

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



## **Vliv predátora na chování suchozemských stejnonožců**

**Bc. Tereza Králová**

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. ve studijním programu

Biologie a environmentální výchova pro vzdělávání/Geografie pro vzdělávání

Vedoucí práce: doc. RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.

**Olomouc 2026**



Królová T. 2026: Vliv predátora na chování suchozemských stejnonožců [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci 51 s. 8 příloh, česky.

### Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vlivem chemických komunikačních látek – kairomonů – na chování suchozemských stejnonožců (Isopoda). Cílem experimentální části je ověřit reakci druhu *Porcellio scaber* na výkaly predátora *Pogona vitticeps* v závislosti na jeho předchozí dietě. Didaktická část představuje koncept badatelsky orientované výuky (BOV) prostřednictvím pozorování stínek a stavby bioaktivních terárií na základní škole. Realizace potvrdila znalostní posun žáků a výrazné zlepšení jejich postojů k bezobratlým živočichům. Práce propojuje etologický výzkum s praktickými nástroji pro environmentální výchovu. Výsledky experimentu ukázaly, že stínky obecné vykazují pozitivní chemotaxi k trusu agamy vousaté. Nejsilnější preference byla zaznamenána u trusu agamy krmené rostlinnou stravou, následovaného trusem po dietě ze stejnonožců a hmyzu. Realizace didaktické části potvrdila výrazný znalostní posun žáků a změnu jejich postojů; stínka se v žebříčku oblíbenosti bezobratlých posunula na vyšší příčky. Žáci se naučili pozorovat živočichy se skutečným zájmem, což dokládá i fakt, že polovina dětí, která se jich původně štítla dotknout, bariéru během bádání překonala.

Klíčová slova: Suchozemští stejnonožci, Isopoda, Kairomony, Potravní chování, *Pogona vitticeps*, Badatelsky orientovaná výuka, Bioaktivní terárium.

Krůlová T. 2026: Effect of predator to behaviour of woodlice [master's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc. 51 pp., 8 Appendices. Czech.

### Abstract

This thesis examines the influence of chemical communication signals (kairomones) on the behaviour of terrestrial isopods (Isopoda). The experimental component tests the behavioural response of *Porcellio scaber* to predator feces from *Pogona vitticeps*, with particular attention to variation in the predator's prior diet. The didactic component introduces inquiry-based learning (IBL) through structured observations of woodlice and the construction of bioactive terraria in a primary school setting. The intervention resulted in increased student knowledge and a measurable improvement in attitudes toward invertebrates. Overall, the thesis integrates ethological research with applied approaches to environmental education. The experimental results demonstrated that *Porcellio scaber* individuals exhibit positive chemotaxis toward the feces of *Pogona vitticeps*. The strongest preference was recorded for feces from a predator on a plant-based diet, followed by feces from isopod-based and insect-based diets. The implementation of the didactic component confirmed a significant increase in student knowledge and a shift in their attitudes; woodlice moved to higher positions in the ranking of invertebrate popularity. Students engaged in structured observations with genuine interest, evidenced by the fact that the majority of students who were initially reluctant to touch the organisms overcame this barrier during the inquiry activities.

Key words: Terrestrial isopods, Isopoda, Kairomones, Feeding behavior, *Pogona vitticeps*, Inquiry-based learning, Bioactive terraria.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Mgr. Ivana Hadriána Tufa, Ph. D., a s použitím citovaných literárních pramenů i nástroje generativní umělé inteligence pro výrobu schémat a kontrolu gramatiky.

V Olomouci 5. 5. 2026

Bc. Tereza Królová v. r.

# Obsah

Seznam obrázků .....	viii
Poděkování.....	ix
1. Úvod do problematiky.....	1
1.1. Suchozemští stejnonožci .....	1
1.2. Ekologie suchozemských stejnonožců .....	3
1.3. Potravní chování stejnonožců.....	4
1.4. Antipredační strategie stejnonožců .....	5
1.5. Mechanismus detekce predátorů .....	6
1.6. Chemická komunikace v ekologii .....	7
1.7. Funkce chemické komunikace .....	8
1.8. Kairomony u suchozemských korýšů.....	8
1.9. Cíle práce.....	9
2. Materiály a metody .....	10
2.1. Modelová kořist (stínka obecná) .....	10
2.2. Modelový predátor (agama vousatá).....	10
2.3. Příprava roztoků exkrementů .....	11
2.3.1. Sběr a zpracování exkrementů modelového predátora .....	11
2.3.2. Uskladnění roztoků a časový harmonogram experimentu .....	13
2.4. Design experimentu.....	13
2.4.1. Testované varianty roztoků .....	14
2.4.2. Průběh experimentu a sběr dat .....	15
2.4.3. Statistické zpracování dat.....	16
3. Výsledky .....	17
3.1. Charakteristika souboru dat.....	17
3.2. Vliv chemických stimulů na prostorovou distribuci stejnonožců .....	17
3.2.1. Predátor krmený hmyzem .....	17
3.2.2. Predátor na rostlinné dietě.....	18
3.2.3. Predátor krmený stínkami .....	19
3.3. Srovnání efektu testovaných roztoků .....	20
4. Diskuze.....	23
5. Využití suchozemských stejnonožců ve výuce .....	28
5.1. Kurikulární ukotvení v RVP.....	28
5.2. BOV jako moderní pedagogický koncept .....	28
5.3. Práce s živými zvířaty ve výuce a její specifikace .....	29
5.4. Pedagogický význam stínek a jejich dostupnost .....	30
6. Návrh didaktických materiálů .....	32
6.1. Pracovní list.....	32
6.1.1. Struktura pracovního listu .....	32
6.2. Hobby chov suchozemských stejnonožců .....	34
6.2.1. Výběr druhů a materiálů.....	34
6.2.2. Péče, krmení a rozmnožování .....	36

6.3.	Využití stejnonožců v bioaktivních teráriích.....	36
6.3.1.	Role stejnonožců jako „čistící čty“ .....	36
6.3.2.	Propojení s chovem plazů a obojživelníků.....	36
7.	Realizace didaktické části .....	38
7.1.	Výsledky pre-testu a post-testu .....	38
7.1.1.	Znalostní posun a povědomí o stínkách.....	38
7.2.	Dojmy žáků .....	41
7.3.	Analýza pracovních listů a badatelských aktivit .....	43
7.4.	Závěr didaktické části.....	44
8.	Seznam použitých zdrojů .....	46
	Seznam příloh.....	51
	PŘÍLOHA A: METODICKÝ NÁVOD PRO UČITELE.....	1
	PŘÍLOHA B: POSTER.....	8
	PŘÍLOHA C: MODEL TRASY PRO STÍNKY .....	9
	PŘÍLOHA D: PRACOVNÍ LIST .....	10
	PŘÍLOHA E: UKÁZKA VYPRACOVANÝCH PRACOVNÍCH LISTŮ .....	12
	PŘÍLOHA F: PRE-TEST .....	16
	PŘÍLOHA G: POST-TEST .....	17
	PŘÍLOHA H: FOTOGRAFIE Z DIDAKTICKÉ ČÁSTI.....	18

## Seznam obrázků

Obr. 1: Pohled na stínku zední ( <i>Oniscus asellus</i> ) z hřbetní strany (Sutton, 1980) .....	2
Obr. 2: Pohled na stínku zední ( <i>Oniscus asellus</i> ) z břišní strany (Sutton, 1980).....	3
Obr. 3: Zvolený modelový predátor, samec agamy vousaté pojmenovaný Kvído .....	11
Obr. 4: Schéma designu experimentu(a – box o rozměrech 20×20 cm, b – neutrální zóna, c – filtrační papír namočený ve vodě, d - geotextílie, e – filtrační papír namočený v roztoku). .....	14
Obr. 5: Ukázka experimentu ze záznamu č. 5.....	14
Obr. 6: Tabulka s ukázkou záznamu č. 20, roztok A, demonstrující záznam dat o distribuci stínek v aréně .....	16
Obr. 7: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené hmyzem. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními. ....	18
Obr. 8: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené rostlinnou stravou. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními.....	19
Obr. 9: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené stejnonožci. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními. ....	20
Obr. 10: Srovnání celkové průměrné preference experimentálních sekcí napříč všemi testovanými roztoky. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku (SD).....	21
Obr. 11: Graf atraktivity pro různé sekce s exkrementy .....	22
Obr. 12: Ukázka pomůcek pro výrobu bioterária.....	33
Obr. 13: Povědomí žáků o funkci stínek při rozkladu organické hmoty před a po výukovém bloku. ....	39
Obr. 14: Srovnání ochoty žáků k přímému kontaktu se stínkami v pre-testu a post-tetu.....	39
Obr. 15: Srovnání průměrného subjektivního hodnocení příjemnosti vybraných bezobratlých živočichů v pre-testu a post-testu.....	40
Obr. 16: Ukázka žákovských reflexí s využitím volné formy zápisu a kresby.....	43

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce za odborné vedení, trpělivost, cenné rady a ochotu věnovat mi čas během celého zpracování práce. Velmi si vážím jeho připomínek, které mi pomohly práci posunout dál, i podpory, kterou mi během jejího zpracování poskytoval.

Velké poděkování patří také Mgr. Květě Děrdové a jejím žákům za spolupráci při realizaci praktické části a za poskytnutí prostoru pro ověření didaktických materiálů v praxi.

Velké poděkování patří také Kvídovi, který se stal nedílnou součástí této práce. Zároveň děkuji své mamince, že se o něj s láskou stará, poskytuje mu potřebné zázemí a dlouhodobě o něj pečuje. Díky její ochotě a péči mohl být Kvído součástí této práce i v době, kdy jsem se věnovala jejímu zpracování.

Poděkování patří i mému snoubenci, který se mnou trpělivě sbíral stínky – ať už jako potravu pro agamu, nebo jako pokusný organismus – a který mě během celé práce podporoval.

V neposlední řadě děkuji svému otci za pomoc s didaktickou částí práce, zejména za ochotu mě i kufr auta plný materiálu opakovaně dopravit až do Břidličné.

# 1. Úvod do problematiky

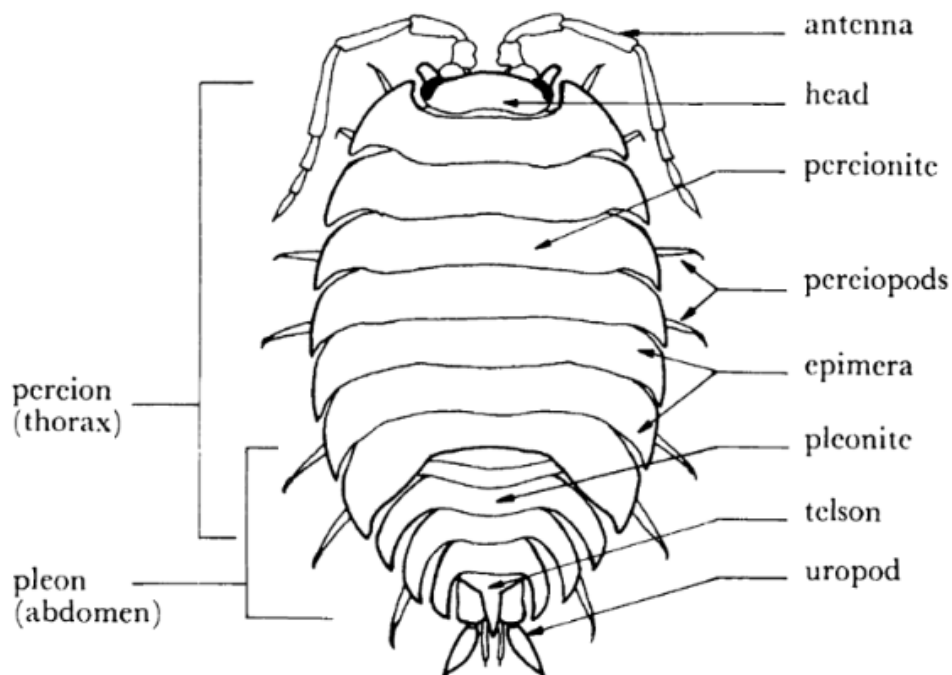
## 1.1. Suchozemští stejnonožci

Skupinu známou v českém jazyce jako suchozemští stejnonožci, latinsky Oniscidea, je samostatným podřádem řádu stejnonožců (Isopoda). Tento řád patří do třídy rakovců (Malacostraca), kmene korýšů (Crustacea) (Tree of Life, 2025). Podřád Oniscidea je jednou z mála – ne-li jedinou – nižší taxonomickou skupinou, jejíž zástupce nalezneme téměř všude. Obývají mořské i suchozemské biotopy, některé rody podřádu Oniscidea jsou plně adaptovány na suchozemský způsob života. Původ těchto drobných suchozemských korýšů je datován až do období karbonu (Broly, 2013).

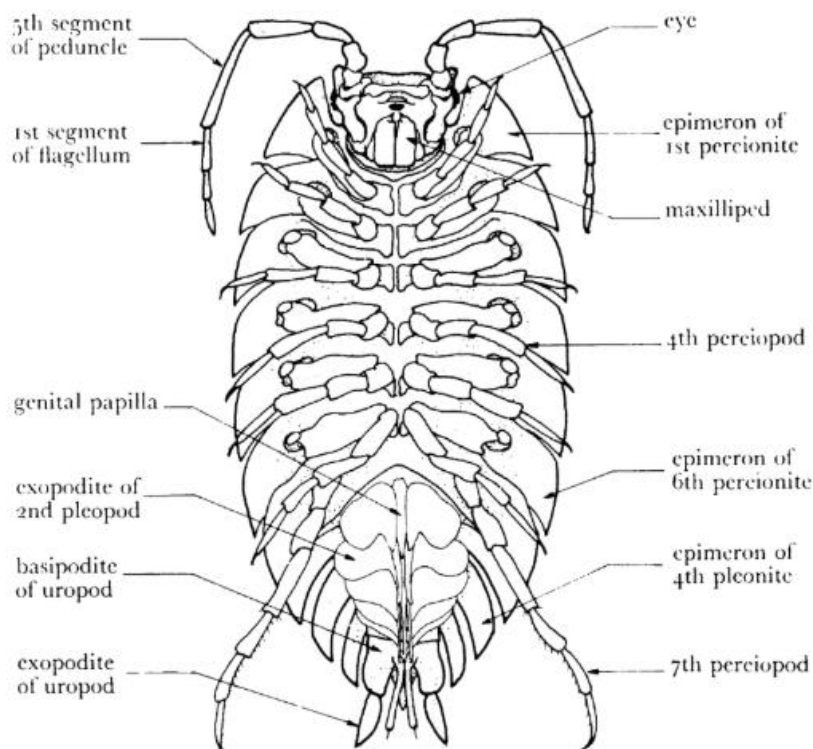
Všichni korýši mají segmentované tělo, stejně tak i suchozemští stejnonožci. Jsou to živočichové s pevným exoskeletem (vnější kostrou a článkovanými končetinami). Jejich tělo se skládá ze tří částí: první je hlava (cephalon), druhou částí hrud' (pereion) nesoucí článkované končetiny a třetí část se nazývá zadeček (pleon). Začneme-li u hlavy, musíme zmínit dvě velké tmavé oči a dva páry tykadel. Samotné oči jsou složené a skládají se z jednotek (omatidií). První pár je zakrnělý (rudimentární), špatně viditelný a je usazen mezi druhým párem, který je velký a mnohočlánkovaný. Druhé tykadlo se skládá z pětidílného násadce (pedunculus) s vícečlánkovaným bičíkem (flagellum) na konci (Sutton, 1980). Suchozemští stejnonožci jsou schopni jak kontaktní percepce rozpuštěných chemických látek, tak distanční percepce (vnímání na dálku) látek šířených vzduchem (Zimmer, 2002). Receptory pro kontaktní chemorepcepci jsou pravděpodobně umístěny na bičíku (flagellum) tykadel (Zimmer et al., 1996) a na ústním ústrojí (Ábrahám a Wolsky, 1930). Kontaktní chemoreceptory reagují na několik sacharidů, několik aminokyselin, konkrétní minerály (chloridové soli) a na hemolymfu a ektokutikulární látky jedinců stejného druhu (Seelinger, 1977). Během vyhledávání potravy umožňují paralelní a antiparalelní pohyby levého a pravého tykadla vlečení jejich špiček po zemi za účelem získání hmatových a chemických informací, provádějí tzv. „surface probing“ neboli sondování povrchu (Hoes Schneider, 1990).

