

## 4 Zástupci bezobratlých na školní zahradě

### 4.1 Kroužkovci

Suchozemští kroužkovci představují významnou skupinu členovců, která spadá pod třídu Diplopoda. Tato třída je obecně známa svou segmentovanou anatomicou stavbou, což znamená, že tělo je rozděleno na mnoho článků neboli segmentů. Tento segmentovaný vzhled je jedním z charakteristických znaků této taxonomické skupiny (Rosypal et al., 2003). Suchozemští kroužkovci jsou aktivní převážně v nočních hodinách, kdy se často vyhledávají v prostředí pod listím, v půdě a dalších temných a vlhkých místech. V půdě se pohybují díky vrstvě hlenového sekretu, jenž je tvořen v buňkách pokožky (Zrzavý, 2006). Jejich fyziologická a ekologická role spočívá především v rozkladu organického materiálu, což znamená, že se živí odumřelými rostlinnými zbytky. Tento proces hraje zásadní úlohu v recyklaci živin, kdy se organický materiál přeměňuje na živiny, které jsou potom dostupné pro další organismy v půdě. Tato ekologická funkce má důležitý dopad na udržení biodiverzity a plodnosti půdy jak v přírodních, tak i v antropogenních ekosystémech. Kromě toho některé druhy suchozemských kroužkovců mohou být klasifikovány jako škůdci, zejména pokud se jejich populace stane nadměrnou a začnou poškozovat zemědělské plodiny, zahrádky a skleníky. Je tedy důležité brát v úvahu i jejich potenciálně negativní dopad (Pižl, 2002).

#### **Žížala obecná (*Lumbricus terrestris*)**

Je červenohnědá až tmavě hnědá žížala. Často se nachází v zahradách, lesích a zemědělských oblastech, kde může být nalezena pod listím nebo v hlubších vrstvách půdy. Má segmentovanou stavbu těla s mnoha články. Živí se organickým materiálem, odumřelými rostlinami a jinými organickými zbytky v půdě (Pižl, 2002).

#### **Žížala hnojní (*Eisenia fetida*)**

Je menší než žížala obecná, dosahuje délky několika centimetrů. Barva této žížaly je světle až tmavě červená. Často se vyskytuje v hnoji, kompostu a organickém odpadu, kde hledá vlhké a živinami bohaté prostředí. Má podobně segmentovanou stavbu jako žížala obecná, ale je obvykle menší a jemnější. Živí se organickým materiálem, zejména hnojem a kompostem, kde pomáhá při jeho rozkladu a tvorbě živin bohaté půdy (Tripathi & Bhardwaj, 2004).

Obě tyto žížaly mají v ekosystému zvláštní význam, jelikož svým pohybem v půdě přispívají k převrstvování a provzdušňování. Tímto procesem vytvářejí optimální prostředí pro růst rostlin a mikroorganismů. Důležitou roli hrají také v procesu tvorby humusu, který je důležitý pro

životosprávné fungování půdy. Hojnost žížal v půdě je tudíž indikátorem vysoké kvality půdy, která je díky jejich činnosti provzdušněná, výživná a úrodná. Pokud jde o rozmnožování, tak žížaly jsou hermafrodité. Páří se obvykle za teplých letních nocí na povrchu půdy, kde vytvářejí speciální kroužky pro rozmnožování (Pižl, 2002).

## 4.2 Měkkýši

Suchozemští měkkýši představují heterogenní skupinu bezobratlých organismů, jejichž adaptace jim umožňuje život na sušších stanovištích. Tito měkkýši hrají velice významnou roli ve složení ekosystému, ve kterém žijí. Přispívají totiž k rozkladu například lesní opadanky, ovlivňují koncentraci vápníku v půdě a jsou potravou pro ostatní živočichy (Nunes a Santos, 2017). Tito živočichové jsou až na výjimky vybaveni ulitou. Jejich adaptivní schopnost spočívá v produkci slizového sekretu, který umožňuje pohyb po suchém povrchu a chrání je před dehydratací. V rámci svého životního cyklu se suchozemští měkkýši živí převážně rostlinnými zbytky, listím a dalším organickým materiálem. Jejich potravní strategie a preference mohou reagovat na specifické podmínky prostředí, což ovlivňuje jejich ekologickou roli a interakce v ekosystému. Reprodukce těchto měkkýšů je proměnlivá a může být ovlivněna podmínkami životního prostředí. Jejich rozmnožovací strategie se liší podle druhu a zahrnuje tvorbu vajíček, vývoj embryí a následné vylíhnutí mláďat. Tyto procesy jsou těsně propojeny s fyziologickými adaptacemi a chováním jednotlivých druhů. V ekologickém kontextu hrají suchozemští měkkýši významnou roli jako destruenti, což znamená, že jsou významnými činiteli v procesu rozkladu organického materiálu v půdě. Tím přispívají k recyklaci živin a udržení zdravé půdní struktury, což má důsledky pro stabilitu a funkci ekosystémů. Jejich přítomnost a rozmanitost mohou být také indikátorem kvality životního prostředí a úrovně biodiverzity (Horsák et. al., 2013).

