

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Vliv druhového složení květnatých pásů ve  
městech na společenstvo opylovačů**

Diplomová práce

**Bc. Alena Fišerová**

Školitelka: Doc. RNDr. Jana Jersáková, Ph.D.

České Budějovice 2021

Fišerová, A., 2021: Vliv druhového složení květnatých pásů ve městech na skladbu opylovačů. [Influence of species composition of flower stripes in cities on the composition of pollinator community. Mgr. Thesis, in Czech.] – 39 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

### **Anotace**

Tato práce pojednává o vlivu druhového složení rostlin květnatých pásů na skladbu opylovačů, kteří pásy navštěvují. Rostliny kvetou bohatě po celou sezónu a tím nabízejí odměny pro různé funkční skupiny opylovačů. Pásy tak napomáhají zvyšovat biodiverzitu ve městech.

### **Annotation**

This masters thesis studies the influence of species diversity of blooming flowers in the flower strips on the composition of pollinators community, which is visiting the flower strips. The flowers are blooming plentiful during the whole season and therefore they are providing resources for the functional groups of pollinators. Therefore these flower strips are helping to increase the biodiversity in cities.

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích, dne 8. prosince 2021

---

Alena Fišerová

### **Poděkování**

Ráda bych poděkovala mé školitelce paní docentce Janě Jersákové za ochotu, trpělivost a cenné rady při zpracování mé kvalifikační práce. Dále bych ráda poděkovala panu docentu Petru Šmilauerovi a Sophii Mennicken za pomoc s obtížnějšími analýzami. Také bych chtěla velice poděkovat svým rodičům za nikdy nekončící podporu, kterou mi dodávali během celého studia. Na konec bych chtěla z celého srdce poděkovat Luce, Stevenovi, Míše a Lad'ce, neboť mi všichni byli oporou v nejtěžších chvílích a vždy mi pomohli, když jsem to nejvíce potřebovala.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Biodiverzita ve městech</b> .....	<b>2</b>
2.1	<i>Zatravněné plochy</i> .....	2
2.2	<i>Intenzivně sečené trávniky</i> .....	2
2.3	<i>Extenzivní management trávníků</i> .....	3
2.4	<i>Květnaté pásy</i> .....	4
<b>3</b>	<b>Užitečnost pásů</b> .....	<b>5</b>
3.1	<i>Potrava, úkryt, rozmnožovací možnosti</i> .....	5
<b>4</b>	<b>Jiné formy podpory hmyzu ve městě</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Cíle práce</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Materiál a metody</b> .....	<b>7</b>
6.1	<i>Květnaté pásy v městském parku Stromovka</i> .....	7
6.1.1	<i>Založení květnatých pásů</i> .....	8
6.1.2	<i>Management</i> .....	8
6.2	<i>Sběr dat hmyz a rostliny</i> .....	8
6.3	<i>Sběr dat fenologie rostlin během sezóny</i> .....	9
6.4	<i>Vliv kosení rostlinných druhů</i> .....	10
6.5	<i>Původnost a výsev rostlinných druhů</i> .....	10
6.6	<i>Statistické analýzy</i> .....	11
<b>7</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>12</b>
7.1	<i>Opylovači na květnatých pásích</i> .....	12
7.2	<i>Denní motýli na květnatých pásích</i> .....	13
7.3	<i>Rozkvetlost rostlin během sezóny</i> .....	14
7.4	<i>Květní typy rostlinných druhů v jednotlivých pásích</i> .....	15
7.5	<i>Preference květních typů funkčními skupinami opylovačů</i> .....	16
7.6	<i>Interakční síť funkčních skupin opylovačů a kvetoucích rostlin</i> .....	17
7.7	<i>Vliv citlivosti ke kosení a původu rostlinných druhů na kvetení po seči</i> .....	19
<b>8</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>21</b>

<b>9</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>27</b>
<b>11</b>	<b>Přílohy.....</b>	<b>31</b>

## 1 Úvod

Urbanizace, která v průběhu posledních let narůstá na intenzitě, má za následek rapidní pokles biodiverzity. Samozřejmě není jediným faktorem, který má na biodiverzitu vliv, ale bohužel činnost člověka má neblahý vliv na přírodu kolem nás. Ve městech vzniká mnoho nových velice rozsáhlých staveb, jako jsou například nákupní centra, továrny či panelové domy, kterým musí příroda ustupovat. Jako kompenzaci lidé budují městské parky, zahrady či jinou okrasnou zeleň, která alespoň z části tyto ztráty kompenzuje. Sdružení pro záchranu prostředí – CALLA v posledních letech intenzivně pracuje na podpoře městské zeleně v Českých Budějovicích. Sdružení se snaží prosadit extenzivní seč trávníků nejen v městském parku Stromovka, ale také v dalších částech města, například podél chodníků. Díky této snaze se tomuto sdružení také povedlo prosadit založení květnatých pásů ve Stromovce. Na základě problematiky úbytku hmyzu a kvetoucích rostlin ve městech byly v této práci zkoumány právě tyto květnaté pásy. Jelikož je okolí těchto pásů a potažmo celý park intenzivně sečen, jsou tyto pásy jedním z mála míst, kde dostává hmyz příležitost k rozmnožování, hledání potravních zdrojů či úkrytu. Tyto pásy jsou jedním z mnoha pokusů o zvýšení diverzity opylovačů ve městech, podpory městské zeleně a celkového zvýšení městské biodiverzity. Nyní vyvstává otázka, zda je právě tento pokus užitečný a zda jsou tedy pásy dostatečnou formou podpory. Tato práce se zabývá počtem a skladbou opylovačů na květnatých pásích, dále také počtem rostlin, které se na pásích vyskytují, jejich kvetením a případnou nabídkou odměn pro opylovače během celé sezóny. Cílem této práce je navrhnout optimalizaci výsevne směsi pro pásy tak, aby byly tyto pásy co nejvíce atraktivní pro široké spektrum opylovačů a zároveň docházelo k co nejintenzivnějšímu kvetení pásů po celou sezónu.

## 2 Biodiverzita ve městech

Rozrůstání měst a intenzivní urbanizace jsou v posledních letech faktory, které mají jeden z největších vlivů na velký pokles biodiverzity (Fischer et al., 2018; Dylewski et al., 2020). Puppim de Olivera et al. (2011) uvádí, že více než 50 % lidí žije ve městech a tento fakt bohužel negativně ovlivňuje přírodu kolem měst. Okolí měst je buďto intenzivně využíváno jako zemědělská plocha, nebo je použito pro výstavbu nových komunikací, či je využito jako stavební plocha pro vznik nových obydlí či míst s novými pracovními příležitostmi, a to přispívá k další výrazné ztrátě biodiverzity. Avšak i přes tento negativní vliv urbanizace dochází ve městech k vytváření ploch se zelení, které mají velký potenciál k udržení městské biodiverzity – městské parky (Palliwoda et al., 2017; Fischer et al., 2018; Talal & Santelmann, 2019). Tyto plochy hostí mnoho druhů rostlin a živočichů, avšak problémem může být jejich druhové složení a intenzivní management. Ve městech se často setkáváme s velkým počtem nepůvodních druhů a druhy původní mohou být vytlačovány synantropními druhy, které jsou více či lépe adaptované na městské podmínky (Spotswood et al., 2021; Talal & Santelmann, 2019).

### 2.1 Zatravněné plochy

Všechny zelené plochy ve městech mají určitou hodnotu pro zachování diverzity rostlinných i živočišných druhů (Lepczyk et al., 2017). Heterogenita zeleně ve městech pomáhá zvýšit druhovou diverzitu, protože každý druh (jak rostlinný, tak živočišný) má jiné nároky na podmínky a je jinak tolerantní k různým disturbancím a změnám (Lepczyk et al., 2017; Palliwoda et al., 2017). Proto je důležité věnovat pozornost opravdu jakékoliv zelené ploše ve městě. Určitý potenciál lze najít opravdu všude, neboť každá plocha může být specifická podmínkami, které nabízí. Ať už se jedná o velikost, typ půdy, exponovanost vůči slunci či třeba o intenzitu sešlapu, každá zelená plocha nabízí nějaké podmínky, které zcela jistě využije nějaký hmyz. Pokud by těchto ploch bylo co nejvíce a nebyly intenzivně sečeny, diverzita druhů rostlin i hmyzu ve městech by zcela jistě stoupala.

### 2.2 Intenzivně sečené trávníky

Městské parky jsou poměrně rozsáhlé plochy bohaté na zeleň (trávníky, stromy, keře), které dávají příležitost k soužití lidem a ostatním živočichům. Bohužel právě tato zeleň je často pod velice intenzivním managementem, jelikož parky byly původně vytvářeny pro rekreační potřeby obyvatel měst a nikoliv pro zachování druhové diverzity (Dylewski et al., 2019). Bohužel právě intenzivní seč má za následek rapidní snižování počtu druhů kvetoucích rostlin a tím i skupin opylovačů.

Většina druhů rostlin není dobře adaptována na intenzivní seč a kvůli tomuto faktu dochází k vytlačování kvetoucích rostlin z trávníků druhy, které seč snáší velice dobře, příkladem jsou trávy (které však nenabízí odměny pro opylovače). Právě kvůli tomuto faktu jsou všechny intenzivně sečené plochy ve městě dominantním společenstvem trav, mezi kterými můžeme občas najít kvetoucí druhy rostlin vysoce tolerantních ke konkurenci trav a k sečení. Mezi tyto druhy lze zařadit sedmikrásku chudobku (*Bellis perennis*), černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*) nebo jetel plazivý (*Trifolium repens*). Bohužel počet druhů, které jsou schopné tolerovat intenzivní seč a konkurenci ostatních rostlin není zdaleka tak vysoký, aby dokázal přilákat dostatečné množství opylovačů a dalšího hmyzu do městské zeleně.

Intenzivní seč má za následek nejen snižování diverzity druhů rostlin a živočichů, ale také přispívá k horším klimatickým podmínkám (Barnes et al., 2018). Města jsou charakteristická svou vyšší teplotou oproti krajině kolem měst. Proto jsou města často nazývána jako tzv. „tepelné ostrovy“, protože oproti okolí je v nich teplota vyšší zhruba o 3 °C. V letním období, kdy teploty dosahují vysokých hodnot, by právě vegetace měla zajišťovat ochlazování, což bohužel při intenzivním sečení není zcela možné, protože vegetace nedokáže zadržet dostatek vody, který je pro ochlazování stěžejní.

### 2.3 Extenzivní management trávníků

Banaszak-Cibicka et al. (2018) uvádí, že je nutné upravit intenzitu sečení trávníků ve městech v době kvetení rostlin, protože právě tyto rostliny jsou nenahraditelným zdrojem potravy pro včely. Samozřejmě rostliny neslouží jako potravní zdroj jen pro včely, ale také pro ostatní opylovače. Čím více kvetoucích rostlin v městské zeleni bude, tím více opylovačů a ostatního hmyzu bude tuto zeleň navštěvovat.

Dalším důležitým aspektem je zvyšování počtu rostlinných druhů. Mnoho druhů kvetoucích rostlin není dobře adaptováno na intenzivní seč, proto by jim seč extenzivní dala novou příležitost k prosazení se mezi konkurenčními druhy, které na seč adaptované jsou. Otázkou však je, zda by nebylo nutné dodat do takových ploch nová semena kvetoucích rostlin, protože vlivem intenzivní seče mohlo dojít k úplnému vymizení těchto rostlin z trávníků.

Hmyz nehledá ve vyšší vegetaci pouze potravu a odměny v podobě kvetoucích rostlin, ale také úkryt či místo pro rozmnožování. Tento fakt je důležitým aspektem pro koloběh celého ekosystému, který ve vegetaci probíhá. Pokud se bude zvyšovat počet hmyzu ve vegetaci, vytvoří se tím nové potravní možnosti pro predátory a dojde ke zvýšení druhové bohatosti i u dalších skupin, jako jsou například ptáci či drobní savci.