Ústní dutina je uzavřena útvarem zvaným labrum. Ten je kloubně spojen s hlavou. Nejpřednější částí vlastního ústního ústrojí jsou mandibuly neboli kusadla, která mají silně sklerotizované výběžky kutikuly („zuby“). Následují dva páry čelistí (maxilly) a pár maxillipedů (čelistních nožek). Při krmení maxilly a maxillipedy přidržují částice potravy a rozmělnují je tak, aby se mandibuly mohly zachytit a ukusovat kusy potravy silně

sklerotizovanými výběžky kutikuly. Každý segment pereionu (hrudi) se skládá z tergitu (hřbetní destičky) a sternitu (břišní destičky). Základní anatomické uspořádání těla a typické znaky suchozemských stejnonožců jsou patrné při pohledu na hřbetní stranu (viz Obr. 1). Boční okraje pereionu u druhů jako *Oniscus asellus* vybíhají daleko do stran a tvoří epimery. Pereiopody (kráčivé nohy) mají konstantní počet článků. Končetiny pleonu jsou jediné, které si zachovaly dvouvětvnou povahu, tak charakteristickou pro korýše (Crustacea), jsou rozděleny na dvě větve; vnější větev každé končetiny je známa jako exopodit a vnitřní větev jako endopodit. Složitost břišní strany těla, včetně uspořádání kráčivých končetin a pleopodů, znázorňuje následující ilustrace (Obr. 2). Tyto zadečkové končetiny neboli pleopody, jsou přeměněny v žábry. První dva páry pleopodů jsou u samců dále modifikovány tak, že tvoří vnější genitálie sloužící k přenosu spermatu. Dalším důležitým způsobem modifikace pleopodů je vývoj velkého množství drobných vzdušných kanálků (pseudotrachejí) v exopoditech. V jistém smyslu připomínají vzdušnice hmyzu. Tyto vzdušné kanálky se vyskytují pouze u suchozemských druhů stejnonožců a jedná se o jednu z modifikací, která umožnila přechod stejnonožců na souš (Sutton, 1980).



Obr. 1: Pohled na stínku zední (*Oniscus asellus*) z hřbetní strany (Sutton, 1980)



Obr. 2: Pohled na stínku zední (*Oniscus asellus*) z břišní strany (Sutton, 1980)

## 1.2. Ekologie suchozemských stejnoonožců

Suchozemští stejnoonožci, známí jako stínky a svinky, se živí nejčastěji odumřelým rostlinným materiálem. Není to však jediný zdroj jejich potravy. Často přijímají také zbytky mrtvých živočichů a trus. Příležitostně můžeme v jejich potravě najít i bakterie, houby nebo dokonce živé rostliny (Sutton, 1980). Můžeme je přirovnat k žížalám. V ekosystému zastávají stejnou nezbytnou funkci. Suchozemští korýši i žížaly jsou významní dekompozitor (rozkladači) zajišťující rozklad rostlinného materiálu a jeho následné mísení s minerálními částicemi za vzniku půdy (Sutton, 1980). Stínky sdílejí stejné ekologické nároky (svrchní vrstvy půdy a listový opad) a v širším smyslu i podobný způsob života jako půdní makrofauna, kam patří mnozí hmyzí zástupci a mnohonožky. Jinými slovy, všechny tyto organismy obývají stejnou ekologickou niku (David a Handa, 2010). Avšak stínky a svinky nejsou první druhy v mikrofauně edafonu, kdo napadá listový opad. Samotný listový opad musí být nejprve napaden mikroorganismy a ty musí započít proces degradace, než s tím začnou stínky (Sutton, 1980).

Suchozemští stejnoonožci jsou nejběžnější v půdách s neutrálním nebo zásaditým pH. Půda musí obsahovat vysoký obsah organické hmoty, obývají půdy, ve kterých se dobře daří půdním bakteriím. Často úplně chybí na zamokřených a kyselých stanovištích. Vybírají si prostředí s dostatkem úkrytů, proto tito drobní korýši téměř chybí v intenzivně

obdělávané půdě. To ovšem neznamená, že svůj prostor nenachází v okolí zemědělské krajiny, právě hrubý mulč, sláma a posklizňové zbytky poskytují pro stejnonožce dobré stanoviště. Dobře se adaptovali na lidská sídla a jejich okolí a často jsou považováni za synantropní druhy, ale přežívají dobře i v lesích a na travnatých porostech, zejména pokud najdou úkryt pod padlými kmeny a kameny (Warburg, 1993). Jsou aktivní v noci (Sutton, 1980).

Stejnonožci stejně jako většina živočichů v přírodě mají své vlastní predátory, mezi které můžeme řadit ještěrky, mloky, rejsky, pavouky, stonožky a brouky čeledi střevlíkovití (Carabidae). Ovšem je také známo, že dochází mezi jedinci stejného druhu ke kanibalismu a predaci. Pro úmrtnost stejnonožců mají naopak velmi malý význam plísně, hlístice a prvoci (Paris, 1963).

### **1.3. Potravní chování stejnonožců**

Potravní chování suchozemských stejnonožců je důležitým faktorem ovlivňujícím jejich ekologickou roli i úspěšnost jedinců v prostředí. Tito živočichové aktivně vyhledávají a vybírají potravu, přičemž jejich potravní preference souvisejí s dostupností zdrojů v prostředí. Způsob získávání potravy a její selekce následně ovlivňují kondici jednotlivých jedinců a mohou se promítat i do populační dynamiky stejnonožců (Zimmer, 2002).

Suchozemští stejnonožci jsou schopni lokalizovat příznivá stanoviště s dostatkem vodné potravy pomocí chemických signálů, které vznikají během interakcí mezi listovým opadem a půdní mikroflórou. Kromě toho mohou jako vodítka pro rozpoznání vhodných mikrostanovišť. Stejnonožci pravděpodobně vybírají vhodná stanoviště spíše podle mikrobiálních pachů než podle pachu samotného opadu (Zimmer, 1996).

Pro detritofágy, kam můžeme samozřejmě zařadit i tyto drobné korýše obývající vrchní vrstvy půdy, je jedním z faktorů, který ovlivňuje výběr jejich potravy, chemické složení listů. Čím je nižší obsah dusíku v listech, tím se prokazatelně snižuje rychlost konzumace stínkami (Cotrufo et al., 1998). Dalším faktorem, který ovlivňuje konzumaci potravy je úroveň chemických a fyzických obranných látek (například: taninů) rostlin proti býložravcům (Hassall a Rushton, 1984). Třetím a neméně důležitým faktorem je mikrobiální kolonizace na povrchu listového opadu (Gunnarsson, 1987).

Jak vyplývá z výsledků Dallingera (1977), kteří u stejnonožců s nedostatkem mědi pozorovali preferenci potravy bohaté na tento prvek, může být potravní chování těchto organismů ovlivněno jejich aktuálním fyziologickým stavem a nutričními potřebami. Výběr

potravy tak pravděpodobně není náhodný, ale může představovat mechanismus umožňující doplňování deficitních živin.

#### 1.4. Antipredační strategie stejnonožců

Suchozemští stejnonožci čelí v terestrickém prostředí predančnímu tlaku ze strany širokého spektra živočichů, zejména pavouků, ptáků či drobných plazů. V reakci na tento tlak se u nich vyvinuly komplexní morfologické a behaviorální adaptace, které zvyšují šanci na přežití při setkání s predátorem (Tuf a Ďurajková, 2022). Míra investice do antipredačního chování je u suchozemských stejnonožců často výsledkem bilance mezi náklady a přínosy. Aktivace obranných mechanismů, jako je útěk nebo volvace, totiž odčerpává energii a zkracuje čas využitelný pro hledání potravy či partnerů. Experimentální data naznačují, že intenzita těchto reakcí se může lišit i v rámci jednoho druhu na základě pohlaví či velikosti těla (Zamora-Camacho, 2023).

- **Vyhýbání se kontaktu a únik**

Základní obranu představuje prostorové vyhýbání se riziku. Jedinci reagují na tzv. nekromony (např. kyselinu linolovou), uvolňované z těl usmrcených jedinců vlastního druhu (Yao et al., 2009). Při přímém ohrožení volí nejčastěji lineární únik, který je v neznámém prostředí nejefektivnější (Jander, 1975; Iwata a Watanabe, 1957). Specifickou skupinu tvoří ekomorfologický typ běžců (*runners*), kteří k rychlému ústupu využívají štíhlé tělo a dlouhé kráčivé končetiny (Schmalfuss, 1984; Sutton, 1980).

- **Pasivní obrana a nehybnost**

Vizuálně orientovaní predátoři jsou stimulováni pohybem kořisti, proto mnoho druhů (např. *Porcellio laevis*) reaguje na nebezpečí zastavením aktivity (Zimmerman a Kight, 2016). Pokročilou formou je tonická imobilita – vratný stav svalové strnulosti, kdy jedinec předstírá smrt a přestává na vnější podněty reagovat (Gallup, 1974; Quadros et al., 2012).

- **Volvace a mechanická ochrana**

Klíčovou morfologickou adaptací je volvace (svinování). Tato strategie chrání zranitelnou ventrální stranu těla pod pevným krunýřem tergítů (White a Zar, 1968; Tuf et al., 2015). Schopnost svinout se do dokonalé kuličky vyžaduje specifické úpravy těla, jako jsou svalové adaptace či hlavové rýhy pro bezpečné složení tykadel (Vittori, 2025).

- **Agregace a sociální aspekty**

Shlukování do skupin zvyšuje šanci na přežití díky Alleeho efektu (Broly et al., 2013). Agregace funguje na principu zmatení predátora (*predator confusion*) a snižuje individuální pravděpodobnost útoku na konkrétního jedince (Krause a Ruxton, 2002).

- **Chemická obrana a varovné signály**

Poslední linii obrany tvoří sekrety tegumentálních žláz rozmístěných podél těla. Tyto žlázy vylučují při mechanickém útoku viskózní a zápachající tekutinu, která nutí predátory (např. pavouky) k ústupu (Gorvett, 1951, 1956). Mnohé druhy na svou nepoživatelnost upozorňují aposematickým zbarvením – kontrastními skvrnami, které predátory odrazují od útoku (Vickers et al., 2021; Schmalzfuss a Ferrara, 1982; Ďurajková et al., 2025).

## 1.5. Mechanismus detekce predátorů

Vedle samotných obranných mechanismů si suchozemští stejnonožci vyvinuli také specifické způsoby detekce hrozícího nebezpečí. Mezi stejnonožci a hmyzem existují nápadné podobnosti, především ve vysoké citlivosti na vibrace substrátu vyvolané pohybem predátora. Tato uniformita naznačuje buď evoluční konvergenci, nebo hlubokou konzervovanost mechanorecepce jakožto klíčové antipredační adaptace u členovců (Zimmerman a Kight, 2016).

Členovci využívají k detekci predátorů široké spektrum mechanismů, které odpovídají rozmanitosti smyslových podnětů v jejich prostředí. Zatímco vizuální nebo akustické podněty umožňují okamžitou a přímou detekci přítomného nebezpečí, chemické signály mohou být nepřímé a v čase asynchronní. To znamená, že vjem nepřichází ve stejný okamžik, kdy ke kontaktu s predátorem dochází (na rozdíl od zrakového vjemu, který zprostředkovává informaci v reálném čase). Pachová stopa totiž může v prostředí přetrvávat i dlouho poté, co predátor dané místo opustil (Bate et al., 1978).

- **Zrak**

Složené i jednoduché oči členovců vykazují značnou funkční a tvarovou variabilitu. Rozdíly se projevují zejména v rozsahu zorného pole, rozlišení sítnice a citlivosti na spektrální složení světla či jeho polarizaci (Warrant a McIntyre, 1993).

- **Chemorecepce**

Chemické signály slouží mnoha druhům členovců jako primární varování před predací. Přímé podněty pocházejí z exuvií (svleček), sekretů či exkrementů predátorů (Kortet a Hedrick, 2004; Zamora-Camacho, 2023), zatímco nepřímé informace mohou

poskytovat látky uvolněné z mechanicky poškozených jedinců stejného druhu (Kats a Dill, 1998). Účinnost této signalizace je ovlivněna aktuálními podmínkami prostředí a s časem a rostoucí vzdáleností od zdroje klesá (Barnes et al., 2002; Wilder et al., 2005).

- **Mechanorecepce**

K přímé detekci objektů využívají členovci v roli predátorů i kořisti především tykadla a senzorické brvy (Pelletier a McLeod, 1994). K nepřímé detekci jim pak slouží citlivost na vibrace substrátu (Chidrawi a Mercer, 2003).

## 1.6. Chemická komunikace v ekologii

Chemická ekologie zahrnuje studium interakcí organismů s jejich prostředím, které jsou zprostředkovány chemickými látkami, jež tyto organismy produkují. Významná část těchto interakcí se týká chemické komunikace u živočichů, což je primární způsob přenosu informací u většiny skupin organismů. I u nesociálních živočichů, jako jsou prvoci, kroužkovci, měkkýši, hlístice a mnozí členovci, se chemická komunikace využívá k různým účelům, jako je vyhledávání kořisti, vyhýbání se predátorům, vysílání signálů k páření nebo agregaci v rámci vlastního či jiného druhu.

Byla vytvořena řada termínů k označení různých druhů chemických interakcí mezi jedinci. Obecně se chemické látky zprostředkovávající interakce mezi organismy nazývají semiochemikálie. Semiochemikálie se dělí do dvou hlavních skupin podle toho, zda jsou interakce mezidruhové (alelochemikálie) nebo vnitrodruhové (feromony). Tyto termíny by však neměly být považovány za vzájemně se vylučující, protože jeden konkrétní produkt může působit jedním nebo více specifickými způsoby (Guerrero, 2009; Woodall a Schreck, 1983).