### **Hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*)**

Hlemýžď zahradní patří mezi suchozemské plže z čeledi hlemýžďovití. Tento druh plže se řadí mezi jedny z největších ulitnatých plžů, kteří běžně obývají území České republiky, přičemž jejich velikost se pohybuje mezi 40 až 50 mm. Hlemýžď zahradní má kulovitou pravotočivou ulitu z uhličitanu vápenatého. Levotočivá varianta se vyskytuje zřídka. V přírodním prostředí se hlemýžď zahradní dožívá přibližně šesti let, ale v zajetí může žít až deset až dvanáct let. Tento druh plže často obývá křoviny, háje a zahrady. Během zimních měsíců přečkává zimu tím, že vytváří vápenaté "víčko", známé také jako epifragma (Horsák et. al., 2013).

### **Páskovka keřová (*Cepaea hortensis*)**

Páskovka keřová je hojně se vyskytující druh suchozemského plže, jehož charakteristickou známkou je žlutá či naoranžovělá ulita s hnědými pruhy. Patří do čeledi hlemýžďovití. Výskyt tohoto druhu je typický především pro křoviny a vlhčí listnaté nebo smíšené lesy, avšak není neobvyklé najít jej i na sídlištích či v centru městských oblastí, zejména v zelených parcích, na hřbitovech nebo na násypech. Páskovka keřová se vyskytuje v zemích střední a západní Evropy, a to včetně severovýchodního Španělska, Pyrenejí, západních Karpat, Norska a Islandu. Ulita páskovky keřové má plochý tvar, přičemž šířka obústí je obvykle mírně menší než její výška. Tento druh páskovky je známý pro svou variabilitu v barvě, která se může lišit mezi jednotlivými exempláři. Typicky má ulita pět podélných "pásků", které se objevují již od středu ulity, což dalo druhu jeho název. Nicméně u některých jedinců mohou být některé pásy chybějící nebo se mohou spojovat dohromady. Existují i jedinci, kteří mají ulitu buď zcela bez pásků, nebo mají spojené pásy, což vede k nahnědlé nebo úplně hnědé barvě. Přesto je obústí vždy bílé. Rozlišovacím znakem mezi jedinci je tvar samotného ústí, které je obvykle o něco širší než vysoké. V některých regionech, například na severu Čech, sdílí páskovka keřová útočiště s páskovkou hajní, s níž se ochotně kříží. Tento kříženec, spojující charakteristiky obou rodičů, je stále plodný a další křížení s oběma druhy může vést k další hybridizaci populace (Horsák et. al., 2013).

### **Páskovka hajní (*Cepaea nemoralis*)**

Tato páskovka bývá také někdy nazývaná jako hlemýžď hajní. Je typickým zástupcem svého druhu páskovek a patří k suchozemským hlemýžďům. Rozšířená je nejen v Evropě, ale také v Severní Americe. Svou potravu nachází především v rozkládajících se a stárnoucích rostlinách. Přestože je hermafroditního pohlaví, k reprodukci a produkci oplodněných vajíček je nutné, aby se spářila. Navíc díky tomu slouží jako důležitý modelový organismus. Co se týče vzhledu, tak páskovka hajní velmi připomíná páskovku keřovou a často dochází k jejich vzájemnému křížení. Je zbarvena žlutě s několika hnědými pruhy (Horsák et. al., 2013).

### **Slimák největší (*Limax maximus*)**

Tento slimák patří mezi suchozemské plže a spadá do čeledi slimákovití. Jedná se o bělavě šedavého plže s 2-3 tmavými pruhy nebo skvrnami na bocích. Jeho tělo je vpředu zaoblené a vzadu zašpicatělé s charakteristickým štítem se skvrnami a žlutavým kýlem. Tento druh plže dosahuje délky přibližně 15 centimetrů a často se objevuje v lesích a zahradách po deštivém počasí. Slimák největší může být považován za škůdce, protože poškozují rostliny, zejména ve sklenících, a to na nadzemní části rostlin a na uskladněných plodinách ve sklepech. V menší míře

může způsobovat škody i na zahradách a polích. Na druhou stranu, v zemědělství může přinášet i užitek a to tím, že se příležitostně živí menšími druhy plžů, jako je například plzák španělský, který je pro pěstitele velmi škodlivý. Slimák největší klade průhledná nažloutlá vajíčka ve snůškách o počtu 20 až 100 kusů. Zhruba po dvou týdnech se líhnou jeho mláďata a jsou miniaturními verzemi svých rodičů (Horsák et. al., 2013).

