

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Vazba opylovačů na kolotočník ozdobný a další žlutě kvetoucí
hvězdnicovité rostliny na lokalitách jeho výskytu

Diplomová práce

Autor: Bc. Adéla Bubeníčková

Studijní program: N0588A030001/ Biologie a ekologie

Studijní obor: Biologie a ekologie – specializace biologie živočichů

Vedoucí práce: doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D.



Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Adéla Bubeníčková

Studium: S21BI008NP

Studijní program: N0588A030001 Biologie a ekologie

Studijní obor: Biologie živočichů

Název diplomové práce: Vazba opylovačů na kolotočník ozdobný a další žlutě kvetoucí hvězdnicovité rostliny na lokalitách jeho výskytu

Název diplomové práce AJ: The pollinators of *Telekia speciosa* and other yellow Asteraceae in localities of its occurrence

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Kolotočník ozdobný je invazní rostlina, která však svými žlutými květenstvími láká množství hmyzu. Práce má za cíl monitorovat na vybraných lokalitách v CHKO Orlické hory hmyz, sbírající pyl na květenstvích kolotočníku, a také dalších žlutě kvetoucích hvězdnicovitých rostlin. Výsledky práce ukáží, zda je kolotočník pro opylovače perspektivní rostlina

MLÍKOVSKÝ J., STÝBLO P. 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha, 496 pp.

Zadávací pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 24.1.2020

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci králové dne 14. 7. 2023

Adéla Bubeníčková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji vedoucímu práce doc. Mgr. Petru Boguschovi, Ph.D. za trpělivost, vstřícný přístup, cenné rady a odborné vedení při psaní diplomové práce. Dále chci moc poděkovat své rodině a blízkým za podporu při psaní této práce.

ANOTACE

BUBENÍČKOVÁ, A. *Vazba opylovačů na kolotočník ozdobný a další žlutě kvetoucí hvězdicovité rostliny na lokalitách jeho výskytu*. Hradec Králové, 2023. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D. 63 s.

Kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*) je statná, žlutě kvetoucí rostlina z čeledi hvězdicovitých (Asteraceae). Na našem území se jedná o invazní druh, který je značně rozšířen v oblasti CHKO Orlické hory. Rostlina se zdá být poměrně atraktivní pro opylovače napříč řády a čeleděmi. Cílem této diplomové práce je monitoring samotářských druhů včel, které navštěvují kolotočník ozdobný a zjištění, zda rostlinu využívají jen jako zdroj nektaru, nebo i pylu. Za tímto účelem proběhla pylová analýza vzorků pylu odebraných včelám. Dále pak srovnání druhů zaznamenaných na kolotočnících a na dalších žlutě kvetoucích rostlinách stejné čeledi, které se vyskytovaly na studovaných lokalitách. Výzkum probíhal na 12 lokalitách v CHKO Orlické hory v letech 2020 a 2022.

Klíčová slova

Telekia speciosa, invazní rostliny, opylovači, žluté Asteraceae, Apidae, samotářské včely, CHKO Orlické hory

ANNOTATION

BUBENÍČKOVÁ, A. *The pollinators of *Telekia speciosa* and other yellow Asteraceae in localities of its occurrence*. Hradec Králové, 2023. Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D. 63 p.

Yellow oxeye (*Telekia speciosa*) is a sturdy, yellow blooming plant from the Asteraceae family. In the Czech Republic, it is an invasive species, which is widespread in the Orlické hory PLA. The plant seems to be quite attractive to pollinators across orders and families. The aim of this thesis is to monitor solitary bee species, which visit *Telekia speciosa*, and to determine whether they use the plant only as a nectar source or also as a pollen source. For this purpose, pollen analysis of samples which were collected from bees was done. The next step was to compare the species recorded on *Telekia speciosa* to other yellow blooming plants of the same family, that occurred at the localities. The research took place at 12 localities in the Orlické hory PLA in 2020 and 2022.

Keywords:

Telekia speciosa, invasive plants, pollinators, yellow Asteraceae, Apidae, solitary bees, Orlické hory PLA

Obsah

Úvod	8
Obecný úvod do problematiky.....	8
Cíle práce	8
1 Literární rešerše	9
1.1 Nepůvodní rostliny	9
1.2 Včely	18
1.3 Zkoumané rostliny.....	21
2 Metodika	25
2.1 Charakteristika sledovaného území.....	25
2.2 Popis lokalit.....	26
2.3. Odchyt.....	30
2.4 Laboratorní vyhodnocení vzorků	30
3 Výsledky	33
3.1 Výsledky výzkumu z léta 2020	33
3.2 Výsledky výzkumu z léta 2022	38
3.2.1 <i>Telekia speciosa</i>	38
3.2.2 <i>Crepis biennis</i>.....	41
3.2.3 <i>Tanacetum vulgare</i>	44
3.2.4 Ostatní rostliny	46
3.3 Grafické znázornění konečných výsledků z let 2020 a 2022	46
3.4 Grafické znázornění pylových typů u nejpočetnějších druhů včel	47
4 Diskuze	52
Závěr	56
Použitá literatura	57

Úvod

Obecný úvod do problematiky

Nepůvodní druhy rostlin i živočichů jsou hrozbou pro biodiverzitu, životní prostředí i člověka. K šíření těchto druhů napomáhá mezinárodní obchod či cestování, což jim umožňuje překonat přirozené geografické bariéry. Většina nepůvodních druhů však není tolik škodlivá a ohrožující. Například mezi zemědělské plodiny patří velké procento nepůvodních druhů rostlin (Wittenberg & Cook 2001). Kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*), je stěžejní rostlinou této práce. Jedná se o nepůvodní druh patřící do čeledi Asteraceae, který působí škody svým šířením, a proto je považován za invazní. Rostlina má výrazné žluté květy, které jsou atraktivní pro opylovače (Mlíkovský & Stýblo 2006, Pyšek *et al.* 2022). Rostlina je zařazena na Černý a Šedý seznam invazních druhů České republiky, a to jako taxon stupně BL2, tedy druh svým šířením závislý na lidské činnosti (Pergl *et al.* 2016).

U velké části samotářských včel sbírajících pyl se žlutě kvetoucí druhy rostlin čeledi Asteraceae těší značné oblibě (Zurbuchen & Müller 2012, Bogusch *et al.* 2020, Kuppler *et al.* 2023). O oblíbenosti kolotočníku u opylovačů jsou k dispozici jen kusé informace, což by tato práce a jí podobné (Holinská 2023, Věříšová 2023) mohly změnit. U studií jiných nepůvodních žlutě kvetoucích hvězdnicovitých rostlin bylo zjištěno, že mohou významně ovlivnit složení opylovačů, a svou přítomností odvádět opylovače od původních druhů rostlin (De Groot *et al.* 2007). Dá se také říci, že původní opylovači s poměrně velkou frekvencí navštěvují květy/květenství nepůvodních druhů rostlin. (Vila *et al.* 2009).

Samotářské druhy včel jsou velmi důležitými opylovači a v efektivitě a účinnosti opylování často překonají tolik oblíbenou včelu medonosnou (*Apis mellifera*) (Kuppler *et al.* 2023). Celosvětově počty opylovačů značně klesají. Jako hlavní příčina byly stanoveny pesticidy. Tyto látky na opylovače působí buď přímou cestou (postřikem či kontaktem s takto ošetřenou rostlinnou částí) nebo nepřímou, akumulací v pylu, nektaru a vodě. Je možné, že na původní druhy opylovačů mají pesticidy horší dopad, než na domestikovanou včelu medonosnou. Pro opětovný nárůst počtu opylovačů by bylo nutné přijmout osvědčené postupy a opatření, které by regulovaly používání pesticidů a jejich dopady na hmyz (Chreil & Maggi 2023).

Cíle práce

Cílem diplomové práce je monitorovat blanokřídlý hmyz na lokalitách výskytu kolotočníku ozdobného a dalších žlutě kvetoucích rostlin z čeledi Asteraceae v CHKO Orlické hory. Práce si dále klade za cíl zjistit, zda je kolotočník pro opylovače perspektivní rostlinou pro získání pylu, nebo zda jim slouží pouze jako zdroj nektaru. V neposlední řadě je cílem zjistit, pro jaké pylové specializace včel je kolotočník atraktivní.

1 Literární rešerše

1.1 Nepůvodní rostliny

Kromě přirozeně vyskytujících se rostlin, můžeme na území České republiky najít i nepůvodní druhy. Nepůvodní je označení pro takový druh, který se na našem území nevyskytoval před posledním glaciálem, tedy zhruba před 10 000 lety. Takovýto druh k nám byl záměrně či nechtěně zavlečen člověkem, nebo byla jeho introdukce zcela samovolná (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Nepůvodní druhy lze dělit dle historického původu na archeofyty a neofyty. Za časový milník se považuje rok 1492, tedy konec 15. století. Rostliny introdukované před tímto datem mají označení archeofyty a pocházejí především z oblasti Středozeví. Naopak rostliny, které se k nám dostaly po tomto datu, označujeme pojmem neofyty a pocházejí především z Ameriky a Asie (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Dalším způsobem jak dělit nepůvodní druhy, je členění na přechodně zavlečené, zdomácnělé (naturalizované) a invazní. Přechodně zavlečené druhy přežívají jen díky lidské činnosti, která napomáhá rozvoji jejich populací. Zdomácnělé druhy vytvářejí populace samovolně bez přičinění člověka. Poslední a poměrně nebezpečnou skupinou jsou druhy invazivní, které tvoří početné populace a mají značný expanzní potenciál (Mlíkovský & Stýblo 2006). Právě invazní druhy rostlin jsou jedním z předmětů zájmu této práce.

Během poslední dekády došlo ke zlepšení dostupnosti a přístupnosti dat o nepůvodních organismech a jejich rozšíření, a to díky mezinárodní spolupráci na shromažďování dat. Nyní máme k dispozici dvě hlavní databáze. Jedná se o The Global Invasive Species Database, která obsahuje informace o podstatných invazních druzích, a The Global Register of Introduced and Invasive Alien Species, která shromažďuje informace o nepůvodních druzích napříč všemi taxony a zeměmi jejich výskytu. Tato data jsou velmi důležitá jako podklady teorií o rostlinných invazích, jejich příčinách a důsledcích (Pyšek *et al.* 2022).

Každých deset let, počínaje rokem 2002, vychází Katalog nepůvodní flóry ČR. V katalogu z roku 2002, autoři uvádějí pro původní druhy flóry číslo 2754, pro nepůvodní pak 1378. Při procentuálním vyjádření dostaneme hodnotu 33,4 %, která udává celkový počet nepůvodních druhů ze všech rostlin vyskytujících se na našem území. Z nepůvodní flóry je pak 90 druhů invazních, což odpovídá 6,5 % všech rostlinných druhů vyskytujících se na našem území (Pyšek *et al.* 2002).

O deset let později došlo k aktualizaci katalogu. Hodnoty tehdy udávaly číslo 2945 pro původní druhy rostlin a 1454 pro nepůvodní. Procento nepůvodních rostlin v té době činilo 33,1 %. 61 druhů, tedy 4,2 %, tvořily rostliny invazní. Značný úbytek invazních druhů v porovnání s prvním katalogem je zapříčiněn změnou v nahlížení na dané rostliny. Za invazní jsou považovány pouze ty, které se výrazně šíří a mají vliv na krajinu a/nebo jiné druhy rostlin (Pyšek *et al.* 2012).

V nejaktuálnějším katalogu publikovaném na konci roku 2022 jsou data opět upřesněna. Nepůvodních druhů je na našem území aktuálně známo 1576. Z toho vyplývá, že

procento nepůvodní flóry dosahuje hodnoty 37,7 % z celkového počtu rostlin. Invazních taxonů je známo aktuálně 75, což odpovídá 4,8 % ze všech zavlečených druhů (Pyšek *et al.* 2022).

Od prvního vydání vzrostl počet nepůvodních druhů o 76 taxonů za prvních deset let, a o dalších 122 taxonů za následující desetiletí. Celkově tedy narostl o 198 druhů. Souhrnný nárůst v přepočtu na procenta tvoří 14,4 % za dvě dekády (Pyšek *et al.* 2022).

Z výše zmíněných dat jsou dobře patrné změny v početnosti druhů. Jedním z důvodů pro proměnlivé počty popsanych taxonů v katalozích v průběhu let je jednak zapojení více odborníků a s tím související větší obsáhnutí znalostí, jednak větší prozkoumanost dané problematiky díky vznikajícím databázím a seznamům. Dalším důvodem je také překlasifikování některých druhů do jiné kategorie (např. z nepůvodního na původní). Nejnovější katalog vychází z nových objevů na poli fylogeneze, ekologie a taxonomie (Pyšek *et al.* 2022).

Nejvíce nepůvodních druhů rostlin na našem území pochází ze Středomoří (618 druhů = 31,5 %), jiných části Evropy (380 druhů = 19,4 %), Asie (290 druhů = 14,1 %) a Severní Ameriky (262 druhů = 13,4 %) (viz *tabulka č. 1*) (Pyšek *et al.* 2022).

Nejvíce invazních rostlin pochází ze Severní Ameriky (27), Středozeří (23) a ostatních částí Evropy (17). Česká republika je ve srovnání s ostatními evropskými zeměmi středně invadována (Pyšek *et al.* 2022).

Tabulka č. 1. – Převzata z Pyšek et al. 2022 – Přehled původu zavlečených druhů rostlin vyskytujících se v České republice. Hodnota n.a. ve sloupci archeofyty představuje nekompletní a nedostatečná data.

	Archaeophytes			Neophytes			All aliens per region
	Casual	Naturalized	Invasive	Casual	Naturalized	Invasive	
Europe	21	70	5	205	67	12	380
Mediterranean	73	157	15	311	54	8	618
North America	n.a.	n.a.	n.a.	177	58	27	262
Central America	n.a.	n.a.	n.a.	49	3	3	55
South America	n.a.	n.a.	n.a.	73	5	3	81
Asia	14	28	4	194	38	12	290
Africa	3	2	1	36	2	1	45
Australia	n.a.	n.a.	n.a.	26	1	1	28
Hybrid	31	7	0	51	11	4	104
Anecophyte	26	15	1	40	13	1	96

Biologické invaze zapříčiněné rostlinami jsou považovány za jednu ze složek globálních změn životního prostředí a mohou působit velké socioekonomické škody (Pergl *et al.* 2016, Bacher *et al.* 2017). Jejich závažnost a význam se mění v závislosti na druhu (Bacher *et al.* 2017). K roku 2009 byly roční náklady spojené s invazními rostlinami v Evropě vyčísleny na 12,7 miliard euro (Pergl *et al.* 2016). Roční rozpočet z roku 2020 ukazuje, že na jejich likvidaci bylo použito až 116,2 miliardy euro (Haubrock *et al.* 2021). Jakožto závažný problém shledala rostlinné a živočišné invaze i Evropská komise. Jako řešení navrhla společnou politiku a systém včasného varování pro celou Evropu. Ačkoli

se jedná o závažnou problematiku, začalo se její řešení formovat až kolem roku 2014 (Pergl *et al.* 2016). Výsledkem jednání je Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1143/2014 ze dne 22. října 2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů (Görner 2021).

Black List, Grey List, Watch List

K monitorování či za účelem centralizace výzkumu a legislativy byly vytvořeny seznamy nepůvodních a potenciálně nebezpečných druhů. Existují 3 základní typy seznamů – Black List (černý seznam), Grey List (šedý seznam) a Watch List (varovný seznam). Jako podklady k jejich vzniku slouží existující soupisy nepůvodních druhů rostlin a živočichů. Důraz je při tvorbě kladen na přesnost a důkladné zpracování a posouzení rizik, která s těmito druhy souvisí (Pergl *et al.* 2016).

Black List je soupisem taxonů, které mají velmi silné negativní vlivy na životní prostředí, a u nichž je prioritou zajistit management, potažmo jejich likvidaci. Na Black Listu ČR je 78 rostlin (k roku 2016). Druhy na tomto seznamu jsou rozřazeny do tří kategorií podle jejich socioekonomického a environmentálního vlivu či populační dynamiky. BL1 obsahuje druhy se schopností tvorby velkých populací. U těchto druhů je důrazně doporučeno praktikování intenzivního managementu. Ve skupině jsou dva rostlinní zástupci – bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) a ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*). Skupina druhů označená jako BL2 je závislá na lidské činnosti, která podporuje rozpínání jejich populací. Taxony mají velký vliv na životní prostředí, ačkoli socioekonomický dopad není nijak zvlášť patrný. Velký důraz by měl být kladen na chráněná území, která jsou náchylná k invazím těchto druhů. K roku 2016 seznam čítal 49 rostlinných druhů, jako jsou například netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) či zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*). Poslední podkategorií je BL3, který zahrnuje druhy rozšířené spontánně, nebo prostřednictvím neúmyslných introdukcí. Doporučenou strategií je stratifikovaný management, který upřednostňuje specifické nároky na péči dané lokality v kombinaci s možností úplné likvidace daného nebezpečného druhu. Jedním ze způsobů regulace šíření těchto taxonů je omezení jejich dovozu a obchodu s nimi. V této podkategorii je zařazeno 27 druhů rostlin – mimo jiné psárka polní (*Alopecurus myosuroides*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) nebo pětour malokvětý (*Galinsoga parviflora*) (Pergl *et al.* 2016).

Grey List obsahuje druhy s omezeným negativním vlivem na životní prostředí, které jsou rozšířeny jen lokálně nebo v rámci regionů. Pokud tyto druhy neobývají chráněná území, není nutné přijímat specifická opatření pro jejich regulaci či likvidaci. Na tomto seznamu se nachází 47 rostlinných druhů, jejichž podstatnou část tvoří polní plevely. Druhy zahrnuté v tomto seznamu mají menší dopad na životní prostředí než druhy z Black Listu, jedná se například o lebedu lesklou (*Atriplex sagittata*), netýkavku malokvětou (*Impatiens parviflora*) či ořešák královský (*Juglans regia*) (Pergl *et al.* 2016).

Na Watch List byly zařazeny taxony, které se na našem území nevyskytují volně (maximálně jsou chovány nebo pěstovány v zajetí či v kulturách), ale jejich výskyt je hlášen v jiných evropských zemích podobných ČR klimatem či biotopy. Jsou to také druhy, které mohou v blízké budoucnosti expandovat na území České republiky a jejichž

monitoring a management, vzhledem k možnému významnému negativnímu vlivu na životní prostředí, se doporučuje. V případě náhlé změny výskytu některého z taxonů Watch Listu, dochází k jeho podrobnému sledování a mapování. Seznam zahrnuje 25 rostlinných druhů, jako je pavlovnie plstnatá (*Paulownia tomentosa*) nebo zblochan žíhaný (*Glyceria striata*) (Pergl *et al.* 2016).

SEICAT, EICAT

K celosvětovému hodnocení invazí a jejich impaktu (měřitelná změna vlastností daného ekosystému zapříčiněná nepůvodním taxonem (IUCN 2020)) byly vytvořeny klasifikace SEICAT (Socio-economic Impact Classification of Alien Taxa) a EICAT (Environmental Impact Classification for Alien Taxa), kdy SEICAT hodnotí socioekonomický vliv invazí a EICAT vliv invazí na biodiverzitu. Pokud dojde k použití kombinace SEICAT a EICAT, může být hodnocen environmentální i socioekonomický aspekt škodlivého dopadu invazí (Bacher *et al.* 2017).

Systém hodnocení SEICAT vychází z tzv. ekonomie blahobytu, která se zabývá složkami lidské existence, jako jsou bezpečnost, zdraví, materiální požitky a sociální či kulturní vztahy. Toto neotřelé pojetí hodnocení invazí je přesnější, protože se nezabývá monetárním hlediskem jejich vlivu. Klasifikace SEICAT má pět stupňů – MC (minimal concern), MN (minor concern), MO (moderate concern), MR (major concern) a MV (massive concern). U minimálního vlivu nejsou lidské činnosti nikterak omezeny, zatímco při masivním vlivu dochází k úplnému zamezení některé z lidských aktivit. Tato změna může být trvalá, nebo dojde k obnově až po více než desetiletí od odstranění problematického taxonu. Bohužel u mnoha druhů nejsou dostatečně prozkoumány škodlivé vlivy, a proto mají hodnocení DD (data deficient) (Bacher *et al.* 2017).

Organizace IUCN přijala v roce 2017 kategorizaci invazních druhů EICAT (Bacher *et al.* 2017). Cílem EICAT je hodnocení dopadů biologických invazí na životní prostředí a posuzování jejich závažnosti (IUCN 2020). Obdobně jako SEICAT má i EICAT pětistupňovou škálu hodnocení, a to od nejnižšího MC (minimal concern) po nejvyšší stupeň MV (massive concern) + stupeň DD (Data deficient) (Pyšek *et al.* 2022, IUCN 2020). Každá z kategorií dopadu má různou důležitost v závislosti na tom, na kterou cílovou skupinu působí (jedinec, populace, společenstvo nebo celý ekosystém), a zda je vratná či nikoli. EICAT si stanovuje následující pětici cílů – 1) rozpoznat nepůvodní taxon podle impaktu na životní prostředí, 2) porovnat tento impakt napříč regiony a ostatními druhy, 3) predikovat potenciální dopady taxonů na dané území, 4) stanovit priority managementu související s výskytem nepůvodního taxonu, 5) ulehčit posuzování metod managementu (IUCN 2020).

Pokud se vyhodnotí, že daný druh má vysoké skóre v jedné i druhé klasifikaci, dojde k upřednostnění jeho managementu, před jinými méně závažnými problémy (Bacher *et al.* 2017).

Opylovači a nepůvodní druhy rostlin

Jednoleté invazní rostliny jsou obvykle rychle rostoucí a obsadí disturbované území lépe než víceleté invazní druhy rostlin. Co se týče životní strategie jsou jednoleté rostliny konkurenčně slabší a bývají vytlačeny původními rostlinnými druhy (případ ambrozie peřenolisté). Naproti tomu vytrvalé rostliny vykazují velkou stálost a ekosystém, ve kterém se vyskytují, značně pozměňují (ovlivňují jak původní druhy rostlin, tak opylovače) (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2022).

Obvykle je výskyt druhu po zavlečení na nové území náhodný. Až poté, co se přizpůsobí klimatickým podmínkám či překoná reprodukční a jiné bariéry, se stává druhem naturalizovaným. Následně může dojít k možnému vzniku invazí daného druhu (Pyšek *et al.* 2011).

Samoopylení napomáhá lepšímu šíření nepůvodních druhů rostlin více, než jakýkoli jiný způsob opylení. Proto se často autogamní rostliny stávají rychleji naturalizované nebo invazní. Ve srovnání s původními druhy nebo archeofyty patří mezi invazní rostliny více větrosnubných nebo opylovaných jinak než hmyzem. To značí vznik vztahů mezi původními opylovači a nově příchozími rostlinami, který je více časově náročný. Nejčastějšími opylovači neofytů jsou polylektické druhy hmyzu, tedy generalisté (Pyšek *et al.* 2011).

Z výzkumů probíhajících v USA vyplynulo, že původní druhy včel často hojně navštěvují příměstské zahrady, ve kterých rostou kromě původních druhů i nepůvodní druhy rostlin. Množství přítomných druhů včel bylo často až překvapivě velké. Například zahrady osázené nepůvodními druhy rostlin v New Yorku vykazovaly jen o několik málo druhů chudší zastoupení, než přirozené původní ekosystémy ve výzkumné rezervaci vzdálené nedaleko. Chyběli zde pouze pyloví specialisté, jejichž hostitelské rostliny se v zahradách nevyskytovaly (Fetridge *et al.* 2008). Samozřejmostí je, že ne všechny nepůvodní druhy rostlin jsou pro včely vhodnými zdroji potravy (Zurbuchen & Müller 2012).

Polylektické druhy včel často sbírají pyl i na nepůvodních druzích rostlin, a to především, když se jedná o rostliny patřící do stejných čeledí jako jejich hostitelská rostlina, nebo jsou to druhy jim příbuzné (Zurbuchen & Müller 2012).

Ačkoli jsou pro původní druhy včel nejdůležitější porosty původních rostlin, může být užitečné vytvoření porostů s velkým podílem nepůvodních druhů rostlin (Zurbuchen & Müller 2012).

Žlutě kvetoucí invazní rostliny

Ze všech 75 invazních druhů rostlin popsanych se na našem území k roku 2022, má 28 z nich významné (jedna z barev v květenství) či majoritní žluté zbarvení. Při procentuálním vyjádření dostaneme hodnotu 37,3 %. Naprostou většinu, a to 19 rostlin, tvoří druhy z čeledi Asteraceae (hvězdicovité), dále jsou zastoupeny po dvou taxonech rostliny z čeledí Oxalidaceae (šťavelovité) a Brassicaceae (brukvovité). Po jednom druhu pak mají čeledi Portulacaceae (šruchovité), Balsaminaceae (netýkavkovité), Cucurbitaceae (tykvovité), Convolvulaceae (svačcovité) a Malvaceae (slézovité) (Pyšek *et al.* 2022).

Tabulka č. 2 – Přehled druhů žlutých invazních rostlin s čeleděmi a typy jejich květu či květenství (informace převzaty z webu www.pladias.cz a Pyšek *et al.* 2022).