Můžeme klasifikovat 4 základní typy látek:

- **Alomony** jsou chemické látky uvolňované jedním organismem, které vyvolávají reakci u jedince jiného druhu, přičemž tato reakce je adaptivně výhodná pro vysílajícího. Na rozdíl od feromonů a kairomonů nezahrnují alomony komunikaci v rámci stejného druhu. Místo toho často slouží k obranným účelům nebo ovlivňují konkurenční interakce mezi různými druhy. Příklady alomonů zahrnují chemickou obranu využívanou kořistí k odrazení nebo odpuzení predátorů (Guerrero, 2009; Taj, 2018).
- **Kairomony** (řec. kairos ve významu oportunistický nebo vykořisťovatelský) jsou látky uvolňované jedním organismem, které vyvolávají reakci u jedince jiného

druhu, přičemž reakce je adaptivně výhodná pro příjemce. Obvykle se vyskytují v interakcích mezi predátorem a kořisti, kde druh kořisti vysílá signál, který přitahuje nebo varuje predátory. Mezidruhové interakce této povahy zahrnují obrovské množství atraktantů. Kairomony prospívají predátorovi tím, že poskytují vodítka pro nalezení a dopadení kořisti, zatímco druh kořisti může tyto signály uvolňovat neúmyslně v důsledku svých fyziologických nebo behaviorálních reakcí na tlak predace (Guerrero, 2009; Taj 2018; Woodall a Schreck, 1983).

- **Synomony** jsou chemické látky produkované nebo získané organismem, které u jiného organismu vyvolávají reakci výhodnou pro vysílajícího i příjemce (Guerrero, 2009).
- **Apneumony** jsou látky vyzařované z neživého zdroje, které vyvolávají reakci výhodnou pro přijímající organismus, ale škodlivou pro organismus jiného druhu, který se na neživém materiálu nachází (Guerrero, 2009).

## **1.7. Funkce chemické komunikace**

Chemická komunikace u živočichů plní řadu klíčových funkcí a významně ovlivňuje chování spojené s výběrem partnera, teritorialitou, obranou i sociální organizací. Chemické signály, zejména feromony, hrají zásadní roli v reprodukčním chování a umožňují jedincům identifikovat vhodné partnery. Zároveň se uplatňují při vymezování a udržování teritorií, kdy živočichové prostřednictvím pachových stop signalizují své vlastnictví a odrazují potenciální vetřelce.

Význam chemické komunikace se projevuje také v obranných mechanismech. Poplašné feromony uvolňované při detekci nebezpečí varují ostatní jedince téhož druhu před přítomností predátorů či jiných hrozeb a umožňují koordinaci obranného chování. Chemické signály dále sehrávají důležitou roli v sociální organizaci, kde zprostředkovávají interakce mezi jedinci, přispívají k vytváření a udržování hierarchií a podporují spolupráci ve skupinách. Pachové značkování a schopnost rozpoznávání jedinců tak slouží k vyjádření dominance, sociálního postavení i regulaci sociálních vztahů (Taj, 2018).

## **1.8. Kairomony u suchozemských korýšů**

Kairomon je definován jako mezidruhový chemický posel, který je pro svého vysílatele (např. kořist či hostitele) často škodlivý, zatímco příjemci (např. predátorovi či parazitovi) poskytuje adaptivní výhodu při vyhledávání zdroje (Brown et al. 1970).

Adaptace suchozemských stejnonožců na život na souši zahrnuje mimo jiné rozvoj specializovaných chemoreceptorů – estétasů – lokalizovaných především na prvním páru tykadel (Hornung, 2011). Tyto struktury umožňují detekci těkavých metabolitů produkovaných mikroorganismy osídlujícími substrát. Tyto orgány umožňují detekci těkavých látek produkovaných mikroby, které stejnonožcům slouží jako vodítka k nalezení nutričně bohaté potravy a vhodného vlhkého prostředí (Zimmer et al., 2002; Hornung, 2011).

Schopnost vnímat koncentrační gradient těchto látek (kairomonů) umožňuje suchozemským stejnonožcům nejen efektivně lokalizovat zdroje potravy, ale také se aktivně vyhýbat potenciálnímu nebezpečí. Intenzita této reakce může být ovlivněna předchozí zkušeností jedince i jeho obrannými morfologickými znaky (Castillo & Kight, 2005). Zamora-Camacho (2023) ve své studii prokázal, že svinky druhu *Armadillidium vulgare* dokáží čichově identifikovat přítomnost ropuchy obecné (*Bufo spinosus*) – predátora – prostřednictvím jejího trusu a reagují na ni výrazným prodloužením doby volvace.

## 1.9. Cíle práce

Výchozím předpokladem této práce je, že suchozemští stejnonožci jsou schopni prostřednictvím svých chemoreceptorů detekovat kairomony modelového predátora, obsažené v jeho exkrementech. Předpokládáme, že intenzita a charakter behaviorální reakce stejnonožců budou přímo záviset na předchozí dietě predátora, přičemž nejsilnější negativní chemotaxi (vyhýbavé chování) vyvolá pachový signál z trusu agamy, která byla krmena výhradně specifickou kořistí, tedy stejným druhem stejnonožce.

Očekáváme, že v testovací aréně budou jedinci statisticky významně preferovat kontrolní plochu s čistou vodou před plochou s roztokem z exkrementů po specifické dietě, tzn. stejnonožci se budou aktivně vyhýbat prostoru s pachem predátora. Tento mechanismus by měl sloužit jako adaptivní antipredační strategie, která stejnonožcům umožňuje včas identifikovat bezprostřední riziko predace na základě chemických stop signalizujících nestrávené zbytky jiných stejnonožců.

Cílem práce je otestovat míru vyhýbání se chemickým klíčům přítomnosti potenciálních predátorů a zjistit, zda je míra vyhýbání se ovlivněna složením potravy predátora.

Hlavním didaktickým cílem je navrhnout experimenty se stínkami pro badatelsky orientovanou výuku a vyhodnotit vliv jejich praktické realizace na změnu postojů žáků k těmto bezobratlým.

## 2. Materiály a metody

### 2.1. Modelová kořist (stínka obecná)

Suchozemští koryši ze skupiny stejnonožců (podřád Oniscidea) jsou vhodné pro různé studie. Během chvíle lze v zahradách a jejich okolí nasbírat několik druhů s výrazně odlišnými morfologickými a fyziologickými adaptacemi (Carefoot, 1993). Podle Drobne (1997) představují stejnonožci ideální model pro levné a rychlé laboratorní pokusy, a to zejména díky své vysoké odolnosti a nenáročnosti na chov v umělých podmínkách.

Stejnonožci, například stínka obecná (*Porcellio scaber*), jsou často využíváni jako testovací organismy v experimentálních i didakticky zaměřených pracích, včetně bakalářských a diplomových prací či různých ekotoxikologických studiích. Jejich využití je dáno zejména jejich malou velikostí, snadnou dostupností v přírodě a relativně nenáročným sběrem i chovem v laboratorních podmínkách (Korbélyi, 2018; Królová, 2023; Tuf, 2013; Van Gestel et al., 2018; Zajíček, 2025). Zároveň je lze snadno zařadit do potravního spektra modelového predátora.

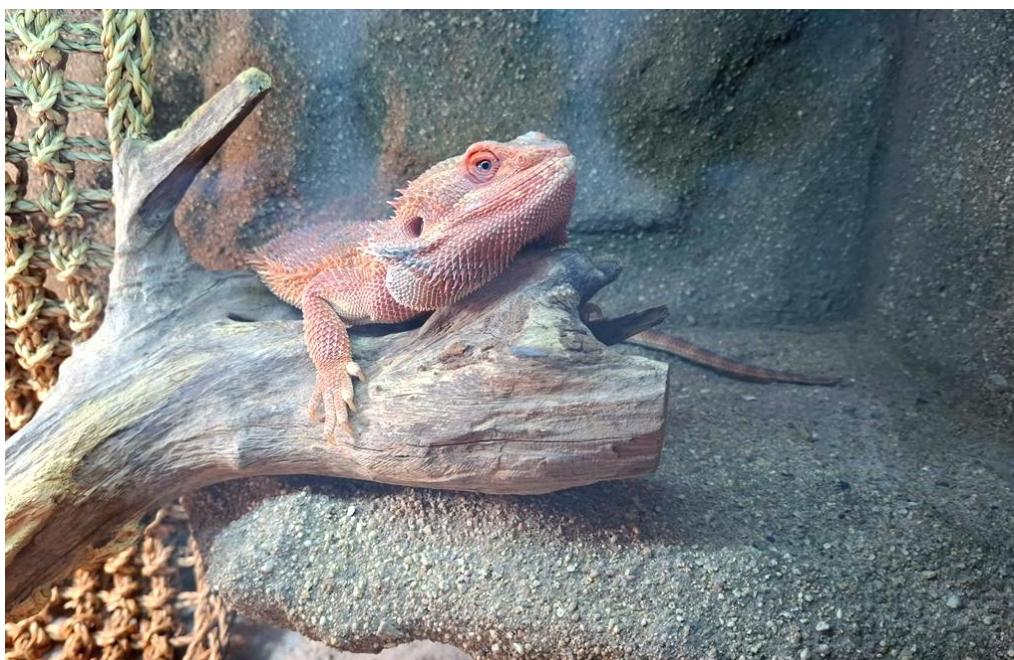
Stejnonožci byli získáni sběrem z různých lokalit, přičemž jejich původ se lišil podle jejich dalšího využití v experimentu. Pro krmení modelového predátora byli využíváni především jedinci nasbíraní na lokalitách ve Slezsku, zatímco jedinci použité v samotných experimentech pocházeli převážně z oblasti Hané. Ve všech případech se jednalo o jedince stejného druhu, *Porcellio scaber*, kteří byli po sběru uchováni v laboratorních podmínkách do doby zahájení experimentu. Stínky byly ubytovány v plastovém boxu o velikost  $40 \times 25 \times 15$  cm, naplněném zeminou, ve kterém byl listový opad a mrkev jako potrava. Společně zde bylo přes 200 stínek. Box byl umístěn v termostatu v teplotě 15 °C.

### 2.2. Modelový predátor (agama vousatá)

Modelovým predátorem použitým v experimentu byla agama vousatá (*Pogona vitticeps*). Jedinec byl pořízen dne 17. listopadu 2024 na chovatelských trzích, konkrétně Fauna trzích v Ostravě od soukromého chovatele z Frýdku-Místku. Pořízen byl samec s výrazným červeným zbarvením, které je u tohoto druhu běžně označováno jako barevná forma „red morph“ (viz Obr. 3). Po transportu byl jedinec umístěn do terária odpovídajícího chovatelským požadavkům druhu, kde proběhla jeho postupná adaptace na nové prostředí. Terárium bylo vybaveno substrátem, úkryty a vyhřívacím místem umožňujícím vytvoření

teplotního gradientu. Po dobu aklimatizace byl jedinec krmen běžnou potravou pro tento druh, tvořenou především hmyzem a doplňkově rostlinnou složkou potravy (např. listovou zeleninou). Tento režim krmení byl dodržován až do zahájení experimentálních pokusů.

Při realizaci experimentu byly přísně dodrženy veškeré etické zásady pro práci se živými zvířaty. Celý proces byl navržen tak, aby zvířeti nezpůsobil stres ani případné nepohodlí.



*Obr. 3: Zvolený modelový predátor, samec agamy vousaté pojmenovaný Kvído*

## **2.3. Příprava roztoků exkrementů**

### **2.3.1. Sběr a zpracování exkrementů modelového predátora**

Jedinec, který byl zapojen jako modelový predátor pro tuto diplomovou práci, byl dlouhodobě chován v domácích podmínkách v teráriu. Období od pořízení do zahájení experimentu sloužilo k aklimatizaci zvířete na nové prostředí a stabilizaci jeho krmného režimu.

Samotný sběr exkrementů probíhal v období od 2. června 2025 do 20. července 2025. Pro usnadnění sběru byla agama dočasně přemístěna do menšího terária o rozměrech přibližně 70 × 50 cm. Substrát byl nahrazen filtračním papírem, který umožňoval snadnější identifikaci a odběr exkrementů. Exkrementy byly odebírány společně s částí filtračního papíru, na kterém byly uloženy, aby se minimalizovala manipulace se vzorkem a ztráta materiálu. Adaptace zvířete na tento typ podkladu trvala přibližně tři dny, než byla agama ochotna po povrchu běžně chodit.

Během experimentu byl modelový predátor vystaven monotónní dietě, aby bylo možné získat exkrementy odpovídající konkrétnímu typu potravy. Experiment byl rozdělen do třech po sobě následujících období, kdy byl vystaven třem druhům stravy

V prvním období byla agama krmena výhradně cvrčky (hmyzí dieta). Toto období trvalo 14 dní, přičemž v prvním týdnu sběr exkrementů neprobíhal. Tento interval sloužil k vyprázdnění trávicího traktu a eliminaci případných reziduí předchozí stravy. Během prvního týdne agama požrala celkem 11 cvrčků. Byla výhradně krmena cvrčkem banánovým (*Gryllus assimilis*). V druhém týdnu se intenzita krmení zvýšila a agama sežrala 36 cvrčků. V této fázi již probíhal samotný sběr exkrementů, které byly po odebrání ukládány do připravené nádoby, která byla uložena na chladném místě bez přístupu světla.

Ve druhém krmném období byla agama po dobu dalších 14 dní krmena výhradně zeleninovou potravou (rostlinná dieta). Tato zeleninová potrava byla druhově pestrá a zahrnovala především rukolu, polníček, salát a listy pampelišky. Jako doplňková složka byla podávána mrkev (včetně natě), červená paprika, kopřiva a opuncie. V rámci experimentu byl jednorázově zařazen také malý kus banánu. Průběh experimentu byl shodný s předchozím režimem – první týden byl určen k vyčištění trávicího traktu a druhý týden probíhal systematický sběr exkrementů.

Ve třetím krmném období byla agama krmena výhradně nasbíranými stejnonožci (specifická dieta), hlavně druhem *Porcellio scaber*. Přestože první den experimentu zvíře okamžitě pozřelo 6 kusů velkých jedinců, v následujících dnech začal zájem o tuto kořist klesat. V porovnání s předchozím obdobím rostlinné diety, kdy agama přijímala potravu velmi pravidelně každý den, byl u stejnonožců patrný výrazně nižší lovecký pud, pravděpodobně kvůli malé velikosti kořisti a její nízké atraktivitě.

Během prvních sedmi dní tak agama sežrala celkem pouze 30 kusů. Druhý týden byl z hlediska příjmu potravy ještě slabší, kdy bylo zaznamenáno pozření pouhých 20 stínek. V posledním, třetím týdnu se pravděpodobně vlivem narůstajícího hladu intenzita lovu zvýšila a agama zkonzumovala 50 stejnonožců.

V tomto případě však zvíře tuto potravu přijímalo méně ochotně, pravděpodobně z důvodu menší velikosti kořisti. Z tohoto důvodu byl sběr exkrementů prodloužen na celkové období 21 dní.