### **Plzák lesní (*Arion rufus*)**

Tento druh se řadí do suchozemských plžů z čeledi plzákovití a je největším nahým plzákem v České republice. Jeho délka může dosahovat až 15 cm, přičemž ve výjimečných případech může dorůst až 20 cm. Dospělý jedinec se může vyskytovat v barevné škále od červeně cihlové, přes oranžovou až po tmavě hnědou barvu. Co se týče způsobu života, tak plzák lesní se dnes převážně vyskytuje v lesích a na vlhkých loukách. Je aktivní především v noci, ale za vlhkého počasí můžeme pozorovat jeho aktivity i ve dne. Jeho potrava se skládá především z čerstvých rostlin. Původní rozšíření tohoto druhu bylo omezeno na střední a západní Evropu, avšak později byl zavlečen do Severní Ameriky (Horsák et. al., 2013).

### **Plzák španělský (*Arion vulgaris*)**

Plzák španělský je suchozemský plž patřícím do čeledi plzákovitých, který původně pochází ze severní části Pyrenejského poloostrova. V novém prostředí se stal problematickým invazním druhem, který vytlačuje původní druhy plzáků a způsobuje značné škody v zemědělství. Co se týče vzhledu, tak plzák španělský dosahuje délky přibližně 8–12 cm, jeho barva se pohybuje od oranžové až po hnědou. V České republice, byl poprvé zaznamenán v roce 1991. Nedostatek přirozených nepřátel a parazitů, kteří by se s ním mohli na nových místech rozšíření vyrovnat, přispívá k jeho úspěchu. Plzák španělský má tendenci vyhledávat kulturní plochy, kde se skrývá na vlhkých a stinných místech, jako jsou zahrady a zemědělské oblasti. Po deštích může vystupovat i na otevřená prostranství. Jeho strava představuje hrozbu pro různé plodiny, jako je například salát, zelí nebo řepka. Dospělý jedinec může za sezónu zkonsumovat až 1 kilogram rostlinné hmoty (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Mezi čeledí plzákovitých (*Arionidae*) a slimáky (*Limacidae*) existuje rozdíl v umístění dýchacího otvoru a nepřítomnosti kýlu neboli špičaté lišty na zadní části těla. Plzáci mají dýchací otvor umístěný v přední části těla, zatímco slimáci mají dýchací otvor umístěný vzadu, na hřbetní straně ocásku, kde se nachází i kýl, což je tenká podlouhlá lišta. Přítomnost tohoto kýlu dává ocásku slimáků ostrý a špičatý vzhled (Horsák et. al., 2013).

## 4.3 Členovci

Členovci představují široký a rozmanitý kmen živočichů, který je i běžnou součástí našich českých zahrad. Tento kmen zahrnuje mnoho druhů, které se vyskytují v našem přírodním prostředí a hrají významnou roli v ekosystémech našich zahrad. Mezi členovce, které běžně nacházíme v zahradách, patří například pavouci, mravenci, brouci a další. Pavouci jsou často pozorováni na svých pavučinách ve stínu stromů či keřů, kde loví drobný hmyz. Pestrost druhů pavouků nabízí zajímavé a fascinující pozorování pro milovníky přírody. Mravenci vykazují aktivitu v rámci svých kolonií, které můžeme pozorovat na cestách, v trávě nebo pod kameny. Jejich složitá sociální struktura a práce v koloniích jsou fascinující k pozorování a studiu. Brouci jsou další důležitou skupinou členovců v našich zahradách. Od malých pohyblivých druhů po větší. Brouci tvoří pestrou paletu různých forem a barev. Sledovat jejich vzájemné vztahy a vliv na život v zahradě je opravdu fascinující. Přítomnost a rozmanitost těchto členovců otevírá okno do přírodního světa, který nám denně poskytuje zážitky a inspiraci k objevování a ochraně (Zahradník, 2004).

### 4.3.1. Pavoukovci

V České republice se vyskytuje široké spektrum pavoukovců, což je taxonomická třída členovců. Pavoukovci jsou definováni svou anatomickou stavbou, která zahrnuje hlavohrud' a zadeček. Na hlavohrudí se nachází čtyři páry nohou. Zadeček je typicky nečlánkovaný. Pavoukovci též disponují jednoduchými očními orgány (Pokorný, 2004).

Mezi významné zástupce pavoukovců patří pavouci, sekáči, štíři a roztoči. Tyto organismy jsou hlavní pro fungování ekosystémů, zejména v prostředí českých zahrad. Svým působením regulují populaci hmyzu a dalších bezobratlých, což má významný vliv na biodiverzitu a stabilitu těchto prostředí. Pavoukovci jsou neodmyslitelnou součástí české fauny, přinášejíce do ní prvky zajímavosti a komplexity, které obohacují a podporují ekologickou rovnováhu (Kůrka, 2015).

#### **Pokoutník lesní (*Tegenaria silvestris*)**

Je hnědě zbarven s tmavšími skvrnami, hlavohrud' má světle hnědou barvu s dvěma pruhy. Prsní štít má tvar srdce a je rozdělen světlou páskou. Jeho nohy jsou dlouhé, žlutavě šedé s tmavšími skvrnami. Co se týče rozšíření a způsobu života, pokoutník lesní je hojný v mírném pásmu. Žije v lesích, zejména v listnatých a smíšených lesích, ale i v mokřadech, skalách, starých lomech, na loukách, pastvinách a v zahradách. Pokoutník tká drobné plachtovité sítě

poblíž spodní části stromů nebo mezi kameny, kde vede pavučinovou trubičku do svého úkrytu, který bývá často pod kameny, částmi odumřelých stromů nebo kořeny (Oftring, 2020).