## 2.4 Květnaté pásy

Opylovači jsou velice důležitou součástí diverzity hmyzu a jsou také důležití pro správnou funkci ekosystému, protože zajišťují opylování rostlin ve volné přírodě a také rostlin významných pro člověka (Garbuzov et al., 2015). Banaszak-Cibicka et al. (2018) uvádí, že zhruba 85 % kvetoucích rostlin je opylováno hmyzem a nejdůležitějšími opylovači jsou včely. Úbytek včel bude mít za následek nižší rostlinou diverzitu, která povede ke snižování diverzity dalších skupin opylovačů (Schmidt et al., 2019). Včelí abundance a druhová bohatost obecně souvisí s diverzitou vegetace, a proto je důležité vytvořit ve městech zelené plochy, které mohou zabránit jejich úbytku (Schmidt et al., 2019). Právě proto jsou květnaté pásy ideální možností na zvýšení diverzity opylovačů. Nejen že zajišťují vhodné podmínky pro opylovače a hmyz, ale mohou také pozitivně ovlivnit vnímání městské zeleně širokou veřejností. Mnoho lidí jistě ocení krásu rozkvetlých rostlin a množství hmyzu na těchto rostlinách také jistě nezůstane bez povšimnutí. Počet lidí, kteří chtějí nějakým způsobem pomoci přírodě ve městech narůstá, a právě pásy mohou být dobrou inspirací pro tuto skupinu lidí.

Při zakládání pásů je důležité myslet nejen na jejich atraktivnost, ale také funkci. K tomu je důležité vybrat vhodnou směs rostlin, která bude na pásy použita. Jednoleté a dvouleté rostliny by měly v květnatých pásích dominovat během prvního roku a jsou důležité pro potlačení nežádoucích rostlin (trav), které by jinak na obnažené půdě samovolně vyrostly (Schmidt et al., 2020). Po prvním roce dostanou příležitost vytrvalejší druhy kvetoucích rostlin, které by pak menší konkurenční tlak trav měly bez problému zvládnout.

Schmidt et al. (2020) ve své studii uvádí využití tří výsevných směsí pro květnaté pásy. První výsevná směs, která je běžně dostupná a nejvíce používaná, obsahuje šest nepůvodních jednoletých a dvouletých druhů rostlin a tři kultivované varianty přirozených vytrvalých rostlin. Druhá směs obsahuje sedm jednoletých a dvouletých rostlin jakožto kultivarů běžně kvetoucích rostlin, devět jednoletých a dvouletých původních druhů rostlin a devatenáct regionálních rostlin. Třetí směs obsahuje dvacet dva regionálních rostlin. Z výsledků této studie vyplývá, že třetí výsevná směs (jen s regionálními druhy) byla nejvíce efektivní během pěti a sedmi let. První výsevná směs (komerčně dostupná) dosáhla nejhorších výsledků. Většina rostlinných druhů společných pro první i druhou směs, vymizela již po několika letech. Bohužel komerční směsi, které nejsou vhodné, ale jsou snadno dostupné a levné, se používají pro zakládání květnatých pásů nejčastěji.

Scheper et al. (2015) zkoumal vliv květnatých pásů v krajině na početnost včel a čmeláků. Ve výsevné směsi byly použity rostliny, které kvetou uprostřed nebo ke konci sezóny (brutnák lékařský (*Borago officinalis*), chrpa luční (*Centaurea jacea*), fenykl obecný (*Foeniculum vulgare*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), prasetník kořenatý (*Hypochaeris radicata*), máchelka srstnatá (*Leontodon hispidus*), sléz lesní (*Malva sylvestris*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), pastinák setý (*Pastinaca sativa*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*)). Studie ukazuje, že pásy fungují na místech, kolem kterých není jiná bohatě kvetoucí vegetace. Pokud se vyskytují v oblasti, kde je dostatek jiných kvetoucích rostlin, jejich funkčnost není tak vysoká. Pro ohrožené druhy opylovačů je vhodné přidat do pásů druhy rostlin, na které se specializují (například rostliny z čeledí *Lamiaceae*, *Caprifoliaceae*, *Campulaceae*).

Klatt et al. (2020) zkoumal vliv květnatých pásů na kolonie čmeláků umístěné v různých vzdálenostech od pásů. Studie byla provedena na třinácti květnatých pásech, ve kterých bylo vyseto 12 druhů rostlin vhodných pro čmeláky. Studie ukazuje, že kolonie blíže k pásům rostly rychleji než ty, co byly ve větší vzdálenosti. Efektivnost pásů klesá kolem 600 m (rychlejší růst a reprodukce). Tyto pásy mají pozitivní vliv na kolonie nejen lokálně, ale také v rámci celé krajiny.

### 3 Užitečnost pásů

Složení rostlinných druhů, a tedy i nabídka odměn pro opylovače, je důležitým aspektem při zakládání pásů (Daniels et al., 2020). Čím více rostlinných druhů na pásu bude, tím větší bude nabídka odměn po celý rok a tím více opylovačů bude moci pásy navštěvovat. Vysoká návštěvnost pásů je hlavním důvodem jejich vzniku.

#### 3.1 Potrava, úkryt, rozmnožovací možnosti

Funkční znaky rostlin, definované jako polinační syndrom, mají vliv na návštěvnost daných rostlin určitým spektrem opylovačů (Daniels et al., 2020). Polinační syndrom je soubor květních znaků, mezi které spadá také odměna, které lákají určitou skupinu opylovačů (Fenster et al., 2004). Například včely jsou závislé na rostlinách, protože pro ně rostliny představují jediný možný zdroj potravy (Banaszak-Cibicka et al., 2018). Další skupiny opylovačů mohou být také závislé na určité skupině rostlin, a to kvůli specifčnosti tvaru květu, ze kterého se krmí. Další důležitou věcí je přítomnost druhů rostlin, které budou vhodné pro generalisty i specialisty.

Dalším podstatným aspektem je výška vegetace na pásech, která má vliv na rozkvetlost rostlin, která je jistě vyšší při extenzivní seči, jak je uvedeno výše. Další výhodou je také možnost úkrytu pro hmyz mezi vegetací před nejrůznějšími predátory. Predace byla na pásech pozorována například od křížáka pruhovaného (*Argiope bruennichi*) či od dalších zástupců stejného řádu (Bruggisser et al., 2012). Samozřejmě není vyloučena predace ani dalšími živočichy (ptáci, drobní savci), ačkoliv nebyla na pásech přímo pozorována.

Určité druhy opylovačů kladou svá vajíčka pouze na určité druhy rostlin, které pak slouží jako živná rostlina pro jejich larvy (Kolkman et al., 2021). Na pásech bylo pozorováno naklazení vajíček či přímo krmení larev na rostlinách. Proto je nutné na pásech zajistit co nejširší spektrum rostlin, aby byly vytvořeny co nejlepší podmínky pro co největší spektrum hmyzu. Dále pásy poskytují možnost v hledání partnera pro rozmnožování. Na mnoha květech bylo pozorováno množství jedinců, kteří si buďto vybírali partnera (zásnubní tance) nebo se přímo pářili.

## 4 Jiné formy podpory hmyzu ve městě

Banaszak-Cibicka et al. (2018) uvádí, že pokles počtu opylovačů může mít velice vážné ekologické i ekonomické následky. Úbytek opylovačů je spojen s úbytkem ploch, na kterých můžou opylovači žít, jak je uvedeno výše. Ideálním řešením je tedy znovu vytvořit takové plochy, které budou pro opylovače a hmyz vhodné. Kromě pásů je touto formou podpory extenzivní seč nejen velkých ploch (například v městských parcích), ale také ploch podél chodníků, kruhových objezdů či zahrad. Na zahradách lze také zajistit bezpečné nádoby s vodou, ze kterých může hmyz (a potažmo také další živočichové) přijímat vodu. Dále je možné zajistit vhodné prostředí pro rozmnožování dalšího hmyzu, například neodstraňováním mrtvého dřeva stromů či vytvořením hromádky větví a kamenů. Tyto věci mohou sloužit také jako úkryt.

## 5 Cíle práce

1. Zjistit, jak se druhové složení rostlin mění během sezóny.
2. Zjistit, jak se mění společenstvo opylovačů během sezóny.
3. Zjistit strukturu interakcí mezi funkčními skupinami opylovačů a rostlinami.
4. Zjistit, zda funkční skupiny opylovačů preferují určité květní typy.
5. Zjistit, zda má kosení, původnost druhů a vysetí rostlin vliv na regeneraci květů po seči.

Byly stanoveny následující hypotézy:

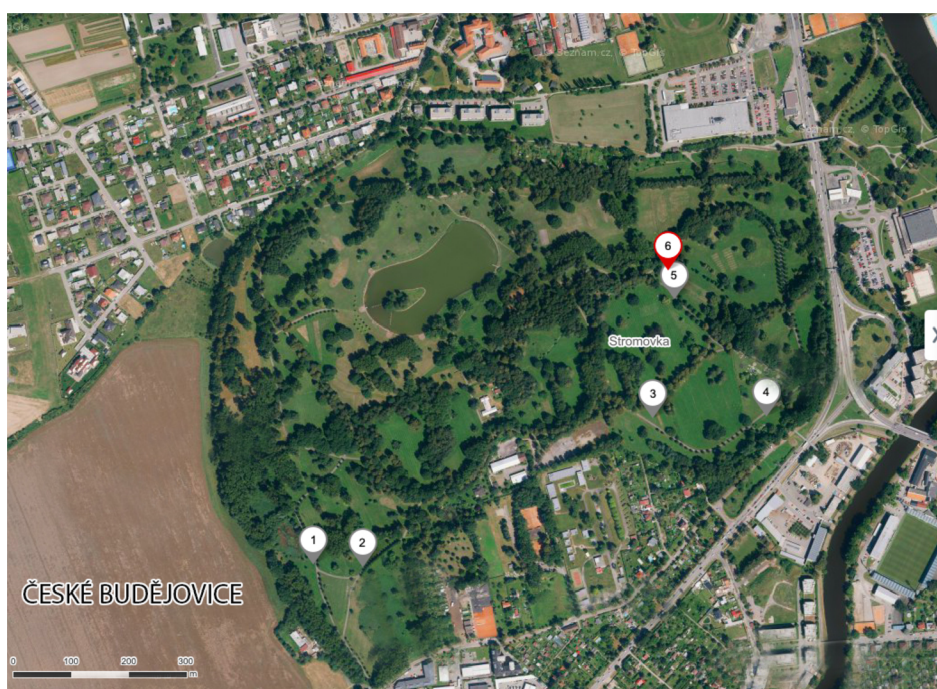
1. Druhové složení pásů poskytuje opylovačům zdroje pylu a nektaru po celou vegetační sezónu.
2. Společenstvo opylovačů se mění během sezóny v závislosti na druhovém složení kvetoucích rostlin.
3. Funkční skupiny opylovačů preferují určité květní typy.
4. Druhy rostlin tolerantní ke kosení budou schopné po seči opětovně vykvést s větší pravděpodobností, než druhy ke kosení citlivé.

## 6 Materiál a metody

Data byla sbírána v městském parku Stromovka v Českých Budějovicích ( $48^{\circ} 58' 12''$  N,  $014^{\circ} 27' 38''$  E) v letech 2020 a 2021.

### 6.1 Květnaté pásy v městském parku Stromovka

Květnatých pásů se ve Stromovce nachází celkem 6 a jsou rozmístěny po celém parku, vždy v blízkosti chodníku (viz Obrázek 1). Byly založeny v letech 2016 a 2017 (Kirmer et al., 2019). Vegetace na těchto pásech je převážně tvořena původními druhy české květeny (Kirmer et al., 2019) a není intenzivně sečena jako okolní vegetační plocha, která se v parku nachází. Vzhledem k okolí pásů, které je tvořeno chodníky či intenzivně sečenou travnatou plochou, není divu, že jsou pásy velice hojně navštěvovány nejen opylovači, ale také ostatním hmyzem. Návštěvnost vybraných skupin hmyzu a také druhové složení rostlin jsou pravidelně monitorovány odborníky z Pracovní skupiny ekologie obnovy (katedra botaniky PřF JU).



Obrázek 1: Umístění květnatých pásů v městském parku Stromovka. Zdroj: Mapy.cz

### 6.1.1 Založení květnatých pásů

Nejprve je nutné pokosit plochu, na které má pás vzniknout (Kirmer et al., 2019), v případě šesti monitorovaných pásů ve Stromovce se vždy jednalo o plochu 4x20 m<sup>2</sup>. Poté byla mechanicky narušena dosavadní vegetace a bylo nutné manuálně odstranit všechny drny s kořeny trav, aby se co nejvíce zamezilo konkurenci těchto trav a nových rostlinných druhů, které byly do pásů vysety (Kirmer et al., 2109). Výsevná směs, která byla použita, se skládá z celkem 43 druhů rostlin a jejich setí proběhlo ručně na podzim roku 2016 a na jaře roku 2017 (Kirmer et al., 2019). Směs semen rostlin byla smíchána s rozdrčenou kukuřicí, aby se zamezilo odnosu semen z pásu, výsevná hustota byla 0.75 g/m<sup>2</sup> (Kirmer et al., 2019). Kirmer et al. (2019) udává, že během prvního roku se uchytila více než polovina vysetých druhů a v druhém roce vyrostlo více než 90 % všech vysetých druhů.