Při vlastní výrobě testovacích substrátů bylo postupováno podle modifikovaného protokolu Zamora-Camacha (2023). Hlavním cílem byla standardizace koncentrace kairomonů (chemických látek vylučovaných predátorem).

Vzhledem k množství nasbíraného materiálu od modelového predátora byla základní navážka exkrementů pro všechny tři typy diet (hmyzí, rostlinná, specifická) stanovena na 36 g. Aby byl zachován původní metodický poměr koncentrace, který v referenční studii činil 50 g trusu na 0,5 l vody, bylo množství použité destilované vody úměrně sníženo na 360 ml.

Odebrané exkrementy byly přeneseny do skleněné Erlenmeyerovy baňky, do níž byl následně přidán odpovídající objem destilované vody. Směs byla mechanicky homogenizována opakovaným promícháním a opatrným protřepáním baňky tak, aby došlo k rovnoměrnému rozptýlení materiálu ve vodním prostředí a k uvolnění chemických látek z exkrementů do roztoku. Homogenizace probíhala po dobu několika minut.

Takto připravená suspenze byla následně podrobena filtraci. Filtrace probíhala gravitačně přes laboratorní filtrační papír umístěný ve skleněné nálevce. Nálevka byla upevněna ve stojanu a pod ní byla umístěna čistá Erlenmeyerova baňka sloužící k zachycení filtrátu. Suspenze byla postupně nalévána na filtrační papír, přičemž pevné částice zůstávaly zachyceny na filtru a kapalná složka procházela do připravené nádoby.

Filtrace byla provedena opakovaně, aby došlo k co nejdokonalejšímu odstranění pevných částic. Výsledný filtrát představoval čistou kapalnou frakci obsahující ve vodě rozpustné chemické látky uvolněné z exkrementů.

### **2.3.2. Uskladnění roztoků a časový harmonogram experimentu**

Po dokončení filtrace byl získaný filtrát přelit do tmavých skleněných lahví, které omezují přístup světla a tím i případnou degradaci chemických látek obsažených v roztoku. Lahve byly následně uchovávány při nízké teplotě v chladničce, kde byly skladovány až do zahájení experimentální části práce.

Testovací roztoky byly připraveny na začátku října roku 2025. Zpracování experimentální části diplomové práce bylo následně dočasně přerušeno z důvodu absolvování pedagogické praxe autorky práce. Samotná experimentální část, při níž byly připravené roztoky využity, byla proto realizována až v průběhu listopadu roku 2025.

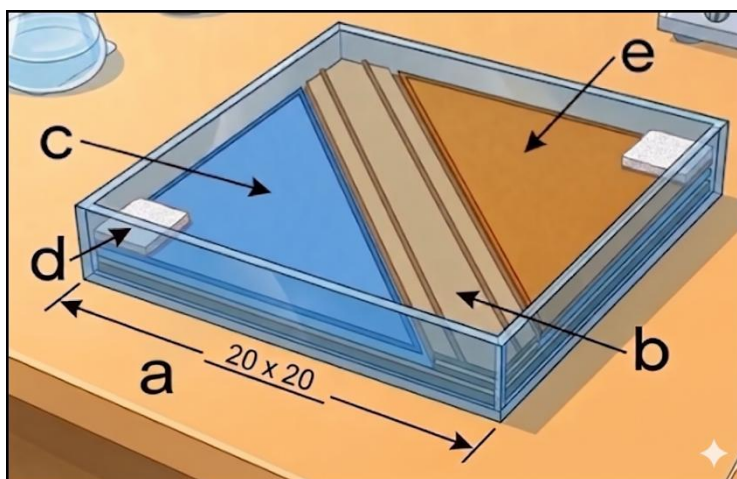
## **2.4. Design experimentu**

Pro testování potravních preferencí a vyhýbavého chování stínek obecných (*Porcellio scaber*) vůči kairomonům byl zvolen model výběrového testu v kontrolovaném prostředí.

Experiment probíhal ve čtvercových plastových boxech o rozměrech 20 × 20 cm. Do každého boxu byly umístěny dva trojúhelníkové kusy filtračního papíru tak, aby mezi

nimi zůstala středová mezera tvořící tzv. neutrální zónu (Obr. 4 a 5). Pro každý typ roztoku byl použit jeden samostatný box (celkem tři boxy).

Jeden z filtračních papírů byl navlhčen vodou (kontrola), druhý byl navlhčen testovaným roztokem exkrementů. Do rohů boxu na jednotlivé filtrační papíry byly dále umístěny čtverce geotextilie o velikosti 4 × 4 cm navlhčené čistou vodou, aby je stejnonožci mohli v případě zájmu využít jako úkryty. Úzký volný prostor mezi oběma papíry sloužil jako neutrální prostor.



Obr. 4: Schéma designu experimentu (a – box o rozměrech 20×20 cm, b – neutrální zóna, c – filtrační papír namočený ve vodě, d - geotextílie, e – filtrační papír namočený v roztoku).



Obr. 5: Ukázka experimentu ze záznamu č. 5

#### 2.4.1. Testované varianty roztoků

V rámci experimentu byly paralelně testovány tři typy roztoků získaných z exkrementů agamy vousaté pocházejících ze tří různých dietních režimů:

- ROZTOK A: Agama krmená výhradně hmyzem (cvrčci).

- ROZTOK B: Agama krmená výhradně rostlinnou stravou.
- ROZTOK C: Agama krmená výhradně stejnonožci.

#### 2.4.2. Průběh experimentu a sběr dat

Do středu každé arény (neutrální zóna) bylo do vymezeného prostoru (odstřižená část kelímku) umístěno 10 stínek. Po krátké aklimatizaci (ca 10 s) byl kelímek odstraněn, čímž byl zahájen test.

Průběh experimentu byl zaznamenáván digitální kamerou tak, aby byl současně snímán prostor všech tří boxů. Délka záznamu činila 15 minut. V pravidelných intervalech každých 30 sekund byl zaznamenán do tabulky počet jedinců nacházejících se na straně s kontrolním papírem (voda), na straně s testovaným roztokem nebo v neutrální zóně mezi filtračními papíry. Struktura a způsob zápisu primárních dat o distribuci jedinců v čase jsou demonstrovány na ukázce záznamové tabulky (Obr. 6).

Čas	Časový bod	⊖ Cvrčci	Voda	Neutrální Zóna
0:30	1	5	5	0
1:00	2	5	5	0
1:30	3	4	6	0
2:00	4	6	4	0
2:30	5	6	4	0
3:00	6	7	3	0
3:30	7	7	3	0
4:00	8	7	3	0
4:30	9	5	5	0
5:00	10	5	5	0
5:30	11	5	5	0
6:00	12	6	4	0
6:30	13	6	4	0
7:00	14	7	3	0
7:30	15	7	3	0
8:00	16	7	3	0
8:30	17	7	3	0
9:00	18	7	3	0
9:30	19	7	3	0
10:00	20	7	3	0
10:30	21	7	3	0
11:00	22	6	4	0
11:30	23	6	4	0
12:00	24	6	4	0
12:30	25	6	4	0
13:00	26	6	4	0
13:30	27	6	4	0
14:00	28	6	4	0
14:30	29	6	4	0
15:00	30	6	4	0

### **2.4.3. Statistické zpracování dat**

Základem pro statistickou analýzu byl soubor dat získaný z 30 opakovaných pozorování pro každou ze tří experimentálních variant (roztok A, B a C). V každém dílčím testu byla po dobu 15 minut v pravidelných intervalech 30 sekund zaznamenávána poloha deseti sledovaných subjektů.

Pro každou sekci (experimentální roztok, kontrolní voda a neutrální zóna) byl vypočítán průměrný počet jedinců v čase. Variabilita a stabilita chování v rámci pokusu byla vyjádřena pomocí směrodatné odchylky (SD).

K ověření statistické významnosti rozdílů v preferenci mezi sekcí s testovaným roztokem a kontrolní sekcí s čistou vodou byl u každé varianty použit párový t-test.

Pro zjištění, zda se míra atraktivity statisticky významně liší mezi jednotlivými dietami predátora (hmyzí, rostlinná, specifická), byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). V případě, kdy ANOVA prokázala statisticky významný vliv typu roztoku na distribuci stínek, byl následně aplikován Tukeyho post-hoc test pro identifikaci konkrétních rozdílů mezi jednotlivými dvojicemi roztoků.

Data byla zpracována v programu MS Excel a výsledky byly vizualizovány pomocí liniových grafů časového vývoje a krabicových grafů (boxplots) pro zobrazení rozptylu a stability dat.

### **3. Výsledky**

Tato kapitola přináší ucelený přehled naměřených dat a jejich statistické vyhodnocení. Cílem bylo kvantifikovat vyhýbavé chování stejnonožců v reakci na specifické chemické stimuly a ověřit stabilitu těchto reakcí v čase. Výsledky jsou rozděleny podle jednotlivých typů testovaných roztoků.

#### **3.1. Charakteristika souboru dat**

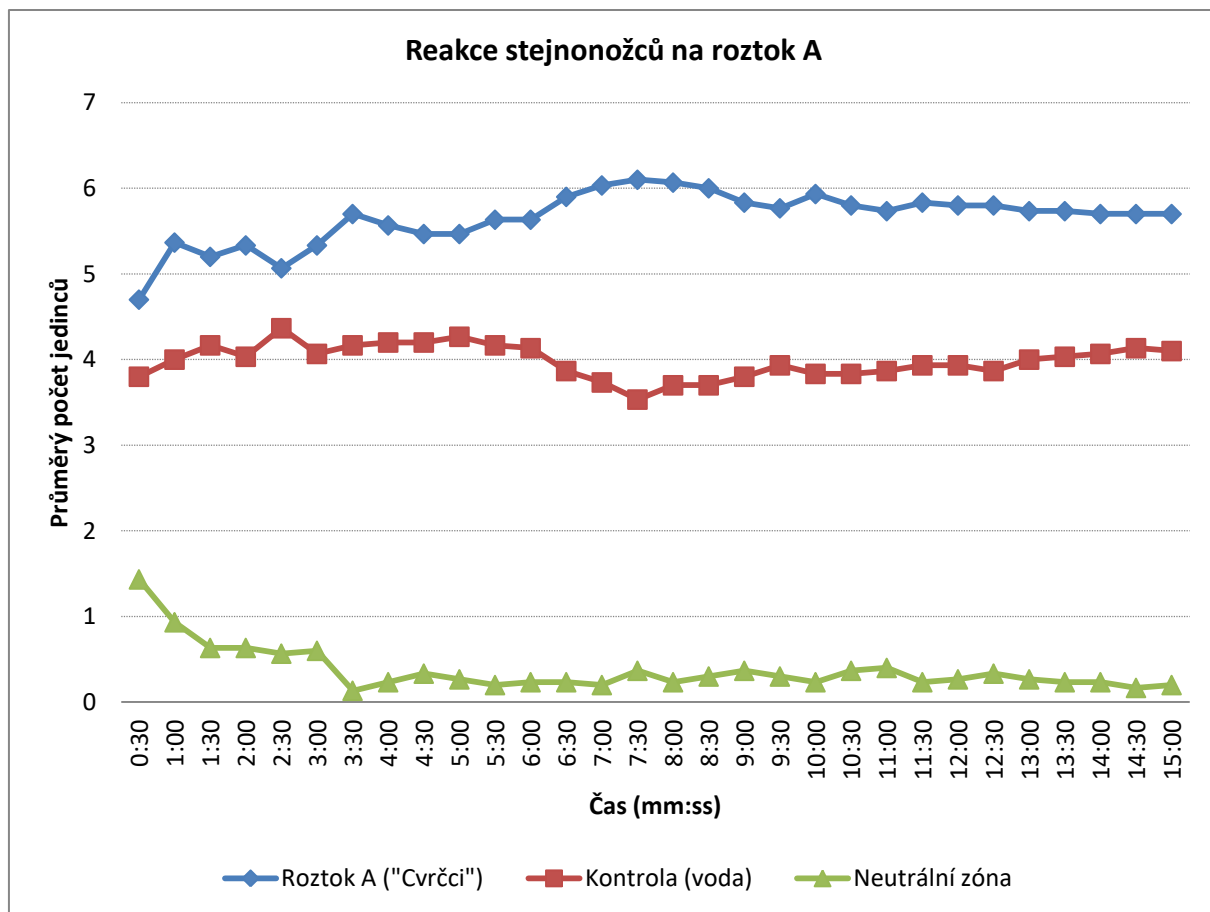
Základem pro analýzu byl soubor dat získaný z 30 opakovaných kontinuálních měření pro každou experimentální variantu (exkrementy predátora na dietě z cvrčků, rostlin, či stejnonožců). Záznamy probíhaly v pravidelných 30 minutových intervalech, což poskytlo dostatečný vzorek pro zachycení dynamiky prostorové distribuce jedinců. V každém dílčím testu byla sledována poloha deseti subjektů. Celková průměrná přítomnost jedinců v neutrální zóně se pohybovala na velmi nízké úrovni, což svědčí o vysoké aktivitě stejnonožců a jejich schopnosti jasně rozlišit mezi nabízenými prostředími. Data vykazují vysokou vnitřní konzistenci, což umožnilo přistoupit k detailnímu statistickému testování.

#### **3.2. Vliv chemických stimulů na prostorovou distribuci stejnonožců**

V této sekci jsou podrobně rozebrány reakce subjektů na konkrétní typy chemických podnětů. Analýza se zaměřuje především na srovnání preference mezi sekci s experimentálním roztokem a kontrolní sekci s čistou vodou. Klíčovým parametrem je průměrný počet jedinců v daných zónách a statistická průkaznost těchto rozdílů, ověřená pomocí párového t-testu. U všech testovaných roztoků byla pozorována pozitivní chemotaxe, jejíž intenzita se však u jednotlivých stimulů mírně lišila.

##### **3.2.1. Predátor krmený hmyzem**

V první části experimentu byl testován extrakt z exkrementů agamy krmené cvrčky banánovými. Dynamiku pohybu stínek zachycuje liniový graf (viz Obr. 7).

