & Crowder 2020; Griffin et al. 2021).

K porovnání s projektem Praha kvete byly vybrány projekty Native Bee Watch na lokální úrovni, naproti tomu projekt National Pollinator Garden Network na úrovni globální. Porovnávané projekty jsou si blízké svým zaměřením, avšak způsob, kterým jednotlivé oblasti propagace, edukace, zapojení široké veřejnosti, motivace dobrovolníků, monitoringu a následné determinace pro podporu volně žijících opylovatelů aplikují, se liší.

### **Praha kvete**

Pro podporu volně žijících opylovatelů vznikl projekt Praha kvete, jehož hlavním cílem je tvorba propojené sítě nektarodárných luk na veřejných plochách a soukromých zahradách hlavního města Prahy. Jedná se o lokální projekt, jehož účelem je poskytnout dostatek vhodných stanovišť volně žijícím opylovatelům, pro jejich úkryt, vývoj a potravu. Plochy byly tvořeny na předem smluvených místech, především na školních, komunitních a veřejných zahradách. Projekt také cílí na soukromé městské zahrady, kde si tvořili plošky samotní dobrovolníci. V další fázi počítá projekt s monitoringem opylovatelů, který bude probíhat na všech typech založených nektarodárných ploch, jak vědeckými pracovníky, tak dobrovolně, občanskými vědci (<https://www.prahakvete.com/>).

### **Native Bee Watch**

O čtyři roky dříve založila Colorado State University lokální projekt Native Bee Watch, který se zaměřuje na podporu volně žijících opylovatelů v městském prostředí Fort Collins, ovšem formou monitoringu volně žijících opylovatelů, náboru občanských vědců, kteří se po splnění předem daných podmínek jako je plnoletost a povinné školení účastní monitoringu opylovatelů s podmínkou povinné účasti minimálně 2x měsíčně od června do srpna. (<https://nativebeewatch.wordpress.com/>) (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018)

## **National Pollinator Garden Network**

Naproti tomu vznikl ve Spojených státech amerických v roce 2015 projekt National Pollinator Garden Network, s cílem zvýšit diverzitu a abundanci volně žijících opylovatelů. Jedná o projekt na globální úrovni, který usiluje o pomoc opylovatelům v rámci celého světa. Projekt se zaměřil na hlavní cíl, kterým byla výzva Million Pollinator Garden Challenge, a sice zaregistrovat rozsáhlou propojenou síť jednoho milionu veřejných i soukromých zahrad po celém světě, současně zprostředkovat osevňovací směs formou odkazu na sponzory, kde je možné osivo zakoupit a najít veškeré potřebné informace k dané problematice. Probíhalo také zakládání květnatých zahrad ve spolupráci se širokou veřejností. V roce 2018 dosáhli cíle registrovat jeden milion zahrad, přičemž největší zastoupení zahrad náleží Spojeným státům americkým, Kanadě a Mexiku. V současné době jejich projekt zastupuje 50 organizací, které tvoří více než 850 000 členů. NASA z roku 2005 za pomoci satelitních snímků zjistila, že zahrady ve spojených státech zabírají již 163 170 m<sup>2</sup>, tedy 2 % z celé Ameriky

## **Propagace**

Projekt Praha kvete propaguje webová stránka Praha kvete, České zemědělské univerzity, současně se sociálními sítěmi Facebook Praha kvete, Tým ekologie hmyzu a Instagram. Projekt byl také medializován Českou televizí, reportážemi v rádiích, podcastem a na webových stránkách formou propagačních článků. Projekt byl propagován na všech vzdělávacích přednáškách, exkurzích, školách a Národním zemědělském muzeu. U každé založené plochy byly instalovány cedule, které poskytují základní informace o opylovatelích a projektu.

Propagace projektu Native Bee Watch probíhá na jejich webové stránce Colorado State University, Native Bee Watch (<https://arapahoe.extension.colostate.edu/nbw/>) a taktéž na Facebookové stránce Native Bee Watch Colorado Citizen Science Volunteer Group. Za účelem vytvoření stabilní komunity občanských vědců pro aktivní monitoring opylovatelů probíhá propagace také prostřednictvím e-mailů rozesílaných různým organizacím a vyvěšováním propagačních letáků na různá veřejná místa po celém území Fort Collins, které poskytují informace o možnostech, jak se zapojit. Na projekt Native Bee Watch vznikla také studie, kterou zpracovala jeho zakladatelka, společně s její bakalářskou prací (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018).

Propagace projektu National Pollinator Garden Network je velmi rozsáhlá. Hlavní propagaci zajišťuje jejich webová stránka (<http://millionpollinatorgardens.org/>). Na webové stránce jsou k dispozici vědecké publikace, které potvrzují úbytek volně žijících opylovatelů v městské krajině, experimenty květinových záhonů, jak květinové louky propsívají divokým včelám a také městské zemědělství. Projekt je propagován také v národní federaci The National Wildlife Federation. Podle webových stránek vzrostla mediální propagace od roku 2015 do roku 2017 o 400 % na různých amerických stránkách a novinách. Propagace probíhá také v souvislosti s výukovými programy, které jsou v rámci projektu pořádány.

V rámci propagace se projekty liší v množství probíhajících propagací. Projekt Praha kvete pořádá propagace v rámci všech proběhlých akcí, přičemž projekt Native Bee Watch pořádá pouze jednu každoroční akci, kde je projekt možné propagovat.

Projekt Praha kvete se v rámci propagace velmi podobá projektu National Pollinator Garden Network. Projektu Praha kvete chybí pouze zveřejnit odborné vědecké publikace v rámci webové stránky, které by podložily danou problematiku.

### **Edukace**

Důležitou částí veškerých projektů občanské vědy je vzdělávání a osvěta široké veřejnosti, která pak dokáže lépe pochopit důležitost a význam ochrany přírody a prohloubí si k ní svůj osobní vztah (Toomey & Domroese 2013).

V rámci projektu Praha kvete probíhalo vzdělávání široké veřejnosti prostřednictvím edukačních materiálů, jejichž součástí byly interaktivní hry ve formě zábavných úkolů s odměnou. Vyzkoušeli si odchyt opylovatelů a jejich následnou identifikaci za pomoci vytvořených materiálů. S žáky byla vedena diskuse na téma úbytku volně žijících opylovatelů a možnostech jejich podpory. Součástí vzdělávání byly i přednášky, které podali informace o významu volně žijících opylovatelů, projektu a možnostech, jak se do něj zapojit. Projekt se účastnil také exkurzí a workshopů, které se zaměřovali na edukaci všech věkových kategorií formou přednášek, her. Vzdělávání probíhá i na e-mailu a Facebooku, kde jsou dobrovolníkům, kteří si napíší o rady podrobně předány veškeré informace o založení si květnaté loučky, osevní směsi a veškeré doplňující informace.

V projektu Native Bee Watch probíhá každoroční vzdělávací veřejný program, který se zaměřuje na ochranu volně žijících opylovatelů, přičemž informuje také o jejich významu (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018).

Oblast vzdělávání v projektu National Pollinator Garden Network cílí na organizované vzdělávání ve školách i pro širokou veřejnost. V průběhu jejich působení vyvinuli mnoho edukačních materiálů a programů pro různé věkové kategorie a různou distribuci. Poskytují učební plány a lekce pro pedagogy, kteří chtějí rozvíjet znalosti svých žáků v oblasti ochrany opylovatelů, poskytují výčet informačních zdrojů o rostlinných druzích, podle vhodnosti pro jednotlivé opylovatele. Partnerství navázali také s botanickými a soukromými zahradami, které poskytují vzdělávací programy přímo v jejich prostředí. Zaměřují se také na vědecké programy pro občany, kteří si chtějí rozšířit své znalosti a současně se zaměřují i na samotné vědce, kteří se mají chuť zapojit a své znalosti doplnit formou školení pro profesionály.

Projekty se v oblasti vzdělávání zásadně liší. Projekt Praha kvete pořádá edukační programy pro základní i mateřské školy, přednášky, workshopy a exkurze pro širokou veřejnost jakmile se naskytne jakákoli možnost nebo zájem o tyto akce. Naproti tomu projekt Native Bee Watch pořádá pouze jednu každoroční akci.

Projekt National Pollinator Garden Network je díky své velikosti a provázanosti mezi jednotlivými partnerskými organizacemi nejdál. Pořádá mnoho edukačních programů, nabízí nespočet vzdělávacích materiálů. Při opomenutí jeho rozsáhlosti je ale velice dobře srovnatelný s projektem Praha kvete.