### 6.1.2 Management

Kirmer et al. (2019) uvádí, že během prvního roku došlo celkem třikrát k seči pásů a to v červnu, srpnu a říjnu s tím, že po seči byla odstraněna veškerá posečená biomasa, další roky probíhá seč pouze v polovině června (sečena je pouze polovina pásu nebo dochází k mozaikovité seči) a v říjnu (celková seč pásu před zimou). Dále Kirmer et al. (2019) uvádí, že by první seč měla proběhnout v okamžiku, kdy vegetace dosahuje zhruba do výšky kolene – tento krok zamezí šíření konkurenčních druhů trav v pásu, protože trávy nejsou v této vegetativní části schopné seč tolerovat. Dalším krokem může být manuální odstranění rostlinných druhů, které na pásu nejsou vítány – trávy kvůli jejich silné kompetiční schopnosti nebo například kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) či šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*) kvůli jejich neatraktivnosti pro návštěvníky parku.

## 6.2 Sběr dat hmyz a rostliny

Data byla sbírána vždy po 14 dnech s ohledem na povětrnostní podmínky. Začátek sběru dat v první sezóně byl v dubnu 2020 a konec sběru dat byl v září 2020. Bohužel v sezóně 2021 nebylo možné sbírat tento typ dat, protože došlo k celkové seči pásů.

Každý pás byl sledován dvakrát v jeden den, vždy dopoledne a odpoledne v časovém rozmezí mezi 9:00 až 16:00. Pořadí pásů, ve kterém byly mapovány, bylo zvoleno vždy náhodně. Dalším důležitým aspektem byly povětrnostní podmínky. Ke sběru dat mohlo docházet pouze pokud bylo více než 15 °C, nefoukal vítr o síle větší než 5 m/s, bylo polojasno či jasno a nebylo po dešti. Samotné počítání bylo realizováno tak, že sběratel dat obcházel pás celkem 15 minut, tedy 7.5 minuty

každou stranu pásu. Sběratel se pohyboval pomalými kroky v těsné blízkosti pásu v jednom směru a zapisoval počet opylovačů viděných na rostlinách. Zapisování byli pouze ti opylovači, kteří skutečně opylovali daný květ (dotýkali se reprodukčních orgánů), nikoliv návštěvníci, kteří na květu například jen seděli.

Pro zápis opylovačů byly zvoleny funkční skupiny, do kterých byli jednotliví opylovači řazeni. Těchto funkčních skupin bylo celkem 11 a to jmenovitě včela medonosná, čmeláci, solitérní včely, mravenci, ostatní blanokřídlí, brouci, pestřenky, dlouhososky, ostatní mouchy, denní motýli a můry. Kategorie denních motýlů byla určována do druhu, docházelo tedy k odchytu motýlů, kteří skutečně opylovali na květnatých páslech, a k jejich následné determinaci. K odchytu denních motýlů i jiných opylovačů byla použita entomologická síťka a odchyt probíhal tak, aby nepoškodil vegetaci květnatých pásů.

### 6.3 Sběr dat fenologie rostlin během sezóny

Data byla sbírána vždy po 14 dnech a to za polojasného či jasného počasí a ne po dešti či za přítomnosti rosy. Sběr dat v sezóně 2020 začal v dubnu a skončil v září. V sezóně 2021 začal sběr dat v květnu a skočil v září s tím, že 2 sběry dat musely být vynechány kvůli celkovému pokosení pásů.

Sběr dat probíhal tak, že sběratel obcházel pás a zapisoval postupně počet jednotlivých květů do předem připravené tabulky se seznamem druhů přítomných v pásu. U druhů, které mají více malých květů formovaných do hustých květenství (například úbor) byly stanoveny tzv. květní jednotky, protože nebylo možné přesně spočítat počet rozkvetlých květů u všech právě kvetoucích rostlin. Květní jednotka byla definována jako celé květenství nebo jeho část, v rámci které se opylovač pohybuje bez přeletu, například úbor, hlávka, okolík, či postranní větve laty (Maia et al., 2019). U těchto druhů bylo vždy přesně spočítáno množství květů u dvaceti květních jednotek a poté dopočteno celkové množství květů v závislosti na počtu květních jednotek daného druhu. Mezi takové druhy patří například mrkev obecná (*Daucus carota*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), svízel bílý (*Galium album*) nebo pastinák setý (*Pastinaca sativa*). Seznam všech rostlinných druhů je uveden v příloze (viz Tabulka A).

Data o fenologii rostlin byla sloučena dohromady ze všech šesti pásů, a to kvůli velkým rozdílům v počtech květů a druhovém složení rostlin mezi jednotlivými pásy.

Dále byly hodnoceny znaky květů jednotlivých druhů. Tyto znaky byly získány z databáze BIOFLOR a jedná se o informace o typu květu podle Kuglera (1970) (viz Tabulka 1)

#### 6.4 Citlivost rostlinných druhů k seči

Pro rostlinné druhy, které byly posečeny v roce 2021 byla dohledána informace o jejich toleranci ke kosení. Tato informace byla získána z databáze BIOLFLOR a ke každé rostlině bylo přiřazeno číslo 1 – 3. Číslo 1 označuje druhy netolerantní k seči, číslo 2 označuje druhy částečně tolerující seč a číslo 3 označuje druhy vysoce tolerantní k seči.

Tabulka 1: Kategorie květních typů podle Kuglera.

Označení typu květu	Název typu květu
A	zvonkovitý
B	plochý s ukrytým nektarem
C	plochý s přístupným nektarem
D	bobovitý
E	úbor
F	velký trubkovitý
G	malý trubkovitý
H	pyskatý
I	s pylem
J	diskovitý
K	větrosnubný

#### 6.5 Původnost a výsev rostlinných druhů

U rostlinných druhů posečených v roce 2021 byla také dohledána informace o jejich původnosti. Tato informace byla rozdělena do dvou kategorií: původní, pro rostliny, které jsou původní v české květeně; a nepůvodní pro rostliny, které v české květeně původní nejsou. Tyto informace byly získány z databáze PLADIAS (viz Tabulka 2).

Dále byla zohledněna informace o vysetí druhů v pásích u rostlin, které byly posečeny v roce 2021. Byla rozdělena opět do dvou kategorií, a to druhy přítomné ve výsevné směsi („vyseté“) s označením 1, a druhy spontánně uchycené („nevseté“) s označením 0. Tato informace byla získána ze seznamu rostlin vysetých při založení pásů poskytnutého K. Řehouňkovou (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Počet vysetých (druhy rostlin, přítomné ve výsevné směsi), nevsetých (spontánně uchycené druhy rostlin), původních a nepůvodních druhů v jednotlivých pásích.

Číslo pásu	Počet druhů vysetých	Počet druhů nevsetých	Počet druhů původních	Počet druhů nepůvodních
1	8	14	14	8
2	22	17	36	3
3	23	20	37	6
4	23	16	36	3
5	21	18	32	7
6	31	26	47	10

## 6.6 Statistické analýzy

Výskyt funkčních skupin opylovačů byl zpracován pomocí částečné kanonické korespondenční analýzy (částečná CCA) v programu CANOCO. Pro tuto analýzu byla použita data s opylovači vyskytujícími se na rostlinách a byla rozdělena na čtyři období v sezóně 2020. Rostlinné druhy byly použity jako kovariáty, vysvětlující proměnnou byla období a proběhla logaritmická transformace dat. Statistická průkaznost modelu byla otestována Monte-Carlo permutačním testem s počtem permutací 999.

Pro analýzu rozkvetlosti rostlin během sezóny byla použita analýza hlavních komponent (PCA) v programu CANOCO. V této analýze byly použity data rozkvetlosti rostlinných druhů ze všech pásů dohromady, která byla rozdělena na sezóny 2020 a 2021. Jako vysvětlované proměnné byly použity rostlinné druhy a data byla logaritmicky transformována. Sezóna 2020 byla rozdělena na čtyři období (jaro, léto, pozdní léto a podzim). V každém období jsou sečteny data ze tří denních odečítání na pásech. Sezóna 2021 byla rozdělena pouze na tři období (jaro, léto, podzim), a to kvůli dvěma faktorům: prvním faktorem bylo chladné jaro, které mělo vliv na posun začátku kvetení rostlinných druhů na pásech; druhým faktorem byla celková seč pásů v polovině června, po které bylo nutné vyčkat na opětovné vykvetení rostlin.

Preference květních typů rostlin funkčními skupinami opylovačů byla analyzována pomocí redundanční analýzy (RDA) v programu CANOCO. Jako vysvětlované proměnné byly použity funkční skupiny opylovačů, jako vysvětlující proměnné byl použit typ květu a data byla logaritmicky transformována. Pro tuto analýzu byla použita data s opylovači vyskytujícími se na rostlinách doplněná o květní typy těchto rostlin. Statistická průkaznost modelu byla testována Monte-Carlo permutačním testem s počtem permutací 499.

Dále byla tato data vizualizována v podobě interakční sítě funkčních skupin opylovačů a kvetoucích rostlin. Vznikla interakční síť vytvořená pomocí modulu bipartite v programu R, použita byla funkce *plotweb* pro vizualizaci spojení a funkce *visweb* pro vizualizaci interakční matice. S vizualizací sítě pomohla S. Mennicken.

Vyhodnocení citlivosti rostlin k seči a původnosti druhů na kvetení rostlin po seči proběhlo pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu v programu R. Pro tuto analýzu byla použita data s rozkvetlostí rostlinných druhů, které byly schopné vykvést po seči. K těmto rostlinným druhům byl přiřazen vliv kosení (kategorie 1, 2, 3), informace o původnosti druhů (původní – 1, nepůvodní 0) a informace o přítomnosti druhů ve výsevné směsi (vyseté – 1, nevyseté – 0). Z této analýzy byly

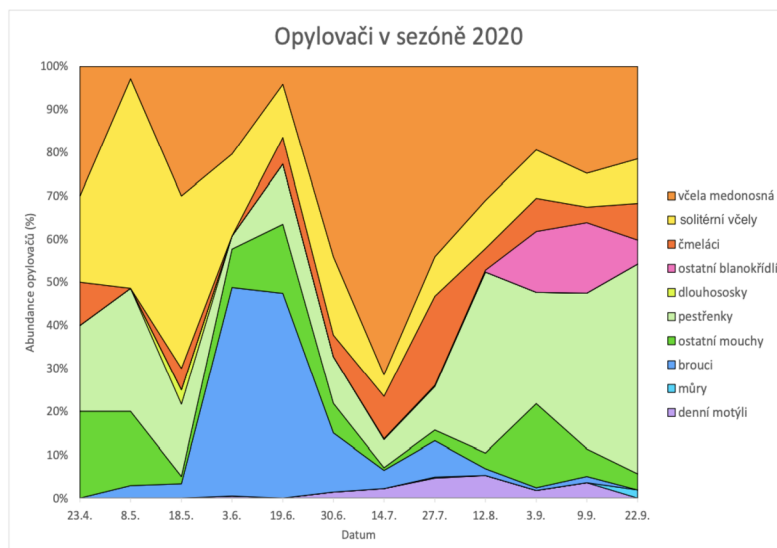


vyřazeny rostlinné druhy, u kterých v databázi BIOLFLOR chyběla informace o toleranci seči: řebříček obecný (*Achillea millefolium*), měrnice černá (*Ballota nigra*), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), kuklík městský (*Geum urbanum*), srdečník obecný (*Leonurus cardiaca*), smolička obecná (*Lychnis viscaria*), sléz lesní (*Malva sylvestris*), mochna plazivá (*Potentilla reptans*), rýt žlutý (*Reseda lutea*), silenka širolistá bílá (*Silene latifolia* supsp. *alba*), mléč rolí (*Sonchus arvensis*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), rozrazil perský (*Veronica persica*) a rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*).