### **Křížák obecný (*Araneus diadematus*)**

Je dobře známým a hojně se vyskytujícím pavoukem. Oblíbenými biotopy jsou zejména lesy, zahrady a otevřené krajiny s dostatečnou vegetací. Co se týče vzhledu, křížáci mají různorodé zbarvení, ale vždy mají výraznou křížovou kresbu na zadečku, složenou z pěti bílých skvrn. Samci jsou menší než samice. Křížáci tkají charakteristické kolové pavučiny, které obvykle visí na silném nosném vlákně a mají kolem třiceti paprsků. Svou kořist loví aktivně, vyběhne na ni, když se do sítě zachytí, a usmrtí ji svým jedem. Poté ji obalí pavučinovými vlákny a přenesse do svého úkrytu, kde ji sní (Kůrka, 2015).

### **Sekáč rohatý (*Phalangium opilio*)**

Tento druh sekáče nalezne jak na suchých, tak na vlhkých místech, jako jsou louky, křoviska a okraje lesů. Je také často přítomen v lidském prostředí, jako jsou zahrady, kde se často objevuje na bylinné vegetaci. Samice jsou obvykle větší než samci. Jeho tělo je pokryto kutikulou s výrůstky a má šest párů nohou, přičemž první pár je vybaven chelicery s klepítky. U samců jsou klepítky druhého článku růžkovitě prodloužené, což dává pavoukovci rohatý název. Pohlavní orgány jsou ukryté pod druhým a třetím článkem na zadečku. Samice klade vajíčka do štěrbin v půdě nebo na spodní stranu listů, kde přezimují. Mláďata se líhnou na jaře a dosahují dospělosti koncem léta. Svou stravou tvořenou drobným hmyzem, roztoči, malými měkkýši a hnilými rostlinami, přispívá k regulaci populací škůdců v polních kulturách, což z něj činí velmi užitečného tvora (Oftring, 2020).

### **4.3.2. Hmyz**

Hmyz, jedna z nejbohatších tříd živočichů na planetě, sehraává také velkou úlohu v ekosystémech České republiky, zejména v prostředí zahrad. Tato pestrost se projevuje ve velkém množství druhů, které obývají různé oblasti od městských zahrad až po venkovské kraje. V ČR bylo identifikováno okolo 30 000 druhů hmyzu. Tato rozmanitost hraje významnou roli v udržení ekosystémové stability a funkčnosti. V českých zahradách lze nalézt různé řady hmyzu, jako například Hymenoptera (blanokřídlí), který zahrnuje včely, vosy a mravence. Tyto druhy hrají zásadní úlohu jako opylovači květů a regulátoři populací škůdců v zahradním prostředí. Dalším významným řádem je Coleoptera (brouci), který zahrnuje například střevlíky, slunéčka a zlatohlávky. Mnozí z nich jsou významní při rozkladu organické hmoty a mohou sloužit jako indikátory kvality životního prostředí. Kromě toho sem patří Lepidoptera (motýli),

kteří jsou, dalo by se říci, i estetickým prvkem zahrady a zároveň hrají důležitou roli v opylování květů (McGarvin, 2005).

Hmyz je charakterizován tělem rozděleným do tří segmentů: hlava, hrud' a zadeček, a obvykle má tři páry nohou připojených k hrudníku. Jeho dýchání probíhá prostřednictvím trubicovité dýchací soustavy nazývané tracheje, které umožňují přímý přísun kyslíku do buněk těla. Oči hmyzu mohou být různých typů, včetně jednoduchých a složených očí, což jim umožňuje vnímat světlo a pohyb. Některý hmyz má křídla, která mohou být přítomna v dospělosti nebo se vyvíjejí až během života.

Mezi zástupce hmyzu v zahradě patří také škvoři, kteří jsou rovněž důležitými členy ekosystému. Škvoři, podobně jako ostatní hmyz, plní různorodé funkce v ekosystému zahrady, od rozkladu organického materiálu až po poskytování potravy pro predátory (Zahradník, 2007).

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

Je významný opylovač, žije ve složitých společenských strukturách ve včelstvech, kde se rozděluje práce mezi královnou, dělnice a trubce. Včely jsou chovány lidmi ze dvou hlavních důvodů: za účelem získávání včelích produktů, včetně medu, vosku, propolisu, mateří kašičky, jedu a pylu, ale také pro jejich roli v opylování rostlin jako jsou například ovocné stromy, které vyžadují opylení včelami k úspěšnému zajištění úrody (Rietschel, 2011). Z tohoto důvodu včelaři přemísťují svá včelstva do kvetoucích porostů v období květu, aby podpořili opylovací proces a maximalizovali výnos plodin (Cramp, 2013).