### **Edukace pro splnění účelů projektů**

Cílovou skupinou projektu Praha kvete jsou zahrádkáři, kterým se projekt snaží změnit náhled v přístupu ke svým zahradám a poučit je o vhodném managementu, jako je omezení ve využívání pesticidů, vhodné úpravy, ale především o samotné realizaci takových ploch, přičemž projekt Praha kvete bezplatně zprostředkuje osevní směs původních rostlin České republiky. Osvěta probíhá za pomoci návodů dostupných na veškerých propagačních webech, ale také u samotných odesílaných osevních směsí, které podrobně vysvětlují veškeré potřebné informace k postupu, od založení květnaté plochy, po její trvalou údržbu. Zároveň probíhá poradenství na sociálních sítích, které zájemcům doplní potřebné informace.

National Pollinator Garden Network se podobně jako projekt Praha kvete zaměřuje na širokou veřejnost, kterou se snaží přesvědčit o změně přístupu ke svým soukromým zahradám, ale i veřejným plochám. Na stránkách jsou dostupné materiály s návodem jaká zahrada s jakým zastoupením druhů je pro opylovatele vhodná, nabízejí možnost registrace své soukromé zahrady, upozorňují na nevhodnost semen, která nejsou z důvěryhodných zdrojů, odkazují na zdroje, kde je možné zakoupit osevní směsi původních rostlin pro dané území, bez zastoupení invazivních a expanzivních druhů a současně poskytují doporučení k udržitelnému sázení bez plýtvání vody a využívání pesticidů.

Tímto přístupem se projekty Praha kvete a National Pollinator Garden Network výrazně neliší, ovšem projekt Praha kvete zprostředkovává již odborně vytvořenou osevní směs, kterou bezplatně nabízí a při zájmu doručí do rukou zájemce. Naproti tomu projekt National Pollinator Garden tyto směsi pouze představuje, doporučuje a odkazuje na své partnery, kteří osevní směsi prodávají. Projekt Praha kvete tedy představuje značnou výhodu pro občany z hlediska jednoduchosti provedení, ovšem pro účely výcviku a předání potřebných informací k možnému založení nektarodárných ploch fungují oba projekty stejně účinně.

Projekt Native Bee Watch se na oblast tvorby nektarodárných ploch nezaměřuje, zaměřuje se na vzdělávání pro účely monitoringu opylovatelů.

### **Edukace pro oblast monitoringu**

V projektu Native Bee Watch jsou cílovou skupinou dobrovolníci, kteří jsou školeni za účelem zdokonalit znalosti pro účast v monitoringu volně žijících opylovatelů. Školení zahrnuje dvouhodinový interaktivní trénink probíhající na květnatých zahradách, ve kterém se občanští vědci učí poznávat a identifikovat volně žijící opylovatele. Každá skupina má svého vedoucího, který pro ně vytváří determinační klíče jako výukové materiály. V rámci výuky dobrovolníci pořizují fotky, které s determinačními klíči následně porovnávají. Vedoucí skupiny zodpovídá veškeré dotazy, pomáhá s identifikací jedinců a poukazuje na jejich rozdílné znaky a možnosti, jak je mezi sebou nejlépe rozlišit. Pro usazení získaných informací jsou dobrovolníkům zasílány zprávy s fotografiemi a daty, které jim doplní informace. Zprávy obsahují materiály s fotografiemi k identifikaci, klíče s typy, jak nejlépe dané



druhy určit aktuální výzkumy a další důležité informace (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018).

V ohledu výcviku pro monitoring se projekty vzájemně liší, jelikož projekt Praha kvete cílí především na skupinu zahrádkářů, kteří se do projektu zapojí za účelem tvorby květnatých luk. Následný monitoring je pak nástroj k dlouhodobému zapojení občanských vědců. Pro účely monitoringu vytvořil projekt Praha kvete možnost sledovat diverzitu a četnost opylovatelů za pomoci mobilní aplikace a webové platformy iNaturalist, která poskytne ulehčení díky identifikaci vyfotografovaných jedinců (Jakuschona et al. 2022). Proškolení tak není vyloženě nutné. Stává se ale, že aplikace vyhodnotí fotografii shodnou s vícero druhy a v tomto případě je determinální znalost účastníků monitorování na místě (Gazdic & Groom 2019).

Není pravidlem, že by projekty občanské vědy na podporu opylovatelů v současné době měly využívat nově vznikající technologie, ovšem u projektu jako je např. SPIPOLL probíhá monitoring volně žijících opylovatelů bez pomoci aplikace s chytrou technologií, která by zastoupila práci vědců a data by analyzovala a třídila automaticky. Dle studie (Saoud et al. 2020) je pro vedoucí odborníky tohoto projektu personálně i časově náročné a téměř nemožné obsáhlé datové soubory zpracovávat, což celý proces činí velmi neefektivním. Na základě toho, je využívání stále se rozvíjejících aplikací žádoucí.

S ohledem na to by se využití webové a mobilní aplikace v projektu Praha kvete dalo považovat za užitečné a nadčasové. Naopak v případě projektu Native Bee Watch jako možnost k vylepšení a přehodnocení sběru a analýzy dat za pomoci chytré technologie. Projekt National Pollinator Garden se monitoringem za pomoci občanských vědců nezabývá.

### **Monitoring**

V případě samotného monitoringu a sběru dat jsou louky založené v rámci projektu Praha kvete z důvodu jeho krátkodobé působnosti na začátku sukcesního vývoje. Tato skutečnost brání v zajištění kvalitních dat pro publikační a vědecké výstupy. Projekt Praha kvete se tak místo sběru dat doposud zaměřil na propagaci nastávajícího monitoringu na sociálních sítích, webové stránce a současně vytvořil návod k postupu při monitoringu opylovatelů v rámci platformy iNaturalist. K samotnému monitoringu dojde nejdříve v květnu 2022.

Projekt Native Bee Watch využívá veřejné dlouhodobě zavedené zahrady, rozmístěné po celém území Fort Collins. Monitoringu se účastní skupina čtyřech občanských vědců, které vede zkušený odborník. Samotné monitorování probíhá ve dvojicích z důvodu případné pomoci v determinaci jednotlivých druhů opylovatelů, zápisu dat a stopování času. Pro přesnost se monitoruje po předem vyznačených trasách aby nedošlo k rozdílnosti dat. Monitoring probíhá většinou od 9 do 11 hodin po dobu dvou hodin za slunečných pokud možno nevětrných dní. Studie, která hodnotila kvalitu dat pomocí analýzy potvrdila, že kvalitní proškolení dosahuje vysoké kvality dat. V roce 2021 byl založen také monitorovací panel přímo na stránce Native Bee Watch kam účastníci monitoringu nahrávají svá data a mohou se tak podívat na výsledné analýzy (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018).

Projekt Native Bee Watch je v oblasti monitoringu volně žijících opylovatelů napřed. Důvodem je především rozdíl v čase založení projektů a skutečnosti, že projekt Praha kvete nektarodárné plochy zakládá, kdežto projekt ve Fort Collins využívá dlouhodobě zavedené veřejně přístupné zahrady a z tohoto pohledu má výhodu. I přesto není možné hodnotit úspěch monitoringu pouze na základě domněnky a bude tak záležet na skutečnosti, kolik dobrovolníků se bude aktivně účastnit.

### **Motivace pro dlouhodobou účast**

Jeden z nejdůležitějších článků citizen science jsou dobrovolníci, kteří se vědeckých výzkumů účastní. Aby byla účast dostatečná a dlouhodobá je zásadní občanské vědce správně motivovat.

V projektu Praha kvete může být pro mnoho zájemců motivací osevň směs, která je odborně navržena s obsahem původních druhů rostlin České republiky, aniž by hrozilo nežádoucí zavedení invazních a expanzivních druhů. Směs je zároveň bezplatně dopravena všem zájemcům od komunitních a veřejných ploch po zájemce, kteří si chtějí vytvořit květnatou louku na své soukromé zahradě. Další motivaci bude představovat sdílení fotografií úspěšně založených a rozkvetlých ploch v rámci sociálních sítí s poděkováním a oceněním za ochotu podporovat volně žijící opylovatele. Do budoucna je také v procesu příprav soutěž o nejhezčí květnatou plošku, která bude následně oceněna. V rámci edukačních programů jsou pro motivaci rozdávány tématické hry zaměřené na opylovatele a dekorační kolíčky se včelkou.