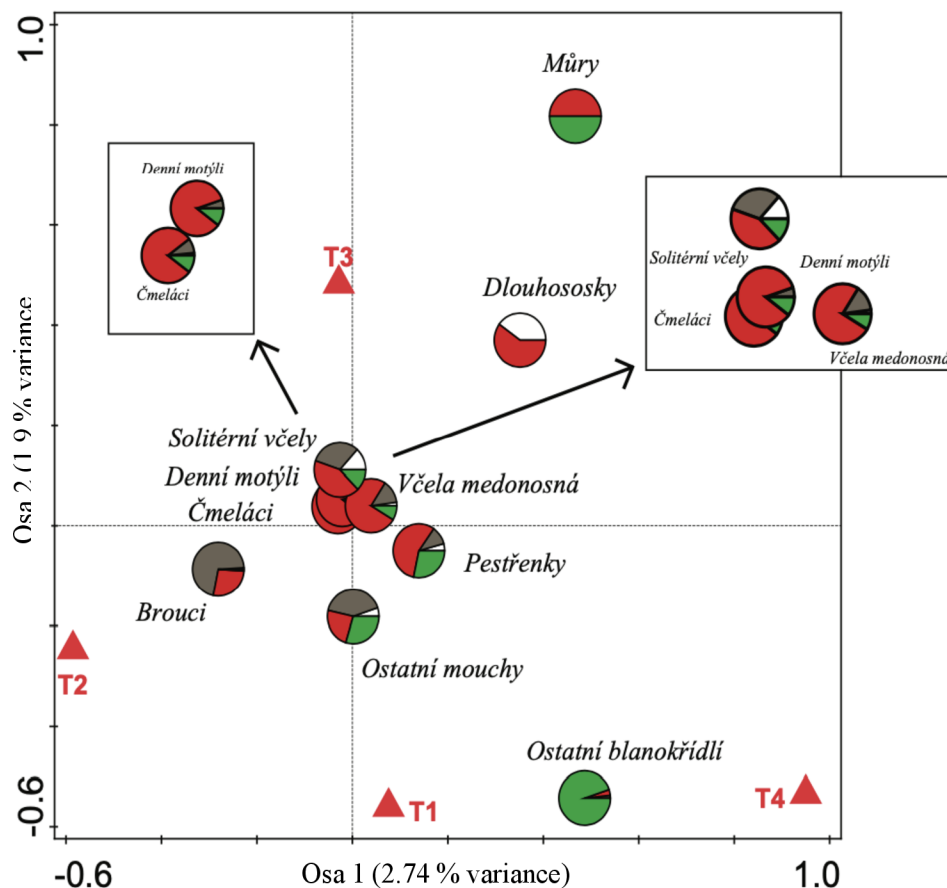
## 7 Výsledky

### 7.1 Změny ve složení opylovačů na pásech během sezóny 2020

Opylovači se na květnatých pásech vyskytovali po celou sezónu 2020 (viz Graf 1 a 2). Na jaře byly hlavní skupinou solitérní včely, které byly přítomné i po zbytek sezóny, ale ne v tak hojném počtu. V létě byly hlavní skupinou brouci, kteří se však na jaře a v pozdějším létě vyskytovali ve výrazně menších počtech, a na podzim již jen v nízkých počtech. Pestřenky byly hlavní podzimní skupinou opylovačů, spolu s ostatními blanokřídlými, ačkoliv výskyt pestřenek byl vyšší také na jaře. Včela medonosná se vyskytovala na pásech po celou sezónu v hojných počtech. Čmeláci se vyskytovali ve zhruba stejných počtech během celé sezóny. Ostatní mouchy měly vyšší výskyt na jaře a na podzim, ale v méně hojném počtu se vyskytovali i přes zbytek sezóny. Dlouhososky opylovaly na pásech v jarním období a ve velice malém počtu. Denní motýli byli na pásech přítomni hlavně v pozdějším létě a na podzim, bohužel ne v hojných počtech. Múry se objevily až na konci sezóny a to ve velice malém počtu. Mravenci byli na pásech přítomni, avšak nebyl zaznamenán případ, kdy by prokazatelně opylovali některou z rozkvetlých rostlin.



Graf 1: Relativní četnost funkčních skupin opylovačů na květnatých pásech během sezóny 2020.



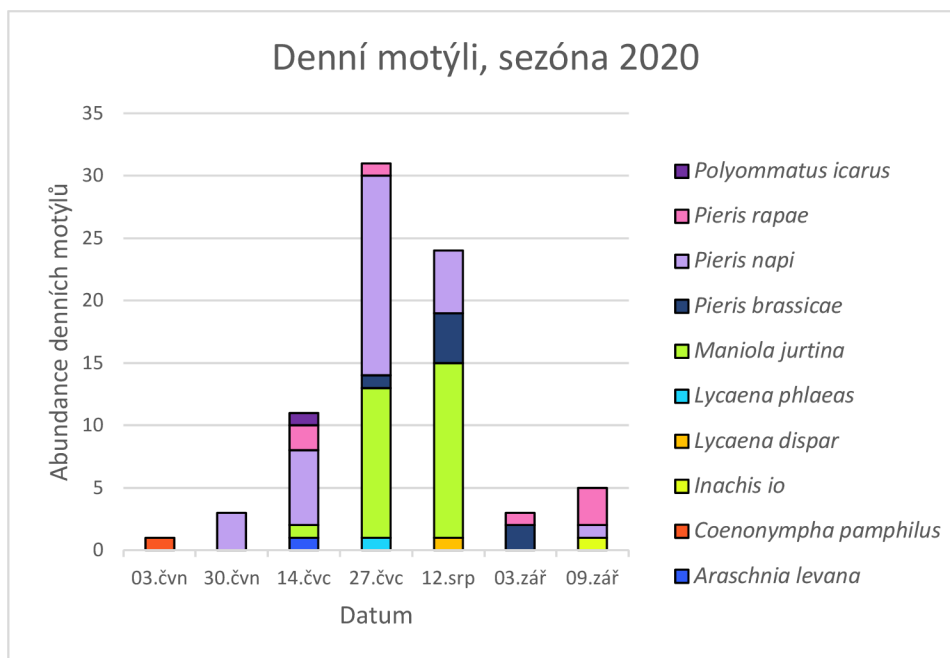
Graf 2: Četnost interakcí opylovačů s rostlinami v závislosti na období během sezóny 2020 rozdělené do čtyř částí. T1 = bílá barva - jaro, T2 = šedá barva - léto, T3 = červená barva - pozdní léto, T4 = zelená barva - podzim.

Graf 2 znázorňuje statisticky průkazné rozdíly v četnosti interakcí opylovačů s rostlinami v závislosti na čtyřech obdobích během sezóny 2020 (MCPT:  $p = 0.001$ ). Včela medonosná, solitérní včely, pestřenky a ostatní mouchy se vyskytovaly během celé sezóny. Denní motýli a čmeláci se vyskytovali v menším počtu v létě a na podzim a ve vyšším počtu v pozdním létě. Brouci měli hlavní výskyt v létě a přítomni byli také v pozdním létě. Dlouhososky se vyskytovaly hlavně v pozdním létě a na jaře. Můry opylovaly v pozdním létě a na podzim. Ostatní blanokřídlí opylovali hlavně na podzim a v malém počtu také v pozdním létě. Celkově tento graf ukazuje, že nejvyšší návštěvnost rostlin opylovači byla v pozdním létě.

## 7.2 Denní motýli na květnatých pásech

Výskyt druhů denních motýlů na pásech znázorňuje graf 3. Celkem bylo pozorováno deset druhů denních motýlů. Nejpočetnějším druhem, pozorovaným na pásech, byl bělásek řepkový (*Pieris napi*). Vyskytoval se v hojných počtech v červnu, červenci a srpnu, v září byl zaznamenán pouze jeden jedinec. Druhým nejhojnějším druhem byl okáč luční (*Maniola jurtina*), jehož výskyt byl zaznamenán v červenci a srpnu

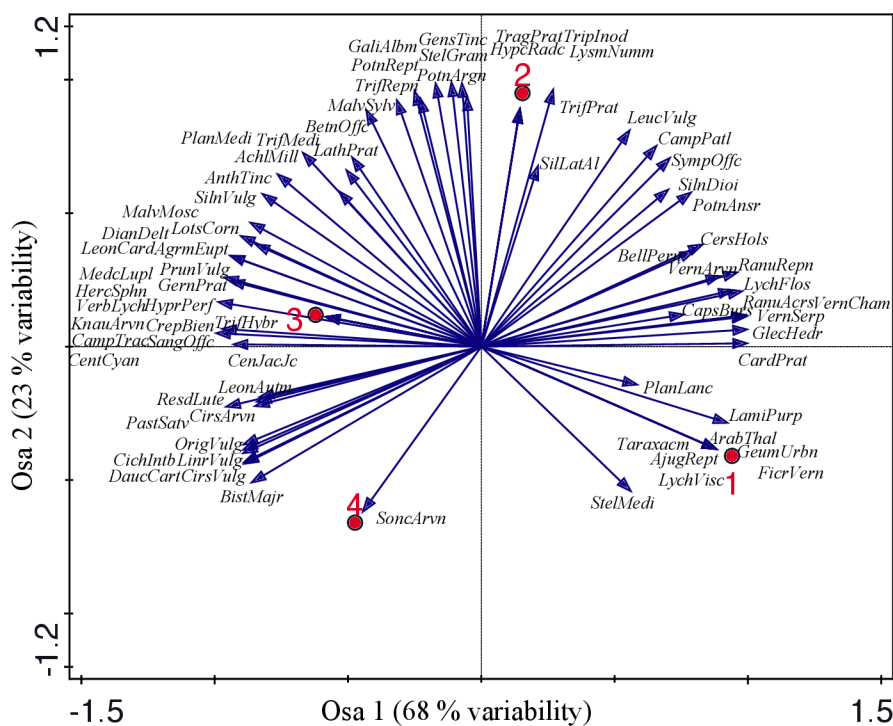
ve vyšších počtech. Na pásech se také vyskytoval ohniváček černočárny (*Lycaena dispar*), který se řadí mezi silně ohrožené druhy.



Graf 3: Výskyt denních motýlů v sezóně 2020.

### 7.3 Rozkvetlost rostlin během sezóny

Rozkvetlost rostlin během 4 období sezóny 2020 je znázorněna v grafu 4. Graf znázorňuje, že rostlinné druhy kvetly během celé sezóny a každé období má jeden nebo několik druhů, které jsou pro toto období typické a jejich šipka, vyjadřující abundanci květů, směřuje do daného období. Rostlinné druhy kvetly bohatě přes celou sezónu a nabízely odměnu pro opylovače po celou dobu jejich kvetení.

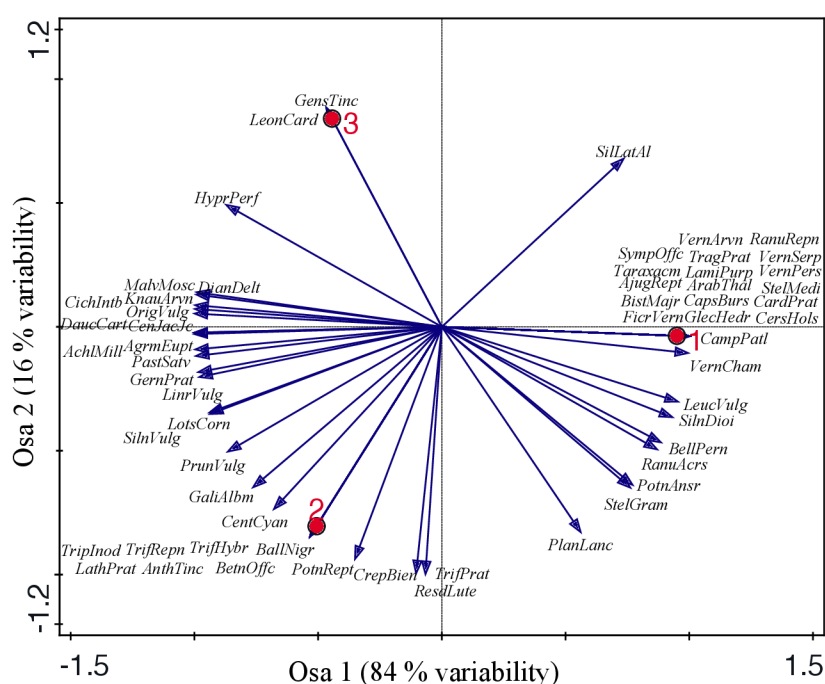


Graf 4: Rozkvetlost rostlin během sezóny 2020. 1 - jarní období, 2 - letní období, 3 - období pozdního léta, 4 - podzimní období.