Druh česky	Druh latinsky	čeleď	Květ/květenství
ambrozie peřenolistá	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Asteraceae	žluté úbory v hroznu a svazečku
dvouzubec černoplodý	<i>Bidens frondosa</i>	Asteraceae	lata žlutých úborů
turanka kanadská	<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých úborů
omanka vonná	<i>Ditricha graveolens</i>	Asteraceae	lata žlutých úborů
starčkovec jestřábníkolistý	<i>Erechtites hieracifolius</i>	Asteraceae	chocholičnatá lata žlutých úborů
turan roční	<i>Erigeron annuus</i>	Asteraceae	chocholičnatá lata žluto-bílých úborů
pěťour maloúborný	<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých úborů
pěťour srstnatý	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých úborů
slunečnice topinambur	<i>Helianthus tuberosus</i>	Asteraceae	chocholičnatá lata žlutých úborů
locika kompasová	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	lata žlutých úborů
třapatka dřípatá	<i>Rudbeckia laciniata</i>	Asteraceae	žluté až žluto-zelené úbory
starček úzkolistý	<i>Senecio inaequidens</i>	Asteraceae	chocholík žlutých úborů
zlatobýl kanadský	<i>Solidago canadensis</i>	Asteraceae	lata žlutých úborů
zlatobýl obrovský	<i>Solidago gigantea</i>	Asteraceae	lata žlutých úborů
astříčka kopinatá	<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých úborů
astříčka novobelgická	<i>Symphyotrichum novi-belgii</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých úborů
astříčka vrbovitá	<i>Symphyotrichum xsalignum</i>	Asteraceae	lata žluto-bílých, nafialovělých úborů

Druh česky	Druh latinsky	čeleď	Květ/květenství
astříčka různobarvá	<i>Symphyotrichum xversicolor</i>	Asteraceae	lata žluto-fialových úborů
kolotočník ozdobný	<i>Telekia speciosa</i>	Asteraceae	chocholičnatá lata žlutých úborů
šťavel růžkatý	<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	žlutý lichookolík
šťavel préríjní	<i>Oxalis dillenii</i>	Oxalidaceae	žlutý lichookolík
rukevník východní	<i>Bunias orientalis</i>	Brassicaceae	žlutá lata
hulevník Loeselův	<i>Sisymbrium loeselii</i>	Brassicaceae	žlutá lata
šrucha zelná setá	<i>Portulaca oleracea subsp. oleracea</i>	Portulacaceae	žlutý svazeček
netýkavka malokvětá	<i>Impatiens parviflora</i>	Balsaminaceae	žlutý hrozen
štětinec laločnatý	<i>Echinocystis lobata</i>	Cucurbitaceae	žluto-bílé jednotlivé květy
kokotice ladní	<i>Cuscuta campestris</i>	Convolvulaceae	žluto-bílý svazeček
mračník Theophrastův	<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	žlutý kružel

Jednou z nejvýznamnějších žlutě kvetoucích invazních rostlin je slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*). Ta je pro hmyz zdrojem pylu i nektaru, který je dosti bohatý na obsah cukru. V Polsku probíhající výzkum prokázal, že mezi opylovače topinamburu patří nejčastěji pestřenky, včela medonosná a samotářské včely. V menší míře pak byli zaznamenáni brouci, motýli nebo další druhy dvoukřídlého hmyzu (Denisow *et al.* 2019).

Další významnou rostlinou z pohledu opylovačů je starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*). Při studii prováděné v Belgii vyšlo najevo, že jej navštěvuje 33 druhů opylovačů. Nejčastěji se jednalo o řády dvoukřídlí, konkrétně pestřenky a blanokřídlí - čmeláky, včelu medonosnou a některé samotářské druhy včel (*Halictus sp.*, *Lasioglossum sp.* nebo *Heriades truncorum*). Ovšem většinou byl zaznamenán jen několik jedinců, výjimku tvořil jen jeden rod pestřenek, který byl odchycen ve více než 15 exemplářích (Vanparys *et al.* 2008). Černý (2021) při výzkumu souvisejícím s bakalářskou prací odchytil na starčku úzkolistém 51 druhů blanokřídlého hmyzu čítající celkem 189 jedinců. Ve srovnání s druhou zkoumanou rostlinou, starčkem přímětníkem (*Senecio jacobaea*), byl starček úzkolistý u opylovačů méně oblíbený. To může být způsobeno menší adaptací opylovačů na relativně nedávno introdukovaný starček úzkolistý.

Dva zástupci rodu zlatobýl, a sice zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) byli předmětem ruského výzkumu. Ze zlatobýlu obrovského bylo odebráno 9 různých řádů hmyzu zahrnující celkem 127 druhů, ze zlatobýlu kanadského 7 řádů čítajících 120 druhů. Na *S. gigantea* byli nejčastěji

zaznamenáni dvoukřídlí, včely medonosné a některé druhy vos a čmeláků, samotářské včely tvořily pouze 1 % (261 jedinců z celkových 25 549) všech návštěv. U *S. canadensis* byla situace obdobná, jen samotářské včely čítaly 5 % (920 jedinců z celkových 18 283) všech návštěv (Ustinova & Lysenkov 2020).

Co se týče kolotočnicku ozdobného (*Telekia speciosa*), Bubeníčková (2021) ve své bakalářské práci udává, že nejspíše nebude oblíbeným zdrojem pylu u čmeláků, ale jen zdrojem nektaru. Dle Věříšové (2023) je kolotočník kromě zdroje nektaru také zdrojem pylu pro včely, a to jak pro polylektické, tak překvapivě i pro druhy oligolektické. Krom blanokřídlých bylo na kolotočnicku odchyceno velké množství dvoukřídlých.

Ze žlutých invazních rostlin je ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*) jako jediná opylována větrem. Jedná se o jednoletou rostlinu, která produkuje velké množství pylu a stává se tak pro člověka vysoce alergenní (Laaidi *et al.* 2003). V České republice je rozšířena především v teplých oblastech (jižní Morava, Polabí) (Mlíkovský & Stýblo 2006). Dle AOPK se jedná o taxon BL1 v Černém a Šedém seznamu, teda o rostlinu, u které je doporučen intenzivní management (AOPK ČR 2023).

Do druhů významnějších pro opylovače může být zařazen i štětinec laločnatý (*Echinocystis lobata*). Krom autogamie je častá především entomogamie. Mezi nejčastější opylovače patří včely – včela medonosná i samotářské druhy včel (čeleď Halictidae) a dvoukřídlí (Botta-Dukát *et al.* 2008).

Zbývající druhy rostlin jsou především autogamní. Dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosa*) má i tak své opylovače. Například v Číně je typickým opylovačem včela východní (*Apis cerana*), pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*) nebo modrásek štírovníkový (*Cupido argiades*) (Yan *et al.* 2015). Turanka kanadská (*Conyza canadensis*) je jen z malé části opylována motýly, včelami, vosami a dvoukřídlým hmyzem (Samsom *et al.* 2013). Na starčkovci jestřábníkolistém (*Erechtites hieraciifolius*) bylo sice upozorováno 13 druhů převážně blanokřídlého hmyzu, je ale nepravděpodobné, že by se jednalo o účinné opylovače, rostlina je totiž také primárně autogamní (Darbyshire *et al.* 2012).

Rukevník východní (*Bunias orientalis*) je rostlina z čeledi brukvovitých. Dílčí kvítky nejsou příliš bohaté na nektar, ale díky ploše, kterou zabírají její květenství, je poměrně významná jako zdroj potravy pro čmeláky a včely medonosné (Schürkens *et al.* 2001).

Locika kompasová (*Lactuca serriola*) je autogamní rostlinou (Lu *et al.* 2007), ovšem podle databáze Pladias je také částečně opylována hmyzem (Pladias 2023).

Dle výzkumu, který probíhal v Pákistánu, byl šťavel růžkatý (*Oxalis corniculata*) nejvíce opylován motýly a dvoukřídlým hmyzem. Z motýlů se jednalo o bělásku řepového (*Pieris rapae*) či o některé druhy rodu ohniváček (*Lycaena* spp.). Z dvoukřídlých šlo především o pestřenky. Na šťavelu byla také upozorována včela rodu *Ceratina* (Abid 2010). Z pohledu hlavních opylovačů pocházejících z řádu dvoukřídlých vykazuje podobnosti netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). Na tu dle výzkumu probíhajícího v Polsku nejvíce přilétaly pestřenky. Tím se zásadně lišila od druhé zkoumané rostliny netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*), jelikož zde byli hlavními opylovači čmeláci doplněni včelami a vosami (Najberek *et al.* 2020). Pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*) je

klasifikován jako rostlina s fakultativní autogamií. Ovšem dle studie uskutečněné v Mexiku bylo zjištěno, že hlavními opylovači jsou i zde dvoukřídlí, konkrétně mouchy. Jen malou část opylovačů tvořily včely (Hernández-Villa *et al.* 2020).

U omanky vonné (*Dittrichia graveolens*) nejsou o opylovačích známy žádné studie (Brinkmann 2020). Obdobně je tomu i u druhu mračník Theophrastův (*Abutilon theophrasti*), kdy se autoři domnívají, že je rostlina autogamní (Andersen & Gronwald 1987). Nedostatečné množství pramenů je i u druhů turan roční (*Erigeron annuus*), pětour srstnatý (*Galinsoga quadriradiata*), třapatka dřípatá (*Rudbeckia laciniata*), šťavel préríjný (*Oxalis dillenii*), hulevník Loeselův (*Sisymbrium loeseli*), šruha zelná setá (*Portulaca oleracea* subsp. *oleracea*), kokotice ladní (*Cuscuta campestris*) a u čtyř druhů z rodu astříčka (*Symphyotrichum*). Na databázi Pladias je pouze zmínka o možné autogamii či entomogamii (Pladias 2023).

Oblíbenost žlutých květů u opylovačů

Důvodem oblíbenosti žlutě kvetoucích rostlin u opylovačů je jejich kontrastní zbarvení ve srovnání se zeleným podkladem, anebo kontrast mezi jednotlivými květními částmi. Žluté květní části mají často ultrafialové vzory. Střed rostliny obsahuje žluté karotenoidy doplněné o flavonoidy, které absorbují UV záření. Naopak periferní části květů obsahují jen karotenoidy, které UV záření odrážejí. K přijímání ultrafialového záření mají včely speciálně uzpůsobený zrak. Jedná se takzvané trichromatické barevné vidění, kdy jsou přítomny tři typy fotoreceptorů, a sice ty pro příjem modré a zelené barvy a UV spektra (Papiorek *et al.* 2016).

Nejoblíbenější druhy původních žlutě a jinak kvetoucích rostlin

Vhodným zdrojem potravy pro samotářské včely jsou takové rostliny, které jsou široce rozšířené, mají dlouhou dobu kvetení a velké množství dobře přístupných květů. Ideální stav nastává, když je společenstvo rostlin rostoucí v akčním rádiu včel tvořeno několika blízkými příbuznými druhy s podobně dlouhou nebo na sebe navazující dobou květu. Příkladem mohou být oligolektické druhy včel specializované na sběr pylu z vrb (*Salix* spp.). Ty dokážou přežít nepříznivé jarní počasí a zplodit více životaschopných potomků, díky přítomnosti několika příbuzných druhů vrb (Westrich 1989).

Z výzkumu, který probíhal v Německu a zaměřoval se na květnaté pásy obsahující rostliny atraktivní výslovně pro samotářské druhy včel, vyplývá, že mezi nejoblíbenější původní žlutě kvetoucí druhy sloužící jako významný zdroj potravy těchto opylovačů patří rmen barvířský (*Anthemis tinctoria*), čistec přímý (*Stachys recta*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*) či zástupci rodů pampeliška (*Taraxacum*) a škarda (*Crepis*). Mochna jarní (*Potentilla verna*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a barborka obecná (*Barbarea vulgaris*) jsou nejpodstatnější částí potravy v době časného jara, kdy jsou potravní zdroje velmi omezené (Kuppler *et al.* 2023). Na jaře hrají také podstatnou roli kvetoucí stromy, které poskytují hmyzu velké množství pylu (Westrich 1989).

Kromě žlutě kvetoucích rostlin jsou velmi podstatnou složkou potravy samotářských včel dobromysl obecná (*Origanum vulgare*), hadinec obecný (*Echium vulgare*) nebo rody chrpa (*Centaurea* spp.) a jetel (*Trifolium* spp.). Největší druhovou bohatost opylovačů vykazovaly právě rostliny jako chrpa latnatá (*Centaurea stoebe*), hadinec obecný (*Echium vulgare*) nebo měrnice černá (*Ballota nigra*). Výše zmíněná chrpa latnatá a nažloutle kvetoucí čistec přímý kvetou během léta a lákají celkově největší množství jak jedinců, tak druhů včel. Druhová rozmanitost včel dosahuje největších hodnot právě v období léta. (Kuppler *et al.* 2023).

Jakožto nejvýznamnější hostitelé oligolektických včel byly označeny čeledi hvězdnicovité (Asteraceae), bobovité (Fabaceae), brukvovité (Brassicaceae) a hluchavkovité (Laminaceae). Z hvězdnicovitých se jedná o rody jestřábník (*Hieracium*), pampeliška (*Taraxacum*), hořčík (*Picris*) a chrpa (*Centaurea*). Druhy hořčice polní (*Sinapis arvensis*), čistec přímý (*Stachys recta*), podkovka chocholatá (*Hippocrepis comosa*) a hadinec obecný (*Echium vulgare*) se jeví jako klíčové hostitelské rostliny pro oligolektické druhy včel. Oligolektické a polylektické druhy včel navštěvují shodně některé druhy rostlin. Příkladem může být štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), škarďa vláskovitá (*Crepis capillaris*), jetel luční (*Trifolium pratense*), čekanka obecná (*Cichorium intybus*) nebo pcháč rolní (*Cirsium arvense*). Z výzkumu dále vyplývá, že obě tyto potravně specializované skupiny z výskytu hostitelských rostlin profitují (Kuppler *et al.* 2023).

Při výzkumu probíhajícím v Nizozemsku byli zkoumáni tři zástupci žlutě kvetoucích rostlin čeledi Asteraceae, a sice jestřábník hladký (*Hieracium laevigatum*), prasetník kořenatý (*Hypochaeris radicata*) a máchelka podzimní (*Leontodon autumnalis*). Složení opylovačů všech tří druhů bylo velmi podobné. Nejčastěji odchyťovanou skupinou byly pestřenky. Dále na tyto rostliny létaly nejméně tři druhy oligolektických včel (např. *Panurgus banksianus*). Třináct druhů oligolektických druhů včel vyskytujících se v Nizozemsku jsou specialisté na hvězdnicovité (Van der Muren *et al.* 2003).

1.2 Včely

Tato práce je zaměřená na nadčeled' Apoidea, konkrétně na Apiformes (tedy čeledi Apidae, Colletidae, Andrenidae, Helictidae, Melittidae a Megachilidae). Jedná se pouze o včely, které vytváří zásoby pylu, nektaru či olejů sloužící jako potrava pro jejich potomky. Nejsou sem zahrnuty kukaččí a parazitické včely (Macek *et al.* 2010, Bogusch *et al.* 2020). Skupina Megachilidae (čalounicovití) je sesterskou čeledí Apidae (včelovití). Apomorfií těchto dvou čeledí je vznik poměrně dlouhého sosáku, proto bývají označovány jako "dlouhojazyčné včely". Druhy těchto čeledí získávají nektar uložený hluboko v korunách květu. Naproti tomu "krátkojazyčné včely" sdružují čeledi Colletidae (hedvábnicovití), Andrenidae (pískorypkovití), Halictidae (ploskočelkovití) a nektar mohou získávat jen z mělkých květů (Straka *et al.* 2007, Macek *et al.* 2010). Poslední čeled' Melittidae (pilorožkovití) byla na základě studií molekulární biologie zařazena jakožto samostatná vývojová větev (Macek *et al.* 2010). Druh včela medonosná (*Apis mellifera*) nebyl do výzkumu zahrnut, jelikož se nejedná o náš původní druh.

Jak udávají Bogusch *et al.* (2020), na území České republiky bylo zaznamenáno 472 druhů neparazitických včel sbírajících pyl. Většina druhů (65 %) je polylektická, zbytek (35 %) je mololektický nebo oligolektický. Celkem máme 64 druhů molektických a 102 oligolektických včel.

Polylektické včely sbírají pyl z mnoha druhů nepříbuzných rostlin. Podrobnější dělení polylektické specializace je na druhy s výraznou preferencí jednoho rodu či čeledi rostlin (někdy též mesolektická specializace) a na široce polylektické druhy, které sbírají pyl napříč více rostlinnými rody a čeleděmi. Polylektické druhy jsou generalisté. Naproti tomu oligolektické druhy včel sbírají pyl z několika příbuzných druhů rostlin. I tuto specializaci lze podrobněji dělit na úzce oligolektické (několik blízce příbuzných druhů rostlin) a široce oligolektické druhy (druhy nepříliš blízce příbuzné). Monolektické druhy včel jsou úzce vázány na jeden druh živné rostliny, a to i v přítomnosti blízce příbuzného rostlinného druhu, což vypovídá o jejich striktní specializaci. Ovšem toto je v přírodě poměrně vzácné, a tak se s pojem monolektický druh v praxi příliš často neseťkáváme (Michener 2007, Dötterl & Vereecken 2010, Bogusch *et al.* 2020).

Ačkoli je důležitost včely medonosné (*Apis mellifera*) jakožto opylovače neustále zdůrazňována, jsou původní druhy včel v opylování často efektivnější, účinnější, a navíc významně přispívají k výnosům polních plodin a zajišťují opylování většiny původních rostlin (Kuppler *et al.* 2023).

Druhy včel sbírající pyl z čeledi Asteraceae (hvězdicovité)

Monolektické a oligolektické druhy včel se společně specializují na různé čeledi rostlin bohaté na druhy, nejčastěji na rostliny z čeledi Asteraceae (hvězdicovité) Fabaceae (bobovité) či Lamiaceae (hluchavkovité). Konkrétně na hvězdicovité se zaměřuje 24 % ze všech specializovaných druhů včel ve střední Evropě. Včely čeledi Andrenidae často preferují rostliny brukvovité a vrbovité; čeledi Apidae a Melittidae zimolezovité a čeleď Halictidae zvonkovité. Na hvězdicovité se pak nejčastěji specializují čeledi Megachilidae a Andrenidae (Bogusch *et al.* 2020).

Z výzkumu Bogusch *et al.* (2020) vyplývají počty druhů včel, které sbírají pyl především na Asteraceae. Dvě hlavní a nejpočetnější čeledi specializované na sběr pylu z Asteraceae vykazovaly téměř 43% hodnoty zaměření u Megachilidae a 16% u Andrenidae. Po převedení hodnoty odpovídají 18 druhům včel z čeledi Megachilidae a 12 druhům u Andrenidae. Ze zbývajících čeledí zaměřených spíše na jiné druhy rostlin vykazovaly čeledi Colletidae a Apidae shodně po 4 druzích; Halictidae a Mellitidae také shodně po 1 druhu.

Zurbuchen & Müller (2012) zjistili, že mezi preferované zdroje pylu pro polylektické druhy včel patří čeledi Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae či Lamiaceae. Vhodnost rostlinných druhů závisí na době kvetení a reprodukčním období včely. Pokud se tato období překrývají, je velmi pravděpodobné, že danou rostlinu bude včela využívat jako zdroj pylu a nektaru. Kuppler *et al.* (2023) dosáhli obdobného výsledku při výzkumu nejoblíbenějších původních druhů rostlin u polylektických druhů včel. Mezi deseti

nejčastěji navštěvovanými druhy měly Asteraceae zastoupení 5 rostlin, Lamiaceae 3, a Brassicaceae a Boraginaceae shodně po 1.

Vybrané nejčetněji odchytávané druhy včel

Colletes daviesanus Smith, 1846; hedvábnice řebříčková – Colletidae

Jedná se o oligolektický druh vyhledávající hvězdicovité rostliny – především pak řebříček (*Achillea*), rmen (*Anthemis*), vratič (*Tanacetum*) a oman (*Inula*). Hnízdí v tvrdé hlíně či pískovci nebo omítce, čímž často poškozuje lidské stavby. Hnízda jsou orientována jižním směrem. V České republice se vyskytuje hojně od nížin do hor (až 1000 m. n. m.) (Westrich 1989, Michener 2007, Macek *et al.* 2010).

Andrena denticulata (Kirby, 1802) – Andrenidae

Jde o oligolektický druh včely specializovaný na sběr pylu z menších úborů u hvězdicovitých rostlin – především zlatobýl (*Solidago*), vratič (*Tanacetum*), starček (*Senecio*), prasetník (*Hypochaeris*) či řebříček (*Achillea*). Při sběru pylu jsou pro tento druh typické trhavé zdánlivě neuspořádané pohyby, díky kterým na včele ulpívá velké množství pylu, který je posléze sčesáván do sběračků. Obývá květnaté louky či lesostepi. Je typická spíše pro chladnější polohy; v České republice se vyskytuje od nížin po hřebeny hor (Westrich 1989, Macek *et al.* 2010).

Panurgus calcaratus (Scopoli, 1763); pískohrabka ostruhatá – Andrenidae

Jedná se o oligolektický druh specializovaný na hvězdicovité – konkrétně na pampelišku (*Taraxacum*), mléč (*Sonchus*), lociku (*Lactuca*), jestřábník (*Hieracium*), škardu (*Crepis*) nebo prasetník (*Hypochoeris*). Hnízdí v agregacích na písčitém podkladu; má komunální hnízda (samice sdílejí společný vchod, ale každá pečuje o své potomky). V České republice je místy velmi hojný. Příležitostně se vyskytuje i v horách (1000 m. n. m.) (Westrich 1989, Macek *et al.* 2010).

Lassioglossum calceatum (Scopoli, 1763); ploskočelka načervenalá – Halictidae

Je to polylektický druh sbírající pyl například z druhů jako pampeliška (*Taraxacum*), sedmikráska (*Belis*), devětsil (*Petasites*), rožec (*Cerasium*), starček (*Senecio*), turan (*Erigeron*), pupalka (*Oenothera*) nebo upolín (*Trollius*). Je primitivně eusociální, hnízdí v agregacích v různých typech půd. Obývá otevřené biotopy, v České republice je na slunných lokalitách velmi hojný. Vyskytuje se i v horských oblastech (až 1 000 m. n. m.) (Sakagami & Munakata 1972, Macek *et al.* 2010).

Lassioglossum pauxillum (Schenck, 1853); ploskočelka prosvítavá – Halictidae

Druh je polylektický obdobně jako výše zmíněný. Žije v primitivní eusocialitě. V České republice se vyskytuje v teplých oblastech; ve středních polohách vyhledává osluněná místa. Jde o velmi četný druh daného rodu (Dvořák & Bogusch 2008, Macek *et al.* 2010).

Heriades truncorum (Linnaeus, 1758); dřevobytká obecná - Megachilidae

Jde o oligolektický druh zaměřený na hvězdnicovité rostliny jako jsou pcháč (*Cirsium*), bodlák (*Carduus*), kopretina (*Leucanthemum*), heřmánek (*Matricaria*), vratič (*Tanacetum*) nebo řebříček (*Achillea*). Hnízdí v opuštěných hnízdech jiných včel, v dutinách v mrtvém dřevě nebo ve stéblech. Hnízda jsou tvořena řadou buněk s pryskyřičnými přepážkami. Osídluje paseky, světliny či lesní okraje. V České republice je to až velmi hojný druh, vyskytuje se od nížin po hory (Michener 2007, Macek *et al.* 2010).

Osmia leaiana (Kirby, 1802); zednice hlavatá - Megachilidae

Jedná se o oligolektický druh sbírající pyl na hvězdnicovitých rostlinách – bodlák (*Carduus*), pcháč (*Cirsium*), chrpa (*Centaurea*), prasetník (*Hypochaeris*) nebo pampeliška (*Taraxacum*). Hnízda si tvoří v mrtvém dřevě. V České republice obývá teplé a osluněné lokality jako jsou stepi nebo lesostepi (Macek *et al.* 2010).

Megachile ligniseca (Kirby, 1802); čalounice mokřadní – Megachilidae

Je to polylektický druh zaměřený hlavně na hvězdnicovité rostliny jako jsou chrpa (*Centaurea*), bodlák (*Carduus*) či pcháč (*Cirsium*). Hnízda má v dutinách v mrtvém dřevě. Obývá lesy, vlhké louky nebo lesní okraje. V České republice se vyskytuje nehojně – ve středních a vyšších polohách se stává hojnější (Straka *et al.* 2009, Macek *et al.* 2010).

1.3 Zkoumané rostliny

Telekia speciosa (Schreber), Baumg. – kolotočník ozdobný – Asteraceae

Jedná se o vytrvalou mohutnou bylinu patřící do čeledi hvězdnicovitých. Lodyhy rostliny jsou rovné, dlouhé až 2 metry a v horní části se větví. Květy jsou uspořádány do výrazných žlutých úborů dosahujících průměru kolem 7 centimetrů. Doba kvetení kolotočníku se pohybuje od června do srpna. Listy jsou na stonku umístěny střídavě a mají vejčitý až srdčitý tvar s pilovitými okraji (Slavík & Štěpánková 2004, Pergl *et al.* 2020). Rostlina se šíří jak nažkami, tak vegetativně pomocí oddenků (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Původní výskyt rostliny je vázán na horské oblasti jižní a východní Evropy (Kavkaz, Apeniny, pohoří na Balkánském poloostrově, východní Karpaty). Odtud se dále rozšířila do Evropy, kde se vyskytuje od Velké Británie po severozápad Ruska (Mlíkovský & Stýblo 2006).

V České republice byla rostlina s oblibou pěstována jako okrasná, ať už v zámeckých parcích nebo v zahradách, a to od druhé poloviny 19. století. Kolotočník má ovšem velké předpoklady ke zplaňování, a právě takto se u nás dostal, často prostřednictvím vodních toků, do volné krajiny. Mnohdy jej nalezneme v ruderalních ekosystémech (Slavík & Štěpánková 2004, Mlíkovský & Stýblo 2006).

Kolotočník je primárně vázán na vysokobylinnou vegetaci a přítomnost lesů, nebo lesních lemů. Nalezneme jej v blízkosti vodních toků (preferuje vlhčí podloží),

komunikací nebo na světlinách a pasekách. V České republice se vyskytuje od nižších poloh až po chladné horské lokality (Mlíkovský & Stýblo 2006, Brandes 2010).

Kolotočník může u citlivějších jedinců způsobovat při kontaktu s pokožkou alergickou reakci (Slavík & Štěpánková 2004, Mlíkovský & Stýblo 2006). Rostlina je v ČR klasifikována jako invazní neofyt (Pyšek *et al.* 2022). Dle nálezové databáze ochrany přírody patří do kategorie BL2 v Černém a šedém seznamu – jedná se tedy o druh šířením závislý na činnosti člověka (AOPK 2023).



Obrázek č. 1 – kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*), autorská fotografie

Crepis biennis Linnaeus – škarda dvouletá - Asteraceae

Jak již název napovídá, jde o dvouletou bylinu dorůstající výšky až kolem 1 metru. Lodyha je přímá s patrným rýhováním a chlupy. Listy jsou nepravidelně tvarované (podobné listům pampelišky) a jsou umístěny v listové růžici u země. Úbory mají výraznou žlutou barvu a průměr kolem 3 centimetrů. Po odkvetení se tvoří ochmýřené nažky, jejichž prostřednictvím se škarda šíří (Slavík & Štěpánková 2004). Škarda dvouletá kvete v období od května do září (Pladias 2023).

