

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství (FAPPZ)



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Srovnání výskytu členovců dle využití povrchu
v ekologicky vedené předměstské zahradě**

Bakalářská práce

Autor práce: Jitka Korenčíková, DiS.

Obor studia: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Výskyt členovců v závislosti na typu půdního pokryvu v ekologicky vedené předměstské zahradě" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc. za představení problematiky a cenné rady ve všech fázích mé práce. Dále své rodině za podporu a Šimonu Kapicovi za pomoc při určování morfodruhů.

Výskyt členovců v závislosti na typu půdního pokryvu v ekologicky vedené předměstské zahradě

Souhrn

Práce se zabývá výskytem členovců v různých typech prostředí a jejich významem pro biodiverzitu a udržitelnost. Skládá se z literární rešerše a výzkumu. Literární rešerše je zaměřena na ekologii měst, důležitost biodiverzity a možnosti její podpory jak v soukromých, tak komunitních zahradách. Zabývá se důležitostí členovců pro ekosystém a jejich nedostatečnou ochranu v produkčních systémech. Studuje, jak souvisí hospodaření na zahradě s ovlivněním životního prostředí. Ukázalo se, že soukromé zahrady ve městech mohou být díky své členitosti překvapivě velmi příznivým a důležitým prostředím pro mnoho druhů nejen členovců. A z druhé strany se biodiverzita ukázala jako důležitá pro zdraví plodin i samotných obyvatel měst, což si uvědomuje stále více majitelů zahrad, ale i vědců, kteří se tímto zabývají. Potřeba biodiverzity a snaha o její zachování či obnovení se promítá už i do způsobu provedení veřejného prostoru a je obyvateli měst vítána. V posledních letech narůstá zájem obyvatel měst a majitelů zahrad o ochranu přírody a zachování zdrojů a je potřeba vhodným vzděláváním a kvalitními publikacemi tento zájem podporovat.

Pokusem byl během tří letních měsíců roku 2021 zaznamenáván počet a druhová skladba členovců žijících na třech různých typech povrchu v prostředí předměstské zahrady. K tomu byly použity pasti na principu emergentních lapáků, které byly po celou dobu umístěny v zahradě a upevněny na třech různých typech povrchu (trávník, zeleninový záhon a betonový chodník). Chycení živočichové byli určeni a byl zaznamenán jak jejich celkový počet, tak počet morfodruhů. Tyto hodnoty sloužily jako podklad pro výpočet druhové pestrosti. Druhová pestrost na trávníku a v užitkovém záhoně bez jakéhokoliv chemického ošetření byla vysoká a srovnatelná. Druhová pestrost u betonového chodníku byla ve srovnání nižší.

Klíčová slova: diverzita; členovci; zahrada; udržitelnost; půdní pokryv

Occurrence of arthropods depending on the type of soil cover in the ecologically managed suburban garden

Summary

This work deals with the occurrence of arthropods in different types of environments and their importance for biodiversity and sustainability. It consists of literary research and experiment. A literary research deals with the possibilities of urban ecology, the importance of biodiversity and its support in both private and production gardens. It is studying the importance of members for the ecosystem and their insufficient protection in production systems and at urban surfaces. It is also about how garden management is related to the impact on the environment. It is suggested that private gardens in cities can, thanks to their fragmentation, not only be a very favourable and important environment for many types of arthropods. And biodiversity, on the other hand, has proved important for the health of crops and city dwellers themselves, as more and more garden owners, as well as scientists involved in this research are aware of it. More and more public spaces are built in a way to give support to biodiversity and urban dwellers welcome it. In recent years, the interest of city dwellers and garden owners in protecting nature and conserving resources has been growing, and there is a need to support this interest through appropriate education and quality publications.

In the experiment, during the three summer months of 2021 the number and species composition of arthropods living on three different types of surfaces in a suburban garden environment was recorded. Traps on the principle of emergent traps were used, which were mounted in the garden on three types of surfaces (lawn, vegetable bed and sidewalk). The captured animals were determined and both the total number and the number of species, were recorded. These values served as the basis for the calculation of species diversity. Species diversity on the lawn and in the crop without any chemical treatment was high and comparable. Species diversity on the concrete pavement was beside low.

Keywords: diversity, arthropods, garden, sustainability, soil cover

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Význam zahrad pro majitele a okolí.....	11
3.2	Zahrady z pohledu ochrany přírody.....	12
3.3	Urbanizace.....	14
3.4	Možnosti ochrany biodiverzity v urbanizované krajině.....	16
3.5	Význam biodiverzity.....	19
3.6	Možnosti půdních pokryvů prospěšných pro biodiverzitu.....	21
3.7	Jak může vypadat ekologicky vedená zahrada?.....	23
3.8	Jak přispívají členovci k udržení rovnováhy?.....	27
3.8.1	Opylení.....	27
3.8.2	Predace.....	28
3.8.3	Dekompozice.....	29
3.9	Jak škodí členovci v zahradě a jak se jim bránit?.....	29
3.9.1	Škodlivé organismy na zahradě.....	29
3.9.2	Použití pesticidů.....	29
3.9.3	Pestrá biodiverzita.....	30
3.10	Jak můžeme monitorovat hmyz v zahradě?.....	31
3.10.1	Nejobvyklejší metody sběru hmyzu.....	31
3.10.2	Sběr půdního hmyzu.....	33
4	Metodika.....	34
4.1	Popis lokality.....	34
4.2	Příprava a průběh experimentu.....	34
4.3	Zařízení pro odchyt hmyzu.....	35
4.4	Sledované parametry.....	35
4.4.1	Index druhové pestrosti.....	35
4.5	Určení entomologického materiálu.....	36
5	Výsledky.....	37
5.1	Indexy druhové pestrosti na jednotlivých površích.....	37
6	Diskuze.....	38
7	Závěr.....	40
8	Literatura.....	41

9 Samostatné přílohy	I
-----------------------------------	----------

1 Úvod

Ochrana přírody a zdrojů je dnes stále více rezonujícím tématem ve společnosti a získává na vážnosti. Co jsme ještě před pár lety považovali za okrajový problém, se nás začíná citelně dotýkat a jsme nuceni přemýšlet o našem způsobu chování, zvycích a aktivitách z dlouhodobější perspektivy (Paris 2016).

Příroda pozvolna ustupuje lidské činnosti, ale reakce celkového klimatu jsou naopak čím dál tím silnější a neobvyklejší. Nerostných zdrojů ubývá a stávají se méně a méně dostupné (Gaston et al. 2005). Potraviny jsou stále lehce k dostání, avšak dle předpovědí hrozí vyčerpání a devastace půdy na mnoha místech (Diduck et al. 2020). V roce 2010 došlo k odvážnému závazku přijmout opatření k zastavení ztráty globální biologické rozmanitosti do roku 2020 (Pickett et al. 2011).

To vše mě nutí k přemýšlení o budoucí generaci a v jakých podmínkách bude nucena žít. Co mohu udělat dnes? Jak svým chováním mohu zajistit udržitelné prostředí pro své děti? Ochrana biodiverzity je úkol nové doby a roste počet studií, které se touto problematikou zabývají (Smith et al. 2006).

Lidé se v současné době stále více zabývají udržitelností prostředí a chtějí se podílet na snížení ekologické zátěže (Paris 2016). Možnosti se mohou kromě ekologicky vedené domácnosti nabízet na jejich pozemcích a zahradách (Ingram 2016). Zahrada nám může sloužit k částečné produkci potravin, rekreaci, čímž můžeme významně snížit naši uhlíkovou stopu, ke kompostování, zadržování vody pomocí nádrží a dalším mnoha funkcím výhodným pro nás i pro přírodu (Petchey & Gaston 2009). Podpoře biodiverzity je možná za pomoci promyšlených řešení i prostým ponecháním ladem části zahrady.

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila hlavně na biodiverzitu v zahradě a její možnou podporu, a to výzkumem různých typů pokryvu půdy.

Ráda bych touto cestou upozornila na negativní vlivy urbanizace, záboru půdy a intenzivního zemědělství a nabídla možnosti zmírnění těchto negativních dopadů nebo upuštění od některých činností škodlivých pro životní prostředí. Vzdělávání lidí ve prospěch ochrany přírody a jejich konkrétní kroky v jejich prostředí jsou velice nadějnou cestou pro udržení či obnovení příznivých podmínek pro život (Gaston et al. 2005).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo monitorovat v průběhu jednoho vegetačního období výskyt členovců v užitkové zahradě obhospodařované dle principů ekologického zemědělství. Srovnat různé povrchy v zahradě a jejich vliv na diverzitu a výskyt členovců. Upozornit na úbytek členovců a vyzdvihnout ekologicky vedenou půdu jako možnost jejich ochrany.

Hypotéza: úprava povrchů zahrady ovlivní druhové spektrum členovců.

3 Literární řešerše

3.1 Význam zahrad pro majitele a okolí

Vlastní zahrada je místem odpočinku, možností vypěstovat si vlastní zdravé potraviny, ale i možností pro ochranu přírody. Například pěstování potravin v domácích zahradách podporuje živobytí poskytováním neformálních zdrojů příjmů domácností, umožňuje každodenní fyzickou činnost, zlepšuje duševní zdraví a usnadňuje sociální angažovanost a spojení mezi člověkem a přírodou. Posiluje také domácnost a komunitu, odolnost vůči hospodářským nebo politickým změnám a podporuje sociální spravedlnost a výsledky vlastního kapitálu (Raymond et al. 2018).

Kontakt s přírodou se ukázal jako prospěšný pro lidské zdraví. Jak pokračuje urbanizace, měla by být brána v potaz spojení lidského bydlení s přírodou pro dosažení opravdové životní pohody. Naprostá většina lidí považuje jakoukoliv zeleň ve městě jako možný únik z ruchu velkoměsta, a to považuje za velmi důležité. Lidé za velmi důležité považují i stromy v okolí jejich domů (Church 2018).

Lidé často pokládají svoji zahradu za velmi důležitou, rádi kultivují svoji část země. Přináší jim radost přiblížením se k přírodě a prací s půdou. Pro mnoho lidí je také možnost mít zahradu důvodem ke stěhování z centra města (Church 2018).

Lidé čím dál raději vidí ve své zahradě život, podporují a pozorují ptáky, motýly, hmyz v trávě, žížaly atd. Zajímají se aktivně o možnosti podpory přírody na jejich zahradě (Church 2018).

Domácí zahrady v městském prostředí mohou být klíčovým místem pro zachování biodiverzity v těchto oblastech, výzkumu na toto téma však není mnoho (Smith et al. 2006).

Ale také ochrana biodiverzity na vlastní zahradě může mít přínos pro jeho majitele. Ve studii, kterou provedl Raymond (2018), popisují majitelé zahrady výhody jako zlepšení nálady, spokojenost a hrdost, zvýšení sebevědomí a odvahu dělat správné věci, nové příležitosti k učení.

Dallimer et al. (2012) uvádějí výsledky své studie, kdy se psychická pohoda lidí zvýšila úměrně počtu druhů ptáků v okolí svého bydliště, ve stejném pokusu s motýly a rostlinami však nezaznamenali rozdíl. Ve skutečnosti, jak více a více lidí žije v městském prostředí, propast mezi lidmi a přírodním světem může být stále větší. Hromadí se však důkazy o společenských výhodách, které vyplývají z expozice přírodnímu prostředí. Například zvýšení množství zeleně ve svém okolí je spojeno s dlouhověkostí a vlastním zachováním zdraví. Lidé, kteří navštěvují městské parky, hlásí méně návštěv lékařů a ti, kteří provádějí fyzické cvičení v přírodě, vykazují zlepšení v náladě a sebevědomí více než ti, kteří cvičí ve vnitřních prostorách. S tím souvisí i rychlejší zotavení z operace, vzrostla

sociální interakce, zlepšené kognitivní fungování, snížení psychické únavy, nižší kriminalita a zmírnění stresu. Konkrétní důvody, jak má příroda výhodné vlastnosti pro lidské zdraví a pohodu, zůstávají nejasné, v neposlední řadě proto, že vztah mezi lidmi a přírodním prostředím je pravděpodobně extrémně složitý. Ve skutečnosti lidé ze všech prostředí oceňují biodiverzitu mnoha důvodů. Široká škála lidí využívá působení přírody na své zdraví v řadě různých zelených ploch, včetně domácích zahrad, městských parků a polopřirozených stanovišť. Došlo však jen k málo studiím o přímých účincích nebo mechanismech na dopady konkrétních biologických složek zeleně na kvalitu lidského života (Dallimer et al. 2012).

3.2 Zahrady z pohledu ochrany přírody

Soukromé zahrady a městská zeleň mají ve městech z hlediska plochy pokryvu významný podíl a tvoří podstatnou část celkového výskytu stromů a propustných půd v městské krajině. V důsledku toho hrají důležitou roli při poskytování ekosystémových služeb, jako je stín, mikroklimatické chlazení, koloběh živin, primární zásobování potravinami, sekvestrace uhlíku, snižování hluku, absorpce látek znečišťujících ovzduší, hydrologický cyklus a pocit propojení s přírodou. Soukromé zahrady také podporují významný podíl městské biologické rozmanitosti v mnoha taxonomických skupinách, od půdních mikrobů a hub až po okrasné, jedlé a léčivé rostliny, brouky, včely, motýly, plazy a ptáky. Trendy směřující k zakrývání půdy chodníky a nepropustnými povrchy a výstavbě větších domů však znamenají, že proporcionální podíl přírodních soukromých zahrad (a tím ekosystémové služby a biologická rozmanitost, které podporují) v mnoha městech klesá. Tím tato městská forma zvyšuje nutnost používání klimatizace v létě a tím celkovou spotřebu energie (a v mnoha případech spalování fosilních paliv). Snižuje také objem dešťové vody absorbované půdou a zvyšuje odtok dešťové vody do potoků (Parris 2016).

Ghosh (2010) se věnuje potenciálu předměstských zahrad pro udržitelnost a životní prostředí. Zkoumá současné využití zahrad a jejich souvislost s udržitelným designem, sociálními procesy a s ekonomickými a ekologickými funkcemi.

Zahradu vlastní a využívá významná část rodin, a proto se v souvislosti s dnešním trendem ochrany přírody a zvyšování udržitelnosti nabízí možnosti využít zahradu jako ostrov podpory biodiverzity a ochrany přírody současně s relaxační, produkční a estetickou funkcí zahrady.

V populaci stoupá zájem o snižování spotřeby vody, podporu biodiverzity a přírody i přímo ve městech (Ghosh 2010).

Velikost zahrady přímo souvisí s kvalitou biodiverzity. Větší zahrady mohou mít na území vysoké stromy, oblasti nesekané trávy, křoviska, neobdělanou půdu, místo pro kompostování, zeleninové záhony, nádrž na dešťovou vodu (Ghosh 2010). Ve větších zahradách jsou mnohem častěji stromy vyšší než dva metry (Smith et al. 2005) Velké, staré

stromy působí jako klíčové struktury v městském prostředí, podporují vysokou rozmanitost bezobratlých, ptáků, netopýrů a stromových savců a zároveň poskytují stín, mikroklimatické chlazení, sekvestraci uhlíku a důležité rysy stanovišť, jako jsou dutiny a větší kusy odumřelého dřeva (Parris 2016). Proto je ve starších zahradách se vzrostlými stromy očekávána vyšší biodiverzita než v zahradách bez nich.