Občanští vědci účastníci se projektu Native Bee Watch jsou odměňováni na konci sezóny akcí, která je pořádána na jejich ocenění (Mason & Arathi 2019; Mason et al. 2018).

V projektu National Pollinator Garden Network je péče o tuto oblast velice rozvinutá. Více než 70 % Amerických občanů je nadšenými zahradníky. V tomto ohledu je jejich motivací především chuť pro podporu volně žijících opylovatelů něco udělat.

Motivace jednotlivých projektů se liší, především z důvodu rozdílných aktivit a cílů, na které se projekty zaměřují. V případě projektu National Pollinator Garden Network motivace probíhat nemusí, jelikož se občané Ameriky samy spontánně připojují a zájem o tuto oblast je zde velký. Do projektu Praha kvete se díky dobré motivaci zapojilo dostatečné množství občanů, i přesto zde tento trend není tak rozvinutý jako např. v USA, Spojeném království Británie a Irska, Nizozemsku a proto je v České republice zatím motivace občanů potřebná a podstatná.

## 6. Závěr a přínos práce

Projekty citizen science mají pro volně žijící opylovatele v městském prostředí velký potenciál.

Pro ochranu volně žijících opylovatelů je zásadní: tvořit vhodná stanoviště, monitorovat jejich abundanci a diverzitu, a poučit širokou veřejnost, aby chápala dopad svého neudržitelného jednání a změnila tak svůj přístup.

Projekty citizen science musí být pro jejich úspěšnost a dlouhodobý dosah velmi dobře navrhnuté, vedeny a také podporovány. Důraz je kladen na propagaci, edukaci, motivaci a kvalitní monitoring. Zásadní je také dostatečná propojenost mezi jednotlivými vládními orgány, vědci ale především občany, bez kterých jsou současné rozsáhlé environmentální problémy obtížně řešitelné.

V rámci projektu Praha kvete bylo na komunitních a veřejných plochách založeno celkem 30 polopřirozených stanovišť. Současně se do projektu díky jeho propagaci zapojilo více než 150 dobrovolníků, kteří projevíli zájem o založení květnaté plochy na své soukromé zahradě a jejich počet stále přibývá. V rámci projektu proběhly přednášky, exkurze, workshopy a edukační programy pro mateřské, základní školy a širokou veřejnost. Při porovnání projektu Praha kvete s jinými projekty citizen science na podporu volně žijících opylovatelů, projekt úspěšně propagoval, edukoval i motivoval širokou veřejnost.

V oblasti monitoringu budou od května roku 2022 dobrovolní občanští vědci pomocí aplikace iNaturalist monitorovat již vzniklé nektarodárné plochy. Datové soubory napomohou získat základní přehled o stavu biodiverstiy volně žijících opylovatelů na územích nektarodárných ploch, současně podají informace o funkčnosti takových ploch v porovnání s anglickými trávníky. Účast na monitoringu ukáže schopnost a zájem občanů města Prahy zapojit se do podpory a ochrany přírody a zároveň podá informace o tom, jestli mají občané pozitivní názor na nektarodárné louky, které se nepodobají dřívějším trendům v podobě nízce stříženého trávníku. Už dnes je ale jisté, že se důležitost vhodného managementu travnatých ploch dostává do širokého povědomí občanů.

Samotné využití aplikace iNaturalist není náročné, ovšem zachytit kvalitní fotografii sledovaného opylovatele pro správnou determinaci poměrně ano. Jedním z navrhovaných řešení pro budoucí monitoring je širokouhlopý objektív pro smartphone,

který se na mobilní telefon jednoduše připe. Díky možnosti fotografovat opylovatele z větší dálky nedojde k jeho vyrušení a pravděpodobnost správné determinaci jedince v aplikaci iNaturalist se tak zvýší.

Projekty typu Citizen Science by se daly využít v rámci edukace na vysokých školách. Studenti by si vyzkoušeli celý proces sběru dat a jejich samotnou analýzu. Výuka by tak byla více praktická a aktivně by přispívala k datovým souborům pro vědce. V projektu Praha kvete by tak mohli být zapojeni studenti Fakulty životního prostředí, kteří by se měli možnost seznámit s citizen science a aplikovanou ochranou opylovatelů ve městech.

Pro zpomalení úbytku volně žijících opylovatelů v oblasti Prahy, bude zásadní aktivity projektu Praha kvete dále rozšiřovat a vyvíjet.

Do budoucna by projekt Praha kvete mohl pro svůj širší dosah využít rozsáhlejší plochy na území hlavního města Prahy např. rozsáhlé parky. Nabízí se také možnost zapojit nevyužité plochy střech např. i autobusových zastávek. Na území hlavního města Prahy a okolí se vyskytují pozemky, u kterých katastrální úřad dlouhodobě nezná majitele. V případě, že by je bylo možné vládními úředníky uvolnit, vznikla by místa pro založení nektarodárných ploch.

Oproti ostatním zemím Evropské unie, USA a Velké Británie je ochrana přírody v podmínkách České republiky za pomoci nástrojů citizen science a podpora volně žijících opylovatelů rozvinuta méně. Projekt Praha kvete, který vznikl ve spolupráci s Magistrátem hlavního města Prahy prostřednictvím grantové soutěže, současně s bankou MONETA money bank a Českou zemědělskou univerzitou je v České republice v rámci ochrany volně žijících opylovatelů a tvorby nektarodárných ploch jediný svého druhu. Pokud se bude projekt Praha kvete neustále rozvíjet a orgány městské správy, popřípadě další organizace a široká veřejnost, ho budou podporovat, mohl by se v oblasti ochrany volně žijících opylovatelů v zájmu utváření lepšího životního prostředí a osvěty veřejnosti rozšířit na regionální a národní úroveň celé České republiky.

## 7. Přílohy

Médeia, v rámci kterých probíhala propagace projektu Praha kvete:

- I. V událostech České televize proběhla reportáž projektu Praha kvete v hlavním vysílacím čase, kde Mgr. Filip Harabiš, Ph.D informoval o možnostech podpory opylovatelů v zahradách.  
Odkaz:<https://www.ceskatelevize.cz/porady/1097181328-udalosti/221411000100912/>
- II. Reportáže projektu zazněly také v rádiích:  
wave.rozhlas.cz, odkaz:  
<https://wave.rozhlas.cz/ve-mestech-mizi-hmyzi-opylovaci-projekt-praha-kvete-poskytne-zahradkarum-osivo-k-8569846?page=1>  
cesky.radio.cz, odkaz:  
<https://cesky.radio.cz/vedci-lidem-v-praze-a-okoli-pomohou-se-zalozenim-louky-lakave-pro-opylovace-8727411>
- III. Příspěvky o projektu Praha kvete od České zemědělské univerzity:  
časopis Živá univerzita, číslo 1-2 2021, str. 35–37.  
Odkaz: <file:///Users/veronikajaskova/Downloads/zu-01-02-21-web.pdf>  
Internetová stránka Fakulty životního prostředí, odkaz:  
<https://www.fzp.czu.cz/cs/r-7185-aktuality/podporujeme-hmyzi-opylovace.html>  
Internetová stránka týmu ekologie hmyzu, odkaz: <https://www.fzp.czu.cz/cs/r-6895-katedry-a-soucasti/r-7298-katedry/r-7299-katedra-ekologie/r-13227-vyzkumne-skupiny/r-13220-ekologie-hmyzu/r-13221-aktuality/trpelivost-kvety-prinasi-prvni-faze-projektu-praha-kvete.html>
- IV. Podcast ve Spotify:  
Odkaz: <https://open.spotify.com/episode/3roY0wkXR0KOkHWEjvaHTo>
- V. Další mediální propagace:  
Ekolist.cz, odkaz:  
<https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/vedci-lidem-v-praze-a-okoli-pomohou-se-zalozenim-louky-lakave-pro-opylovace>  
Nase-voda.cz, odkaz:

