



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra Biologie

Bakalářská práce

# Opylovači jako téma výuky přírodopisu na základní škole

Vypracovala: **Anna Mašková**

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

Konzultant specialista: RNDr. Tomáš Ditrich, Ph.D.

České Budějovice 2019

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz, provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací, a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 23.4.2019

.....

Anna Mašková

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc. za odbornou pomoc, připomínky a cenné rady k zpracování bakalářské práce, za čas, který mi věnoval, a za poskytnutou literaturu.

Ráda bych poděkovala RNDr. Tomáši Ditrichovi, Ph.D. za konzultaci ohledně dotazníkového šetření a za ochotu ohledně statistiky.

Ráda bych poděkovala učitelům, ze Základní školy Křemže, Základní školy Za Nádražím v Českém Krumlově, Gymnázia v Českém Krumlově a z Česko-anglického gymnázia v Českých Budějovicích, kteří mi pomohli uskutečnit dotazníkové šetření.

V neposlední řadě skautským vedoucím za čas strávený vyplňováním dotazníků během schůzek.

## ABSTRAKT

MAŠKOVÁ A. 2019: Opylovači jako téma výuky přírodopisu na základní škole. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. České Budějovice. 74 s.

Bakalářská práce se zabývá obsahem učiva, tematiky „Opylovači“ z hlediska vzdělávacího obsahu předmětu přírodopis na základní škole. Zahrnuje rešerši o opylování, polinačních syndromech a významu skupin hmyzu podílejících se na opylování, srovnání řad učebnic přírodopisu pro základní školy z hlediska tématu opylovači a výsledky dotazníkového šetření znalostí žáků na toto téma. Na základě těchto poznatků byl navržen časově nenáročný projekt k výuce opylovačů.

Klíčová slova: opylování, opylovači, polinační syndromy, návrh vzdělávacího projektu

Vedoucí bakalářské práce: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

## ABSTRACT

MASKOVA A. 2019: Pollinators as a subject of science education in lower secondary school. Bachelor thesis. University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education. České Budějovice. 74 p.

Bachelor thesis is focused on pollinators as a subject of science education in lower secondary school. It includes survey of pollination, pollination syndromes and importance of the groups of insects involved in pollination. Comparative analysis of biology textbooks for lower secondary schools in terms of pollinators, pollination and results of questionnaire survey of student's knowledge on this topic. Based on this knowledge was designed a time – saving project to teach pollinators.

Key words: pollination, pollinators, pollination syndromes, curriculum project

Bachelor thesis supervisor: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	1
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	2
<b>2.1 Co je to opylování?</b> .....	2
2.1.1 Druhy opylení I. ....	2
Samosprašnost (samoopylení, Autogamie) .....	2
Cizosprašnost (Allogamie).....	3
Větrosprašnost, větrosnubnost (Anemogamie) .....	3
Vodosprašnost (Hydrogamie) .....	3
2.1.2 Druhy opylení II. ....	4
<b>2.2 Polinační syndromy</b> .....	5
2.2.1 Květy opylované brouky.....	6
2.2.2 Květy opylované mouchami.....	7
2.2.3 Květy opylované včelami.....	7
2.2.4 Květy opylované vosami .....	8
2.2.5 Květy opylované denními motýly.....	8
2.2.6 Květy opylované nočními motýly .....	8
2.2.7 Květy opylované ptáky .....	9
2.2.8 Květy opylované letouny.....	9
2.2.9 Květy opylované nelétavými savci .....	10
<b>2.3 Význam opylovačů</b> .....	11
<b>2.4 Opylovači v České republice</b> .....	12
2.4.1 Zástupci blanokřídlého hmyzu (Hymenoptera) - příklady .....	12
2.4.1.1 Včelovití ( <i>Apidae</i> ) .....	13
2.4.1.1.1 Drvodělky ( <i>Xylocopinae</i> ).....	13
2.4.1.1.2 Včely ( <i>Apinae</i> ) .....	15
<i>Pelonosky (Anthophorini)</i> .....	16
<i>Čmeláci (Bombini)</i> .....	17
<i>Vlastní včely (Apini)</i> .....	20
2.4.2 Zástupci dvoukřídlého hmyzu (Diptera) - příklady.....	21
2.4.2.1 Dlouhorozí ( <i>Nematocera</i> ) .....	22

2.4.2.1.1 Komárovití ( <i>Culicidae</i> ) .....	22
2.4.2.2 Krátkorozí ( <i>Brachycera</i> ) .....	22
2.4.2.2.1 Mouchovití ( <i>Muscidae</i> ) .....	22
2.4.2.2.2 Pestřenkovití ( <i>Syrphidae</i> ) .....	23
2.4.3 Zástupci řádu motýlů ( <i>Lepidoptera</i> ).....	23
2.4.4 Další významnější zástupci hmyzu (Insecta) podílející se na opylování – příklady .....	25
2.4.4.1 Brouci ( <i>Coleoptera</i> ) .....	25
2.4.4.2 Řády hmyzu z řad opylovačů.....	27
<b>2.5 Základní pojmy týkající se tematiky opylování a opylovačů obsažené v učebnicích .....</b>	<b>28</b>
<b>3. METODIKA A VZOREK RESPONDENTŮ .....</b>	<b>29</b>
3.1 Dotazníkové šetření, jeho obsah a hodnocení .....	29
3.2 Vzorek respondentů .....	32
3.3 Využití statistické hodnocení .....	34
3.4 Metodika přípravy projektu .....	35
<b>4. VÝSLEDKY .....</b>	<b>36</b>
4.1 Statistické hodnocení .....	36
4.3 Návrh výukového projektu.....	43
<b>5. DISKUZE .....</b>	<b>54</b>
<b>6. ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>
<b>7. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>58</b>
<b>8. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>61</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>62</b>

# 1. ÚVOD

Opylovači, důležitá skupina živočichů, kterým vděčíme za to, že spousta rostlin se může rozmnožovat a produkovat semena. Opylovači mají zásadní význam v agroekosystémech, jelikož produkce zemědělských plodin pěstovaných pro plody a semena závisí ze tří čtvrtin na opylovačích. (Jersáková a kol., 2018)

Problematiku Opylovačů jsem si vybrala, jelikož jsem chtěla zjistit, zda nová generace zná důležitost těchto živočichů, jestli se tomuto tématu přikládá důraz během vyučování, či jestli jsou žáci schopni propojit souvislosti z botaniky a zoologie – opylování, opylovači.

Cílem této bakalářské práce je zjistit znalosti žáků na téma Opylovači na základě analýzy učiva o opylovačích obsaženého v učebnicích přírodopisu ověřit jejich znalosti pomocí pracovního listu, sestaveného z předešlého souhrnu znalostí z učebnic přírodopisu. Dále zjistit, zda existují nějaké rozdíly ve znalostech u žáků, kteří navštěvují přírodovědně zaměřené mimoškolní aktivity, či rozdíly mezi žáky navštěvující základní školy a nižší gymnázia.

Na základě těchto výsledků navrhnout časově nenáročný výukový projekt, který by sloužil jako doprovodný program při výuce přírodopisu.



## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Co je to opylování?

Opylování (opylení) je mutualistický vztah mezi opylovačem a opylovanou rostlinou. Rostliny profitují z přenosu pylu a opylovači za tento čin dostávají odměnu v podobě výživy. (Inouye, 2001)

Opylování je děj, při kterém jsou pylová zrna přenesena na rostlinu stejného druhu se záměrem reprodukce. (Gebner Donald a kol., 2013)

Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky, které se nacházejí na tyčinkách neboli na samčím pohlavním orgánu. Odkud jsou přenesena na samičí pohlavní orgán, který nazýváme blizna. Tudíž opylení je děj, při kterém se samčí pohlavní buňky stejného druhu rostliny přenesou na bliznu u rostlin krytosemenných. Jinak je tomu u rostlin nahosemenných, jsou pylová zrna přenášena přímo na vajíčko. Přenos zrn bývá uskutečňován živočichy, v našich podmínkách, především hmyzem, větrem či vodou. (Votrubová O., 1996; Gebner Donald a kol., 2013)

#### 2.1.1 Druhy opylení I.

V následujících řádcích jsou popsány podrobněji druhy opylování, jejich společným rysem je abiotický faktor<sup>1</sup>.

#### Samosprašnost (samoopylení, Autogamie)

je opylení vyšších rostlin pylovými zrny z vlastního květu. Jelikož toto není geneticky výhodné, tak jsou známy mechanismy různých rostlin, které se snaží tomuto ději zabránit. (Jelínková, 2017, přednáška).

Blokády samosprašnosti

- *anatomicko – morfologické:*

***Herkogamie*** naprosté prostorové oddělení samčích a samičích pohlavních orgánů v květu. Můžeme si tohoto jevu všimnout u kosatce (*Iris*). (Jelínková, 2017, přednáška).

---

<sup>1</sup> Abiotický faktor – neživá složka prostředí, která působí na rostliny, např: sluneční záření, voda, vzduch, půda [www.priroda.cz](http://www.priroda.cz)

**Heterostylie** (různočňelenost) vlastnost některých rostlin, kde se vyskytují dva druhy květů, mající různě dlouhé čnělky a krátké tyčinky, či naopak (*Homostylie*). *Heterostylie* je znakem prvosenky (*Primula*) či šťavele (*Oxalis*). (Jelínková, 2017, přednáška).

- *fyziologické:*

**Protandrie** je děj, kdy tyčinky dozrávají dříve než pestík. U rostlin zvonkovitých (*Campanulaceae*). (Jelínková, 2017, přednáška).

**Protogynie** opak více zmíněné *protandrie*, český název prvobliznost. (Jelínková, 2017, přednáška).

- *genetické*

Tato genetická bariera se nazývá autoinkompabilita. Pojem imkombabilita se rozumí neschopnost rostlin tvořit semena, přestože tvoří funkční gamety. Hlavní funkcí těchto systémů je zabránění samooplození, tím pádem zajištění cizosprašení. Rozdělujeme autoinkompabilitu na gametofytickou a sporofytickou. Dále také na heteromorfní a homomorfní vztažené pouze na morfologii květu. Genetické blokady se vyskytují u rostlin bobovitých (*Fabaceae*), růžovitých (*Rosaceae*), makovitých (*Papaveraceae*) či brukvovitých (*Brassicaceae*). (Jelínková, 2017, přednáška, Řepková, 2013).

### Cizosprašnost (Allogamie)

Rostliny allogamní se vyznačují tím, že se opylují pylem z květů druhého jedince, případně z jiného květu téže rostliny. U některých druhů ovocných stromů je vyžadován přenos pylu z jiné odrůdy. Tento způsob zaručuje generickou variabilitu potomstva, na rozdíl od autogamie. (Votrubová O., 1996)

### Větrosprašnost, větrosnubnost (Anemogamie)

Opylování rostlin vzdušnými proudy, jedná se o původní opylování nahosemenných rostlin. Květy anemogamních rostlin mají malé květní obaly, či jsou zcela bezobalné, nevoní, netvoří nektar. Z krytosemenných rostlin do této skupiny patří trávy (*Poaceae*), bříza (*Betula*) a líska (*Corylus*). (Jersáková a kol., 2018, Real, L., 1983)

### Vodosprašnost (Hydrogamie)

Jak již název vypovídá, jedná se o přenos pylových zrn vodou, nejen u rostlin vyskytujících se pod vodou, ale i u vykvétajících nad hladinou. Také tyto rostliny mají redukovaný květní obal, zpravidla jednopohlavné květy, či jedno vajíčko v semeníku. Rostou pospolitě, vykvétají ve stejnou dobu. (Louveaux, J. 1984)

### 2.1.2 Druhy opylení II.

V následující tabulce jsou uvedeny druhy opylení v závislosti na biotickém faktoru<sup>2</sup>. Přičemž v České republice převládá entomogamie, jelikož 80 % zde rostoucích rostlin je hmyzosnubných

Tab. č. 1 Základní polinační syndromy. Převzato z: Polinační syndromy živa 6/2018

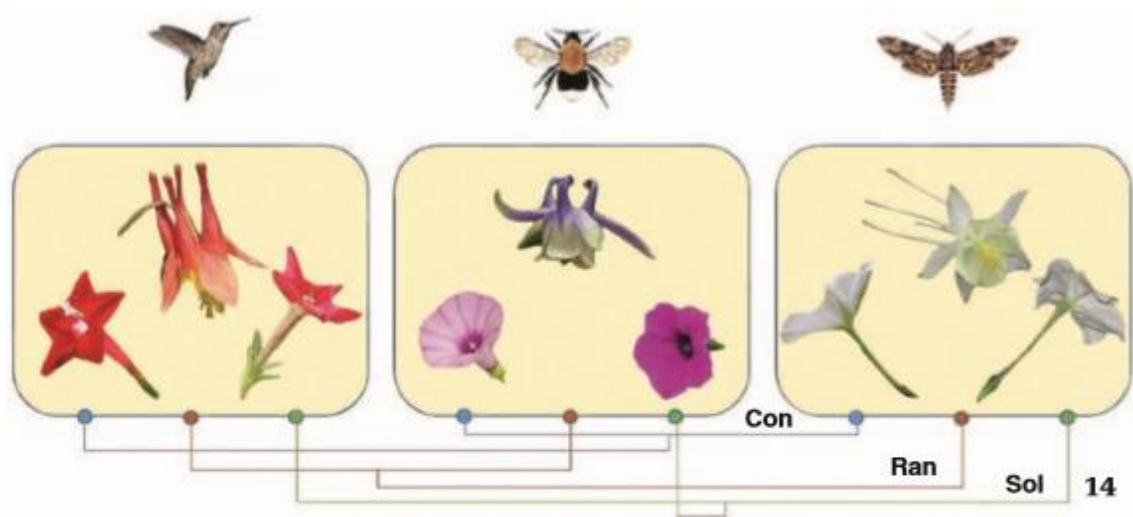
BIOTICKÝ FAKTOR	TERMÍN
zvěř	Zoogamie
hmyz	Entomogamie
brouci	Kantarofilie
včely	Mellitofilie
mouchy	Myofilie
denní motýli	psychofilie
lyšajové, můry	Sphingofilie
vosy	Sphecofilie
ptáci	Ornitofilie
letouni	Chiropterofilie
nelétaví savci	Therofilie

<sup>2</sup> Biotický faktor – živý organismus, který ovlivňuje jiné organismy a také abiotické faktory.  
www.priroda.cz

## 2.2 Polinační syndromy

Teorie, že rozmanité květinové fenotypy odrážejí specializaci na určité skupiny opylovačů, začínají již s Kölreuterovými (1761) a Sprengelovými (1793, 1996) popisy interakcí mezi rostlinami a opylovači a jejich květinovými prvky, které na sebe vzájemně působí. Darwin (1862) a mnoho dalších, vymezilo názor, že různé kombinace květinových znaků odrážejí druh opylovače. V rámci evolučních soustav tyto srovnávací postřehy naznačují, že rozdílní opylovači prosazují rozdílný výběr květinových forem, které vytvářejí celou řadu polinačních syndromů. Polinační syndromy můžeme definovat jako soubor květinových znaků, včetně odměn spojených s přitažlivostí a využíváním určité skupiny zvířat, jako opylovačů. Předpokládá se, že květinové rysy budou ve vzájemném vztahu s dalšími nezávislými evolučními případy. (Fenster a kol. 2004)

V obrovské diverzitě květních forem je možné si všimnout, že mnoho čeledí sobě nepříbuzných rostlin mají opakovaně a nezávisle vzniklé podobné typy květů. Tyto nepříbuzné druhy rostlin, opylovávány stejnou skupinou opylovačů mají sklon se shodovat v stavbě, tvaru, barvy květu, či kdy, kde a jak rostlina kvete a co nabízí. Tyto květní formy jsou pak úzce závislé na opylovači navštěvující rostlinu. Opylovači se rozdělují na skupiny, lišící se v řadě základních rysů z důvodu preference rozličných květů, či v závislosti na chování při sběru nektaru. Rostlinám se nevyplácí specializovat se na jednotlivé druhy opylovačů, sice blízké vztahy s sebou přináší řadu nesporných výhod, příkladem je efektivní přenos pylu, či výhodné rozdělení odměn, ale to také nese své nevýhody. Velice důležitou nevýhodou je křehkost vztahu v případě změny podmínek nebo vztahu ve společenstvu, k sezónnímu posunu aktivity, případě v důsledku následku globální změny klimatu. Díky těmto případům dlouhotrvající evoluční tlak nedovolí zcela nenahraditelné specializace. Rostliny se častěji přizpůsobují na některé funkční skupiny nebo jejich část, z důvodu pravděpodobnosti výskytu některých druhů a vždy tak bude zajištěno opylení. Opylovači využívají odměny z hojných nebo z dobře přístupných květů určitých tvarů. Takto řízená evoluce vede až ke konvergentnímu vývoji květních znaků, a vzniku již zmíněných polinačních syndromů. (Viz obr. č. 1) (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)



Obr. č. 1. Schéma tří polinačních syndromů, u nichž geneticky nepříbuzné taxony rostlin vykazují podobnost květních signálů (barvy, vůně, hloubky květu atd.). Fylogenetické vztahy různých druhů jsou naznačeny ve spodní části obr. Opylování kolibříky, zleva doprava: povijnice dlanitolistá (*Ipomoea quamoclit*), orlíček kanadský (*Aquilegia canadensis*), petúnie *Petunia exserta*; opylování včelami: povijnice pomořská (*I. pes-caprae*), orlíček *A. brevistyla*, petúnie *P. integrifolia*; opylování nočními motýly: povijnice *I. alba*, orlíček *A. coerulea* var. *ochroleuca*, petúnie *P. axillaris*. Con – svlačcovité (*Convolvulaceae*), Ran – pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*), Sol – lilkovité (*Solanaceae*). Orig. J. Jersáková, upraveno podle: F. P. Schiestl a S. D. Johnson (2013), Obrázek převzat z Živa 6/2018

Vztahy mezi opylovači a rostlinami nejsou především jen mutualistické, ale i antagonistické, což znamená, že rostliny lákají své opylovače, ale snaží se vyvarovat hostům, kteří je výměnou za odměnu neopylí. Často bývá těžké rozhodnout, zda se rostliny přizpůsobují k efektivnímu opylení, či se snaží eliminovat určitou skupinu návštěvníků. Toto si můžeme představit na případu včel, které často rabují nektar a pyl z květů přizpůsobený na opylení ptáky. Jelikož včely nerozlišují červenou barvu, tak červené zbarvení květů nerozlišují od zeleného pozadí, čímž se květ pro ně stává neviditelným. Právě naopak jsou uzpůsobeni kolibříci, kteří vidí část červeného spektra dobře, proto tyto květy rozpoznávají a naučí se je spojovat s odměnou. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.1 Květy opylované brouky

Brouci navštěvují květy kvůli potravě. Bývají nespécializovaní, neohrabaní opylovači. Broučí květy jsou robustní s charakteristickým plochým či miskovým tvarem, příkladem jsou šácholany (*Magnolia*), jelikož mají snadno dostupný nektar s velkým množstvím pylu. Mívají nevýrazné zbarvení, oproti tomu vydávají ovocnou, kořeněnou, fermentovanou vůni. Jdou to rostliny produkující dužnaté části květů, bohaté na cukry a dusík. Brouci jsou významní

opylovači jižní polokoule, kde často opylují tropické stromy významné komerčně, např. muškátovník vonný (*Myristica fragrans*). Velice zajímavým faktem je, že cantharofilní květy produkují teplo, což láká některé brouky během chladných nocí. S takovou termogenezí se můžeme setkat u filodentronů. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.2 Květy opylované mouchami

Dvoukřídlý hmyz představuje velice rozmanitou skupinu jak morfologicky, tak ekologicky. Mouchy jsou v celosvětovém měřítku po včelách druhou nejvýznamnější skupinou opylovačů, avšak jejich efektivita přenosu pylu není velká, jelikož jim většinou chybí specializované systémy pro jeho přenos. Ale to kompenzují četnějšími návštěvami květů. Dominují v oblastech s nízkou populací včel, a také jsou velice důležití v chladných vyšších oblastech, či ve vlhčích a chladnějších částech vegetační sezony. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

Dvoukřídlí opylují tropické plodiny, jako je mangovník (*Mangifera*) nebo papája obecná (*Carica papaya*), pestřenky jsou využívány k opylování paprik v uzavřených prostorech. Mouchy se z hlediska opylování dělí na dvě funkční skupiny podle délky sosáku. Mezi nejvýznamnější opylovače s krátkým sosákem patří pestřenky (*Syrphidae*), kuklice (*Tachinidae*). Masařky a bzučivky (*Sarcophagidae*, *Calliphoridae*) navštěvují hnědé, červené, skvrnitě květy páchnoucí po rozkládajících se zbytkách. Myofilní květy jsou obvykle bílé, žluté nebo zelenavé barvy, často se jedná o květenství složená z mnoha drobných květů. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.3 Květy opylované včelami

Včely patří mezi unikátní opylovače, z důvodu sbírání nektaru pro výživu dospělců. Díky tomu faktu jsou velice efektivními opylovači a pro potravu létají i několik kilometrů. Jelikož dokáží úspěšně zvyšovat svou tělesnou teplotu, mohou létat i na jaře za nízkých teplot, v brzkých ranních hodinách, nebo v obdobích tropických dešťů. Sosák včely může být velmi krátký, ale také značně dlouhý, proto mohou sát odměny z květů s rozmanitou architekturou. Tělo mají uzpůsobené k sběru pylu. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

*Melittofilní* květy bývají *zygomorfní*, mnohdy s plošinkou pro přistání. Otevírají se brzy nad ránem, nabízejí nektar během dopoledních hodin, než se probudí ostatní opylovači.