Petersen (2021) v Dánsku zkoumá, jak je péče o přírodu zahrnuta do praxe majitelů zahrad a jak je pro ně tato péče důležitá. Ukazuje se, že příroda je pro většinu respondentů důležitá, avšak přednost v zahradě dávají pohodlí a estetické funkci. Chtějí, aby jejich zahrada byla upravená a uspořádaná a nechtějí příliš prostoru věnovat neobhospodařovaným plochám. Nejsou ochotni část trávníku nechat neposekaný nebo na zahradě mít stárnoucí stromy, naopak kvetoucí rostliny od jara do podzimu v průzkumu má již většina zahrádkářů.

(Ghosh 2010) zmiňuje i další významné možnosti použití zahrady a uspořádní produkce CO₂, například sušení prádla na zahradě místo používání sušičky nebo budování přírodních jezírek místo bazénů. Zeleninové záhony produkují zdroj potravy bez potřeby dopravy a s minimálním množstvím pesticidů. Je snadné vypěstovat si na vlastní zahradě jídlo ekologické kvality. Bohužel jen minimum rodin je soběstačné v produkci zeleniny a ovoce na vlastní zahradě (Ghosh, 2010). Kapacita pěstování vlastního jídla se liší v závislosti na místním klimatu, množství dešťových srážek, charakteristice půdy, a kromě dalšího i na vlastní motivaci a časových možnostech majitele zahrady (Ghosh 2010).

V současnosti se pozornost upírá na plánování měst v souladu s přírodou, přátelských k biodiverzitě, ale přehlíží se chování lidí jako takových v těchto souvislostech. Lidské znalosti, pochopení a motivace jsou velmi mocným a silným činitelem v cestě k šetrnému zacházení s vodou, spotřebě neobnovitelných zdrojů i k péči o biodiverzitu (Ghosh 2010).

Malé ostrůvky zbytkové vegetace ve městech mohou i nadále podporovat překvapivě vysokou rozmanitost původních druhů, i když kolem nich vyrostlo město. Například průzkum hub v oblastech zbytkových lesů v Melbourne v Austrálii zjistil mezi 54 a 114 druhů v každém kousku lesa pomocí analýzy houbové DNA ze vzorků půdy (Parris 2016). Čím rozmanitější a pestřejší je přírodní prostředí, tím více organismů může hostit a skrývat.

I jednoduché živé ploty v krajině mají významnou funkci jako biokoridory (Selman & Doar 1991). Ploty zahrad jsou realizovány ve velmi rozmanité škále, od betonových hradeb až po pestré živé ploty plnící mnoho biologických funkcí. Jejich správná a citlivá volba může znamenat mnoho pro rozvoj optimálních přírodních podmínek v zahradě.

Zahrady mohou posloužit i zemědělcům na okolních polích. Vegetace kolem polí může nabízet prostor pro predátory škůdců jako například slunéčko sedmítečné nebo hmyzožravé ptáky, ale někdy naopak nabízet dokončení rozmnožovacího cyklu nebo místo pro prezimování škůdců samotným (Altieri et al. 2008).

Propojení s přírodou přispívá k pohodě a je předchůdcem environmentálně odpovědného chování. Integrace přírody do městské krajiny by mohla usnadnit opětovné připojení člověka k přírodě. Výsledky naznačují, že za účelem řešení vztahu člověka k přírodě by měly být brány v úvahu alespoň dva aspekty modernizace měst. Začlenit více typů přírody pro více zážitků a poskytnout příležitosti pro práci v přírodě a osobní kontrolu nad prostorem. Když v této éře nejistoty a změn budujeme rostoucí města, nabízí tento výzkum pohled na vytváření obyvatelných měst plných přírody (Church 2018).

Roste také zájem o využití zahrad jako ekologický ostrůvek biodiverzity. Použití zahrad a ekologický význam spolu silně souvisí. Výsledky studie Idohou et al. (2014) podporují názor, že zahrady produkují část potravin a zároveň přispívají k zachování místní biologické rozmanitosti. Je však nepravděpodobné, že by s moderními změnami společnosti byly takovéto zahrady zachovány, pokud nebudou aktivně začleněny do politiky produkce a ochrany (Idohou et al. 2014).

Jako zdroj vědomostí a inspirace pro utváření zahrady uvádějí majitelé vlastní zkušenost z dětství, okolní zahrady a jejich majitele, rady na internetu a zahradnické magazíny (Petersen 2021). I v oblasti informací pro majitele zahrad, v časopisech, pořadech a internetových zdrojích vidím příležitost pro podporování biodiverzity na zahradách a prostor pro zvýšení udržitelnosti domácností.

Gaston et al. (2005) zkoumali po dobu tří let umístění těchto zařízení do zahrad. Hnízdiště pro včely samotářky, hnízdiště pro čmeláky, malé rybníčky, mrtvé dřevo pro houby a jiné saproxylické organismy a výskyt kopřivy dvoudomé pro larvy motýlů (Nymphalidae) a zkoumal vliv na biodiverzitu. Všechna zařízení se ukázala účinná a byla využita, kromě hnízdišť pro čmeláky, která zůstala ve všech zahradách neobydlena.

3.3 Urbanizace

Rychlý nárůst lidské populace a industrializace od roku 1800 byl paralelní s dramatickým nárůstem počtu a velikosti měst a stále rostoucím podílem lidské populace žijící v městských oblastech. Poprvé v historii jsou lidé převážně městským druhem. Města jsou proto z lidského hlediska nesmírně důležitým prostředím. Jsou místem, kde dnes žije většina lidí. Tvoří centra hospodářské a kulturní činnosti a jsou stejně rozmanitá jako ekonomiky a kultury, které je vytvořily. Města jsou budována ve všech tvarech a velikostech, některá se vyvíjejí z raných uzlů obchodu a některá se objevují ve zcela nových lokalitách. Raná města měla tendenci být kompaktní a zaměřená na cestování pěšky. Levné automobily a hromadná doprava však uvolnily města z jejich dřívějších prostorových omezení a mnoho z nich se nyní značně rozrůstá do všech směrů. Plánování a řízení městské formy a funkce se stávají stále důležitějšími snahami, protože města se vyvíjejí, rostou a vyžadují účinnější a efektivnější soukromé budovy, veřejné prostory a základní služby (Parris 2016).

Urbanizace pokračuje globálně jako jeden z největších trendů. V roce 2014 žilo 54 % populace ve městě a předpokládá se, že do roku 2050 to bude 66 %. Tento trend spolu s růstem počtu obyvatel předpokládá, že přibude 2,5 miliardy lidí ve městech do roku 2050. Dopady urbanizace na biodiverzitu začínají být více a více zjevné. Mění se typy povrchů, dochází k ztrátě biomasy a přírodních stanovišť. Antropogenními faktory dochází ke snížení druhové, funkční, strukturální a ekosystémové diverzity (Diduck et al. 2020).

Poprvé v historii žije více než polovina světové lidské populace v městských oblastech. Počet lidí žijících ve městech se od průmyslové revoluce dramaticky zvýšil, protože v městských oblastech se rozšířily pracovní příležitosti a poptávka po zemědělské práci klesala s rostoucí mechanizací. Populační fond Organizace spojených národů odhaduje, že současná světová městská populace 3,9 miliardy lidí se do roku 2030 zvýší na 4,9 miliardy a do roku 2050 na 6,4 miliardy ve srovnání s městskou populací pouhých 220 milionů na počátku 20. století. To odpovídá 22násobnému nárůstu za pouhých 130 let. Sociální a environmentální důsledky přechodu na městský život jsou hluboké (Parris 2016).

Praha se v roce 2021 rozkládala na 49 621 ha, z toho 13978 ha tvoří orná půda, 5251 ha lesní pozemek, 3986 ha zahrady, 585 ha ovocné sady, 1097 ha vodní plocha, 978 ha trvalý travní porost, 5066 ha zastavěná plocha a nádvoří a 18 595 ha ostatní plocha, která zahrnuje komunikace, silnice, cesty, dálnice, železnice, různé zpevněné plochy k manipulaci (např. s nákladem), sportoviště, hřbitovy, atd (Český statistický úřad 2021). Je zjevné, že ploch využitelných pro podporu biodiverzity není málo.

Běžnou změnou vyplývající z urbanizace je nahrazení přírodních zemních krytin novými povrchy. To může zahrnovat pokrytí stávající přizemní vrstvy betonem, což přispívá k vysoké úrovni nepropustného povrchového pokrytí v městských oblastech (Norton et al. 2014).

Snad nejzřejmějším fyzickým procesem spojeným s urbanizací je výstavba obydlí, a dalších budov, často s podpůrnou infrastrukturou, jako jsou ploty, zpevněné silnice a chodníky, vedení elektřiny a vody, kanalizace a pouliční osvětlení. Centrální obchodní čtvrti mnoha měst (známá také jako vnitřní město nebo městské jádro) se skládají z husté řady kancelářských budov, bytových domů, obchodů, hotelů, soudů a náboženských staveb. Příměstské oblasti mají nižší hustotu budov, zejména ve čtvrtích s rodinnými domy a zahradami (Parris 2016).

Nejvíce viditelným projevem společenských změn po roce 1990 je tzv. suburbanizace (často neregulované rozšiřování urbanizovaného území – tzv. „rozvolněné zástavby do krajiny v městském zázemí – urban sprawl“). Jsou zastavovány doposud nezastavěné prostory mezi současnými sídly, probíhá výstavba nových obytných celků, průmyslových objektů a skladovacích prostor ve volné krajině, takzvaně „na zelené louce“. Souvisejícím problémem je nadměrné vyjímání půdy ze zemědělského půdního fondu, její následné zhutnění a pokrytí nepropustnými povrchy vedoucí k jejich (často úplné) degradaci a rozšiřování zastavěných území. Snižuje se tak rozloha zemědělského půdního fondu

a přírodní hodnota krajinného pokryvu a jeho funkce, a tím i schopnost krajiny odolávat vnějším vlivům

(Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025, 2016).

Města však nejsou jen domovem lidí. Většina měst jsou mozaiky vybudované infrastruktury a otevřeného prostoru – parky, zahrady, vodní cesty a zbytky přírody, která byla přítomna před výstavbou města. Tyto prostory jsou obývány širokou škálou druhů, z nichž některé prospívají v městském prostředí a některé z nich trpí. Směs přítomných druhů může zahrnovat mnoho druhů pocházejících z regionu a mnoho takových, které sem byly introdukovány nebo se přizpůsobily městskému prostředí. Stejně jako město slouží na lidským potřebám, může také fungovat jako místo, kde se odehrávají dnes již důležité typy přírodních procesů – interakce jiných druhů s lidmi a jejich zastavěným prostředím (Parris 2016).

3.4 Možnosti ochrany biodiverzity v urbanizované krajině

Pouze málo studií se věnuje souvislosti péče o biodiverzitu s celkovou kvalitou života obyvatel měst. Vědecké výzkumy nyní zkoumají přínosy, ale také náklady budování městské ekologické infrastruktury pod širším označením „nature-based solutions“ (dále jen NBS, v překladu na přírodě založená řešení). NBS jsou inspirována a podporována přírodou, přináší ekosystémově založené přístupy, zajišťují přínos životnímu prostředí, ale i sociálně a ekonomicky vhodné řešení. Směřují ke zlepšování biodiverzity na soukromé i veřejné půdě, mohou být prospěšné pro lidské zdraví a pohodu, vodní hospodaření, řízení rizik i kvalitu vzduchu. I přes tyto nesporné benefity bývají tyto projekty málo realizovány. Důvodem k tomu může být nedostatek vzdělání a programů pro lepší pochopení důležitosti přírody a biodiverzity (Diduck et al. 2020).

Dnes jsou města vnímána spíše jako jeden konec spektra kulturní krajiny a jsou stále více předmětem výzkumu jejich ekologické funkce. Jak všechny druhy nalezené ve městech přetrvávají a prospívají? Jak se ekologické komunity vyvíjejí ve změněném prostředí ve městech? Jak městský ekosystém "funguje" s ohledem na toky vody, živin a energie? Jaký mají lidé vztah k těmto typům prostředí, upravují je a žijí v nich? A konečně, existují lepší způsoby, jak plánovat a řídit města a jejich součásti, které vedou k větší životaschopnosti pro lidi a ostatní organismy (Parris 2016)?

Strategická posouzení vlivů na životní prostředí mohou poskytnout lepší ochranu biologické rozmanitosti a ekosystémových služeb ve městech, než posouzení dopadů na životní prostředí menšího rozsahu, která často postrádají dlouhodobou vizi, rozsáhlý plán a mechanismus pro zvažování kumulativních dopadů mnoha malých opatření. Tyto kumulativní dopady byly popsány jako "smrt tisíci řezy"; každý navrhovaný rozvoj je posuzován nezávisle na jiném vývoji v regionu a jeho pravděpodobný dopad na životní prostředí není dostatečně velký, aby zastavil navrhované práce. Ale když se tyto kroky berou

v kombinaci, mají významný dopad na přetrvávání ohrožených druhů a ekologických společenstev. Na druhé straně, pokud strategická posouzení vlivů na životní prostředí nejsou dostatečně přísná, postup změn v regionálním měřítku může ve skutečnosti urychlit úbytek původních druhů a ekologických společenstev z městských oblastí tím, že usnadní rozsáhlé a rychlé znečištění stanovišť (Parris 2016).

V dřívějších dobách se všechny způsoby využití krajiny mnohem více prolínaly v daleko menším měřítku. Každá obec měla, pokud možno, hlinišťe, malý lom, obecní pastvinu a mezi tím se pěstovalo, páslo, těžilo dřevo nebo pařezilo. S tím souvisel i vznik dílčích disturbancí, avšak na malých plochách, jež se soustavně přesouvaly v krajině a umožňovaly druhům se mezi vhodnými biotopy přemísťovat. Dnes se snažíme přírodu „chránit“

tím, že raději otevřeme jeden velký lom nebo pískovnu v okrese a tím přijdeme o všechny ty drobné disturbance, které významně podporují lokální biodiverzitu. Velkým nepřítelem biodiverzity může být tedy i nesprávně prováděná „ochrana přírody“ (Holý et al. 2020).

Mnoho měst už zakomponovalo ochranu přírody do praxe a podniká kroky k jejímu navrácení do nich. Vláda v Austrálii například pracuje na zakládání dvou nových rezervací travních porostů na západě Melbourne prostřednictvím povinného získávání soukromých pozemků ve snaze kompenzovat travní porosty ztracené v rozvoji měst. A v rámci procesu strategického posouzení dopadů připravila strategii ochrany biologické rozmanitosti a řadu subregionálních strategií pro ohrožené druhy, včetně rosnice skokanovité (*Litoria raniformis*). Tento druh byl kdysi široce rozšířen po celé jihovýchodní Austrálii, ale pokles populace a její vymírání od konce roku 1970 znamenají, že nyní obývá jen malé procento svého původního území. Zbytkové populace v okolí Melbourne jsou ohroženy ztrátou, degradací a fragmentací stanovišť v důsledku rozšiřování měst. Tato aktivita je předpovědí pro důsledky urbanizace a možnost její nápravy. Takových příkladů z celého světa přibývá (Parris 2016).