<b>Komunitní a veřejné zahrady</b>	<b>Zahrady mateřských a základních škol</b>
<b>V roce 2020:</b>	<b>V roce 2020:</b>
<p><b>Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita:</b> založeny 3 plochy o celkové výměře 100 m<sup>2</sup> na jaře 2020.</p>	<p><b>Mateřská škola, Praha 4, Markušova 1556:</b> založeny 2 plochy (u MŠ Markušova – pracoviště Dubnova a u MŠ Markušova) ve spolupráci s pedagogickým sborem na jaře 2020. Celková rozloha je cca 80 m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Komunitní zahrada Kuchyňka z. s.:</b> po osobní konzultaci si komunitní zahrada plochu založila samostatně na podzim 2020, výměra je cca 20 m<sup>2</sup>.</p>	<p><b>Městská část Praha Uhřetěves</b> ve spolupráci s tamějšími školami: plochy založeny ve spolupráci se zaměstnanci MČ Praha Uhřetěves a pedagogickými sbory. Celkem byly založeny 4 plochy o celkové výměře 60 m<sup>2</sup> (2 plochy ve veřejných parcích, 1 plocha v zahradě Základní školy U Obory a 1 plocha v zahradě Základní školy nám. Bří Jandusů).</p>
<p><b>Komunitní zahrada Plechárna:</b> plocha založena ve spolupráci s komunitní zahradou na jaře 2020, celková výměra je 20 m<sup>2</sup>.</p>	<p><b>Základní škola a mateřská škola, Praha 6:</b> založeno na jaře 2020 o výměře 10 m<sup>2</sup></p>
<p><b>Národní zemědělské muzeum Kostelní 1300/44, 170 00 Praha 7:</b> založeno na podzim 2020</p>	<p><b>Základní a mateřská škola – Slivenec, Ke Smíchovu 16:</b> založeno na jaře 2020 o výměře 30 m<sup>2</sup></p>

<b>Prazelenina z.s.:</b> plocha byla založena na jaře 2020 o výměře 10 m <sup>2</sup> .	
<b>Zahrádka Paletka:</b> Klíčovská 913/43 Praha 9: plocha byla založena na podzim 2020 o výměře 20 m <sup>2</sup> .	

tabulka č. 1, přehled založených veřejných, komunitních a školních zahrad za rok 2020.

<b>Komunitní a veřejné zahrady</b>	<b>Zahrady mateřských a základních škol</b>
V roce 2021:	V roce 2021:
<b>Riegrový sady</b> , 120 00 Praha 2, Vinohrady: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>	<b>Mateřská škola Čakovice</b> – Praha 9, Miškovice: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>
<b>Malešický park</b> , Praha 10, Akademická 688/1: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>	<b>Mateřská škola Hrou</b> , Praha 10, Milánská 472: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>
<b>Praha – Újezd</b> , 149 00 Praha 4: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>	<b>Mateřská škola Pampeliška</b> – Praha – Lysolaje: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>
<b>Čakovice</b> , 196 00 Praha: založeno na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>	<b>Mateřská škola zeměkoule:</b> K Zeleným domkům 178, 148 00 Praha-Kunratice, založena na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>
<b>Kulturní centrum Vozovna</b> , Koněvova 2687/164, 130 00 Praha 3- Žižkov: založeno v prosinci, o výměře 40 m <sup>2</sup>	<b>Základní škola Compass:</b> K Zeleným domkům 178, 148 00 Praha-Kunratice, založena na jaře, o výměře 20 m <sup>2</sup>



<p><b>Kavárna úl 182 00 Praha 8, Frýdlantská 26:</b> založeno na jaře, o výměře 20 m<sup>2</sup></p>	<p><b>Základní škola Lipence - Černošická 168, 155 31 Praha-Lipence,</b> založena na jaře, o výměře 20 m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Městská část Praha Řeporyje, Základní škola Praha 5 – Řeporyje:</b> plocha založena ve spolupráci se školními zahradníky na podzim, o výměře cca 80 m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Základní škola J. Wericha – Řepy, Španielova 1111, 163 00 Praha 17:</b> založeno na jaře, o výměře 20 m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Základní a mateřská škola Barrandov - Renoirova 648/29, 152 00 Praha 5-Hlubočepy</b> : založeno na jaře, o výměře 20 m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Mateřská škola Hvězdička – Liškova 636, 142 00 Praha 12-Kamýk:</b> louku založili na jaře, o výměře 20 m<sup>2</sup></p>

Tabulka č. 2, přehled založených veřejných, komunitních a školních zahrad za rok 2021.

## Edukační programy pro základní a mateřské školy

V roce 2020:	V roce 2021:
Základní škola a mateřská škola – Praha - Slivenec	Mateřská škola Čakovice – Praha 9, Miškovice
Základní škola U Obory – Úhřetěves, Praha 22	Mateřská škola hrou – Praha 10, Milánská
Základní škola Praha 5 – Řeporyje	Mateřská škola Pampeliška – Praha – Lysolaje
Základní škola a mateřská škola – Praha 6	Mateřská škola Zeměkoule – Praha – Kunratice
	Mateřská škola hrou – Praha, 15 – Horní Měcholupy
	Základní škola Praha – Lipence
	Základní škola Compass – Praha, Kunratice
	Základní škola Řeporyje – Praha 5
	Základní škola U Obory – Úhřetěves, Praha 22

Tabulka č. 3, přehled konaných edukačních programů pro základní a mateřské školy.



Příloha 1, Propagační leták Praha květe, zdroj: <https://www.prahakvete.com>



Příloha 2 Edukační materiály, zdroj: <https://www.prahakvete.com>



praha  kvete

## PROJEKT NA PODPORU HMYZÍCH OPYLOVAČŮ V PRAZE

Co si představíte, když se řekne louka?  
Pestrobarevné kvítí zalité sluncem?  
Včely a motýly poletující nad svěží zelení?  
Louky jsou tradiční a velmi důležitou součástí naší krajiny.

Ve městech se s rozkvetlou loukou setkáte bohužel jen zřídka. Krátce stržené trávníky jsou z hlediska biologické rozmanitosti méně živé než poušť a jejich udržování stojí mnoho peněz a vody.

Dnešní podoba městské zeleně ohrožuje jednu velmi důležitou skupinu – hmyzí opylovače. Podle entomologů, odborníků na hmyz, klesl jejich počet za posledních několik desítek let o více než polovinu. Vztah mezi opylovači a rostlinami je pro fungování přírody natolik důležitý, že při dalším úbytku může dojít k nevratným škodám.

V reakci na výše zmíněné skutečnosti jsme spustili projekt *Praha kvete*, který usiluje o pomoc pražským opylovačům. Na téměř 40 lokalitách po celé Praze zakládáme květnaté louky, které lákají opylovače a poskytují jim nektar potřebný k přežití.

Počet rozkvetlých louček v Praze neustále navyšujeme a zdaleka nejsme u konce! Dále plánujeme rozšířit náš projekt i do *soukromých zahrad*, které jsou v Praze neméně důležité pro zachování společenstev hmyzu.

Chodíte-li rádi do přírody a pozorujete poletující hmyz, můžete nám pomoci s *monitoringem opylovačů* na našich loučkách.

Monitoring opylovačů na našich loučkách probíhá přes aplikaci iNaturalist. Vytváříli jsme pro vás návod, jak s aplikací pracovat

Více informací o projektu naleznete na stránkách: [www.prahakvete.com](http://www.prahakvete.com)  
Facebooku: Prahakvete  
Instagramu: Prahakvete








Příloha č. 3, Informační tabule Praha kvete, zdroj: <https://www.prahakvete.com>

praha  kvete

## V SOUKROMÝCH ZAHRADÁCH

Bydlíte v Praze?  
Vlastníte zahrádku?  
Chtěli byste vlastní loučku?  
Kontaktujte nás!

### JAK TO FUNGUJE?

Obdržíte od nás balíček s osevní směsí.  
Součástí balení bude také návod na založení květnaté louky a praktické informace o následné péči o záhon.  
Loučku si tak budete schopni sami založit.

Budeme rádi, pokud nám následně zašlete fotografie vašich rozkvetlých louček.

Zapojit se můžete také do monitoringu opylovačů pomocí aplikace iNaturalist.

Pakliže vás náš projekt zaujal, kontaktujte nás na našem FB - Prahakvete či webu - [www.prahakvete.com](http://www.prahakvete.com)

Těšíme se!

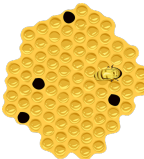





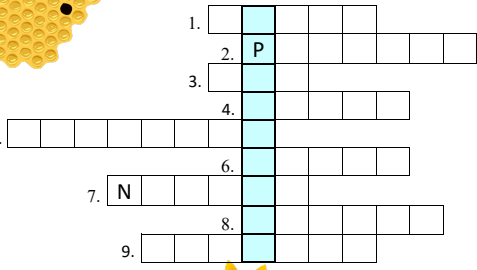




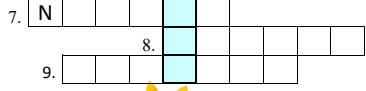

Příloha č. 4, Soukromé zahrady, zdroj: <https://www.prahakvete.com>



Zvládneš rozluštit tajenku?