Také vysílají optické i čichové signály, květy, které poskytují převážně pyl, mají barvu bílou a žlutou, květy oplývající nektarovým bohatstvím mají barvu modrou, růžovou a fialovou. V květech bývají nektarová vodítka vedoucí přímo k nektaru. Odměna uprostřed květů je lokalizována pomocí ultrafialového znaku, jelikož včely výborně vnímají tuto část světelného spektra. Jsou to květy vylučující terpenoidní sladké vůně. Čmeláci a některé samotářské včely mají speciální schopnost vibrace a tím umějí opylit květy, které vyžadují vibraci k uvolnění pylu, mezi ně patří důležité plodiny, jako jsou rajčata, brambory, lilky či brusinky. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

#### 2.2.4 Květy opylované vosami

Vosy v pojetí polinačních syndromů zahrnují další dravé skupiny žahadlových blanokřídlých sáním nektaru si doplňují energii nutnou pro lov kořisti. Jelikož mají krátké ústní ústrojí tak nektar musí být snadno dostupný s květy mívající nevýraznou barvu převážně bílou, zeleno – žluto-hnědou se specifickou vůní. Sociální vosy navštěvují květy generalizované čeledi miříkovitých. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

#### 2.2.5 Květy opylované denními motýly

Motýli se živí výhradně nektarem. Jelikož mají motýli dlouhý sosák tak psychofilní květy jsou dlouhé trubkovité nebo s dlouhou ostruhou. Během sání nektaru potřebují denní motýli na květu sedět, proto preferují květy s plochými květenstvími a okolními listy. Pyl se snadno zachytí na sosák či hlavu, díky vyčnívajícím tyčinkám a bliznám. Motýlí květy bývají z pravidla výrazně zbarvené od žluté až po fialovou. Nektar je řídký se slabou sladkou vůní bohatý na esenciální mastné kyseliny. Mezi typické rostliny opylované denními motýly v našich krajích patří kohoutek luční (*Lychnis flos – cuculi*) hvozdíky a levandule. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

#### 2.2.6 Květy opylované nočními motýly

Noční motýli se rozdělují do dvou funkčních skupin, podle chování na květech, stylu letu a velikostí sosáku. Rozdělují se na lišaje a ostatní noční motýly.

Lišajové se vyznačují tím, že při sání nektaru nesedají na květ, ale třepetají křídly ve vzduchu, létají velice rychle. Jejich návštěvy květu trvají krátkou chvíli. Naopak většina

ostatních nočních motýlů během sání nektaru sedí, tím pádem na květu stráví mnohonásobně více času.

Zajímavostí je, že se noční motýli mohou orientovat i zrakem, někteří vidí dokonce i barevně, všichni se ale ve tmě orientují pomocí čichu. Obě funkční skupiny opylují květy za soumraku a v noci silně sladce vonící, zbarvené do krémových barev s nektarem v dlouhých korunních trubkách či ostruhách. Mezi květy opylované nočními motýly patří Silenky (*Silene*), mydlice (*Saponaria*). Květy opylované lišaji mají radiálně symetrické trumpetovité květy s výrazně hlubokými korunami, jejich příkladem je durman (*Datura*). (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.7 Květy opylované ptáky

Ptáci opylovači zahrnují nejméně 50 ptačích čeledí. U ptáků nepředstavuje nektar jediný zdroj potravy, pouze u specializovaných druhů může tvořit značnou část. Některé nektarivorní skupiny bývají pouze příležitostní návštěvníci, kteří spíše květům škodí, místo opylování. Významní ptačí opylovači patří do 10 čeledí, zahrnující přibližně 10 % ptačí biodiverzity. Lze rozlišit druhy ptáků, kteří při sání nektaru třepetají svými křídly, příkladem jsou kolibříci, a na druhy ptáků, kteří na květech, stoncích a také větvích sedí. Tito zástupci přenášejí pyl na zobáku, hlavě, krku, jsou známy také případy, přenášení pylu na nohách, např. -u strelície královské (*Strelitzia reginae*) opylované snovačem kapským (*Ploceus capensis*).

Květy ornitofilní bývají nápadné, červené až oranžové bez nektarových vodítek, obvykle bez vůně. Geometricky mohou být radiální nebo bilaterální, trubkovité, kartáčovité s ostruhou, bez plochy na přistávání. Květy mají robustní vzhled s tuhými květními obaly i tyčinkami. Květy vysoce specializované z čeledi ochmetovitých (Loranthaceae), potřebují k jejímu otevření silný tlak zobáku, proto se hmyz k jejich odměnám nedostane dříve než ptačí opylovač. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.8 Květy opylované letouny

Opylování letouny je typické pro oblasti tropů. Listonosi, kteří patří mezi specializované opylovače opylují velkokvěté kaktusy a další rostliny pouštních oblastí. Nektarivorní kaloni opylují na území Starého světa. Chitopterofilní květy jsou velké a mohutné, běžně kvetoucí na větvích keřů, stromů případně lián či epifytů. Barevné spektrum květů je od bílé až po



hnědou, přecházející do červena se silnou vůní po zralém až přezrálém ovoci. Tvarově připomínají miskou, zvon, kartáč, jejich doba květu trvá pouze jednu noc. Množství nektaru je objemné, jelikož mohou produkovat až 20 ml nektaru za noc. Listonosovití letouni využívají k hledání květů echolokaci, proto řada květů je vybavena speciálními tvary ke zvýšení odezvy. *Chiroptera* jsou důležití opylovači zemědělských plodin a okrasných dřevin, jejich příkladem jsou agáve (*agáve*), banánovník (*Musa*) nebo baobab (*Adansonia*). (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.2.9 Květy opylované nelétavými savci

Do hlavní skupiny opylovačů, nelétavých savců, patří afričtí hlodavci, hmyzožravci, bécouni, primáti žijící na Madagaskaru a australští i američtí vačnatci. Jimi navštěvované květy může rozdělit do dvou skupin na opylovače přízemních květů, do nichž patří drobní savci. Květy bývají velké, zvonovité, nebo malé nahloučené do velkého květenství, kvetoucí v noci, s nevýraznou barvou a také zapáchající po kvasinkách. Především tato skupina skýtá jihoafrické zástupce proteí (*Protea*), ocúnovitých androcymbií (*Androcymbium*), navštěvují je bělozubky rodu *Crocidura* nebo bécouni rodu *Elephantulus*. Skupina druhá patří mezi arborikolní květy s tuhým okvětím miskového tvaru s nektarem do kterého savec zanoří čenich či jazyk. Barva květu se mění v závislosti na nočním či denním opylování. Noční opylovači navštěvují květy nevýrazných barev, kdežto denní opylovači s oblibou opylují květy výrazně červené. Zajímavostí je, že na Madagaskaru se některé rostliny zaměřily na opylování lemury, i v případě, že jsou lemuři všežravci. Příkladem je ravenala madagaskarská (*Ravenala madagascariensis*). Tyto dvě skupiny květů, avšak sdílejí společné znaky, velký objem pylu a nektaru často s vysokým obsahem alkoholu pocházející z fermentačních pochodů. (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

### 2.3 Význam opylovačů

Jak již bylo řečeno, vztahy mezi opylovači a rostlinami mohou být jednou z nejvíce ekologicky důležitých případů vzájemného působení zvířat a rostlin. Bez opylovačů by spousta rostlin nemohla produkovat semena a nebyla by schopna reprodukce. Bez rostlin poskytujících pyl, nektar a jiné odměny, by klesal počet mnoha populací zvířat, které by měli následky na jiné druhy. Předpokládá se, že biotické opylování je klíčovým faktorem při diverzifikaci některých hlavních skupin rostlin a živočichů. (Ollerton a kol. 2011)

Zásadní přínos opylovačů pro člověka je v agroekosystémech, jelikož produkce zemědělských plodin pěstovaných pro plody a semena závisí ze tří čtvrtin na opylovačích. Odhady ze Spojených států amerických, kde jsou podobné studie nejpropracovanější ukazují, že až třetina veškeré lidské potravy přímo či nepřímo závisí na opylování živočichy. Mezi nejúčinnější opylovače se tradičně považují včely (*Apoidea*), které přibližně opylují 400 typů zemědělských plodin. Pouze přínos opylování včelou medonosnou (*Apis mellifera*) se ve Spojených státech amerických předpokládá, na 8 až 16 miliard dolarů. Nové studie poukazují také na fakt, že i jiné skupiny živočichů, jako jsou mouchy, brouci, motýli, ptáci a letouni, pozoruhodně přispívají k opylování plodin. I když jsou méně výkonnými opylovači než včely, tak navštěvují květy málo specializovaných zemědělských plodin mnohem častěji. (Jersáková a kol., 2018)

Odhaduje se, že více než 1 300 typů rostlin se pěstuje po celém světě kvůli potravinám, nápojům, medicíně, koření a v neposlední řadě k oděvnímu průmyslu. Přibližně 75 % z těchto rostlin jsou opylovány živočichy. Více než každý třetí kousek potravy, které jíme nebo nápoje, kterého pijeme, jsou možné právě kvůli opylovačům. Přímo, opylovači hrají bezpodmínečnou roli ve většině případů, které jíme a konzumujeme. V celosvětovém měřítku, více než polovina stravy tuků a olejů pochází z plodin opylených zvěří. (Lamp's, J.,2011)

Opylovači jsou životně důležití pro vytváření a udržování habitatů a ekosystémů, na které mnoho zvířat spoléhá, nejen z důvodu potravy, ale také kvůli úkrytu. (Lamp's, J.,2011)

## 2.4 Opylovači v České republice

Většina hmyzu zprostředkující opylení dnešních krytosemenných rostlin patří do třech velkých řádů:

- blanokřídlí (*Hymenoptera*)
- dvoukřídlí (*Diptera*)
- motýli (*Lepidoptera*)

V této kapitole jsou charakterizováni hlavní zástupci z těchto řádů, kteří se v České republice podílejí na opylování.

### 2.4.1 Zástupci blanokřídlého hmyzu (*Hymenoptera*) - příklady

Blanokřídlý hmyz představuje jeden z nejpočetnějších hmyzích řádů u nás, patří mezi druhý nejpočetnější hmyzí řád. Zahrnující malé až středně velké druhy, které měří od 0,1 mm a ti největší mohou dosahovat až 50 mm. Jednotlivé tělní články jsou rozpoznatelné hlubokými zářezy. Zástupci blanokřídlého hmyzu mají výrazné zbarvení obvykle žlutohnědé či hnědočerné, popř. s kovovým leskem. Hlava, na které se nachází velké složené oči, u některých druhů i tři jednoduchá očka, je k hrudi připojena krátkým krkem. Tykadla mají nitkovitá složená z různého počtu tykadlových článků. Tvar, velikost je častým determinačním znakem v rozpoznání samice od samce.

Ústní orgány blanokřídlého hmyzu jsou typické svým charakteristickým vzhledem a patří k typu lízavě – kousacímu se silnými kusadly a sosákem. Kusadla plní svoji funkci zpracováním potravy pouze u druhů, kteří se živí tuhou potravou, nebo pomáhají při službách souvisejících s péčí o potomstvo. Ostatní součásti ústního ústrojí, čelisti a dolní pysk, jsou přeměněny v sosák, který je určen k nasávání cukernatých roztoků, ty slouží jako potrava pro dospělé.

Na hrudi se nacházejí dva páry průsvitných, blanitých křídel, z nichž přední jsou větší než zadní. Křídla jsou jemně protkána žilnatinou. Mohou být i mírně pokryta chloupky. Spojena háčky mezi sebou, tím do sebe zapadají. Při zastavení jsou složena v ploše nad tělem, výjimku tvoří vosy, ty je skládají podél těla. Kráčivé končetiny bývají často opatřeny kartáčky k čištění tykadel a sběru pylu. Zadeček se připojuje k hrudi dvěma způsoby, celou svou šíří, nebo se v přední části zužuje ve stopku. U samic, se nachází kladélko, které je přeměněno v žihadlo, které je spojeno s jedovým váčkem.

Blanokřídlí se vyvíjejí proměnou dokonalou. Z vajíčka se líhne larva, která je specifická pro každý druh. Když larva doroste, přemění se v nepohyblivou kuklu. Často se zamotá to zámotku, který nazýváme kokon. Uvnitř kokonu se přemění v dospělce. Živí se býložravě, dravě či všežravě, a však se liší potrava larev s dospělci. Hospodářsky jsou velice významní. Zde jsou popsáni někteří blanokřídlí žijící v České republice, kteří se řadí mezi opylovače. (Hudec a kol., 2007; Macek a kol. 2010; Anděra a kol. 1993)

#### *2.4.1.1 Včelovití (Apidae)*

Velmi různorodá čeleď jak binomicky, tak i morfologicky, zahrnuje malé i velké druhy. Charakteristické rysy jsou dlouhý jazyk, vyšší počet vaječnicků čtyři a více. Kosmopolitně rozšířeny s rozmanitou hnízdní bionomií, zahrnující solitérní, komunální i eusociální druhy. (Macek a kol. 2010)

##### 2.4.1.1.1 Drvodělky (Xylocopinae)

Patří mezi včely samotářské, to jsou to drobné a nenápadné včely žijící mimo včelí úly, v zemi nebo ve dřevě. Nejnápadnějším druhem samotářských včel jsou právě drvodělky. Mají zakrnělý pylosběrný aparát, pyl přenášejí společně s nektarem ve voleti. Na holeních, jeden nebo více zubů. Řitní ploška se přeměnila na trnovitý, kýlovitý výběžek. Další determinační znaky jsou na ústním ústrojí a kopulačních orgánech samců. Hnízda vytváří v dutých lodyhách, v mrtvém, tvrdém ztrouchnivělém dřevě, dokonce i v hálkách. V ČR je jen 7 druhů ve dvou rodech žijících samotářsky. (Macek a kol. 2010, Bogusch. 2007)

#### **Drvodělka (*Xylocopa*)**

Druhy připomínající čmeláky svým vzhledem. Velké, černoleskle zbarvené včely s tmavými modře lesklými křídly. Hnízdí v dutých lodyhách nebo ve dřevě. Důležitá je hlavní chodba, která je od plodových komůrek oddělena silnou zátkou z pilin. Plod zásobují pylovou – nektarovou směsí. Pyl sbírají nejen pomocí pylového aparátu na zadních končetinách, nýbrž také mají k tomuto účelu speciálně vyvinut čelistní hřebínek, kterým vyčesávají pyl z chlupatých holení přední končetiny. Tento pyl poté ve voleti smísí s nektarem. Páří se po přezimování na jaře. Unikátní jev u samotářských včel, který se také vyskytuje u ploskočelek a kyjorožek je, že se samice dočkají vylíhnutí svých dospělých jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Drvodělka fialová (*Xylocopa violacea*)**

Hrud', křídla modročerně zbarvené s černým zadečkem. Samec je vybaven mírně zahnutými tykadly, jejichž předposlední dva články jsou žlutohnědě zbarvené s bělošedě ochlupeným středozádím. Teplomilné druhy žijící v lesostepích, teplých okrajích lesů, často v zahradách a kolem obydlených oblastí v suchém rozpadavém dřevě. Jsou to polyektické druhy bobovitých, hluchavkovitých, hvězdnicovitých rostlin. V ČR hojný hlavně na území Moravy. (Macek a kol. 2010)

### **Drvodělka velká (*Xylocopa valga*)**

Velmi podobný druh Drvodělce fialové, jen je zavalitější. Samice má širokou hlavu jak hrud' s kratšími tykadly. Samec je černě ochlupen na tykadlech i hrudi. Hnízdí často ve složeném dřevě v zahradách. (Macek a kol. 2010)

### **Drvodělka malá (*Xylocopa iris*)**

Menší druh s ocelově modrým tělem. U samce šedé ochlupení v oblasti předohrudi a prvním tergitu. Žijí v suchých a silných lodyhách bylin. Upřednostňuje bobovité, hluchavkovité rostliny. Tento druh se vzácně vyskytoval v minulosti na jižní Moravě, v roce 2009 byl znovu zjištěný v Pouzdřanské stepi. (Macek a kol. 2010)

### **Kyjorožka (*Ceratina latreille*)**

Malé, 5–10 mm velké, štíhlé, metalově nebo černě zbarvené včely. Tělo mají zploštělé, lysé s chybějící řitní páskou. Tykadla jsou krátká s kyjovitým tvarem. Na hlavě často se vyskytující žlutá kresba. Křídla tmavá, zakalená s vřeteními poli v počtu tři. Živočichové s odsazenými zadečkovými články se slabě vyvinutým žihadlem. Pyl přenášejí na holeních nebo ve voleti. Dospělci, jak sameček, tak samička se líhnou na podzim, zimu přežívají ve vykousaných lodyhách či větvičkách. Páření probíhá na jaře. Jejich plodové komůrky jsou nezateplené, řadové a oddělené přepážkami z vykousané dřevě nebo z pilin. Tyto druhy létají na brutnákovité, hluchavkovité a růžovité. V České republice se vyskytují 4 druhy. (Macek a kol. 2010)

#### 2.4.1.1.2 Včely (Apinae)

Tato skupina je velice různorodá zahrnuje malé až velké, často zavalité, ochlupené druhy, které mají sběrací košíčky na zadních holeních, jimiž transportují pyl, rostlinnou pryskyřici případně zeminu. Do tohoto taxonu patří stepnice, pelonosky, čmeláci a také vlastní včely. V České republice se můžeme setkat s 68 druhy v 11 rodech. (Macek a kol. 2010)

#### *Stepnice (Eucerini)*

Zavalité, hustě ochlupené včely, samci mají výrazně prodloužená tykadla. Na předních křídlech mají dvě až tři různě velká vřetenní pole. Specializují se především na rostliny hvězdicovitých či brutnákovitých. Samci se líhnou před samicemi, přibližně o tři týdny dříve, produkují značkovací feromony a tím si vymezují svá teritoria a pátrají po samicích. Hnízdí v zemi, kde tvoří hlavní úlohu chodba, která je svislá či mírně skloněná s vedlejšími vodorovnými chodbičkami a jednou plodovou komůrkou, která je na ně připojena kolmo na konci. Stěny komůrek jsou vystlány izolační vrstvou sekretu. Hnízda staví na rovném nebo svažitém podkladu v písčitých či hlinitých půdách. Potravu umísťují volně do dolní poloviny komůrky a na její povrch ukládají svá vajíčka. Hotovou komůrku poté zasypávají zeminou. V České republice se vyskytuje 16 velice ohrožených druhů ve čtyřech rodech. (Macek a kol. 2010)