Městské prostředí může být velmi přeplněné lidskými strukturami, dlážděnými povrchy a mozaikou fragmentovaných pozemků. To může ztížit nalezení prostoru pro přírodní oblasti a vegetaci, propustné půdy, mokřady a další krajinné prvky, které fungují jako stanoviště pro biologickou rozmanitost a možnost rozvoje ekologie. Jedním z řešení tohoto problému je využití malých prostor po celém městě – horizontální, vertikální a vše mezi tím. Ekologie kompromisu, smíření („reconciliation ecology“) je odvětví ekologie, které klade důraz na zachování biologické rozmanitosti v krajinách ovládaných člověkem, včetně městské krajiny. Ekologie smíření, která byla poprvé představena v roce 2003, může být definována jako věda o vynalézání, zakládání a udržování nových stanovišť pro zachování druhové rozmanitosti v místech, kde lidé žijí, pracují nebo si hrají. Jedním z hlavních témat ekologie smíření jsou malé nebo místní změny městského prostředí, které mohou pomoci zachovat a zvýšit biologickou rozmanitost na veřejných i soukromých pozemcích. Praxe ekologického zahradničení je jednou z forem ekologie smíření a účinným

způsobem, jak zvýšit biologickou rozmanitost měst v mnoha malých, soukromých zahradách (Parris 2016).

Pouliční stromy jsou důležitou složkou městské zeleně, která ovlivňuje lidské blaho a duševní zdraví. Bohužel výběr pouličních dřevin je v současné době založen převážně na jejich estetické hodnotě, ekonomických nákladech, schopnosti snížit znečištění ovzduší, náchylnosti k poškození škůdci a nákladech na údržbu. Žádné z těchto kritérií nebere v úvahu roli, kterou mohou pouliční stromy hrát při podpoře místní biologické rozmanitosti (Hallmann et al 2017).

Částečně vybudované prvky městských prostředí, jako jsou golfové hřiště a rekreační parky, mohou být také důležitými prostory pro biologickou rozmanitost ve městech, zejména pokud jsou zachovány některé oblasti přirozené vegetace nebo půdního pokryvu (např. listová podestýlka nebo pásy nesečené trávy (Parris 2016).

Studie golfových hřišť, městských parků a obytných zahrad v Melbourne v Austrálii zjistila, že golfové hřiště podporují větší rozmanitost a hojnost motýlů, včel samotářek a brouků včetně dravých brouků, kteří jsou důležití pro kontrolu hmyzích škůdců, než nedaleké parky a zahrady. Golfové hřiště s jejich remízky a přívětivou strukturou okolí také hostila více druhů ptáků a netopýrů a zachytila téměř dvojnásobný výskyt ptáků než ostatní dva typy stanovišť. Příznivým faktorem může být velká rozloha a biokoridory vznikající v krajině golfového hřiště. Význam golfových hřišť jako útočiště pro biologickou rozmanitost se pravděpodobně zvýší, protože okolní půda zažívá větší antropogenní dopady jako je výstavba a zpevňování a využívání povrchů (Parris 2016).

Pro mnohé jedním z nejpřekvapivějších zjištění v nedávném výzkumu biologické rozmanitosti v širokém geografickém měřítku bylo, že počet druhů různých organismů často pozitivně koreluje s počtem lidí. Existuje vztah počtu lidí žijících na jednotce plochy a počtu jiných druhů. Nejpravděpodobnější vysvětlení tohoto vztahu je pozitivní reakce druhů i člověka na dostupnost energie v těchto oblastech. Větší množství dostupné energie způsobuje větší množství vzniklé biomasy a tím pádem i příznivé prostředí jak pro výskyt rostlin a živočichů, tak pro hospodaření člověka (Gaston et al. 2005).

V minulosti bylo mnoho měst a obcí založeno v oblasti řek, ústí řek nebo chráněných přístavů, které poskytovaly jak atraktivní prostředí, tak příležitost k přepravě zboží a osob. Tyto lokality měly také tendenci mít vysokou biologickou rozmanitost kvůli své na humus bohaté půdě, relativně mírnému klimatu a poloze v kombinaci suchozemských, říčních a mořských stanovišť. Korelace mezi hustotou lidské populace a biologickou rozmanitostí pokračuje dodnes, přičemž druhově bohaté oblasti jsou stále přednostně osídleny lidmi. Kvůli dramatickým změnám životního prostředí, které s sebou nese, urbanizace často vytváří konflikt mezi potřebami lidí a potřebami jiných druhů (Parris 2016).

Nejbohatším zdrojem druhové rozmanitosti v těchto oblastech jsou lesy a jejich fragmentací a kácením dochází k jejímu ohrožení (Gaston et al. 2005).

Ztráta druhů způsobená urbanizací spolu s nechtěnou introdukcí druhů způsobuje biologickou homogenizaci se všemi jejími neblahými důsledky (Gaston et al. 2005).

Trávníky pokrývají více než 163 000 km² po celých Spojených státech (Milesi et al. 2005) a Američané zavlažují, hnojí a sekají, aby dodržovali sociální normy a vytvářeli esteticky příjemnou krajinu. Kvůli intenzivnímu hospodaření mnoho ekologů kritizovalo trávníky jako biologické pouště a zavrhl potenciál těchto stanovišť. Vzhledem k jejich všudypřítomné přítomnosti v městské a příměstské krajině je však praktické a moudré zvážit alternativní postupy, které by mohly zvýšit jejich hodnotu. Může méně časté sečení vést k více zdrojům například pro opylovače?

Výzkum z 16 trávníků ve Springfieldu ukázal, že na rozdíl od všeobecného ekologického přesvědčení trávníky, pokud jsou bez chemikálií a skrovně sečeny, podporují překvapivou úroveň rozmanitosti. Ve skutečnosti na trávníku může růst při spontánně více než 64 druhů kvetoucích rostlin (Lerman & Milam 2016).

Pokud jde o snadnější udržování zahrady, trávníky posekané každé tři týdny měly nejvyšší květinovou hojnost, ale dvory posekané každé dva týdny lákaly nejvíce včel (Lerman et al., 2018). Výsledky zdůrazňují přístup "líné sekačky na trávu" k poskytování stanovišť včel. Kromě výsadby zahrad opylovačů mohou hospodáři a další správci trávníků sekat své trávníky méně často, což šetří čas a peníze. Dále tento výzkum ukazuje, jak mohou jednotlivé domácnosti přispět k ochraně biologické rozmanitosti ve městech (Lerman & Milam 2016).

3.5 Význam biodiverzity

Ochrana biodiverzity je v České republice stále nedostatečně účinná. Oproti hlavnímu cíli (stav nezhoršovat) se celkově stav biodiverzity nadále zhoršuje a pouze v některých případech dochází ke zlepšení. Péče o biodiverzitu je víceoborovou činností, kdy největší vliv na její stav má intenzivní zemědělské hospodaření a nevhodné způsoby využívání přírodních zdrojů. Mezi hlavní příčiny určující současný stav biodiverzity patří především opět narůstající intenzifikace zemědělské výroby a rozvoj sídelní a dopravní infrastruktury. Kvůli tomu dochází k nevratným změnám v přírodním prostředí, tj. narušení jeho rovnováhy zejména v důsledku homogenizace a fragmentace krajiny, kontaminace cizorodými látkami a přeměny původně přírodních ploch na zastavěná území nebo území intenzivně zemědělsky obdělávané. Dochází tak nejen k úbytku biodiverzity, ale také s tím přímo souvisejícímu zhoršení fungování ekosystémů a ekosystémových služeb. Pro všeobecné přijetí principů udržitelnosti a ztotožnění se s nimi je naprosto nezbytné společnost vzdělávat. Nezbytný nástroj celoživotního vzdělávání představuje environmentální vzdělávání, výchova a osvěta (dále jen EVVO). Cílem environmentální výchovy v České republice je rozvoj kompetencí (znalostí, dovedností a postojů) potřebných pro environmentálně odpovědné jednání, to je jednání, které je v dané situaci a daných možnostech co nejpříznivější pro současný i budoucí

stav životního prostředí. Cílem EVVO je i získávání podpory cílových skupin obyvatelstva pro ochranu biodiverzity. Klíčové je dobrovolné zapojení široké veřejnosti založené na uvědomění si významu životního prostředí pro člověka podporované vzděláváním dětí, mládeže a celoživotním vzděláváním dospělých, výchovou v rámci rodiny v rámci vzdělávacích institucí, poskytováním informací a cílenými mediálními kampaněmi. Stejně významné je environmentální poradenství, které poskytuje odborné rady a doporučení veřejnosti, popularizuje výsledky vědy a výzkumu ve prospěch životního prostředí, přibližuje šetrné environmentální standardy požadavkům veřejnosti a ovlivňuje veřejnost ve smyslu udržitelného rozvoje. Česká republika se zavázala v rámci mezinárodních společenství k prohlubování společenského prostředí pro udržitelný rozvoj (Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025, 2016).

Empirických důkazů, že hmyzu posledních několik desetiletí ubývá, je celá řada. I v našich médiích se dostalo velké pozornosti německo-nizozemské studii Hallmanna et al. (2017), jež po dobu 26 let sledoval biomasu hmyzu v 63 přírodních rezervacích napříč Německem. Autoři pozorovali během doby monitorování 76% úbytek biomasy hmyzu. Další práce dokládají např. dlouhodobý úbytek dvoukřídlých v Británii (Grabener et al. 2020), brouků, nočních motýlů a pošvatek v Nizozemsku (Hallmann et al. 2020) či střevlíků v severozápadním Německu (Homburg et al. 2019), prací je ale více. Nedávná globální meta-analýza doložila, že pokles suchozemského hmyzu je celosvětový (van Klink et al. 2020).

Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky pro období 2016–2025 představuje základní koncepční dokument definující priority v oblasti ochrany a udržitelného využívání biodiverzity na území ČR. Hlavním cílem strategie je zabránit pokračujícímu celkovému úbytku biologické rozmanitosti na území České republiky a zároveň implementovat opatření a činnosti, které povedou ke zlepšení stavu a dlouhodobě udržitelnému využívání biodiverzity (Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025, 2016).

Za vysoce pozitivní pro zachování biodiverzity lze naopak označit rostoucí podíl výměry ekologicky obdělávané půdy a integrované produkce ovoce a zeleniny. Do ekologického zemědělství nově vstupují spíše menší rodinné farmy s výměrou v řádu desítek hektarů. Tento trend by měl být podporován v co největší možné míře (Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025, 2016).

Mehring et al. (2017) pokládají za velmi důležitou transdisciplinaritu při výzkumu biodiverzity. Dle něj v současnosti chybí integrovaný výzkum a dostatek akčních plánů na její podporu. Zdůrazňuje, že sociální a přírodní stránka dynamiky biodiverzity se musí vědomě spojovat a vytvářet opětovné vztahy člověka a přírody, které budou fungovat pro stabilizaci nepříznivého vývoje. Je zde velká potřeba o implementaci potřeb ochrany přírody do politických programů.

Heterogenita krajiny dovoluje soužití více druhů, a to zejména těch, které potřebují více než jedno prostředí k životu (Selman & Doar 1991).

Specifický monitoring biodiverzity v krajině jako celku vzhledem k její složitosti neprobíhá. Část informací poskytují v ostatních kapitolách zmíněné typy monitoringu chráněných území a druhů, které poskytují informace o jednotlivých aspektech krajiny. Specifickou oblast v rámci ochrany a udržitelného využívání biodiverzity představují sídla, kde je možné začleněním přírodních složek do intenzivněji urbanizovaného prostředí vytvořit velmi vhodné podmínky pro zapojení široké veřejnosti i cílových skupin obyvatelstva do problematiky ochrany biodiverzity. Městská krajina umožňuje za určitých podmínek ochranu biodiverzity na všech třech základních úrovních (genetická, druhová a ekosystémová). Je důležité, že začleněním přírodních složek do urbanizovaného prostředí výrazně stoupá jeho kvalita pro život lidí i příležitost k cílené a názorné osvětě o významu biodiverzity. (Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025, 2016)

Bezobratlí jsou obecně špatně studováni v městských oblastech, a zvláště špatně jsou chápány účinky nových městských půdních pokryvů (Norton et al. 2014).

Bezobratlí jsou velmi důležití pro širokou škálu funkcí ekosystému, včetně opylování, predace a rozkladu a koloběhu živin. Bezobratlí jsou také důležitým zdrojem potravy pro větší zvířata, což jsou často viditelnější a charismatičtější znaky „biologické rozmanitosti“ (Norton et al. 2014).

Z těchto důvodů je zapotřebí většího porozumění tomu, jak bezobratlí reagují na městské prostředí (Gaston et al. 2005), a experimentální manipulace byly identifikovány jako kritické při prohlubování tohoto porozumění (Norton et al. 2014)

3.6 Možnosti půdních pokryvů prospěšných pro biodiverzitu

Propustné povrchy, na rozdíl od těch nepropustných, umožňují infiltraci vody. Když jsou města postavena, plocha pokrytá nepropustnými povrchy se podstatně zvětšuje, protože půda, písek, tráva a stromy jsou nahrazeny budovami a zpevněnými povrchy. Když srážky dopadnou na město, většina z nich dopadne na střechy domů a dalších staveb, asfaltové silnice a parkoviště, nebo na betonové příjezdové cesty a chodníky. V mnoha případech přenáší systémy odtoku tuto dešťovou vodu, která by jinak byla absorbována do země, přímo do kanálů, potoků nebo řek. Kromě toho, že nepropustné povrchy brání pronikání dešťové vody, budovy, asfalt a beton absorbují více krátkovlnného záření ze slunce než přírodní povrchy, a to se uvolňuje později jako teplo. Nepropustné povrchy jsou také tvrdé povrchy, které zvyšují odrazivost zvuku, na rozdíl od měkkých povrchů, jako je půda a vegetace, které absorbují nebo zeslabují zvuk. Čtvrti s vysokým podílem nepropustných povrchů proto bývají teplejší a hlučnější než čtvrti s nižším podílem. Konečně zpevněné povrchy oddělují půdu od vzduchu a vody, narušují biotické procesy, jako je koloběh živin v půdě a výměna plynů, a zabraňují pronikání do země kořenům rostlin nebo

zvířatům. Celkem 9 % zemského povrchu Evropy je pokryto nepropustným materiálem a globální plocha nepropustného povrchu pravděpodobně přesahuje 500 000 km², tj. 0,34 %. Ve městě se podíl nepropustného povrchu obecně zvyšuje s hustotou města. Například nedávná studie zjistila, že průměrné pokrytí nepropustného povrchu v šesti soustředných zónách v Pekingu v Číně se pohybovalo od 67,3 % v centru města až po 9,3 % v nejvzdálenější zóně. Při průzkumu 37 měst v USA byl nepropustný povrch nejvyšší v obchodních a průmyslových čtvrtích, nižší v obytných čtvrtích a nejnižší v parcích a na volných pozemcích (Parris 2016).