### **Čmelák zeminý (*Bombus terrestris*)**

Je nejběžnějším a největším druhem čmeláků v Evropě a je zařazen mezi chráněné druhy v České republice. Tělo čmeláka zeminého má oválný tvar a je černé barvy s žlutohnědým pruhem za hlavou na předohrudí a bílým koncem zadečku. Jde o důležitého opylovače, který se aktivně podílí na opylování ovocných stromů a je klíčovým opylovačem pro jetelové kultury. Bohužel, není schopen rozpoznat pesticidy sám o sobě (Rietschel, 2011).

### **Škvor obecný (*Forficula auricularia*)**

Škvor obecný dosahuje délky mezi 1 a 2 centimetry. Má tělo zbarvené od kaštanově hnědé po tmavě hnědou barvu, zatímco jeho končetiny jsou žluté až oranžové. Výrazným rysem tohoto druhu jsou klíšťky umístěné na konci zadečku, přičemž u samic jsou tyto klíšťky menší, zatímco u samců mají větší velikost (Rietschel, 2011).

### **Babočka kopřivová (*Aglais urticae*)**

Tento druh motýla získal své druhové jméno podle rostliny kopřivy dvoudomé, kterou se živí jeho housenky. Charakteristickým znakem jeho křídel je oranžovo-červená barva s černými skvrnami, zejména na okrajích předních křídel, a modré skvrny na spodních stranách křídel na černém podkladě. Od podobného druhu babočky jilmové se liší přítomností bílé skvrny na předním okraji křídel u jejich špičky, což usnadňuje jejich snadné rozlišení (Rietschel, 2011).

### **Ruměnice bezkřídlá (*Pyrrhocoris apterus*)**

Ruměnice má tvar těla oválného obrysu a výraznou kresbu v černo-červených barvách. Její křídla obvykle nejsou plně vyvinutá a nohy jsou černé. Při pečlivějším pozorování je možné si všimnout, že každá ruměnice se drobně liší v detailech. Kresba a velikost skvrn na červeném podkladě mohou mírně variabilní. Její výrazné a kontrastní zbarvení slouží jako ochrana před predátory, především ptáky, a naznačuje, že není vhodnou potravou. Ruměnice se převážně živí rostlinnými šťávami, přičemž hlavní složkou její stravy jsou zejména plody lípy, které obsahují sladké šťávy (Rietschel, 2011).

### **Mravenec obecný (*Formica rufa*)**

Mravenec obecný je nejrozšířenějším a nejhojnějším druhem mravence v České republice. Je malý, hnědý až šedočerný, matný mravenec (Macek a kol., 2010). Na zadečku, holeních a násadci tykadel má odstávající štětinky. První článek tykadel je hruškovitě ztlustlý. Čelní štítek není jasně vymezen. U dělnic obvykle chybí temenní očka (Rietschel, 2011).

### **Slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*)**

Má téměř polokulovitý tvar těla s jemně protaženou přední částí. Jeho krovky jsou červené se třemi černými tečkami po obou stranách a jednou společnou tečkou. Název "sedmítečné" vychází z tohoto zbarvení, které obsahuje sedm teček. Larva je šedočerná, někdy s nádechem hnědé nebo modré, s černými a méně častými žlutooranžovými, oranžovými nebo červenooranžovými skvrnami. Slunéčko sedmítečné je rozšířené téměř všude, kde se vyskytují mšice a červci, kteří tvoří základ jeho potravy. Tento druh je uznáván pro svou užitečnost při likvidaci škůdců, jelikož jedna larva dokáže během svého vývoje zkonzumovat až přes 600 mšic. Pro obranu před predátory slunéčko sedmítečné v nebezpečí simuluje smrt a bezvládně padá na zem. Při manipulaci vylučuje oranžovou šťávu obsahující alkaloidy, což vede k tomu, že se stává pro mnoho potenciálních predátorů, zejména ptáky, nechutným a jedovatým. Larvy a kukly mají podobnou jedovatost, což omezuje jejich množství potenciálních nepřátel (Nedvěd, 2020).



### **Zlatohlávek zlatý (*Cetonia aurata*)**

Patří v Česku mezi nejčastější druhy zlatohlávků. Jeho zbarvení je velmi variabilní, může být kovově zelené, zlatozelené, fialové, načervenalé nebo bronzové. Jeho tělo má kovový lesk, který vzniká odrazem světla od krovek brouka. Na krovkách má zlatohlávek zlatý nápadné trojúhelníkovité štítky a bílé proužky a skvrny. Spodní část těla má měděné zbarvení. Brouk létá s uzavřenými krovkami a v případě ohrožení se může zahrabat do země. Vyskytuje se hojně například okraje lesů, křovin a alejí (Rietschel, 2011).

### **Střevlík zlatý (*Carabus auratus*)**

Je jeden z největších druhů střevlíků v Česku. Jeho zbarvení je velmi variabilní, což vede k vytváření různých geografických forem a barevných odchylek. Svrchní strana těla má lesklý kovově zelený nádech. Každá krovka má tři široké podélné žilky. Předohruď je většinou načervenalá. Femury bývají obvykle červené, zatímco zbytek nohou je černý. Stejně tak u tykadel, kde je první článek zbarvený červeně (Reichholf-Riehm, 1984).