Rostlina se vyskytuje na loukách, pastvinách, kolem komunikací či na ruderalních stanovištích. Vyhovují jí i vlhká stanoviště a na živiny bohaté hliněné půdy. V České republice se jedná o původní hojný až obecný druh, který je rozšířen po celém území. Vystupuje i do vyšších horských oblastí (přes 1300 m. n. m.) (Slavík & Štěpánková 2004).



Obrázek č. 2 – detail květenství škardy dvouleté (*Crepis biennis*), autorská fotografie

Tanacetum vulgare Linnaeus – vratič obecný – Asteraceae

Typickým znakem této rostliny je absence jazykovitých květů v úboru, takže květní terč tvoří pouze trubkovité žluté květy (Slavík & Štěpánková 2004). Doba kvetení se pohybuje v rozmezí od července do září (Pladias 2023). Bylina je vytrvalá a aromatická. Lodyhy jsou žebrované, u báze dřevnatíci a vysoké až 1,5 metru. Listy rostou na lodyze hustě ve střídavém postavení (Slavík & Štěpánková 2004).

Vratič se vyskytuje podél okrajů cest a silnic, na pasekách, rumišťích či u lesních lemů. Je typický pro vysychavé půdy a ruderalní ekosystémy. V České republice vyskytuje v nižších a teplejších polohách obecně, ve vyšších a horských polohách hojně či roztroušeně. Přesný původ není znám, nejpravděpodobněji se rozšířil z oblasti Středozeemí, jakožto léčivá rostlina nebo přírodní insekticid (Slavík & Štěpánková 2004). Jedná se o naturalizovaný druh, pravidelně se množí bez přičinění člověka (AOPK 2023).



Obrázek č. 3 – vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), fotografie převzata z webu www.pladias.cz, autor fotografie: Barbora Obstová

Senecio ovatus (Gaertn., B. Mey. & Scherb.) Willd – starček Fuchsův, starček vejčitý – Asteraceae

Jde o vytrvalou bylinu dorůstající výšky kolem 1 metru. Lodyha je rovnoměrně olistěna celistvými kopinatými listy a v horních partiích se větví. Žluté úbory mají průměr přibližně 2 centimetry, z květenství vznikají okřídlené nažky (Slavík & Štěpánková 2004). Starček kvete od července do října (Pladias 2023).

Rostlinu nalezneme na lesních pasekách či světlinách, je charakteristická pro bučiny. V České republice je rozšířena téměř plošně (výjimku tvoří teplé oblasti jižní Moravy a Polabí). V nejvyšších polohách je výskyt starčku vázán na obydlené oblasti (Slavík & Štěpánková 2004). Databáze Pladias uvádí, že je starček Fuchsův pro ČR původním taxonem (Pladias, 2023).



Obrázek č. 4 – starček Fuchsův, starček vejčitý (*Senecio ovatus*), fotografie převzata z webu www.pladias.cz, autor snímku: Pavel Veselý

Anthemis tinctoria Linnaeus – rmen barvířský - Asteraceae

Jedná se o vytrvalou rostlinu porostlou chloupky. Lodyha rostliny je přímá, dlouhá až 70 centimetrů a ve většině případů se větví. Listy vyrůstají ve větším počtu z přízemní růžice a jsou doplněny o drobnější lístky na spodnější části lodyhy. Listy mají typické laloky a úkrojky. Květy jsou žlutavě zbarveny a vyrůstají jednotlivě z každé lodyhy. V průměru mají až 5 centimetrů (Slavík & Štěpánková 2004). Rmen kvete od července do října a šíření rostlin probíhá opět prostřednictvím nažek (Pladias 2023).

Rostlina se vyskytuje na osluněných a sušších lokalitách jako jsou louky, pastviny, kamenité svahy či násypy silnic a železnic. Je typická pro hlinité a na živiny bohaté půdy, dále pro ruderalní a disturbancemi zasažené lokality (Slavík & Štěpánková 2004). Jedná se o druh pro Českou republiku původní (Pladias 2023), dle kategorizace hrožení IUCN pak druh téměř ohrožený (NT) (AOPK 2023).

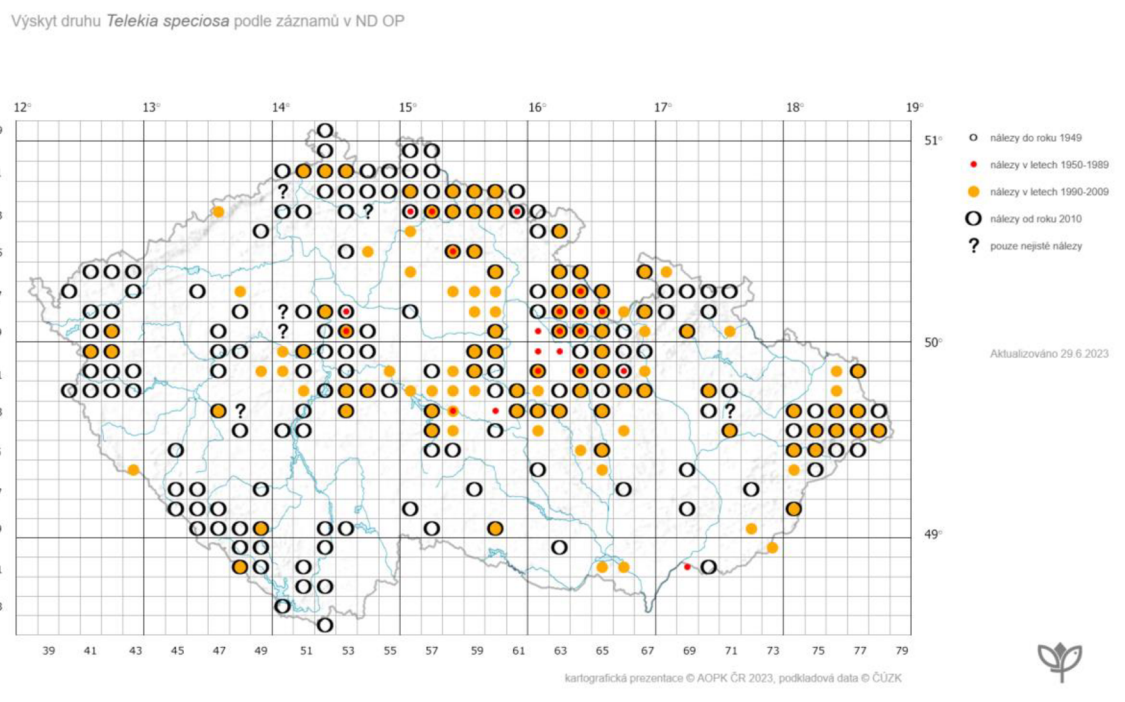


Obrázek č. 5 – rmen barvířský (*Anthemis tinctoria*), fotografie převzata z webu www.pladias.cz, autor fotografie: Dana Holubová

2 Metodika

2.1 Charakteristika sledovaného území

Výzkum probíhal na území CHKO Orlické hory. Zde je dle internetové databáze AOPK ČR www.portal.nature.cz největší hustota výskytu kolotočníku ozdobného v České republice (obrázek č. 6). Většina lokalit, na kterých docházelo k bádání, byla vytyčena již v době tvorby bakalářské práce. Informace o lokalitách byly poskytnuty pracovníky Správy CHKO Orlické hory. Při navštěvování zkoumaných míst došlo k objevení dvou nových lokalit, které byly díky velkému výskytu kolotočníků zahrnuty mezi zkoumaná území. Výzkum tedy probíhal na celkem dvanácti lokalitách. Pro lepší ilustraci viz obrázek č. 7 níže.



Obrázek č. 6 – rozšíření druhu *Telekia speciosa* na území České republiky, mapa převzata z www.portal.natura.cz

Nezbytným kritériem pro zkoumanou oblast byl výskyt kolotočníku ozdobného spolu s dalšími žlutě kvetoucími rostlinami z čeledi hvězdnicovitých. Návštěva lokalit mohla probíhat pouze od počátku července do konce srpna, a to kvůli době kvetení kolotočníku. Podmínkou pro návštěvu lokalit bylo slunečné a teplé počasí (alespoň 20 °C) bez deště, a to z důvodu aktivity včel.

2.2 Popis lokalit

Lokalita T1

Lokalita se nachází podél silnice mezi obcemi Říčky a Zdobnice. Z jedné strany je obklopena lesem, na který navazují louky a pastviny. Oblast není poblíž vodního toku. Na lokalitě se vyskytovalo několik desítek rostlin *Tanacetum vulgare*, *Crepis biennis* a *Senecio ovatus*. Převládá však porost *Telekia speciosa*. Rozloha zkoumané lokality činila 855 m².

Lokalita T2

Lokalita je situována v částečně zastavěné oblasti a navazuje na místní zástavbu. Nachází se v části Rokytnice v Orlických horách zvané Pustiny. Lokalita je vzdálena necelý kilometr od Horní Rybné, přičemž je nadohled od místní komunikace. Území není v blízkosti vodního toku. Na lokalitě se vyskytoval kromě porostu *Telekia speciosa* také druh *Crepis biennis* a pár rostlin *Achillea millefolium* a *Leucanthemum vulgare*. Lokalita má výměru 1039 m². Při návštěvě lokality dne 30. 8. bylo zjištěno, že její menší část byla posekána.

Lokalita T3

Lokalita se nachází na kraji obce Říčky a není v těsné blízkosti vodního zdroje. Při výzkumu prováděném v rámci bakalářské práce byla lokalita rozsáhlejší. Nyní je však její podstatná část přeměněna na stavební pozemek a tak zmizela i značná plocha porostu *Telekia speciosa*. Výzkum byl tedy přesunut o pár metrů výše na přilehlou louku, kde kvetly rostliny *Crepis biennis* a *Senecio ovatus*. Lokalita má rozlohu 1 126 m². Při výjezdu dne 5. 8. byla i část této lokality posekána.

Lokalita T4

Lokalita T4 není příliš vzdálena od Lokality T3 a nachází se u horské chaty. Přiléhá k ní louka a les. Kromě pár rostlin *Telekia speciosa*, se zde poměrně hojně vyskytovaly druhy *Crepis biennis*, *Senecio ovatus*, *Tanacetum vulgare* a jako na jediné lokalitě *Anthemis tinctoria*. Celková rozloha činí 537 m².

Lokalita T5

Lokalita se nachází na křižovatce cest ve středu obce Zdobnice v těsné blízkosti autobusové zastávky. Lokalitou protéká řeka Zdobnice, proto je značně podmáčená. I zde došlo ke zredukování počtu rostlin *Telekia speciosa*, neboť byla část oblasti přeměněna v odpočinkovou zónu s jezírkiem. Kromě kolotočnicku se na lokalitě vyskytoval rozlehlý porost rostlin *Crepis biennis*. Rozloha zkoumané oblasti je 465 m².

Lokalita T6

Tato lokalita se nachází v bezprostřední blízkosti Skicentra Zdobnice, u zdejší komunikace. I touto oblastí protéká řeka Zdobnice a proto jsou některé její části vlhčí. Část lokality s porostem *Telekia speciosa* byla již při návštěvě 26. 8. zasypána zeminou. Značný díl plochy byl pokryt druhem *Crepis biennis* (mohlo se jednat o stovky rostlin), méně pak *Senecio ovatus*. Výměra oblasti je 229 m².

Lokalita T7

Lokalita je situována u příjezdu do obce Zdobnice. V její dolní části protéká řeka Zdobnice a horní část je lemována silnicí. Oblast byla hojně porostlá druhem *Telekia speciosa*. O poznání méně se zde vyskytovaly rostliny *Crepis biennis* a *Senecio ovatus*. Při příjezdu na lokalitu dne 5. 8. bylo zjištěno, že je kompletně posekaná. Jednalo se o jednu z největších lokalit přesahující 2 460 m².

Lokalita T8

Jde o lokalitu nacházející se mezi obcemi Zdobnice a Nebeská Rybná. Stejně jako u předchozích, i zde, protéká ve spodní části řeka. Plocha byla hustě pokryta porostem *Telekia speciosa*, na jejich okrajích, blízko u silnice, rostlo několik desítek rostlin *Crepis biennis* a *Senecio ovatus*. Stejně jako lokalita T7, patří i tato mezi ty, plochou a porosty nejvýznamnější. Její rozloha činí 844 m².

Lokalita T9

Lokalita není příliš vzdálena od obce Nebeská Rybná. Rostlinám druhu *Telekia speciosa* se zde dobře daří díky vodnímu zdroji Říčka, který oblast zčásti ohraničuje a tím ji zásobuje vodou. Lokalita je obklopena lesy, sama je však slunná. Z ostatních zkoumaných rostlin bylo přítomno jen pár jedinců druhu *Crepis biennis*. Velmi hojně se zde vyskytovala invazní netýkavka žláznatá – *Impatiens glandulifera* Royle, která úspěšně přerůstala všechny ostatní rostliny včetně kolotočníku (viz obrázek č. 8). Rozloha této lokality zaujímá 804 m².

Lokalita T10

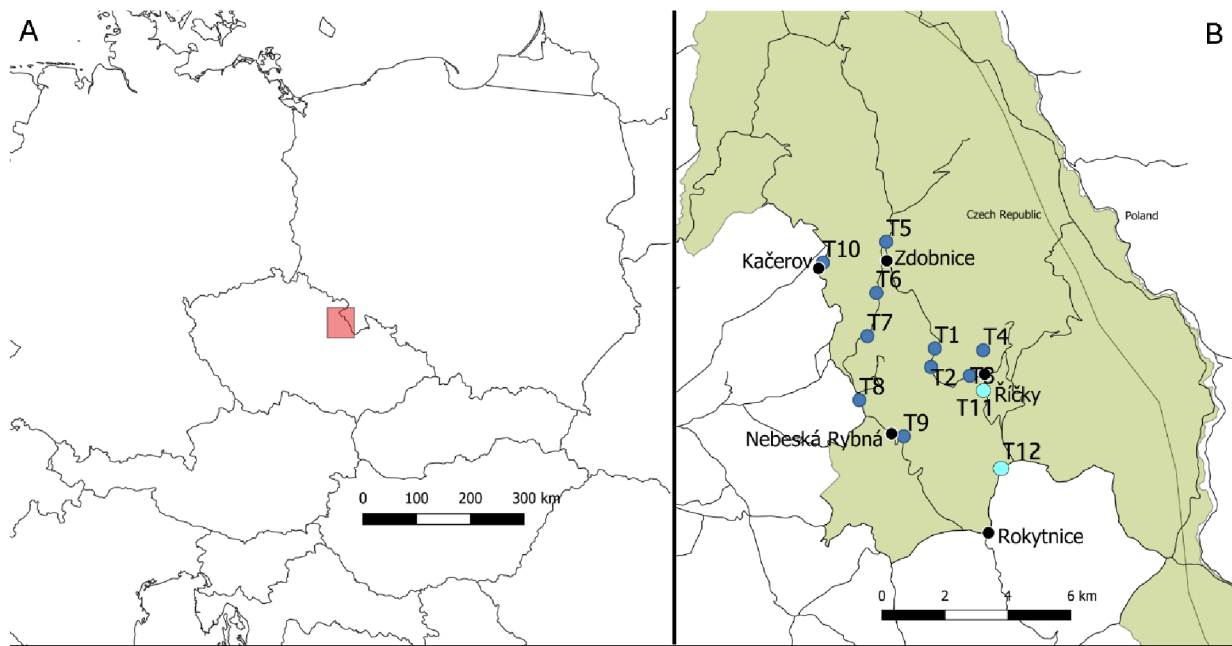
Lokalita se nachází u obce Kačerov. Jedná se o rozlehlou lokalitu s hustým porostem *Telekia speciosa* (obrázky č. 9 a 10 viz níže). Zbýlých zkoumaných rostlin zde nebylo mnoho. Druhy *Crepis biennis* a *Senecio ovatus* zde byly zastoupeny jen nízkými jednotkami exemplářů. Celková výměra lokality je 787 m².

Lokalita T11

Je to jedna ze dvou nově objevených lokalit nedaleko Říček v Orlických horách. Nachází se u zdejší silnice a je dobře slunečně exponovaná. Kromě *Telekia speciosa* se na lokalitě vyskytovaly druhy *Crepis biennis* a *Senecio ovatus*. Rozlohou lokalita zaujímá 584 m².

Lokalita T12

Jedná se o druhou nově objevenou lokalitu kousek za Rokytnicí v Orlických horách. Je situována u místní komunikace a je v bezprostřední blízkosti chat. Převládaly zde druhy *Telekia speciosa* a *Crepis biennis*. Porost rostlin *Senecio ovatus* tvořil jen malou část plochy. Celková rozloha lokality je 545 m².



Obrázek č. 7 – Mapa zkoumaných lokalit z pohledu lokalizace v rámci ČR (A) a na ploše CHKO Orlické hory – zeleně (B). Tmavě modrou barvou jsou vyznačeny lokality zkoumané již při bakalářské práci, světle modrou pak dvě nové lokality objevené při výzkumu z roku 2022. Mapy byly vytvořeny v programu QGIS doc. Boguschem, upraveno autorkou.



Obrázek č. 8 – fotografie lokality T9 – porost kolotočníku s přítomnou netýkavkou žláznatou, autorská fotografie.



Obrázek č. 9 – Fotografie lokality T10 s významným porostem T. speciosa, autorská fotografie.



Obrázek č. 10 – Fotografie lokality T10 s významným porostem T. speciosa, autorská fotografie.

2.3. Odchyt

Lokality byly během července a srpna roku 2022 navštíveny celkem pětkrát. Po příjezdu na lokalitu, bylo zapsáno, které hvězdnicovité rostliny se zde vyskytují a následně byly smýkány včely, které se na jejich květech nacházely. K odchytu včel byla použita entomologická síť. Cílem odchytu byly včely, které měly ve sběracím aparátu pyl. Ty byly umístěny do zkumavky s lihem a následně usmrceny. Výzkum se soustředil pouze na původní druhy včel, nikoli na včelu medonosnou *Apis mellifera* L., 1758 – ta nebyla vůbec odchyťována.

Tabulka č. 3 níže, zobrazuje souřadnice, data návštěv a soupis zkoumaných rostlin vyskytujících se na jednotlivých lokalitách. U některých lokalit je poznámka týkající se změn, které na nich v průběhu výzkumu proběhly.

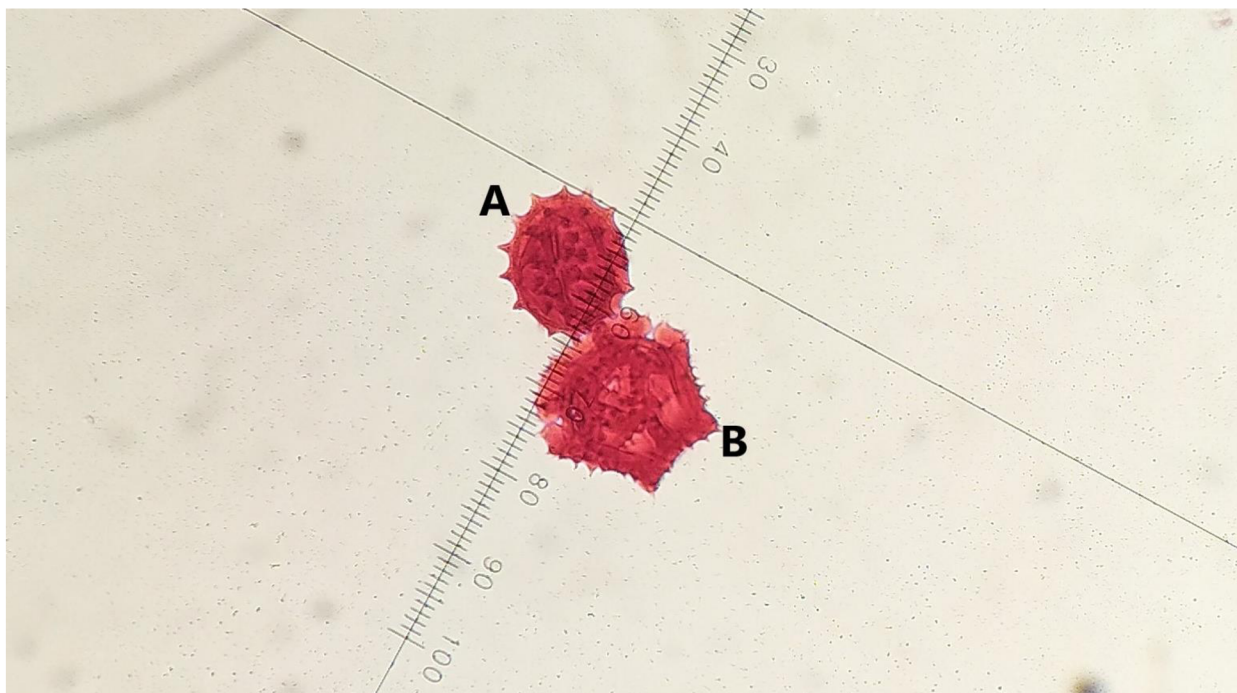
2.4 Laboratorní vyhodnocení vzorků

Po terénní práci následovala laboratorní část výzkumu.

Ze zkumavek byly odstraněny exempláře včel, které vedoucí práce určil a zařadil do druhů. Následně byly zkumavky s extrahovaným pylem v lihu vloženy do centrifugy a po dobu jedné minuty byly odstředovány na rychlost 3 000 otáček, aby došlo k usazení pylu na dně. Poté následovalo odsátí přebytečného lihu a jeho nahrazení acetylační směsí (acetanhydrid a kyselina sírová v poměru 9:1). Kvůli možnosti vzniku bouřlivější reakce, bylo nutné tento krok provádět v digestoři za použití ochranných pomůcek. Posléze došlo v termotřepačce k zahřátí vzorků po dobu 10 minut při teplotě 80 °C a po zahřátí opět následovalo odstředění v centrifuze (stejně jako poprvé). Po tomto kroku přišlo na řadu odstranění acetylační směsi, promytí vzorku a doplnění vodou, načež byl vzorek opět stočen v centrifuze. Takovéto promytí bylo zopakováno třikrát až pětkrát z důvodu úplného vyčištění vzorku. Po posledním promytí byla voda nahrazena směsí glycerinu a vody v poměru 1:2 a opět došlo k odstředění vzorku, tentokrát po dobu 3 minut na 2 000 otáček. Následovalo odsátí přebytečné glycerinové směsi. Poté byla na podložní sklo nanесena kapka pylu a po přikrytí krycím sklem vznikl dočasný preparát. Pro vytvoření trvalého preparátu byl k pylu přidán safranin, který zrnka pylu obarvil načerveno. Hrany krycího skla byly zafixovány lakem na nehty.

Po tomto procesu probíhalo pozorování jednotlivých vzorků pylu pod mikroskopem (viz *obrázek č. 11*, kde je vyfoceno pro srovnání obarvené pylové zrnko kolotočníku ozdobného a škardy dvouleté). Jako kontrola a předloha sloužila kniha Beug (2004), kde jsou jednotlivé typy pylových zrn rostlin vyobrazeny a popsány. Vzorky buď vykazovaly výhradní zastoupení některého z pylových typů, nebo byly jejich směsí. U každého vzorku proběhlo zapsání procentuálního zastoupení jednotlivých pylových typů. Pokud bylo v preparátu pestré složení pylů a tím hůře proveditelné jeho zařazení, determinoval takové vzorky vedoucí práce.

Vznikly tak tabulky dle odchyťovaných druhů včel a posbíraných pylových typů, ze kterých byly poté vytvořeny grafy (viz kapitola výsledky).



Obrázek č. 11 – fotografie zorného pole mikroskopu – A = zrnko pylu kolotočníku ozdobného (*T. speciosa*), B = zrnko pylu škarďy dvouleté (*C. biennis*), autorská fotografie

Tabulka č. 3 obsahující informace o zkoumaných lokalitách – GPS souřadnice, data příjezdu na lokality, latinské názvy žlutě kvetoucích hvězdnicovitých rostlin a změny stavu lokality v průběhu výzkumu

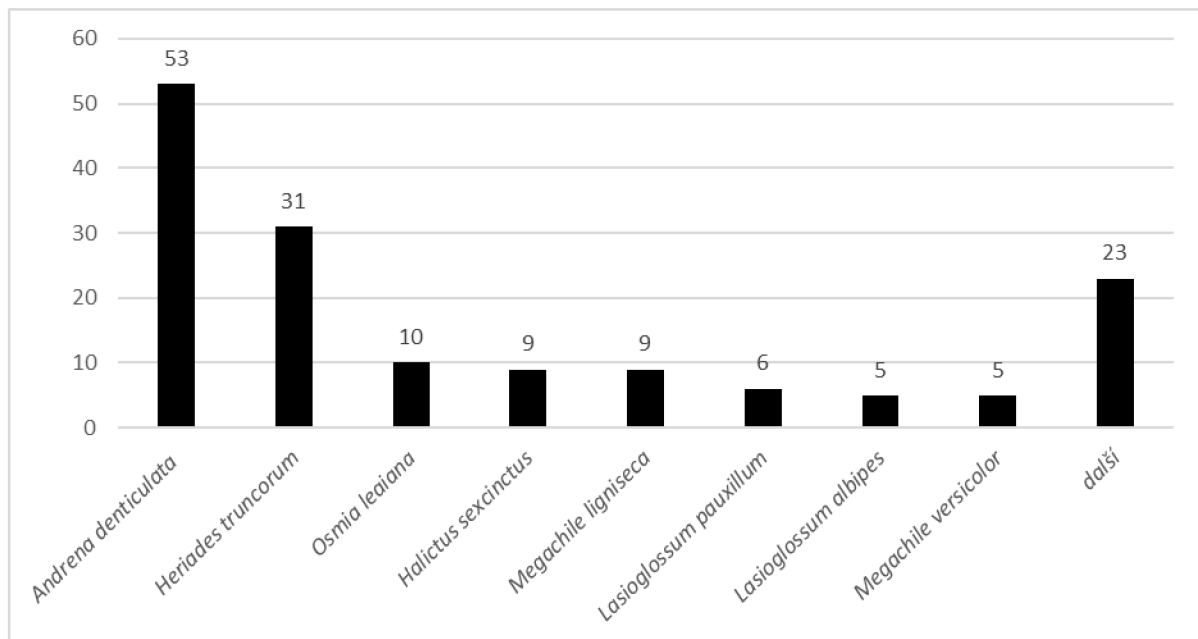
Lokalita	GPS souřadnice	Datum návštěvy	Žlutě kvetoucí hvězdnicovité rostliny (krom kolotočníku ozdobného)	Změna stavu lokality
T1	50.2157208N, 16.4336456E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis</i> , <i>Senecio ovatus</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> ,	
T2	50.2097625N, 16.4326472E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Achillea millefolium</i> , <i>Crepis biennis</i> , <i>Leucanthemum vulgare</i> ,	Částečně posekáno (30. 8.)
T3	50.2095825N, 16.4506097E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis</i> , <i>Senecio ovatus</i>	Posekáno (5. 8.)
T4	50.2170875N, 16.4546764E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Crepis biennis</i> , <i>Senecio ovatus</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> ,	
T5	50.2445144N, 16.4063561E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis</i>	
T6	50.2347156N, 16.4053989E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis</i> , <i>Senecio ovatus</i>	Částečně zasypano zeminou (30. 8.)