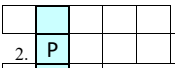

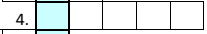
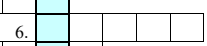
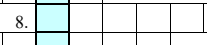




2.  5.  9. 

8.  5.  9. 

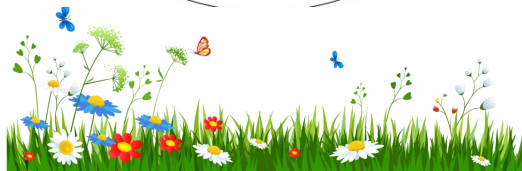
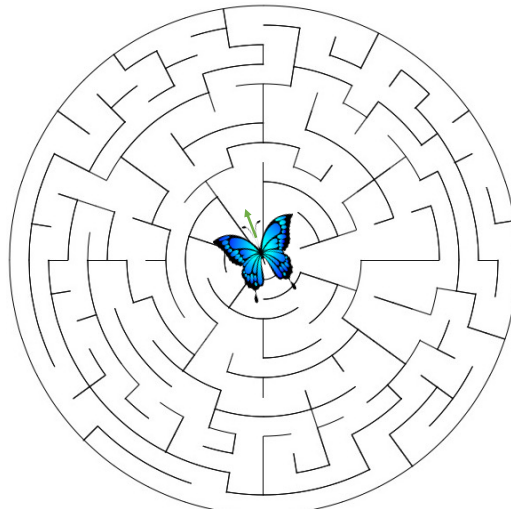
3.  7.  6. 

4.  7.  1.

1.  2. P  3.  4.  6.  8.  9. 

Příloha č. 5, Edukační materiál, zdroj: <https://www.prahakvete.com>

Pomůžeš motýlkovi najít květnatou louku?



Příloha č. 6, Edukační materiál, zdroj: <https://www.prahakvete.com>



# ZAKLÁDÁNÍ LOUČKY

## Krok 1: Výběr místa pro záhon

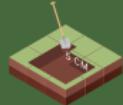


Luční kvítí preferuje osluněná místa.

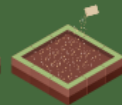
Záhon může mít libovolný tvar i velikost.

Lučním rostlinám se lépe daří na půdách s nižším obsahem živin. Takže nehnojíme.

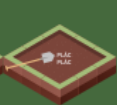
## Krok 2: Příprava před osetím



Rýčem narušíme travní drn. Není nutné rýt příliš hluboko, postačí 5-10cm a půdu prokypřít.



Vybereme luční směs dle individuálních preferencí.



Semínka rozházíme po záhonu (cca 2g/m<sup>2</sup>) a lehce zašlapeme do půdy, maximálně půl cm.

## Krok 3: Výsev luční směsi

# PÉČE O ZÁHON

## 1. rok



Asi dva měsíce od jarního osetí se začnou objevovat první letničky.



První rok kosíme pouze jednou při výšce cca 20 cm, aby se nezadusily klíčící rostlinky.

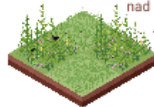
## 2. a další roky



Druhý rok se už můžeme těšit z nádherných barevných květů.



Kosíme 2-3krát ročně pro zhuštění porostu. Můžeme kosit níže, asi 5 cm nad povrchem půdy.



Pro kosení je nevhodnější **mozaikovitá seč**. Na malé ploše pokoste nejprve první půlku a po zhruba měsíci druhou. Tento proces je důležitý pro zachování vývoje nedospělých stádií hmyzích opylovačů.

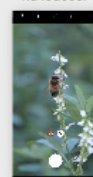
# MONITORING HMYZU



Monitoring provádíme pomocí aplikace iNaturalist



Aby aplikace data správně zpracovala, musíme se nacházet na loučce.



Co nejlépe vyfotíme hmyz.



Je nutné povolit aplikaci přístup k poloze.



Nové pozorování provedeme pomocí zeleného plus.



Vyplníme údaje, které známe.



Teď už jen uložit. Hotovo a díky.

Příloha č. 7, Péče o záhon, zdroj: <https://www.prahakvete.com>

## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Abrol D. P., 2012, Non Bee Pollinators-Plant Interaction. *Pollination Biology*, Springer Link, 265-310.

Al-Dobai S., Reitz S., Sivinski J., 2012, Tachinidae (Diptera) associated with flowering plants: Estimating floral attractiveness. *Biological Control*, Academic Press, 61, 230–239.

Altrudi S., 2020, Connecting to nature through tech? The case of the iNaturalist app. *PublicationsSage*, 27, 124–141.

Appenfeller L. R., Lloyd S., Szendrei Z., 2020, Citizen science improves our understanding of the impact of soil management on wild pollinator abundance in agroecosystems. *Public Library of Science*, 1, 15 s.

Bakker L., Werf W., Tiftonell P., Wyckhuys K. A. G., Bianchi F. J. J. A., 2020, Neonicotinoids in global agriculture: evidence for a new pesticide treadmill? *Ecology and Society*, 25, 1–22.

Baldock K. C., 2020, Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. In: Ings T., Arnold S., Müller-Schärer H., Schaffner U. [eds], *Current Opinion in Insect Science*. Elsevier, Amsterdam 38, 63–71.

Banaszak-Cibicka W., Twerd L., Fliszkiewicz M., Giejdasz K., Langowska A., 2018, City parks vs. natural areas - is it possible to preserve a natural level of bee richness and abundance in a city park?. *Urban Ecosystems* 21, 599–613.

Barrios B., Pena S. R., Salas A., Koptur S., 2016, Butterflies visit more frequently, but bees are better pollinators: The importance of mouthpart dimensions in effective pollen removal and deposition. *Annals of Botany Company Plants*, 8, 10 s.

Bauder J. A. S., Warren A. D., Krenn H. W., 2015, The ecological role of extremely long-proboscid Neotropical butterflies (*Lepidoptera: HesperIIDae*) in plant-pollinator networks. *Arthropod-Plant Interactions* 9, 415–424.

Beatley T., Newman P., 2013, Biophilic Cities Are Sustainable, Resilient Cities. *Sustainability* 5, 3328–3345.

Beninde J., Veith M., Hochkirch A., 2015, Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18, 581–592.

Benvenuti S., Mazzoncini M., 2021, Entomogamy in wildflowers: What level of pollinator biodiversity is required?. *Acta Oecologica* 11 s.

Bernhardt P., 2000, Convergent Evolution and Adaptive Radiation of Beetle-Pollinated Angiosperms. *Plant Systematics and Evolution*, 222, 293–320.

Biesmeijer J. C., Roberts S. P. M., Reemer M., Ohlemüller R., Edwards M., Peeters T., Schaffers A. P., Potts S. G., Kleukers R., Thomas C. D., Settele J., Kunin W. E. 2006, Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313, 351–354.

Birkin L., Goulson D., 2015, Using citizen science to monitor pollination services. *Ecological Entomology*, 40, 3–11.

Bloom E. H., Graham K. K., Haan N. L., Heck A. R., Gut L. J., Landis D. A., Milbrath M. O., Quinlan G. M., Wilson J. K., Zhang Y., Szendrei Z., Isaacs R., 2022, Responding to the US national pollinator plan: a case study in Michigan. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20, 84–92.

Bloom E. H., Crowder D. W., 2020, Promoting data collection in pollinator citizen science projects. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5, 3 s.

Blackmore L. M., Goulson D., 2014, Evaluating the effectiveness of wildflower seed mixes for boosting floral diversity and bumblebee and hoverfly abundance in urban areas. *Rej Journals*, 7, 480-484.

Bonney R., Shirk J. L., Phillips T.B., Wiggins A., Ballard H. L., Miller-Rushing A. J., Parrish J. K., 2014, Next steps for citizen science. *Science*, 343, 1436–1437.

Brown E. D., Williams B.K., 2019, The potential for citizen science to produce reliable and useful information in ecology. *Conservation Biology*, 33, 561–569.

Bruckner S., Straub L., Neumann P., Williams G. R., 2020: Synergistic and Antagonistic Interactions Between *Varroa destructor* Mites and Neonicotinoid



Insecticides in Male *Apis mellifera* Honey Bees. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 19-32 s.