#### **Stepnice (*Eucera*)**

Jejich charakteristickým znakem jsou dvě vřetenní políčka na prvním páru křídel. Čelní štítek je u samice vždy černý. Tomentové pásy jsou světlé a nacházejí se pouze na zadním okraji posledních tergů. V České republice se vyskytuje osm druhů. (Macek a kol. 2010)

#### **Stepnice rudorohá (*Tetraloniella alticincta*)**

Velice ohrožený druh, který se vyznačuje čelním štítkem, kde samice má žlutý pruh, kdežto u samce je celý žlutý. Spodní strana tykadel je barevně rozlišená tak, že jejich spodní strana je žlutočervená, samec je má zbarvené do rezava. Zadeček je černý, na jehož bázi se vyskytuje světlá tomentová páska. Na nohách především na stehnech mají malý ochlupený hrbolek a také nárt zadní končetiny bývá černohnědě ochlupen pouze z vnitřní strany. V České republice se vyskytují na nejteplejších územích, ale velice vzácně. (Macek a kol. 2010)

### **Stepnice omanová (*Tetraloniella inulae*)**

Velice podobný druh s. rudorohé, byla popsána na našem území především na jižní Moravě. Rozdíl najdeme v užších tonetových páskách na svých tergitech. (Macek a kol. 2010)

### **Stepnice jarní (*Eucera nigrescens*)**

Velikost včel 13–16 mm. Samice je ochlupená hnědožlutě s černým zadečkem, kde se krátce vyskytuje na více místech plstovité ochlupení. Na čtvrtém tergitu je bílá přerušená plstová páska, na druhém a třetím tergitu po stranách, jsou světlé úseky chloupků. Samec se vyznačuje velice dlouhými tykadly, které dosahují téměř na konec těla. Vylétávají z počátku jara. Jsou to xerotermofilní jedinci, tím pádem vyhledávají slunné stráně a stepi. Vyhledávají především rostliny čeledi bobovitých, především vikve a tolice. Velice podobný druh Stepnici dlouhorohé. (Macek a kol. 2010)

### *Pelonosky (Anthophorini)*

Velikostně jsou malé i velké druhy měřící 8–18 mm, zavalité převážně hustě ochlupené a vzhledově podobající se čmelákům. Silně klenutý čelní štítek, který uzavírá svrchní pysk ze tří stran. Křídla jsou v poměru k tělu relativně krátká. Samci většinou mívají výraznou bělavou nebo žlutavou masku na hlavě a často také mají specificky upravené nohy. Letová perioda 3.–9. měsíc. Samci se líhnou o tři týdny dříve než samice. Hnízdí jednotlivě nebo ve skupinách ve vlastně vyhrabaných hnízdech, převážně v hlinitých stěnách, rozrušené omítce nebo ve zvětralých zídkách. Méně často hnízdí v mrtvém dřevě, suchých lodyhách rostlin. Některé druhy si před hrabáním změkčují tvrdý povrch nektarem nebo vodou. Plodové komůrky jsou v hnízdě vystavěny ze směsi jílu a hlíny stmelené sekretem Dufourovy žlázy, který se slinnými produkty v nektaru vytváří glycerinovou vrstvu, tím jsou vnitřní stěny komůrek izolovány od vnějšího světa. Tuto směsí vonící po kvasinkách se poté živí larvy. Hotová komůrka je zacelena spirálovitou zátkou z mokré zeminy. Pelonosky patří mezi otužilé včely, vylétají již brzy nad ránem a sbírají až do pozdního večera, jsou schopné udržovat svoji tělesnou teplotu až kolem 40 °C svalovým třesem. V České republice se vyskytuje 13 druhů ve čtyřech rodech. (Macek a kol. 2010)

### **Pelonoska hluchavková (*Anthophora plumipes*)**

Samice existují ve dvou barevných variantách. Jedna se vyznačuje šedohnědým ochlupením s rezavě červenými sběračky s malými třásněmi na zadečku. Druhá je celá pokrytá černohnědým ochlupením s rezavožlutými sběračky, vzácně bývají sběračky tmavé. Samec je vždy šedohnědě ochlupen. První čtyři chodidlové články druhého páru nohou jsou vybaveny nápadnými dlouhými třásněmi lišící se druhem. Hnízdí v hlinitých stěnách, přirozeně pod převisy skal. Jak již název vypovídá, naletují především na rostliny čeledi hluchavkovitých, především na květy plicníku. V České republice známo 9 druhů tohoto rodu. (Macek a kol. 2010)

### **Pelonoska čtyřpásá (*Amegilla quadrifasciata*)**

Samice se vyznačuje žlutým čelním štítkem s černou kresbou, hlavou a spodní částí hrudi sněhobílou, svrchní stranou hrudi hustě žlutohnědě ochlupenou. Zadeček je velmi krátce ochlupený, na kterém se nachází široké bělavé pásy z plsti. Končetiny jsou vybaveny bílými sběračky, kdežto nártý 3. končetin jsou vně černě ochlupeny. Osidlují písčité biotopy, vyžadují holé plochy bez vegetačního porostu. V současné době se také vyskytují na jižní Moravě. (Macek a kol. 2010)

### *Čmeláci (Bombini)*

V České republice bylo zaznamenáno přibližně 30 druhů čmeláků, mnohé druhy jsou vzácné, ne-li na pokraji vyhynutí. Určení druhu podle zbarvení není jednoduché, protože některé druhy se liší svými odstíny totožných barevných kombinací nebo se jejich zbarvení často překrývají v rámci jednoho druhu. Obtížné určení nastává také během letních měsíců, kdy dochází k jejich vyblednutí. Z těchto důvodů je dále uvedeno devět, které se vyskytují u nás nejčastěji. (Stuchl a kol. 2016)

### **Čmelák zemní (*Bombus terrestris*)**

Hlava, sosák, ochlupení krátké. Základní barva je černá. Těsně za hlavou, na předohrudi, a na 2. tergitu na zadečku se nachází tmavě žlutý až hnědožlutý pásek. U samců na předohrudi pásek může být široký nebo úplně chybět. Konec zadečku je vždy šedobílý. Hnízdí v opuštěných dutinách pod povrchem země, často vyhledávají i opuštěné nory hlodavců,



anebo krtčí chodby. Samostatně navštěvuje čmeláčí úly. Královny hledají místo k hnízdění již v počátcích března až do poloviny dubna. Hnízda sčítají přibližně 100–600 jedinců. (Stuchl a kol. 2016)

### **Čmelák hájový (*Bombus lucorum*)**

Velikostně menší než čmelák zemní, liší se barevným odstínem žlutých proužků, který je u čmeláka hájového sytě citrónově žlutý, později vybledá. Samec výrazněji méně zbarvený než čmelák zemní s téměř vždy s hlavou méně zbarvenou. Hnízdí z pravidla ve velkých přístupových tunelech hlodavců, dosti hluboko pod povrchem země. Královny hledají své sídlo v polovině března. Obývají stinné biotopy, lesy i horské lesy odtud pronikají i do měst a kulturní krajiny. (Stuchl a kol. 2016)

### **Čmelák zahradní (*Bombus hortorum*)**

Černé tělo, velmi dlouhá hlava i sosák, líce jsou širší než delší. Za hlavou na hrudi se vyskytuje zlatožlutý pásek, po kterém následuje široký černý pruh, na který navazuje žlutý proužek. První tergít je opět okrově zbarvený. Konec zadečku tj. 5. a 6. tergít je bílý. Okrové proužky mohou být ztmavlé u některých jedinců. Jsou monovoltinní, za příznivých podmínek mohou být i bivoltinní. Obývá světlejší zalesněné území, zahrady a parky, na okraje lesů. Volné nezalesněné plochy neosidluje, minimálně vyžaduje přítomnost křovin. Hnízdí v opuštěných hnízdech ptáků i hlodavců nebo v obytných stavbách (stodoly, kůlny apod.) Hnízda sčítají přibližně 50–120 jedinců. (Stuchl a kol. 2016)

### **Čmelák skalní (*Bombus lapidarius*)**

Velký druh. Hlava i sosák jsou středně dlouhé. Černé celé tělo vyjma tmavě červeného zadečku. Celé černé jsou také sběrací košíčky, díky kterým se liší od čmeláka úhorového. Královny hnízdí v dubnu až konec května. U nás je velmi hojný, velmi synantropní. Obývá jak povrchová slunná místa, tak i pukliny skal nebo opuštěné ptačí budky. Rád obývá i čmeláčí úly. Hnízda sčítají přibližně 100–300 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Čmelák úhorový (*Bombus ruderarius*)**

Černé celé tělo vyjma tmavě oranžového až červenooranžového zadečku. Je výrazně menší než čmelák skalní. Na sběracích košíčkách má červené chloupky. Královny hledají své

sídlo od konce dubna do konce května. Žijí v otevřené a parkové krajině na povrchu země v trsech suché trávy nebo v mechu. U nás sice velmi běžný, ale nehojný druh vyskytující se hlavně v oblastech nižších středních poloh. Hnízda sčítají přibližně 50–100 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Čmelák luční (*Bombus pratorum*)**

Hlava i sosák jsou krátké. Na těle má dva žluté pásy, na hrudi a na zadečku, ty ale mohou chybět. Konec zadečku bývá oranžově červený. Obývají světlé lesy, vlhká místa, louky a pastviny. Královny vylétávají již začátkem března, zazimují se také velice brzy v srpnu. Tento druh proniká z horských poloh do nížin. Velice hojný druh, který nenajdeme pod zemí, ale hnízdí na zemi nebo v drnech trávy či v zemědělských obydlích. Hnízda tvoří přibližně 80–150 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Čmelák rolní (*Bombus pascuorum*)**

Menší druh s dlouhým sosákem a středně dlouhou hlavou. Ochlupení na hrudi je barevně proměnlivé od červenohnědé až k šedočerné. Barevně se tak liší na zadečku. První čtyři tergity jsou šedočerné a přecházejí do žlutavě oranžovohnědé barvy na 5. a 6. tergitu. Královny začínají hledat svá sídla koncem března do poloviny dubna. Při příznivých podmínkách kolonie žije až do října. Tento druh osidluje širokou škálu biotopů. Hnízdí v norách hlodavců, ale také na povrchu v trsech trávy. Jeden z nejhornějších čmeláků u nás, jeho hnízda tvoří 60–150 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Čmelák rokytový (*Bombus hypnorum*)**

Sosák krátký, barevná proměnlivost ochlupení hrudí bývá hnědá, hnědo oranžová až černá s černým zadečkem, který má poslední tergít hnědobílou barvu. Královny začínají hnízdit v polovině dubna. Obývají smrkové lesy včetně horských, také okraje lesů, pukliny skal a zdí. Tento druh nejčastěji žije v opuštěných ptačích budkách. V této době se vyskytuje v nižších polohách než před několika desetiletími. Poměrně hojný druh. Hnízda tvoří 80 – 400 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### **Čmelák lesní (*Bombus sylvarium*)**

Hlava i sosák dlouhé. Hruď ze spodu má žlutavě šedé zbarvení, nese vpředu i vzadu světle šedý či hnědožlutý pásek. Hruď uprostřed má černohnědé zbarvení. První až třetí tergít na zadečku je světle šedě až žlutavě ochlupený s tmavými černými proužky. Čtvrtý až šestý tergít přechází z oranžového plstnatého ochlupení do světlého konce. Královny hledají své sídlo od dubna do června. Ačkoli se tento čmelák nazývá lesní, tak osidluje pouze kraje lesů, a poté převážně slunná a teplá stanoviště parků a zahrad. U nás se vyskytuje v nižších a středních polohách. Hnízda tvoří 80–150 jedinců. (Macek a kol. 2010)

### *Vlastní včely (Apini)*

Tato čeleď zahrnuje středně velké až velké společenské druhy, žijící v koloniích. Zakládají velká hnízda s voskovými pláštvi, které vyrábějí, ve kterých vychovávají své potomky a také v nich shromažďují zásoby. Z celkem sedmi druhů se v České republice vyskytuje v jednom rodě *Apis* jeden domestikovaný, ale i volně žijící druh. (Macek a kol. 2010)

### **Včela medonosná (*Apis mellifera*)**

Plemena včely medonosné jsou včela tmavá *Apis mellifera mellifera*, včela kraňská *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera ligustica*.

Společenský druh hmyzu, domestikovaný v Egyptě za účelem produkce medu, propolisu a vosku. Tento druh vytváří početné kolonie s rozdělenými kastami. Divoké včely žijí v dutinách stromů, skal či v obytných staveních. Tuto kolonii tvoří dělnice, samice, které se rodí z oplozených vajíček, jejich počet se společenství čítá přibližně 60 tisíc jedinců. Úkolem dělnic je sběr pylu, nektaru a starost o včelí královnu. Dalším prvkem jsou trubci, samci. Rodí se partenogeneticky, vývoj trvá 24 dní, jejich počet v kolonii je přibližně 1 tisíc jedinců. Mají velké, zavalité, hnědě ochlupené tělo, svojí velikostí i mohutností jsou větší než královna, která může být delší. Mají kulatou hlavu a krátký sosák, nedokonalé ústní ústrojí, končetiny bez sběracího aparátu. Místo žihadla mají rozmnožovací orgány. Trubci již od 13. dne života jsou schopni oplodnit královnu. Jejich úkolem je oplodnit královnu a také pečovat o klid v hnízdě. V podletí, jsou dělnicemi vypuzeni z úlu.

Královna se vyvíjí z larvy, krmené po tři dny velice bohatou stravou, mateří kašičkou, poté směsí z pylu a nektaru. Larva se vyvíjí 16 dní. Ve společenství se nachází pouze jedna. Jejím úkolem je kladení vajíček do plástů a tím udržuje včelstvo při životě. Je zcela závislá na dělnicích, dožívá se přibližně 8 let. Tělo královny je o třetinu větší než tělo dělnice, křídla dosahují do poloviny zadečku, který je protáhlý, jelikož uvnitř je naplněn vaječníky, jejichž počet v sezoně čítá 300. Nesbírají pil, z tohoto důvodu mají zakrnělé sběrací košíčky. Rovněž nemají voskové i podjícnové žlázy k tvorbě vosku a mateří kašičky. Dělnička je podmíněna působením feromonů. (Macek a kol. 2010)

#### 2.4.2 Zástupci dvoukřídlého hmyzu (Diptera) - příklady

Dvoukřídla patří mezi nejpočetnější řád hmyzu na území České republiky. Jedná se o malý až středně velký hmyz, velikostně se jedná v řádech desítek milimetrů. Mají rozmanité tělo, které je chitinizované. Zbarvením nijak nevynikají, jelikož jsou nenápadně zbarvení většinou do šedých, hnědých odstínů, ale také se nachází druhy, které jsou vybarvené, či se kovově leknou. Některé druhy, například Pestřenky svým zbarvením napodobují vosy. Tělo je segmentováno na tři oddíly, od sebe dobře rozlišitelné. Hlava je čoučkovitého tvaru nese velké složené oči, u některých čeledí je mohou doplňovat další tři jednoduchá očka. Ústní ústrojí má typ bodavě savé, savé či lízací.

Všechny druhy mají vyvinutý pouze první pár křídel, druhý pár je přeměněn na krátká kyvadélka, odborně nazývaná haltery, sloužící jako rovnovážný orgán. Hruď tvoří především druhý hrudní článek, je velmi svalnatý s velkými svaly. Křídla jsou blanitá, pevná, zpevňuje je žilnatina, která se druhově liší, také je pro daný druh charakteristická. Končetiny jsou kráčívé, uzpůsobené k držení i na hladkém povrchu. Zadeček je různého tvaru, složený z malého počtu článků, na jeho konci mají samičky ústrojí na kladení vajíček. Kládélko, může být různého typu, tyčinkové, šavlovité nebo teleskopicky zasunovatelné. Dvoukřídla patří mezi hmyz s proměnou dokonalou. Samičky kladou vajíčka na místa, kde poté mají larvy zajištěnou potravu. Larva je protáhlá, soudečkovitá, měkká s velkými kusadly umístěnými na hlavě. Po dokončení vývoje se larva znovu zakuklí do své vnější části pokožky posledního larválního stádia a vzniká mumiovitá kukla. Dvoukřídla mají rozmanitou potravní životosprávu. Některé druhy žijí dravě, jiné sají sladký nektar rostlin. Mnoho druhů patří mezi opylovače, zde uvedu pouze některé

významné druhy žijící na území České republiky. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

#### 2.4.2.1 Dlouhoroží (*Nematocera*)

Štíhlý, dlouhonohý hmyz s dlouhými tykadly, přesahujícími tělo. Bičík tykadel bývá tvořen šesti stejnotvarými články. Křídla i končetiny jsou dlouhé a křehké. Zadeček úzký, válcovitě protáhlý. Rovněž dlouhá jsou makadla, tvořená 3–5 články. (Bellman a kol.2006)

##### 2.4.2.1.1 Komárovití (*Culicidae*)

Komáři jsou charakterističtí dlouhým sosákem, šupinkami na křídlech, těle i nohách. Makadla jsou přímá. Samci mají na tykadlech dlouhé chloupky, samicím oproti tomu rostou chloupky krátké a řídké. Samice sají krev, kdežto samci se živí nektarem z rostlin. Larvy se vyvíjejí ve stojatých nebo pomalu tekoucích vodách. Dospělci se ukrývají mezi vegetací poblíž lůhnišť. Mezi komárovitě patří komár pisklavý *Culex pipiens*. (Bellman a kol.2006)

#### 2.4.2.2 Krátkoroží (*Brachycera*)

Zavalitější dvoukřídli s nápadným ochlupením či početnými štětinkami. Tělo je vyvinuté s mohutnými létacími svaly. Tykadla mají krátká, bičík tykadel je tvořen méně než šesti články, často zachová pouze jeden velký článek. Makadla jsou krátká složená z 1–2 článků, avšak mohou zcela vymizet. (Bellman a kol.2006)

##### 2.4.2.2.1 Mouchovití (*Muscidae*)

Drobné až velké mouchy, tmavě zbarvené často až nažloutlé. Mají velké složené oči červené až hnědočervené. Celé tělo je porostlé chloupky či štětinkami. Vyskytují se hojně a jsou to obecně známé druhy, jsou kosmopolitní. Živí se tekutou potravou zvláště nektarem z rostlin, nepohrdnou ani tlejícími zbytky. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

#### **Masařka obecná (*Sarcophaga carnaria*)**

Zbarvení šedé s černými pruhy na hrudi, zadeček je zbarven černobíle, šachovnicově. Masařky jsou živorodé, kladou své larvy především na maso, či jiné zbytky potravy. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

### **Moucha domácí (*Musca domestica*)**

Kosmopolitní, šedé ochlupené tělo, na hrudi jsou čtyři černé podélně uložené pruhy, na zadečku je černá kresba na žlutavém podkladě. Hlava nese výrazné červené oči, které se nestýkají na temeni. Samička klade vajíčka, většinou na tlející, zapáchající látky. Vývoj je velice rychlý, během roku se vyvine více generací. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

#### 2.4.2.2.2 Pestřenkovití (*Syrphidae*)

Pestřenky, patří mezi jedny z nejvýznamnější opylovače v naší krajině. Mají štíhlé, zploštělé tělo, svým výrazným zbarvením jsou podobné vosám či včelám. Larvy se živí dravě, kdežto dospělci se živí nektarem. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