### **Krajník pyžmový (*Calosoma sycophanta*)**

Větší a kovově lesklý se zeleným až rudým zbarvením. Je jedinečný a není možné jej zaměnit s jinými druhy. Obývá různé typy lesů, včetně jehličnatých, smíšených i listnatých. Jeho užitečnost spočívá v tom, že se živí housenkami i dospělými jedinci můry bekyně velkohlavé, která při přemnožení působí vážné škody na lesních porostech. Dospělci se objevují od jara, avšak již od srpna se zahrabávají do země, kde prezimují (Pradáč & Hrabák, 1982).

## Diskuse

Diskuse diplomové práce je zaměřena na zhodnocení výsledků výzkumné části v kontextu stanovených výzkumných otázek a předpokladů. Hlavním cílem práce bylo získat hlubší poznatky o tom, jak se mění úroveň znalostí žáků v oblasti bezobratlých živočichů po absolvování vzdělávacího programu na školní zahradě. V diskusi této diplomové práce se poté ještě zaměřím na vyhodnocení zpětné vazby od žáků.

První hodnocenou výzkumnou otázkou bylo, jak se změní úroveň znalostí o bezobratlých živočiších u žáků po absolvování výukového programu, který se zaměřuje na bezobratlé živočichy na školní zahradě. Z této otázky byl vyvozen předpoklad, že po absolvování tohoto vzdělávacího programu dojde ke zvýšení znalostí žáků. Tento předpoklad byl podložen analýzou dat, která ukázala, že žáci dosahovali v posttestu, který následoval po absolvování výukového programu, lepších výsledků než v pretestu. Tento nálezn byl podpořen i vizuálně pomocí grafů výsledků, které jasně ilustrovaly zlepšení odpovědí žáků po absolvování programu. Toto zjištění se shoduje i s výzkumem (Golick, Heng-Moss and Ellis, 2010), kde bylo zjištěno, že tento druh vzdělávání má vliv na zvýšení znalostí a zlepšení vztahu žáků k bezobratlým. Pro žáky je důležité, aby si vyzkoušeli práci i v terénu, kde mohou pozorovat probírané živočichy na vlastní oči a zkoumat jejich znaky a chování.

Druhou hodnocenou výzkumnou otázkou bylo, u jakých oblastí o bezobratlých živočiších bylo vykááno největší zlepšení po dokončení výukového programu, z této otázky byl vyvozen předpoklad, že největší zlepšení se ukáže v oblasti identifikace druhů. Tento předpoklad byl podrobně zkoumán a potvrzen pomocí analýzy dat a grafu 9. Graf jasně ilustruje významné zlepšení v odpovědích žáků. Zatímco v pretestu odpovědělo správně pouze 14 % žáků, po absolvování programu stoupl tento podíl na výrazných 82 %. To dokládá, že výukový program účinně přispěl k rozvoji schopnosti identifikovat druhy bezobratlých živočichů.

Třetí hodnocenou výzkumnou otázkou bylo, zda proběhne nějaké zlepšení znalostí u žáků s nízkým výchozím stupněm znalostí, z této otázky byl vyvozen předpoklad, že žáci s nižším výchozími znalostmi o bezobratlých živočiších vykáou vyšší relativní zlepšení ve srovnání s žáky, kteří měli již před výukovým programem při absolvování pretestu vyšší úroveň znalostí. Tento předpoklad byl důkladně testován a potvrzen pomocí analýzy výsledků z pretestu a posttestu, které nalezneme v tabulce srovnání výsledků pretestu a posttestu. Tabulka výsledků ukazuje, že žáci s nižšími počátečními znalostmi dosáhli v posttestu výrazně vyššího procenta správných odpovědí ve srovnání s výsledky pretestu. Nejvíce se to prokázalo u žáka pod ID 18,

kde z původních 10 bodů v pretestu získal v posttestu 29 bodů. Naopak žáci s vyššími počátečními znalostmi dosáhli mírně vyššího procenta správných odpovědí v posttestu ve srovnání s pretestem. Tato data jasně naznačují, že vzdělávací program byl účinný při podpoře zlepšení znalostí u žáků s nižším výchozím stupněm znalostí o bezobratlých živočiších.

Po analýze získaných dat je zjevné, že tento vzdělávací program měl pozitivní dopad na znalosti žáků, což se projevilo zlepšením jejich pochopení této oblasti. Tento závěr je důležitým přínosem práce, neboť potvrzuje účinnost zvoleného vzdělávacího přístupu.