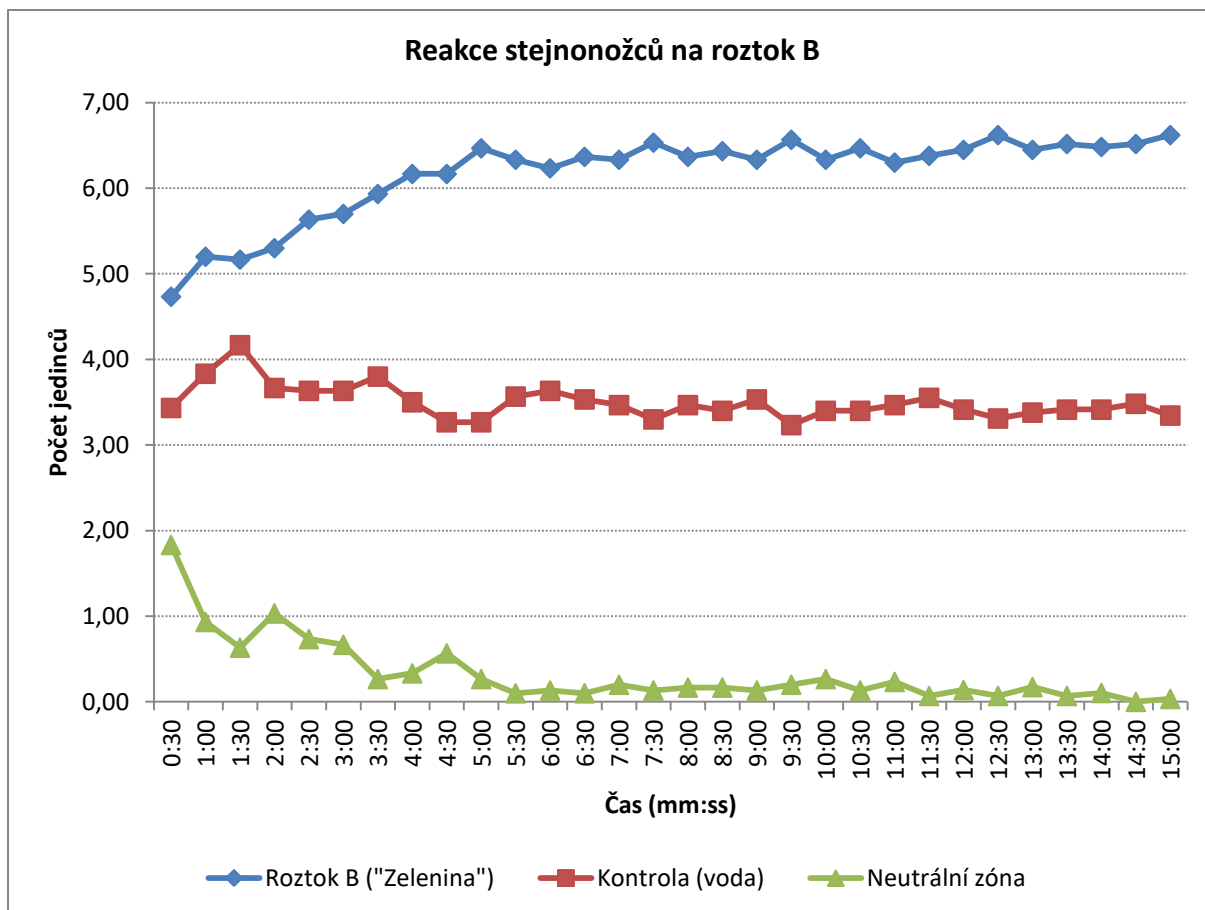


Obr. 7: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené hmyzem. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními.

Průměrný počet jedinců v sekci s roztokem z exkrementů predátora činil 5,65 ( $\pm 0,31$  SD), zatímco v kontrolní sekci s vodou se nacházelo pouze 3,98 ( $\pm 0,19$  SD) jedinců. Statistické zhodnocení párovým t-testem potvrdilo, že tento rozdíl je vysoce průkazný ( $t(29) = 20,56$ ;  $p < 0,001$ ). Výsledky naznačují, že chemické signály pocházející z použitých exkrementů agamy krmené cvrčky působí pro stínky jako silný atraktant.

### 3.2.2. Predátor na rostlinné dietě

Dalším testovaným podnětem byl extrakt exkrementů agamy krmené rostlinnou potravou (označený jako „Zelenina“). Cílem bylo kvantifikovat vyhýbání se pachovým známkám přítomnosti predátora ve srovnání s čistou vodou. Dynamiku pohybu stínek zachycuje liniový graf (viz Obr. 8).

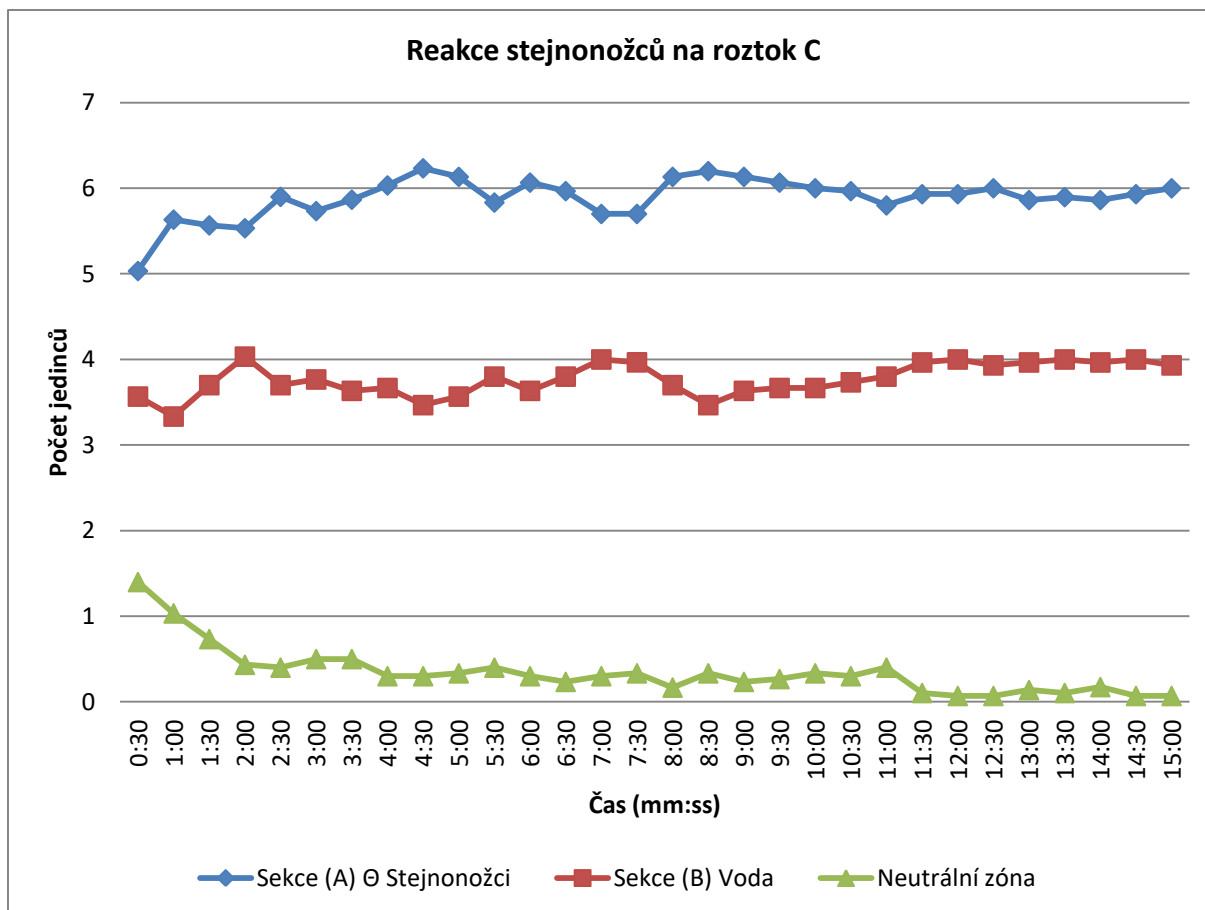


Obr. 8: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené rostlinnou stravou. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními.

V sekci s extraktem výkalů predátora krmeného rostlinnou potravou se nacházelo v průměru 6,17 jedinců ( $\pm 0,49$  SD), zatímco v kontrolní sekci pouze 3,50 jedinců ( $\pm 0,19$  SD). Statistické vyhodnocení párovým t-testem prokázalo vysoce významný rozdíl mezi těmito skupinami ( $t(29) = 23,01$ ;  $p < 0,001$ ). Výsledky potvrzují, že roztok z výkalů z rostlinné diety vyvolává u stejnonožců silnou pozitivní chemotaxi.

### 3.2.3. Predátor krmený stínkami

Poslední série experimentů se zaměřila na reakci subjektů na známky skutečné predace. Pomocí extraktu připraveného přímo z exkrementů agamy krmené stínkami bylo zjišťováno, zda se jim stínky aktivně vyhýbají. Dynamiku pohybu stínek zachycuje liniový graf (viz Obr. 9).



Obr. 9: Časový vývoj prostorové distribuce stejnonožců v experimentu s roztokem z exkrementů agamy krmené stejnonožci. Body představují průměrný počet jedinců v dané sekci napříč všemi 30 opakováními.

Pohled na graf odhaluje extrémní stabilitu chování. Experimentální sekce (modrá linie) si udržovala vysokou obsazenost s minimálními výkyvy, zatímco kontrolní sekce (červená linie) vykazovala konstantně nižší počet jedinců. Tato rovnováha byla během měření téměř neměnná.

V sekci exkrementy predátora bylo naměřeno v průměru 5,89 jedinců ( $\pm 0,24$  SD), zatímco v sekci s vodou 3,77 jedinců ( $\pm 0,19$  SD). Párový t-test v tomto případě dosáhl nejvyšší hodnoty ze všech měření ( $t(29) = 35,61$ ;  $p < 0,001$ ).

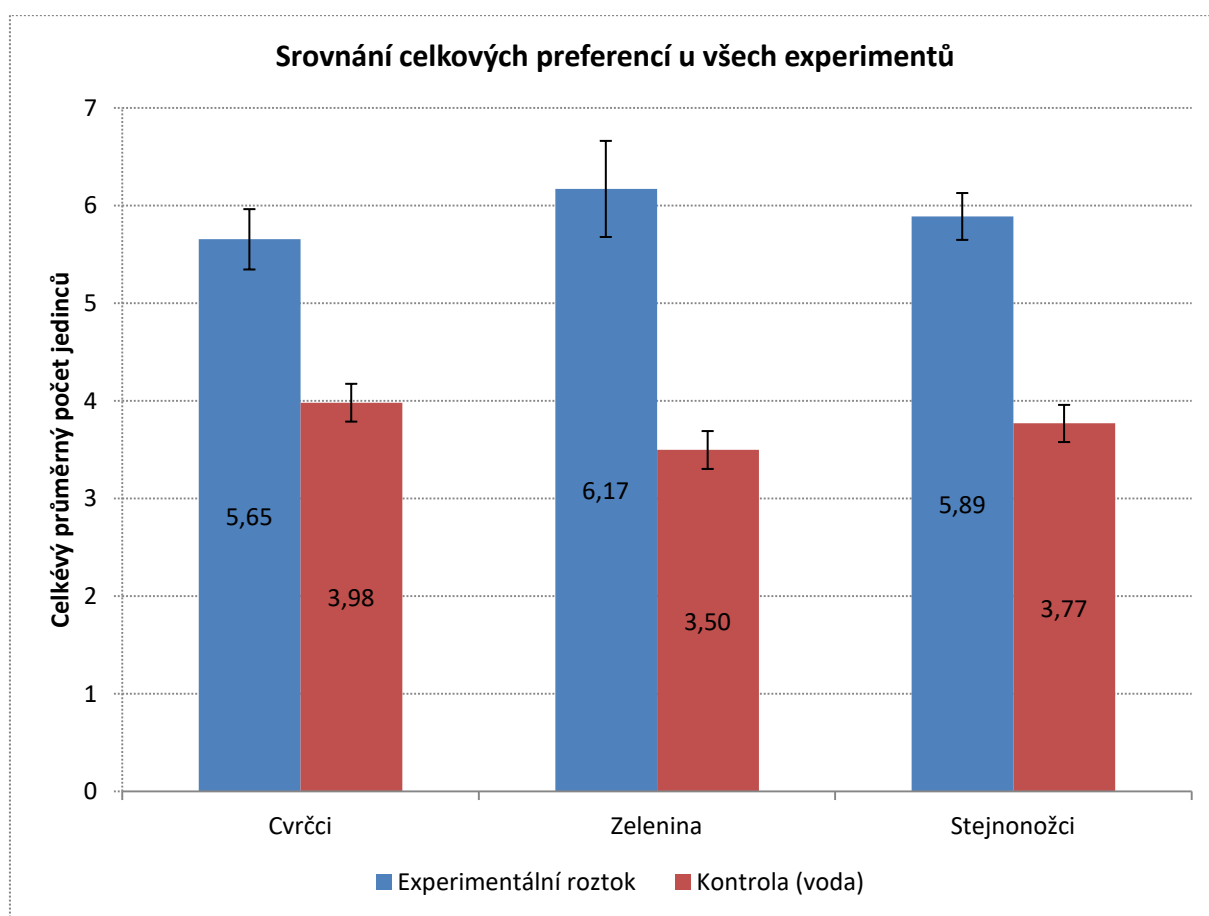
### 3.3. Srovnání efektu testovaných roztoků

Závěrečná analýza se zaměřila na porovnání efektivity jednotlivých roztoků. Ačkoliv všechny tři testované látky vyvolaly u stejnonožců statisticky významnou preferenci ve srovnání s kontrolou, intenzita jejich odpovědi a stabilita chování se lišily.

Pro testování nulové hypotézy, že preference jsou u všech typů extraktů stejné, byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Výsledek ANOVY potvrdil, že preference nejsou stejné a statisticky významně závisí na typu testovaného extraktu (obr. 10).

Vzhledem k prokázaným rozdílům byl následně aplikován Tukeyho post-hoc test (HSD) pro detailní srovnání dvojic jednotlivých skupin. Tento test potvrdil, že se od sebe statisticky liší všechny tři sledované varianty:

- **Zelenina vs. Cvrčci:** Extrakt z exkrementů po rostlinné dietě vykazuje výrazně vyšší atraktivitu než extrakt po dietě cvrččí (rozdíl průměrů 0,52;  $p < 0,0001$ ).
- **Zelenina vs. Stejnonožci:** Extrakt z výkalů agamy po rostlinné dietě je pro stínky atraktivnější i ve srovnání s extraktem z výkalů agamy po dietě na stejnonožcích (rozdíl průměrů 0,28;  $p = 0,0095$ ).
- **Stejnonožci vs. Cvrčci:** Vnitrodruhový extrakt působí jako silnější atraktant než extrakt z exkrementů po dietě cvrččí (rozdíl průměrů 0,23;  $p = 0,0381$ ).



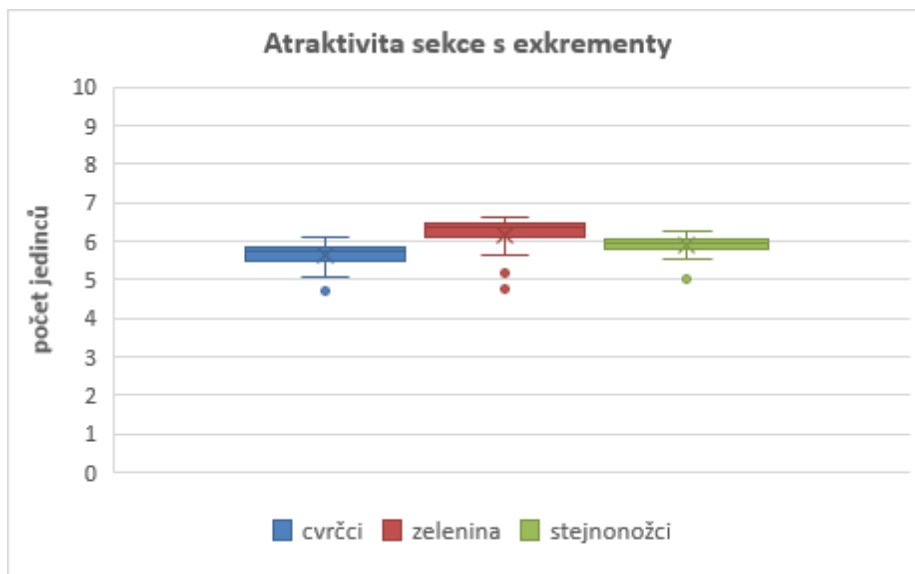
Obr. 10: Srovnání celkové průměrné preference experimentálních sekcí napříč všemi testovanými roztoky.

*Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku (SD).*

U všech typů roztoků je patrná jasná preference experimentální sekce nad kontrolní. Nejvyšší průměrná obsazenost byla zaznamenána u exkrementů býložravé agamy (6,17), zatímco u kontrolních sekcí s čistou vodou se průměrný počet jedinců pohyboval v rozmezí 3,50 až 3,98 stínky. Tyto výsledky potvrzují, že všechny zvolené extrakty exkrementů působí na stejnonožce atraktivně.

Naopak vnitrodruhový extrakt (roztok „Stejnonožci“) vykazoval mimořádnou stabilitu. I když byla průměrná preference o něco nižší než u rostlinného extraktu (5,89), extrémně nízká směrodatná odchylka (0,24) a vysoká hodnota t-statistiky potvrzují, že signály přítomnosti stejnonožců působí na stínky atraktivně. Extrakt z exkrementů agamy na cvrčci dietě skončil v tomto srovnání jako nejslabší atraktant (5,65), přesto však i on vyvolal vysoce průkaznou reakci.

Variabilitu a stabilitu naměřených hodnot atraktivity pro jednotlivé dietní režimy predátora zobrazuje krabicový graf (Obr. 11).



Obr. 11: Graf atraktivity pro různé sekce s exkrementy

Krabicový graf znázorňuje distribuci celkového počtu jedinců v experimentálních sekcích během měření. Je patrné, že u specifického extraktu (Stejnonožci) je rozptyl hodnot nejmenší (rozptyl = 0,058), což ukazuje na mimořádně stabilní a předvídatelnou reakci. Naopak u rostlinného extraktu (Zelenina) vidíme nejširší rozpětí hodnot (rozptyl = 0,242). I přes tuto vyšší dynamiku odpovědi však medián i kvartily jasně potvrzují, že rostlinný extrakt dosahuje nejvyšších hodnot atraktivity ze všech testovaných variant.

## 4. Diskuze

Předložená práce se zabývala vlivem predátora na chování suchozemských stejnonožců. V roli modelového predátora byla využita agama vousatá (*Pogona vitticeps*), jejíž trus sloužil jako zdroj specifických kairomonů. Výsledky experimentu však naznačují, že reakce stejnonožců na tyto signály mohou být mnohem komplexnější a neodpovídají jednoduchému modelu absolutního vyhýbání se pachu predátora.

Výběr stanoviště u jedinců *P. scaber* nebyl primárně ovlivněn vyhýbavou reakcí na pach predátora, jak bylo původně předpokládáno. Namísto očekávané repelence byla v některých variantách zaznamenána neutrální odpověď, či dokonce preference ošetřené části arény. Nejvýraznější pozitivní chemotaxe byla pozorována u roztoku z exkrementů agamy na rostlinné dietě, což naznačuje, že potravní signály (částečně strávená rostlinná biomasa jako atraktant pro stínky, které ji obvykle rozkládají) mohou převážit nad varovnými podněty. V rámci evolučního mechanismu „trade-off“ tak testovaní jedinci pravděpodobně upřednostnili potenciální zisk potravy před rizikem plynoucím z pachu agamy.

Za pozornost stojí také absence repelentní reakce u extraktu z trusu po konzumaci jedinců téhož druhu. V tomto případě nebyl potvrzen předpoklad o bezprostředním účinku nekromonů jako faktorů vyvolávajících antipredační chování. Naopak se zdá, že v rámci komplexní chemické směsi exkrementů převládly stabilnější složky spojené s agregací nebo nutriční atraktivitou, které modifikovaly očekávanou vyhýbavou reakci. Jak uvádí Devigne et al. (2011) a Broly et al. (2012), agregace u suchozemských stejnonožců není pouze pasivní odpovědí na faktory prostředí, ale je řízena silnou vnitrodruhovou atrakcí (inter-attraction). Tato sociální motivace může být natolik dominantní, že vede k rozhodnutím, která se z hlediska rizika predace jeví jako méně výhodná. Vyšší ochota stínek pobývat v blízkosti tohoto typu exkrementu tak pravděpodobně souvisí s detekcí pachových stop jedinců téhož druhu (např. agregačních feromonů), které pro testované jedince představovaly silnější podnět než varovné signály přítomnosti plaza.

Tento výsledek stojí v rozporu se závěry Yao et al. (2009), kteří definovali nekromony (zejména kyselinu olejovou a linolovou) jako univerzální varovné signály vyvolávající u suchozemských stejnonožců silné únikové chování. Podle jejich modelu by měl být trus predátora obsahující zbytky stejného druhu stejnonožce vysoce repelentní. Absenci očekávané averze v mém experimentu lze vysvětlit chemickou degradací nekromonů během trávicího procesu predátora, čímž došlo k oslabení varovné informace.

Yao et al. (2009) totiž usmrcovali stínky rozmačkáním, nikoliv konzumací a strávením. Zároveň se zdá, že v komplexním pachu exkrementu převážil sociální dimenzionální rozměr; stínky pravděpodobně v trusu detekovaly pobytové stopy jiných stínek, které v rámci rozhodovacího dilematu mezi rizikem a sociálním pudem vyhodnotily jako prioritní.

Vysvětlením může být existence protichůdných signálů, kdy agregační instinkt dominuje nad varováním před predátorem. Ačkoliv Yao et al. (2009) uvádějí, že signál smrti musí být dostatečně silný k inhibici agregace, v mém experimentu se stínky u exkrementů s příslušníky stejného druhu potulovaly s větší ochotou. Tento neklid lze interpretovat skrze poznatky Friedlandera (1965), který uvádí, že agregace je iniciována chemicky, ale vyžaduje mechanický kontakt s tělem partnera. Testovaní jedinci pravděpodobně cítili pobytové stopy svých druhů a aktivně je hledali, ale kvůli absenci fyzických partnerů je nenacházeli. Zároveň mohla být kvalita pocíťovaného signálu trávením poškozena, což v souladu s Friedlanderem (1965), jenž popisuje nižší ochotu k agregaci u poškozených jedinců (např. s amputovaným tykadlem), vyvolalo u stínek rozhodovací dilema: zda se vyhnout predátorovi, nebo pokračovat v hledání úkrytu tam, kde pocíťují přítomnost skupiny.

Alternativním vysvětlením by také mohl být sklon stínek ke kanibalizmu. Stínky totiž relativně často napadají oslabené jiné stínky, či konzumují stínky mrtvé. Hlavními důvody jsou jednak získání symbiotických bakterií (Horváthová et al. 2015), které se volně v okolí nevyskytují, jednak pomocí konzumace jiných stínek mohou získat vápník. Vápník je nezbytný pro inkrustaci vlastní kutikuly.

Nejvyšší míru atraktivity v experimentu vykazoval roztok z exkrementů agamy krmené rostlinnou složkou. Jakožto detritofágové jsou stejnonožci primárně orientováni na vyhledávání rozkládající se organické hmoty. Chemické signály rostlinných metabolitů v trusu pravděpodobně evokovaly přítomnost optimálního potravního zdroje, což u testovaných jedinců vyvolalo silnou pozitivní chemotaxi. Tato reakce potvrzuje, že potravní motivace může být v určitém kontextu silnější než averze k pachu predátora.

Tento poznatek rozšiřuje diskuzi Yao et al. (2009) o vlivu vnitřní motivace na rozhodování jedince. Pokud je stejnonožec motivován vyhledáváním potravy, může být jeho citlivost k varovným chemickým signálům predace výrazně snížena. V rámci evolučního mechanismu „trade-off“ mezi rizikem a ziskem vyhodnotili testovaní jedinci potravní stimuly jako prioritní nad potenciálním nebezpečím plynoucím z pachu predátora. Jak však naznačují výsledky u exkrementů s jedinci téhož druhu, tento rozhodovací proces není omezen pouze

na potravu, ale zahrnuje i silnou sociální potřebu agregace, která může v hierarchii priorit rovněž převážit nad signály nebezpečí.

Nejnižší aktivita (neutralita až mírná repelence) byla zaznamenána u roztoku z trusu po konzumaci cvrčků. Tento výsledek lze vysvětlit absencí jak sociálních (agregačních), tak nutričně lákavých (rostlinných) signálů. Ačkoliv suchozemští stejnonožci vylučují dusíkaté zplodiny ve formě amoniaku, který v nízkých koncentracích může sloužit jako agregační atraktant, dusíkaté látky z hmyzího chitinu pravděpodobně neposkytovaly testovaným jedincům relevantní informaci o přítomnosti skupiny či potravy, což vedlo k nezájmu o tuto část arény.

Zásadním faktorem v interpretaci výsledků je stabilita použitých vzorků. Je možné, že těkavé látky nesoucí informaci o nebezpečí (kairomony a nekromony) degradovaly v laboratorních podmínkách během skladování v chladničce rychleji než jiné organické složky. Pokud nekromony, jako jsou mastné kyseliny, vyprchaly dříve, než byl experiment dokončen, mohly v trusu převážit stabilnější složky, které původně varovný signál změnily na neutrální či dokonce atraktivní.

Yao et al. (2009) ve své metodice připouštějí, že stínky vylučují dusíkaté zplodiny ve formě amoniaku, který v nízkých koncentracích působí jako atraktant signalizující přítomnost skupiny. Pokud těkavé nekromony (mastné kyseliny) degradovaly dříve, než byl experiment dokončen, mohl zbylý amoniak v trusu agamy působit jako sociální lákadlo. Tuto teorii o převaze atraktivních složek významně podporují výsledky, které publikovali Ebisuno et al. (1982). Ti identifikovali v trusu stejnonožců specifický agregační feromon, který je zodpovědný za iniciaci a udržování shlukování jedinců. Klíčovým zjištěním je extrémní stabilita tohoto feromonu, který odolává vysokým teplotám i působení trávicích enzymů. Je tedy vysoce pravděpodobné, že zatímco varovné nekromony byly trávením agamy poškozeny, stabilní agregační feromon přečkal průchod trávicím traktem v intaktním stavu a v komplexní směsi exkrementu následně převážil jako dominantní signál vyvolávající pozitivní chemotaxi.

Absence jednoznačné antipredační reakce může být způsobena chybějící koevolucí mezi testovaným subjektem a modelem predátora. Agama vousatá (*Pogona vitticeps*) pochází z Austrálie a pro středoevropské populace stejnonožců nepředstavuje přirozeného nepřitele. Zatímco nekromony jsou podle Yao et al. (2009) považovány za univerzální varovné signály, efektivní rozpoznání konkrétního predátora prostřednictvím kairomonů často vyžaduje dlouhodobou genetickou zkušenost nebo předchozí expozici danému druhu. Vzhledem k tomu, že se tyto živočichové ve volné přírodě nesetkávají, nemusely být chemické

stopy přítomnosti agamy interpretovány jako bezprostřední ohrožení, což v kombinaci s lákavými sociálními a potravními stimuly v exkrementu vedlo k výsledné preferenci experimentální zóny.

Zatímco výsledky této práce u druhu *Porcellio scaber* naznačují spíše atraktivitu k exkrementům predátora (zejména u býložravé diety), studie Zamora-Camacho (2023) u svinky *Armadillidium vulgare* naopak prokazuje repelentní účinek kairomonů z trusu ropuchy, vedoucí k inhibici aktivity a prodloužení volvace. Tento kontrast lze interpretovat především rozdílným typem predátora. Současně je třeba zohlednit rozdíly v projevech antipredačního chování mezi studovanými druhy. U svinek představuje volvace primární obranný mechanismus, přičemž její délka koreluje s mírou vnímaného rizika. Tento parametr byl ve studii Zamora-Camacho (2023) využit jako citlivý indikátor antipredační reakce, zatímco v podmínkách tohoto experimentu, zaměřeného na plošnou preferenci v aréně, mohl být efekt potenciálního strachu překryt jinými behaviorálními stimuly.

Rozdíly v pozorované antipredační odpovědi mohou pramenit z odlišných metodických přístupů. Zatímco Yao et al. (2009) využívali precizně definované jednotky izolovaných látek („Body Equivalents“), v tomto experimentu byla testována komplexní směs exkrementů v roztoku. V takto složitém substrátu mohlo dojít k interakci a následnému překrytí varovných signálů (nekromonů) jinými složkami, které jsou pro stejnonožce nutričně či sociálně atraktivní. Dalším faktorem je způsob aplikace stimulu; celoplošné máčení filtračního papíru v roztoku neumožňovalo exaktní kontrolu koncentrace absorbovaných látek, na rozdíl od bodové aplikace přesných objemů v referenční studii. Navíc, jak naznačuje Friedlander (1965), reakce stínek a svinek na podněty je ovlivněna nejen chemorecepcí, ale i hmatovými vjemy a vlhkostí substrátu, což jsou proměnné, které v komplexnějším prostředí mého experimentu mohly hrát významnější roli než v publikovaném izolovaném nastavení (Yao et al., 2009).

Významným faktorem mohla být stabilita vzorků v čase. Yao et al. (2009) uvádějí, že odpověď na signály smrti se u suchozemských stejnonožců plně rozvíjí s prodlevou 12 až 24 hodin. V mém experimentu mohlo během skladování v chladničce dojít k postupné degradaci těkavých nekromonů dříve, než byl test dokončen. Naproti tomu sociální stimuly, jako je agregační feromon popsany Ebisunem et al. (1982), vykazují vysokou stabilitu a odolnost vůči rozkladu. Tato asymetrie ve stabilitě látek pravděpodobně vedla k tomu, že v roztoku po čase převládla sociální informace nad varovnou. Výsledné rozhodování stejnonožců mohly ovlivnit i vnější

faktory, které Yao et al. (2009) v zastíněných arénách eliminovali. V mém nastavení mohly specifické světelné podmínky laboratoře zvyšovat aktivitu jedinců, jak dokládají Broly et al. (2012), či vstupovat do interakce s vlhkostí substrátu, což mohlo modifikovat výslednou behaviorální reakci.

Získané výsledky naznačují, že percepce chemických podnětů u suchozemských stejnonožců není striktní, nýbrž představuje výsledek komplexní interakce mezi sociálními, potravními a varovnými signály. V rámci evolučního mechanismu rozhodování se zdá, že stimuly spojené s agregací a potravou mohou mít vyšší prioritu než detekované riziko predace. Pro budoucí výzkum by bylo žádoucí realizovat srovnávací studie s přirozenými predátory a zaměřit se na dynamiku degradace chemických signálů v čase, což by umožnilo přesněji definovat trvanlivost varovné informace v roztocích a její schopnost konkurovat stabilnějším atraktantům.