### **Pestřenka hrušňová (*Scaeva pyrastris*)**

Tento druh dorůstá velikosti 10 – 15 mm. Základní barva těla je černá s kovově zelenavou hrudí s výraznou kresbou. Na hlavě jsou umístěny velké ochlupené oči. Zadeček je rovný se žlutými přerušovanými proužky, jejich počet je tři. Obývají květnaté, rozmanité louky, zahrady a parky. Larvy mají charakteristické zelené zřídka růžové zbarvení, žijí na rostlinách, kde se živí mšicemi. (Bellman a kol. 2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

### **Pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*)**

Velikostně malý hmyz měří 10 mm. Má zploštělé tělo s bronzově lesklou hrudí, na které jsou umístěny tři šedé podélné proužky. Hlava nese velké oči a také pýřitá tykadla. Zadeček je protáhlý, zploštělý žlutooranžově zbarvený s tmavými zdvojenými proužky, příčně položenými. Končetiny jsou zbarveny do žlutohnědého odstínu. Vyskytují se podél lesů, na loukách či zahradách. Dospělci přezimují na květech rostlin. Jsou výborní letci, dokáží se při letu zastavit na místě. (Bellman a kol.2006; Hudec a kol. 2007; Anděra a kol. 1993)

#### **2.4.3 Zástupci řádu motýlů (*Lepidoptera*)**

Mezi hmyzí řady patří motýli, kteří jsou druhově nejbohatší a také vývojově nejpokročilejší. Tělo motýla lze viditelně rozdělit na základní části těla hmyzu. Tělo tvoří tři části: hlava, hrud' a zadeček. Na hlavě jsou umístěny tykadla, které přijímají signály z okolního

světa. Dále nese pár složených očí. Motýli mají vyvinutý dlouhý spirálovitě stočený sosák, díky němuž sají nektar z květů, popřípadě vodu z kapek rosy. Ústní ústrojí u primitivních, drobných motýlů je nedokonalé kousavě – žvýkací, jejich potravou je pyl z květů. Hlava je zřetelně oddělena od hrudi, která nese tři páry končetin. Končetiny se mohou lišit v závislosti na druhu motýlu, jako např. u baboček, kde je první pár nohou zkrácen a přeměněn na čistící zařízení. Ze středu – zadohrudi vyrůstají dva páry velkých, blanitých křídel, pokrytých charakteristickými šupinkami. Jejich barvy jsou pigmentové či strukturální. Pigmentové vznikají z ukládání skutečných barevných látek v šupinkách, jako jsou flavony či melanin. Tyto barvy však nejsou stálé při působení intenzivního slunečního světla, ztrácejí svou barvu. Oproti tomu barvy strukturální vznikají pomocí fyzikálních zákonů odrazu slunečního záření. Motýlí křídla jsou často pokryta složitými kresbami, které především slouží k zastrašení případných nepřátel. Podle toho se rozdělují na kresby a zbarvení kryptické neboli ochranné, nebo aposematické, výstražné. Také je velice důležitá tvarová rozmanitost křídel druhově se lišící. Třetí částí motýlího těla je dlouhý s štíhlý zadeček. Na jehož konci se nachází kopulační orgány. V tabulce č. 2 jsou uvedeny čeledi motýlů vyskytující se na území České republiky. (Reichholf a kol, 2005).

Dospělci motýlů se živí výhradně nektarem, díky dlouhému sosáku. Tento nektar obsahuje nezvykle velké množství dusíkatých látek a esenciálních aminokyselin. Nejčastějšími návštěvníky květů z řad denních motýlů jsou soumráčníkovití (*Hesperiidae*), otakárkovití (*Papilionidae*), běláskovití (*Pieridae*) a také některé druhy tropických denních motýlů. Přes den se také objevují některé skupiny z aktivních nočních motýlů, příkladem jsou vřetenuškovití (*Zygaenidae*), lišaj dlouhozobka svízelová (*Macroglossum stellatarum*). Noční motýli se rozdělují dle chování na květech, stylu letu a délky sosáku na dvě funkční skupiny – na lišaje a ostatní noční motýly. Lišajové létají velice rychle, mají delší sosáky oproti jiným nočním motýlům. Během sání nektaru nesedají na květ, ale třepotají svými křídly ve vzduchu. Z tohoto důvodu návštěvy květu trvají velice krátkou dobu. Ostatní skupiny nočních motýlů při sání nektaru sedí, tím pádem na květu stráví několikanásobně delší čas. Tyto dvě skupiny opylují květiny, za soumraku či v noci. Opylující noční motýli pocházejí z čeledi můrovití (*Noctuidae*) s dalšími zástupci se můžeme setkat například z čeledí píďalkovitých (*Geometridae*) či zavíječovitých (*Pyralidae*). (Jersáková a kol., 2018; Zizka a kol., 1999)

Tab. č. 2 Motýli (*Lepidoptera*). Zdroj vlastní zpracování podle knihy (Reichholf a kol, 2005)

ŘÁD	ČELEĎ
Motýli <i>Lepidoptera</i>	Otakárkovití <i>Papilionidae</i>
	Běláskovití <i>Pieridae</i>
	Babočkovití <i>Nymphalidae</i>
	Okáčovití <i>Satyridae</i>
	Modráskovití <i>Lycaenidae</i>
	Soumračníkovití <i>Hesperiidae</i>
	Bekyňovití <i>Lymantriidae</i>
	Přástevníkovití <i>Arctiidae</i>
	Lišejníkovci <i>Lithosiinae</i>
	Borouvčící <i>Thaumetopoeinae</i>
	Běloskvrnáčovití <i>Syntomidae</i>
	Slimákovcovití <i>Limacodidae</i>
	Hřbetozubcovití <i>Notodontidae</i>
	Vřetenuškovití <i>Zygaenidae</i>
	Lišajovití <i>Sphingidae</i>
	Můřice <i>Thyatirinae</i>
	Srpokřídlecovití <i>Drepanidae</i>
	Martináčovití <i>Saturniidae</i>
	Bourovcovití <i>Lasiocampidae</i>
	Strakáčovití <i>Endromididae</i>
	Okenáčovití <i>Thyrididae</i>
	Vakonošovití <i>Psychidae</i>
	Nesytkovití <i>Sesiidae</i>
	Drvopleňovití <i>Cossidae</i>
Hrotnokřídlecovití <i>Hepialidae</i>	
Můrovití <i>Noctuidae</i>	
Pídalkovití <i>Geometridae</i>	
<i>Microlepidoptera</i>	

#### 2.4.4 Další významnější zástupci hmyzu (Insecta) podílející se na opylování – příklady

V následující kapitole se zmíním o dalších zástupcích hmyzu, kteří se podílejí na opylování.

##### 2.4.4.1 Brouci (*Coleoptera*)

Brouci v současné době patří mezi největší a známý řádem organismů na zemi. Na území České republiky zaznamenáváme přibližně 6100 druhů brouků. Brouci patří mezi hmyz s proměnou dokonalou. Larvy mívají pouze tři páry nohou, ale mohou být také zakrnělé. Ústní



ústrojí jak larev, tak i dospělců je kousací. Na hlavě se nacházejí rozmanitá tykadla, složené oči vzácně i jednoduchá očka. Předohruď je silně sklerotizovaná často s výraznou boční hranou. První pár blanitých křídel je silně sklerotizován, nazývá se krovky. Jejich hlavní funkcí není let, ale ochrana druhého páru křídel. Hrudní články nesou pár končetin, které jsou různě utvořené. Na jejich konci bývá pět chodidlových článků. Na posledním chodidlovém článku se nacházejí dva drápky. Zadeček je zpravidla pokryt krovkami. Velikostně se rovná hrudi, uvnitř je skryto rozmnožovací ústrojí, tukové těleso a také plní dýchací funkci. Brouci jsou velice rozmanitý řád, který dokázali obydlet většinu prostředí vyjma moří. (Hudec, 2007)

Řada brouků patří mezi opylovače, jelikož se živí okusováním částí květů, především okvětními lístky, avšak pyl požírají vzácně. Význam těchto opylovačů je ovšem značný, zvláště když se jedná o silně ochlupené druhy, některé čeledi z řádu *Coleoptera* jsou uvedeni v následující tabulce (viz Tab. č. 3)

Tab. č. 3 Brouci (*Coleoptera*)

ŘÁD	ČELEĎ	ROD/ DRUH	ZAJÍMAVOST
Brouci <i>Coleoptera</i>	Krascovití ( <i>Buprestidae</i> )	Krasci ( <i>Buprestinae</i> )	Opylují žluté květy
	Tesaříci ( <i>Cerambycidae</i> )	tesařík ozbrojený ( <i>Chlorophorus figuratus</i> )	Opylují řebříček obecný ( <i>Achillea millefolium</i> )
	Vrubounovití ( <i>Scarabaeidae</i> )	Zlatohlávci ( <i>Porphyronota hebraea</i> )	Opylují keře čeledi Putranjivaceae
		Zdobenec skvrnitý ( <i>Trichius fasciatus</i> )	Opylují drobné bílé květy
	Stehenáčovití ( <i>Oedemeridae</i> )	<i>Oedemera</i> Stehenáč skvostný ( <i>Oedemera nobilis</i> )	Nacházející se na květech světlych barev
	Páteříčkovití ( <i>Cantharidae</i> )	Páteříček modravý ( <i>Cantharis livida</i> )	Opylují květy miříkovitých
	Lesknáčkovití ( <i>Nitidulidae</i> )	Blýskáček ( <i>Meligethes</i> )	Opylují květy Magnolií
	Pestrokrovečnickovití ( <i>Cleridae</i> )	Pestrokrovečník ( <i>Trichodes</i> )	Květy bílé a žluté barvy

#### 2.4.4.2 Řády hmyzu z řad opylovačů

Další řády hmyzu z řad opylovačů jsou uvedeny níže viz. (Tab. č. 4)

Tab. č. 4 Řády hmyzu

Hmyz <i>Insecta</i>	Švábi ( <i>Blattodea</i> )
	Škvoři ( <i>Dermaptera</i> )
	Sítokřídlí ( <i>Neuroptera</i> )
	Rovnokřídlí ( <i>Orthoptera</i> )
	Třásnokřídlí ( <i>Thysanoptera</i> )
	Polokřídlí ( <i>Hemiptera</i> )

## 2.5 Základní pojmy týkající se tematiky opylování a opylovačů obsažené v učebnicích

Kapitola je věnována porovnáním učebnic přírodopisu pro žáky 6. tříd Základních škol a nižších gymnázií, podle nichž byl vypracován pracovní list a následně projekt, sloužící k zpestření hodin přírodopisu.

Kočárek Petr ve své učebnici zmiňuje včelu medonosnou, pouze z kolika procent opylování zajišťují včely.

Kvasničková Danuše (1997) učebnici Ekologický přírodopis zajímavě dělí na společenstva žijící v určitých biomech. V její učebnici je vysvětleno opylování na začátku knihy v botanické části i jeho význam v zoologické části jsou zmíněni další opylovači, ale nejsou takto označeni. Učebnice postrádá informace o včele medonosné.

Pelikánová Ivana (2014), v učebnici Přírodopis 6, neuvádí pojem opylování ani význam opylovačů. Zato se věnuje včele medonosné z hlediska funkce dělnice během jejího života, či jak se včely dorozumívají. Informuje žáky o sběrných košíčkách na pyl, ale o přenosu pylu není zmínka. V knize jsou uvedeni motýli, pestřenky, mouchy, ale ne v souvislosti s opylováním.

V učebnici Přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy se autoři věnují včele medonosné jakožto anatomické struktuře, jejím úlohám v zemědělství a také opylení, které je zmíněno, ale definice není uvedena. Dále jsou uvedeni pouze motýli.

Dobroruka a kol. (1999) v učebnici Přírodopis 1 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií se zabývají nejen včelou medonosnou, ale také samotářskými včelami a čmeláky. Definice opylování není napsána, význam opylování ano.

Přírodopis pro 6. ročník, nakladatelství české geografické společnosti v kapitole Hmyz ve službách člověka uvádí jak definici opylování, život včely medonosné i příklady jiných opylovačů jako jsou pestřenky. Význam opylování je shrnut v několika řádcích hlavně z hlediska zemědělských plodin.

Černík Vladimír a kol. (1999), ukazují včelu medonosnou jako didaktický model, jak z pohledu anatomie, tak i morfologie. Dále probírají úlohu včel ve společenství. Opylení definováno není, ale jeho důležitost je popsána ze zemědělského hlediska. Opylovač je zmíněn také čmelák zemní.

### 3. METODIKA A VZOREK RESPONDENTŮ

#### 3.1 Dotazníkové šetření, jeho obsah a hodnocení

Pro získání potřebných dat při analýze výuky tématu opylovači na základních školách a nižších gymnáziích. Je využita metoda dotazníkového šetření.

V mém dotazníkovém šetření jsem se zaměřila na žáky 6. až 9. tříd základních škol a nižších gymnáziích. Zajímaly mě především znalosti probraného učiva a zájem o danou problematiku.

Obsah učiva o opylovačích byl zjišťován porovnáváním učebnic pro 6. třídu, kde se tato problematika vyučuje, během tohoto porovnávání jsem si sestavila tabulku (viz Tab. č. 5), Předem jsem si sestavila kritéria, která by dané téma opylovači, měla splňovat. Měřítka obsahovala např. pojem opylování a jeho význam, příklady opylovačů a jejich život, případně význam. Později byl do tabulky přidán sloupeček ohledně včely medonosné, jelikož v každé učebnici se autoři zmiňovali o jejím životě, dělbě práce v úle, či samotnému anatomickému popisu včely, jakožto didaktického modelu. Z výše zmíněných požadavků jsem vytvořila hodnotící dotazník.

Tab. č. 5 Porovnání učebnic

NÁZEV UČEBNICE	OPYLOVÁNÍ DEFINICE	DALŠÍ OPYLOVAČI	VÝZNAM OPYLOVAČŮ	O VČELE MEDONOSNÉ
Přírodopis pro 6. ročník, nakladatelství české geografické společnosti	ANO	ANO	ANO	ANO
Přírodopis 7. Olomouc: Prodos	ANO	NE	NE	ANO
Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus	NE	NE	NE	ANO
Ekologický přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií	ANO	NE	NE	NE
Přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy. Praha: Scientia	NE	ANO	ANO	ANO
Přírodopis 1 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Praha	NE	ANO	ANO	ANO
Přírodopis I: pro 6. ročník základní školy SPN	NE	ANO	ANO	ANO

Cílem dotazníkového šetření je zjistit, zda žáci 2. stupně základních škol a nižších gymnázií rozumí a zároveň dokáží vysvětlit pojem opylování a opylovač. Dále jsem chtěla zjistit, způsob trávení volného času žáků a tento důsledek na jejich nadšení o rozšíření znalostí v oblasti přírodopisu, zejména v tématu opylovači.

Dotazník obsahuje sedm otázek zaměřených na obecné pojmy, patřící do tematiky opylovačů. Dotazník je koncipován formou pracovního listu, ve kterém jsou převážně otázky s volnou odpovědí. Dále také popis obrázku, otázka se zaškrtačící odpovědí a doplňovací

cvičení. Aby byli žáci vedeni k vyjádření svých znalostí a názorů, tak byly utvořeny otázky s otevřenou odpovědí. Vzor dotazníku je uveden v Příloze A.

Cílem otevřených otázek bylo nasměřovat žáky k novým myšlenkám, alternativním odpovědím, které nebyly vázané pouze na znalosti získané při vyučování, ale i při pozorování přírody. Hodnotící tabulka ve vztahu k příloze A je uvedena níže (viz. Tab. č. 6). Žáci z každé otázky mohli získat tři body, tím pádem maximální počet bodů za celý pracovní list byl 21 bodů. Za chybné odpovědi se body neodečítaly.

Tytéž pracovní listy byly také použity pro pilotní výzkum, který byl realizován v prosinci roku 2018. Otestovala jsem 4 třídy, vždy jednu třídu v ročníku, abych měla spektrum dětí z každé testované skupiny, což čítalo 80 žáků základní školy. Z jejichž výsledků jsem poupravila pouze zadání dvou otázek. Otázku číslo tři a šest. U otázky číslo tři byla k zadání připsána věta, že žáci mohou zaškrtnout více odpovědí. Taktéž bylo upraveno zadání otázky číslo šest, ke kterému byla připsána věta, aby žáci uvedli více argumentů. Zadání bylo doplněno, jelikož při zadávání pilotní verze pracovního listu, se mne žáci dotazovali, zda je možná pouze jedna odpověď u třetí otázky. U otázky šesté jsem tak usoudila, při opravování listů, kde respondenti uváděli pouze jeden argument.

Tab. č. 6 Hodnotící tabulka

OTÁZKA	0 BODŮ	1 BOD	2 BODY	3 BODY
1	Nezodpovězeno	Definuje pojem opylovač	Definuje opylování	Definuje pojem opylovač i opylování
2	Nezodpovězeno	Snaží se definovat význam opylování, ale nedefinuje správně	Správně definuje význam	Rozumí, významu opylování uvedení příkladu k významu
3	Nezodpovězeno správně	Správně zaškrtnutá 1 odpověď	2 správně zaškrtnuté odpovědi	3–4 odpovědi správně zaškrtnuté
4	Žádný jiný opylovač	1 opylovač navíc	2 opylovači navíc	minimálně 3 další opylovači
5	Nepojmenovaný žádný opylovač	1 opylovač správně pojmenování	2 opylovači správně pojmenování	3 opylovači správně pojmenování
6	Neudání argumentu	1 správný argument	2 správné argumenty	3 odlišné argumenty
7	Ani jedna odpověď správná	1-3 odpovědi správné	4-5 odpovědi správných	6-7 správných odpovědí

### 3.2 Vzorek respondentů

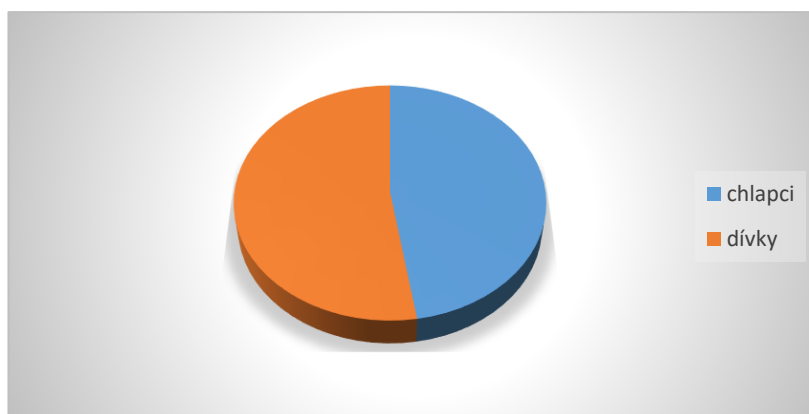
Dotazníky byly rozdány 366 žákům z dvou základních škol a z dvou gymnázií. Šetření se zúčastnili žáci 6. – 9. tříd. Žáci danou problematiku probírají v 6. třídě v 2. pololetí. V následující tabulce je uveden anonymní seznam škol a počty žáků, kteří se šetření účastnili.

Dotazníky byly rozdány v hodinách přírodopisu v prosinci, lednu. Doba vypracování testu činila 20 min.