Propustné povrchy jsou důležité pro život rostlin i zvířat, avšak v současné době stále ustupují lidskému pohodlí a věnuje se jim menší pozornost, než by zasloužily. Uspořádání zahrad v moderním pojetí vypovídá o mnohém. Nedostatečný vztah a uvědomění si důležitosti přírody se odráží v moderních stylisticky upravených zahradách, s množstvím nepropustných chodníků a s trávnikem potřebujícím velké množství vody a chemikálií na jeho údržbu. Tento trend je masivně podporován reklamou a ovlivňováním mezi lidmi samotnými. Zahrady dnes více než jindy představují prezentaci sociálního statutu a kupní sílu. Nicméně trendy k ochraně přírody taktéž pronikají do povědomí a postupně se stávají součástí chování jedinců (Ghosh 2010).

Dopad změn půdních pokryvů v antropogenně upravených krajinách je často přehlížen, i když je známo, že odstraňování přirozeného půdního pokryvu má dramatické účinky na společenstva bezobratlých. Například se v zemědělských oblastech se zemními pokryvy široce manipuluje pokládáním mulčování s cílem podpory růstu plodin, ale chybí výzkum dopadů těchto nových půdních pokryvů na bezobratlé (Norton et al. 2014).

Propustné zpevněné povrchy si získávají čím dál tím větší oblibu a oproti minulosti jsou dnes již standardně a konvenčně nabízeny. Proto není jedinou možností pro chodník či místo na parkování beton nebo dlaždice. Existuje a stále se rozrůstá široká škála možností, jak povrch na zahradě zpevnit, ale zachovat jeho propustnost. Lze využít jak přírodní materiály jako štěrk, mulč písek a mnoho dalších, tak uměle vyrobené povrchy včetně propustného betonu. Chodníky můžeme taktéž vybírat z široké škály, kterou nám trh i vlastní vynalézavost nabízí (Petersen 2021).

Po několika suchých letech s nedostatkem dešťových srážek a podzemní vody se velice rozmáhá pořízení systému na zadržování dešťové vody na zahradě, což lze taktéž považovat za velmi příznivý trend pro životní prostředí. Voda ze střech neodtéká pryč z krajiny, ale je využita pro potřeby vegetace přímo na místě (Petersen 2021).

I střechy domů už se současnými technologiemi mohou sloužit jako prostor pro vegetaci. Instalace zelených střech, definovaných jako střechy s mělkým půdním pokryvem a rozsáhlou vegetací, byla navržena jako možné opatření ke zmírnění ztráty zeleně způsobené stálým růstem měst. Účinnost zelených střech při podpoře komunit členovců a rozsah, v jakém usnadňují propojení těchto komunit v městském prostředí, je však v současné době do značné míry neznámá (Braaker et al. 2014).

Braaker et al. (2014) popsali ve své studii, že na zelených střechách bylo složení komunit vysoce pohyblivých skupin členovců (včel a nosatců) formováno především konektivitou stanovišť, zatímco skupiny členovců s nízkou mobilitou (brouci a pavouci) byly více ovlivněny místními podmínkami prostředí. Vysoký význam propojení stanovišť při utváření vysoce pohyblivého složení druhových společenstev naznačuje, že tato společenstva zelených střech jsou významně propojena častou výměnou jedinců mezi okolními zelenými střechami. Na druhou stranu, společenstva druhů s nízkou mobilitou na zelených střechách jsou s větší pravděpodobností spojena s pozemními lokalitami než s jinými zelenými střechami. Integrace zelených střech do strategií územního plánování měst má velký potenciál umožnit vyšší propojení mezi zelenými plochami, aby se nakonec propojila i společenství druhů s nízkou mobilitou. Zlepšení návrhu zelených střech (složení a konfigurace vegetace a půdních typů) by navíc mohlo zvýšit ekologickou hodnotu, zejména u druhů s nízkou mobilitou (Braaker et al. 2014).

3.7 Jak může vypadat ekologicky vedená zahrada?

Zavádění ekologických praktik do hospodaření na zahradách je trendem současnosti. Absolutní seznam ekologických praktik na zahradách není stanoven, vybrala jsem proto některé atributy, které jsou v souvislosti s přírodě nakloněnými zahradami nejčastěji doporučovány a uplatňovány.

1. Nepoužívání konvenčních pesticidů

Samozřejmě je nepoužívání pesticidů nepovolených v ekologickém zemědělství, používání těch povolených je třeba po pečlivém uvážení a v co nejnižším množství, například při evidentním přemnožení škodlivého druhu.

Je mimořádně pravděpodobné, že méně kontrolované a regulované použití pesticidů, právě například na zahrádkách, může být příležitostí k expozici toxikologicky významným množstvím pro zdraví nebezpečné látky. Pro hodnocení účinků pesticidů na zdraví člověka jsou k dispozici velmi omezené epidemiologické údaje. Pouze malá část populace pravděpodobně dostane dostatečně vysokou dávku pesticidu, aby způsobila akutní závažné účinky. To ale neplatí o dlouhodobých účincích, které jsou mnohem hůře zjištělné (al Saleh IA 1994). V závislosti na typu používaných pesticidů může být zdraví ohroženo vznikem chronických účinků jako je rakovina, ovlivnění reprodukční schopnosti a imunologické účinky. Pesticidy, které se v současné době používáme, zahrnují širokou škálu chemických látek s velkými rozdíly ve způsobu jejich účinku, metabolismu, eliminace z těla a toxicitě pro člověka. U pesticidů, které mají vysoce akutní toxicitu, ale jsou snadno metabolizovány a eliminovány, spočívá hlavní nebezpečí v akutních, krátkodobých expozicích. U jiných, které mají nižší akutní toxicitu, ale vykazují silnou tendenci k hromadění v těle, je hlavní nebezpečí spojeno s dlouhodobou expozicí, a to i v poměrně malých dávkách. Jiné pesticidy, které jsou rychle eliminovány, ale vyvolávají přetrvávající biologické

účinky, také představují nebezpečí spojené s dlouhodobými expozicemi nízkým dávkám. Nepříznivé účinky mohou být způsobeny nejen účinnými látkami a souvisejícími nečistotami, ale také rozpouštědly, nosiči, emulgátory a dalšími složkami pesticidů (al Saleh IA 1994).

2. Co největší procento přírodních povrchů s možností vsakování dešťové vody

Je třeba si na svém pozemku všimnout oblastí, kde dochází ke ztrátám půdy. Bývají to oblasti kolem základů domu, prohlubně pod odkapávající vodou ze střech, místa bez pokryvu vegetací. Tyto oblasti mohou být nejvíce náchylné ke ztrátě půdy. Stabilizovat je pomáhá přidání vegetačního pokryvu či mulče ve formě dřevěných odštěpků či slámy. V oblastech s velkým úhrnem dešťových srážek však mulč může být odplaven, proto je výhodnější se spoléhat na pokryv vegetací (Tomoaki 2016).

Při instalaci terasy, chodníku nebo příjezdové cesty lze použít rozmanitou škálu propustných povrchů včetně zámkových dlažeb, štěrkových mřížkových systémů, propustného asfaltu nebo pórobetonu. Tyto povrchy mají lepší pórovitost oproti tradičním povrchům jako je beton, což umožňuje, aby se voda vsákla zpět do země. Další polopropustnou možností je vytváření chodníků pomocí náslapných kamenů, štěrku nebo mulčovaných cest (Norton et al. 2014).

Systém sběru dešťové vody zajišťuje dočasné skladování a pozdější využití dešťové vody typicky pro účely zavlažování. Během deště je dešťová voda shromažďována z povrchu střechy a směřována do nádrže pomocí okapů, svodů, průtoku plechů nebo dešťových řetězů. Dešťové sudy jsou nejoblíbenější formou sběru dešťové vody, protože nádrže jsou stále snadněji dostupné ke koupi, relativně levné a snadné na údržbu. Systémy sběru dešťové vody mohou pomoci s hospodařením s vodou a ochranou vody snížením poptávky po komunální vodě pro zavlažování (Tomoaki 2016).

Trávník se stále více zhutňuje, když na něm pravidelně jezdí nebo parkují vozidla. Oblast, která fungovala jako propustný povrch, se může přeměnit na nepropustný povrch nebo tvrdý povrch a vykazovat sníženou schopnost umožnit vodě proniknout nebo vsáknout se zpět do země. Pro parkování vozidel jsou vhodnější štěrkové povrchy, než trávník (Dixon 2019).

Voda, která proudí krajinou do ulice, dešťové kanalizace nebo příkopu obsahuje znečišťující látky jako jsou sedimenty, přebytečná hnojiva, benzín a odpadky. Hospodařením s dešťovou vodou na místě snižujeme množství vody opouštějící náš pozemek a v ní obsažené znečišťující látky (Byrne et al. 2008).

3. Vysoké stromy, oblasti nesekané trávy, úkryty pro živočichy

Trávník je vhodné udržovat vyšší kvůli nižšímu výparu a poskytnutí prostoru pro mnoho živočichů, narůstá i obliba výsadby květinových luk. Města šetrná k biologické rozmanitosti by měla mít velké množství různých druhů stromů podporujících více ekosystémových funkcí. Samotné městské druhy stromů jsou důležitou složkou floristické

rozmanitosti. Stromy rostoucí v soukromých zahradách, parcích, univerzitních kampusech a ulicích jsou důležitými přírodními rysy, které spojují člověka a biosféru. Ještě důležitější je, že města s vyšší rozmanitostí druhů stromů mají tendenci hostit více druhů volně žijících živočichů (Taylor & Hochuli 2015).

Stromy v zahradě pomáhají se vsakováním a využíváním vody. Stromy zvedají půdu prorůstáním kořenů a pomáhají vodě vsakovat se do půdy. Jeden strom zadrží až stovky litrů vody během každého deště (Tomoaki 2016).

Směs stromů produkujících ovoce a stromů produkujících nektar může být přínosem jak pro druhy ptáků, tak pro opylovače, kteří se živí nektarem. Podobně koexistence druhů s různými obdobími květu nebo plodů může poskytnout více doplňkových zdrojů pro včely, ptáky a brouky a zvýšit stabilitu ekosystému. Naproti tomu města, ve kterých dominují monokultury stromů, podporují jen málo živočišných druhů a pravděpodobně budou trpět škůdci nebo chorobami specifickými pro určité druhy. V ideálním případě by jeden druh neměl překročit 10 % -20 % z celkového počtu jedinců, aby se zvýšila odolnost ekosystému (Taylor & Hochuli 2015).

Města šetrná k biologické rozmanitosti by také měla mít vysoký podíl původních stromů, protože jsou známými zdroji potravy pro původní zvířata, jako jsou ptáci, hmyz a včely. Ačkoli může být možné pečlivě vybrat exotické druhy, které mohou přispět k městské biologické rozmanitosti, obecně mají tendenci být méně přátelské k místním živočišným druhům ve srovnání s původními (Tomoaki 2016).

4. Hnojení přírodními hnojivy

I když průmyslově vyráběná hnojiva fungují rychle, mají nepříznivý vliv na celkovou kondici půdy. Jejich použití vede často k nerovnováze živin v půdě, přemnožení nevídaných organismů a někdy i k poškození pěstovaných rostlin. Organická hnojiva pracují pomalu. Aby mohla být využita rostlinou, musí je půda nejdříve rozložit (Idohou et al. 2014).

Organická hnojiva zlepšují půdu. Organické materiály a hnojiva zlepšují strukturu půdy, což jí umožňuje déle zadržovat vodu a zvyšovat bakteriální a houbovou aktivitu v půdě. Takže nejen pomáhají vašim rostlinám, ale pomáhají půdě (Raymond et al. 2018).

Organická hnojiva jsou bezpečná pro životní prostředí, pro děti i zvířata pohybující se na zahradě. Syntetická hnojiva vyžadují značné množství fosilních paliv k výrobě a zpracování a často odtékají do blízkých vodních zdrojů (Petersen 2021).

Organická hnojiva se snadno aplikují. Nejvíce do pro produkci zeleniny a ovoce je vhodné použít vyzrálý hnůj či kompostované organické zbytky. Pro doplnění minerálů jsou vhodné vápence. Nejsou vhodná jakákoliv mineralizovaná hnojiva. Pro druhovou bohatost je dokonce přemíra hnojení nevhodná (Idohou et al. 2014).

5. Pestrá druhová skladba pěstovaných rostlin, domácí druhy

Při pěstování zeleniny je vhodné kombinovat spolu dobře prosperující druhy a do záhonů zařazovat i květiny, které mohou být dobrou ochranou před škůdci.

Začlenění záhonů do trávníků může pomoci hospodařit s vodou. Hlubší kořenový systém trvalek a vhodně vybraných dalších rostlin může pomoci tím, že poskytne cestu pro vodu, která se vsakuje do země. Je vhodné vybírat také rostliny, které potřebují malou závlivu. Stejně tak, pokud je na pozemku zamokřená oblast, je dobré ji využít pro vlhkomilné rostliny (Selman & Doar 1991).

6. Další možnosti využití zahrady pro snížení energetické náročnosti domácnosti

Ekonomicky i ekologicky výhodné je sušení prádla na zahradě namísto používání sušičky. Rozšiřují se možnosti vybudování systémů pro čerpání solární nebo tepelné energie ze země. Zahrada může pomáhat ochlazovat dům v létě díky vhodnému zastínění, ale i dostávat do domu světlo a teplo díky správně zvolené orientaci oken (Reed 2010).

Možností využití energetického potenciálu zahrad pro domácnost je celá řada a využít je se zdá čím dál pragmatictější.

7. Využití produkční funkce zahrady

Produkce vlastních potravin na zahradě významně snižuje uhlíkovou stopu jedince a přispívá k soběstačnosti (Ghosh 2014).

Zeptejte se většiny zahradníků, jak se domácí produkty srovnávají s odrůdou supermarketu, a řeknou vám, že ovoce a zelenina zakoupené v obchodě nikdy nemohou zastínit domácí. Může to znít jako zahradní chvástání, ale fakta tato tvrzení podporují. Čerstvé produkty ze zahrady prokázaly nutriční výhody, které supermarketové produkty často postrádají. Pěstováním vlastního ovoce a zeleniny si přinášíme stůl přinést rozmanitost, lepší výživu a vynikající domácí chuť (Barrett 2007).

Zemědělci běžně pěstují nové odrůdy založené na vysokých výnosech a rychlém růstu nebo schopnosti nepoškodit se při přepravě. Někdy se chuť a živiny neúmyslně ztrácejí. Mnoho moderních odrůd nabízí méně živin než odrůdy před desítkami let. Výzkum porovnávající obsah živin v zahradních plodinách pomocí údajů Amerického ministerstva zemědělství z let 1950 až 1999 zjistil významné poklesy několika živin. Výzkumníci připisovali pokles novým pěstovaným odrůdám. V zahradě si můžeme vybrat odrůdy na základě toho, co je pro nás důležité (Miroso & Lawson 2012).

Mnoho komerčních plodin se sbírá brzy a dozrává na cestě do obchodů. Ale ne všechny plody pokračují v dozrávání, jakmile jsou sklizeny. Dokonce i když dozrávají v barvě plodu, tak nemusí dosáhnout hladin živin tak, jak by měly, kdyby byl sběr odložen. Mechanické sběrače a manipulace s volně loženým zbožím často způsobují větší poškození plodů, což urychluje ztráty živin. Prodlužováním doby mezi sklizní a konzumací se rovněž snižuje kvalita potravin. Vitamíny a antioxidanty v některých typech produktů mohou být i o 100 % vyšší u místních plodin oproti dováženým (Ghosh 2014).