Vzhledem k neočekávaným výsledkům experimentální části, kdy stínky vykazovaly k trusu agamy spíše pozitivní chemotaxi než předpokládanou repelenci, se do budoucna otevírá prostor pro další výzkum. Klíčovým krokem by mělo být zopakování experimentů s využitím čerstvého trusu získaného od širší a početnější skupiny agam vousatých, aby se minimalizoval vliv individuálních specifik a eliminovala možná degradace těkavých kairomonů během skladování. Dále by bylo žádoucí rozšířit testování na trus jiných, v našich podmínkách přirozených predátorů (např. ježka západního nebo kura domácího), u nichž lze předpokládat silnější evoluční interakci a jasnější antipredační odezvu.

## 5. Využití suchozemských stejnonožců ve výuce

### 5.1. Kurikulární ukotvení v RVP

Vzdělávací oblast Člověk a příroda, reprezentovaná fyzikou, chemií, přírodopisem a zeměpisem, využívá badatelsky orientovanou výuku (BOV) jako klíčový nástroj k hlubšímu porozumění přírodním zákonitostem a jejich aplikaci v praxi. Prostřednictvím specifických poznávacích metod si žáci osvojují dovednosti objektivního pozorování, experimentování a měření. Zásadním prvkem je schopnost formulovat a následně ověřovat hypotézy, analyzovat získaná data a vyvozovat relevantní závěry. Tímto způsobem se žáci učí odhalovat příčiny přírodních procesů a hledat odpovědi na kauzální otázky typu „proč“ a „co se stane, jestliže“ (Jeřábek et al., 2017).

Badatelsky orientovaná výuka představuje pro pedagoga významný didaktický nástroj i koncepční požadavek, jehož cílem je transformovat vzdělávací proces v činnost, která je pro žáky vnitřně smysluplná a motivující. Přestože je příprava badatelsky zaměřených lekcí časově i metodicky náročná, efektivně podporuje přirozenou zvědavost žáků a rozvíjí jejich klíčové kompetence. Badatelský proces staví žáka do aktivní role; ten samostatně identifikuje problémy, definuje výzkumné otázky a navrhuje i realizuje vlastní experimenty. Schopnost prezentovat a obhájit výsledky své práce vede k rozvoji komplexního souboru dovedností, které přímo korespondují s klíčovými kompetencemi vymezenými v revidovaném RVP ZV.

Samotná struktura Rámcového vzdělávacího programu v oblasti Člověk a příroda je koncipována jako přímá podpora badatelského přístupu. Požadované výstupy, mezi něž patří kladení otázek, tvorba hypotéz či analýza vztahů mezi přírodními jevy, tvoří pilíře moderního přírodovědného vzdělávání a vedou žáky k hlubšímu porozumění fungování okolního světa (Badatelé, 2025).

### 5.2. BOV jako moderní pedagogický koncept

Dnes musíme přiznat, že badatelství je modernější verze laboratorních prací. Samozřejmě i ty mají své právem zasloužené místo v přírodovědných předmětech, perfektně fungují k osvojení pracovní kompetence při manipulaci s materiálem. Přesto badatelství otevírá žákům úplně jiné možnosti a hlavně rozvíjí více klíčových kompetencí.

BOV přidává hodnotu toho, že žáci mají mnohem více prostoru pro samostatnost. Tento přístup podporuje jejich přirozenou zvědavost a rozvíjí kompetenci k učení, kdy si žáci sami řídí proces poznávání a propojují nové poznatky s předchozí zkušeností.

Oproti jiným přístupům BOV dává žákům moc nad plánováním, čímž si budují kompetence k řešení problémů. Žáci si kladou otázky, přemýšlejí a navrhují si vlastní hypotézy a pak i možnosti, jak si je ověřit. Učitel v tomto procesu není dominantní autoritou, ale průvodcem, který facilituje diskuzi a podporuje kompetenci komunikativní a sociální, zatímco žáci se učí spolupracovat a naslouchat názorům druhých.

Badatelský přístup umožňuje žákům nahlížet na neúspěšné pokusy jako na podněty pro další bádání, což je zásadní pro pochopení variability přírodních procesů. Pokud narazí na atypické výsledky, jsou nuceni opravovat své předpoklady a hledat příčiny v metodice či biologických faktorech. Využití technologií pro záznam a zpracování dat v grafech pak nejen rozvíjí digitální gramotnost, ale umožňuje žákům objektivně posoudit, zda byl jejich původní odhad správný. Přenosem zodpovědnosti na žáka a změnou vnímání chyby se tak výuka stává autentickou simulací vědecké práce, kde je proces hledání odpovědí stejně hodnotný jako samotný výsledek (Badatelé, 2026).

### **5.3. Práce s živými zvířaty ve výuce a její specifikace**

Současné děti, zejména ty vyrůstající ve městech, mají často omezený kontakt s přírodním prostředím. Zájem o chov zvířete, který u nich přirozeně vzniká díky zvědavosti a potřebě pečovat o živý organismus, přitom nebývá vždy podporován rodinným prostředím, a právě v takových situacích může významnou roli sehrát škola (Kellnerová, 2013).

Hlavním posláním environmentální výchovy je transformace vnitřních postojů žáků, nikoliv pouhé předávání faktických informací. Přímá interakce se zvířaty v dětech ukotvuje respekt k životu a formuje jejich budoucí hodnotový žebříček, což se v dospělosti projevuje zodpovědným rozhodováním s ohledem na ekologii (Pipková, 2008).

Chov zvířat vyžaduje pravidelnou, ideálně každodenní péči a průběžnou kontrolu jejich zdravotního stavu i životních podmínek. Je nutné přizpůsobovat prostředí aktuálním podmínkám, například zajistit ochranu před mrazem či dostatek vody a stínu během vysokých teplot. Důležitá je také spolupráce s veterinárním lékařem a respektování přirozených potřeb zvířat, která nesmí být nadměrně rušena. Součástí odpovědného chovu je rovněž dodržování hygienických pravidel, protože některé choroby a parazité mohou být přenosné mezi zvířaty a člověkem.

Živí živočichové – ať už jsou chováni v zajetí, jako například strašilky či myši, nebo dočasně odebrání ze svého přirozeného prostředí, jako jsou stínky a hlemýždi, nebo studování přímo ve volné přírodě – představují ideální studijní materiál pro širokou škálu výzkumných aktivit (Lock, 1994).

Dodržování základních hygienických zásad je při chovu zvířat nezbytné. Chovatelská zařízení je nutné pravidelně udržovat v čistotě a provádět jejich dezinfekci. Stejně důležitá je kontrola kvality vody a krmiva, které musí být čerstvé a vhodné pro daný druh. Součástí prevence je také izolace nově přichozích zvířat, sledování zdravotního stavu chovu a spolupráce s veterinárním lékařem.

Při práci se zvířaty ve školním prostředí je nutné dbát také na bezpečnost dětí. Žáci by měli být předem poučeni o správné manipulaci se zvířaty, o zásadách hygieny a o vhodném chování v jejich blízkosti. Chovatelská zařízení i pomůcky musí být uzpůsobeny tak, aby s nimi děti mohly bezpečně pracovat, a zároveň je nutné oddělovat pomůcky používané při péči o zvířata od vybavení určeného pro lidskou potřebu.

Manipulace se zvířaty vyžaduje respekt k jejich biologickým a behaviorálním specifikům. Každý druh, případně i jednotlivý jedinec, může vyžadovat odlišný způsob zacházení, který zajistí bezpečnost jak člověka, tak zvířete. Zvláštní opatrnost je nutná zejména u druhů, které neprošly domestikací nebo mohou reagovat nepředvídatelně.

Chov zvířat se řídí také platnou legislativou České republiky. Základními předpisy jsou zejména zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, který stanovuje povinnosti chovatelů při zacházení se zvířaty, a zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči, upravující podmínky ochrany zdraví zvířat a prevenci nákaz. Tyto právní normy určují základní pravidla pro odpovědný chov a péči o zvířata (Kellnerová, 2013).

#### **5.4. Pedagogický význam stínek a jejich dostupnost**

Stínky, jako suchozemští korýši, jsou vhodné k pozorování žáky hned z několika důvodů. Jsou běžné, hojně rozšířené a snadno pozorovatelné. Jako skupinu je lze snadno rozpoznat, i když studenti obvykle nevědí, že existuje několik různých druhů. Z praktického hlediska jsou stínky živější než méně aktivní organismy, přitom se snadno hledají a chytají. Navíc jsou odolné a nevyvolávají u lidí strach či fobie (Hawkey, 2001).

Představují vynikající modelový organismus pro implementaci badatelsky orientované výuky (BOV). Jejich hlavní pedagogický přínos spočívá v možnosti zapojit žáky do komplexního cyklu vědecké práce, který zahrnuje primární pozorování, selekci relevantních vjemů a identifikaci biologických zákonitostí. Na základě těchto pozorování jsou

studenti schopni formulovat vlastní hypotézy, které slouží jako východisko pro návrh dalších experimentů. Tento proces vyžaduje systematický sběr, třídění a prezentaci dat, která žáci následně interpretují s využitím svých teoretických znalostí biologie (Lock, 1994).

## 6. Návrh didaktických materiálů

### 6.1. Pracovní list

Pro realizaci badatelsky orientované výuky byl vytvořen pracovní list (Příloha B) určený pro žáky, jehož cílem bylo vést žáky k aktivnímu pozorování a jednoduchému experimentování se suchozemskými stejnonožci. Hlavním motivem bylo přiblížit žákům tyto opomíjené korýše jako fascinující modelové organismy, které jsou snadno dostupné pro pozorování i školní experimenty.

Koncepce pracovního listu vychází z kombinace osvědčených pedagogických postupů a aktuálních vědeckých poznatků. Významným inspiračním zdrojem pro strukturu úkolů a výběr pokusů byla diplomová práce Korbelyi (2018), která obsahuje návrhy úkolů a experimentů zaměřených na chování a ekologii stejnonožců v rámci badatelsky orientované výuky.

#### 6.1.1. Struktura pracovního listu

První úkol byl zaměřen na zjišťování potravních preferencí stínek. Žáci měli na základě pozorování a jednoduchého pokusu vyhodnotit, které druhy potravy stínky preferují. Cílem bylo vést žáky k formulaci hypotézy, pozorování chování organismu a následnému vyhodnocení výsledků.

Druhý úkol využíval jednoduchý T-labyrint, ve kterém žáci sledovali orientaci pohybu stínek. Aktivita byla zaměřena na pozorování orientačního chování organismu a na diskusi o smyslových orgánech stejnonožců, zejména o funkci tykadel. Tato aktivita vychází ze studií, které se zabývají rozdíly mezi pravým a levým tykadlem u stejnonožců. Například Godet et al. (2011) popisují jev označovaný jako fluktuující asymetrie, tedy drobné rozdíly mezi pravou a levou stranou těla, které mohou vzniknout vlivem prostředí. Zidar a Mihelič (2025) se ve své práci zaměřují na regeneraci tykadla a ukazují, že i po jejich poškození mohou tykadla znovu dorůst a zachovat si svou smyslovou funkci. Úkol tak žákům ukazuje, že i u zdánlivě souměrného živočicha mohou existovat drobné rozdíly mezi jednotlivými stranami těla, které mohou ovlivňovat vnímání okolního prostředí.

Třetí úkol je zaměřen na chování živočichů, konkrétně na obrannou reakci zvanou thanatóza, tedy předstírání smrti. Inspirací pro tuto aktivitu byla diplomová práce Lucie Drábkové (2014), která popisuje, jak se toto chování u různých druhů suchozemských stejnonožců projevuje a jak se může lišit jeho průběh.

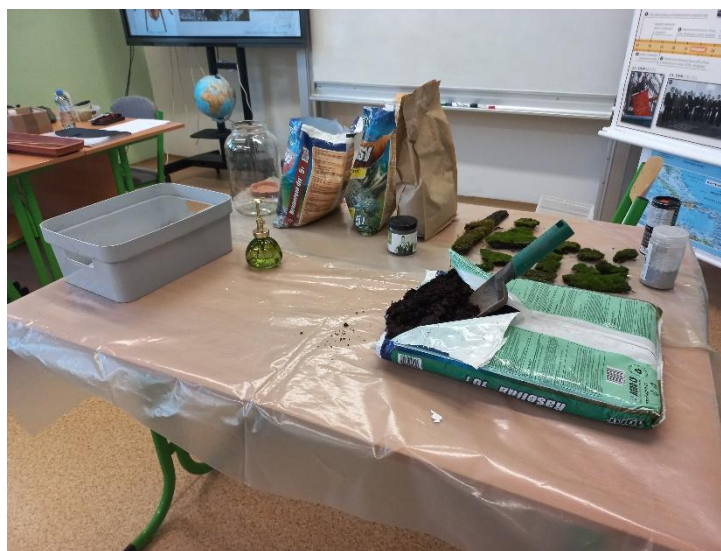
V praktické části žáci napodobují útok predátora, například jemným dotykem pinzety nebo štětcem, a sledují reakci stínek. Ty při ohrožení často znehybní, přitisknou končetiny k tělu a na chvíli přestanou reagovat na okolí. Součástí úkolu je také měření a zaznamenání délky tohoto stavu u jednotlivých jedinců. Žáci pak mohou porovnat, zda délku „předstírání smrti“ ovlivňuje například velikost stínky nebo síla podnětu. Aktivita tak ukazuje, že v přírodě může být někdy účinnou obranou i nehybnost, protože mnoho predátorů reaguje především na pohyb kořisti.

Čtvrtý úkol propojuje teoretické znalosti s praktickým využitím stejnonožců v chovatelství. V současné teraristice nejsou stínky vnímány pouze jako potrava pro některé druhy plazů a obojživelníků, ale často slouží také jako součást tzv. bioaktivních terárií. V těchto systémech fungují jako „úklidová četa“, která rozkládá organické zbytky, například odumřelé části rostlin nebo trus, a pomáhá tak udržovat prostředí stabilní a čisté.

V rámci tohoto úkolu žáci vystupují v roli návrhářů a jejich úkolem je vytvořit jednoduchý návrh bioaktivního terária a sami si toto terárium postavit. Nezbytné vybavení a suroviny pro praktickou činnost žáků při zakládání bioterária jsou zachyceny na snímku (viz Obr. 12).

Aktivita má žákům ukázat, že stejnonožci nejsou pouze nenápadní půdní živočichové, ale mohou hrát důležitou roli v koloběhu látek a fungování malých ekosystémů.

Všechny navržené úlohy jsou koncipovány tak, aby žáky aktivně zapojily do procesu poznávání. Nejenže se seznamují se základními projevy chování a biologií suchozemských stejnonožců, ale současně si osvojují klíčové vědecké dovednosti: od pečlivého pozorování detailů, přes formulaci hypotéz až po interpretaci získaných dat a jejich aplikaci v praktických situacích, jako je návrh funkčního chovného zařízení.