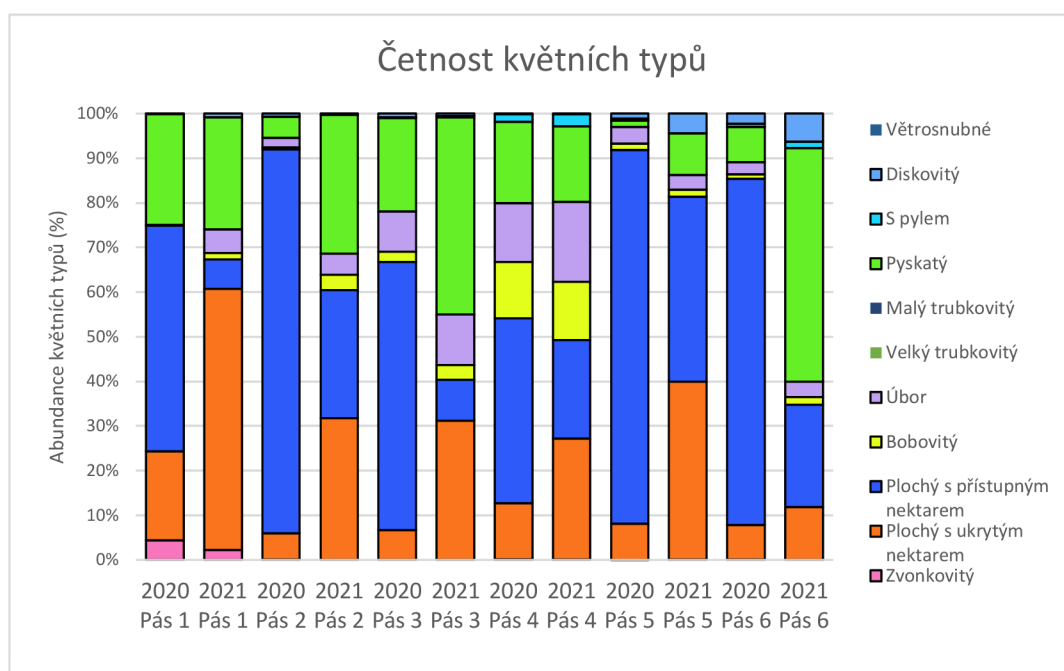
Rozkvetlost rostlin během sezóny 2021 je znázorněna v grafu 5. Tato sezóna byla rozdělena pouze na 3 období, protože vlivem chladného jara a celkové seči pásů v průběhu sezóny nebylo možné pásy mapovat se stejným počtem sběrů dat jako v sezóně 2020. I v této sezóně kvetly druhy rostlin po celou sezónu a nabízely tak dostatek odměn pro opylovače. U každého období je vidět, který rostlinný druh byl typický. Druhové složení u jednotlivých období se oproti roku 2020 změnilo. Silenka širolistá bílá (*Silene latifolia* subsp. *alba*) kvetla během celé sezóny, proto je její šipka umístěna mezi obdobími 1 a 3.

#### 7.4 Květní typy rostlinných druhů v jednotlivých pásích

V každé sezóně bylo na pásích přítomno celkem osm květních typů. Počet jednotlivých květních typů v jednotlivých pásích v obou sezónách je znázorněn v grafu 6. Nejpočetnějším květním typem je plochý květ se snadno přístupným nektarem, který byl v obou sezónách přítomen ve všech pásích. Ve všech pásích byl také přítomen pyskatý typ květu a plochý typ květu s ukrytým nektarem. Úbor se vyskytoval ve všech pásích, kromě pásu číslo jedna v sezóně 2020. Bobovitý květní typ se vyskytoval ve všech pásích, pouze v pásu číslo jedna a číslo dva nebyl přítomen v sezóně 2020. Ostatní květní typy se vyskytovaly s menší intenzitou, jako zvonkovitý typ v pásu jedna nebo pyskatý typ v pásu čtyři nebo diskovitý typ na pásích pět a šest. Malý trubkovitý typ, velký trubkovitý typ a větrosrubné rostliny nebyly na pásích přítomny.



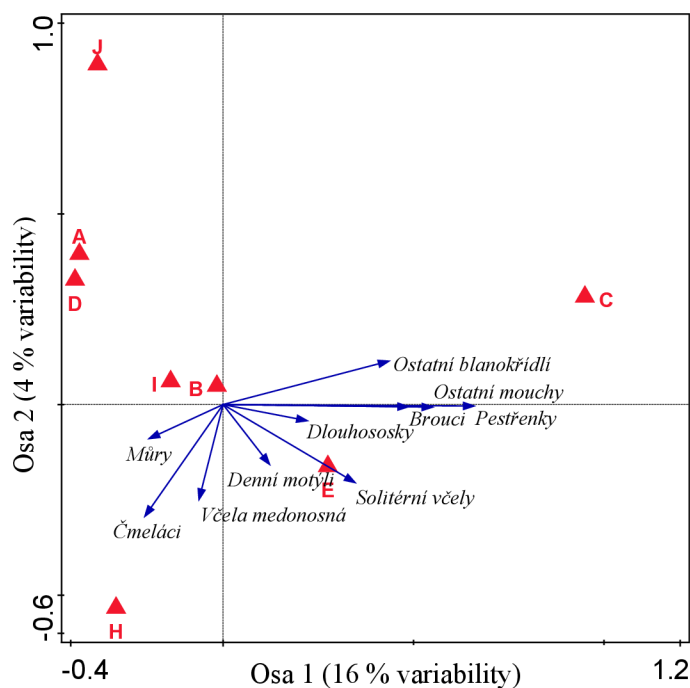
Graf 5: Rozkvetlost rostlin během sezóny 2021. 1 – jarní období, 2 – letní období, 3 – podzimní období.



Graf 6: Četnost květních typů kvetoucích rostlin v jednotlivých pásech v sezónách 2020 a 2021.

### 7.5 Preference květních typů funkčními skupinami opylovačů

Preferenci květních typů funkčními skupinami opylovačů znázorňuje graf 7. Funkční skupiny opylovačů byly signifikantně vázány k určitým květním typům (MCPT:  $p = 0.036$ ). Čmeláci a včela medonosná preferují pyskatý květní typ (H). Solitérní včely preferují úbor (E). Ostatní blanokřídlí preferují plochý květní typ s přístupným nektarem (C). Ostatní mouchy, brouci a pestřenky preferují spíše plochý květní typ s přístupným nektarem (C), ale mohou se vyskytovat také na rostlinách s úborem (E). Dlouhososky navštěvují spíše rostliny s úborem (E), ale mohou opylovat také plochý květní typ s přístupným nektarem (C). Můry neukazují přímou preferenci určitého květního typu. Plochý květní typ s ukrytým nektarem (B), květní typ s pylem (I), bobovitý květní typ (D), zvonkovitý květní typ (A) a diskovitý květní typ (J) není přímo preferován žádnou z funkčních skupin opylovačů.



Graf 7: Preference květních typů funkčními skupinami opylovačů. A - zvonkovitý, B – plochý s ukrytým nektarem, C – plochý s přístupným nektarem, D - bobovitý, E - úbor, H - pyskatý, I - s pylem, J - diskovitý.

## 7.6 Interakční síť funkčních skupin opylovačů a kvetoucích rostlin

Interakční síť zobrazuje interakce rozkvetlých rostlin s funkčními skupinami opylovačů (viz Obrázek 2). Šířka jednotlivých spojení reprezentuje intenzitu návštěv rostlin opylovači. Barevné rozlišení názvů rostlin dělí rostliny podle květního typu (viz Tabulka B).

Nejvíce zastoupenou funkční skupinou opylovačů byla včela medonosná, dalšími výraznými skupinami byli pestřenky, brouci a solitérní včely. Z rostlin byla nejvíce navštěvována mrkev obecná (*Daucus carota*), dále také kakost luční (*Geranium pratense*), sléz pižmový (*Malva moschata*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), chrpa luční (*Centaurea jacea*), kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*), srdečník obecný (*Leomurus cardiaca*) a dobromysl obecná (*Origanum vulgare*).

Hlavní interakce včely medonosné byly s kakostem lučním (*Geranium pratense*), slézem pižmovým (*Malva moschata*), chrpou luční (*Centaurea jacea*), srdečníkem obecným (*Leomurus cardiaca*) a dobromyslí obecnou (*Origanum vulgare*). Preferuje tedy hlavně rostliny s plochým květním typem s ukrytým nektarem, úborem a pyskatým květním typem.

U solitérních včel probíhaly hlavní interakce s mrkví obecnou (*Daucus carota*), řebříčkem obecným (*Achillea millefolium*), slézem pižmovým (*Malva moschata*) a chrpou luční (*Centaurea jacea*). Celkově solitérní včely opylovaly

mnoho dalších rostlinných druhů napříč prakticky všemi květními typy, které na pásech byly přítomny, avšak s daleko menší intenzitou.

Hlavními rostlinnými druhy, které byly navštěvovány čmeláky, jsou srdečník obecný (*Leonurus cardiaca*), chrpa luční (*Centaurea jacea*) a dobromysl obecná (*Origanum vulgare*). Celkově opylovali hlavně rostlinné druhy s plochými květy s ukrytým nektarem, úborem či pyskaté květy. Čmeláci navštěvovali menší množství rostlinných druhů s vyšší intenzitou.

Skupina ostatních blanokřídlých opylovala hlavně mrkev obecnou (*Daucus carota*), ale byla zaznamenána interakce také s pastinákem setým (*Pastinaca sativa*) a řebříčkem obecným (*Achillea millefolium*). Preferují tedy hlavně plochý květní typ s přístupným nektarem.

Pestřenky opylovaly hlavně mrkev obecnou (*Daucus carota*). Více interagovaly také se svízelem bílým (*Galium album*), řebříčkem obecným (*Achillea millefolium*) a kopretinou bílou (*Leucanthemum vulgare*). Největší počet interakcí měly pestřenky s plochým květním typem s přístupným nektarem a úborem. Celkově opylovaly více druhů rostlin s různými květními typy, kromě bobovitého a zvonkovitého typu.

Dlouhososky interagovaly pouze se svízelem bílým (*Galium album*) a rozrazillem rezekvítkem (*Veronica chamaedrys*). Opylovaly tedy plochý květní typ s přístupným nektarem a pyskatý květní typ. Celkově měla tato funkční skupina nejméně interakcí se všech skupin opylovačů.

Skupina ostatních much opylovala hlavně mrkev obecnou (*Daucus carota*), svízel bílý (*Galium album*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*) a kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*). Preferovaly tedy hlavně plochý květní typ s přístupným nektarem a úbor. Celkově však interagovaly se všemi typy, kromě bobovitého květního typu.

Brouci interagovali hlavně s kopretinou bílou (*Leucanthemum vulgare*), řebříčkem obecným (*Achillea millefolium*), chrpou luční (*Centaurea jacea*) a mrkví obecnou (*Daucus carota*). Hlavním preferovaným květním typem byl úbor, ale opylovali také plochý květní typ s přístupným nektarem a plochý květní typ s ukrytým nektarem.

Skupina denních motýlů opylovala hlavně dobromysl obecnou (*Origanum vulgare*) a chrpu luční (*Centaurea jacea*). Preferovanými květními typy byly pyskatý typ a úbor, ale opylovali také plochý květní typ s ukrytým i přístupným nektarem.

Můry interagovaly pouze se třemi rostlinnými druhy, kterými byly mléč zelinný (*Sonchus oleraceus*), kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*) a pastinák setý (*Pastinaca sativa*). Preferovaly tedy úbor a plochý květní typ s přístupným nektarem.