3.8 Jak přispívají členovci k udržení rovnováhy?

3.8.1 Opylení

Mnoho rostlin opyluje vítr, ale více je těch, které k opylení potřebují hmyz. Hmyz navštěvuje květy za různým účelem, jako je konzumace pylu, nektaru, predace jiných druhů, někteří motýli dokonce v dospělosti už vůbec potravu nepřijímají a na květy si sedají pouze za účelem odpočinku. Hlavní princip opylení je ale přenos pylu na bliznu jiného květu.

V početnosti i druhovém bohatství vedou mezi opylovači blanokřídlí. Za nimi následují motýli, dvoukřídlí a konečně některé skupiny brouků a příslušníci dalších hmyzích řádů. Kromě známé včely medonosné a čmeláků je v přírodě ještě mnoho set druhů blanokřídlého hmyzu, které se účastní opylování rostlin. Vedle včely medonosné jsou významnými opylovači také samotářské včely, lumci, lumčící vosy a mnoho dalších (Zahradník 1993).

Samotářské včely jsou druhy z různých čeledí, které spojuje podobný způsob života. Počet těchto druhů je velký, jejich podíl na opylování květů není rozhodně zanedbatelný. Mnohé vyhledávají k hnízdění dutiny, často si své hnízdo vyhrabávají v zemi. V zahradách jsou včelami samotářkami vyhledávané kvetoucí keře a stromy jako růže šípková, hloh, trnka, jíva, z bylin hrachory, vikve, zvonky, chrastavec aj. (Dmitrijev et al. 1987)

Období devastace silně poškodilo a zredukovalo výskyt samotářských včel. Byly rozorávány meze, kde mnoho druhů hnízdilo, vypalovány okraje cest, zbylé meze i okraje příkopů. Neprosperovala jim ani meliorace vodních toků, výstavba komunikací, pevné pokryvy půdy, nadměrné množství herbicidů a umělých hnojiv (Zahradník 1993).

Významnými opylovači z řádu blanokřídlého hmyzu jsou i čmeláci. Žijí v různě početných koloniích a představují jednu ze skupin sociálního hmyzu. Kolonie je zachována po dobu jednoho roku s jedinou královnou a množstvím dělnic dosahujícím až několika stovek. Některé druhy čmeláků hnízdí v zemi, některé jen v dutinách nad zemí. Vosy nejsou vyloženě květní druhy, neboť v době krmení larev loví rozmanitý hmyz, ale mají rády rovněž sladký nektar. To platí zejména o samcích. V létě se jich mnoho setkává na rozkvetlých okolících rostlin mrkvovitých i mnoha jiných (Mentberger & Skuhravý 2003).

Motýli přilétají na květ jen pro nektar, jehož spotřebou kryjí výdej energie letu. Nikde nehnízdí, takže nemusejí shromažďovat potravu pro krmení potomstva. Svým vesměs dlouhým a trubkovitým sosákem snadno proniknou do trubkovitých i jinak utvářených květů. Některé druhy, například lišajové, opylují v noci. Jiné druhy se nektarem neživí, dávají přednost míze stromů, hniječím ovoci, jiné nepřijímají potravu vůbec (Rietschel 2004).

Na opylování se podílí i některé druhy brouků, například drobné druhy drabčků, lesknáčků, tesaříků. Naletují na rostliny mrkvovité, hvězdicovité, růžovité aj. (Zahradník 1993)

3.8.2 Predace

Mezi členovci se nachází mnoho predátorů, kteří za život spořádají početné množství malých živočichů živících se rostlinnými těly. Zabraňují tak jejich přemnožení, které může při absenci predátorů nastat velice rychle. Tato biologická rovnováha je nejdůležitějším spojencem v boji za zdravou úrodu (Zahradník 1993).

Slunéčko sedmitečné má mnoho příznivců mezi zahrádkáři i zemědělci a je jakýmsi symbolem užitečnosti. Zdržuje se v porostech nižších rostlin v polích, na mezích, v zahradách i podél cest. Brouci přezimují v hrabance, v trsech trávy, na bázi stromů aj. Probouzejí se v časném jaru a shánějí se po potravě v místech, kde přezimovali. Jejich hlavní potravu jsou mšice. Dávají přednost asi 8 druhům mšic. Samice klade několik set vajíček pouze jedenkrát za život. Z vajíčka se líhne larva, která za dobu vývinu spotřebuje asi 400 mšic (Gerstmeier 2004).

Také další draví brouci jsou v tomto ohledu velice prospěšní. Střevlíci svou dravostí přispívají k udržení rovnováhy v přírodě. Denně spotřebují až o třetinu více potravy, než sami váží. K jejich oblíbené potravě patří i mandelinka bramborová, jeden střevlík je schopen za den ulovit až 9 jejích larev (Ludwiczak et al. 2020).

Také larvy některých druhů pestřenek jsou dravé, požírají především mšice, ale i červce a další živočichy škodící na úrodě. Nápadnými dravci, kteří často pochytají spoustu škodlivého hmyzu, jsou roupci (Grabener et al. 2020).

Z řádu blanokřídlých počítáme s mnoha predátory, parazity a parazitoidy, kteří výrazně působí na přírodní rovnováhu. Lumčící kladou vajíčka do živých těl housenek, například do housenky běláška zelného. Po úmrtí housenky zůstanou v blízkosti jejího těla a opředou se žlutými vlákny. Je prospěšné tyto zakuklené larvy neničit (Macek 2010).

Vosy jsou významní představitelé sociálního hmyzu. Ke krmení larev loví především hmyz. 60 dělnic sršně obecné dokáží za hodinu ulovit 230 much. V jiném hnízdě 400 dělnic vosy útočné během 6 hodin ulovily 2500 much a 650 tiplic a komárů (Macek 2010).

Mravencovití jsou pokládáni za významné regulátory lesních škůdců. Hmyz není jejich jedinou stravou, živí se medovicí, semeny mízou stromů aj. Loví housenky některých motýlů, které mohou ničit porosty (van Emden 2013).

Biologická ochrana před škůdci a opylování jsou životně důležité ekosystémové služby, které jsou obvykle studovány izolovaně, protože jsou obvykle poskytovány různými skupinami členovců. Pestřenky jsou výjimkou, larvy afidofágních druhů se živí mnoha druhy mšic, zatímco dospělci se živí nektarem a pylem a mohou být účinnými opylovači důležitých zemědělských plodin. I když je to všeobecně známo, nikdy nebyl souběžný efekt pestřenek jako opylovačů a predátorů mšic podrobně sledován (Pekas et al. 2004).

3.8.3 Dekompozice

Dekompozitoři jsou součástí edafonu a dokáží rozložit organické látky naprodukované primárními a sekundárními producenty (konzumenty), tedy odumřelá těla všech organismů na látky anorganické a zpřístupnit je opět primárním producentům. Tím se uzavírá celý koloběh látek (živin) v ekosystému, ale zároveň i začíná (Hallmann et al. 2020).

Destruenti někdy bývají zařazováni mezi konzumenty, a to konzumenty saprofágní – živí se odumřelými částmi rostlin a živočichů. Řadíme sem různé druhy, například hrobaříky, chrobáky, drabčíky, stínky atd (Van Emden 2013).

Půdní organismy patří mezi zásadní složky půdy. Existence a fungování půdy jsou nerozlučně spjaty s půdními organismy a s jejich činností. Pro půdu a její funkci jsou velice důležité. Živé organismy se významně podílejí na zvětrávání půdy a na její tvorbě a regeneraci. Umožňují koloběh látek v ekosystému. Dekompozitoři rozkládají odumřelou organickou hmotu vytvořenou primárními producenty a následně konzumenty v potravních řetězcích a exsudáty uvolněné kořeny rostlin do půdy. Část této organické hmoty je rozkladem opět zpřístupněna primárním producentům a podílí se na procesu humifikace (Diduck et al. 2020).

Pohybem půdních organismů se půda promíchává, obohacuje se o humus v hlubších vrstvách a má rovnoměrnou kvalitu po celé hloubce. Díky tmelivým látkám produkovaných půdními organismy dochází k tvorbě strukturních půdních agregátů. Svou činností tak způsobují, že se půda nezhušťuje, nesléhá a je v ní dostatek pórů pro výměnu plynů, a především může lépe vstřebávat a akumulovat více srážek (Ingram 2016).

3.9 Jak škodí členovci v zahradě a jak se jim bránit?

3.9.1 Škodlivé organismy na zahradě

Naprostá většina členovců škodí úrodě ve větší míře jen při přemnožení. To nastává při nedostatku predátorů či při opakovaném osevním postupu, v monokulturách a při nevhodných podmínkách pro rostliny. Pro člověka může být nepříjemný obtížný, bodavý či kousavý hmyz (van Emden 2013). Ve výjimečných případech u citlivých jedinců může být konfrontace s hmyzem smrtelná, příkladem může být včelí bodnutí nebo napadení rojem včel (Mosbech 1983).

3.9.2 Použití pesticidů

Používání pesticidů v zemědělské ale i v zahrádkářské praxi vyžaduje znalosti. K používání pesticidů nelze přistupovat lehkovážně a neuváženě, protože se jedná o látky, které při nesprávném použití mohou vážně poškodit nejen rostliny, ale i zdraví člověka, zvířat a kontaminovat okolní prostředí. Mementem nesprávného zacházení

s pesticidy jsou často hromadné otravy a úhyny včelstev, poškození susedních aplikací zasažených plodin, případy úhynu zvěře, ryb, vodních organismů aj. (Hallmann et al. 2017).

Pesticidy se v moderní zemědělské výrobě běžně používají na regulaci a likvidaci nejrozmanitějších druhů škodlivých organismů. Používání pesticidů má už dnes v moderní struktuře prvovýroby nezastupitelnou funkci, neboť nahrazuje účinně a efektivně pracovní sílu. Kromě pozitiv přinášejí s sebou i negativní stránku, jakou je přímá toxicita pro živé organismy, kumulace jejich reziduí a koloběh v životním prostředí, vznik rezistence u škodlivých organismů, likvidace užitečných druhů. V současné době je použití pesticidů limitováno přesnými pravidly, výjimkami a zákazy. Trh s herbicidy pro zahrádkáře je velmi široký a ti se často řídí pouze příbalovým letákem, kde nemusí být uveden dostatek informací (van Emden 2013).

Používání pesticidů má přímý a nepřímý efekt na diverzitu hmyzu. Přímý efekt je usmrcení hmyzu insekticidy. Nepřímý efekt je např. vyhubení rostlin herbicidy, čímž dojde k vyhubení na ně vázaných herbivorů a úbytku jejich predátorů, parazitů a parazitoidů, dále k nedostatku pylu a nektaru v krajině, což je limitující pro dospělce hmyzu (opylovači, dospělci parazitoidů, motýly aj.) (Holý et al. 2020).

3.9.3 Pestrá biodiverzita

Lákáním hmyzu a jiných živočichů na pestrou mozaiku rostlin a zahradních prvků vytváříme složitost vztahů potravního řetězce, která sice nutně neznamená úplnou eliminaci škůdců, ale výrazně zmírňuje jejich početnost. Cílené snižování diverzity vede naopak k poklesu predátorů a v takovém prostředí mají škůdci nerušenou cestu za vítězstvím. A potom nám nejednou nezůstává nic jiného, než ohrozit půdu a ostatní život za pomoci chemie (Selman & Doar 1991).

Ekologické zákonitosti platí v plné míře i v naší zahradě, která je součástí přírody. Vhodným příkladem jejich fungování je prales, kde díky ohromujícímu množství organismů a jejich vzájemným vztahům vzniká stabilní společenství, ve kterém velice dobře funguje biologická rovnováha. Naopak, plošně rozsáhlá monokultura rostlin je naplno odkázána na pomoc člověka formou pesticidů, v opačném případě může být vlivem škůdců poškozena (Petchey & Gaston 2009).

Vazba hmyzu na rostliny je dvojího typu. Larvy a dospělci požívají různé části rostlin – od kořene po semena. Nektarem a pylem se živí velké množství dospělců hmyzu a úbytek kvetoucích rostlin se projevuje snižováním jejich biomasy i druhového složení. Zánik a zarůstání produkčně nevyužívaných ploch (např. mezí, příkopů), orné půdy (úbytek pícnin, účinné herbicidy), trvalých travních porostů (celoplošná seč, hnojení a obnova) i vytrvalých plodin (časté mulčování, černý úhor) způsobuje nedostatek potravy pro mnoho z nich (Ingram 2016).

Potrava v podobě nektaru a pylu je pro hmyz velice důležitá a její nedostatek patří mezi nejvýznamnější problém úbytku hmyzu. Pokud má dojít k zastavení poklesu početnosti, musí se zvýšit druhová diverzita i početnost kvetoucích rostlin v krajině. Nedostatek nektaru a pylu zkracuje délku života dospělců, negativně ovlivňuje fitness a produkci potomstva. Nektar může být částečně nahrazen medovicí produkovanou mšicemi a dalšími skupinami podřádu mšicosavých (Holý et al. 2020).

Nedostatek květů ovlivňuje hmyz i nepřímo – dospělci hledající potravu se rozptýlí do okolí, kde se nemusejí potkat partneři k páření a spářené samice nemusejí najít cestu zpět na vhodnou lokalitu k vývoji potomstva (např. u denních motýlů). Důležitá je druhová diverzita rostlin, hlavně u specializovaných druhů, početnost květů jednotlivých druhů, výskyt kvetoucích rostlin po celou dobu výskytu hmyzu (od jara do podzimu), dostupnost potravy v doletové vzdálenosti (Diduck et al. 2020).

Je nutné zvýšit diverzitu a počet kvetoucích rostlin v průběhu celé sezóny. Pro polyfágní a částečně i oligofágní druhy hmyzu postačí vrátit do krajiny druhy rostlin, které se dají množit komerčně a pěstovat v jedno či víceletých nektarodárných směsích na produkčně nevyužívaných plochách. Monofágní a oligofágní druhy, vázané na vzácné plané druhy rostlin, vyžadují speciální plán péče, který se uplatňuje v maloplošných chráněných územích (Holý et al. 2020).

3.10 Jak můžeme monitorovat hmyz v zahradě?

Sběr hmyzu z jakéhokoli stanoviště nebo za jakýmkoli účelem vyžaduje pochopení specifického chování hmyzu a jeho ekologických potřeb. Sběratel musí pochopit, proč a kde žije hmyz, aby ho našel a shromáždil. V tomto úsilí mohou pomoci lapáky na hmyz, činidla a další technické nástroje. Chov dospělého hmyzu z nezralých životních stádií je někdy vhodný, v závislosti na účelu informací. Označení shromážděných materiálů datem, přesným umístěním a názvem sběratele je minimum (Gibb & Oseto 2006).

Často je také cenná identifikace hostitele nebo popis chování hmyzu v době sběru. Někdy je kromě hmyzu zapotřebí sběr souvisejících materiálů, jako jsou poškozené listy, dřevo, odloupaná kůže nebo fekální materiál. Může být důležitý i popis specifického chování hmyzu těsně před sběrem. Podrobné písemné záznamy nebo fotografie mohou poskytnout velmi důležité informace (Hallmann et al. 2020).