Na základě dotazníkového šetření a zpětné vazby od žáků jsem získala důležité informace o jejich aktivitě a postojích. Nejprve mě zajímalo, jak se žáci stavěli k práci na výrobě škvorovníků a hmyzích hotelů. Zjišťovala jsem, zda se žáci zapojovali do této činnosti aktivně a s radostí. Velká většina odpovědí naznačovala, že žáci na těchto projektech pracovali aktivně s nadšením a energií. Toto zjištění je pro mě velmi potěšující, protože i (O'Donnell, 2006) uvádí, že výuka, při které žáci přispívají přímo svou činností posiluje u žáků nadšení i jejich osobnostní růst. To je také při výuce zásadní neopomíjet a necílit pouze na znalostní oblast žáků. Další část dotazníku se zaměřila na to, jaký mají žáci názor na důležitost škvorovníků a hmyzích hotelů na školní zahradě. Většina z nich odpověděla kladně, což potvrzuje, že vnímají význam těchto prvků pro biodiverzitu a ekosystém školního prostředí. V rámci sebehodnocení žáci hodnotili svůj výkon při terénní výuce. Většina z nich označila svůj výkon za průměrný.

Důležitou součástí dotazníku bylo také zhodnocení práce ve skupině. Většina žáků vyjádřila pozitivní zkušenost s týmovou prací a ocenila možnost vzájemné pomoci a podpory. V rámci venkovní výuky a prací na hmyzích hotelech a škvorovnicích se žáci zapojovali do skupinové práce, což mělo pozitivní vliv na jejich schopnost komunikace a spolupráce. Tato forma výuky umožnila žákům lépe řešit problémy a vytvářet nová řešení prostřednictvím spolupráce ve skupinách. Tento efekt potvrzuje i Pavlasová (2014), která podobné výsledky zaznamenala ve svém výzkumu. Skupinová práce při venkovní výuce není pouze prostředkem k dosažení vzdělávacích cílů, ale také prostředím, ve kterém žáci rozvíjejí dovednosti komunikace, spolupráce a týmové práce. Práce na projektech jako jsou hmyzí hotely a škvorovníci nejen posiluje znalosti o přírodě a biodiverzitě, ale také podporuje rozvoj sociálních dovedností a zapojení žáků do učebního procesu. Výsledky Pavlasové (2014) naznačují, že skupinová práce při venkovní výuce může být efektivním prostředkem k podpoře sociálního a akademického rozvoje žáků. Tato zjištění přispívají k pochopení významu interaktivního a zážitkového učení prostřednictvím venkovní výuky a ukazují, že práce ve skupinách může být klíčovým faktorem

při dosahování pozitivních vzdělávacích výsledků. Nicméně i přesto někteří žáci by upřednostňovali práci samostatně, což je důležité zohlednit při plánování budoucích aktivit.

Žáci také sdíleli své zkušenosti s různými pomůckami, které jim usnadňovaly určování bezobratlých živočichů. Studie od (Huang et al., 2024) zkoumala dopad aplikací na základě AR v badatelsky orientovaném vědeckém vzdělávání týkajícím se hmyzu. Během výzkumu bylo zjištěno, že aplikace usnadnily organizaci a znalosti při zkoumání hmyzu. Aplikace Seek byla nejčastěji označena pro svou přesnost a snadné použití, zatímco někteří žáci upozornili na problémy s manipulací s tabletem, pro budoucí práci by zvolili spíše mobilní telefon, protože se jim s ním lépe manipuluje. Někteří žáci si také stěžovali na dlouhé zaostřování a také se jim občas nepodařilo zaostřit vůbec. To ovšem také zmiňuje studie (Huang et. al. 2024), že učitelé musí také vzít v potaz reakce žáků na technologie.

Na závěr byla zkoumána názorová stránka terénní výuky. Žáci ji hodnotili kladně zdůvodnili to tím, že je pro ně lepší být venku v přírodě a pozorovat bezobratlé živočichy naživo. Zároveň si všímali přínosu terénní výuky při vyplňování posttestu, kde zaznamenali lepší zapamatování si informací a celkově vyšší úroveň znalostí. Podobný aspekt zkoumala i ve své studii (Řezníčková, 2014), kde bylo zkoumáno, jak připravit výukové hodiny s badatelským přístupem pro žáky základní školy. Autorka v závěrečné analýze uvádí, že praktické učení umožňuje žákům samostatně objevovat informace, které by jinak získávali pouze pasivním poslechem ve standardní výuce. Podle autorky má badatelský přístup k výuce pozitivní dopad na dlouhodobé zapamatování látky, zvyšuje zájem a aktivitu žáků během výuky. Další učitelé, kteří se podíleli na výzkumu, pozorovali u svých žáků zlepšenou schopnost obhájit svůj názor a lépe sdílet kvalitní informace s ostatními spolužáky. Tyto závěry také potvrzují význam terénní výuky pro efektivní a poutavé zprostředkování učiva o bezobratlých živočiších.