Lokalita	GPS souřadnice	Datum návštěvy	Žlutě kvetoucí hvězdnicovité rostliny (krom kolotočnicku ozdobného)	Změna stavu lokality
T7	50.228690N, 16.405474E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis, Senecio ovatus</i>	Posekáno (5. 8.)
T8	50.199615N, 16.402210E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis, Senecio ovatus</i>	
T9	50.180937N, 16.432692E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis</i>	
T10	50.2368756N, 16.3796961E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis, Senecio ovatus</i>	
T11	50.2069105N, 16.4571686E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis, Senecio ovatus</i>	
T12	50.1840665N, 16.4692256E	18. 7.; 5. 8.; 15. 8.; 26. 8.; 30. 8.	<i>Crepis biennis, Senecio ovatus</i>	

3 Výsledky

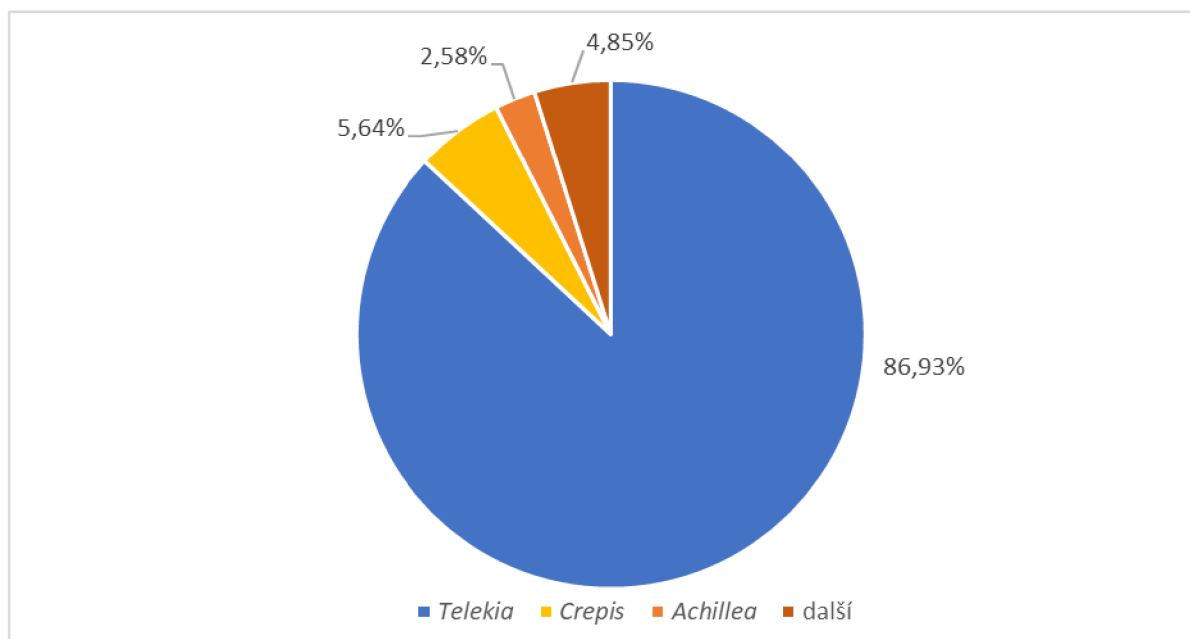
3.1 Výsledky výzkumu z léta 2020

V létě roku 2020 probíhal první sběr včel na 10 lokalitách, a to současně s výzkumem týkajícím se bakalářské práce. Včely byly odchyťvány pouze z rostlin *Telekia speciosa* a nezbytným kritériem byla přítomnost pylu v jejich sběracím aparátu. Celkem bylo odchyceno 151 exemplářů samotářských včel patřících do 17 druhů. Nejpočetnějšími druhy byly *Andrena denticulata* (53 jedinců), *Heriades truncorum* (31 jedinců) a *Osmia leaiana* (10 jedinců). Početné byly také druhy *Halictus sexcinctus* a *Megachile ligniseca*, oba s 9 jedinci. Počty ostatních odchycených zástupců byly nižší (viz obrázek č. 12 níže).

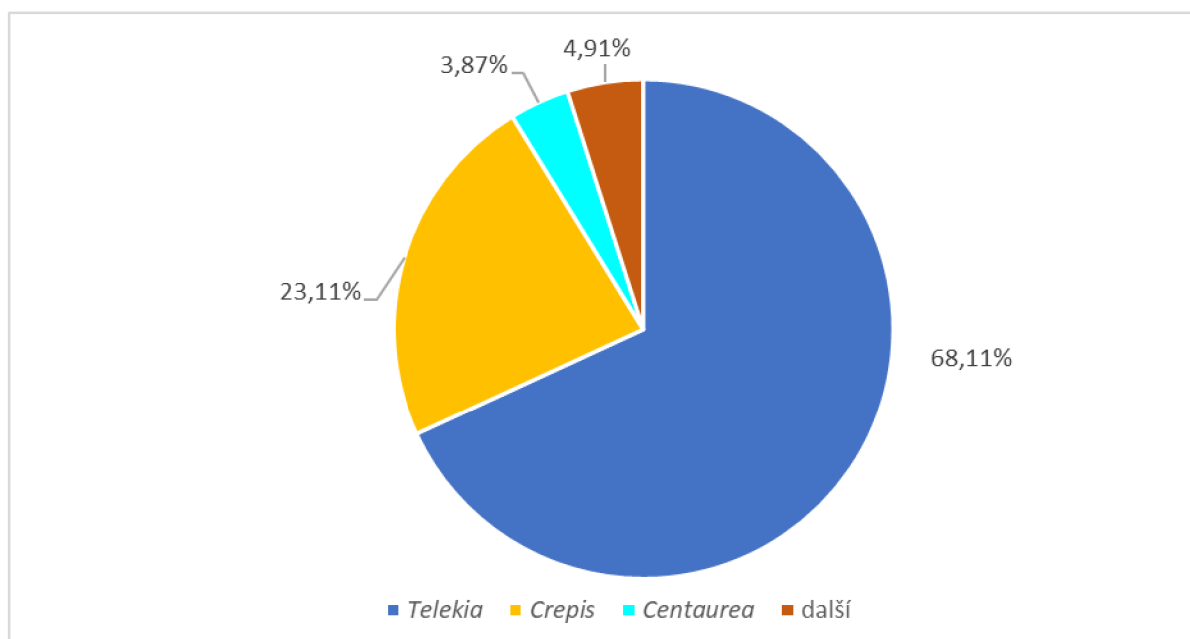


Obrázek č. 12 – Graf porovnání četností jednotlivých druhů samotářských včel odchycených na rostlinách *Telekia speciosa* při výzkumu probíhajícím v létě roku 2020.

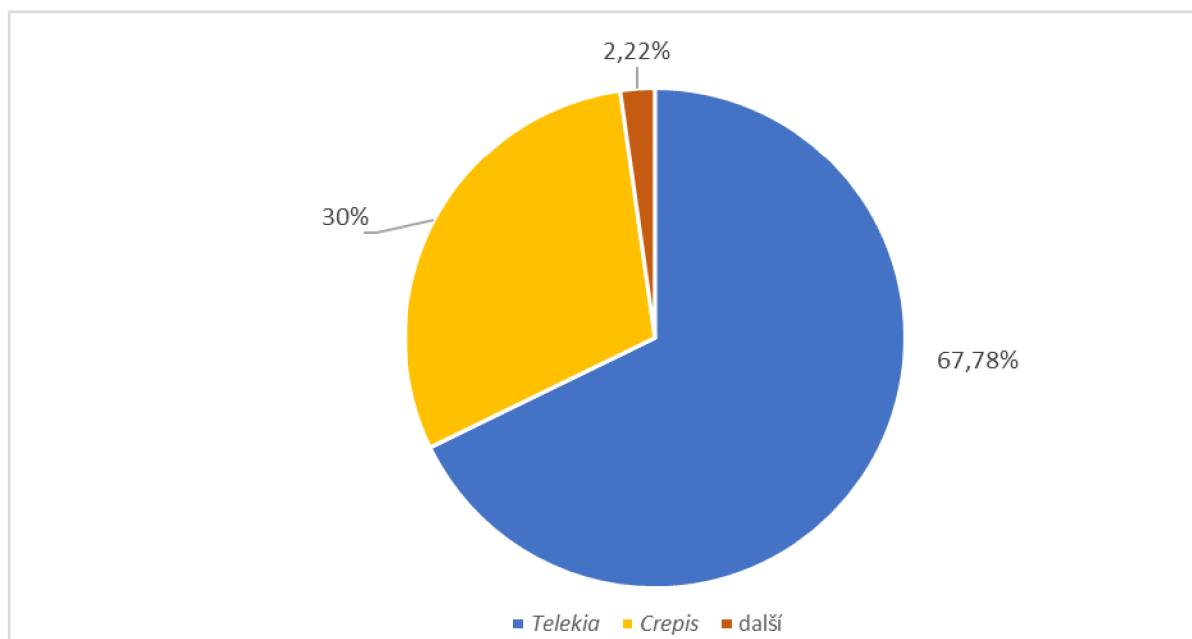
Po pylové analýze se ukázalo, že padesát a více procent celkového obsahu pylu u hojně zastoupených druhů včel tvoří pyl rostliny *Telekia speciosa*. Takovým příkladem byl druh *Heriades truncorum*, který z více než 86 % sbíral pouze pyl kolotočnicku. Jen malou příměsí byly pyly rostlin rodů *Crepis* a *Achillea* (viz obrázek č. 13). Složení pylu u dalších druhů se lišilo. Například druh *Andrena denticulata* sbíral kromě pylu *Telekia speciosa* převážně pyl rostlin z rodu *Crepis*, obdobně jako druhy *Halictus sexcinctus*, *Megachile versicolor* a *Osmia leaiana*. U druhu *A. denticulata* bylo patrné i zastoupení pylu rostlin rodu *Centaurea*. Druh *M. versicolor* zase sbíral pyl z rostlin čeledi Lamiaceae. U druhu *O. leaiana* byl přítomen pyl z rostlinného rodu *Cirsium*. Výše zmíněná data jsou vyobrazena v navazujících koláčových grafech obrázků č. 14 – č. 17.



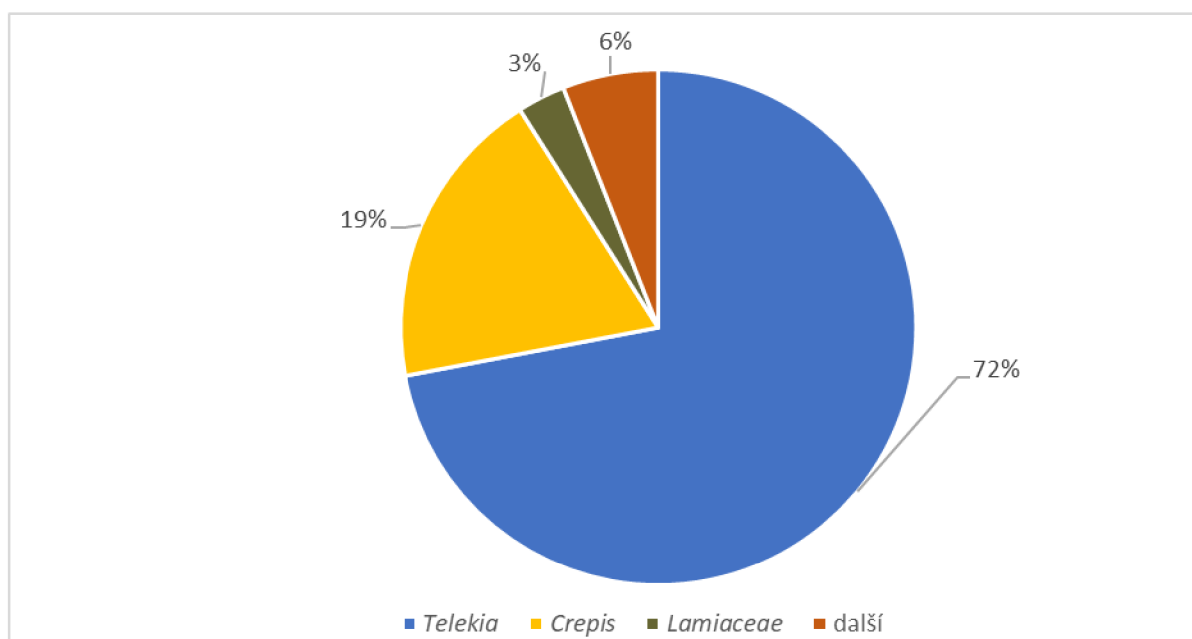
Obrázek č. 13 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Heriades truncorum* na rostlinách *Telekia speciosa*. Majoritní většina pylu pocházela právě z *T. speciosa* (86,93 %) a byla doplněna o pyl rodů *Crepis* (5,64 %) a *Achillea* (2,58 %).



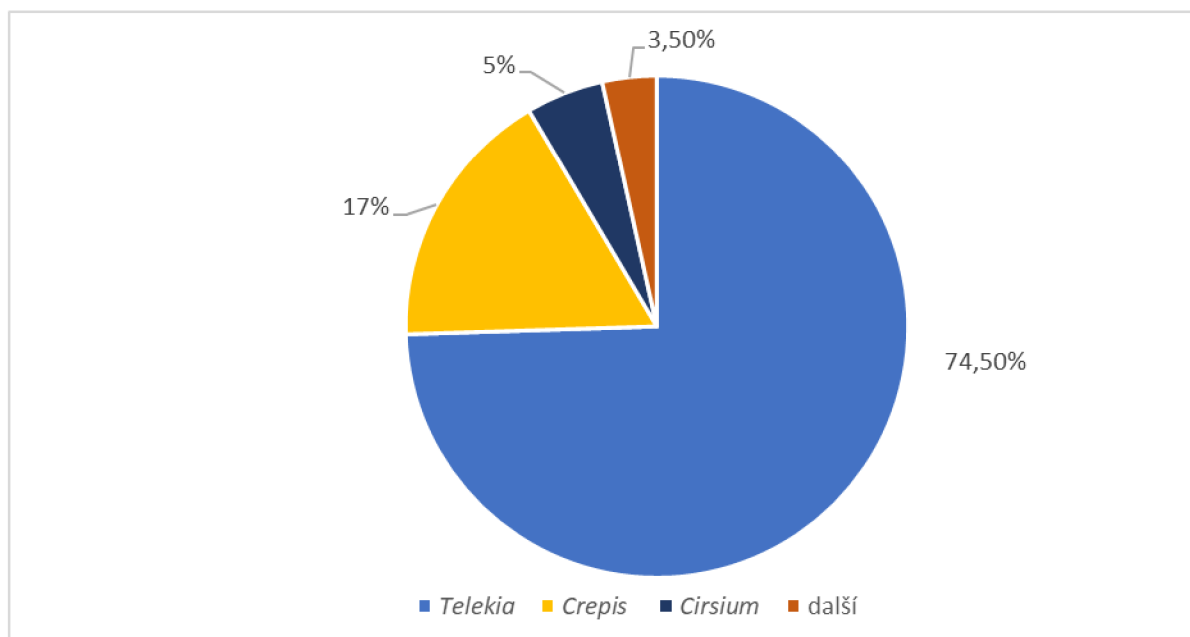
Obrázek č. 14 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Andrena denticulata* na rostlinách *Telekia speciosa*. Kromě pylu *T. speciosa* a *Crepis* je patrné zastoupení pylu rostlin *Centaurea*.



Obrázek č. 15 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Halictus sexcinctus* na rostlinách *Telekia speciosa*. Významný podíl tvořil pyl rostlin rodu *Crepis*.

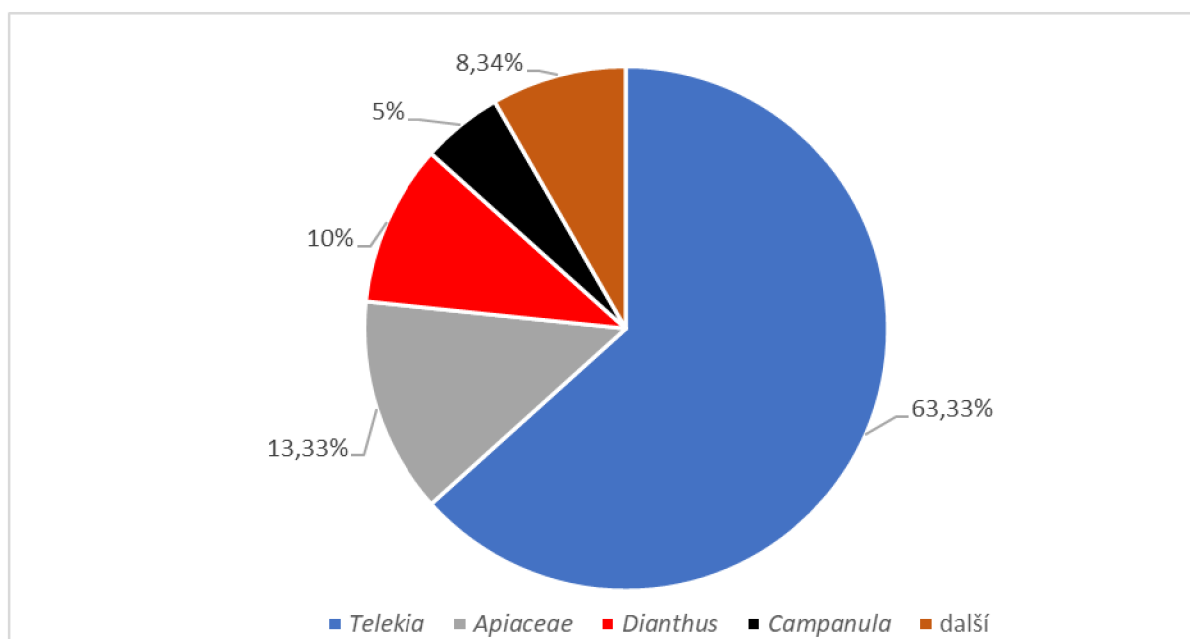


Obrázek č. 16 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Megachile versicolor* na rostlinách *Telekia speciosa*. Kromě pylu z *T. speciosa* a *Crepis* je patrná i malá část pylu čeledi *Lamiaceae*.

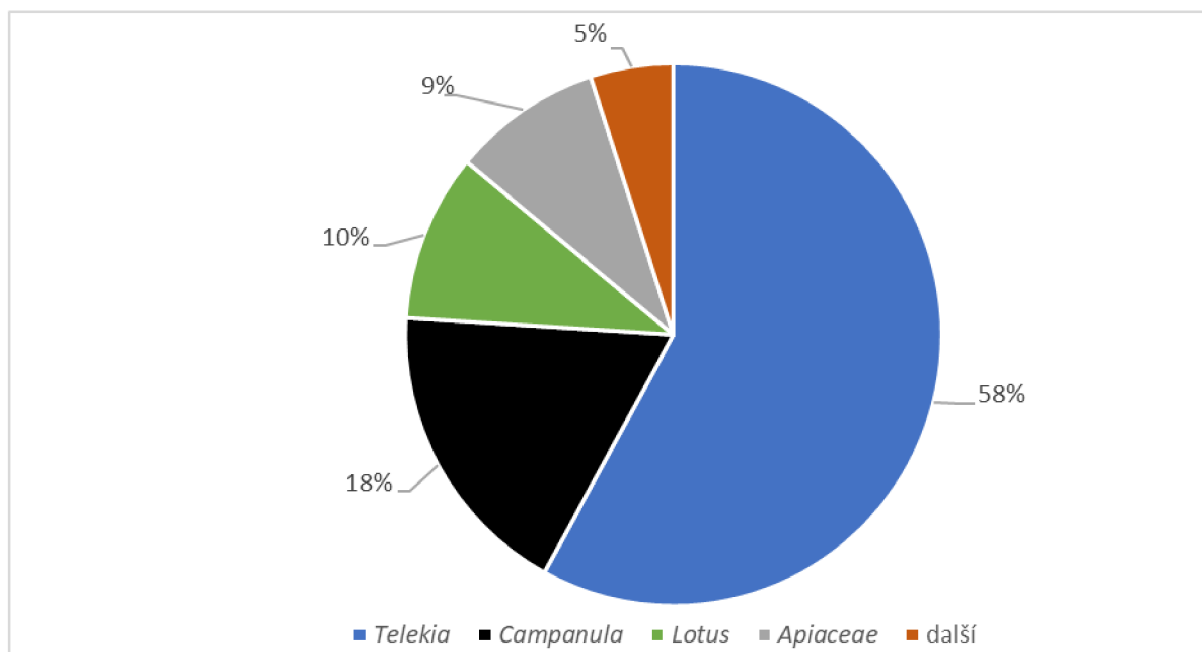


Obrázek č. 17 – Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Osmia leaiana* na rostlinách *Telekia speciosa*. Kromě většinového zastoupení pylu z *T. speciosa* a *Crepis* je znatelný podíl rodu *Cirsium*.

Podobné znaky z hlediska obsahu pylu rodu *Campanula* a *Crepis* vykazovaly druhy *Lasioglossum pauxillum* (obrázek č. 18) a *Lasioglossum albipes* (obrázek č. 19). Oba zmíněné druhy též měly pylový typ čeledi *Apiaceae*. Odlišným znakem je přítomnost pylu z rostlin rodu *Dianthus* ve vzorku druhu *L. pauxillum* a pyl rodu *Lotus* ve vzorku *L. albipes*.

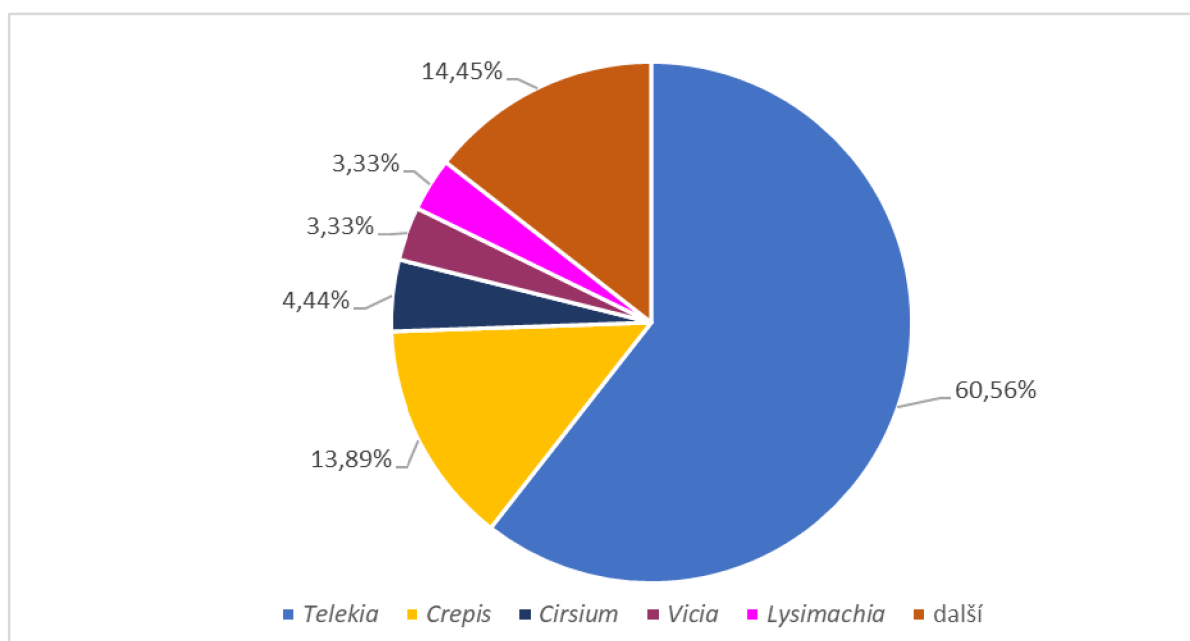


Obrázek č. 18 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum pauxillum* na rostlinách *Telekia speciosa*. Vzorek je složením podobný druhu *L. albipes*, liší se přítomností pylu rostlin z druhu *Dianthus*.



Obrázek č. 19 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum albipes* na rostlinách *Telekia speciosa*. Vzorek je ve složení podobný druhu *L. pauxillum*, liší se přítomností pylu z rodu rostlin *Lotus*.

Nejpestřejší složení pylu bylo zjištěno u druhu *Megachile ligniseca*, jehož vzorky obsahovaly 14 různých pylových typů. Nejhojněji byl opět zastoupen pyl z *Telekia speciosa*, následován pylem z rostlin rodu *Crepis*. Dále byly rozeznány pyly z rostlin patřících do rodů *Cirsium*, *Vicia*, *Lysimachia* nebo do čeledí *Brassicaceae*, *Apiaceae* či *Lamiaceae* (v hnědé výseči s označením "další" – viz obrázek č. 20).



Obrázek č. 20 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Megachile ligniseca* na rostlinách *Telekia speciosa*. Jedná se o nejbohatší pylový vzorek.

U méně početných druhů včel pocházelo nejvíce pylu také z *Telekia speciosa*. U druhů *Halictus maculatus*, *Panurgus calcaratus* a *Megachile centuncularis* byl druhý nejčastější pyl z rostlin rodu *Crepis*. Další složkou vzorků byly pyly rostlin z rodu *Dianthus* (*Lasioglossum calceatum*, *Seladonia confusa*), *Lotus* (*Lasioglossum fratellum*) či *Campanula* (*Seladonia tumulorum*).