3.10.1 Nejobvyklejší metody sběru hmyzu

1. Sběr pomocí entomologické sítě

Entomologická síťka se skládá z hole, rámu a samotné sítě pro odchyt. Tato pomůcka je vhodná pro odchyt létavého hmyzu nebo vodního hmyzu.

Pro ukládání hmyzu používáme sběrné nádoby. Můžeme uchovávat hmyz živý či jej usmrtit speciálními činidly a sběrné lahve použít jako tzv. smrtičky (Gibb & Oseto 2006).

2. **Malaiseho pasti.**

Tato past je pojmenována po René Malaisem. Past je tvořena svislou stěnou a trychtýřovitým zakončením, na jehož konci je sběrná nádoba s usmrcujícím činidlem. Ideální umístění je nižší vegetační pásma a stěna po směru směru větru, aby létající hmyz nalétával do stěny a trychtýře (Gibb & Oseto 2006).

3. **Nárazové lapáky.**

Stěna z pevného materiálu může i nemusí být napuštěna feromonem. Hmyz narážející do stěny spadá do sběrné nádoby, umístěné pod stěnou po celém jejím obvodu (Gibb & Oseto 2006).

4. **Zemní pasti**

Jde o umístění nádoby s konzervačním médiem či návnadou tak, aby byla v rovině s povrchem. Proto se musí do povrchu vyhloubit jamka o velikosti nádoby. Nádoba musí mít svislé a hladké stěny, po kterých hmyz nemůže vylézat do nádoby a zpět ven. Musí být opatřena stříškou proti srážkám, velikost chytaných živočichů lze limitovat i sítkou. Past může být vybavena návnadou, např. kouskem masa nebo sýra zabaleného do papíru, ale od této praxe se ustupuje, neboť zvyšuje riziko odchytu obratlovců, včetně druhů chráněných zákonem. Pasti mohou být z poloviny vyplněny fixační tekutinou (slaná voda, formaldehyd, roztok kyseliny octové s glycerolem nebo vodný roztok propylenglykolu), jež ulovené jedince usmrtí a částečně konzervuje. Pasti bez fixáže je třeba často kontrolovat, aby nedošlo ke zbytečnému úhynu nebo k vzájemnému sežrání odchycených jedinců. Do zemních pastí padají především pavouci, střevláci, drabčící, suchozemští stejnonožci (svinky a stínky), mnohonožky a stonožky (Holý et al. 2020).

5. **Světelné lapáky**

Principem odchytu hmyzu je světlo jako atraktant, proto se využívají pouze v noci. Skládají se ze záchytného trychtýře a sběrné nádoby, vyspělejší lapáky mohou být opatřeny ventilátorem na vhánění hmyzu do nádoby. Při delším použití je lapáky vhodné opatřit krytem proti dešti, je nutné dbát na použití kabelů a dalšího vybavení pro venkovní použití (Gibb & Oseto 2006).

6. **Emergentní lapáky**

Emergentní lapáky dokáží zachytit rodící se dospělce hmyzu z povrchů jako je půda nebo zbytky vegetace. Na povrchu je umístěna konstrukce se záchytnou lahví a sítkou. Dospívající hmyz má tendenci opouštět po vyvinutí stanoviště a zachytává se do sběrné nádoby. Doba umístění lapáku je minimálně 14 dní (Gibb & Oseto 2006).

7. **Lepové lapáky**

Stejně jako předchozí mohou být s přidavkem feromonu nebo jiného atraktantu pro lákání určitých druhů hmyzu. Nejčastější barva lapáku je žlutá právě kvůli atraktivitě pro hmyz. Často jsou používány konvenčně k eliminaci obtížného hmyzu a je možné je zakoupit na mnoha místech.

8. Mörickeho misky

Využívají se na polích při zjišťování výskytu a přeletů krytonosců, blýskáčků, dvoukřídlých a mšic. Jsou to ploché misky, nejčastěji kruhové o průměru 20-25 cm a výšce 6 cm, zpravidla žluté barvy. Náplň misky tvoří voda s detergentem nebo jinou vhodnou tekutinou. Jsou umístěny na zemi nebo upevněny na stromy nebo stojany (Gibb & Oseto 2006).

3.10.2 Sběr půdního hmyzu

Sběr půdního hmyzu vyžaduje speciální techniky a vybavení. Mnoho druhů obývajících půdu má velký ekonomický význam, protože požírají kořeny plodin. Nedospělá stadia hmyzu často obývají půdu, než se přemění v dospělé jedince a opouštějí ji. Výkon pastí závisí na její konstrukci, umístění, denní nebo roční době, počasí, teplotě a druhu atraktantu. Kombinace poznání terénu spojené se znalostí návyků hledaného hmyzu nebo roztočů umožní úpravy nebo vylepšení téměř jakékoli pasti nebo může dokonce navrhnout nové pasti (Gibb & Oseto 2006).

4 Metodika

4.1 Popis lokality

Pro experiment byla vybrána zahrada nacházející se na severovýchodě Prahy ve starší čtvrti rodinných domů o rozloze 560 m² (Příloha 16). Byla založena v roce 1939 spolu s výstavbou domu.

Sousedí s rozsáhlým polem, dvěma dalšími zahradami a komunikací v pěší zóně. Zahrada plní produkční, estetickou i rekreační funkci a je udržována na základě ekologických principů. Trávník je sekán ve vegetačním období zhruba každých 14 dní na délku 4-5 cm. Záhony jsou osévány pestrými vzájemně se doplňujícími druhy. Chodníky zůstávají z původní výstavby betonové. Na pozemku je množství ovocných stromů, vzrostlá borovice a bříza bělokora. Majitel využívá dešťové vody ze zachytných nádob k zalévání a vyrábí si vlastní kompost. Dovezeným koňským hnojem přihnojuje 1x ročně na podzim a vápencem 1x ročně před začátkem vegetačního období.

4.2 Příprava a průběh experimentu

Pro monitorování byly vlastnoručně vyrobeny lapáky na hmyz, byly vyzkoušeny během měsíce května 2021 (Příloha 12). Zvolena byla konstrukce inspirovaná emergentními lapáky, neboť takto chycení jedinci by měly přesněji odpovídat počtu a biodiverzitě hmyzu na jednotce plochy, která je po dobu záchytu uzavřena. Konstrukci lapáku jsem vyrobila z kreativní stavebnice, kterou jsem pro tento účel pořídila. Stěny jsem pokryla jemnou průhlednou tylovou látkou. Lapák byl ze všech čtyřech stran utěsněn u země závažím tak, aby se minimalizoval průnik hmyzu z okolní plochy. Odchyťové zařízení v lapáku bylo tvořeno vrcholem PET lahve otočeným víčkem dolů a připevněným do vrcholu lapáku. Svrchu byla past překryta igelitem tak, aby déšť nepadal do roztoku v PET lahvi. Usmrčovací roztok byl tvořen ze 60 % ethanolem, 35 % vodou a 5 % detergentem, v mém případě kuchyňským jarem.

Experiment byl prováděn od 1. června do 30. srpna 2021, tedy celkem 90 dní. Byl rozdělen na 3 fáze po 30 dnech. Lapáky byly zhotoveny ve 3 identických kusech a instalovány po dobu 30 dní na chodník, záhon a trávník, po 30 dnech byly vzorky odebrány a lapáky instalovány na stejný typ povrchu, ale na jiné místo.

- I pro 1. období (1.června-1.července, dále jen červen)
- II pro 2. období (1.července-31.července, dále jen červenec)
- III pro 3. období (31.července -30. srpna, dále jen srpen)

4.3 Zařízení pro odchyt hmyzu

Na zahradu byly umístěny 3 vlastnoručně vyrobené emergentní lapáky, a to na záhon, na trávník a na betonový chodník (Příloha 13, 14, 15). V případě chodníku byly lapáky umístěny vždy tak, aby pod nimi byla alespoň jedna spára mezi betonovými panely, kterými je chodník pokryt. Emergentní lapáky ideálně spojují přednosti metod, odlišujících autochtonní druhy a metod, umožňujících detailní taxonomické rozlišení. Emergentní lapáky zachycují jen autochtonní druhy, tj. druhy, které uzavřely vývojový cyklus na ploše omezené lapákem. Emergentní lapáky se skládají z látkového trychtýře o základně 50x50 cm, plocha je tedy 0,25 m². Stěny pyramidy jsou tvořeny prodyšnou průhlednou látkou, báze je připevněna k zemi po obvodu a zatížena, aby se stala neprostupnou pro členovce z okolí. Lapáky byly na povrchy umístěny od 1.6.2021 po dobu 30 dní, poté přemístěny na typově stejné místo a obsah lapáků byl analyzován. Po dobu 30 dní nebyl povrch pod lapáky nijak upravován. Druhý cyklus začínal 1.7.2021 a třetí cyklus 31.7.2021 a končil 29.8. Všechny tři cykly trvaly stejnou dobu, a to 30 dní, a bylo nasbíráno 9 vzorků ze třech typů povrchů. Sběrná hlava ve vrcholu pyramidy byla naplněná ze 70 % čistým etylalkoholem, 25 % vodou a 5 % detergentem. Tento roztok byl průběžně doplňován, neboť ho během letních dní pozvolna ubývalo.

4.4 Sledované parametry

V tomto experimentu byl sledován počet odchycených jedinců a počet odchycených morfodruhů. Lapáky nemohou chytit veškerý vyskytující se hmyz na dané jednotce, ale sjednocením plochy a pastí je možné dosáhnout kvalitního srovnání různých povrchů.

4.4.1 Index druhové pestrosti

Index druhové pestrosti je mírou druhové bohatosti vzorku. Byl používán ve třech podobách a to 1) celkový počet zjištěných morfodruhů, 2) Menhinickův index druhové pestrosti a 3) Margalefův index druhové pestrosti.

Menhinickův index druhové pestrosti:

$$D = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

(dále označován jako D_{Men}).

S=počet druhů

N=celkový počet chycených jedinců

Margalefův index druhové pestrosti:

$$D = S - \frac{1}{\ln N}$$

(dále označován jako D_{Marg}).

S=počet druhů

N=celkový počet chycených jedinců

4.5 Určení entomologického materiálu

Veškerý odchycený a zakonzervovaný materiál byl určen do nejbližšího možného taxonu panem Šimonem Kapicem metodou morfodruhů (Příloha 4, 5, 6). Jedná se o rozlišení odchyceného materiálu do „druhů“ na základě jejich podobnosti. Prakticky se to provádí tak, že se materiál roztřídí do vyšších skupin (řádů, tříd apod. jako: síťokřídlí, pavouci, chvostokoci, ...), větší řady (ploštice, brouci, dvoukřídlí, blanokřídlí, ...) se rozliší do čeledí a potom se pod stereomikroskopem skupina po skupině tvoří a přiřazuje podle vzájemné podobnosti (velikost, tvar, barva) do skupin k nerozeznání podobných jedinců – morfodruhů. To jsou většinou skutečně jednotlivé druhy nebo skupiny velmi podobných a od sebe špatně rozlišitelných druhů, které mají nicméně velice podobný způsob života. Chyba, která tímto vznikne, je zanedbatelná, protože je stejná u všech hodnocených a srovnávaných vzorků. Protože u metody morfodruhů není zřejmé, které druhy jednotlivých vzorků odebraných na jednom stanovišti si navzájem odpovídají, je možné jednotlivé vzorky hodnotit jedinečně každý zvlášť. To znamená, že u každého vzorku zvlášť se vyhodnotily indexy druhové pestrosti a poté se porovnaly hodnoty dosažené na jednotlivých srovnávaných variantách (Frydrych et al. 2013).

Vzorky byly poté ekologicky zlikvidovány místem určených obcí pro likvidaci nebezpečného odpadu.

provádí tak, že se materiál roztřídí do vyšších skupin (řádů, tříd apod. jako: síťokřídlí, pavouci, chvostokoci, ...), větší řady (ploštice, brouci, dvoukřídlí, blanokřídlí, ...) se rozliší do čeledí

5 Výsledky

Pokus na ekologicky vedené zahradě trval 3 měsíce, za tu dobu bylo nachytáno celkem 1202 živočichů.

V červnu bylo chyceno 145 živočichů (22 morfodruhů) v záhoně, 151 (25 morfodruhů) na trávníku a 42 (8 morfodruhů) na chodníku.

V červenci bylo chyceno 72 živočichů (27 morfodruhů) v záhoně, 104 (23 morfodruhů) na trávníku a 290 (10 morfodruhů) na chodníku.

V srpnu bylo chyceno 127 živočichů (27 morfodruhů) v záhoně, 245 (16 morfodruhů) na trávníku a 26 (7 morfodruhů) na chodníku (Příloha 1, 2).

Nejvíce jedinců se odchytilo v červnu a srpnu na trávníku, v červenci na chodníku.

Nejvíce druhů se odchytilo v červnu na trávníku, v červenci a srpnu v záhoně (Příloha 3, 4, 5).

Nejvyšší číslo 290 jedinců na chodníku je způsobeno nadměrným výskytem řádu Thysanoptera (třásnokřídílí) rodu třásněnky, jejichž některé druhy poškozují sáním rostliny. V srpnu bylo na trávníku chyceno 245 jedinců, z čehož 190 patřilo k čeledi mravencovití.

5.1 Indexy druhové pestrosti na jednotlivých površích

Dle počtu jedinců a morfodruhů byly na jednotlivých plochách ve všech měsících vypočteny indexy druhové pestrosti dle Menhinicka a Margalefa (Příloha 9, 10, 11).

Na chodníku byl Menhinickův index v červnu 1,23, v červenci 9,82 a v srpnu 1,37. Margalefův index byl v červnu 7,73, v červenci 9,82 a v srpnu 6,69.

Na trávníku byl Menhinickův index v červnu 2,03, v červenci 2,26 a v srpnu 1,02. Margalefův index byl v červnu 24,80, v červenci 22,78 a v srpnu 15,82.

Na záhoně byl Menhinickův index v červnu 1,83, v červenci 3,18 a v srpnu 2,40. Margalefův index byl v červnu 21,80, v červenci 26,77 a v srpnu 26,79.

Dle indexu diverzity dle Menhinicka je druhová pestrost nejnižší na chodníku během měsíce července a nejvyšší na záhoně též během měsíce července.

Dle indexu diverzity dle Margalefa je druhová pestrost nejnižší na chodníku v měsíci srpnu a nejvyšší na záhoně v měsíci srpnu.