Na základě analýzy dat a ohlasů od žáků lze konstatovat, že výukový program s badatelskými prvky zaměřený na bezobratlé živočichy na školní zahradě má pozitivní dopad na úroveň znalostí žáků. Tento výsledek se shoduje také s Pavelkovou (2007), která tvrdí, že pozorování patří k aktivizujícím metodám, které mají velký význam při výuce biologie. Žáci se pomocí badatelského charakteru učí hlouběji porozumět látce a dále také správně formulovat závěry. Zároveň také vedou k vytváření bližšího vztahu k přírodním vědám a rozvoji celé osobnosti. Výsledky naznačují, že účast v programu vedla k významnému zlepšení znalostí a dovedností žáků v identifikaci bezobratlých živočichů. Tento pokrok byl zvláště patrný u žáků s nižším výchozím stupněm znalostí, což podtrhuje důležitost diferencovaného přístupu k vzdělávání. Dále je třeba zdůraznit, že práce ve skupinách a terénní výuka byly hlavními a významnými

prvky programu, které přispěly k pozitivním vzdělávacím zkušenostem žáků a jejich efektivnímu učení. Tyto zjištění mohou vést k lepšímu rozvoji vzdělávacích programů a metodiky v oblasti biologického vzdělávání na základních školách. Je nutné pokračovat v podobných výzkumech a hlouběji zkoumat faktory ovlivňující účinnost těchto programů, aby bylo možné lépe porozumět procesům učení žáků a efektivněji podporovat jejich vzdělávací potřeby v této oblasti.

## Seznam použitých informačních zdrojů

CRAMP, D. (2013). Včelařství: obrazový průvodce: od pořízení včelstev po medobraní: více než 400 návodných fotografií. Čestlice: Rebo. ISBN 978-80-255-0714-8.

GOLICK, D. A., HENG-MOSS, T. M., & ELLIS, M. D. (2010). Using Insects to Promote Science Inquiry in Elementary Classrooms. *NACTA Journal*, 54(3), 18–24. [online, cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <<http://www.jstor.org/stable/nactajournal.54.3.18>>.

HUANG, H.M., TAI, W.S., HUANG, T.C. et. al., (2024). Optimizing inquiry-based science education: verifying the learning effectiveness of augmented reality and concept mapping in elementary school. *Univ Access Inf Soc* [online, cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1007/s10209-024-01098-y>>.

HORSAK, M., JUŘÍČKOVÁ, L., & PLICKA, J. (2013). Měkkýši České a Slovenské republiky. Nakladatelství Kabourek. Česká republika. ISBN 978-80-8644-715-5.

KŮRKA, A. (2015). Pavouci České republiky. Praha: Academia. ISBN:978-80-200-2384-1

MACEK, J., (2010). Blanokřídli České republiky I. 1st ed. Edice Atlas. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1772-7, 978-80-200-1890-8.

MCGARVIN, G. (2005). Hmyz. Ikar (ČR). ISBN 80-551-0955-9.

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

NEDVĚD, O. (2020). Brouci čeledi slunéčkovití (Coccinellidae) střední Evropy. Praha: Academia. ISBN: 978-80-200-3023-8

NUNES, G. & SANTOS, S., (2017). Environmental factors affecting the distribution of land snails in the Atlantic Rain Forest of Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72(1), pp. 79-86. [online, cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1590/s1519-69842012000100010>>.

O'DONNELL, L., (2006). Education Outside the Classroom: An Assessment of Activity and Practice in Schools and Local Authorities. 1st ed. Nottingham: DfES Publications. ISBN 978 1 84478 835 4.

OFTRING, B. (2021). Poznejte hmyz našich zahrad. Grada. ISBN 9788027130122.

- PAVELKOVÁ, Jaroslava. Oborová didaktika biologie: vybraná témata pro učitele všeobecně vzdělávacích předmětů. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2007. ISBN 978-80-7290-335-1.
- PAVLASOVÁ, L. (2014). Přehled didaktiky biologie. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-643-7.
- PIŽL, V., (2002). Žížaly České republiky. Uherské Hradiště: Sborník přírodovědeckého klubu. ISBN 80-86485-04-08.
- PRADÁČ, J. & HRABÁK, R. (1982). Brouci a motýli ve fotografii. Praha: SZN – Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-078-82.
- REICHHOLF-RIEHM, H. (1997). Hmyz a pavoukovci. Praha: Knižní klub, Ikar. ISBN: 80-7202-196-6
- RIETSCHER, S. (2011). Hmyz: 3 znaky: klíč ke spolehlivému určování. 3. vydání. Čestlice: Rebo. 239 s. ISBN 978-80-255-0010-1.
- ROZSYPAL, S. a kol., (1992). Fylogeneze, systém a biologie organismů. Praha: SPN. ISBN 80-04-22815-1.
- ŘEZNIČKOVÁ, D. (2014). Badatelský způsob výuky počátečního přírodovědného vyučování. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Plzeň.
- TRIPATHI, G. & BHARDWAJ, P. (2004). Decomposition of kitchen waste amended with cow manure using an epigeic species (*Eisenia fetida*) and an anecic species (*Lampito mauritii*). *Bioresource Technology*, 92(2), 215-218.
- ZAHRADNÍK, J., & SEVERA, F. (2004). Hmyz. 1. vydání. Praha: Aventinum. ISBN 80-86858-01-4.
- ZRZAVÝ, J., (2006). Fylogeneze živočišné říše. Praha: Scientia. ISBN 8086960080.