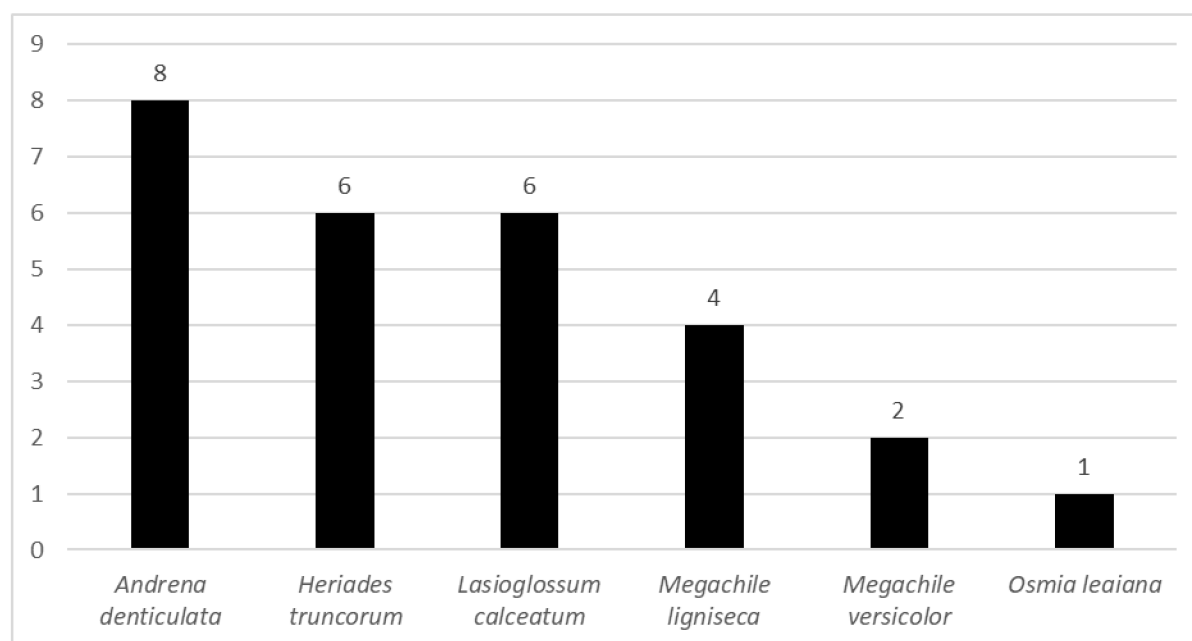
Jelikož byly druhy *Panurgus banksianus* a *Eucera fulvescens* odchyceny jen v počtu jednoho jedince, není možné přesnější vyhodnocení pylové specializace.

3.2 Výsledky výzkumu z léta 2022

V létě 2022 byly do zkoumaných oblastí přidány dvě nové lokality, tudíž jich bylo dohromady dvanáct. Za celkem pět návštěv bylo odchyceno 20 druhů samotářských včel, což představovalo 166 jedinců. K lepšímu znázornění byly včely rozděleny podle rostlinného druhu, na kterém byly odchyceny. Nejvíce včel, a to 98, bylo zaznamenáno na rostlinách *Crepis biennis*. Z *Tanacetum vulgare* bylo odebráno 33 jedinců, z *Telekia speciosa* pak 27. Zbýlých 8 exemplářů bylo odchyceno na *Senecio ovatus* (4), *Achillea millefolium* (2) a *Anthemis tinctoria* (2).

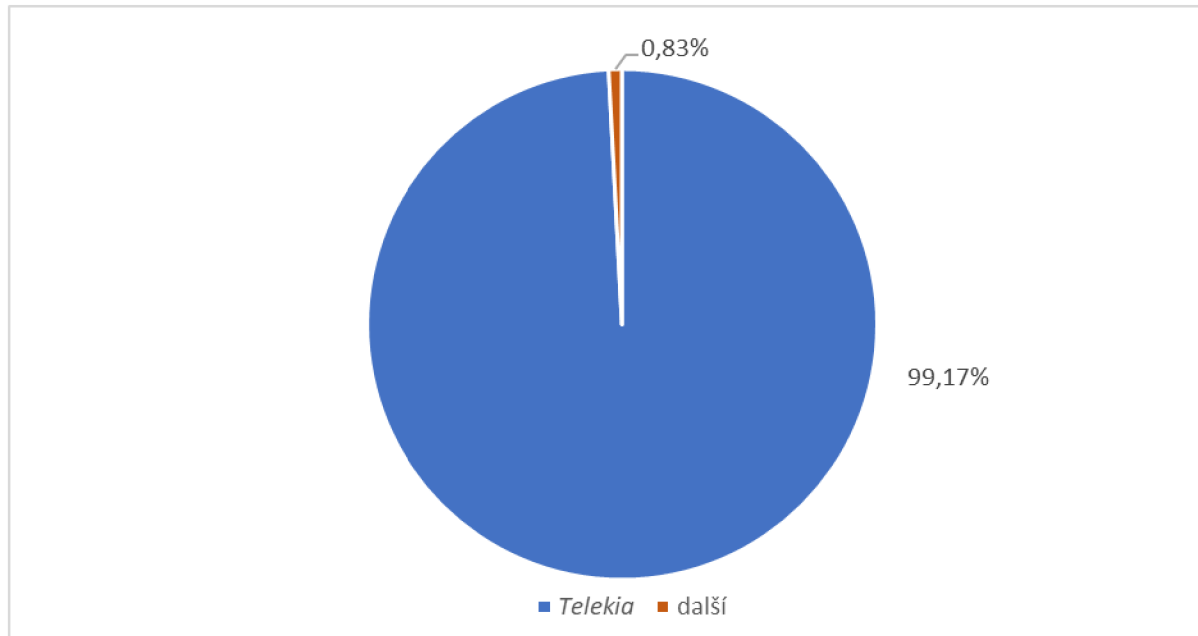
3.2.1 *Telekia speciosa*

Na rostlinách *Telekia speciosa* bylo odchyceno celkem 6 druhů včel, a sice *A. denticulata* (8 jedinců), *H. truncorum* (6 jedinců), *L. calceatum* (6 jedinců), *M. ligniseca* (4 jedinci), *M. versicolor* (2 jedinci) a *O. leaiana* (1 jedinec) – viz obrázek č. 21.

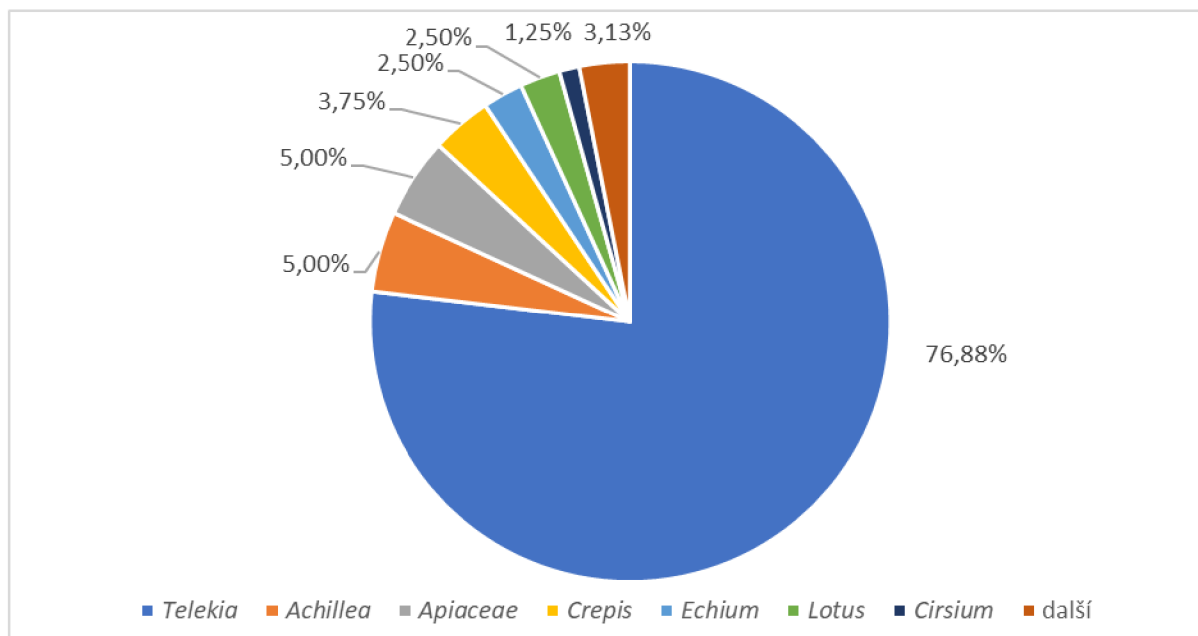


Obrázek č. 21 – Graf četnosti jednotlivých druhů včel odchycených na rostlinách *Telekia speciosa* při výzkumu v létě roku 2022.

Po analýze pylových vzorků se ukázalo, že i zde hlavní část pylu pochází z rostlin *Telekia speciosa*. Druh *Heriades truncorum* dokonce vykazoval 99% podíl pylu *T. speciosa* (obrázek č. 22). Ostatní druhy včel vykazovaly mnohem pestřejší složení pylu. *Andrena denticulata* měla opět největší podíl *T. speciosa* s příměsí pylu rostlin rodu *Achillea*, *Crepis*, *Echium* či *Lotus* a dále pak pylem z čeledi *Apiaceae* (obrázek č. 23).

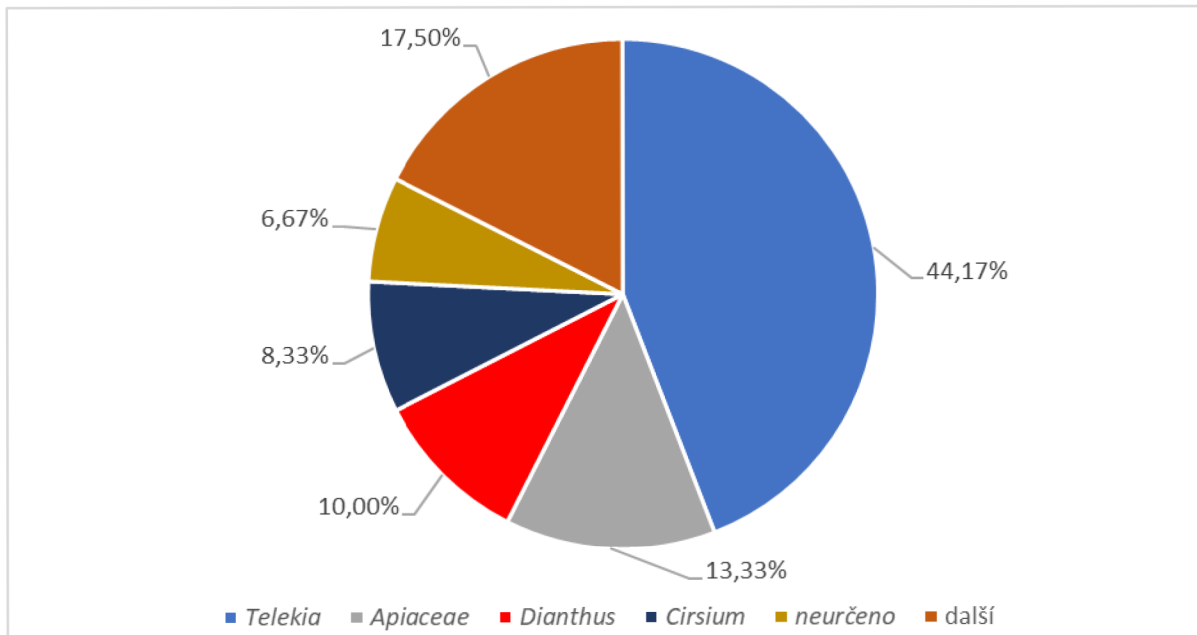


Obrázek č. 22 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Heriades truncorum* na rostlinách *Telekia speciosa* – pyl *T. speciosa* zde má téměř sto procentní podíl.

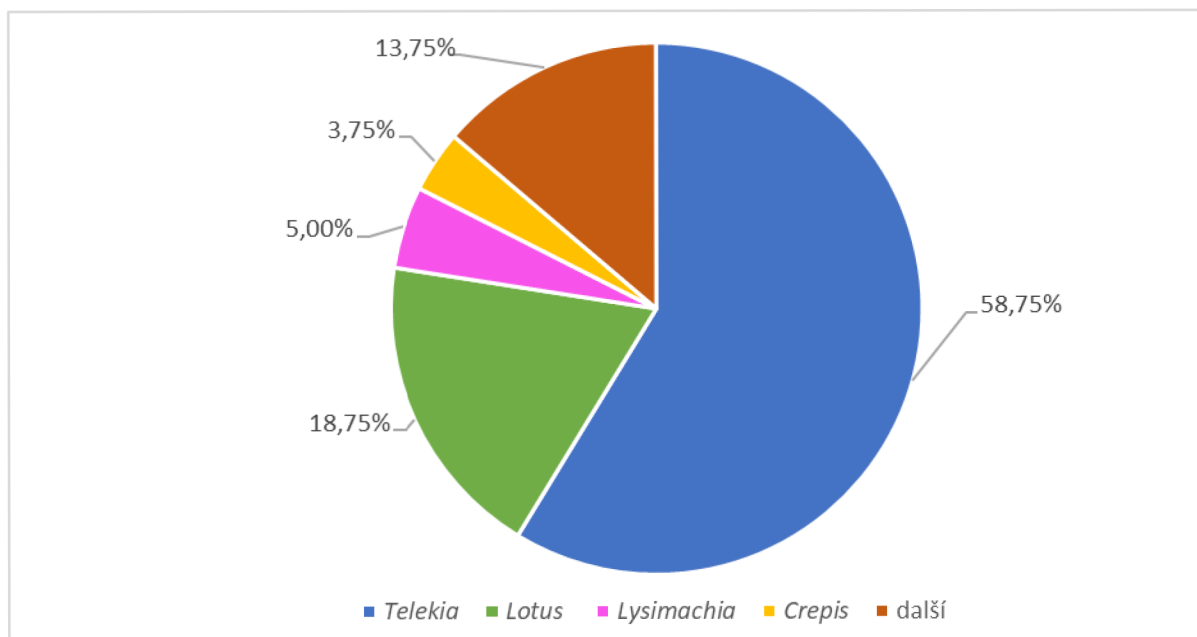


Obrázek č. 23 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Andrena denticulata* na rostlinách *Telekia speciosa* – *Telekia* zaujímá majoritní část, doplněno *Achillea*, *Apiaceae* či *Crepis*.

Druh *Lasioglossum calceatum* sbíral pyl kromě *T. speciosa* také na čeledi Apiaceae a rostlinách rodu *Dianthus* a *Cirsium* (obrázek č. 24). Oproti tomu včely *Megachile ligniseca* využívaly jako zdroj pylu kromě *Telekia* rostliny rodu *Lotus*, *Lysimachia* a *Crepis* (obrázek č. 25).



Obrázek č. 24 – Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum calceatum* na rostlinách *Telekia speciosa*. Převažuje pyl *T. speciosa*, dalšími složkami jsou pyl rostlin čeledi Apiaceae a rostlinných rodů *Dianthus* či *Cirsium*.

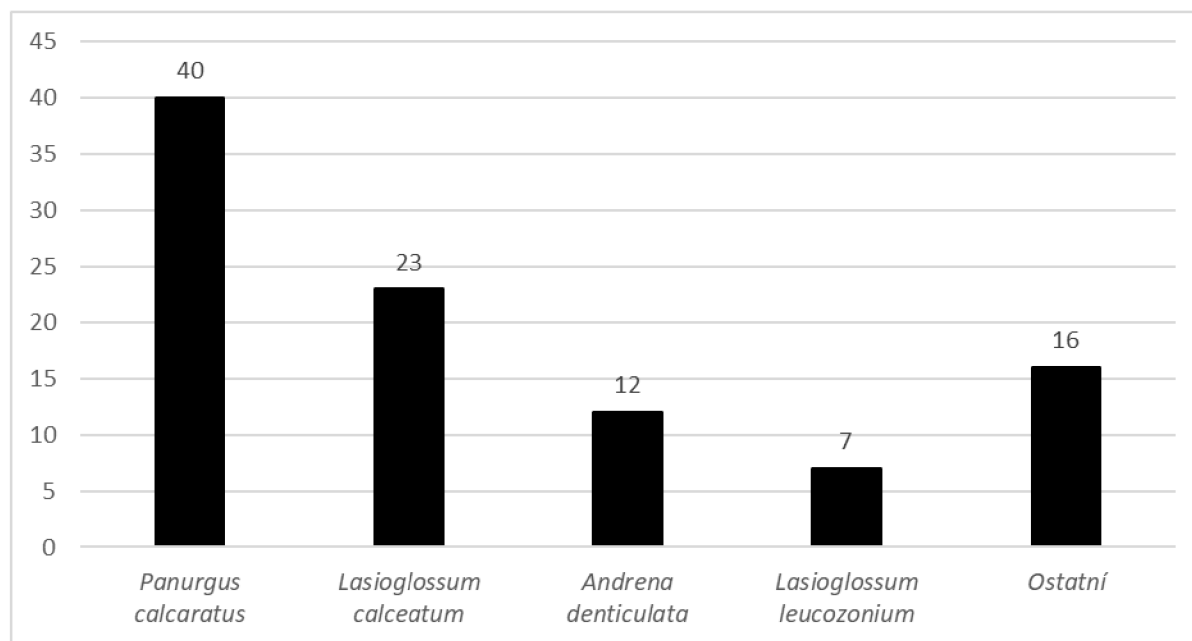


Obrázek č. 25 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Megachile ligniseca* na rostlinách *Telekia speciosa*. Kromě *T. speciosa* je znatelný podíl rostlin rodu *Lotus* a částečně i *Lysimachia* a *Crepis*.

Ze zkoumání nejméně početně zastoupených druhů vyplývá, že *Megachile versicolor* preferuje rostliny *T. speciosa* a rod *Crepis*, zatímco u jediného exempláře druhu *Osmia leaiana* byla zjištěna přítomnost pylu *T. speciosa* a rodu *Achillea*.

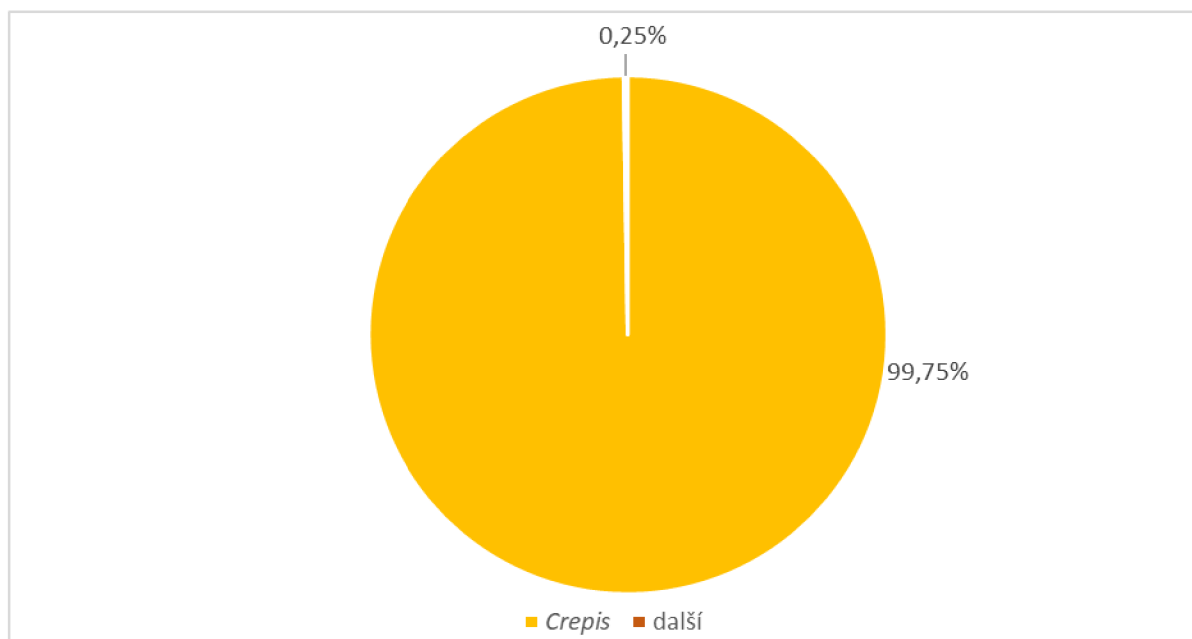
3.2.2 *Crepis biennis*

Na porostu *Crepis biennis* bylo odchyceno celkem 98 jedinců z 16 různých včelích druhů. Nejpočetnější byly druhy *Panurgus calcaratus* (40 jedinců), *Lasioglossum calceatum* (23 jedinců), *Andrena denticulata* (12 jedinců) a *Lasioglossum leucozonium* (7 jedinců). Dalších 16 jedinců bylo z méně početných druhů (viz obrázek č. 26).

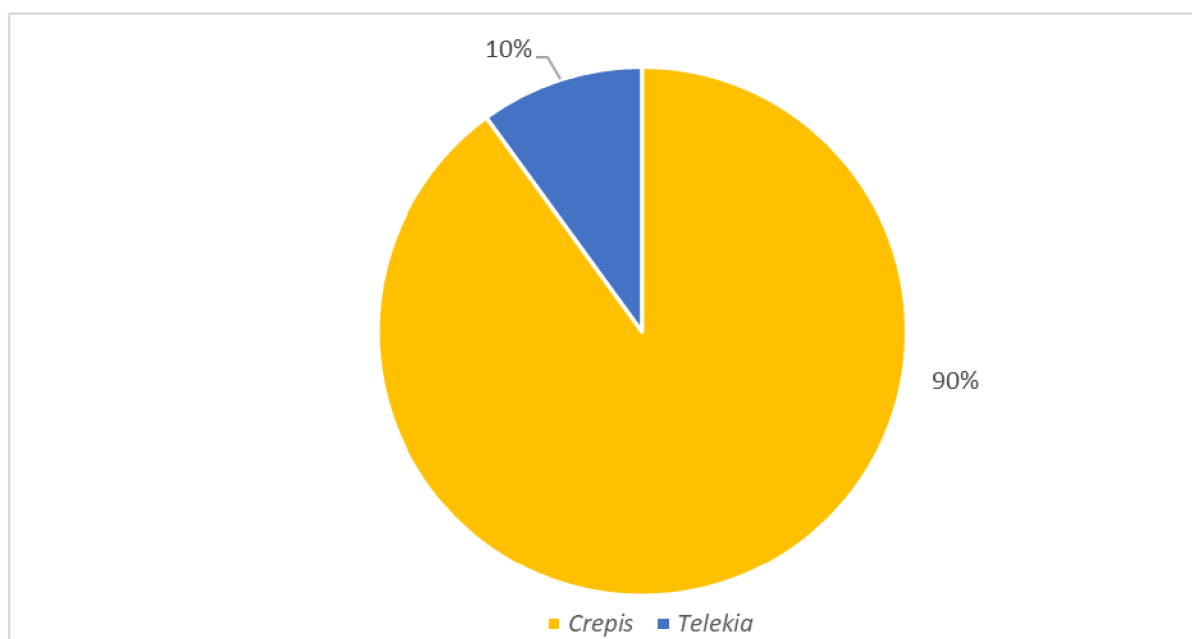


Obrázek č. 26 – Graf četnosti jednotlivých druhů včel odchycených na rostlinách *Crepis biennis* při výzkumu v létě roku 2022

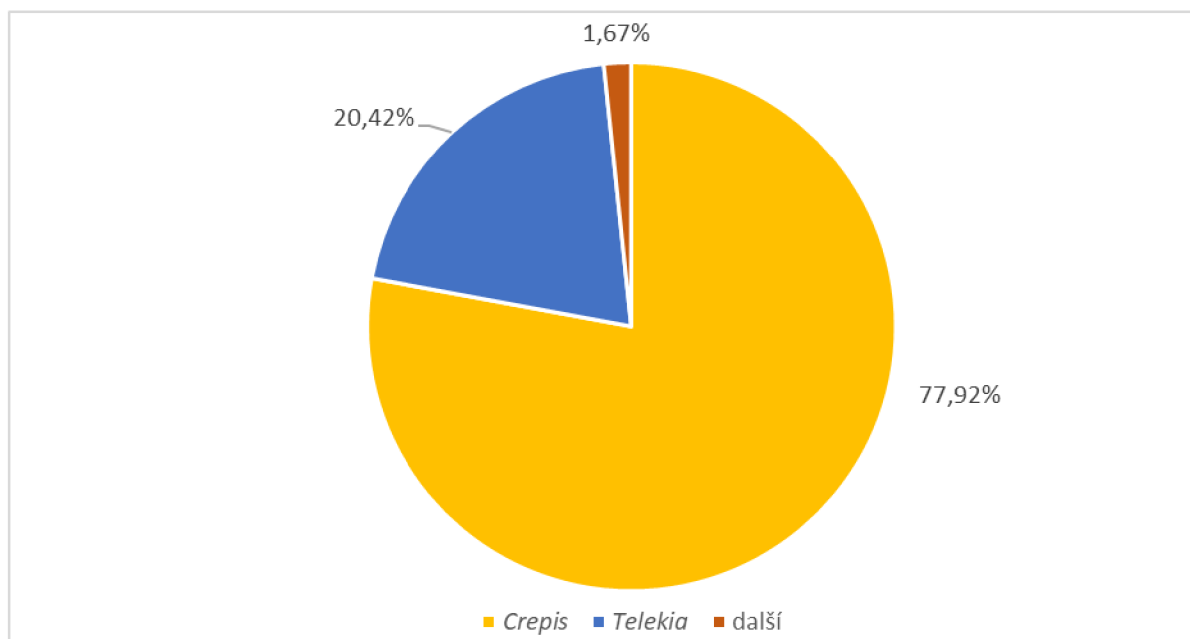
Po pylové analýze bylo zjištěno, že pyl ze sběrné rostliny *Crepis biennis* tvoří většinový podíl u všech nejpočetnějších druhů včel. Pyl nejhojněji odchytávaného druhu *Panurgus calcaratus* obsahoval dokonce přes 99 % *C. biennis* (obrázek č. 27). Méně pylu *C. biennis* pak obsahovaly vzorky druhu *Lasioglossum leucozonium*, a to 90 % spolu s 10 % pylu *T. speciosa* (obrázek č. 28). Podobných hodnot bylo dosaženo i u druhu *Andrena denticulata*, kde pyl *C. biennis* zaujímal téměř 78 % a na dalším místě byl pyl *T. speciosa* (obrázek č. 29). U druhu *Lasioglossum calceatum* byl *C. biennis* doplněn o pyl z *T. speciosa* a rostliny rodu *Lotus* a *Dianthus* (obrázek č. 30).