Tab. č. 7 Seznam škol účastnicích se dotazníkového šetření

ŠKOLA	ROČNÍK	POČET ŽÁKŮ
G1	PRIMA	28
	SEKUNDA	21
	TERCIE	28
	KVARTA	30
G2	PRIMA	26
	SEKUNDA	19
	TERCIE	27
	KVARTA	26
ZŠ1	6.	20
	7.	18
	8.	15
	9.	25
ZŠ2	6.	24
	7.	19
	8.	18
	9.	22

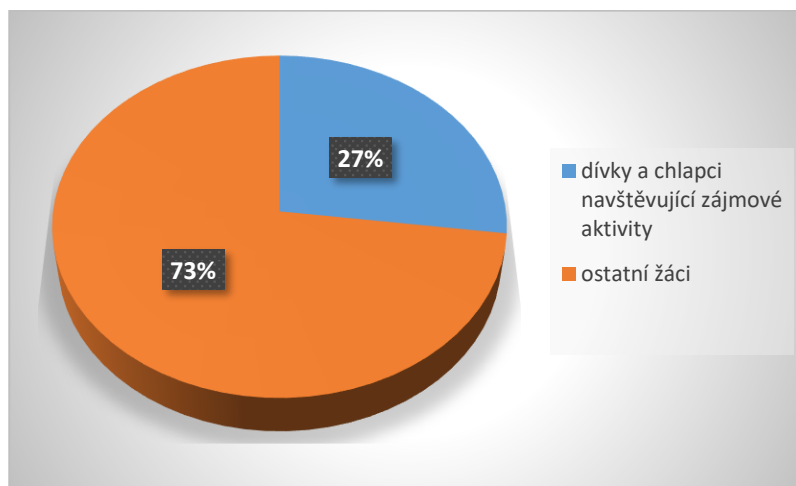
Profil žáků je zobrazen v následujících grafech. Dívky tvořily větší skupinu a byly zastoupeny 51 % z celkového počtu žáků. (Viz. Obr. č. 2) Žáci byli rozdělení podle typu škol. (Viz Tab. č. 7)



Obr. č. 2 Pohlaví žáků



Žáci měli možnost zaškrtnout, zda navštěvují skautské oddíly, přírodovědecké kroužky, turistické oddíly, pionýr či jiné přírodou se zabývající aktivity. Tyto zájmové aktivity navštěvuje 99 dotazovaných žáků. (Viz Obr. č.3)



Obr. č. 3 Dívky a chlapci navštěvující zájmové kroužky

### 3.3 Využití statistické hodnocení

Jednotlivé otázky byly zpracovány faktoriální ANOVOU. Nejprve byly jako kategoriální proměnné použity ročník a skupina žáků (základní škola, gymnázium, navštěvující kroužek). Poté, protože vliv skupiny byl vesměs hodnocen jako statisticky nevýznamný (viz dále), byly výsledky žáků navštěvující ZŠ a gymnázia sloučeny a faktoriální ANOVA byla provedena znovu s kategoriálními vysvětlujícími proměnnými ročníkem a "kroužkem" (navštěvují vs. nenavštěvují mimoškolní zájmovou aktivitu).

Nakonec byly vyhodnoceny ještě celkové výsledky ze všech otázek. Protože z technických důvodů nebylo možné vyhodnotit všechny testy individuálně (tedy se skórem z jednotlivých otázek jako se závislými proměnnými), bylo celkové skóre vyhodnoceno také faktoriální ANOVOU s kategoriálními vysvětlujícími proměnnými ročníkem, kroužkem a otázkou.

Testy byly provedeny v softwaru Statistica 13 (Tibco Software, 2017). Hladina významnosti byla stanovena jako 0.05.

### 3.4 Metodika přípravy projektu

Projekt byl připravován, z jichž zmíněných učebnic, jelikož má pomoci k výuce na téma opylovači. Tyto informace byly sestaveny dohromady a byl vytvořen výukový list. Určila jsem název listu: „*Nejen včely opylují rostliny.*“ aby se žáci dozvěděli i o jiných opylovačích, než jsou včely, zajímavosti, co by si měli z projektu zapamatovat. A na tyto otázky jsem vytvořila úkoly, hádanky, křížovku, pexeso a labyrint. K tomu jsem vytvořila po stranách panel s důležitými informacemi, srozumitelné pro žáky 6. tříd.

Pracovní list je barevně doplněn o obrázky opylovačů a také graficky barevně zpracován, aby vypadal zábavně již od prvního pohledu.

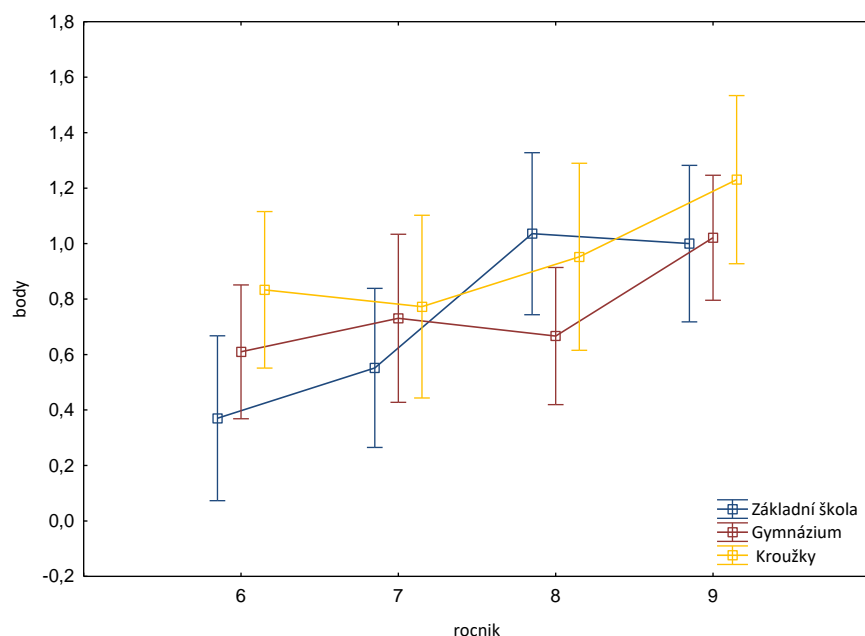
## 4. VÝSLEDKY

### 4.1 Statistické hodnocení

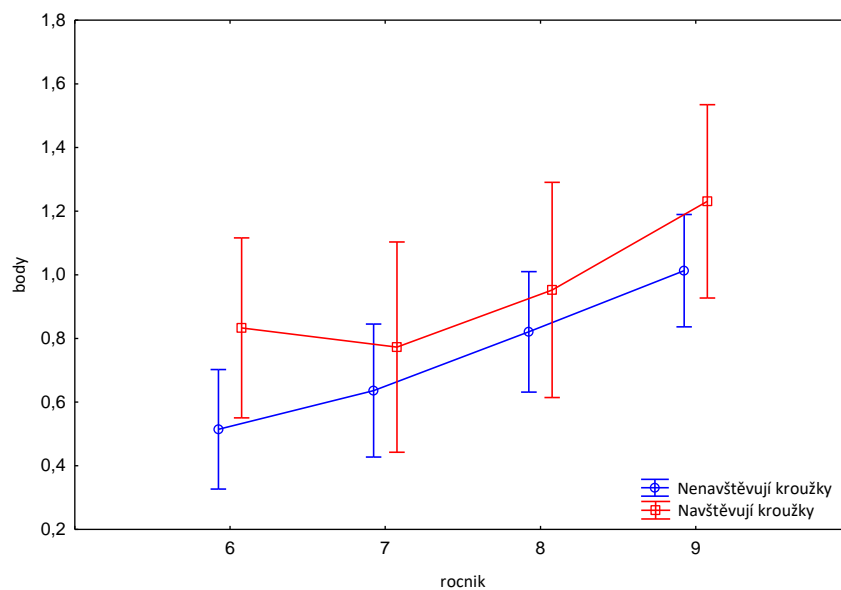
Data byla statisticky hodnocena, aby bylo zřetelné, zda se dají určit průkazná nebo neprůkazná data a trendy mezi znalostmi žáků základních škol, nižších gymnázií či dětmi, které navštěvují zájmové přírodovědné kroužky. V následujících řádcích jsou zobrazeny grafy k jednotlivým otázkám z dotazníkového šetření. Ke každé otázce jsou uvedeny dva grafy, jeden znázorňuje skupiny žáků v jednotlivých ročnících a druhý žáky, kteří navštěvují či nenavštěvují mimoškolní přírodovědné aktivity. Pro zkrácení názvu zájmových skupin tyto žáky autor nazývá jako kroužky.

#### 1. *Definuj pojem opylovač, a co to znamená opylování*

Při statistickém hodnocení první otázky byl statisticky prokázán pouze vliv ročníku ( $F(3,354) = 6,97$ ;  $p = 0.0001$ ). U žáků v osmém ročníku základních škol je viditelné zlepšení znalostí oproti žákům z ostatních tříd základních škol (viz. Obr.č. 4). Graf znázorňující žáky navštěvující mimoškolní přírodovědné aktivity je zobrazen na Obr. č. 5, kde byl shledán statisticky významným, jak vliv ročníku ( $F(3,358) = 5,24$ ;  $p = 0.001$ ), tak i navštěvování již zmíněné mimoškolní aktivity ( $F(1,358) = 4,62$ ;  $p = 0.032$ ).



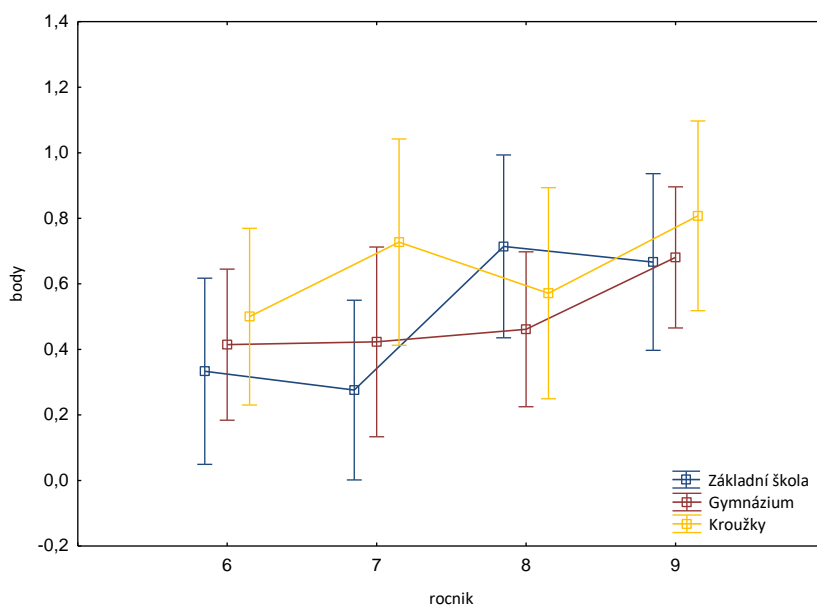
Obr. č. 4. Opylovač, opylování



Obr. č. 5. Opylovač, opylování, vliv kroužků

## 2. Jaký je význam opylování

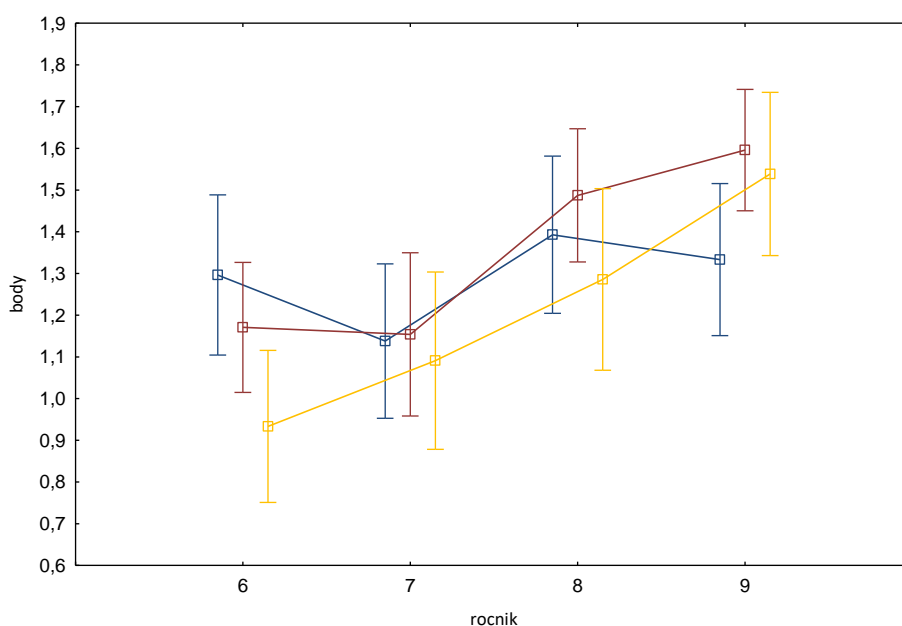
Při hodnocení této otázky, byl statisticky hodnocen vliv ročníku ( $F(3,354) = 2,94$ ;  $p = 0.033$ ) na dosažené znalosti. Graf zobrazen na Obr. č. 6. nebyl shledán statisticky významný vliv kroužku, ani navštěvované školy. Z grafu je patrné, že žáci sedmých tříd základních škol, na tuto otázku odpovídali hůře než žáci o ročník nižší, naopak v ročníku osmém dosahovali nejvyšších výsledků. Naopak žáci docházející do kroužků, nejlépe odpovídali v třídě deváté. U studentů gymnázií není žádné výrazné odchylení.



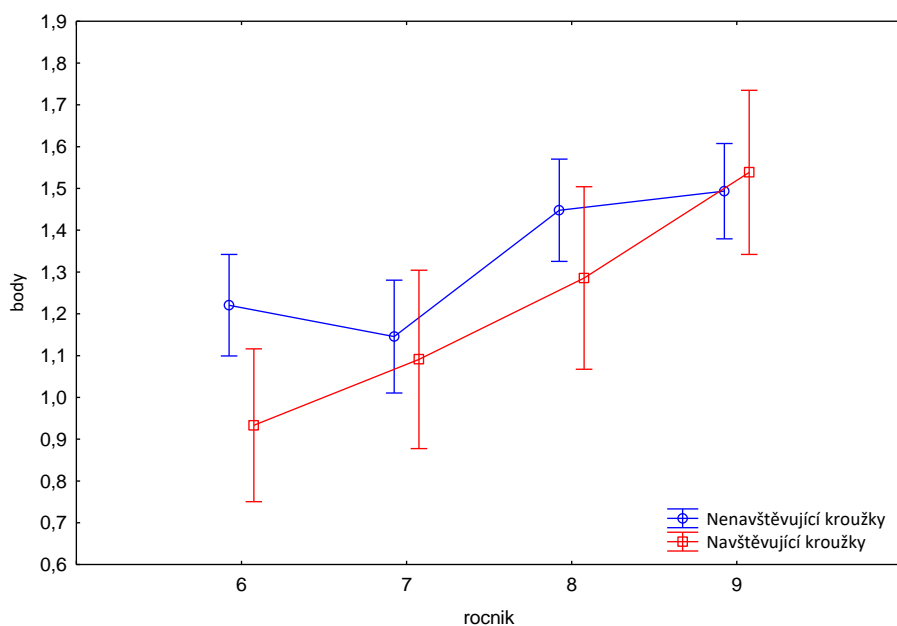
Obr. č. 6. Význam opylování

### 3. Který z níže uvedených živočichů patří mezi opylovače

Při hodnocení této otázky, byl statisticky hodnocen vliv ročníku ( $F(3,354) = 11,62$ ;  $p = 0^{-10}$ ), na znalosti; graf je vyobrazen v Obr. č. 7. Byl také prokázán vliv ročníku i vliv na znalosti žáků, kteří navštěvují či nenavštěvují mimoškolní zájmové přírodovědné aktivity ( $F(3,354) = 12,6$ ;  $p = 0^{-10}$ ) viz Obr. č. 8. V obou následujících grafech je viditelné, jak žáci docházející na přírodovědně zaměřené kroužky, postupně zlepšují své znalosti a přibývajícím věkem.



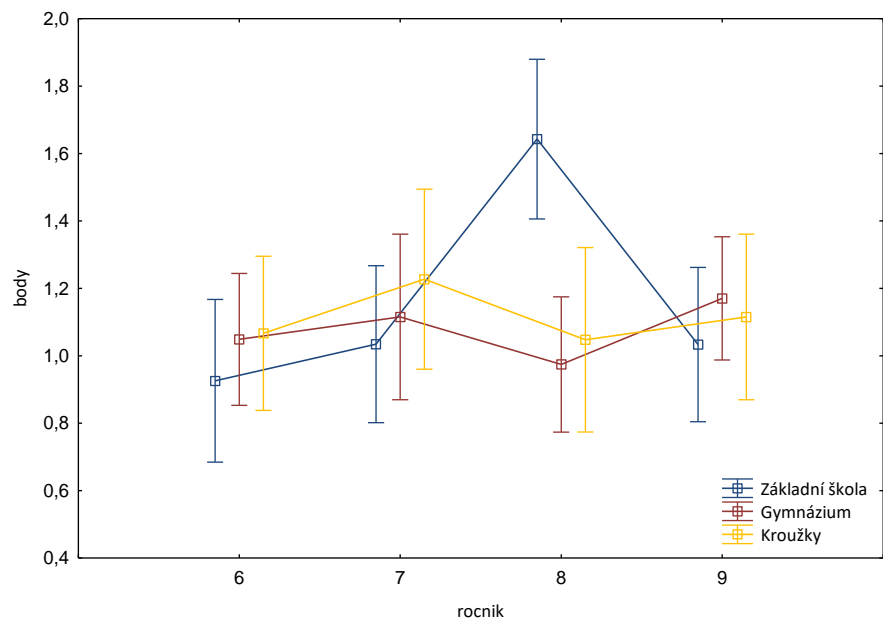
Obr. č. 7 Který živočich patří mezi opylovače



Obr. č. 8. Který živočich patří mezi opylovače, vliv kroužků

#### 4. Jaké další opylovače znáte

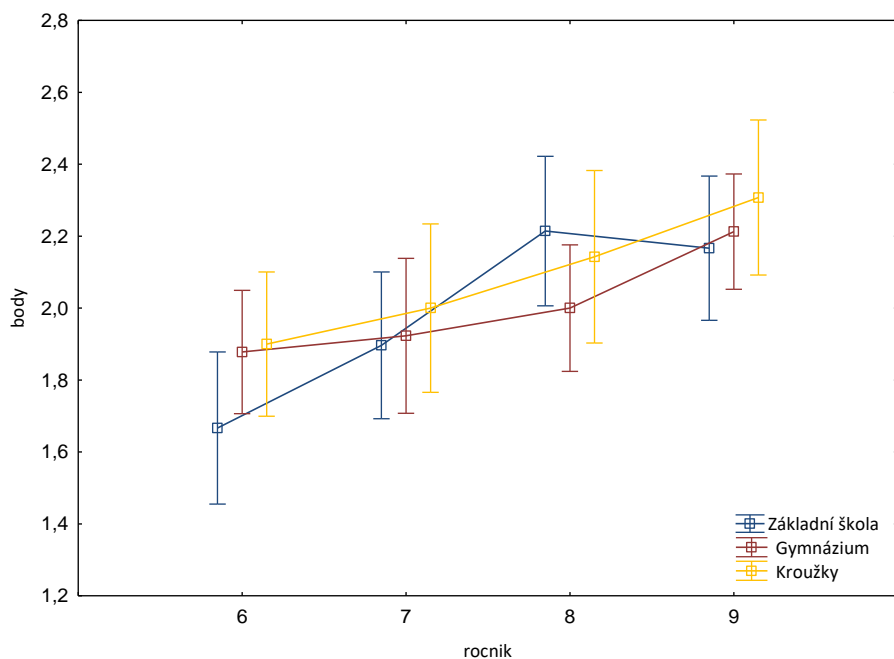
Otázka číslo čtyři nepotvrdila statistickou významnost, jelikož jak je z grafu viditelné žáci osmého ročníku Základních škol dopadli výrazně lépe než ostatní žáci v ročnících a školách. (Viz. Obr.č .9). Dále nebyl prokázán vliv kroužku na dosažené znalosti v porovnání s žáky, kteří nenavštěvují zájmové aktivity.