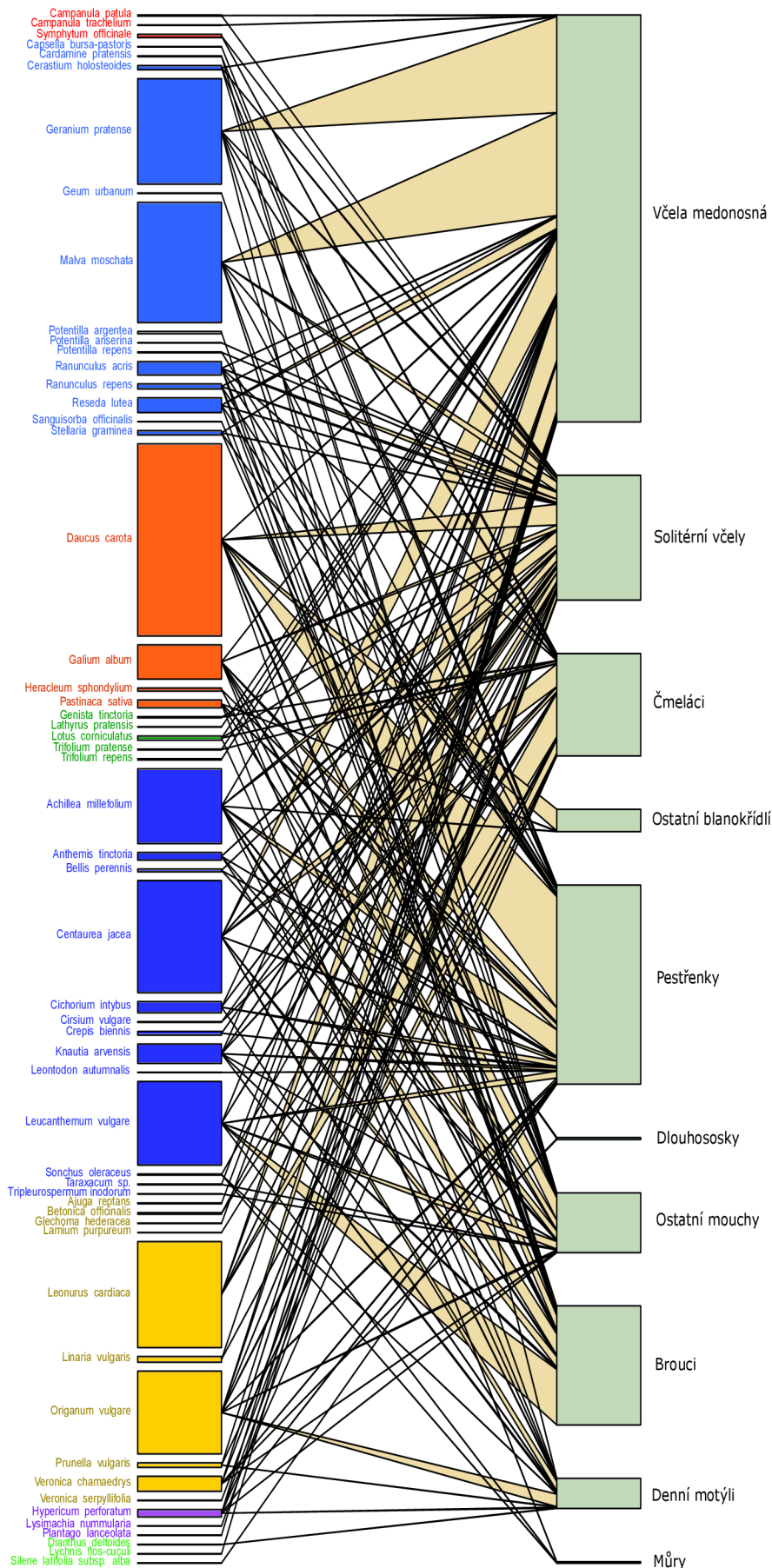
#### 7.7 Vliv citlivosti ke kosení a původu rostlinných druhů na kvetení po seči

Citlivost ke kosení průkazně ovlivnila opětovné vykvetení rostlinných druhů (K-W test:  $p = 0.003$ ). Druhy rostlin, které jsou na seč velmi citlivé na pásech znovu nevykvetly. Druhy rostlin, které seč tolerují alespoň částečně byly schopné po seči znovu vykvést, ale ne stejně hojně, jako kdyby posečené nebyly. Rostlinné druhy tolerující seč byly schopné po seči znovu vykvést, avšak doba jejich kvetení se posunula vzhledem k času nutnému pro regeneraci celé rostliny.

Původnost rostlin neměla vliv na jejich opětovné vykvetení po seči (K-W test:  $p = 0.725$ ).

Přítomnost druhů rostlin v semenné směsi květnatých pásů měla vliv na jejich vykvetení po seči (K-W test:  $p < 0.001$ ). Vyseté rostliny vykvetly po seči s větší pravděpodobností než ty, které se na pásech uchytily spontánně.





Obrázek 2: Interakční síť funkčních skupin opylovačů a kvetoucích rostlin. Červená barva značí zvonkovitý květní typ (A), námořnický modrá barva značí plochý květní typ s ukrytým nektarem (B), oranžová barva reprezentuje plochý květní typ s přístupným nektarem (C), tmavě zelená barva značí bobovitý květní typ (D), tmavě modrá barva reprezentuje úbor (E), žlutá barva značí pyskatý květní typ (H), fialová barva reprezentuje květní typ s pylém (I) a světle zelená barva reprezentuje diskovitý květní typ (J).

## 8 Diskuze

V této práci byl zkoumán vliv druhového složení kvetoucích rostlin na květnatých pásech ve městě na skladbu funkčních skupin opylovačů, kteří tyto pásy navštěvují. Složení kvetoucích rostlinných druhů se dynamicky měnilo po celou sezónu tak, že na pásech bylo vždy dostatečné množství květů, které nabízely odměny pro široké spektrum opylovačů. Díky druhové rozmanitosti rostlin byly na pásech zastoupené různé květní typy, a tím byla zajištěna možnost získání odměn z květů pro rozmanité funkční skupiny opylovačů.

Většina funkčních skupin opylovačů byla přítomna na pásech po celou sezónu. Zastoupení většiny z nich bylo velice hojné, bohužel u funkčních skupin dlouhososky a můry bylo zaznamenáno jen pár jedinců. Výskyt můr jakožto opylovačů na pásech byl velice nízký. Důvodů může být několik. Druhové společenstvo rostlin na květnatých pásech je teoreticky uzpůsobeno spíše pro denní opylovače, takže je možné, že na pásech nebylo dost druhů rostlin, které by z hlediska květních znaků odpovídaly požadavkům můr. Několik druhů se na pásech však vyskytovalo (např. silenka široolistá bílá (*Silene latifolia* subsp. *alba*)) a kvetly zhruba v průběhu celé sezóny. Další myšlenka směřuje k nedostatku nasbíraných dat o této skupině, jelikož opylovači byli počítáni pouze přes den, nikoliv v podvečerních či večerních hodinách, kdy je hlavní doba jejich aktivity. Tato myšlenka může být předmětem dalšího výzkumu, který by bylo možné na pásech provádět.

Počet druhů denních motýlů na pásech byl poměrně vysoký, avšak počty jedinců příliš vysoké nebyly. Většina druhů, které se na pásech vyskytovaly, byly běžné druhy, až na ohniváčka černočárného (*Lycaena dispar*), který se řadí mezi silně ohrožené druhy. Tento nález ukazuje, že i v městském prostředí můžeme najít druhy, které nejsou úplně běžné, a tedy že i městská zeleň může přispět k podpoře ohrožených druhů. Motýli potřebují nejen rostliny, na kterých se mohou krmit, ale také živné rostliny pro larvy (Dylewski et al., 2019). Mnoho druhů motýlů je vázáno na specifický druh rostliny (jak dospělec, tak larva) (Dylewski et al., 2019). Například právě ohniváček černočárný (*Lycaena dispar*) využívá jako živné rostliny širokolisté šťovíky (*Rumex* spp.) (Hanč et al., 2019). Tento fakt by měl být jedním z aspektů při výběru vhodné výsevné směsi, neboť většina směsí pro květnaté pásy běžně dostupných na trhu je zaměřena pouze na složení rostlin kvetoucích, nikoliv však živných. Výskyt bělásky řepového (*Pieris rapae*) byl významný v červenci a září. Denní motýli obecně mají během sezóny více generací dospělců. Hanč et al.

(2019) uvádí, že tento druh běláška má dvě až tři generace ročně, proto se na pásech hojně vyskytoval právě v těchto měsících.

Vliv květnatých pásů na opylovače může záviset na heterogenitě jejich okolí. Příkladem je větší efekt na včely, pokud mohou v okolí pásů hnízdit, zatímco na jiné skupiny opylovačů (například pestřenky) okolní krajina vliv nemá (Herbertsson et al., 2018). Zakládání květnatých pásů může tedy pomáhat nejen ve městě, ale také v zemědělské krajině (Hatt et al., 2017), kde pásy dobře plní svou funkci právě kvůli tomu, že se v jejich okolí nenachází jiné plochy s kvetoucími rostlinami a opylovači spolu s dalším hmyzem využívají všechny výhody těchto pásů. Pestřenky profitují z vysoké nabídky nektaru a pylu, která je na pásech zajištěna a zároveň pro ně velikost pásů nemá vliv na jejich návštěvnost (Haenke et al., 2009). Pokud se tedy jedná o tuto skupinu opylovačů, je pro ně vhodný jakýkoliv typ květnatého pásu s tou výhodou, že se jejich abundance zvyšuje s větší plochou orné půdy kolem pásů (Haenke et al., 2009).

Dylewski et al. (2019) uvádí, že dvěma důležitými faktory, které měly pozitivní vliv na výskyt opylovačů, jsou druhová bohatost rostlin a výška rostlin. Druhová bohatost přiláká vyšší množství opylovačů, neboť různé skupiny opylovačů preferují jiné květní typy. Proto je důležité, aby ve výsevne směsi bylo obsaženo co nejvíce rostlinných druhů z různých čeledí. Výška rostlin může být důležitá hned z několika důvodů. Prvním důvodem je možnost úkrytu pro hmyz. Létající hmyz se jen velice těžko schová v nízké vegetaci intenzivně sečených trávníků, proto preferuje vyšší vegetaci, ve které si může vybrat výšku, ve které usedne na určitou rostlinnou část. Hmyz, který aktivně nelétá, ocení vyšší vegetaci, protože zajišťuje větší plochu, po které se může bezpečně pohybovat a zároveň taková plocha nabízí více potravních možností. V neposlední řadě vyšší vegetace poskytuje možnost naklazení vajíček a výživy pro budoucí larvy. Některé skupiny hmyzu podporované pásy nemusí být jen opylovači, ale mohou být také predátory (Hatt et al., 2017). Květnaté pásy poskytují mimo jiné také možnou kořist a hostitele pro hmyzí parazitoidy a predátory (Hatt et al., 2017), například zástupci řádu pavouků (*Araneae*), kterým se otvírá mnoho nových míst pro natažení sítí a lov hmyzu, který se pohybuje přímo ve vysoké vegetaci. Abundance a bohatost květin v pásech není spjata s výskytem predátorů, kteří také navštěvují rozkvetlé rostliny, pouze u sluněček (*Coccinellidae*) se tento vztah potvrdil, protože se také živí pylem (Hatt et al., 2017).

Rozkvetlost rostlin během sezóny byla velice bohatá, rostliny kvetly intenzivně a v každém období se vyskytovalo několik dominantních druhů.

V sezóně 2021 bylo kvetení rostlin ovlivněno chladným jarem, kvůli kterému se posunul začátek jejich kvetení o necelé dva týdny oproti sezóně předešlé. Poté došlo v polovině června k celkové seči pásů a několik týdnů trvalo, než se vegetace na pásech obnovila a začala opět kvést. K této obnově mohl pozitivně přispět poměrně bohatý srážkový úhrn během celé sezóny, který byl o poznání bohatší, než srážkový úhrn v sezóně 2020. Druhové složení jako takové se mezi oběma sezónami příliš neliší, avšak stejné druhy kvetly v každém roce v jiné části sezóny. I přes tyto dva vlivy bylo na pásech stále vysoké množství kvetoucích rostlin, které byly schopné nabízet dostatek odměn pro opylovače.

Výsevná směs by měla nabízet odměny pro opylovače po celou vegetační sezónu, proto je vhodné zvolit do směsi druhy, které kvetou ve všech fázích vegetační sezóny, mají dlouhou dobu kvetení a zvládnou odolávat různým podmínkám, jako je například sucho, přímé slunce, seč či jiné mechanické poškození. Ve směsi je důležité mít druhy, které budou vyhovovat jak generalistům, tak specialistům, protože ne každý opylovač je schopen získávat odměnu ze všech květů. Tento fakt závisí na ústním ústrojí opylovačů, protože každá skupina má jinak specializované ústní ústrojí právě podle květního typu. Například některé pestřenky mají krátké ústní ústrojí, proto preferují rostliny s mělkými květy (Hatt et al., 2017). Pomocí rostlinných druhů je možné manipulovat s funkční diverzitou pásů, avšak tato diverzita bývá často nižší, než je očekáváno, kvůli neuchycení všech druhů (Uyttenbroeck et al., 2015). Proto je vhodné pásy monitorovat delší dobu a výsevnou směs upravit dle potřeb opylovačů. Vyšší funkční diverzita vede ke zvýšení biodiverzity, a to vede ke zvýšení ekosystémových služeb (Uyttenbroeck et al., 2015).