Buri P., Humbert J. Y., Arlettaz R., 2014, Promoting Pollinating Insects in Intensive Agricultural Matrices: Field-Scale Experimental Manipulation of Hay-Meadow Mowing Regimes and Its Effects on Bees. *Public Library of Science*, 9, 8.

Cane J. H., Griswold T., Parker F.D., 2017, Substrates and Materials Used for Nesting by North American *Osmia* Bees (*Hymenoptera: Apiformes: Megachilidae*). *Oxford Academic*, 100, 350–358.

Cane J. H., Minckley R. L., Kervin L. J., Roulston A. H., Williams N.M., 2006, Complex Responses Within a Desert Bee Guild (*Hymenoptera: Apiformes*) to Urban Habitat Fragmentation. *Ecological Applications*, 16, 632–644.

Cardona W., Kattan G.H., 2019, Complex effects of nonpollinating wasps on the relationship between pollinating wasp and seed production in *Ficus andicola*. *Acta Oecologica*, 98, 45–49.

Cardoso M. C., Gonçalves R. B., 2018, Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. *Urban Ecosystems*, 21, 943–949.

Convention on biological diversity., 2010 Decision X/2, the strategic plan for biodiversity 2011-2020 and the Aichi biodiversity targets, Nagoya, Japan, 18-29 s.

Ciotek L., Giorgis P., Benitez-Vieyra S., Cocucci A. A., 2006, First confirmed case of pseudocopulation in terrestrial orchids of South America: Pollination of *Geoblasta pennicillata* (Orchidaceae) by *Campsomeris bistrimacula* (*Hymenoptera, Scoliidae*). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201, 365–369.

Cohn J. P., 2008, Citizen Science: Can Volunteers Do Real Research? *BioScience*, 58, 192–197.

Collins M. K., Magle S. B., Gallo T., 2021, Global trends in urban wildlife ecology and conservation. *Biological Conservation*, 261, 8 s.

Coppola M., McGuire K. N., De Wagter C., de Croon G., 2020: A survey on swarming with micro air vehicles: Fundamental challenges and constraints. *Frontiers in Robotics and Artificial Intelligence* 7. 1–26.

Danforth B., 2007, Bees. *Current Biology*, 17, 6 s.

Davis A. Y., Lonsdorf E., Shierk C. R., Matteson K. C., Taylor J. R., Lovell S. T., Minor E. S., 2017, Enhancing pollination supply in an urban ecosystem through landscape modifications. *Landscape and Urban Planning*, 162, 157–166.

del Toro I., Ribbons R. R., 2020, No Mow May lawns have higher pollinator richness and abundances: An engaged community provides floral resources for pollinators. *Nacional Library of Medicine*, 8, 11 s.

Department of Environment Food & Rurral Affairs., 2014: The National Pollinator Strategy: for Bees and Other Pollinators in England. The Department for Environment, Food and Rural Affairs, Bristol, UK, 1-36 s.

Douka C., Tchuenguem Fohouo F. N., 2014, Foraging and pollination activity of *Musca domestica* L. (*Diptera*: Muscidae) on flowers of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) at Maroua, Cameroon. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 4, 63–76.

Duží B., Trojan J., 2022, E-manuál komunikace občanské vědy a vybrané příklady dobré praxe. *Citizen Science*, 1, 19 s.

Dylewski Ł., Maćkowiak Ł., Banaszak-Cibicka W., 2020, Linking pollinators and city flora: How vegetation composition and environmental features shapes pollinators composition in urban environment. *Urban Forestry and Urban Greening*, 56, 8 s.

ECSA, © 2015: European Citizen Science Association: Ten principles of Citizen Science. (online) [cit.2022.03.31], dostupné z <[https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/05/ECSA\\_Ten\\_principles\\_of\\_CS\\_Czech.pdf](https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/05/ECSA_Ten_principles_of_CS_Czech.pdf)>

EU, © 2021: Evropská unie: (online) [cit.2022.03.31], dostupné z [https://european-union.europa.eu/index\\_cs](https://european-union.europa.eu/index_cs)

EU, © 2020: Evropská unie: (online) [cit.2022.03.31], dostupné z [https://european-union.europa.eu/index\\_cs](https://european-union.europa.eu/index_cs) [cit.2022.03.31], dostupné z <[cit.2022.03.31], dostupné>

Promote Pollinator, © 2022: (online)

Eeraerts M., Vanderhaegen R., Smagghe G., Meeus I., 2020, Pollination efficiency and foraging behaviour of honey bees and non-*Apis* bees to sweet cherry. *Agricultural and Forest Entomology*, 22, 75–82.

Eilers E. J., Kremen C., Greenleaf S. S., Garber A. K., Klein A. M., 2011, Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply. *Public Library of Science*, 1, 6 s.

Ellwood E. R., Crimmins T. M., Miller-Rushing A. J., 2017, Citizen science and conservation: Recommendations for a rapidly moving field. *Biological Conservation*, 208, 1–4.

Fateryga A., 2010, Trophic relations between vespid wasps (*Hymenoptera*, *Vespidae*) and flowering plants in the Crimea. *Entomological Review*, 90, 698–705.

Feltham H., Park K., Goulson D., 2014, Field realistic doses of pesticide imidacloprid reduce bumblebee pollen foraging efficiency. *Ecotoxicology*, 23, 317–323.

Firkowski C. R., Schwantes A. M., Fortin M. J., Gonzalez A., 2021, Monitoring social–ecological networks for biodiversity and ecosystem services in human-dominated landscapes. *Facets*, 6, 1670–1692.

FitzPatrick Ú., Bradley K., Campbell P., Murchie A., Sarah Jane Phelan C., 2022, All-Ireland pollinator plan. National Biodiversity Data Center, 1, 64 s.

Gazdic M., Groom Q., 2019, iNaturalist is an Unexploited Source of Plant-Insect Interaction Data. *Biodiversity Information Science and Standards*, 3, 2 s.

GADOUM S., ROUX-FOUILLET J. M., 2016: Plan national d'actions « France Terre de pollinisateurs » pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages. Office pour les Insectes et leur Environnement – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 136 s.

Geldmann J., González-Varo J. P., 2018, Conserving honey bees does not help wildlife: High densities of managed honey bees can harm populations of wild pollinators. *Science*, 359, 392–393.

Geslin B., Gauzens B., Thébault E., Dajoz I., 2013, Plant Pollinator Networks along a Gradient of Urbanisation. *Public Library of Science*, 8, 13 s.

Griffin B., Braman R., Griffin M., Sarieh Y., 2021, The strategic use of multimedia in the great georgia pollinator census citizen science project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6, 1–13.

Hahn M., Brühl C. A., 2016, The secret pollinators: an overview of moth pollination with a focus on Europe and North America. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 21–28.

Hall D. M., Camilo G. R., Tonietto R. K., Ollerton J., Ahrn' e K., Arduser M., Ascher J. S., Baldock K. C. R., Fowler R., Frankie G., Goulson D., Gunnarsson B., Hanley M. E., Jackson J. I., Langellotto G., Lowenstein D., Minor E. S., Philpott S. M., Potts S. G., Sirohi M. H., Spevak E. M., Stone G. N., Threlfall C. G., 2017, The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, 31, 24–29.

Hamblin A. L., Youngsteadt E., López-Uribe M. M., Frank S. D., 2017, Physiological thermal limits predict differential responses of bees to urban heat-island effects. *Biology Letters*, 13, 4 s.

Hanley M. E., Awbi A. J., Franco M., 2014, Going native? Flower use by bumblebees in English urban gardens. *Annals of Botany*, 113, 799–806.

Head L., Muir P., 2006, Suburban life and the boundaries of nature: resilience and rupture in Australian backyard gardens. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 31, 505–524.

Herrera C. M., 1992, Activity pattern and thermal biology of a day-flying hawkmoth (*Macroglossum stellatarum*) under Mediterranean summer conditions. *Ecological Entomology*, 17, 52–56.

Chandler M., See L., Buesching Ch. D., Cousins J. A., Gillies Ch., Kays R. W., Newman Ch., Pereira H. M., & Tiago P., 2016, Involving Citizen Scientists in Biodiversity Observation. *The GEO Handbook on Biodiversity*, 1, 211–237.