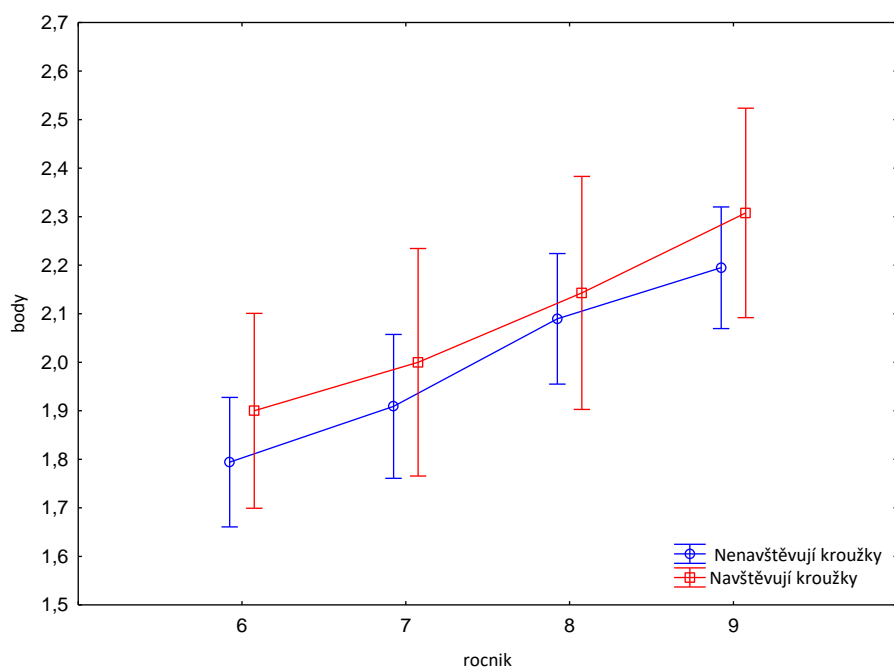
Obr. č. 9. Znalosti dalších opylovačů

#### 5. Jaký hmyz je na obrázku

Při hodnocení otázky, byl statisticky vyhodnocen vliv ročníku ( $F(3,354) = 10,14; p = 0^{-10}$ ), graf zobrazen v obr. č. 10., na kterém je krásně viditelné, jak žáci s přibývajícím věkem lépe určili zástupce opylovačů. V této otázce byl také prokázán vliv ročníku, i vliv návštěv mimoškolních zájmových přírodovědných aktivit ( $F(3,358) = 7,88; p = 0.000042$ ). Faktem je, že žáci navštěvující mimoškolní přírodovědné kroužky určili opylovače lépe v každém ročníku než žáci, kteří nenavštěvují přírodovědné kroužky. (Viz Obr. č. 11.)



Obr. č. 10. Určování hmyzu

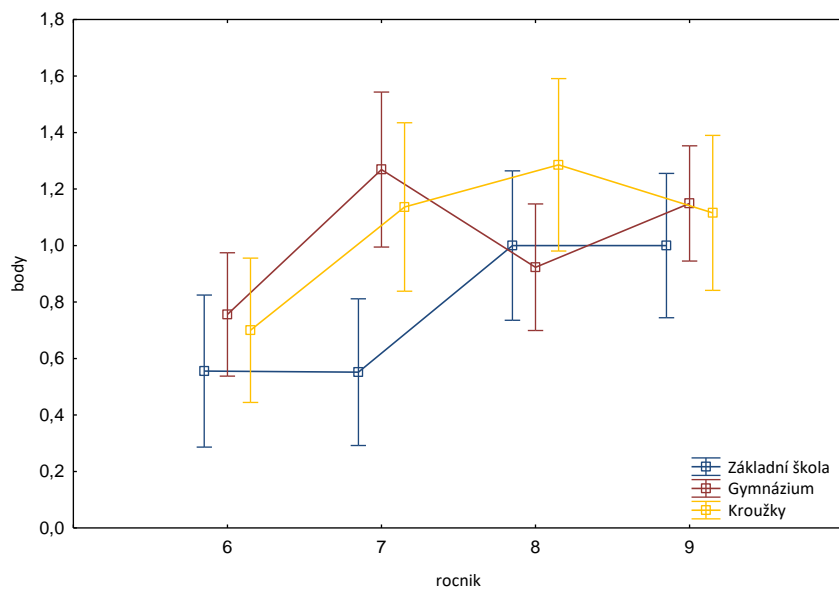


Obr. č. 11. Určování hmyzu, vliv kroužků

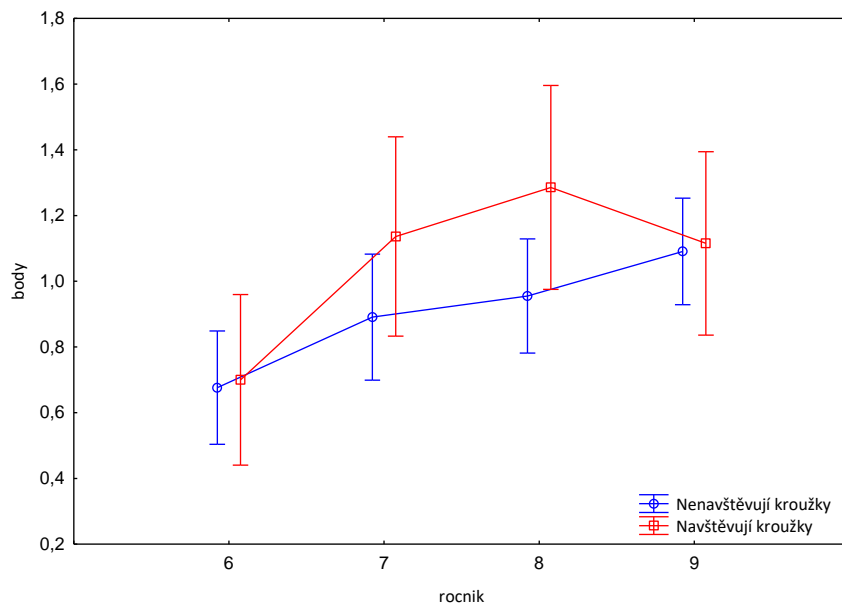
## 6. Myslíš, že jsou opylovači pro nás lidi důležití a proč?

Při hodnocení šesté otázky, byl statisticky vyhodnocen vliv ročníku ( $F(3,354) = 6,94$ ;  $p = 0.00014$ ), také statisticky významný vliv typu školy ( $F(2,354) = 5,31$ ;  $p = 0.0053$ ), viz graf zobrazen v Obr. č. 12. Graf zobrazuje, že studenti gymnázií mají větší povědomí o důležitosti opylovačů, u studentů sedmého ročníku, je viditelný rozdíl znalostí, oproti žákům základních

škol. Či žáků docházejících na přírodovědné kroužky. Dále byl také prokázán vliv ročníku, v samostatném vyhodnocování žáků, i vliv na znalosti žáků, kteří navštěvují mimoškolní zájmové přírodovědné aktivity ( $F(3,358) = 6,08; p = 0,0004$ ). Z grafu vyplývá, že děti navštěvující kroužky odpověděli v 7-9. ročníku lépe než žáci, kteří na tyto aktivity nedocházejí. (Viz Obr. č. 13.)



Obr. č. 12. Proč jsou důležití opylovači

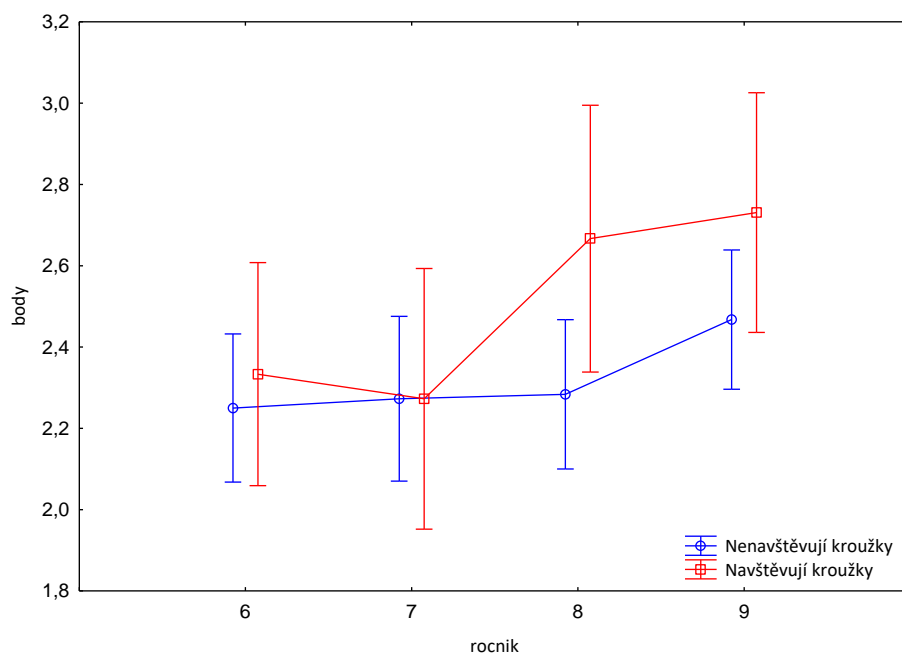


Obr. č. 13. Proč jsou důležití opylovači, kroužky



## 7. Doplněk vhodná slova do textu

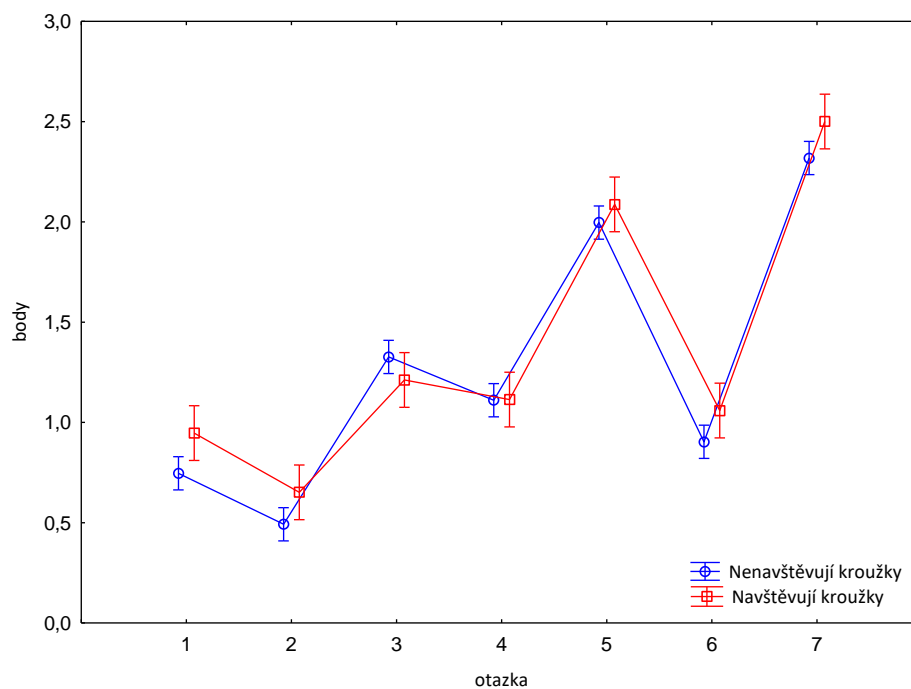
Při statistickém hodnocení sedmé otázky byl statisticky prokázán vliv ročníku ( $F(3,354) = 3,10$ ;  $p = 0.026$ ) na dosažené znalosti, což znamená, že žáci, s přibývajícím věkem znají lépe pojmy týkající se včely medonosné. V porovnání žáků, kteří docházejí na zájmové kroužky, se potvrdil vliv ročníku ( $F(3,358) = 3,08$ ;  $p = 0.027$ ) tak i kroužku ( $F(1,358) = 4,03$ ;  $p = 0.045$ ), Obr. č. 14. U následujícího grafu je viditelný nárůst bodů u žáků osmých a devátých tříd, navštěvujících mimoškolní aktivity, oproti žákům, kteří se přírodě ve svém volném čase nevěnují. U těchto žáků není příliš viditelný rozdíl mezi žáky šestých až osmých tříd.



Obr. č. 14 Doplnění vět kroužky

## Celkové vyhodnocení

Při celkovém vyhodnocení všech zadaných otázek dohromady, byl vliv docházení na kroužek shledán statisticky významným ( $F(1, 2506) = 9.32$ ;  $p = 0.002$ ). Jeho významem je, že žáci, kteří navštěvují mimoškolní zájmové aktivity se zaměřením na přírodu, v každé otázce odpověděli o trochu lépe než žáci, kteří tyto kroužky nenavštěvují, vyjma otázky č. 3. jak je patrné v Obr. č. 15.



Obr. č. 15 Vliv docházení na kroužky

### 4.3 Návrh výukového projektu

Na základě zjištěných výsledků byl navržen projekt, který se věnuje tématu opylovači, opylování. Je koncipován formou pracovního listu. Příložen v příloze X. Jehož cílem je žákům představit živočichy, se kterými se mohou setkat nejen v České republice, ale i na jiných kontinentech. Je určen pro žáky 6. tříd základních škol a nižších gymnázií k prohloubení znalostí, či pouze jako doprovodný projekt k zpestření výuky. Snaží se zábavnou formou dětem dovysvětlit, pomoci pochopit důležité otázky spjaté s tímto tématem. Úkoly v tomto listu jsou rozděleny na dvě části, na část strávenou v interiéru a v exteriéru.

Časová náročnost pro část řešenou v interiéru jsou dvě vyučovací hodiny přírodopisu s možností propojit s hodinou výtvarné výchovy při výrobě plakátů o další dvě vyučovací hodiny. Výroba hmyzího hotelu, záleží na náročnosti a před připravenosti žáků. Výroba včetně instalace by neměla přesáhnout dvě vyučovací hodiny. Případně se může spojit s výukou dílen, pracovních činností, kde je potřeba příprava ze strany učitele. Celý projekt by se za 3–4 hodiny měl uskutečnit v týmové práci a před připravenosti učitelů.

Nejprve je důležité žáky seznámit s pojmem opylování, opylovač, či celou tuto kapitolu odučit, jelikož program dává zpětnou vazbu, z řad žáků, jak této problematice rozumí. Dále také si připravit materiál potřebný ke stavě hmyzího hotelu, které jsou uvedeny v pracovním listě vypracovaném pro učitele.

Pracovní list je zpracován ve verzi pro učitele, ve stejném formátu jako pro žáky, ale s vypracovanými odpověďmi na otázky a metodickému postupu při jeho použití. Je doplněn také o obrazovou dokumentaci pro žáky v podobě pexesa online, či o doporučení dalších alternativ k vyučování.

K vypracování listu děti potřebují, psací i výtvarné potřeby.

## Nejen včely opylují rostliny

### Úkol 1.

Ahoj kamaráde, já jsem čmelák zemní, budu Tě provádět světem opylovačů, budeme spolu plnit různé úkoly, hlavolamy, hádanky a mnoho dalšího. Doufám, že spolu zažijeme spoustu zábavy, u které se také dozvíš zajímavosti z našeho



Víš, kdo je opylovač? Co dělají opylovači? A co znamená opylování? Porad' se ve skupině, vypište co nejvíce argumentů.

Jak tématu opylovači, opylování rozumíš?  
(vybarvi smajlíka) 😊 😊 😐 😞

### Úkol 2. mé kamarády? Napiš jejich jména a zařaď je do tabulky

Pokud znáš další opylovače, tak jejich jména také zapiš do tabulky.



Tab. č. 8 Zařazení živočichů do tabulky

sem napiš jméno živočicha

Hmyz	blanokřídlí	
	brouci	
	motýli	
	dvoukřídlí	
Savci	letouni	
	primáti	



Také dostáváš za úkol, který splníš odměnu? My dostaneme za opylení sladký, voňavý nektar

45

### Víš, že?

**Opylovači** jsou důležitou, a jak můžeš vidět, tak i rozmanitou skupinou v přírodě.

Důležitou, protože **opylují rostliny**. Což je děj, při kterém se přenesou pyl z rostliny na bliznu jiné rostliny stejného druhu.

Koukni se na příklad: opylovač sedne na sedmikrásku, pyl se na něj nalepí, za odměnu dostane se k nektaru, protože jí navštívil a letí dál na druhou sedmikrásku, kde zanechá nějaká pylová zrna z předchozí sedmikrásky, tím jsou pylová zrna přenesena, čmelák dostane nektar, a letí dál. Toto není jen u sedmikrásek, ale u všech kvetoucích rostlin.

A tím vznikají po oplození semena rostlin. Plody jako jablka, hrušky

**Úkol 3.** Najdi včelí královnu

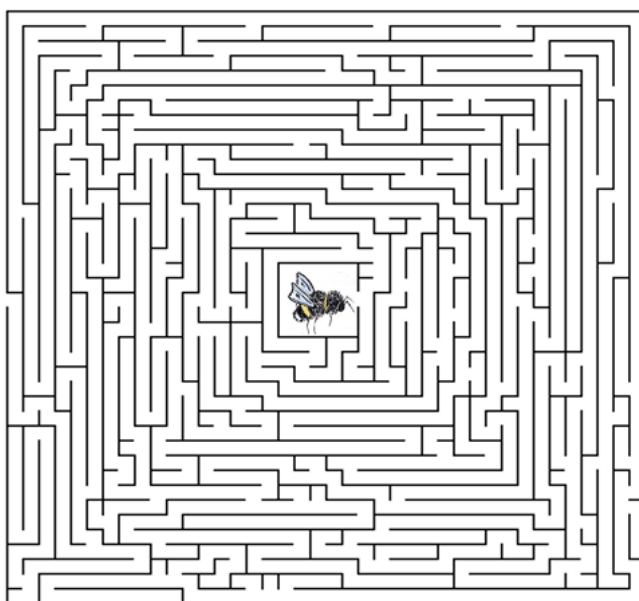


Obr. č. 16 Najdi královnu



Proč se říká dělnici dělnice?  
Jak dlouho trvá vývin dělnice, matky a

**Úkol 4.** Dostane se čmeláčí matka ze čmelína? Zkus jí najít cestu.



Obr. č. 17 Bludiště

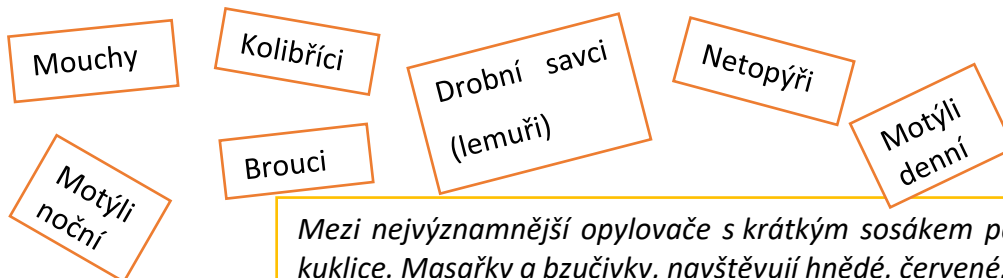
**Včelí královna** je větší než dělnice, má dlouhý zadeček a krátká křídla. Nemá žihadlo, v zadečku má reprodukční orgány a vajíčka. V každém úle může být pouze jedna.

**Vidíš ty velké chlupaté včely?** To jsou trubci, jejich úlohou je oplodnit královnu, během snubního letu a také v úle udržují klid. Ale ke konci včelařského léta je včely vystrnadí z úlu. **Čmeláci** patří mezi ohrožené druhy.

**Znáš, jak čmeláci žijí?** Žijí ve společenství jako včely medonosné. Také mají matku neboli královnu, která přezimuje oplozená, zahrabaná v zemi. Časně z jara vylétá a hledá ideální místo k založení obydlí. Nejčastěji jsou to nory po hlodavcích v zemi s dlouhými chodbami. Když najde místo, začne klást vajíčka a stará se o ně. Také sbírá nektar a pyl, kterým krmí své larvy. Matku čmeláků můžeš pozorovat na jaře, jak hledá své obydlí, jelikož je to jediný čmelák, kterého můžeš v tuto dobu najít a létat nízko při zemi. Tyto matky se často odchyťávají a dávají do čmelínů, umělých domečků pro čmeláky, které můžeš mít na své zahradě.