6 Diskuze

Literární rešerše se zabývala významem zahrad v městském prostředí pro jejich majitele a pro okolí, zejména pro biodiverzitu na zahradách a v okolí. Jak uvádí Parris (2016), jsou místa pro zakládání měst také nejpříznivější krajinou pro život z biologického hlediska, a tudíž v jejich místech jsou podmínky pro biodiverzitu nejlepší. Ta je ovšem v konfliktu se způsobem budování měst, kdy biodiverzita není dostatečně chráněna a zohledňována (Parris 2016). V současné době vidíme narůstající tendence a způsoby její ochrany, avšak pro jejich nekomplexnost jsou neúčinné (Norton et al. 2014). Jak zmiňuje Mehring (2017), je potřeba multidisciplinarity při ochraně biodiverzity, která v současné době není vyvážená a všechny hlasy při prosazování budování měst nejsou rovnocenné. Strategická posouzení vlivu na životní prostředí by například měla být provedena nejen při jednotlivých stavbách, ale komplexně hodnotit celou krajinu a její význam pro ohrožené druhy (Parris 2016). Posouzení dopadu na životní prostředí u jednotlivých staveb je rozdílné než skutečný dopad při postupném řadu let trvajícím budování mnoha budov se spletitou infrastrukturou (Mehring 2017). Při budování a údržbě zahrad se projevují zejména preference jejich majitelů, které jsou ale ovlivňovány řadou vlivů (Petersen 2021). V tomto ohledu vidím jako nejdůležitější kroky pro podporu biodiverzity její propagaci a vzdělávání na toto téma. Tato rešerše přináší řadu poznatků, které motivují k udržování biodiverzity v zahradě, kromě důležitosti pro život na zemi jako takový je to i lepší psychická pohoda a zdraví člověka hospodařícího v ekologicky vedené zahradě (Dallimer et al. 2014). Díky majitelům zahrad může být město obohaceno o daleko větší biodiverzitu a nejen to, způsob architektury a využití zahrady může velmi ovlivnit i vsakování vody, teplotu ze slunečního záření, množství produkce CO₂ domácnosti, spotřebu nerostných zdrojů, zacházení s odpadem (Ghosh 2010). Zahrada může plnit mnoho ekologických funkcí, které by měly být zveřejňovány a popularizovány (Petchey & Gaston 2009). Mnoho pořadů a článků o zahradničení se soustředí buď na maximalizaci úrody nebo na dokonalou estetickou podobu zahrad. Dalším rozměrem péče o zahradu je přiblížení přírody a poznávání jejích ekologických funkcí, v tomto směru je prostor pro vzdělávání velký (Gaston et al. 2005). Mnoho lidí se začíná zajímat o způsoby, jak by mohli snížit svoji ekologickou zátěž, a naopak podpořit zdraví životního prostředí, avšak snahy a kroky jsou nadále nedostatečné a málo rozšířené (Parris 2016). Je potřeba zájem o životní prostředí nadále podporovat (Gaston et al. 2005).

Výzkumů na téma výzkumu členovců či jiných živočichů v soukromých zahradách není mnoho. Zahrady jsou stále považovány za minoritní oblasti s nevelkou plochou, ovšem v součtu dle katastru nemovitostí zaujímají celkem velké procento plochy měst, v Praze například tvoří 3986 ha zahrady a 978 ha trvalý travní porost z celkových 49 621 ha (Český statistický úřad 2021).

V provedeném pokusu bylo celkem odchyceno 1202 jedinců během 90 dnů. Vzorky byly určovány do nejbližšího možného taxonu. Podrobnější popis jednotlivých povrchů uvádím dále v příloze 6, 7, 8.

Vzhledem k lapákům vyráběným vlastnoručně z dostupných materiálů hodnotím počet a diverzitu chycených jedinců kladně. Na chodníku, kde byla předpokládána nízká biodiverzita i počet žijících členovců, byly lapáky umístěny vždy tak, aby pod nimi byla alespoň jedna spára mezi betonovými panely. To, předpokládám, vedlo k nachytání množství jedinců i na chodníku, kde dokonce v červenci došlo k přemnožení rodu třásněnky.

Kromě členovců se do lapáku chytilo i několik jedinců kmene Mollusca (měkkýši), které jsem do počtu pro jejich význam v zahradě započítala. V drtivé většině se podle očekávání chytali zástupci třídy hmyzu. Ten je také považován za nejpočetnější skupinu živočichů na zemi. Tato metoda odchytu se ukázala jako vhodná, neboť pracuje s uzavřeným prostorem, ve kterém se dá počet členovců přepočítat na jednotku plochy. Postupně vylíhnutá imaga z půdy by rovněž měla skončit v lapácích. U jiných metod monitoringu hmyzu či členovců je odchyt více ovlivněn počasím a jinými proměnlivými činiteli, které je složitější identifikovat.

I přes výraznou pomoc při determinaci morfodruhů se mnoho jedinců ve vzorcích nepodařilo určit blíže než k čeledím. Výzkum dopadl dle očekávání, nejnižší druhová diverzita byla zjištěna na betonovém chodníku, nejvyšší v záhoně. Na chodníku došlo během července k přemnožení řádu třásnokřídých, kteří jsou považováni za škůdce hlavně obilnin a píce. V trávníku se v červenci ukázal nadbytek jedinců čeledi mravencovitých, u nichž není jednoznačné určit, zda jsou pro ekosystém škodliví či užiteční.

Vzhledem ke komplikovaným vztahům a potravním řetězcům živočichů není zcela možné rozdělit nachytané jedince na škůdce a prospěšné organismy pro zahradu. Dle složení a pestrosti chycených jedinců zcela jistě dochází k výraznému vzájemnému ovlivňování a potravním vztahům mezi jedinci.

7 Závěr

- Ekologickým způsobem vedenou zahradou nepomáháme jen my přírodě, ale příroda pomáhá i nám. A to nejen v širších ekologických souvislostech, ale i přímo působí na naše zdraví a pohodu. Biologická rozmanitost v zahradě přináší uspokojení a pocit správného počínání, má blahodárné účinky na zdraví a poskytuje nám bezpečné prostředí a zdravé potraviny.

- Zahrady jsou důležitý zdroj biodiverzity pro města a jejich okolí. V polohách měst jsou nejpříznivější podmínky pro život z biologického hlediska a pro nejpestřejší biodiverzitu právě zde, proto je důležité ji chránit. Vzdělávání a podpora ekologicky vedených zahrad je jednou z možností.

- Růst počtu obyvatel a urbanizace pokračují nezadržitelným tempem a spolu s ní i devastace původní krajiny právě v biologicky cenných a příznivých oblastech. Je potřeba ochranu přírody implementovat do zákonů a dodat jí příslušnou váhu při lidském počínání.

- Využití zahrady ekologickým způsobem může snížit spotřebu vody, fosilních paliv, produkci CO₂, podpořit biodiverzitu a zvýšit absorpci zvuku i tepla, čímž dochází k příjemnějším podmínkám v zahradě i okolí.

- Možností ochrany členovců v zahradách je široká škála a spočívá hlavně ve vhodně zvolené úpravě povrchů a rostlin na zahradě. Vhodné jsou propustné povrchy, vyšší trávničky a nepoužívání pesticidů. Škůdci jsou efektivně eliminováni za pomoci biologické rovnováhy, která nastává při příznivých podmínkách pro výskyt jejich predátorů. Stromy poskytují útočiště pro mnoho z nich.

- V pokusu s monitorováním členovců na jednotlivých typech povrchu v zahradě bylo během tří měsíců odchyceno 1202 jedinců z říše členovců. Byli určeni do nejbližšího možného taxonu. Jednoznačné bylo, že na ekologicky vedeném trávniku a v záhoně byla monitorována vysoká biodiverzita a nebylo zde potřeba používání pesticidů, aby oba povrchy prosperovaly a přinášely očekávaný užitek. Na betonovém chodníku byla biodiverzita nižší a během jednoho z měsíců zde došlo k přemnožení jednoho ze škůdců.

8 Literatura

al-Saleh IA. 1994. Pesticides: a review article. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology: Official Organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer*. **13**:151-161.

Altieri MA, Letourneau DK, Risch, SJ. 2008. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences* **2**:131-169.

Barrett D. 2007. Maximizing the Nutritional Value of Fruits & Vegetables. *Food Technology*. **61**:65-71.

Braaker S, Ghazoul J, Obrist MK a Moretti M. 2014. Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology*. **95**:1010-1021.

Byrne LB, Bruns MA, Kim KC. 2008. Ecosystem Properties of Urban Land Covers at the Aboveground–Belowground Interface. *Ecosystems* [online]. **11**:1065-1077 .

Český statistický úřad. 2021. Praha. Dostupné na: <https://www.czso.cz/> (accessed November 2021)

Dallimer M, Irvine KN, Skinner AMJ. 2012. Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *BioScience*. **62**:47-55.

Diduck AP, Raymond CM, Rodela R, Moquin R, Boerchers M. 2020. Pathways of learning about biodiversity and sustainability in private urban gardens. *Journal of Environmental Planning and Management* **63**:1056-1076.

Dixon, GR. 2019. *Garden practices and their science*. Taylor and Francis Group, New York, Routledge.

Dmitrijev JD, Čepická A, Zuska J, Zusková L. 1987. *Hmyz známý i neznámý, pronásledovaný, chráněný*. 1.vydání. Praha: Lidové nakladatelství.

Frydrych J, Cagaš B, Kolařík P, Rotrekl J, Barták M. 2013. *Metodika hodnocení biodiverzity hmyzu v travních a jetelových porostech*. Česká zemědělská univerzita, Oseva vývoj a výzkum s.r.o, Zubří.

Gaston KJ. 2005. Biodiversity and extinction: species and people. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. **29**:239-247 .

- Gaston KJ, Smith RM, Thompson K, Warren PH. 2005. Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity. *Biodiversity and Conservation* **14**:395-413.
- Gerstmeier R. 2004. Hmyz: poznávání a určování důležitých druhů hmyzu, pavouků, koryšů, stonožek a mnohonožek střední Evropy. Slovart, Praha.
- Ghosh S. 2010. Sustainability potential of suburban gardens: review and new directions. *Australasian Journal of Environmental Management* **17**:165-175.
- Ghosh S. 2014. Measuring sustainability performance of local food production in home gardens. *Local Environment* **19**:33-55.
- Gibb TJ, Oseto CY. 2006. Arthropod collection and identification: field and laboratory techniques. Academic Press, Boston.
- Grabener S, Oldeland J, Shortall CR, Harrington R. 2020. Changes in phenology and abundance of suction-trapped Diptera from a farmland site in the UK over four decades. *Ecological Entomology* **45**:1215-1219.
- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *Plos one* **12**: 15-29.
- Hallmann CA, Zeegers T, Klink R. 2020. Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation and Diversity* **13**:127-139.
- Holý K, Skuhrovec J, Saska P, Papoušek Z. 2020. Pokles diverzity hmyzu v zemědělské krajině a možnosti jejího zvýšení: Decline in insect diversity in agricultural landscape and measures for improvement. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.* **8**:33-43.
- Homburg K, Drees C, Boutaud E. 2019. Where have all the beetles gone? Long-term study reveals carabid species decline in a nature reserve in Northern Germany. *Insect Conservation and Diversity* **12**:268-277.
- Church, Sarah P. 2018. From street trees to natural areas: retrofitting cities for human connectedness to nature. *Journal of Environmental Planning and Management* **61**:878-903.
- Idohou R, Fandohan B, Salako VK, Kassa B, Gbedomon RC, Yédomonhan H, Kakai RLG, Assogbadjo AE. 2014. Biodiversity conservation in home gardens: traditional knowledge, use

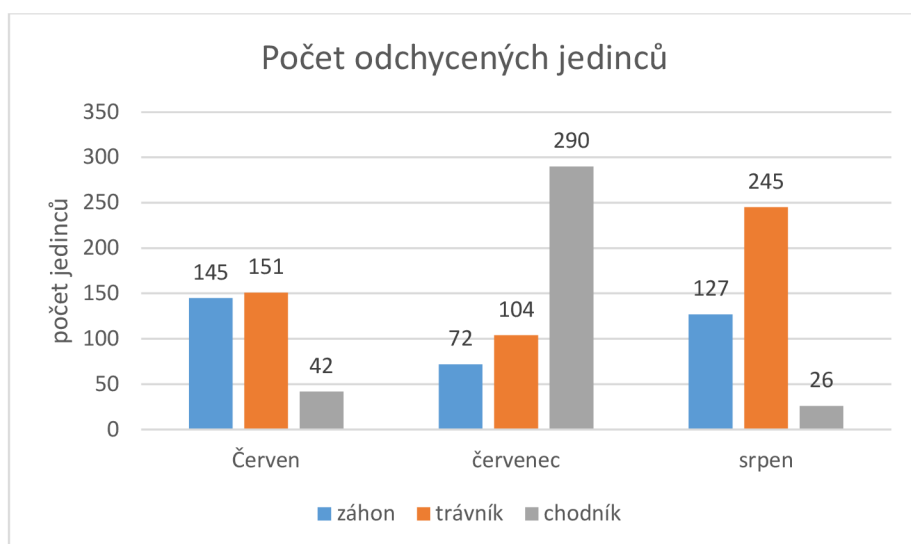
- patterns and implications for management. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* **10**: 89-100.
- Ingram DS, Vince-prue D, Gregory PJ. 2016. *Science and the garden: the scientific basis of horticultural practice*. Wiley Blackwell, Chichester- West Sussex.
- Ludwiczak E, Nietupski M, Kosewska A. 2020. Ground beetles (Coleoptera; Carabidae) as an indicator of ongoing changes in forest habitats due to increased water retention. *PeerJ*. **8**:209-215.
- Macek J. 2010. *Blanokřídli České republiky*. Academia, Praha.
- Mehring M, Bernard B, Hummel D, Liehr S, Lux A. 2017. Halting biodiversity loss: how social-ecological biodiversity research makes a difference. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* **13**:172-180.
- Mentberger J, Skuhřavý V. 2003. *Jak žít s hmyzem*. Agrospoj, Praha.
- Mirosa M, Lawson R. 2012. Revealing the lifestyles of local food consumers. *British Food Journal* **114**:816-825.
- Mosbech H. 1983. Death Caused by Wasp and Bee Stings in Denmark 1960-1980. *Allergy*. **38**:195-200.
- Norton BA., Thomson LJ, Williams NSG, Mcdonnell MJ. 2014. The effect of urban ground covers on arthropods: An experiment. *Urban Ecosystems* **17**:77-99.
- Parris KM. 2016. *Ecology of Urban Environments*. John Wiley & Sons, Incorporated, Melbourne.
- Pekas A, De Craecker I, Boonen S, Wäckers FL, Moerkens, R. 2020. One stone; two birds: concurrent pest control and pollination services provided by aphidophagous hoverflies. *Biological Control* **149**
- Petersen LK. 2021. Engaging with nature through the dwelling practices in garden landscapes. *Social & Cultural Geography* **22**:11-32.
- Petchey OL, Gaston K. 2009. Effects on ecosystem resilience of biodiversity, extinctions, and the structure of regional species pools. *Theoretical Ecology* **2**:177-187.
- Pickett ST., Cadenasso ML, Grove JM. 2011. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management* **92**:331-362.

- Raymond CM, Diduck AP, Buijs A, Boerchers M, Moquin R. 2018. Exploring the co-benefits (and costs) of home gardening for biodiversity conservation. *Local Environment* **24**: 258-273.
- Reed S. 2010. *Energy-Wise Landscape design*. New Society Publishers, Gabriola.
- Rietschel S. 2004. *Hmyz: klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky*. Rebo, Čestlice.
- Selman PH, Doar NR. 1991. A landscape ecological approach to countryside planning. *Planning Outlook* **34**:83-88.
- Smith RM, Gaston KJ, Warren PH, Thompson K. 2005. Urban domestic gardens (V): relationships between landcover composition, housing and landscape. *Landscape Ecology* **20**:235-253.
- Smith RM, Gaston KJ, Warren PH, Thompson K. 2006. Urban domestic gardens (VIII): environmental correlates of invertebrate abundance. *Biodiversity and Conservation* **15**: 2515-2545.
- Smith RM, Warren PH, Thompson K, Gaston KJ. 2006. Urban domestic gardens (VI): environmental correlates of invertebrate species richness. *Biodiversity and Conservation* **15**: 2415-2438.
- Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky 2016–2025. 2016. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Taylor L, Hochuli DF. 2015. Creating better cities: how biodiversity and ecosystem functioning enhance urban residents' wellbeing. *Urban Ecosystems* **18**:747-762.
- Tomoaki S. 2016. *Sustainable Water Management*. Springer, Berlin.
- van Emden HF. 2013. *Handbook of agricultural entomology*. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- van Klink R, BOWLER DE, GONGALSKY KB, SWENGEL AB, GENTILE A, CHASE JM. 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* **368**:417-420.
- Zahradník J. 1993. *Hmyz ve službách člověka*. Artia, Praha.