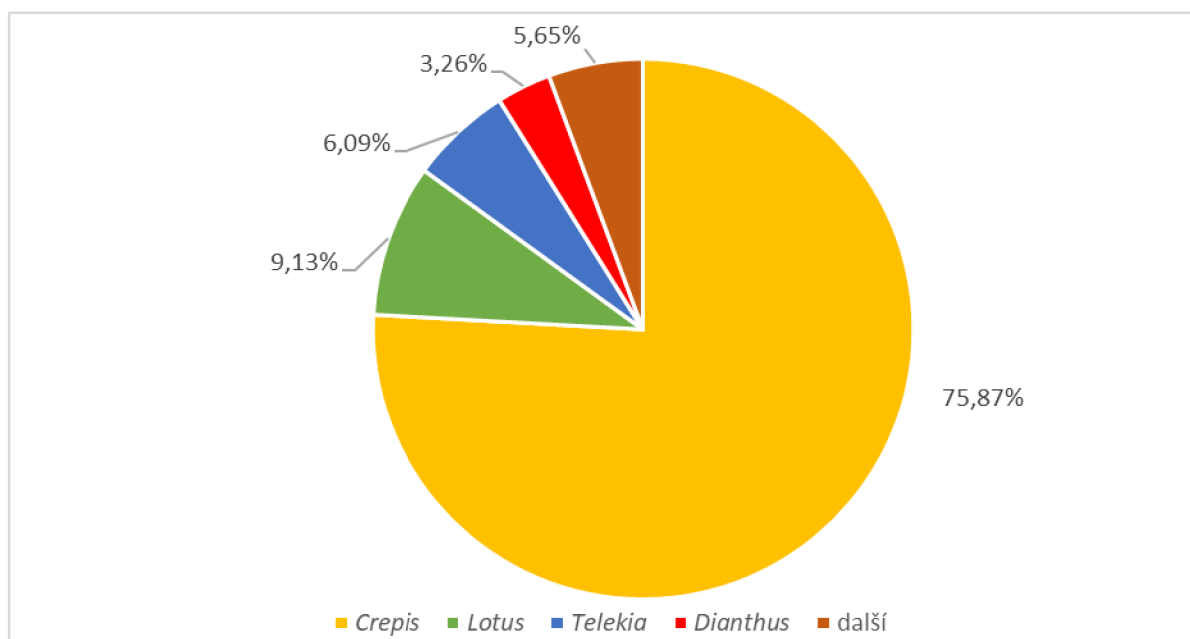
Obrázek č. 27 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Panurgus calcaratus* na rostlinách *Crepis biennis*. Vzoroky obsahovaly téměř sto procent pylu *C. biennis*



Obrázek č. 28 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum leucozonium* na rostlinách *Crepis biennis*. *C. biennis* převažuje v 90% a je doplněna pylem *T. speciosa*.



Obrázek č. 29 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Andrena denticulata* na rostlinách *Crepis biennis*. Obdobně jako u výše zobrazeného druhu *L. leucozonium* převažuje *C. biennis* a je doplněn o pyl z *T. speciosa* a malá procenta dalších pylů.

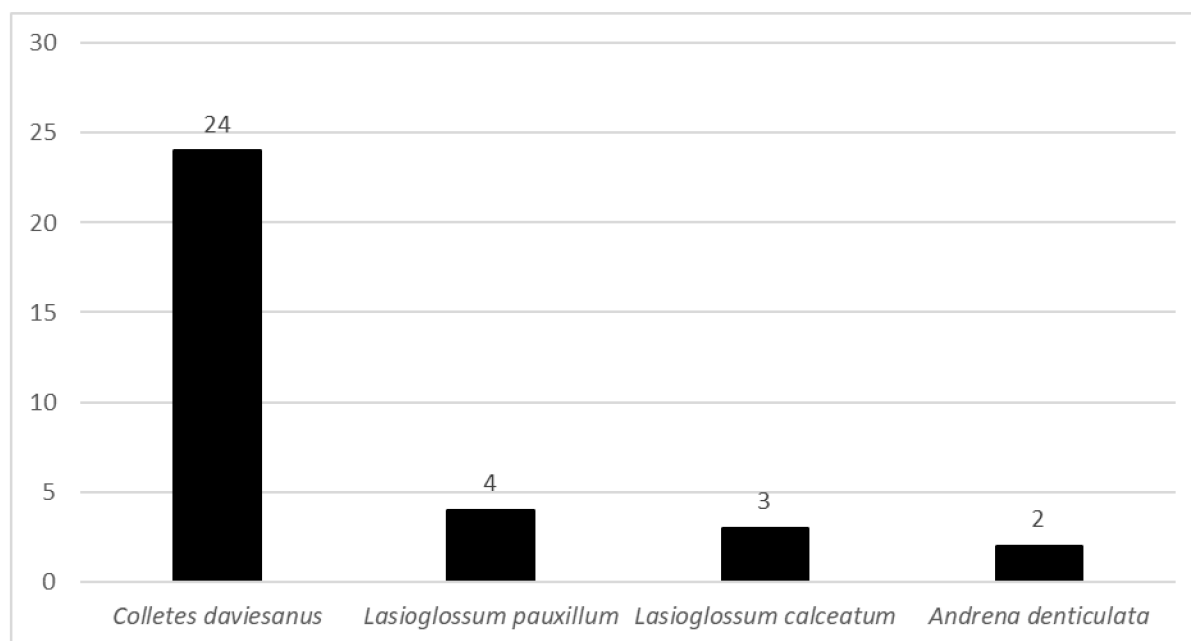


Obrázek č. 30 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum calceatum* na rostlinách *Crepis biennis*. Převažující *C. biennis*, spolu s příměsí *T. speciosa* a rostlin rodu *Lotus* a *Dianthus*.

Většina ostatních odchycených druhů na rostlinách *Crepis biennis* byla zastoupena v počtu jednoho jedince (celkem 8 druhů). Zbýlé 4 druhy pak zahrnovaly jedince dva.

3.2.3 *Tanacetum vulgare*

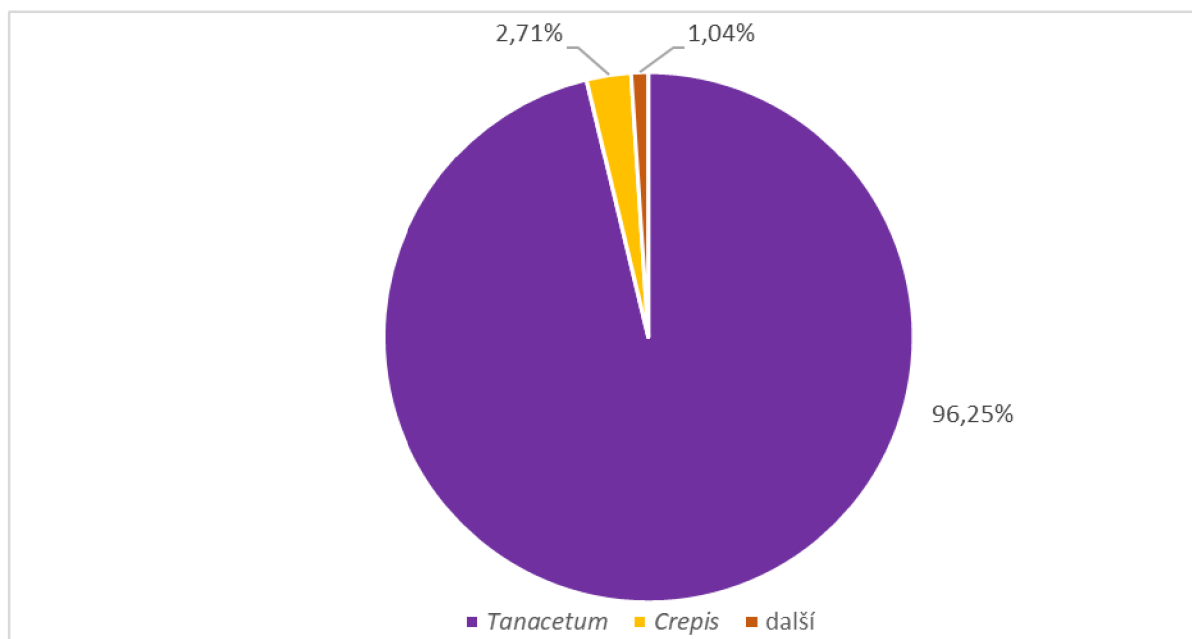
Na rostlinách *Tanacetum vulgare* bylo celkem odebráno 33 exemplářů včel zařazených do 4 druhů. Nejpočetnějším druhem byl *Colletes daviesanus*, kterého bylo odchyceno 24 jedinců. Od ostatních 3 druhů máme nižší počty jedinců – *Lasioglossum pauxillum* (4 kusy), *Lasioglossum calceatum* (3 kusy) a *Andrena denticulata* (2 kusy) – viz obrázek č. 31.



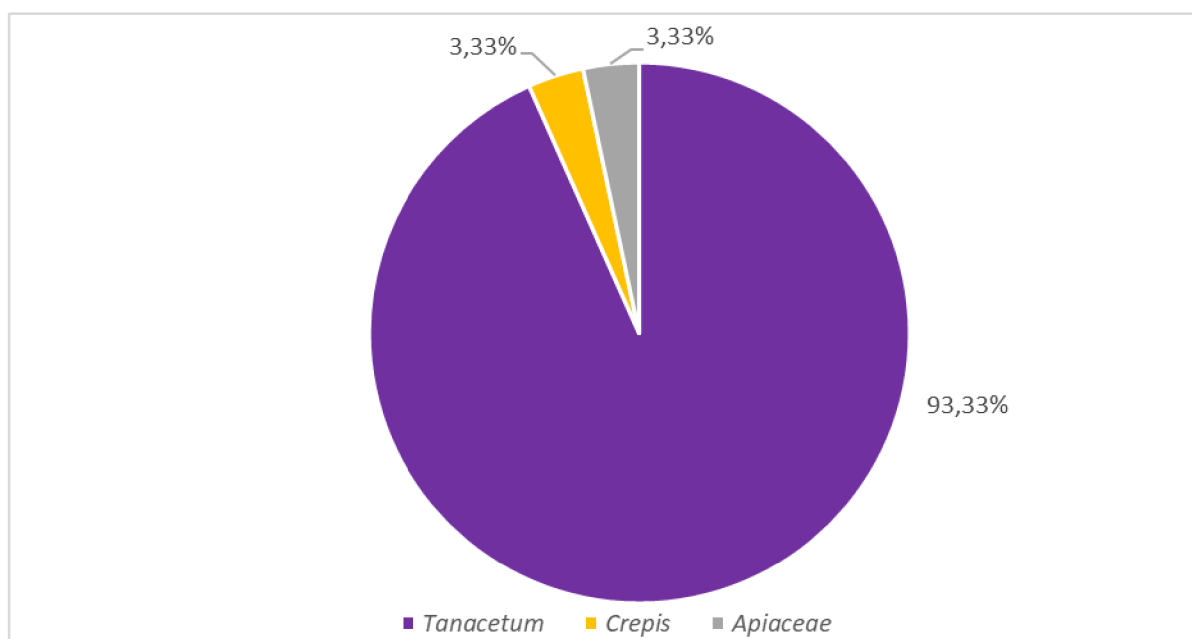
Obrázek č. 31 - Graf druhové četnosti včel odchycených na rostlinách *Tanacetum vulgare* při výzkumu v létě roku 2022

Po pylovém rozboru bylo zjištěno, že i zde převažuje pyl rostliny, na níž byly včely odchyceny, a sice *T. vulgare*. Kromě něho bylo u druhů *Colletes daviesanus* a *Lasioglossum calceatum* zastoupeno několik procent pylu z rostlin rodu *Crepis* a u *L. calceatum* ještě pyl čeledi *Apiaceae* (obrázky č. 32 a 33). Vzorky druhu *Lasioglossum pauxillum* obsahovaly kromě *T. vulgare* značný podíl pylu rostlin rodu *Centaurea* (obrázek č. 34).

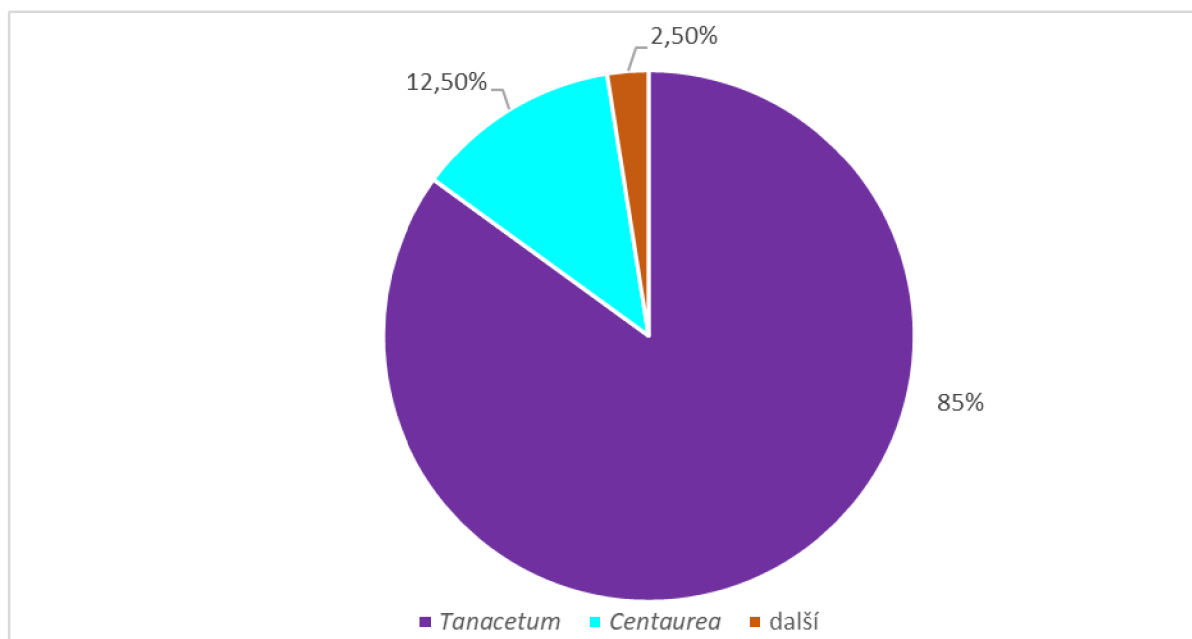
Oba jedinci druhu *Andrena denticulata* vykazovaly 100% zastoupení pylu *Telekia speciosa*.



Obrázek č. 32 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Colletes daviesanus* na rostlinách *Tanacetum vulgare*. Kromě pylu z *T. vulgare* je přítomen i pyl z rostlin rodu *Crepis*.



Obrázek č. 33 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum calceatum* na rostlinách *Tanacetum vulgare*. Většinový podíl pylu *T. vulgare* byl obohacen o pyl čeledi *Apiaceae* a rodu *Crepis*.



Obrázek č. 34 - Procentuální zastoupení pylových typů odebraných druhu *Lasioglossum pauxillum* na rostlinách *Tanacetum vulgare*. Znatelnou část tvoří pyl rostlin rodu *Centaurea*.

3.2.4 Ostatní rostliny

Odchyt včel probíhal nejen u výše zmíněných majoritních druhů rostlin. V menším množství byly odchyťvány i včely z rostlin *Senecio ovatus*, *Achillea millefolium* a *Anthemis tinctoria*.

Na *Senecio ovatus* byli odchyceni 3 jedinci *Andrena denticulata* a jeden kus *Heriades truncorum*. *A. denticulata* měla většinový podíl pylu ze *S. ovatus* a jen malou část tvořil pyl *T. speciosa*. U druhu *H. truncorum* vzorek obsahoval pylly druhů *S. ovatus* a *A. millefolium*.

Na rostlinách *Achillea millefolium* byli odchyceni dva jedinci druhu *Colletes daviesanus*, oba shodně s pylem pouze z *Anthemis tinctoria*.

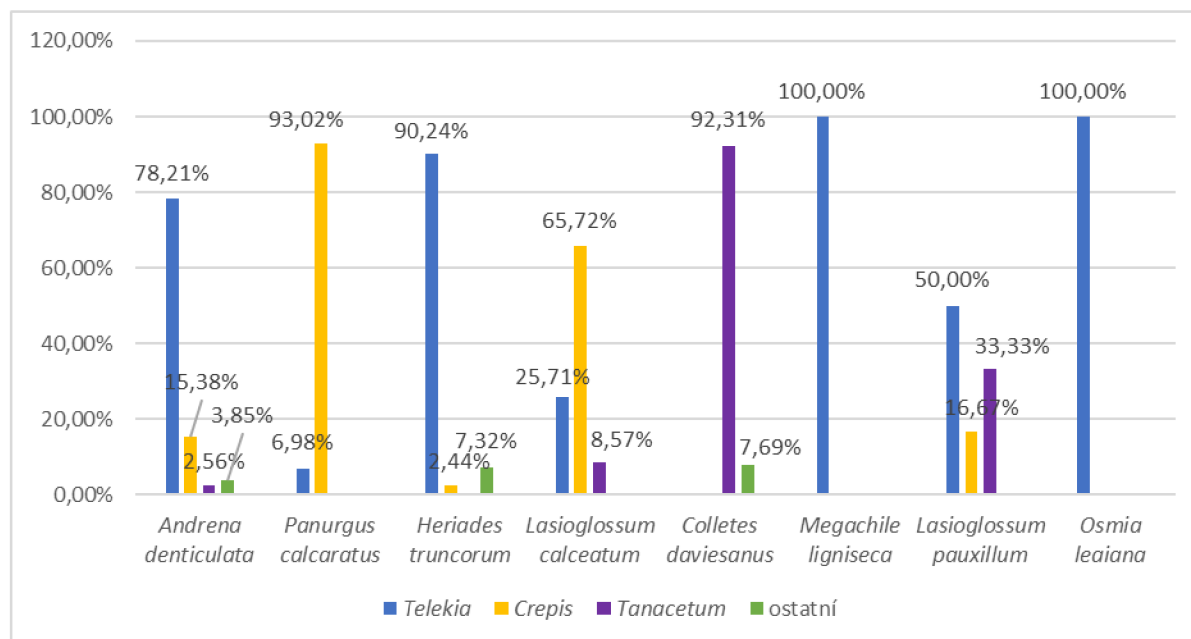
Z rostlin *Anthemis tinctoria* byly sebrány dva exempláře *Heriades truncorum* s většinovým podílem pylu ze sběrné rostliny. Menší část vzorků tvořil pyl *Achillea millefolium*.

3.3 Grafické znázornění konečných výsledků z let 2020 a 2022

Pro tento výsledek byly spojeny počty včel na *Telekia speciosa* z roku 2020 a 2022, čímž vznikl konečný počet včel za celou dobu zkoumání. Graf zobrazuje 8 nejčetnějších druhů včel, které byly během výzkumu zaznamenány.

V obrázku č. 35 je zobrazeno z kolika procent byla daná včela sesbírána na zkoumané rostlině. U druhu *Colletes daviesanus* je patrné, že byl nejvíce sbírán na *Tanacetum vulgare*. Druhy *Panurgus calcaratus* a *Lasioglossum calceatum* byly nejčastěji

odchyťvány na *Crepis biennis*. Výhradně na *Telekia speciosa* byly sbírány druhy *Megachile ligniseca* a *Osmia leaiana*. Krom předchozích zmíněných byly na kolotočnicku s velkou četností odchyťvány druhy *Heriades truncorum* a *Andrena denticulata*.



Obrázek č. 35 – Procentuální vyjádření preference rostlin u nejčetnějších druhů včel po dobu celého výzkumu.

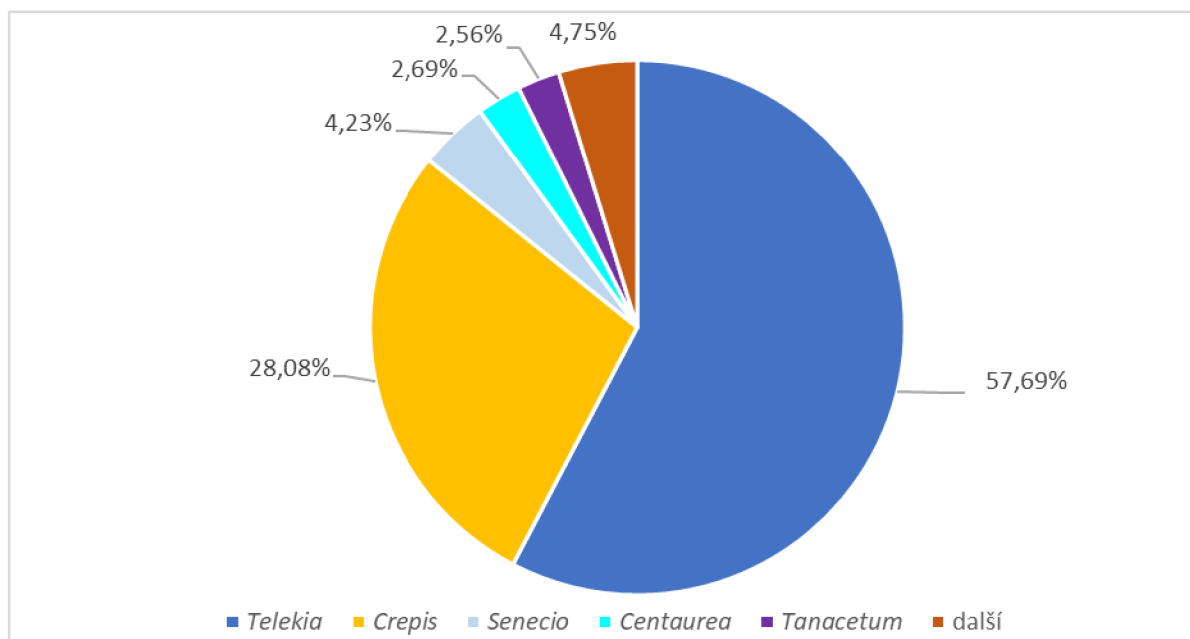
3.4 Grafické znázornění pylových typů u nejpočetnějších druhů včel

Poslední částí výsledků je grafické vyjádření nejčastěji sbíraných pylových typů. Výsledky jsou spojením všech hodnot z let 2020 a 2022.

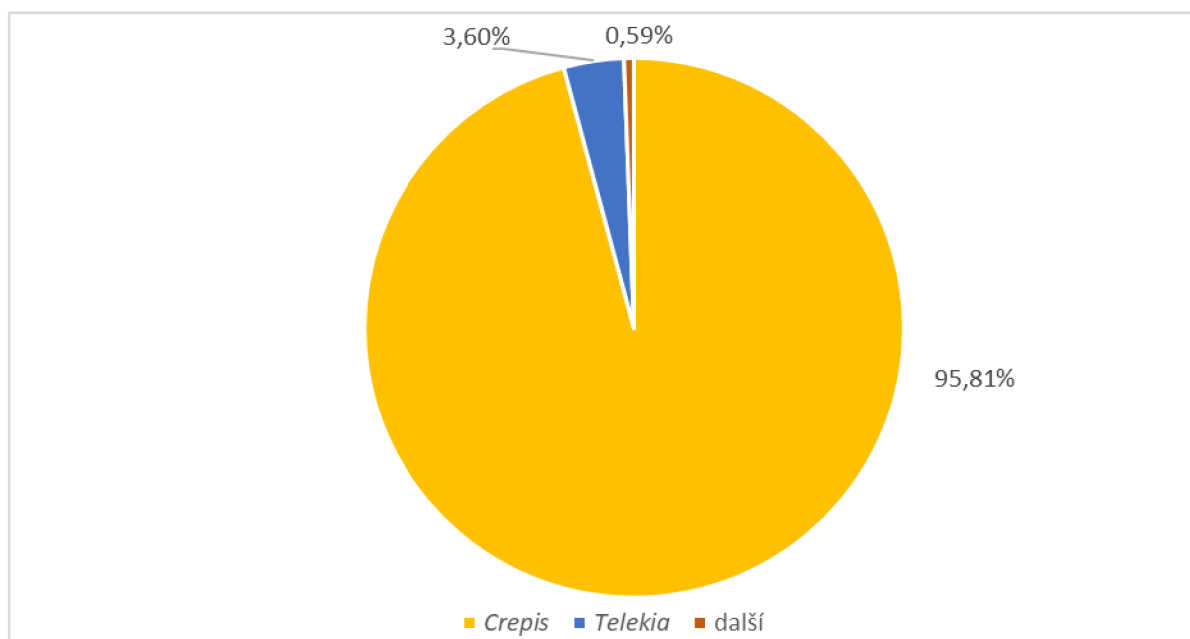
Nejpočetnější byl druh *Andrena denticulata*, s celkem 78 odchycenými exempláři. Nadpoloviční většinu zde zaujímal pyl *Telekia speciosa*, který byl nejčastěji doplněn o pyl rostlin rodu *Crepis*. Pod hranici pěti procent zasahovaly pyly rostlin rodů *Centaurea*, *Senecio* a *Tanacetum* (viz obrázek č. 36).

Dalším hojně odchyťvaným druhem s 43 jedinci byl *Panurgus calcaratus*. U tohoto druhu je patrná preference rostlin rodu *Crepis*. Malou část pak tvořil pyl *Telekia speciosa*, což lze vyčíst z obrázku č. 37.