Nepřátelé čmeláků se jmenují **Pačmeláci**, kteří neopylují rostliny a parazitují na čmelácích.

#### Úkol 4. Spoj, jaké květy popsané v rámečcích rádi opylují



Mezi nejvýznamnější opylovače s krátkým sosákem patří pestřenky, kuklice. Masařky a bzučivky, navštěvují hnědé, červené, skvrnité květy páchnoucí po rozkládajících se zbytkách. Květy jsou obvykle bílé, žluté nebo zelenavé barvy, často se jedná o květenství složená z mnoha drobných květů.

Květy bývají velké, zvonovité, nebo malé nahloučené do velkého květenství, kvetoucí v noci, s nevýraznou barvou a také zapáchající po kvasinkách. Noční opylovači navštěvují květy nevýrazných barev, kdežto denní opylovači s oblibou opylují květy výrazně červené.

Květy jsou robustní s charakteristickým plochým či miskovým tvarem, příkladem jsou květy Magnolií, jelikož mají snadno dostupný nektar s velkým množstvím pylu. Mívají nevýrazné zbarvení, oproti tomu vydávají ovocnou, kořeněnou, fermentovanou vůni.

Květy bývají nápadné, červené až oranžové, obvykle bez vůně, rostoucí v tropech.

Jelikož mají motýli dlouhý sosák, květy jsou dlouhé trubkovité. Během sání nektaru potřebují na květu sedět, proto preferují květy s plochými květenstvími a okolními listy. Motýlí květy bývají z pravidla výrazně zbarvené od žluté až po fialovou. Nektar je řídký se slabou sladkou vůní

Květy jsou velké a mohutné, běžně kvetoucí na větvích keřů, stromů či lián. Barva květů je od bílé až po hnědo – červená se silnou vůní po zralém až přezrálém ovoci. Tvarově připomínají misku, zvon, kartáč, jejich doba květu trvá pouze jednu noc.

Opylují květy v noci silně sladce vonící, zbarvené do krémových barev s nektarem v dlouhých korunních trubkách.

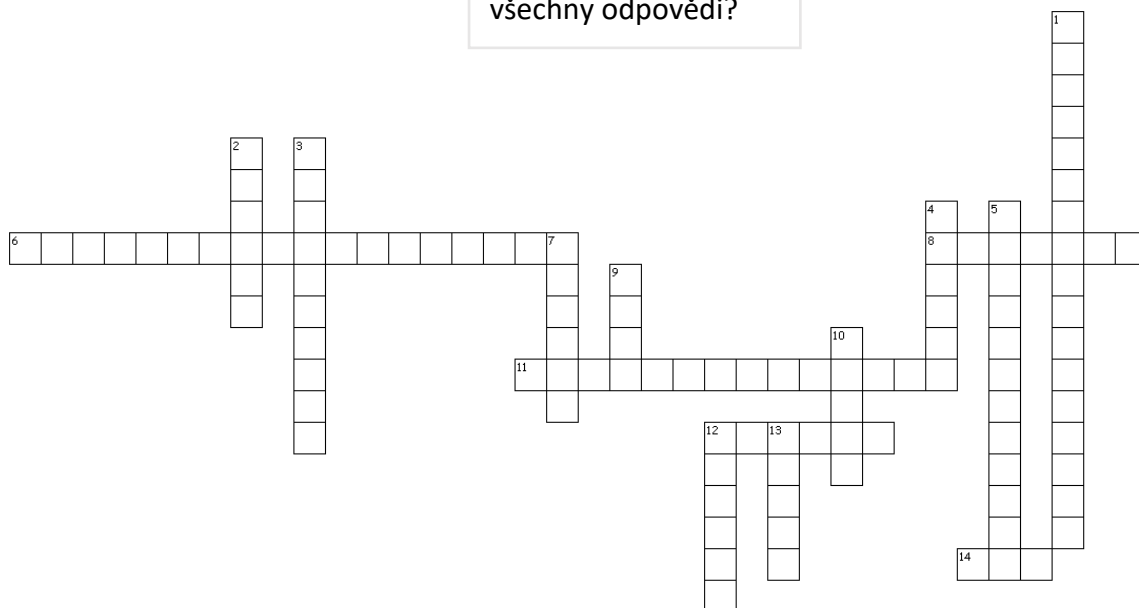


Nakreslí nějaký květ podle úlohy č. 4.a nech hádat kamaráda, jakého opylovače, bys přilákal



## Úkol 5. vyplň křížovku

Podaří se ti přijít na všechny odpovědi?



Vodorovně

- 6. opylení větrem
- 8. přenos pylu na bliznu
- 11. hmyz podobný vose, ale patří mezi opylovače
- 12. latinsky čmelák
- 14. žlutý prášek, produkováný tyčinkami

Dolů

- 1. starají se o úl
- 2. odměna za opylení
- 3. netopýři se tak dorozumívají
- 4. opyluje zapáchající květy
- 5. samčí část květu
- 7. samec od včely medonosné
- 9. kolik má včela nohou?
- 10. savec opylovač, žijící na Madagaskaru
- 12. samičí část květu
- 13. má dlouhý sosák

**Úkol 6.** Ve skupinách, udělejte plakáty s tematikou opylovači, opylování

**Úkol 7.** Postavte si na zahradě, školním pozemku, hmyzí hotel, pozorujte,

jaký hmyz ho navštěvuje.



Když už jsi se toho tolik dozvěděl, měl by ses o to podělit s dalšími kamarády

Jak tématu opylovači, opylování rozumíš teď?



**Víš, že**

**Opylovači a hmyz celkově stále víc a víc ubývají?**

**Divoké opylovače ohrožuje:**

změna krajiny, krajina je stejná, velká pole, seč probíhá ve stejném období. Chybí remízky, keře mezi poli, rozdílné plodiny pěstované, či louky s divokými květy.

**Pesticidy, hnojení těchto polí nebezpečnými látkami.**

**Změna klimatu** – rostliny díky tomu kvetou dříve, opylovači je nestihnou opylit.

## **Pracovní list pro učitele – Nejen včely opylují rostliny**

Pracovní list je koncipován, jako doprovodný časově nenáročný projekt či výukový list k tématu opylovači. Pro žáky 6. tříd základních škol a prim nižších gymnázií. Nenahrazuje veškerou výuku. Snaží se zábavnou formou dětem dovysvětlit, pomoci pochopit důležité otázky spjaté s tímto tématem. Úkoly v tomto listu jsou rozděleny na dvě části, na část strávenou v interiéru a v exteriéru. K vypracování listu až k úkolu 6. děti potřebují, psací i výtvarné potřeby.

Časová náročnost pro část řešenou v interiéru jsou dvě vyučovací hodiny přírodopisu s možností propojit s hodinou výtvarné výchovy při výrobě plakátů o další dvě vyučovací hodiny. Výroba hmyzího hotelu, záleží na náročnosti a před připravenosti žáků. Výroba včetně instalace by neměla přesáhnout dvě vyučovací hodiny. Případně se může spojit s výukou dílen, pracovních činností.

Programem provází čmelák zemní, zástupce opylovačů. Ten klade dobrovolné otázky, či upozorňuje na důležité fakty z života opylovačů. Po pravé stravě se nachází panel, který vysvětluje danou problematiku. Text je psán jazykem srozumitelným pro žáky 6. tříd. K projektu je také vytvořeno pexeso, které je ve formě PDF, stačí vytisknout, rozstříhat případně za laminovat. Či je dostupné v online verzi na stránkách: <http://www.pexeso.net/opylovaci/HMDFT>

***Úkol 1. Víš, kdo je opylovač? Co dělají opylovači? A co znamená opylování? Porad' se ve skupině, vypište co nejvíce argumentů***

Otázky, jsou určeny pro brainstorming, napište si je na tabuli, nechte děti nad tím přemýšlet, aby vymyslely co nejvíce argumentů, idejí a nápadů. Zopakujte s nimi druhy opylení.

Důležité je, ze začátku zaškrtnout/ vybarvit emotikona (smajlík), jak tomu žáci rozumí, a porovnat to s výsledky na konci projektu. Můžete si jako třída zaškrtnout, jak tomu rozumíte a poté to znovu zhodnotit. Výsledkem by měl být lepší smajlík než na začátku.

Na konci projektu, zhodnoťte výsledky, zda žáci rozumějí tomuto tématu lépe než na začátku.



**Úkol 2. Poznáš mé kamarády? Pojmenuj a zařaď je do tabulky. Pokud znáš další opylovače, tak je také zapiš do tabulky.**

Obrázky, žáci nepoznají zdobence, ale určitě poznají, že se jedná o brouka. U obrázků stačí obecné názvy, do tabulky více odborné.

Tab. č. 9 Zařazení živočichů do tabulky - řešení

Hmyz	blanokřídílí	Včela medonosná
	brouci	Zdobenec skvrnitý
	motýli	Otakárek fenyklový
	dvoukřídílí	Moucha domácí
Savci	letouni	netopýr
	primáti	Lemur

### Úkol 3. Najdi královnu

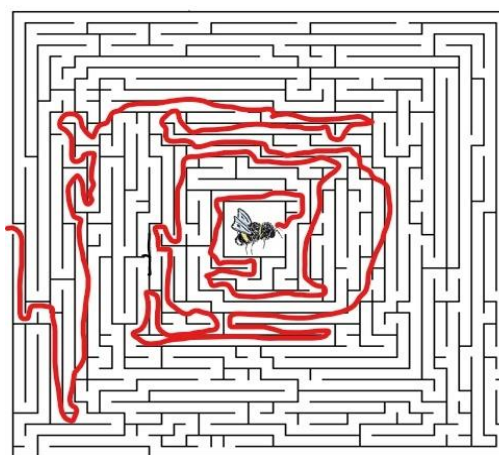
Otázka je opakováním z učebnic, ohledně života včely medonosné. Předem, s dětmi probrat, jaký je rozdíl mezi královnou, dělnicí či trubcem. Popsáno v pravém sloupci. Dobré je popsat i životní cyklus včely medonosné. Vývojové stádium královny trvá 16 dní, dělnice 21 dní a trubce 24 dní.



Obr. č. 18 Najdi královnu - řešení

Úkolem žáků je nakreslit cestu od matky k východu, aniž by narazili na stěnu labyrintu. Úkol, jehož náplní je demonstrovat, kde žijí čmeláci. V pravé straně listu je popsán životní cyklus čmeláka. Vhodné doplnění v podobě videa na internetu.

### Úkol 4. Dostane se čmeláci matka ze čmelína?



Obr. č. 19 Bludiště - řešení

#### Úkol 4. Spoj, jaké květy rádi opylují

Žáci mají za úkol spojit opylovače s druhy květů, cílem je se dozvědět, že ne každý květ je opylován všemi opylovači.

Pro zvýšení interakce žáků, po správném spojení. Rozdělit žáky do skupin a každé skupině dát lahvičky s obsahem vonícím, či zapáchajícím podle preferencí opylovače a žáci připojují opylovače k vůni nektaru.

Ve skupinách, také hádají, nakreslené květy, které si namalují podle zmíněné tabulky.

Tab. č. 10 Jaké květy opylují - řešení

Opylovači	Květy
Brouci	Květy, které opylují brouci, jsou robustní s charakteristickým plochým či miskovým tvarem, příkladem jsou květy Magnolií, jelikož mají snadno dostupný nektar s velkým množstvím pylu. Mívají nevýrazné zbarvení, oproti tomu vydávají ovocnou, kořeněnou, fermentovanou vůni.
Mouchy	Mezi nejvýznamnější opylovače s krátkým sosákem patří pestřenky, kuklice. Masařky a bzučivky navštěvují hnědé, červené, skvrnitě květy páchnoucí po rozkládajících se zbytkách. Květy jsou obvykle bílé, žluté nebo zelenavé barvy, často se jedná o květenství složená z mnoha drobných květů.
Motýli denní	Jelikož mají motýli dlouhý sosák květy jsou dlouhé trubkovité. Během sání nektaru potřebují denní motýli na květu sedět, proto preferují květy s plochými květenstvími a okolními listy. Motýlí květy bývají z pravidla výrazně zbarvené od žluté až po fialovou. Nektar je řídký se slabou sladkou vůní
Motýli noční	Opylují květy silně sladce vonící, zbarvené do krémových barev s nektarem v dlouhých korunních trubkách.
Kolibříci	Květy bývají nápadné, červené až oranžové, obvykle bez vůně.
Netopýři	Květy jsou velké a mohutné, běžně kvetoucí na větvích keřů, stromů či lián. Barva květů je od bílé až po hnědo – červenou se silnou vůní po zralém až přezralém ovoci. Tvarově připomínají misku, zvon, kartáč, jejich doba květu trvá pouze jednu noc.
Drobní savci (lemuři)	Květy bývají velké, zvonovité, nebo malé nahloučené do velkého květenství, kvetoucí v noci, s nevýraznou barvou a také zapáchající po kvasinkách. Noční opylovači navštěvují květy nevýrazných barev.

### **Úkol 5. Vyplň křížovku**

Tato křížovka není s tajenkou, jelikož jejím úkolem je pouze zjistit, co děti znají z tématu opylování, opylovači. Otázky vyplývají z předchozích úloh, či z výuky. Pozor CH je rozděleno do dvou políček.

Vodorovně:

6. opylení větrem – větrosnubnost

8. přenos pylu na bliznu – opylování

11. hmyz podobný vose, ale patří mezi opylovače – pestřenka

12. latinsky čmelák – bombus

14. žlutý prášek, produkovaný tyčinkami – pyl

Dolů:

1. starají se o úl – včelaři

2. odměna za opylení – nektar

3. netopýři se tak dorozumívají – echolokace

4. opyluje zapáchající květy – moucha

5. samčí část květu – tyčinky

7. samec od včely medonosné – trubec

9. kolik má včela nohou? - šest

10. savec opylovač, žijící na Madagaskaru – lemur

12. samičí část květu – blizna

13. má dlouhý sosák – motýl

### **Úkol 6. Rozdělte se do skupin, udělejte velké plakáty ohledně opylování, opylovačů**

Tento úkol je formou projektu, aby se žáci nezapojovali pouze pasivně, ale i aktivně. Rozdělte je do skupin, ať vytvoří plakáty, na téma opylování. S následným jeho prezentováním. Tato práce by měla být vypracována kooperativní činností každého žáka, aby se opravdu zapojil každý a něčím přispěl do tohoto plánu.

Po prezentaci, je nechte vyvěsit na chodbách či v jiných prostorech školy, aby si o tom mohli přečíst i další žáci, případně rodiče. Hodnocení plakátů, bych přenechala dětem, aby si vyhodnotily, která prezentace byla nejlepší a ta skupina by dostala čokoládu, diplom za splnění projektu či jinou věc, ale ne známku.

Téma:

- Opylování
- Opylovači
- Květy, které lákají opylovače
- Kde se setkáme s opylovači
- Jak chránit divoké opylovače
- Život včely medonosné, čmeláka, samotářských včel

Před touto hodinou, zapojte žáky do sběru informací, fotografií, i vlastních videí na toto téma, jelikož v dnešní době mají u sebe telefony s výbornými fotoaparáty, tak aby si všímali opylování,

opylovačů, květin s hmyzem a podobně, které poté budou moci využít v tomto úkolu. Plakáty mohou být formou koláží, kvízu, křížovky. Mohou mít také pouze prezentační hodnotu.

**Úkol 7. Postavte si na zahradě, školním pozemku, hmyzí hotel, pozorujte, jaký hmyz ho navštěvuje.**

Tento úkol je určen pro realizaci na školním pozemku. Může být propojen s jinými předměty, jak jsem již zmiňovala, dílny, pracovní činnosti, zahradnictví.

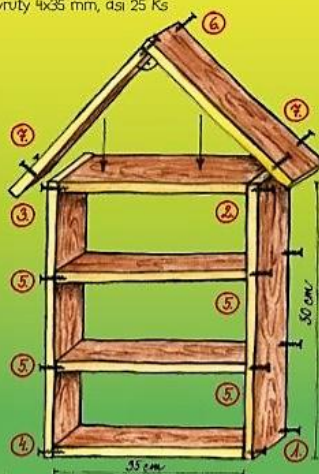
Návod na přípravu:

**Jak vyrobit jednoduchý hmyzí hotel?**

**Umístění hmyzího hotelu**  
Pro hmyzí hotel byste měli vybrat nějaké suché a slunné místo s orientací nejlépe na jih či jihozápad. Měl by být také chráněn před deštěm, větrem a predátory.

**Materiál na hmyzí hotel:**

- » prkna 1-2 cm silná, asi 15 cm široká: 6 ks délky 35 cm, 2 ks délky 50 cm ( lze nahradit voděodolnou deskou - OSB, překližka)
- » vrtuty 4x35 mm, asi 25 ks



**Postup:**

- » sešroubujeme bedýnku (1-4)
- » vložíme a přišroubujeme příčky (5)
- » sestavíme střechu (6) a připevníme ji (7)
- » naplníme poličky vhodným materiálem - dost natěsno, aby se nevyšpál a aby ho nevyfoukal vítr
- » každý druh samotárek žije jinak, při přípravě hnízda můžete být proto hodně tvořiví.

**Vhodná výplň hmyzího hotelu:**

- » brčka - je vhodné je svázat, aby se nepřesypaly
- » rákos, sláma
- » větve a větvičky, u bezových můžete hřebíkem propíchnout duši
- » vrtané cihly, ytong
- » navrtané dřevo - dírký o průměru 3-10 mm, co nehlubší, alespoň 5 cm
- » porothermové tvárnice

Hmyzím obyvatelům vaší zahrady můžete ale pomoci i mnohem jednoduššími způsoby:

Dutý špalek vyplněný stéblý slámy rády osídí včely samotářky. Umístěte ho na osluněné místo.



Dlaždice - střecha i zátěž

Budku pro čmeláky vyrobíte snadno ze starého květináče a kousku „husího krku“.

Mnohem více najdete na [www.svetvcel.cz](http://www.svetvcel.cz) pod odkazem Hmyzí hotely.

Obr. č. 20 Jak vyrobit hmyzí hotel, převzato z [www.svetvcel.cz](http://www.svetvcel.cz)

## 5. DISKUZE

Učivo tématu opylování, opylovači je v učebnicích přírodopisu prezentováno pouze na včele medonosné, ostatní opylovači jsou zařazeni do svých taxonů, ale nejsou označeni za opylovače, a to žáky mate. Definice opylování bývají uvedeny v botanických částech učebnice, a tím nedochází k většímu propojení souvislostí opylovač a opylování. Či, že se vyskytují i jiní opylovači než jen včela medonosná. Význam opylování, pokud byl zmíněn, tak byl vysvětlen několika řádky, a jen z hlediska opylování zemědělských plodin včelou medonosnou. Toto téma se mi jeví v učebnicích neuceleně, jelikož chybí propojení jak s botanickou částí, tak s jinými zoologickými, resp. hmyzími skupinami, či neobsahuje předešlé shrnutí, o čem se žáci již dozvěděli v předešlém studiu. Formou otázek, a tím následného brainstormingu, formou uvedení do tématu.

### **Jak rozumí žáci tématu opylování, opylovači a otázkami s tímto tématem spojené?**

Problém žákům dělalo definovat opylování, které si často pletli s oplozením, či nic nevedli. Také jako odpověď opylování se vyskytovalo, že opylovač sedne na květinu a tím ji opylí, žádné další vysvětlení, zda se jedná o přenos pylového zrna. Překvapilo mě, že žáci neuváděli jiné druhy opylení. Z mého pohledu se téma opylování v učebnicích vysvětluje až příliš odborně, a tím si to žáci v šesté třídě neumějí představit, co ono opylení doopravdy je.