9 Samostatné přílohy

Příloha 1: Celkový počet odchycených jedinců

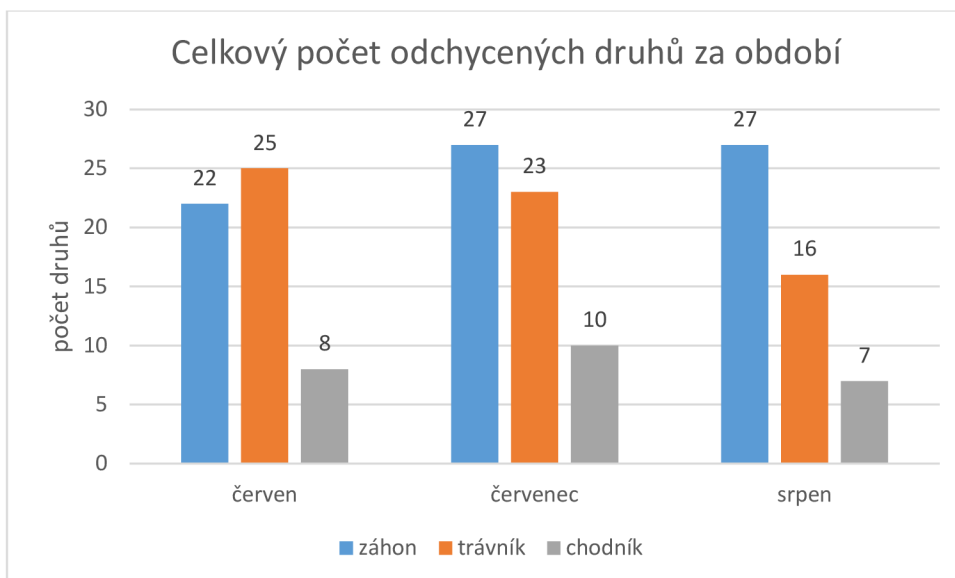
Povrch/období	záhon	trávník	chodník
červen	145	151	42
červenec	72	104	290
srpen	127	245	26



Graf 1: Celkový počet odchycených jedinců za období

Příloha 2: Celkový počet odchycených morfodruhů

Povrch/období	záhon	trávník	chodník
červen	22	25	8
červenec	27	23	10
srpen	27	16	7



Graf 2: Počet odchytených morfodruhů za období

Příloha 3: Výsledky odchyty, počet morfodruhů – chodník

Nejblíže určená skupina	Morfospecies (morfodruh)	červen	červenec	srpen
mšice	Sp.1	7	3	0
pavouci	Sp.1	0	2	0
	Sp.2	0	1	0
brouci	Sp.1	2	1	3
	Sp.2	1	0	0
	Sp.3	0	1	0
dvoukřídlí	Sp.1	5	3	1
	Sp.2	0	1	4
mravencovití	Sp.1	4	4	0
	Sp.2	13	0	0
blanokřídlí	Sp.1	4	0	2
mnohonožky	Sp.1	0	0	1
motýli	Sp.1	0	2	7
třásnokřídlí	Sp.1	4	250	7

Příloha 4: Výsledky odchyty, počet morfodruhů – trávník

Nejblíže určená skupina	Morfospecies (morfodruh)	červen	červenec	srpen
mšice	Sp.1	14	5	20
pavouci	Sp.1	0	0	2
	Sp.2	2	0	0
brouci	Sp.1	3	0	0
	Sp.2	0	1	0
	Sp.3	1	0	0
	Sp.4	3	4	0
	Sp.5	1	0	0
	Sp.6	0	2	0
	Sp.7	0	6	0
	Sp.8	0	0	1
	Sp.9	0	0	1
	Sp.10	0	2	0
	Sp.11	1	2	3
	Sp.12	4	2	0
	Sp.13	7	9	4
křísi	Sp.1	4	3	2
dvoukřídlí	Sp.1	2	4	2
	Sp.2	14	1	6
	Sp.3	2	11	1
	Sp.4	0	6	0
	Sp.5	2	2	0
	Sp.6	4	0	0
škvři	Sp.1	25	8	0
mravencovití	Sp.1	2	5	2
	Sp.2	12	22	179
	Sp.3	23	0	9
ploštice	Sp.1	1	2	0
blanokřídlí	Sp.1	3	2	2
	Sp.2	1	1	0
	Sp.3	4	0	0
sametkovcovití	Sp.1	1	0	0
motýli	Sp.1	3	0	2
	Sp.2	0	1	0
slimáčkovití	Sp.1	0	0	6
třásnokřídlí	Sp.1	0	2	0

Příloha 5: Výsledky odchyty, počet morfodruhů – záhon

Nejblíže určená skupina	Morfospecies (morfodruh)	červen	červenec	srpen
mšice	Sp.1	14	5	15
pavouci	Sp.1	2	1	4
	Sp.2	0	1	1
brouci	Sp.1	7	1	3
	Sp.2	0	1	0
	Sp.3	2	1	2
	Sp.4	1	4	1
	Sp.5	0	3	0
	Sp.6	2	0	2
	Sp.7	0	2	0
	Sp.8	1	1	3
	Sp.9	4	5	1
	Sp.10	5	1	8
chvostokoci	Sp.1	0	16	12
dvoukřídlí	Sp.1	9	6	10
	Sp.2	14	3	5
	Sp.3	0	2	13
	Sp.4	9	3	0
	Sp.5	3	0	0
	Sp.6	5	2	5
škvorči	Sp.1	0	1	1
mravencovití	Sp.1	5	2	7
	Sp.2	3	7	15
	Sp.3	17	0	3
stonožky	Sp.1	0	1	0
blanokřídlí	Sp.1	1	2	2
	Sp.2	11	3	4
	Sp.3	1	0	2
	Sp.4	0	0	1
stinky	Sp.1	0	1	0
motýli	Sp.1	9	1	3
	Sp.2	0	0	1
žížaly	Sp.1	0	0	1
slimáci	Sp.1	0	3	3
třásnokřídlí	Sp.1	13	0	0

Příloha 6: Podrobný seznam a počet odchycených morfodruhů – chodník

Název latinsky	Název česky	červen	červenec	srpen	celkem
<i>Aphis</i>	mšice	7	3	0	10
Aranea	pavouci	0	3	0	3
<i>Byturus aestivus</i>	malinovník šedý	2	1	3	6
coleoptera	brouci	1	0	0	1
diptera	dvoukřídlí	5	4	5	14
Formicidae	mravencovití	17	4	0	22
Hymenoptera	blanokřídlí	4	0	2	6
<i>Julus terrestris</i>	mnohonožka zemní	0	0	1	1
Lepidoptera	motýli	0	2	7	9
Staphylinidae	drabčíkovití	0	1	0	1
Thysanoptera	třásnokřídlí	4	250	7	261

Příloha 7: Podrobný seznam a počet odchycených morfodruhů – trávnik

Název latinsky	Název česky	červen	červenec	srpen	celkem
<i>Agonum marginatum</i>	střevlíček vroubený	0	1	0	1
Agriolimacidae	slimáčkovití	0	0	6	6
<i>Aphis</i>	mšice	14	5	20	39
Aranea	pavouci	0	0	2	2

<i>Auchenorrhyncha</i>	křísi	4	3	2	9
<i>Brachinus</i>	prskavec	3	0	0	3
<i>Byturus aestivus</i>	malinovník šedý	7	9	4	20
Coleoptera	brouci	2	1	0	3
<i>Dermestes</i>	kožojed	1	0	0	1
Diptera	dvoukřídlí	18	22	18	58
<i>Forficula auricularia</i>	škvor obecný	25	8	0	34
Formicidae	mravencovití	37	27	190	254
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	lesknáček čtyřskvrnný	3	4	0	7
<i>Hemicrepidius niger</i>	kovařík černý	1	0	0	1
Heteroptera	ploštice	1	2	0	3
Hymenoptera	blanokřídlí	8	3	2	13
Lepidoptera	motýli	3	0	2	5
<i>Lymantria monarcha</i>	bekyně mniška	0	1	0	1
<i>Melighetes aeneus</i>	blýskáček řepkový	0	0	2	2
<i>Musca domestica</i>	moucha domácí	2	2	0	4
Oedemera	stehenáč	0	6	0	6
<i>Pterostichus</i>	střevlík	0	0	2	1
<i>Rhagonycha fulva</i>	páteříček žlutý	0	2	0	2

<i>Scotophaeus scutulatus</i>	skálovka obecná	2	0	1	3
Staphylinidae	drabčíkovití	5	4	3	12
Thysanoptera	třísnokřídílí	0	2	0	2
<i>Tipula</i>	tiplice	4	0	0	4
Trombiculidae	sametkovcovití	1	0	0	1

Příloha 8: Podrobný seznam a počet odchycených morfodruhů – záhon

Název latinsky	Název česky	červen	červenec	srpen	celkem
<i>Aphis</i>	mšice	14	5	15	34
Aranea	pavouci	2	2	5	9
<i>Byturus aestivus</i>	malinovník šedý	7	1	3	11
<i>Carabus</i>	střevlík	0	1	0	1
Coleoptera	brouci	2	1	2	5
Collembola	chvostokoci	0	16	12	28
Diptera	dvoukřídílí	23	11	28	62
<i>Forficula auricularia</i>	škvor obecný	0	1	1	2
Formicidae	mravencovití	25	9	25	59
<i>Hemicrepidius niger</i>	kovařík černý	1	4	1	6
Hymenoptera	blanokřídílí	13	5	8	26
Chilopoda	stonožky	0	1	0	1
Chrysididae	zlatěnkovití	9	3	0	12

<i>Inachis</i>	babočka paví oko	0	0	1	1
Lepidoptera	motýli	9	1	3	13
<i>Limax</i>	slimák	0	3	3	6
<i>Lucilia sericata</i>	bzučivka zelená	3	0	0	3
<i>Lumbriculus terrestris</i>	žížala obecná	0	0	1	1
<i>Melighetes aeneus</i>	blýskáček řepkový	0	3	0	3
<i>Musca domestica</i>	moucha domácí	5	2	5	12
<i>Phyllobius argentatus</i>	listohlod zlatozelený	2	0	2	4
<i>Porcellio</i>	stinka	0	1	0	1
<i>Pterostichus</i>	střevlíček	0	2	0	2
Staphylinidae	drabčíkovití	10	7	12	29
Thysanoptera	třásnokřídílí	13	0	0	13
<i>Vespula vulgaris</i>	vosa obecná	0	0	1	1

Příloha 9: Index diverzity – chodník

Období/hodnota	červen	červenec	srpen
S	8	10	7
N	42	290	26
D_{Men}	1,23	0,59	1,37
D_{Marg}	7,73	9,82	6,69

(S=počet druhů, N=celkový počet chycených jedinců, D_{Men}= Menhinickův index druhové pestrosti, D_{Marg}= Margalefův index druhové pestrosti)

Příloha 10: Index diverzity – trávník

Období/hodnota	červen	červenec	srpen
S	25	23	16
N	151	104	245
D _{Men}	2,03	2,26	1,02
D _{Marg}	24,80	22,78	15,82

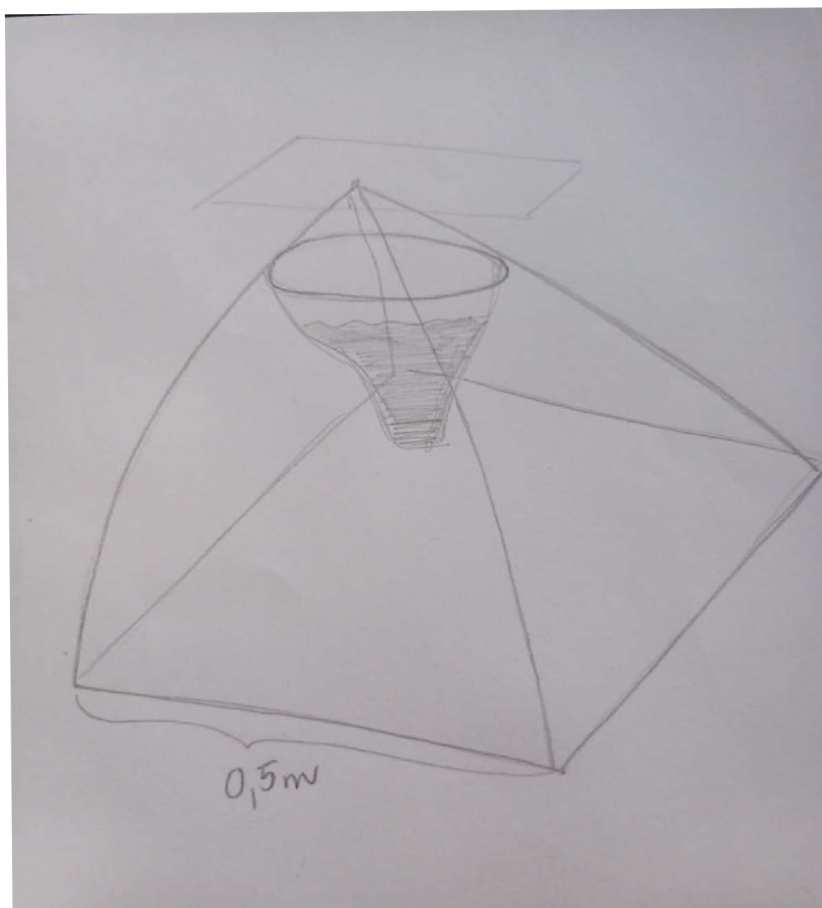
(S=počet druhů, N=celkový počet chytených jedinců, D_{Men}= Menhinickův index druhové pestrosti, D_{Marg}= Margalefův index druhové pestrosti)

Příloha 11: Index diverzity – záhon

Období/hodnota	červen	červenec	srpen
S	22	27	27
N	145	72	127
D _{Men}	1,83	3,18	2,40
D _{Marg}	21,80	26,77	26,79

(S=počet druhů, N=celkový počet chytených jedinců, D_{Men}= Menhinickův index druhové pestrosti, D_{Marg}= Margalefův index druhové pestrosti)

Příloha 12: Nakreslené schéma navržené a použité domácí pasti na hmyz na principu emergentního lapáku



Příloha 13: Umístění lapáku na betonový chodník



Příloha 14: Umístění lapáku na trávník



Příloha 15: Umístění lapáku na betonový chodník



Příloha 16: Poloha zahrady vybrané pro pokus