Variabilita květních typů podporuje funkční skupiny opylovačů tak, že podporuje více funkčních skupin a snižuje se tak konkurence o zdroje. Nejnavštěvovanějším typem byl plochý typ květu s přístupným nektarem, který byl přítomen ve všech pásech. Z tohoto typu květu získávají odměny hlavně generalisté s krátkým ústním ústrojím. Zároveň bylo na pásech dostatek rostlin s květními typy vhodnými spíše pro specialisty, například pyskatý typ, a to zajišťovalo vyvážené možnosti pro získávání odměn pro všechny přítomné funkční skupiny opylovačů. Daniels et al. (2020) uvádí, že větší hustota polinačních syndromů je výhodná pro opylovače s větším areálem pro sběr potravy (například včela medonosná). Květní typy rostlin, které nejsou přímo preferované opylovači, mohou být také navštěvovány, jen ne s takovou intenzitou, jak je znázorněno v interakční síti (viz Obrázek 2). I méně preferované druhy však mohou být důležitou složkou výsevných

směsí, neboť mohou představovat novou potravní příležitost pro druhy opylovačů, kteří se na pásích ještě nevyskytli nebo nebyli zaznamenáni.

Z interakční sítě je patrné, že v každé skupině rostlin, které zde byly rozděleny podle květních typů, je alespoň jeden druh, který byl intenzivně navštěvován opylovači. Z funkčních skupin opylovačů měla nejvíce interakcí včela medonosná. Ovšem i ostatní skupiny interagovaly v hojných počtech, až na skupiny dlouhososky a můry. Daniels et al. (2020) uvádí, že sociální opylovači navštěvují stejné květy s větší frekvencí, kdežto ostatní opylovači raději navštěvují více různých květů. S tímto tvrzením výsledky této práce částečně souhlasí, jelikož z interakční sítě je patrné, že včela medonosná navštěvovala méně rostlinných druhů, ale četnost návštěv byla vysoká. Není však možné potvrdit, zda se jednalo o jedince náležící k jednomu společenstvu či nikoliv. Stejný trend byl také pozorován i u čmeláků, ale s menší intenzitou návštěv. Tato myšlenka může být rozvíjena v dalším výzkumu.

Průkazný vliv citlivosti ke kosení na kvetení rostlinných druhů po seči je důležitou informací, která může pomoci při zakládání dalších pásů. Pokud by zakladatel předpokládal častější seč pásů, může zvolit vhodnou výsevnou směs s co nejvíce rostlinnými druhy, které budou tolerantní ke kosení a budou schopné opětovně vykvést.

Původnost druhů rostlin v naší květeně neměla průkazný vliv na jejich opětovné vykvetení, avšak Schmidt et al. (2020) ve své studii uvádí, že nepůvodní druhy nebyly pro použité výsevné směsi ideální a došlo k jejich vymizení z pásů během několika prvních let od jejich založení. Abundance rostlin se může změnit během let po vysetí (Uyttenbroeck et al., 2015).

Protože na pásích vyrostly i jiné rostliny než jen ty vyseté, značí to, že tam byl dostatek holé půdy, který dal těmto druhům prostor k uchycení (Uyttenbroeck et al., 2015). Spontánně uchycené rostlinné druhy mohou být problémem, ale zároveň podporou funkčních skupin opylovačů. Problémem se mohou stát, pokud se do pásů dostanou druhy trav, které nenabízejí žádnou odměnu pro opylovače a zároveň se stávají významnými konkurenty kvetoucích rostlin, které jsou pak z pásů vytlačovány. Pokud se však do pásů dostanou rostliny, které kvetou a nabízejí odměny pro opylovače, zvyšuje se tím diverzita rostlin a potenciálně také diverzita opylovačů, protože na pásy mohou být nalákány nové druhy opylovačů.

Extenzivní seč městských trávníků má mnoho výhod. Nejen že trávníky mohou zadržovat více vody a tím mít pozitivní vliv na ochlazování svého okolí v horkých letních dnech, ale také podporují diverzitu hmyzu a rostlin ve městech.

Menší fragmenty městské zeleně mohou být více atraktivní pro určité druhy opylovačů, kteří neradi navštěvují rozsáhlejší zelené plochy (Daniels et al., 2020). Toto tvrzení podporují výsledky této práce, jelikož se ukázalo, že v roce 2020 byly květnaté pásy (jakožto malé pásy zeleně uprostřed městského parku) hojně navštěvovány rozmanitými skupinami opylovačů. Městské parky mohou být vhodnějším habitatem pro rozmanité množství včelích druhů než jiné přirozené habitaty (Banaszak-Cibicka et al., 2018). I toto tvrzení tato studie potvrzuje, jelikož květnaté pásy byly velice intenzivně navštěvovány včelou medonosnou a také různými druhy solitérních včel a to po celou sezónu, což potvrzuje tvrzení, že urbanizace má menší vliv na včely než na ostatní opylovače (Banaszak-Cibicka et al., 2018). Celkově byla návštěvnost pásů blanokřídlými opylovači vysoká. Banaszak-Cibicka et al. (2018) uvádí, že sociální včely mají bohatší společenstva v městském prostředí a jsou více tolerantní ke změnám prostředí – dokáží se lépe adaptovat na horší podmínky než solitérní opylovači. Autoři uvádí, že abundance vzácných druhů byla výrazně nižší v městském prostředí nežli ve volné přírodě. Městské prostředí může být plné nástrah, které snižují početnost vzácných druhů opylovačů. Tyto druhy mívají specifické nároky na prostředí, ve kterém se vyskytují, a nejsou schopné rychlé adaptace na případné změny. Ve městech dochází ke změnám prostředí intenzivněji než ve volné přírodě, a to kvůli zásahům člověka, které jsou často velice radikální. Daniels et al. (2020) potvrzuje, že určité skupiny opylovačů mají specifický vztah s určitými rostlinnými druhy. Pokud je vzácný druh vázán na určitý rostlinný druh nebo úzké spektrum rostlin, je logické, že ho městské prostředí bude ohrožovat, protože se v něm vzácné druhy rostlin často nemohou vyskytovat (často jsou sami vázány na specifické podmínky prostředí, které se mohou velice rychle měnit s činností člověka, který městské prostředí intenzivně mění dle vlastních potřeb).

Jelikož jsou květnaté pásy umístěné v městském parku, neunikly pozornosti veřejnosti. Bohužel během obou sezón docházelo k mechanickému poškozování pásů právě návštěvníky parku. Nejčastějším typem tohoto poškozování bylo trhání kvetoucích rostlin a sešlap. Aby se alespoň částečně předešlo tomuto ničení pásů po dobu sběru dat, byla ke každému pásu instalována informační cedule. Na této ceduli byly informace o tom, co pásy vlastně jsou a k čemu slouží, proč není vhodné z pásů trhat kvetoucí rostliny a proč je neničit sešlapem. Několik návštěvníků na tyto cedule reagovalo. Většina z nich reagovala pozitivně a ptala se na více informací o pásích, které nemohly být na ceduli obsaženy. Všichni z těchto návštěvníků parku byli spokojeni s přítomností pásů a kladně hodnotili jejich vzhled. Několik

návštěvníků s pásy spokojeno nebylo. Hlavními důvody byla možná přítomnost klíšťat (*Ixodes* sp.) ve vyšší vegetaci, kterou pásy poskytují, a také vzhled pásů. Jelikož je pro pásy použita výsevná směs s převážnou většinou původních druhů, několika návštěvníkům parku vadilo, že se na pásích vyskytují „plevelné“ druhy rostlin. S každým s těchto návštěvníků proběhla konverzace o užitečnosti pásů, někteří poté změnili na pásy názor, někteří bohužel ne.

## 9 Závěr

Společenstvo kvetoucích rostlin pásů se dynamicky mění během sezóny a tím poskytuje odměnu pro opylovače během celé sezóny. Funkční skupiny opylovačů intenzivně navštěvují různé druhy rostlin na květnatých pásích na základě nabízené odměny a vysoké variability květních typů. Značná část kvetoucích rostlin, které byly na pásích vysety, je schopná tolerovat celkové pokosení pásů.

## 10 Seznam literatury

- Banaszak-Cibicka W., Twerd L., Fliszkiewicz M., Giejdasz K. & Langowska A. (2018). City parks vs. natural areas - is it possible to preserve a natural level of bee richness and abundance in a city park? *Urban Ecosystems* 21(4), 599–613. doi: 10.1007/s11252-018-0756-8
- Barnes M. R., Nelson K. C., Meyer A. J., Watkins E., Bonos S. A., Horgan B. P., Meyer W. A., Murphy J. & Yue C. (2018). Public land managers and sustainable urban vegetation: The case of low-input turfgrasses. *Urban Forestry & Urban Greening* 29, 284–292. doi: 10.1016/j.ufug.2017.12.008
- Bruggisser O. T., Sandau N., Aebi A., Blandenier G., Fabian Y., Kehrli P., Naisbit R. E. & Bersier L. F. (2012). Direct and indirect bottom-up and top-down forces shape the abundance of the orb-web spider *Argiope bruennichi*. *Basic and Applied Ecology* 13(8), 706–714. doi: 10.1016/j.baae.2012.10.001
- Daniels B., Jedamski J., Ottermanns R. & Ross-Nickoll M. (2020). A “plan bee” for cities: Pollinator diversity and plant-pollinator interactions in urban green spaces. *PLoS one* 15(7), e0235492. doi: 10.1371/journal.pone.023549
- Dylewski Ł., Maćkowiak Ł. & Banaszak-Cibicka W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*. doi: 10.1111/een.12744
- Dylewski Ł., Maćkowiak Ł. & Banaszak-Cibicka W. (2020). Linking pollinators and city flora: how vegetation composition and environmental features shapes pollinators composition in urban environment. *Urban Forestry & Urban Greening* 126795. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126795
- Fenster C. B., Armbruster W. S., Wilson P., Dudash M. R. & Thomson J. D. (2004). Pollination Syndromes and Floral Specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35(1), 375–403. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347
- Fischer L. K., Honold J., Cvejić R., Delshammar T., Hilbert S., Laforteza R., Nastran M., Nielsen A. B., Pintar M., Jagt A. P. N. & Kowarik I. (2018). Beyond



green: Broad support for biodiversity in multicultural European cities. *Global Environmental Change* 49, 35–45. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2018.02.001

Garbuzov M., Fensome K. A. & Ratnieks F. L. W. (2015). Public approval plus more wildlife: twin benefits of reduced mowing of amenity grass in a suburban public park in Saltdean, UK. *Insect Conservation and Diversity* 8(2), 107–119. doi: 10.1111/icad.12085

Haenke S., Scheid B., Schaefer M., Tschardt T. & Thies C. (2009). Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. Complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* 46, 1106–1114. doi: 10.1111/j.1365-2664.2009.01685.x

Hanč Z., Beneš J., Fric Z. F., Pavlíčko A. & Zapletal M. (2019). *Atlas denních motýlů a vřetenišek jižních Čech*. Jihočeský kraj, České Budějovice, 437.

Hatt S., Uyttenbroeck R., Lopes T., Mouchon P., Chen J., Piqueray J., Monty A. & Francis F. (2017). Do flower mixtures with high functional diversity enhance aphid predators in wildflower strips? *European journal of entomology* 114, 66–76. doi: 10.14411/eje.2017.010

Herbertsson L., Jönsson A. M., Andersson G. K. S., Seibel K., Rundlöf M., Ekroos J., Stjernman M., Olsson O. & Smith H. G. (2018). The impact of sown flower strips on plant reproductive success in Southern Sweden varies with landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 259, 127–134. doi: 10.1016/j.agee.2018.03.006

Kirmer A., Řehouňková K., Müllerová A., Tischew S., Šebelíková L., Lipárová J., Prach K. & Lencová K. (2019). *Guidelines to establish flower-rich structures in urban and rural areas*.

Klatt B. K., Nilsson L. & Smith H. G. (2020). Annual flowers strips benefit bumble bee colony growth and reproduction. *Biological Conservation* 252, 108814. doi: 10.1016/j.biocon.2020.108814

Kolkman A., Dopagne C. & Piqueray J. (2021). Sown wildflower strips offer promising long term results for butterfly conservation. *Journal of insect conservation*. doi: 10.1007/s10841-021-00347-2

Kugler H. (1970). *Blütenökologie*. Gustav Fischer Verlag, Jena.