Definice opylovače byla pro žáky srozumitelnější, a tu dokázali definovat správně, nebo uvedli příkladem opylovače je včela, živočich, který opyluje. Ale prakticky to vztahovali pouze na včelu či čmeláka.

Žáci nerozumí významu pojmu opylování. Jelikož pro většinu žáků tvořila odpověď, že díky opylování vzniká med, který se vytváří z pylu. Takovéto podobné argumenty se prolínaly ročníky, žáci mají nedostatky jelikož, v učebnicích není tomuto významu připisován důraz, proto se tomu většinou nemusí ani ve vyučování věnovat.

Studenti poznají včelu medonosnou, čmeláka, ale pestřenku zaměňovali s vosou, či ji nazývali jinými jmény. Často si nevzpomněli, že mezi opylovače patří motýli, nebo brouci. Znalosti se shodují s opylovači pojmenovanými v učebnicích.

O významu opylovačů, vědí, že jsou důležití, ale nevědí proč. Jelikož odpovědi se týkaly převážně ohledně včelích produktů, nejvíce medu. Jen zřídka se objevovali jiné argumenty, týkající se přírody a rozšiřování rostlin. Nejen jednou se vyskytla odpověď, že opylovači jsou důležití, jelikož sbírají pyl, který je nebezpečný pro alergiky. Díky této odpovědi jsem usoudila, že tomuto tématu je věnováno při výuce málo času.

Oproti tomu jsou žáci velice dobře informováni ohledně života, anatomie, vývinu a chování včely medonosné. Sice se objevily odpovědi, že čmelák je samec od včely, místo trubec, ale ne u mnoha žáků.

Žáci toto téma znají pasivně, jejich znalosti nepřevyšují informace v učebnicích, chybí jim propojení souvislostí, a neumějí se nad opylováním zamyslet selským rozumem, proč je důležité.

### **Mají větší znalosti žáci vyšších ročníků?**

Z výsledků je statisticky průkazné, že znalosti ohledně zkoumaného tématu dosahují lepších výsledků s přibývajícím věkem žáků. Ve třídě, kde toto téma nemají ještě odučené je výrazný rozdíl znalostí žáků, oproti těm, kteří toto téma již absolvovali a mají větší přehled, nebo lépe zvládají propojit si souvislosti a znalosti.

### **Jsou rozdíly mezi znalostmi žáků základních škol, gymnázií a dětmi navštěvující přírodovědné zájmové kroužky?**

U žáků základních škol, byl veliký zaznamenán výkyv v osmém ročníku, v porovnání i s gymnázií a žáky navštěvující mimoškolní přírodovědné aktivity. Žáci osmých tříd základních škol získávali více bodů za odpovědi než žáci v deváté třídě. Můžeme jen spekulovat, že na konci sedmé třídy, žáci absolvovali výlet, kurz zaměřený na entomologii, či mají zapálené učitele do tohoto tématu. Na první pohled se jevílo, že žáci základních škol dopadli hůře než žáci navštěvující gymnázia, ale tato spekulace se statisticky nepotvrdila. V otázce ohledně významu opylovačů se statisticky jevil vliv typu školy na dosažené znalosti, lepších výsledků dosahovali žáci navštěvující gymnázia. Znalosti studentů gymnázií měly opačný trend než u žáků základních škol, u nich v tercii, osmé třídě, dosahovaly nižších hodnot než u žáků v ročníku sedmém. V sedmém ročníku je tento výsledek dán tím, že se téma opylovači učí na konci předchozího ročníku, tím žáci by měli znát vyučovanou látku. Na rozdíl děti,

navštěvující přírodovědné kroužky, jsou uvedeny nezávisle na navštěvovanou školu. U těchto dětí se objevuje nárůst znalostí oproti žákům, kteří se těmto kroužkům nevěnují. Celkové vyhodnocení znalostí žáků navštěvující mimoškolní přírodovědné aktivity, se statisticky prokázal jako významný. Tím mohu vyslovit závěr, že přírodovědné mimoškolní aktivity učí žáky, ohledně přírody i jiným způsobem než jen prostou výukou. Pod tím si můžeme představit i větší pohyb v přírodě a její pozorování. Budování zájmu žáků o botaniku, zoologii prostřednictvím propojení s ostatními souvislostmi než že se žáci pasivně naučí ve škole.

### **Navržený výukový program**

Výukový pracovní list je navržen tak, aby se žáci dozvěděli více ohledně tématu opylování, opylovači, jinou formou než pouze frontální výukou. Do programu jsem navrhla také práce ve skupině formou kooperativní výuky, aby se zapojili všichni žáci ze skupiny. List vede k hravosti od pohledu, měl by evokovat, že se nejedná o pouhé učení, ale i o zábavu. Tím se žáci více naučí. Projekt je také určen pro učitele, pro jejich motivaci zavádět podobné mezioborové projekty. Žáci se naučí propojovat předměty mezi sebou, nejen pouze jako samostatné celky. Cílem projektu není jen se dozvědět, co ono opylování znamená pro lidstvo, jak je toto téma důležité, ale také, že by se žáci měli aktivně podílet na hodinách přírodopisu, vyhledávat informace a více se zajímat o přírodu kolem sebe.

## 6. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit rozsah plánovaných znalostí v rámci tematiky opylovači, uvedené v učebnicích pro žáky základních škol a nižších gymnázií a následně je porovnat se skutečnými znalostmi žáků. Zda existují rozdíly v znalostech u žáků, kteří navštěvují přírodovědné mimoškolní aktivity.

Bylo zjištěno, že většina zkoumaných učebnic neobsahuje, definici opylování ani u tématu opylovači, nezmiňují se o ostatních opylovačích, než je včela, ani jejich významu se dostatečně nevěnují. Zato se žáci v nich dozvědí mnoho faktů ze života včely medonosné.

Dále bylo zjištěno, že žáci, kteří navštěvují mimoškolní přírodovědné kroužky, mají větší znalosti v rámci tématu opylování, opylovači, oproti žákům, kteří tyto kroužky nenavštěvují.

Na základě zjištění této práce je navržen jednoduchý, výukový projekt s tematikou Opylovači, který slouží jako doprovodný program k zefektivnění výuky přírodopisu, pro žáky základních škol a nižších gymnázií.



## 7. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ANDĚRA, M., 1993 *Velká kniha živočichů: Hmyz, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci, savci*. Bratislava: Příroda, 344 s.
- BELLMANN, H., 2006: *Encyklopedie hmyzu–Kapesní průvodce přírodou*. Praha: Beta Pavel Dobrovský, 253 s.
- BOGUSCH, P., 2007: *Drvodělky a jejich výsadky na sever*. *Živa* 269/6: 161–168.
- ČERNÍK, V. a kol., 1999: *Přírodopis 1 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha: SPN, 104 s.
- DOBRORUKA L. J., 1999: *Přírodopis I. pro 6. ročník ZŠ*. Praha: Scientia, 122 s.
- FENSTER, Ch., ARMBRUSTER, W., WILSON, P., DUDASH, M., THOMPSON, J., 2004. *Pollination syndromes and floral specialization*. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 12. 375-403. 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347.
- GREBNER, D., BETTINGER, P., SIRY, J., 2013: *Introduction to Forestry and Natural Resources*.
- HUDEK, K., 2007: *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Praha: Academia, 440 s.
- INOUE, D. W., 2001: *Pollinators, the role of*. In: *Encyclopedia of Biodiversity* 4:723-730. Academic Press, San Diego
- JELÍNKOVÁ, I., 2017: *Včelařství*. Přednáška (13. 2. 2017).
- JERSÁKOVÁ J. a TROPEK R., 2018: *Polinační syndromy*. *Živa* 208/6: 295–300.
- JERSÁKOVÁ J. a TROPEK R., 2018: *Současný pohled na vzájemnou spolupráci rostlin a opylovačů*. *Živa* 208/6: 295–300.
- KOČÁREK, P. a kol., 2016: *Přírodopis 7*. Olomouc: Prodos, 160 s.
- KÖLREUTER, JG., 1761: *Vorläufige Nachrichten von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen*. Leipzig, Germany: Gleditschischen Handlung

KVASNIČKOVÁ, D., 1997: *Ekologický přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*: učebnice zpracovaná podle osnov vzdělávacího programu Základní škola. Praha: Nakladatelství Fortuna, 128 s.

LOUVEAUX, J., PESSON, P., 1984: *Pollinisation et productions végétales*. Quae, 663 s.

MACEK, J., a kol., 2010: *Blanokřídlí České republiky. I., Žahadloví*. Praha: Academia, 524 s.  
Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:089da3e0-4c46-11e7-b03f-005056827e52>

MALENINSKÝ, M., a kol., 2004: *Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 104 s.

OLLERTON, J., a kol., 2011: *How many flowering plants are pollinated by animals*. Oikos 120: 321–326.

PELIKÁNOVÁ, I., 2014: *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 120 s.

REAL, L., 1983: *Pollination biology*. Orlando: Academic Press

REICHHOLF-RIEHM, H., 2005: *Motýli*. Vyd. 3. V Praze: Knižní klub, Průvodce přírodou. 288 s.

ŘEPKOVÁ, J., 2013. *Genetika rostlin*. (cit. 20. 2. 2019) Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js13/genetika/web/pages/05-generativni-rozvoj-inkompatibilita.html>

SMRŽ, J., 2013: *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Karolinum, 194 s.

SPRENGEL, CK., 1793: *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen*. Berlin: Vieweg.

SPRENGEL, CK., 1996: Translated by Peter Haase. *Discovery of the secret of nature in the structure and fertilization of flowers*. In *Floral biology: Studies on floral evolution in animal-pollinated plants*, ed. DG Lloyd & SCH Barrett, pp. 3-43. New York: Chapman & Hall

STRAKA, J., 2003: *Netradiční opylovači*, Vesmír 82, 507, 2003/9. (cit. 24.1 2019) Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2004/cislo-4/netradicni-opylovaci.html>

STUHL, M., a kol., 2016: *Čmeláci: chov a podpora čmeláků na zahrádkách i ve městě*. Troubsko: Zemědělský výzkum. 68 s.

VILČEK, F. a kol., 1994: *Přírodopis 6*. 9. vydání, Scientia, Praha.

VOTRUBOVÁ, O., 1996: *Anatomie rostlin*. Praha: Karolinum, 89 s.

ZIZKA, G., SCHNECKENBURGER, S., 1999: *Blütenökologie: faszinierendes Miteinander von Pflanzen und Tieren*, 173 s.

#### INTERNETOVÉ ZDROJE

[www.biolib.cz](http://www.biolib.cz) použito pro taxonomické rozdělení

[www.cmelaci.cz](http://www.cmelaci.cz)

[www.growingagreenerworld.com/the-importance-of-pollinators/](http://www.growingagreenerworld.com/the-importance-of-pollinators/) (cit. 20. 2. 2019)

[www.priroda.cz](http://www.priroda.cz)

[www.svetvcel.cz](http://www.svetvcel.cz)

[www.vcelky.cz/opylovani.htm](http://www.vcelky.cz/opylovani.htm) (cit. 12. 2. 2019)

TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13.

<http://statistica.io>.

## 8. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

<i>Obr. č. 1. Schéma tří polinačních syndromů, Obrázek převzat z Živa 6/2018</i>	6
<i>Obr. č. 2 Pohlaví žáků.....</i>	33
<i>Obr. č. 3 Dívky a chlapci navštěvující zájmové kroužky.....</i>	34
<i>Obr. č. 4. Opylovač, opylování .....</i>	36
<i>Obr. č. 5. Opylovač, opylování, vliv kroužků.....</i>	37
<i>Obr. č. 6. Význam opylování .....</i>	37
<i>Obr. č. 7 Který živočich patří mezi opylovače.....</i>	38
<i>Obr. č. 8. Který živočich patří mezi opylovače, vliv kroužků .....</i>	38
<i>Obr. č. 9. Znalosti dalších opylovačů.....</i>	39
<i>Obr. č. 10. Určování hmyzu .....</i>	40
<i>Obr. č. 11. Určování hmyzu, vliv kroužků .....</i>	40
<i>Obr. č. 12. Proč jsou důležité opylovači.....</i>	41
<i>Obr. č. 13. Proč jsou důležité opylovači, kroužky .....</i>	41
<i>Obr. č. 14 Doplnování vět kroužky .....</i>	42
<i>Obr. č. 15 Vliv docházení na kroužky .....</i>	43
<i>Obr. č. 16 Najdi královnu .....</i>	46
<i>Obr. č. 17 Bludiště.....</i>	46
<i>Obr. č. 18 Najdi královnu - řešení.....</i>	50
<i>Obr. č. 19 Bludiště - řešení .....</i>	50
<i>Obr. č. 20 Jak vyrobit hmyzí hotel, převzato z <a href="http://www.svetvcel.cz">www.svetvcel.cz</a> .....</i>	53
<i>Tab. č. 1 Základní polinační syndromy. Převzato z: Polinační syndromy živa 6/2018.....</i>	4
<i>Tab. č. 2 Motýli (Lepidoptera). Zdroj vlastní zpracování podle knihy (Reichholf a kol, 2005).....</i>	25
<i>Tab. č. 3 Brouci (Coleoptera).....</i>	26
<i>Tab. č. 4 Řády hmyzu .....</i>	27
<i>Tab. č. 5 Porovnání učebnic .....</i>	30
<i>Tab. č. 6 Hodnotící tabulka .....</i>	32
<i>Tab. č. 7 Seznam škol účastnících se dotazníkového šetření.....</i>	33
<i>Tab. č. 8 Zařazení živočichů do tabulky.....</i>	45
<i>Tab. č. 9 Zařazení živočichů do tabulky - řešení .....</i>	50
<i>Tab. č. 10 Jaké květy opylují - řešení.....</i>	51

## 9. PŘÍLOHY

### Příloha A. - Dotazník – opylování, opylovači

Dívka                      Třída:                       Základní škola  Nižší gymnázium

Chlapec

Ve volném čase navštěvuji:

Junáka, zálesácký kroužek, přírodovědný kroužek,  
turistický oddíl, pionýr a jiné

1. Definuj pojem opylovač, a co to znamená opylování?

2. Jaký je význam opylování?

3. Který z níže uvedených živočichů patří mezi opylovače? Můžeš zaškrtnout více odpovědí

- Moucha
- Vosa
- Čmelák
- Pestřenka
- Slunéčka
- Netopýři

4. Jaké další opylovače znáte?

5. Jaký hmyz je na obrázku



6. Myslíš, že jsou opylovači pro nás lidi důležití a proč? Uveď více argumentů

7. Doplň vhodná slova z tabulky do textu

Včela	proměna dokonalá /nedokonalá	vosa	sršeň	16 dní
21 dní	feromony	čmelák	včelař	včelí tanečky
				trubec

..... má žihadlo na konci hladké, může bodnout vícekrát, kdežto  
..... má žihadlo na konci háčky tím pádem po vpichu zůstává v ráně a  
živočich umírá.

Živočich s velmi dlouhým sosákem, opyluje rostliny s dlouhou květní  
trubkou.....

Pán, paní starající se o úl .....

Včela medonosná patří do hmyzu s proměnou .....

Jak dlouho trvá vývin včely dělnice?

Jak se včely mezi sebou dorozumívají?

Jak se jmenuje samec od včely medonosné?

## Příloha B

### Dotazník – opylování, opylovači –Vzor

- Dívka                      Třída:                       Základní škola                       Nižší gymnázium  
 Chlapec

Ve volném čase navštěvuji:

- Junáka, zálesácký kroužek, přírodovědný kroužek, turistický oddíl, pionýr a jiné

#### 1. Definuj pojem opylovač, a co to znamená opylování?

Živočich, který opyluje květy rostlin.

Živočich, podílející se při opylování rostlin.

Opylování – Je děj, při kterém dochází k přenosu pylu z prašníku na bliznu rostliny. Přenesení pylu z tyčinky na pestík nejlépe z jiné rostliny.

Opylení může být také realizováno pylem ze stejné rostliny, tzv. přenesení pylu na květ téže rostliny, tento jev se nazývá samosprašnost.

Nemusí být realizováno pouze opylovači, ale i větrem nebo vodou.

Děj, při kterém dochází k opylení květů rostlin.

Přenos pylu z květu na květ

Učebnice pro 8. ročník uvádějí: „... pylová zrna stejného rostlinného druhu se musejí dostat na bliznu pestíku. Mohou být přenesena hmyzem (rostliny hmyzosubné) nebo je tam může zavát vítr (větrosubné). Opylení cizosprašné rostliny – rostlina opylena pylovým zrny jiného jedince, ale stejného druhu. Rostlina samosprašná – rostlina, která je schopna opylením vlastním pylem.“ (Dobroruka L. a kol., 2016)

#### 2. Jaký je význam opylování?

Díky opylování vznikají semena rostlin.

Biodiverzita rostlin v krajině = rozmanitost druhů v krajině. Díky opylovačům se rozšiřuje pestrá květena, protože kdyby hmyz neopyloval rostliny hmyzosubné, tak by brzy převládly

rostliny větrosnubné (rostliny opylované větrem, hlavně trávy) a příroda by měla jednodušší a byla by druhově chudší.

Zvýšená výnosnost pěstovaných rostlin, větší kvalita i kvantita plodů. Opylování zajišťuje významné množství potravy, ovoce, zeleninu, luštěniny, rostlinné oleje.

3. Který z níže uvedených živočichů patří mezi opylovače?

- Moucha
- Vosa
- Čmelák
- Pestřenka
- Slunéčka
- Netopýři

4. Jaké další opylovače znáte?

Drobní hlodavci, motýli, brouci, samotářské včely, kolibříci, dlouhozobky,

5. Jaký hmyz je na obrázku



včela medonosná



pestřenka





čmelák

6. Myslíš, že jsou opylovači pro nás lidi důležití a proč?

Ano, pro nás jsou velice důležití, protože jsou to opylovači, opylují květy, a přenosem pylu zajišťují existenci a biodiverzitu mnoha druhů rostlin v krajině, opylují zemědělské plodiny a my je poté konzumujeme. Kdyby nebyli opylovači, tak by tu nebyli ani lidé, jelikož díky opylování zajišťují přímo i nepřímo cca 1/3 lidské výživy.

Včela medonosná je pro člověka také důležitá proto, že poskytuje med, vosk, mateří kašičku, propolis, jed a také pyl.

Jsou také ukazatelé kvality životního prostředí, jsou velice citliví vůči chemickým látkám.

7. Dopln vhodná slova z tabulky do textu

Včela	proměna dokonalá /dokonalá	vosa	sršeň	16 dní	21 dní
feromony	čmelák	včelař	včelí tanečky	trubec	

**Vosa** má žihadlo na konci hladké, může bodnout vícekrát, kdežto **včela** má žihadlo na konci háčky tím pádem zůstává žihadlo i s koncem zadečku včely po vpichu v ráně a včela umírá.

Živočich s velmi dlouhým sosákem, který opyluje rostliny s dlouhou květní trubicou je **čmelák**.

Pán, paní starající se o úl je včelař.

Včela medonosná patří do hmyzu s **proměnou dokonalou**.

Jak dlouho trvá vývin včely dělnice? **21 dní**

Jak se včely mezi sebou dorozumívají? **Včelími tanečky a feromony**

Jak se jmenuje samec včely? **Trubec**

**Pokyny k vyplnění dotazníku.**

Žáci vyplňují dotazník zakřížkováním kružnice u příslušné odpovědi, kterou považují za správnou.

U otevřených otázek žáci píší odpovědi do volného místa pod zadanou otázkou.

U otázky č. 5. žáci určí hmyz, napíše odpověď vedle obrázku, určeného rodu nebo druhu.

U otázky č. 7. žáci napíše odpověď do volného pole označeného tečkami nebo za otázkou.