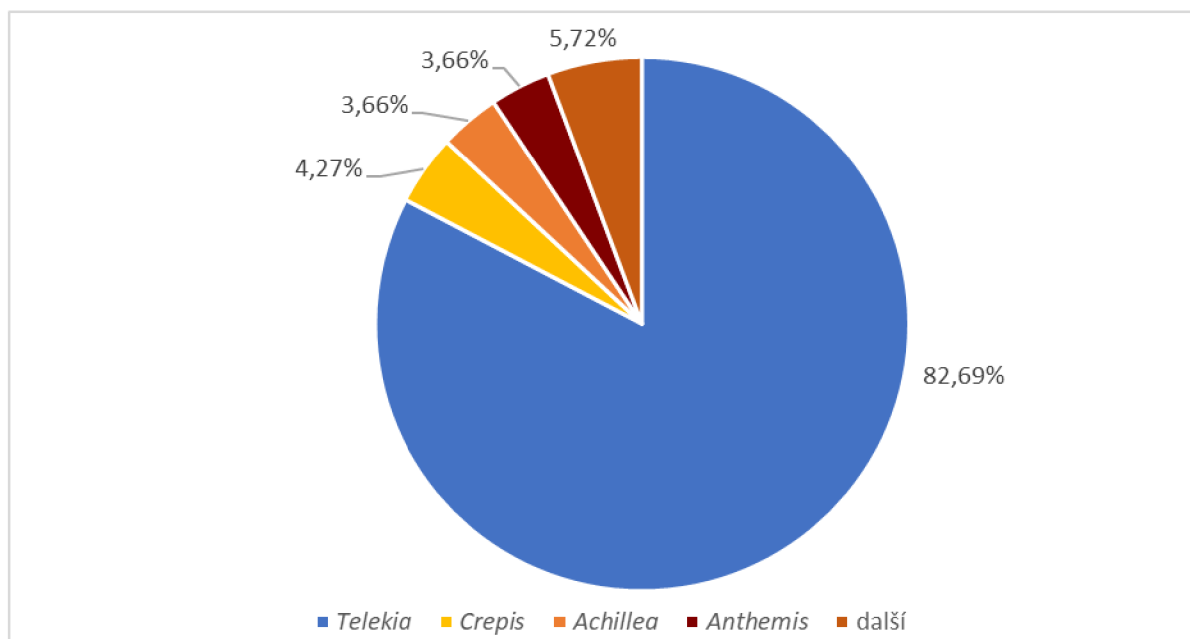
O několik jedinců méně než *P. calcaratus* čítal druh *Heriades truncorum*, a to 41. Na rozdíl od předchozího druhu, měl tento největší podíl pylu z *Telekia speciosa*. Pyl z rostlin rodu *Crepis* byl zastoupen jen v necelých pěti procentech a byl doplněn o pyly dalších rostlin z čeledi hvězdnicovitých – konkrétně *Achillea* a *Anthemis* (viz obrázek č. 38).



Obrázek č. 36 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Andrena denticulata* na všech zkoumaných rostlinách. Nejpočetnější pyl z *T. speciosa*, doplněn pylem rostlin rodů *Crepis*, *Senecio*, *Centaurea* či *Tanacetum*.

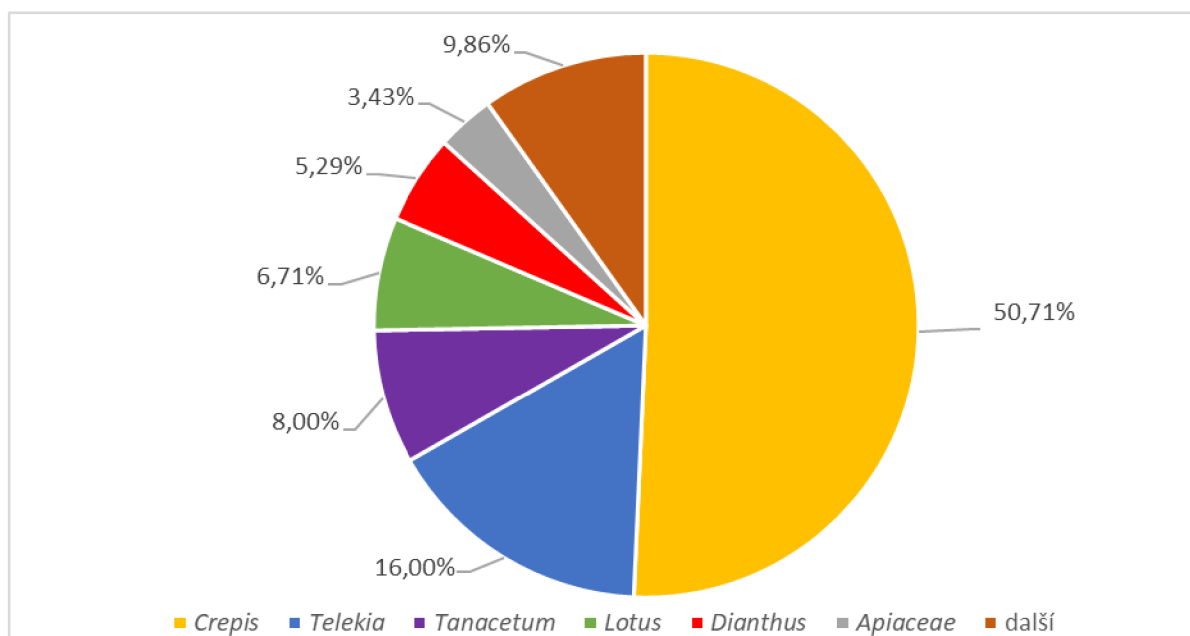


Obrázek č. 37 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Panurgus calcaratus* na všech zkoumaných rostlinách. Markantní zastoupení pylu rostlin rodu *Crepis*.



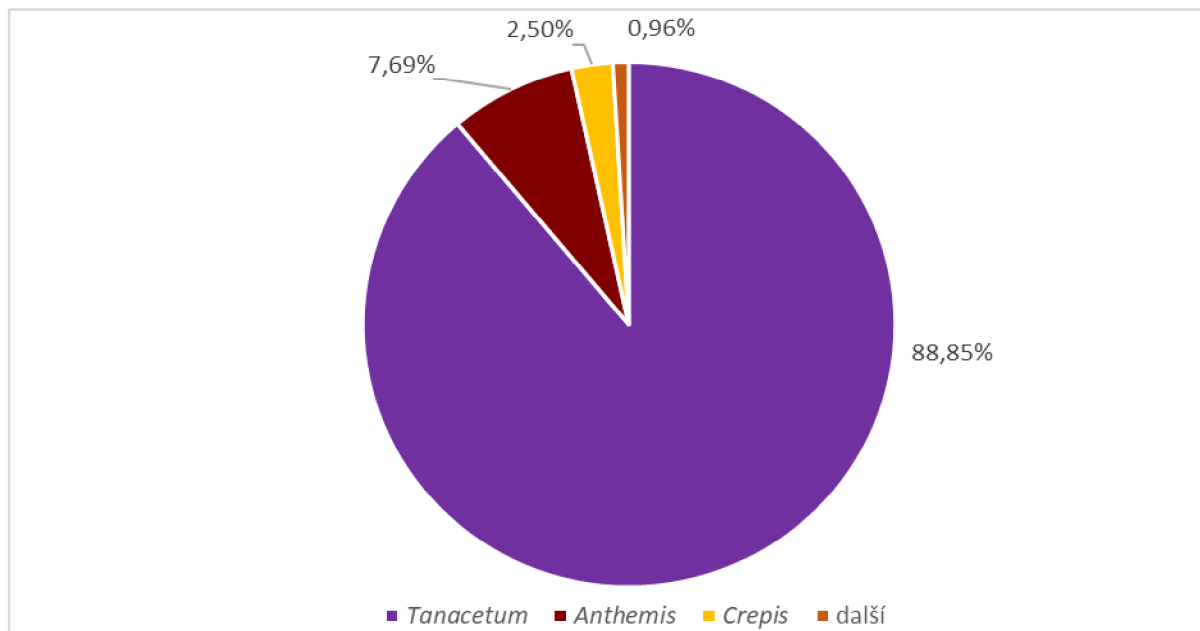
Obrázek č. 38 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Heriades truncorum* na všech zkoumaných rostlinách. Nejhojněji byl zastoupen opět pyl *Telekia speciosa*, a byl doplněn o pyly hvězdicovitých rostlin rodů *Crepis*, *Achillea* a *Anthemis*.

S počtem 35 exemplářů je dalším druhem *Lasioglossum calceatum*. Zastoupení pylových typů u tohoto druhu je velmi pestré – viz obrázek č. 39. Vedle téměř přesně polovičního podílu pylu z rostlin rodu *Crepis* jsou ve vzorcích přítomny rostliny čeledí Asteraceae (*Telekia speciosa*, *Tanacetum vulgare*), Fabaceae (*Lotus*), Caryophyllaceae (*Dianthus*) či Apiaceae.



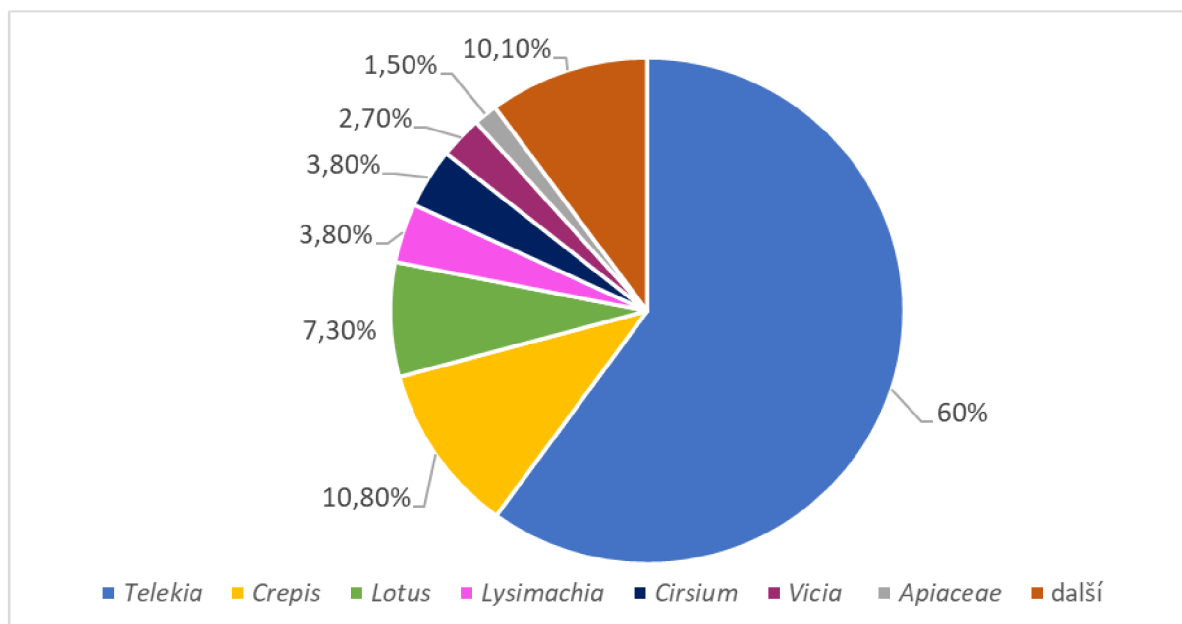
Obrázek č. 39 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Lasioglossum calceatum* na všech zkoumaných rostlinách. V pylových vzorcích je pestré zastoupení rostlinných čeledí

Colletes daviesanus byl celkem odchycen v 26 exemplářích. Z obrázku č. 40 je markantní zastoupení pylu z rostlin *Tanacetum vulgare*. Malou část tvoří pyl rostlin *Anthemis tinctoria* a rostlin rodu *Crepis*. Pyl *Telekia speciosa* nebyl téměř vůbec přítomen.



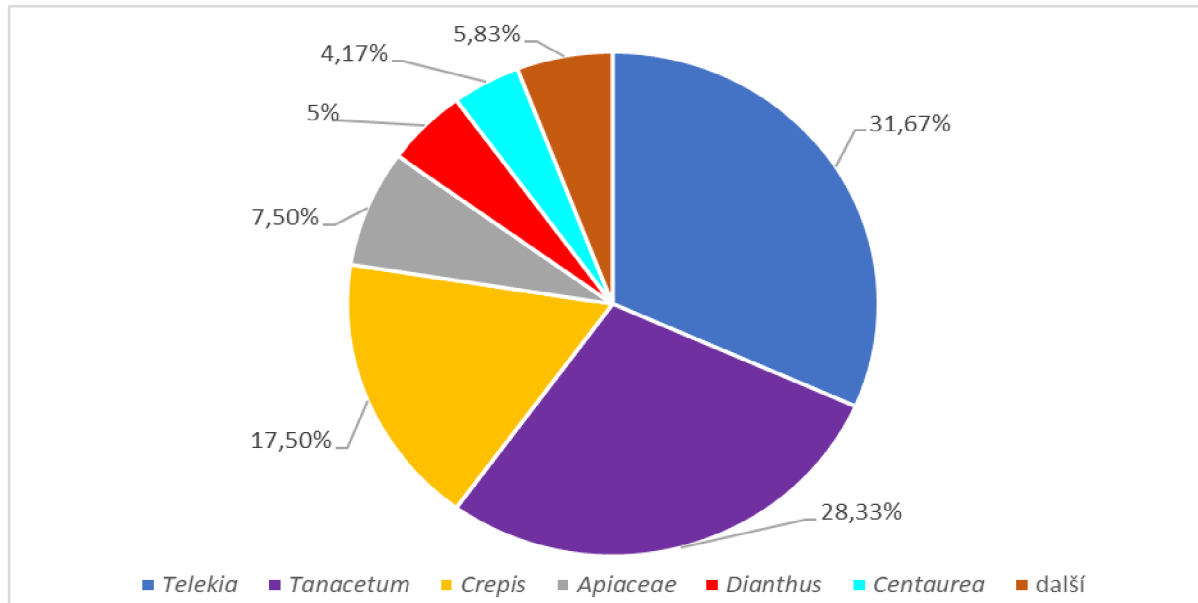
Obrázek č. 40 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Colletes daviesanus* na všech zkoumaných rostlinách. Marginální bylo zastoupení pylu rostlin *Tanacetum vulgare* spolu s malým podílem pylu *Anthemis tinctoria* a *Crepis*. Pyl z *Telekia speciosa* není téměř přítomen.

Megachile ligniseca byla v celkových hodnotách zastoupena v počtu 13 jedinců. Největší podíl tvořil pyl z rostlin *Telekia* a *Crepis*. Nižší procenta vzorku zaujímaly pyly rostlin *Lotus*, *Lysimachia*, *Cirsium*, *Vicia* a čeledi *Apiaceae* (obr. č. 41).



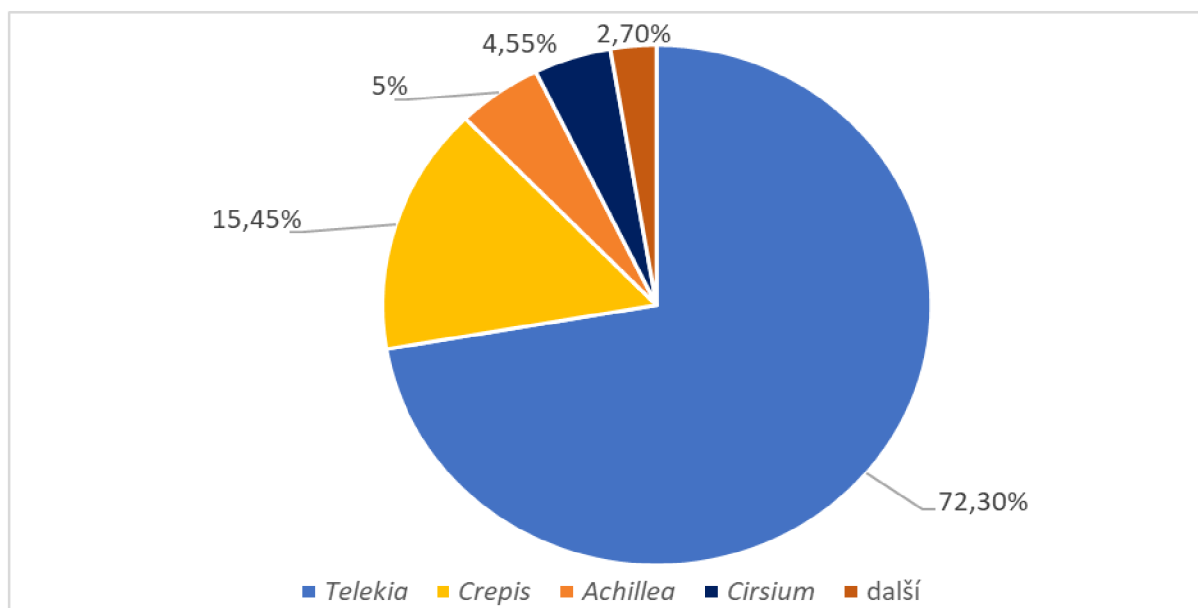
Obrázek č. 41 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u druhu *Megachile ligniseca* na všech zkoumaných rostlinách. Hlavní podíl tvoří pyl rostliny *Telekia* a *Crepis*. Vzorek je doplněn pyly rostlin *Lotus*, *Lysimachia*, *Cirsium*, *Vicia* a o čeled' *Apiaceae*.

S počtem 12 jedinců, byl do shrnutí zařazen i druh *Lasioglossum pauxillum*. Ten vykazoval velmi pestré zastoupení napříč rostlinnými čeleděmi stejně jako druh *Lasioglossum calceatum*. Žádná z rostlin zde svým pylem výrazně nedominuje, ale je zjevné, že *Telekia speciosa*, *Tanacetum vulgare* a rod *Crepis* převažují. Doplňují je čeledi *Apiaceae* a *Caryophyllaceae* – viz obrázek č. 42.



Obrázek č. 42 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u *Lasioglossum pauxillum* na všech zkoumaných rostlinách. Viditelné je pestré zastoupení napříč rostlinnými čeleděmi.

Poslední početněji odchytávaný druh je *Osmia leaiana* s počtem 11 jedinců. Téměř tříčtvrtě vzorku zaujímá pyl rostliny *Telekia speciosa*. Značně zastoupen je pyl z *Crepis*. Zbytek vzorku tvoří pyl rostliny *Achillea*, *Cirsium* a dalších (viz obr. č 43).



Obrázek č. 43 – Procentuální zastoupení nejčastěji sbíraných pylových typů u *Osmia leaiana* na všech zkoumaných rostlinách. Nejhojněji je zastoupen pyl rostlin *Telekia speciosa*, dále pak *Crepis*. pětiprocentní podíl zaujímá pyl rostliny *Achillea*, o něco méně *Cirsium*.

4 Diskuze

Z výsledků vyplývá, že mezi nejčastěji odchyťávanými druhy včel na žlutě kvetoucích hvězdicovitých rostlinách mají zastoupení jak ty, které jsou oligolektické, tak polylektické. Mezi oligolektické druhy se řadí *Colletes daviesanus*, *Andrena denticulata*, *Panurgus calcaratus*, *Heriades truncorum* a *Osmia leaiana*. Do polylektických druhů včel patří *Lasioglossum calceatum*, *Lasioglossum pauxillum* a *Megachile ligniseca*.

Colletes daviesanus je oligolektický druh včely sbírající pyl na hvězdicovitých rostlinách, především na podčeledi Asteroidae, kam patří *Achillea*, *Tanacetum* (Macek *et al.* 2010) a *Anthemis* (Westrich 1989). To potvrzuje pylový rozbor jak jedinců odchytených na vratiči, tak na řebříčku. Nejčastěji sbíraný pyl pocházel z rostlin vratiče (kolem 90 %) a rmenu barvířského (pod 10 %).

Druh *Andrena denticulata* je taktéž oligolekticky zaměřený na hvězdicovité rostliny. Co se bližší preference podčeledí hvězdicovitých týče, není nikterak úzce specializovaná. Navštívuje druhy jako starček, vratič, zlatobýl, prasetník, chrpu, měsíček, máchelku nebo řebříček (Westrich 1989, Pekkarinen 1997, Macek *et al.* 2010). Při výzkumu v roce 2020 měli jedinci sebraní na rostlinách kolotočnicku 68% zastoupení pylu právě z této rostliny. Další podíl pylu pocházel z chrp či škardy. V roce 2022 bylo složení doplňkových pylů jednotlivých exemplářů odchytených na kolotočnicku poněkud pestřejší – kromě více než tříčtvrtečního zastoupení pylu z kolotočnicku byly přítomny stopy pylů z řebříčku, škardy, hadince, pcháče či štírovníku. Poněkud překvapující bylo až 5% zastoupení pylů z rostlin čeledi miříkovitých. Ovšem Wood & Roberts (2017) publikovali, že potravu *A. denticulata* tvoří z 98 % hvězdicovité, tudíž drobný podíl pylu z jiné čeledi rostlin je v normálu.

Panurgus calcaratus je oligolektickým druhem specializovaným na zástupce rostlin z čeledi hvězdicovitých. Preferovanou podčeledí jsou Cichorioideae, kam patří například pampeliška, jestřábník, locika, škarda či mléč (Westrich 1989, Pekkarinen 1997, Macek *et al.* 2010). Při výzkumu tohoto druhu v roce 2022 tvořil téměř 100 % pyl škardy dvouleté. V celkovém pohledu za oba zkoumané roky tvořil méně než 5 % pyl z rostlin kolotočnicku ozdobného.

Zdrojem potravy samotářské včely *Heriades truncorum* jsou druhy rostlin čeledi hvězdicovité, například vratič, bodlák, pcháč, kopretina, řebříček, škarda či chrpa. Jedná se o oligolektický druh. (Pekkarinen 1997, Macek *et al.* 2010). Druh byl poměrně hojně odchyťávám oba roky výzkumu. V roce 2020 prokázaly pylové vzorky téměř 90% zastoupení kolotočnicku, škarda tvořila méně než 6% podíl. V roce 2022 kolotočnick vykazoval téměř 100% hodnoty. V celkovém zhodnocení tvoří kolotočnick téměř 83 % a z doplňkových pylů byly přítomny škarda, řebříček a rmen. Praz *et al.* (2008) zjistili, že i tento druh včely navštívuje jiné druhy rostlin, než své hostitelské a používá je jako zdroj nektaru. Z toho vyplývá, že je schopen vnímat i jiné druhy rostlin jako možný zdroj potravy. Každopádně právě *H. truncorum* na studovaných lokalitách vykazoval nejčastější sběr pylu kolotočnicku ze všech druhů. Může to souviset i s jeho velikostí. Jedná se o drobnou včelku, a tak jedno květenství kolotočnicku může představovat dostačující zdroj pylu pro jednu návštěvu.

Osmia leaiana je stejně jako předchozí oligolektický druh zaměřený na hvězdnicovité. Hostitelskými rostlinami jsou pcháč, chrpa, pampeliška, bodlák či prasetník (Macek *et al.* 2010, Müller 2018). V roce 2020 vykazovali jedinci téměř tříčtvrteční zastoupení pylu z kolotočníku, ten byl doplněn o pyl škardy a pcháče. V roce 2022 byl odchycen jen jeden exemplář a v jeho pylu byl krom kolotočníku přítomen řebříček.

Lasioglossum calceatum je polylektický druh. Dle Wooda *et al.* (2016) vykazovaly pylové vzorky odebrané včelám následující složení – 46,9 % hvězdnicovité, 17,5 % brukvovité, 11,3 % růžovité, 6 % miříkovité, 3,9 % hluchavkovité, 3,7 % dřišťalovité, 3,5 % olaxovité, 2,6 % pryskyřníkovité a 4,6 % další čeledi. Z těchto hodnot vyplývá, že druh má tendenci upřednostňovat rostliny z čeledi hvězdnicovitých. V roce 2020 byl *L. calceatum* méně početným druhem, složení vzorků zahrnovalo nejvíce pylu z kolotočníku a dále z rostlin rodu hvozdík. Při výzkumu probíhajícím v roce 2022 bylo složení pylu bohatší a exemplářů bylo více. U zástupců odchycených na kolotočníku převládá pyl právě z něho, a byl obohacen miříkovitými rostlinami, hvozdíkem či pcháčem. Nejvíce jedinců bylo odchyceno na škardě, a sice 23. Zde bylo složení pylu opět pozměněné. Více než 75 % vzorku zabíral pyl škardy, doplněný o pyly štírovníku, kolotočníku, hvozdíku a dalších. U včel odchycených na vratiči tvořil jeho pyl více než 93 % vzorků. Dá se tedy tvrdit, že celkové zastoupení živných rostlin je pestré, ale i zde byla preference pro hvězdnicovité rostliny dobře patrná.

Lasioglossum pauxillum je taktéž polylektický druh včely. Jak uvádějí Fründ *et al.* (2010), preferované čeledi tohoto druhu jsou svlačcovité a jitrocelovité. Na některých lokalitách výzkumu který prováděli, byl však nejnavštěvovanější rostlinou řebříček obecný. Naopak Wood *et al.* (2016) uvádějí preferenci pro hvězdnicovité. Při výzkumu z léta 2020 bylo odchyceno 6 jedinců tohoto druhu. Pylové složení vzorků bylo pestré. Krom více než 60% zastoupení kolotočníku, byl přítomen pyl miříkovitých, hvozdíku či zvonku. V roce 2022 byl *L. pauxillum* odchytáván z vratiče. Překvapením nebylo, že 85 % vzorku tvořil pyl právě z této rostliny, který byl doplněn pylem z chrp. V celkovém pohledu tvořila významnou část pylů i škarda. Výsledky tedy značí preferenci spíše pro hvězdnicovité.

Druh *Megachile ligniseaca* je polylektický s preferencí pro hvězdnicovité rostliny, jako chrpa, bodlák nebo pcháč (Macek *et al.* 2010). Gresty *et al.* (2018) vyhodnotili růži šípkovou, štetku planou, heřmánkovec nevonný či plamének plotní jako nejčastěji navštěvované druhy rostlin této včely. Rozbor pylu získaného v roce 2020 ukázal, že nadpoloviční většinu tvoří pyl kolotočníku, dále pak škarda, pcháč, vikev nebo vrbina. V roce 2022 byly výsledky podobné, jen byl pyl obohacen o štírovník.

Obecně platilo, že včela odebraná z určité hostitelské rostliny (např. kolotočníku), měla největší podíl pylu právě z dané rostliny. Může to souviset s tím, že zejména drobnější druhy zvládnou na jednom květu nasbírat větší část pylu v rámci jedné návštěvy, nebo prostě s tím, že studované rostliny tvořily na zkoumaných lokalitách velkou část spektra kvetoucích rostlin, a tak druhy specializované na hvězdnicovité nebo tuto čeleď preferující navštěvovaly právě tyto druhy.