Lepczyk C. A., Aronson M. F. J., Evans K. L., Goddard M. A., Lerman S. B. & MacIvor J. S. (2017). Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience* 67(9), 799–807. doi: 10.1093/biosci/bix079

Maia K. P., Vaughan I. P. & Memmott J. (2019). Plant species roles in pollination networks: an experimental approach. *Oikos*. doi: 10.1111/oik.06183

Palliwoda J., Kowarik I. & Lippe M. (2017). Human-biodiversity interactions in urban parks: The species level matters. *Landscape and Urban Planning* 157, 394–406. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.09.003

Puppim de Oliveira J. A., Balaban O., Doll C. N. H., Moreno-Peñaranda R., Gasparatos A., Iossifova D. & Suwa A. (2011). Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation* 144(5), 1302–1313. doi: 10.1016/j.biocon.2010.12.00

Scheper J., Bommarco R., Holzschuh A., Potts S. G., Riedinger V., Roberts S. P. M., Rundlöf M., Smith H. S., Stefan-Dewenter I., Wickens J. B., Wickens V. J. & Kleijn D. (2015). Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. *Journal of Applied Ecology* 52(5), 1165–1175. doi: 10.1111/1365-2664.12479

Schmidt A., Kirmer A., Kiehl K. & Tischew S. (2020). Seed mixture strongly affects species-richness and quality of perennial flower strips on fertile soil. *Basic and Applied Ecology* 42, 62–72. doi: 10.1016/j.baae.2019.11.005

Spotswood E. N., Beller E. E., Grossinger R., Grenier J. L., Heller N. E. & Aronson M. F. J. (2021). The Biological Deserts Fallacy: Cities in Their Landscapes Contribute More than We Think to Regional Biodiversity. *BioScience* 71(2), 148–160. doi: 10.1093/biosci/biaa155

Talal M. L. & Santelmann M. V. (2019). Plant Community Composition and Biodiversity Patterns in Urban Parks of Portland, Oregon. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7. doi: 10.3389/fevo.2019.00201

Uyttenbroeck R., Hatt S., Piqueray J., Paul A., Bodson B., Francis F., Monty A. (2015). Creating Perennial Flower Strips: Think Functional! *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 6, 95–10. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.08.044

## 11 Přílohy

Tabulka A: Seznam kvetoucích rostlinných druhů na pásích v sezónách 2020 a 2021 s celkovým počtem květů za celou sezónu. Informace o přítomnosti druhů ve výsevne směsi (1 – ano, 0 – ne). Počet pásů, ve kterých se druhy vyskytovaly. U druhů označených symbolem "\*" je uveden počet květních jednotek.

			Četnost květů (květní jednotky) v pásích											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevna směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1	4	0	0	0	0	62	34	128	50	31	0	293	87
<i>Achillea millefolium</i> *	1	6	1	3	8	0	2038	669	1063	832	682	73	1207	257
<i>Ajuga reptans</i>	0	3	0	0	560	480	0	0	601	281	0	0	595	125
<i>Anagallis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthemis tinctoria</i>	1	3	0	0	4	0	373	3	0	0	0	0	9	0
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arabidopsis thaliana</i>	0	4	0	26	42	82	0	0	0	0	0	7	20	0
<i>Arctium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balota nigra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0
<i>Bellis perennis</i>	0	6	15	9	64	156	180	710	208	80	83	13	409	54
<i>Betonica officinalis</i>	1	3	0	0	0	0	33	0	102	46	0	0	108	83
<i>Bistorta major</i>	0	3	0	0	45	0	0	0	1	4	0	0	43	0
<i>Brassica napus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campanula patula</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	25	0	5	5	0	0

			Četnost květů (květní jednotky) v pásech											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevná směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Campanula trachelium</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	3	473	49	0	0	0	0	0	0	29	188	2551	0
<i>Cardamine pratensis</i>	0	4	0	0	37	2	1	44	0	0	83	118	109	43
<i>Centaurea cyanus</i>	1	4	0	34	0	0	1	0	4	0	0	0	2	2
<i>Centaurea jacea</i>	1	5	0	0	338	0	289	80	218	90	20	1	333	45
<i>Cerastium arvense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium holosteoides</i>	0	6	0	5	272	798	581	1826	420	661	259	88	2979	539
<i>Cichorium intybus</i>	1	5	0	0	21	18	106	32	148	58	258	20	203	85
<i>Cirsium arvense</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Cirsium vulgare</i>	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Consolida regalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crepis biennis</i>	1	5	0	0	8	3	14	3	70	3	80	9	13	8
<i>Crepis capillaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus carota*</i>	1	4	0	0	0	0	1469	929	565	938	1419	373	345	636
<i>Dianthus deltoides</i>	1	4	0	0	18	0	1	4	8	5	0	0	6	0
<i>Epilobium ciliatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficaria verna</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	28	17	10
<i>Galeopsis bifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium album*</i>	1	6	6075	87	28606	1068	25323	343	6915	404	28244	518	103501	1756
<i>Genista tinctoria</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1111	46	0	0	0	0

			Četnost květů (květní jednotky) v pásech											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevná směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Geranium pratense</i>	1	1	118	116	22	33	178	154	139	41	1250	305	681	228
<i>Geum urbanum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Glechoma hederacea</i>	0	5	15	0	589	50	4	8	69	0	0	0	21	0
<i>Heracleum sphondylium</i>	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum perforatum</i>	1	4	0	0	3	0	0	0	179	118	85	14	704	140
<i>Hypochaeris radicata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium album ssp. pedunculare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Imula salicina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Knautia arvensis</i>	1	5	0	0	1	0	13	19	33	28	11	18	98	60
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamium amplexicaule</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamium purpureum</i>	0	2	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	1695	136
<i>Lathyrus pratensis</i>	0	1	0	0	0	0	119	8	0	0	0	0	0	0
<i>Leontodon autumnalis</i>	1	3	0	0	0	0	2	0	18	0	1	0	0	0
<i>Leontodon hispidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leomurus cardiaca</i>	1	2	2863	31	0	0	0	0	0	0	0	0	1170	266
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	5	0	0	236	0	1022	52	612	4	179	0	1329	0
<i>Linaria vulgaris</i>	1	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3345	4039

			Četnost květů (květní jednotky) v pásech											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevná směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Lotus corniculatus</i>	1	5	0	0	119	118	852	362	1062	736	417	60	1265	208
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	0	1	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lychnis viscaria</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Lysimachia nummularia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0
<i>Malva moschata</i>	1	6	0	1	1276	238	627	188	912	332	201	4	479	38
<i>Malva sylvestris</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mycelis muralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myosoton aquatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Origanum vulgare*</i>	1	4	0	0	56	28	1036	147	67	29	0	0	268	98
<i>Pastinaca sativa*</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	17	23	54	969	112	1162
<i>Persicaria maculosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	1	5	0	0	159	671	15	47	37	150	104	155	207	431
<i>Plantago major</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Plantago media</i>	1	3	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	7	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla anserina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	7	0	0
<i>Potentilla argentea</i>	0	2	0	0	3	0	24	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla reptans</i>	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	99	3	0	0
<i>Prunella vulgaris</i>	1	6	33	0	19	118	457	139	939	44	159	98	832	66
<i>Ranunculus acris</i>	0	6	964	18	119	13	668	1913	85	190	631	70	94	52

			Četnost květů (květní jednotky) v pásech											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevná směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Ranunculus repens</i>	0	6	823	451	92	13	165	126	206	441	252	975	64	70
<i>Reseda lutea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3318	860
<i>Rorippa palustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sanguisorba officinalis</i>	0	1	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saponaria officinalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	1	3	0	0	30	0	0	0	0	0	93	59	542	177
<i>Silene latifolia subsp. alba</i>	1	5	9	11	92	1	138	26	0	0	272	94	1702	452
<i>Silene vulgaris</i>	1	5	0	0	27	8	217	47	20	0	60	47	758	354
<i>Sonchus arvensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria graminea</i>	0	3	0	0	0	0	769	54	520	9	0	0	2	0
<i>Stellaria media</i>	0	3	8	102	5	1	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Symphytum officinale</i>	0	1	529	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum</i>	0	6	3	0	1	0	0	4	7	9	3	15	6	36
<i>Tragopogon pratensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2
<i>Trifolium hybridum</i>	0	3	0	18	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0
<i>Trifolium medium</i>	1	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	0	5	0	0	12	9	31	83	14	20	3	0	62	60
<i>Trifolium repens</i>	0	4	0	0	0	0	2	2	122	0	61	8	39	4
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0	1	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



			Četnost květů (květní jednotky) v pásech											
			1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Druhy rostlin	Výsevná směs	Počet pásů	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Urtica dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum densiflorum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum lychnitis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
<i>Veronica agrestis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica arvensis</i>	0	4	21	0	0	0	0	8	0	0	116	0	8	6
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	6	49	298	155	175	7737	5073	1492	628	230	317	2411	3265
<i>Veronica persica</i>	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica serpyllifolia</i>	0	5	0	0	195	304	85	681	30	0	25	0	51	22
<i>Viola arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka B: Druhy rostlin s květními typy a funkční skupiny opylovačů, které je navštěvovaly. Květní typy: A – zvonkovitý, B – plochý s ukrytým nektarem, C – plochý s přístupným nektarem, D – bobovitý, E – úbor, H – pyskatý, I – s pylem, J – diskovitý.

Druh rostliny	Květní typ	Včela medonosná	Soliterní včely	Čmeláci	Ostatní blanokřídílí	Pestřenky	Dlouhososky	Ostatní mouchy	Brouci	Denní motýli	Múry
<i>Campanula patula</i>	A	2	1								
<i>Campanula trachelium</i>	A	1									
<i>Symphytum officinale</i>	A		1	8							
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	B					1					
<i>Cardamine pratensis</i>	B					1		1			
<i>Cerastium holosteoides</i>	B	1	7			2		1			
<i>Geranium pratense</i>	B	250	8	6		7		1		2	
<i>Geum urbanum</i>	B							1			
<i>Malva moschata</i>	B	267	25	3		1		3	13		
<i>Potentilla argentea</i>	B								6		
<i>Potentilla anserina</i>	B		1								
<i>Potentilla repens</i>	B		1			1					
<i>Ranunculus acris</i>	B	2	18	1		10		2	2		
<i>Ranunculus repens</i>	B	1	9			1		1	1		
<i>Reseda lutea</i>	B	31	3			1			3		
<i>Sanguisorba officinalis</i>	B							1			
<i>Stellaria graminea</i>	B	3	1			5		2			
<i>Daucus carota</i>	C	3	54		56	289		58	38	1	
<i>Galium album</i>	C	3	12			38	3	26	6	1	

Druh rostliny	Květní typ	Včela medonosná	Solitární včely	Čmeláci	Ostatní blanokřídílí	Pestřenky	Dlouhososky	Ostatní mouchy	Brouci	Denní motýli	Můry
<i>Heracleum sphondylium</i>	C					4			4		
<i>Pastinaca sativa</i>	C				1	15		2			2
<i>Genista tinctoria</i>	D		1	2							
<i>Lathyrus pratensis</i>	D	1									
<i>Lotus corniculatus</i>	D	2	2	6						1	
<i>Trifolium pratense</i>	D	1		1							
<i>Trifolium repens</i>	D	3									
<i>Achillea millefolium</i>	E	5	37		1	70		23	55	3	
<i>Anthemis tinctoria</i>	E		12			2		2	4		
<i>Bellis perennis</i>	E		5			1		1			
<i>Centaurea jacea</i>	E	147	24	59		8			28	25	
<i>Cichorium intybus</i>	E	2	11			14				2	
<i>Cirsium vulgare</i>	E		1	1							
<i>Crepis biennis</i>	E		6			4					
<i>Knautia arvensis</i>	E	7	13	12		7		1	5	5	
<i>Leontodon autumnalis</i>	E					1					
<i>Leucanthemum vulgare</i>	E	11	23			18		20	144		1
<i>Sonchus oleraceus</i>	E		1							1	1
<i>Taraxacum sp.</i>	E	1						1			
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	E							1			
<i>Ajuga reptans</i>	H	2									

Druh rostliny	Květní typ	Včela medonosná	Soliterní včely	Čmeláci	Ostatní blanokřídlí	Pestřenky	Dlouhososky	Ostatní mouchy	Brouci	Denní motýli	Můry
<i>Betonica officinalis</i>	H		1	3							
<i>Glechoma hederacea</i>	H	1									
<i>Lamium purpureum</i>	H			1							
<i>Leonurus cardiaca</i>	H	150	12	113							
<i>Linaria vulgaris</i>	H	7		8							
<i>Origanum vulgare</i>	H	125	10	35		7		5		33	
<i>Prunella vulgaris</i>	H	6		5						1	
<i>Veronica chamaedrys</i>	H	12	20			4	2	1			
<i>Veronica serpyllifolia</i>	H		1								
<i>Hypericum perforatum</i>	I	8	2	2		4		1		2	
<i>Lysimachia nummularia</i>	I		1								
<i>Plantago lanceolata</i>	I	1									
<i>Dianthus deltoides</i>	J									1	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	J	1									
<i>Silene latifolia subsp. alba</i>	J					1					