Chandler M., See L., Copas K., Bonde A. M. Z., López B. C., Danielsen F., Legind J. K., Masinde S., Miller-Rushing A. J., Newman G., Rosemartin A., Turak E., 2017b, Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280–294.

Jain A., Kunte K., Webb E. L., 2016, Flower specialization of butterflies and impacts of non-native flower use in a transformed tropical landscape. *Biological Conservation*, 201, 184–191.

Jakuschona N., Niers T., Stenkamp J., Bartoschek T., 2022, Evaluating image-based species recognition models suitable for citizen science application to support european invasive alien species policy. *JRC Publications Repository*, 1, 22–24.

Jersáková J., Tropek R., 2018, Polinační syndromy. *SSČ AV ČR*, 1, 4 s.

Jin J., Yang J., 2020, Effects of sampling approaches on quantifying urban forest structure. *Landscape and Urban Planning*, 195, 12 s.

Jousselin E., Hossaert-Mckey M., Vernet D., Kjellberg F., 2001, Egg deposition patterns of fig pollinating wasps: implications for studies on the stability of the mutualism. *Ecological Entomology*, 26, 602–608.

Juniper T. (ed.) *The ecology book*. 352 s.

Kastinger C., Weber A., 2001, Bee-flies (*Bombylius* spp., Bombyliidae, *Diptera*) and the pollination of flowers. *Flora*, 196, 3–25.

Kerr J. T., Kerr J. T., Pindar A., Galpern P., Packer L., Potts S. G., Roberts S. M., Rasmont P., Schweiger O., Colla S. R., Richardson L. L., Wagner D. L., Gall L. F., Sikes D. S., Pantoja A., 2015, Climate change impacts on bumblebees converge across continents. *Science*, 349, 177–180.

Khyade V. B., 2019, The Importance of Nature (Length) of Proboscis in Hesperiidae Butterflies. *World Scientific News*, 126, 101–117.

Kissling W. D., (ed.) 2018. Building essential biodiversity variables (EBVs) of species distribution and abundance at a global scale. *Biological Reviews*, 93, 600–625.

Kosmala M., Wiggins A., Swanson A., Simmons B., 2016, Assessing data quality in citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 551–560.

Hooijmeijer J., van der Velde E., Fokkema R., Howison R., Onrust J., Rakhimberdiev E., Saarloos A., Groenhof E., Zeegers T., & Piersma T., 2021: Grutto Landschap Project, Groningen, 79 s.

Land-Zandstra A., Agnello G., Gültekin Y. S., 2021, Participants in Citizen Science. *The Science of Citizen Science*, 1, 243–259.

Larson J. L., Redmond C. T., Potter D. A., 2013, Assessing Insecticide Hazard to Bumble Bees Foraging on Flowering Weeds in Treated Lawns. *Public Library of Science*, 8, 7 s.

LeBaron G., 2007. ‘Audubon’s Christmas Bird Count: from 19th century conservation action to 21st century citizen science’, in McEver C., Bonney R., Dickinson J., Kelling S., Rosenberg K. and Shirk J., (eds), *Proceedings of the Citizen Science Toolkit Conference*, Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, 253–260.

LeBuhn G. S., Schmucki, R., 2016, Identifying pollination service hotspots and coldspots using citizen science data from the Great Sunflower Project. *American Geophysical Union*, 1, 52 s.

Lindström S. A. M., Herbertsson L., Rundlöf M., Bommarco R., Smith H. G., 2016, Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283, 8 s.

Loram A., Thompson K., Warren P. H., Gaston K. J., 2008, Urban domestic gardens (XII): The richness and composition of the flora in five UK cities. *Journal of Vegetation Science*, 19, 321–330.

Mace G. M., Cramer W., Dı́az S., Faith D. P., Larigauderie A., Le Prestre P., Palmer M., Perrings Ch., Scholes R. J., Walpole M., Walther B. A., Watson J. E. M., Mooney

H. A., 2010, Biodiversity targets after 2010. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 3–8.

Matthiason M. E., Rehan S., M., 2020: Wild bee declines linked to plant-pollinator network changes and plant species introductions. *Insert Conversation and Diversit. Res Journals* 13: 595-605.

Mallinger R. E., Gaines-Day H. R., Gratton C., 2017, Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. *Public Library of Science*, 12, 32 s.

Martins K. T., Gonzalez A., Lechowicz M. J., 2017, Patterns of pollinator turnover and increasing diversity associated with urban habitats. *Urban Ecosystems*, 20, 1359–1371.

Mason L., Arathi H. S., 2019, Assessing the efficacy of citizen scientists monitoring native bees in urban areas. *Global Ecology and Conservation*, 17, 12 s.

Mason L., Kondratieff B., Seshadri A., 2018, Native Bee Watch A Colorado Citizen Science Field Guide. Colorado State University, Colorado,

Matthies S. A., Rüter S., Schaarschmidt F., Prasse R., 2017, Determinants of species richness within and across taxonomic groups in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, 20, 897–909.

McKinley D. C. (ed.), 2017, Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28.

McKinney M. L., 2008, Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11, 161–176.

Memmott J., Craze P. G., Waser N. M., Price M., 2007, Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10, 710–717.

Mesaglio T., Callaghan C. T., Mesaglio T., Callaghan C. T., 2021, An overview of the history, current contributions and future outlook of iNaturalist in Australia. *Wildlife Research*, 48, 289–303.

Mitchell N., Triska M., Liberatore A., Ashcroft L., Weatherill R., Longnecker N., 2017, Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education. *Public Library of Science*, 12, 15 s.

Newman G., Wiggins A., Crall A., Graham E., Newman S., Crowston K., 2012, The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, 298–304.

Ollerton J., 2017, Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation. *Annual Reviews*, 48, 353–376.

Ollerton J., Winfree R., Tarrant S., 2011, How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321–326.

Orford K. A., Vaughan I. P., Memmott J., 2015, The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 6 s.

Pandya R., Dibner K. A., 2018, Learning through citizen science: Enhancing opportunities by design. *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. National Academies Press, 1–183.

Pardee G. L., Philpott S. M., 2014, Native plants are the bee's knees: local and landscape predictors of bee richness and abundance in backyard gardens. *Urban Ecosystems*, 17, 641–659.

Pereira H. M. (ed.), 2013a. Essential biodiversity variables. *Science*, 339, 277–278.

Potts S. G., Neumann P., Vaissière B., Vereecken N. J., 2018, Robotic bees for crop pollination: Why drones cannot replace biodiversity. *Science of The Total Environment*, 642, 665–667.

Prendergast K., Vanderstock A., Neilly H., Ross C., Pirotta V., Tegart P., 2022, Potential and pitfalls of citizen science with children: Reflections on Pollinators in the

Potts S. G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H. T., Biesmeijer J. C., Breeze T. D., Dicks L. V., Garibaldi L. A., Hill R., Settele J., Vanbergen A. J., 2017, The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem



Services on pollinators, pollination and food production. Natural Environment Research Council, 1, 556 s.

Playground project. *Austral Ecology*, 47, 189–195.

Přidal Antonín. 2005. *Ekologie opylovatelů: vysokoškolská učebnice*. Lynx.

Prudic K. L., McFarland K. P., Oliver J. C., Hutchinson R. A., Long E. C., Kerr J. T., Larrivé M., 2017, eButterfly: Leveraging Massive Online Citizen Science for Butterfly Conservation. *Insects*, 8, 53 s.

Rahimi E., Barghelveh S., Dong P., 2022, A review of diversity of bees, the attractiveness of host plants and the effects of landscape variables on bees in urban gardens. *Agriculture and Food Security*, 11, 1–11.

Requier F., Odoux J. F., Tamic T., Moreau N., Henry M., Decourtye A., Bretagnolle V., 2015, Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications*, 25, 881–890.

Ricketts T. H. (ed.), 2008, Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11, 499–515.

Ries L., Oberhauser K., 2015, A Citizen Army for Science: Quantifying the Contributions of Citizen Scientists to our Understanding of Monarch Butterfly Biology. *BioScience*, 65, 419–430.

Brereton T.M., Botham M.S., Middlebrook I., Randle Z., Noble D., Harris S., Dennis E.B., Robinson A.E., Peck K. & Roy D.B, 2019, United Kingdom Butterfly Monitoring Scheme report for 2018. Centre for Ecology & Hydrology, Butterfly Conservation, British Trust for Ornithology and Joint Nature Conservation Committee

Rüdissler J., Tasser E., Walde J., Huemer P., Lechner K., Ortner A., Tappeiner U., 2017, Simplified and still meaningful: assessing butterfly habitat quality in grasslands with data collected by pupils. *Journal of Insect Conservation*, 21, 677–688.