O kolotočníku není zatím známo mnoho studií a výzkumů. Ovšem je možné, že bude vykazovat podobné výsledky jako jiné žlutě kvetoucí hvězdnicovité invazní rostliny, o

kterých studie jsou. Příkladem mohou být starčky či zlatobýly (celíky). Například výzkum zaměřený na druh *Solidago canadensis* (zlatobýl kanadský) prováděný ve Slovinsku objasnil, že druhová bohatost rostlin na lokalitách s výskytem zkoumané rostliny je mnohem nižší, než na lokalitách s původními druhy rostlin. Na plochách s výskytem zlatobýlu bylo zaznamenáno 27 druhů motýlů, což bylo v porovnání s kontrolními plochami, kde bylo popsáno 68 druhů motýlů, velmi málo. Druhová pestrost motýlů, jejich diverzita i abundace byly vyšší na lokalitách s původním porostem, naproti tomu přítomnost zlatobýlu neměla vliv na zmíněné proměnné u pestřenek. Naopak v srpnu, v době vrcholného kvetení zkoumané rostliny, měly pestřenky tendence k nárůstu početnosti. Další zkoumanou skupinou byli střevlíci. Početnost střevlíků byla výrazně nižší v porostech zlatobýlu ve srovnání s přirozenými stanovišti (De Groot *et al.* 2007). I v Polsku provedli Moroń *et al.* (2009) výzkum zaměřený na invazní druhy zlatobýlů. Ovšem tento výzkum je poněkud zvláště koncipován, jelikož srovnává porosty zlatobýlu s bohatými květnatými loukami. I zde bylo shodně s předchozími studiemi zhodnoceno, že zlatobýly mají negativní vliv na početnost opylovačů i složení rostlinných druhů na lokalitách jejich výskytu. Konkrétně původní druhy rostlin jsou v ohrožení kvůli alelopatickým látkám, které zlatobýly produkují, a také kvůli jejich značné výšce a tím způsobenému stínění. Shodně jako De Groot *et al.* (2007) hodnotí i Moroń *et al.* (2009) negativní vliv zlatobýlů na motýly, naopak vyvrací pozitivní vliv na pestřenky. Z polského výzkumu vyplývá, že jsou pestřenky negativně ovlivněny jak před, tak v období kvetení zlatobýlu. Důležitým zjištěním bylo silné negativní ovlivnění samotářských včel. Původní druhy opylovačů nebyly rezistentní vůči invazním zlatobýlům. Naopak *Apis mellifera* vykazovala výraznější výskyt na květech zlatobýlů, což může značit pozitivní ovlivnění domestikovaných opylovačů. V Rumunsku probíhal také výzkum zaměřený na zlatobýl kanadský. I tyto výsledky byly většinou shodné s předchozími výzkumy. Negativní ovlivnění bylo znatelné u původních druhů rostlin a včel, naopak pestřenky a čmeláci byly ovlivněny kladně. Výzkum dokonce pokládá zlatobýl kanadský za perspektivní zdroj potravy pro některé druhy pestřenek a čmeláků. Ovšem kvůli výskytu nepůvodního zlatobýlu byly původní druhy rostlin méně navštěvovány opylovači (Fenesi *et al.* 2015). Výzkum zaměřující se na nepůvodní starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*) odhalil, že přítomnost této rostliny neměla negativní vliv na výskyt opylovačů u jiných rostlinných druhů. Rostlina je na opylovačích silně závislá, jelikož samoopylení se u ní vyskytuje jen v 11-12 %. Ve srovnání s původním druhem, starčkem přímětníkem (*Senecio jacobaea*), produkoval starček úzkolistý menší množství nektaru méně bohatého na cukry. Hlavními skupinami opylovačů obou druhů starčeků byly pestřenky, ostatní druhy dvoukřídlého hmyzu a blanokřídlý hmyz. Výzkum dospěl k závěru, že i když hmyz navštěvuje nepůvodní druh rostliny, není ohroženo opylování druhu původního (Vanparys *et al.* 2011).

Z předchozího výzkumu probíhajícího v rámci bakalářské práce vyplynulo, že kolotočník je poměrně oblíben jakožto zdroj nektaru u čmeláků. Ovšem jako zdroj pylu u nich není příliš preferován (Bubeníčková 2021). Věříšová (2023) také zkoumala opylovače kolotočníku a obecně všechen hmyz, který se na jeho květech vyskytuje. Při tomto výzkumu byly ještě pod porosty kolotočníku rozmístěny Moerickeho pasti žluté barvy, které imitovaly žluté květy rostlin. Celkově bylo při obou metodách odchytu získáno 98 druhů blanokřídlého hmyzu. Nejpočetnější skupinou sbíranou z květů rostliny byli

čmeláci. Při odchytu entomologickou sítí byly nejčastěji odchytávány druhy *Bombus lucorum*, *Bombus sylvestris* a *Bombus pascuorum*, v pastích pak *Bombus pascuorum* a *Bombus soroensis*. Mezi těmito dvěma metodami byl velký rozdíl v počtu odchycených čmeláků. Při smýkání se jednalo o celkem 504 jedinců, zatímco při odchytu do pastí jen 57. Tím by se potvrdil i závěr z práce Bubeníčkové (2021), a tedy, že čmeláci využívají kolotočnický jen ke sběru nektaru, nikoli pylu. Na druhou stranu se početnost může lišit kvůli umístění misek na zemi a ne do výšky květů rostliny. Ze včel vykazovaly nejvyšší početnost při smýkání druhy *Heriades truncorum*, *Lasioglossum calceatum* a *Megachile ligniseca*. Do pastí se nejvíce chytaly druhy *Seladonia tumulorum* a *Panurgus banksianus*. Z ostatních zkoumaných blanokřídlých byl v pastích nejčastěji přítomen druh *Vespa vulgaris*. Celkový počet čmeláků odchycených z kolotočnicku byl pětinasobně vyšší než počet včel. Holinská (2023) ve své bakalářské práci zkoumala denní motýly létající na květenství kolotočnicku. Celkově bylo na kolotočnicku zaznamenáno 28 druhů motýlů, včetně druhů z Červeného seznamu ohrožených druhů ČR. Dá se tedy tvrdit, že v horských oblastech CHKO Orlické hory kolotočnický představuje zdroj potravy pro hmyz tam, kde je o nektar a pyl nouze. Věříšová (2023) kromě blanokřídlého hmyzu zaznamenala spoustu dvoukřídlých, ti však nebyli primárním cílem jejího výzkumu.

Z výsledků výzkumu je patrné, že kolotočnický tvoří podstatnou část pylových vzorků odchycených druhů samotářských včel. Například u druhu *Heriades truncorum* zaujímal v průměru až více než 80 % obsahu pylu. Podobně tomu bylo i u druhu *Andrena denticulata*, *Megachile ligniseca*, *Lasioglossum pauxillum* či *Lasioglossum albipes*, kde kolotočnický průměrně zaujímal kolem 60 % pylu. Dá se tedy tvrdit, že ačkoli se jedná o invazní a poměrně agresivně se rozpínající druh (Mlíkovský & Stýblo 2006), u včel má potenciál stát se pylodárnou rostlinou.

Porosty kolotočnicku jsou v Orlických horách značně husté a rozrostlé. Možným způsobem, jak kolotočnický ozdobně částečně eliminovat, ale současně zachovat v dostatečné míře porosty pro opylovače, je dle autorky likvidace rostlin (odkvetlých květenství) před dozráním nažek a jejich vysemeněním. Tím by se porosty nemusely dále příliš rozrůstat. Mlíkovský & Stýblo (2006) udávají jako doporučený způsob likvidace seč, postřik a vyrývání. Pergl (2019) doporučuje zřízení kampaně pro lepší povědomí veřejnosti o invazním potenciálu rostliny. Jako další možný krok uvádí omezení prodeje rostliny a zacházení s ní (zahrádkáři). Poměrně účinný způsob likvidace je použití pesticidů. Druh je dosti citlivý na aplikaci herbicidů, a to jak formou postřiku, tak přímo nanesením na listy. Po tomto ošetření se doporučují opakované návštěvy a kontroly stavu porostu, jelikož má kolotočnický dobrou regenerační schopnost a je schopen znovu vyrůst i jen z kusu oddenku. Na tento fakt musí být brán zřetel, pokud dochází k vykopávání rostlin i s kořeny. Důraz by se měl dát i na likvidaci semen, jelikož dokážou v životaschopné formě přežít až 3 roky. Mechanická likvidace sekáním a pastvou se u kolotočnicku provádí také, avšak výsledky těchto opatření nevedou k eradikaci druhu. Při pastvě může navíc docházet k disturbanci půdy a tím se semena mohou lépe uchytit a vzejít.

Závěr

Z výzkumu vyplývá, že kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*) je poměrně oblíbeným zdrojem pylu pro některé druhy samotářských včel vyskytujících se na vybraných lokalitách CHKO Orlické hory. Kromě očekávaných polylektických druhů včel byl hojně navštěvován i oligolektickými druhy. To je důležité zjištění, jelikož při předchozím výzkumu, který byl zaměřen na čmeláky a pačmeláky, bylo zjištěno, že jim rostlina slouží většinou jen jako zdroj nektaru. Tudíž se dá říci, že ačkoli se jedná o nepůvodní a invazní druh rostliny, pro samotářské včely má značný význam.

Hodnoty pylu obsaženého ve vzorcích jednotlivých druhů včel většinou korespondovaly s dostupnou literaturou, takže se potvrdila jejich pylová specializace.

Výsledky a zjištění, které přinesla tato práce, by mohly přispět následným výzkumům týkajících se kolotočníku ozdobného nebo podobných invazních rostlin. Práce by mohla být užitečná kvůli chybějícím článkům a studiím zabývajících se tímto tématem. Na téma diplomové práce naváže autorka při tvorbě článků a disertační práce při navazujícím doktorském studiu, které bude taktéž zaměřené na invazní druhy rostlin v ČR a v Evropě.

Použitá literatura

ABID, R. (2010). *Floral morphs and mode of pollination in Oxalis corniculata L. from Pakistan*. Pakistan Journal of Botany, 42. 6: 4027-4033 pp. dostupné z webu: [Microsoft Word - 39-10-357.doc \(pakbs.org\)](#)

ANDERSEN, R. N., GRONWALD, J. W. (1987). *Noncytoplasmic inheritance of atrazine tolerance in velvetleaf (Abutilon theophrasti)*. Weed Science, 35. 4: 496-498 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1017/S0043174500060446>

BACHER, S., BACKBURN, T. M., ESSL, F., et al. (2018). *Socio-economic impact classification of alien taxa (SEICAT)*. Methods Ecol Evol., 9: 159–168 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1111/>

BEUG, H.-J. (2004). *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. München, ISBN 3-89937-043-0. 542 pp.

BOGUSCH, P., BLÁHOVÁ, E., HORÁK, J. (2020). *Pollen specialists are more endangered than non-specialised bees even though they collect pollen on flowers of non-endangered plants*. Arthropod-Plant Interactions, 14: 759–769 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09789-y>

BOTTA-DUKÁT, Z., et al. (2008). *The most important invasive plants in Hungary*. HAS Institute of Ecology and Botany, ISBN: 9-78963-839-1421. 255pp.

BRINKMANN, I. J. (2020). *Dittrichia graveolens, an invasive weed in exotic habitats: Implications for management*. PhD Thesis. California State University, Chico. Dostupné z webu: [Brinkmann-Ian-2020-Spring \(calstate.edu\)](#)

BRANDES, D. (2010). *Telekia speciosa (Schreb.) Baumg. am Nordhang der Karnischen Alpen unterhalb des Plöckenpasses (Kärnten, Österreich)*. Institut für Pflanzenbiologie der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 1–13 pp. Dostupné z webu: [telekia speciosa.pdf \(ruderal-vegetation.de\)](#)

BUBENÍČKOVÁ, A. (2021). *Monitoring čmeláků (Bombus) na lokalitách výskytu kolotočníku ozdobného (Telekia speciosa) v CHKO Orlické hory*. Hradec Králové. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí bakalářské práce doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D., 39 pp. Dostupné z webu: <https://theses.cz/id/yvt1my/>

CHREIL, R., MAGGI, C. (2023). *Pesticides and Pollinators*. Pollinators, (6) 115-124 pp.

ČERNÝ, J. (2021). *Hmyz na květenstvích invazního starčku úzkolistého (Senecio inaequidens)*. Hradec Králové. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí bakalářské práce doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D. 73 pp. Dostupné z webu: <https://theses.cz/id/v2hbxi/>

DARBYSHIRE, S. J., *et al.* (2012). *The Biology of Canadian weeds. 150 Erechites hieraciifolius (L.) Raf. ex DC.* Canadian Journal of Plant Science, 92.4: 729-746 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.4141/cjps2012-003>

DE GROOT, M., KLEIJN, D., JOGAN, N. (2007). *Species groups occupying different trophic levels respond differently to the invasion of semi-natural vegetation by Solidago canadensis.* Biological conservation, 136. 4: 612-617 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.005>

DENISOW, B., TYMOSZUK, K., DMITRUK, M. (2019). *Nectar and pollen production of Helianthus tuberosus L.–an exotic plant with invasiveness potential.* Acta Botanica Croatica, 78.2: 135-141 pp. Dostupné z webu: [328874 \(srce.hr\)](https://doi.org/10.328874)

DÖTTERL, S., VERECKEN, N. J. (2010) *The chemical ecology and evolution of bee–flower interactions: a review and perspectives.* Canadian Journal of Zoology, 88.7: 668-697 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1139/Z10-031>

DVOŘÁK, L., BOGUSCH, P. (2008). *Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeata) bývalé pískovny u Pamferovy Huti (západní Šumava),* Silva Gabreta vol 14 (2). 149-162 pp. Dostupné z webu: [Dvorak-Bogusch.indd \(npsumava.cz\)](https://doi.org/10.1007/978-3-70-018450-x)

FENESI, A., *et al.* (2015). *Solidago canadensis impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old fields.* Basic and Applied Ecology, 16. 4: 335-346 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.03.003>

FETRIDGE, E. D., ASCHER, J. S., LANGELLOTTO, G. A. (2008). *The bee fauna of residential gardens in a suburb of New York City (Hymenoptera: Apoidea).* Annals of the entomological Society of America, 101. 6: 1067-1077 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1603/0013-8746-101.6.1067>

FRÜND, J., LINSENMAIR, K. E., BLÜTHGEN, N. (2010). *Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity.* Oikos, 119. 10: 1581-1590 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18450.x>

GÖRNER, T., ŠÍMA, J., PERGL, J. (2021). *Invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na Evropskou unii : jejich charakteristiky, výskyt a možnosti regulace : metodika AOPK ČR.* Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, ISBN 978-80-7620-095-1. 308 pp.

GRETTY, C. E. A., *et al.* (2018). *Flower preferences and pollen transport networks for cavity-nesting solitary bees: Implications for the design of agri-environment schemes.* Ecology and Evolution, 8. 15: 7574-7587 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1002/ece3.4234>

HAUBROCK, P., TURBELIN, A., CUTBERTH, R., NOVOA, A., *et al.* (2021). *Economic costs of invasive alien species across Europe*. *NeoBiota*, 67. 153-190 pp. Dostupné z webu: <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>

HERNÁNDEZ-VILLA, V., *et al.* (2020). *Floral visitors and pollinator dependence are related to floral display size and plant height in native weeds of central Mexico*. *Flora*, 262: 151505. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151505>

HOLINSKÁ, K. (2023). *Denní motýli na kolotočnicku ozdobném (Telekia speciosa) v CHKO Orlické hory*, Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové, Vedoucí bakalářské práce Doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D, s. 52. Dostupné z webu: <https://theses.cz/id/lpx8xh/>

IUCN (2020). *IUCN EICAT Categories and Criteria. The Environmental Impact Classification for Alien Taxa*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. 36 pp.

KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A., *et al.* (2022). *Threats and benefits of invasive alien plant species on pollinators*. *Basic and Applied Ecology*, 64: 89-102 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.07.003>

KUPPLER, J., NEUMÜLLER, U., MAYR, A., HOPFENMÜLLER, S., WEISS, K., PROSI, R., SCHANOWSKI, A., SCHWENNIGER, H.-R., AYASSE, M., BURGER, H. (2023). *Favourite plants of wild bees*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 342: 108266. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108266>

LAAIDI, M., *et al.* (2003). *Ragweed in France: an invasive plant and its allergenic pollen*. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 91. 2: 195-201 pp. Dostupné z webu: [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)62177-1](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)62177-1)

LU, Y. Q., BAKER, J., PRESTON, C. (2007). *The spread of resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides in a wind borne, self-pollinated weed species, Lactuca serriola L.* *Theoretical and Applied Genetics*, 115: 443-450 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1007/s00122-007-0576-3>

MACEK, J., STRAKA, J., BOGUSCH, P., DVOŘÁK, L., BEZDĚČKA, P., TYRNER, P. (2010). *Blanokřídlí České republiky I. – Žahadloví*, Academia Praha, ISBN: 987-80-200-1772-7. 524 pp.

MICHENER, CH. D. (2007). *The Bees of the World*, The Johns Hopkins University Press, ISBN-13:978-0-8018-8573-0. 972 pp. Dostupné z webu: [Bees of the World \(squarespace.com\)](https://www.squarespace.com)

MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P. (2006). *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. ČSOP, Praha, ISBN: 80-86770-17-6. 496 pp.

MORÓN, D., *et al.* (2009). *Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes*. *Biological Conservation*, 142. 7: 1322-1332 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.036>

MÜLLER, A. (2018). *Pollen host selection by predominantly alpine bee species of the genera *Andrena*, *Panurginus*, *Dufourea*, *Megachile*, *Hoplitis* and *Osmia* (Hymenoptera, Apoidea)*. *Alpine Entomology*, 2: 101-113 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.3897/alpento.2.29250>

NAJBEREK, K., KOSIOR, A., SOLARZ, W. (2021). *Alien balsams, strawberries and their pollinators in a warmer world*. *BMC Plant Biology*, 21: 1-15 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03282-1>

PAPIOREK, S. *et al.* (2016). *Bees, birds and yellow flowers: pollinator-dependent convergent evolution of UV patterns*. *Plant Biology*, 18. 1: 46-55 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1111/plb.12322>

PEKKARINEN, A. (1997). *Oligolectic bee species in northern Europe (Hymenoptera, Apoidea)*. *Entomologica Fennica*, 8. 4: 205-214 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.33338/ef.83945>

PERGL, J., rev. BRUNDU, G. (2019). *Invasive alien species in the EU that are also native to parts of the EU - *Telekia speciosa**. Unpublished. 5 pp.

PERGL, J., PETŘÍK, P., FLEISCHHANS, R., ADÁMEK, M., BRŮNA, J. (2020). *Telekia speciosa (Schreb.) Baumg. in human made environment: spread and persistence, two sides of the same coin*. *BioInvasions Records* 9(1): 17–28 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.3391/>

PERGL, J., SÁDLO, J., PETRUSEK, A., LAŠTŮVKA, Z., MUSIL, J., PERGLOVÁ, I., ŠANDA, R., ŠEFROVÁ, H., ŠÍMA, J., VOHRALÍK, V., PYŠEK, P. (2016). *Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy*. *NeoBiota* 28: 1–37pp. Dostupné z webu: <http://dx.doi.org/10.3897/neobiota.28.4824>

PRAZ, CH. J., MÜLLER, A., DORN, S. (2008). *Host recognition in a pollen-specialist bee: evidence for a genetic basis*. *Apidologie*, 39. 5: 547-557 pp. Dostupné z webu: (<https://doi.org/10.1051/apido:2008034>)

PYŠEK, P., *et al.* (2011). *Successful invaders co-opt pollinators of native flora and accumulate insect pollinators with increasing residence time*. *Ecological Monographs*, 81. 2: 277-293 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1890/10-0630.1>

PYŠEK, P., DANIHELKA, J., SÁDLO, J., CHRTEK, J. Jr., CHYTRÝ, M., JAROŠÍK, V., KAPLAN, Z., KRAHULEC, F., MORAVCOVÁ, L., PERGL, J., ŠTAJEROVÁ, K. & TICHÝ, L. (2012). *Catalogue*

of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. Preslia 84: 155–255 pp.

PYŠEK, P., SÁDLO, J., CHRTEK, J. Jr., CHYTRÝ, M., KAPLAN, Z., PERGL, J., POKORNÁ, A., AXMANOVÁ, I., ČUDA, J., DOLEŽAL, J., DŘEVOJAN, P., HEJDA, M., KOČÁR, P., KORTZ, A., LOSOSOVÁ, Z., LUSTYK, P., SKÁLOVÁ, H., ŠTAJEROVÁ, K., VEČEŘA, M., VÍTKOVÁ, M., WILD, J. & DANIHELKA, J. (2022). *Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts*. Preslia 94: 447–577 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.23855/preslia.2022.447>

PYŠEK, P., SÁDLO, J. & MANDÁK, B. (2002). *Catalogue of alien plants of the Czech Republic*. Preslia, 74: 97–186 pp.

SAKAGAMI, S. F., MUNAKATA, M. (1972). *Distribution and Bionomics of a Transpalearctic Eusocial Halictine Bee, Lasioglossum (Evylaeus) calceatum, in Northern Japan, with Reference to Its Solitary Life Cycle at High Altitude (With 9 Text-figures and 2 Tables)*, 北海道大學理學部紀要 18.3: 411-439 pp. Dostupné z webu: <http://hdl.handle.net/2115/27540>

SANSOM, M., SABORIDO, A. A.; DUBOIS, M. (2013). *Control of Conyza spp. with glyphosate-a review of the situation in Europe*. Plant Protection Science, 49. 1: 44-53 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.17221/67/2011-PPS>

SCHÜRKEN, S., et al. (2001). *The significance of the invasive crucifer species Bunias orientalis (Brassicaceae) as a nectar source for central European insects*. Entomologia Generalis, 25. 2: 115-120 pp. Dostupné z webu: [The significance of the invasive crucifer species Bunias orientalis \(Brassicaceae\) as a nectar source for central European insects. \(cabdirect.org\)](http://www.cabdirect.org)

SLAVÍK, B., ŠTĚPÁNKOVÁ, J. & ŠTĚPÁNEK, J. (eds) (2004). *Květena České republiky 7*. Academia, Praha, ISBN: 80-200-1161-7. 768 pp.

STRAKA, J., BOGUSCH, P., PŘIDAL, A. (2007). *Apoidea: Apiformes (včely). Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia. Komentovaný seznam žahadlových blanokřídlých (Hymenoptera: Aculeata) České republiky a Slovenska*. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Supplementum, 11: 1-300 pp. Dostupné z webu: [ApoideaFINAL.indd \(researchgate.net\)](http://www.researchgate.net)

STRAKA, J., DVOŘÁK, L., BOGUSCH, P. (2009). *Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeata) Jizerských hor a Frýdlantska. Aculeata (Hymenoptera) of the Jizerské hory Mts and Frýdlant region (northern Bohemia, Czech Republic)*. Sborník Severočeského Muzea, Přírodní Vědy, Liberec, 27: 239 – 276 pp.

USTINOVA, E. N., LYSENKOV, S. N. (2020). *Comparative study of the insect community visiting flowers of invasive goldenrods (Solidago canadensis and S. gigantea)*. Arthropod-

Plant Interactions, 14. 6: 825-837 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09780-7>

VAN DER MUREN, C., HOFFMANN, F., KWAK, M. M. (2003). *Insect diversity on yellow Asteraceae in road verges in the Netherlands*. Proceedings of the section experimental and applied entomology – Netherlands entomological society, 115-118 pp. Dostupné z webu: [Clinal variation in longevity between populations of \(nev.nl\)](https://www.nev.nl)

VANPARYS, V., MEERTS, P., JACQUEMART, A.-L. (2008). *Plant–pollinator interactions: comparison between an invasive and a native congeneric species*. Acta oecologica, 34. 3: 361-369 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.06.008>

VANPARYS, V., *et al.* (2011). *Comparative study of the reproductive ecology of two co-occurring related plant species: the invasive Senecio inaequidens and the native Jacobaea vulgaris*. Plant Ecology and Evolution, 144. 1: 3-11 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.5091/plecevo.2011.434>

VĚŘÍŠOVÁ, K. (2023). *Diverzita opylovačů na kolotočnicku ozdobném v CHKO Orlické hory*. Hradec Králové, 2023. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí bakalářské práce doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D., 45 pp. Dostupné z webu: <https://theses.cz/id/6ezh6n/>

VILA, M., *et al.* (2009). *Invasive plant integration into native plant–pollinator networks across Europe*. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 276. 1674: 3887-3893 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1076>

WESTRICH, P. (1989). *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Stuttgart: E. Ulmer, ISBN 3-8001-3307-5. 972 pp.

WITTENBERG, R., COCK, M. J. W. (2001). *Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices*. Cabi Publishing. ISBN-10 : 9780851995694. 240 pp.

WOOD, T. J., HOLLAND, J. M., GOULSON, D. (2016). *Diet characterisation of solitary bees on farmland: dietary specialisation predicts rarity*. Biodiversity and Conservation, 25: 2655-2671 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1191-x>

WOOD, T. J., ROBERTS, S. P. M. (2017). *An assessment of historical and contemporary diet breadth in polylectic Andrena bee species*. Biological Conservation, 215: 72-80 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.009>

YAN, X. H., *et al.* (2016) *Reproductive biological characteristics potentially contributed to invasiveness in an alien invasive plant Bidens frondosa*. Plant Species Biology, 31. 2: 107-116 pp. Dostupné z webu: <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12092>

ZURBUCHEN, A., MÜLLER, A. (2012). *Wildbienenschutz – von der Wissenschaft zur Praxis*. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. ISBN-10: 3258077223. 162 pp.

Internetové zdroje:

AOPK ČR. Nálezová databáze ochrany přírody [on-line databáze], [cit. 30. 06. 2023]. Dostupné z webu: www.portal.nature.cz

Databáze české flóry a vegetace Pladius [on-line databáze], [cit. červen 2023]. Dostupné z webu: www.pladius.cz

Zdroje fotografií:

Fotografie č. 3 – *Tanacetum vulgare*, převzato z webu: [Tanacetum vulgare – vratič obecný • Pladius: Databáze české flóry a vegetace](#) , autor fotografie: Barbora Obstová (převzato 30. 6. 2023).

Fotografie č. 4 – *Senecio ovatus*, převzato z webu: [Senecio ovatus – starček Fuchsův, starček vejčitý • Pladius: Databáze české flóry a vegetace](#) , autor fotografie: Pavel Veselý (převzato 30. 6. 2023).

Fotografie č. 5 – *Anthemis tinctoria*, převzato z webu: [Anthemis tinctoria – rmen barvířský, marunek barvířský • Pladius: Databáze české flóry a vegetace](#) , autor fotografie: Dana Holubová (převzato 30. 6. 2023).