Salisbury A., Armitage J., Bostock H., Perry J., Tatchell M., Thompson K., 2015, Editor's Choice: Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects

(pollinators): should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology*, 52, 1156–1164.

Saoud Z., Fontaine C., Loïs G., Julliard R., Rakotoniaina I., 2020, Miss-identification detection in citizen science platform for biodiversity monitoring using machine learning. *Ecological Informatics*, 60, 6 s.

Saska P., Skuhrovec J., Foffová H., Řezáč M., 2020, Ekosystémové služby poskytované bezobratlými v zemědělství opylování a regulace škůdců a plevelů. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*, 44 s.

Sauer J. R., Link W. A., Fallon J. E., Pardieck K. L., Ziolkowski D. J. Jr., 2013. The North American Breeding Bird Survey 1966–2011: Summary Analysis and Species Accounts. *North American Fauna*, 79, 1–32.

Shuttleworth A., Johnson S. D., 2007, Pollination by spider-hunting wasps (*Hymenoptera*: Pompilidae) with special reference to *Pachycarpus asperifolius* (Apocynaceae) in KwaZulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Botany*, 73, 312–313.

Schmeller D. S. (ed.), 2009, Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe. *Conservation Biology*, 23, 307–316.

Schmeller D. S. (ed.), 2018, A suite of essential biodiversity variables for detecting critical biodiversity change. *Biological Reviews*, 93, 55–71.

Schuttler S. G., Sorensen A. E., Jordan R. C., Cooper C., Shwartz A., 2018. Bridging the nature gap: can citizen science reverse the extinction of experience? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16, 405–411.

Silvertown J., 2009, A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 467–471.

Singla A., Barmota H., Kumar S. S., Kaur K. B., 2020: Influence of neonicotinoids on pollinators. *Journal of apicultural research* 60, 19-32.

Stanley D. A., Raine N. E., 2016, Chronic exposure to a neonicotinoid pesticide alters the interactions between bumblebees and wild plants. *Functional Ecology*, 30, 1132–1139.

Suzuki-Ohno Y., Westfechtel T., Yokoyama J., Ohno K., Nakashizuka T., Kawata M., Okatani T., 2022, Deep learning increases the availability of organism photographs taken by citizens in citizen science programs. *Scientific Reports*, 12, 1–10.

Teacher A. G. F., Griffiths D. J., Hodgson D. J., Inger R., 2013, Smartphones in ecology and evolution: a guide for the app-rehensive. *Ecology and Evolution*, 3, 5268–5278.

Theobald E. J. (ed.), 2015, Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236–244.

Tiple A. D., Khurad A. M., Dennis R. L. H., 2010, Adult butterfly feeding–nectar flower associations: constraints of taxonomic affiliation, butterfly, and nectar flower morphology. *Journal of Natural History*, 43, 855–884.

Toerpe K., 2013, The Rise of Citizen Science. *Futurist* 4: 25-30 s.

Toivonen M., Karimaa A. E., Herzon I., Kuussaari M., 2022, Flies are important pollinators of mass-flowering caraway and respond to landscape and floral factors differently from honeybees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 323, 11 s.

Toomey A. H., Domroese M. C., 2013, Can citizen science lead to positive conservation attitudes and behaviors?. *Human Ecology Review*, 20, 50–62.

Toledo-Hernández M., Tschardt T., Tjoa A., Anshary A., Cyio B., Wanger T. C., 2020, Hand pollination, not pesticides or fertilizers, increases cocoa yields and farmer income. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 304, 13 s.

Tommasi N. (ed.), 2021, Impact of land use intensification and local features on plants and pollinators in Sub-Saharan smallholder farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 9 s.

- Toon A., Terry L. I., Tang W., Walter G. H., Cook L. G., 2020, Insect pollination of cycads. *Austral Ecology*, 45, 1033–1058.
- Torné-Noguera A., Rodrigo A., Osorio S., Bosch J., 2016, Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology*, 17, 199–209.
- Urbán-Duarte D., de La Torre-Sánchez J. F., Kainoh Y., Watanabe K., 2021, Biodiversity and stage of the art of three pollinators taxa in Mexico: An overview. *Sustainability (Switzerland)*, 13, 16 s.
- Urquhart F. A., Urquhart N. R., 1977, Overwintering areas and migratory routes of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*, *Lepidoptera: danaidae*) in North America, with special reference to the western population. *The Canadian Entomologist*, 109, 1583–1589.
- Urquhart F. A., Urquhart N. R., 2011, Autumnal migration routes of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus* L.; *Danaidae; Lepidoptera*) in North America to the overwintering site in the Neovolcanic Plateau of Mexico. <https://doi.org/10.1139/z78-240> *Canadian Science Publishing* 56, 1759–1764.
- Vanbergen A. J. (ed.), 2013, Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, 251–259.
- Vasiliev D., Greenwood S., 2020, Pollinator biodiversity and crop pollination in temperate ecosystems, implications for national pollinator conservation strategies: Mini review. *Science of The Total Environment*, 744, 7 s.
- Van den Born R. J. G., Lenders R. H. J., Groot de. W. T., Huijsman E., 2002, The new biophilia: an exploration of visions of nature in western countries. *Environmental conservation* 28, 65-75 s.
- Venturini E. M., Drummond F. A., Hoshida A. K., Dibble A. C., Stack L. B., 2016, Pollination reservoirs for wild bee habitat enhancement in cropping systems: a review. *Taylor & Francis*, 41, 101–142.
- Červenka V. J. B., 1956, Botanika a včelařství. *Preslia*, 28, 357–361.

Vohland K., Land-Zandstra A., Ceccaroni L., Lemmens R., Perelló J., Ponti M., Samson R., Wagenknecht K., 2021, *The Science of Citizen Science*. Springer, Berlin, 520 s.

Wang B., Zhang H., Jarzembowski E. A., 2013, Early Cretaceous angiosperms and beetle evolution. *Frontiers in Plant Science*, 4, 360 s.

Wardhaugh C. W., 2015, How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod-Plant Interactions*, 9, 547–565.

Wenzel A., Grass I., Belavadi V., Tschardt T., 2020, How urbanization is driving pollinator diversity and pollination – A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 15 s.

Wiggins A., Newman G., Stevenson R. D., Crowston K., 2011, Mechanisms for data quality and validation in citizen science. *eScienceW*, 1, 14–19.

Williams H. (ed.), 2020, Autonomous pollination of individual kiwifruit flowers: Toward a robotic kiwifruit pollinator. *Journal of Field Robotics*, 37, 246–262.

Wilson C. J., Jamieson M. A. 2019, The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. *Public Library of Science* 14, 18 s.

Wilson J. S., Pan A. D., General D. E. M., Koch J. B., 2020, More eyes on the prize: an observation of a very rare, threatened species of Philippine Bumble bee, *Bombus irisanensis*, on iNaturalist and the importance of citizen science in conservation biology. *Journal of Insect Conservation*, 24, 727–729.

Winfrey R., Bartomeus I., Cariveau D. P., 2011, Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. *Annual Reviews* 42, 1–22.

Wood T. J., Goulson D., 2017, The environmental risks of neonicotinoid pesticides: a review of the evidence post 2013. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 21 s.

Wright D. R., Underhill L. G., Keene M., Knight A. T., 2015, Understanding the Motivations and Satisfactions of Volunteers to Improve the Effectiveness of Citizen Science Programs. *Society and Natural Resources*, 28, 1013–1029.

Wurz A., Grass I., Tschardt T., 2021, Hand pollination of global crops – A systematic review. *Basic and Applied Ecology*, 56, 299–321.

Xie Y. J., Ng C. N., 2013, Exploring spatio-temporal variations of habitat loss and its causal factors in the Shenzhen River cross-border watershed. *Applied Geography*, 39, 140–150.

Zattara E. E., Aizen M. A., 2021, Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4, 114–123.

## 9. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Zakládání nektarodárné plochy v Riegrových sadech

Obrázek č. 2 – Informační tabule

Obrázek č. 3 – Osevní směs

Obrázek č. 4 – Přednáška v rámci projektu Praha kvete

Obrázek č. 5 – Exkurze pořádaná u založené nektarodárné plošky, Národní zemědělské muzeum Praha

Obrázek č. 6 – Workshop Jedu v medu pořádaný Zemědělským národním muzeem