Obr. 12: Ukázka pomůcek pro výrobu bioterária

## 6.2. Hobby chov suchozemských stejnonožců

Vlastnímu zájmovému chovu suchozemských stejnonožců se autorka této práce věnuje kontinuálně od roku 2023, kdy byl tento fenomén v rámci českých teraristických burz (např. Fauna trhy) teprve v počátcích své popularity. V současné době má autorka 10 bioaktivních terárií, ve kterých je zastoupeno 5 druhů stejnonožců v různých barevných modifikacích. Mezi nejběžnější druhy v chovech patří například linie *Porcellio scaber* „Lava“ a „Dairy cow“ nebo *Porcellio laevis* „orange“, která je díky svému atraktivnímu zbarvení a odolnosti ideálním zástupcem pro demonstrační účely.

Hlavní inspirací pro rozvoj tohoto chovu byla nejen předchozí bakalářská práce zaměřená na preferenci listového opadu, ale také tvorba digitálního tvůrce Bena Newella (autor publikace Hello Tiny World), který popularizuje estetiku a funkčnost uzavřených ekosystémů.

Právě tato osobní zkušenost vedla k zařazení výroby bioaktivního terária jako jednoho z klíčových úkolů pro žáky v rámci navržených didaktických materiálů. Cílem je zprostředkovat žákům přímý kontakt s přírodou prostřednictvím „boxu plného života“, který lze udržovat v interiéru i během zimních měsíců. Tato metoda umožňuje žákům nahlédnout do fascinujícího světa suchozemských korýšů a pochopit jejich roli v ekosystému skrze pozorování v reálném čase.

### 6.2.1. Výběr druhů a materiálu

Pro realizaci bioaktivních terárií byly voleny druhy a formy živočichů, které sama běžně chovám a které splňují didaktická kritéria: jsou nenáročné na péči, dosahují dostatečné velikosti pro pozorování žáky a zároveň disponují vizuálně atraktivními znaky.

- *Armadillidium granulatum*: Robustní druh se schopností svinování (volvace), což je pro žáky fascinující etologický prvek.
- *Porcellio scaber* „Dairy Cow“ a „lava“ varianty: Tyto barevné mutace vykazují vysokou aktivitu a rychlou reprodukci, což umožňuje sledování životního cyklu v reálném čase. Navíc jsou pro žáky vizuálně atraktivní a nevyvolávají u nich odpor.

Tyto druhy zajišťují zajímavou biologickou složku terárií a přispívají k celkovému pochopení fungování bioaktivních systémů u žáků.

Materiál pro stavbu terárií byl vybírán s ohledem na funkční i estetické vlastnosti jednotlivých komponent. Použitý substrát a výplně zahrnují:

- drobné kamínky pro drenážní vrstvu,
- aktivní černé uhlí jako prevence proti tvorbě plísní,

- směs kamínků a hlíny (substrát určený původně pro kaktusy),
- rašelina jako hlavní organický substrát,
- listový opad sloužící zároveň jako potrava pro stínky,
- mech, kamínky a kůra pro úkryt stejnonožců,
- zdroj vápníku ve formě sépiové kosti.

Tyto materiály jsou uvedeny v závazném pořadí vrstev, ale byly voleny tak, aby podporovaly stabilitu bioaktivního prostředí a přirozené chování organismů.

Rašelina byla v navrženém systému zvolena jako základní iniciační vrstva především pro svou schopnost vázat vlhkost a svou odolnost vůči hnilobě, což v kombinaci s vysokou vlhkostí paradoxně podporuje růst mechů zajišťujících nezbytné mikroklima. Ačkoliv je čistá rašelina pro suchozemské stejnonožce z dlouhodobého hlediska nevhodná kvůli nízkému pH, které negativně ovlivňuje kalcifikaci jejich exoskeletu, její kyselost je v počátku výhodná, neboť zpomaluje růst nežádoucích bakterií a plísní (Bruins, 1999). Dostatečný přísun vápníku je pro stínky kritický (Zimmer, 2002), zejména v období ekdyse (svlékání), kdy mohou ztratit až 25 % celkového tělesného vápníku. Tito živočichové vyvinuli efektivní strategie k jeho recyklaci, například zpětným požíváním svých odvržených svleček (exuvií). V teraristické praxi je tento postup standardem pro eliminaci kyselosti substrátu a prevenci úhynu během ekdyse (Bruins, 1999).

V zavedeném bioaktivním teráriu pak dochází k procesu pedogeneze, kdy stínky svou intenzivní dekompoziční činností přeměňují listový opad, zbytky zeleniny a vlastní trus na novou vrstvu humusu s neutrálním pH (Jouquet et al., 2006). Původní rašelina v teráriu tvoří pouze spodní část, která slouží především jako vyživující médium pro mech. Aktivní životní prostor se postupem času přesouvá do vrchní vrstvy, kterou tito „mini-umělci přírody“ sami vybudovali ze zbytků potravy a listového opadu. Na základě osobních zkušeností s dlouhodobým chovem lze pro zajištění dostatečné kalcifikace doporučit dodávání vápníku ve formě drcené sépiové kosti, ideálně plně rozmělněné v hmoždíři pro lepší distribuci v substrátu. Jako velmi efektivní se jeví také využití čistého kalcia v podobě jemného prášku, který se standardně používá jako doplněk stravy pro plazy (např. k obalování krmného hmyzu). Tato forma vápníku je pro stejnonožce snadno dostupná a díky své jemné struktuře se dobře propojuje s organickou hmotou, kterou živočichové konzumují.

Výběr materiálů a koncepce stavby terárií byly inspirovány odbornou a popularizační literaturou zabývající se tvorbou terárií a malých ekosystémů. Významným inspiračním

zdrojem je publikace *Hello Tiny World* (Newell, 2022), kde autor představuje postupy tvorby terárií, včetně principů volby substrátů, dekorativních i funkčních komponent a integrace živých organismů do mini-ekosystémů. Tato kniha rovněž reflektuje praktické zkušenosti autora s bioaktivními systémy a jejich edukativním potenciálem.

### **6.2.2. Péče, krmení a rozmnožování**

Bioterárium musí být umístěno v boxu s dostatečnými otvory pro odvětrávání, aby zůstávaly vhodné podmínky pro život jeho obyvatel. Substrát a prostředí se udržují vlhké a pravidelně se doplňuje potrava, například listový opad, a přilepšovat jim můžeme zeleninovým kuchyňským odpadem (například odřezky okurky, cukety, mrkve,...).

## **6.3. Využití stejnonožců v bioaktivních teráriích**

### **6.3.1. Role stejnonožců jako „čistící čtyři“**

Z praktického hlediska je chov tohoto druhu velmi dostupný, protože stínky například „Dairy Cow“ lze pořídit u specializovaných prodejců po celý rok za příznivé ceny. Jejich chov v podmínkách školního terária vyžaduje pouze minimální investice a základní péči, která spočívá v pravidelném krmení a udržování vlhkosti podkladu. Při dodržení těchto jednoduchých podmínek se stínky velmi snadno množí a v krátkém čase vytvoří početnou, dlouhodobě prosperující populaci, což z nich činí mnohem odolnější a vhodnější objekt pro školní biologii (Frydrychová, 2019).

V rámci role stejnonožců jako „čistící čtyři“ v bioaktivních teráriích je zásadní pochopit, že jejich činnost není náhodná, ale řídí se potravními preferencemi. Bakalářská práce zaměřená na preferovaný listový opad (Królová, 2023) ukazuje, že tyto korýši preferují některé druhy organické hmoty, nikoliv pouze jako pasivní konzumenti všeho dostupného materiálu.

### **6.3.2. Propojení s chovem plazů a obojživelníků**

V chovatelské komunitě jsou stejnonožci v posledních letech oslavováni jako revoluční prvek v péči o terarijní zvířata. Na specializovaných chovatelských portálech, v tematických skupinách na sociálních sítích, ale i na populárních videoplatformách či v podcastech zaměřených na herpetologii se neustále setkáváme s potvrzením jejich výjimečné efektivity v teráriích. Chovatelé napříč těmito platformami vyzdvihují především schopnost isopodů transformovat běžnou nádrž na téměř bezúdržbový, biologicky aktivní systém. Vedle internetových diskusních fór a blogů se o jejich přínosu stále častěji dozvídáme také na teraristických burzách a v odborně zaměřených prodejnách, kde jsou doporučováni

jako nezbytný základ pro každého, kdo usiluje o přirozený a hygienicky stabilní chov. Shoda panuje v tom, že jejich přítomnost dramaticky snižuje nutnost manuálního čištění a vytváří bezpečnější prostředí pro plazy i obojživelníky tím, že přirozenou cestou eliminují organický odpad dříve, než se stane zdrojem patogenů.

## 7. Realizace didaktické části

Didaktická část této práce se zaměřuje na praktickou realizaci a následnou analýzu navrženého výukového celku „Seznámení se stínkami a tvorba bioaktivního terária“. Toto šetření proběhlo na Základní škole v Břidličné (okres Bruntál) ve dvou fázích: první dvouhodinový blok se uskutečnil 18. 11. 2025 a následná reflexní hodina proběhla 16. 12. 2025. Výzkumný vzorek tvořilo 16 žáků 6. ročníku (6 chlapců a 10 dívek).

Hlavním cílem aktivity bylo seznámit žáky s biologií stínek jakožto suchozemských korýšů a pomocí badatelsky orientované výuky (BOV) transformovat jejich často negativní postoje k bezobratlým živočichům. Výuka byla kombinací řízeného pozorování, experimentální činnosti a praktické tvorby. Žáci pracovali v pěti skupinách, přičemž každá skupina měla k dispozici živé exempláře stínek, pracovní listy, T-labyrinty pro etologické pokusy a kompletní materiál pro stavbu bioaktivního terária (drenáž, aktivní uhlí, substrát, mech a kůru).

V rámci prvního bloku žáci prováděli tři typy pokusů: testování potravních preferencí, sledování volby směru v labyrintu a pozorování obranné reakce – thanatózy. Klíčovým motivačním prvkem byla následná stavba vlastního mikrosvěta v podobě terária, která měla podpořit zodpovědnost za živé organismy a pochopení jejich role rozkladačů v ekosystému.

Z hlediska atmosféry ve třídě byla patrná počáteční nedůvěra až odpor, zejména u části dívek, které se k bezobratlým stavěly s předsudky. Nicméně v průběhu praktických činností se zapojení žáků výrazně zvyšovalo. Zatímco u chlapců dominoval zájem o technickou stránku pokusů, u části dívek došlo k zajímavému posunu od počátečního zhnusení až k personifikaci živočichů, což vyvrcholilo pojmenováním stínek v jejich teráriu.

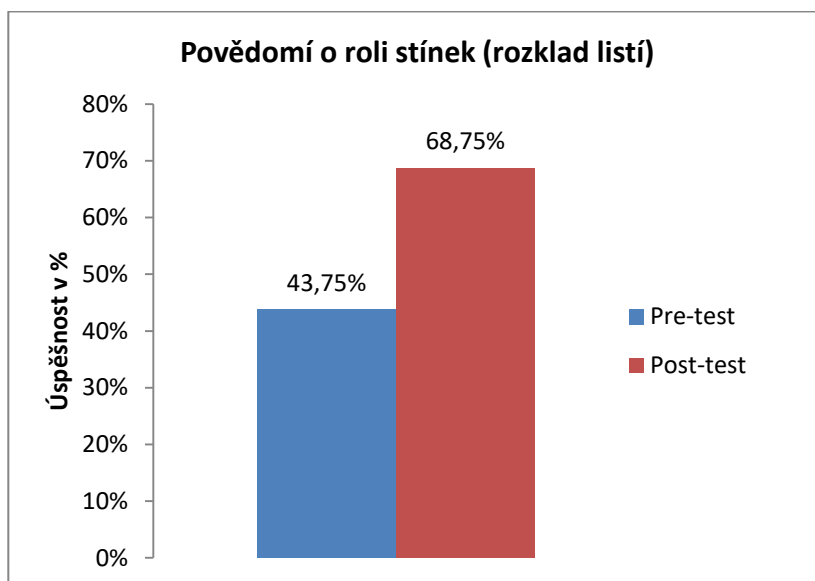
### 7.1. Výsledky pre-testu a post-testu

V této kapitole jsou prezentována a porovnána data získaná z úvodního dotazování (pre-testu) a následného ověření po měsíční zkušenosti s chovem a pozorováním stínek (post-testu). Vzory použitých testů jsou pro nahlédnutí přiloženy v Příloze F (Pre-test) a Příloze G (Post-test).

#### 7.1.1. Znalostní posun a povědomí o stínkách

Před zahájením výuky byla stínka pro žáky prakticky neznámým organismem – 15 ze 16 žáků o ní nikdy neslyšelo. Přestože dokázali intuitivně odhadnout její výskyt (pod kameny, ve vlhku), jejich povědomí o její roli v přírodě bylo

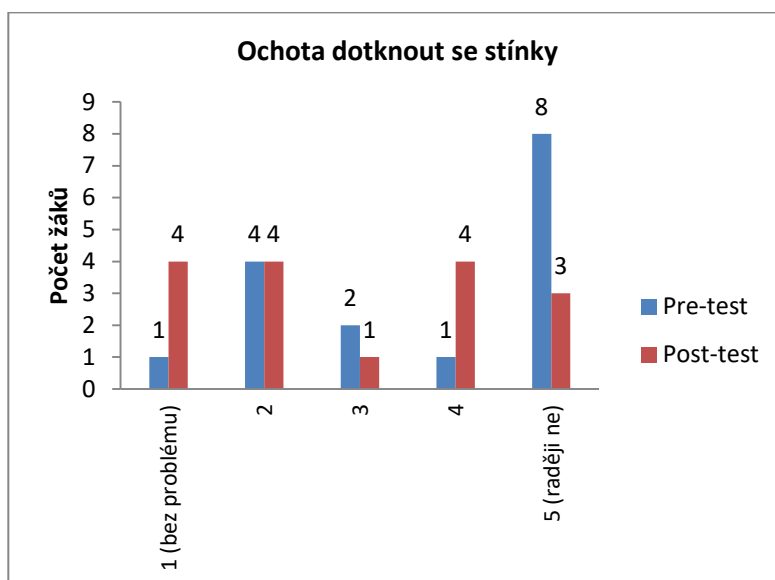
nízké. Změnu v povědomí žáků o ekologické funkci stínek před a po absolvování výukového bloku srovnává graf (Obr. 13).



Obr. 13: Povědomí žáků o funkci stínek při rozkladu organické hmoty před a po výukovém bloku.

V pre-testu 43,8 % žáků spíše odhadlo (7 dětí), že stínky pomáhají rozkládat staré listí. V post-testu se tato úspěšnost zvýšila na 68,8 % (11 dětí). Výrazně se také upevnila znalost jejich nároků na prostředí – 81 % žáků po skončení projektu správně uvedlo potřebu vlhka a tmy.

Posun v ochotě žáků k přímému kontaktu se živými organismy je patrný z porovnání výsledků pre-testu a post-testu (viz Obr. 14).

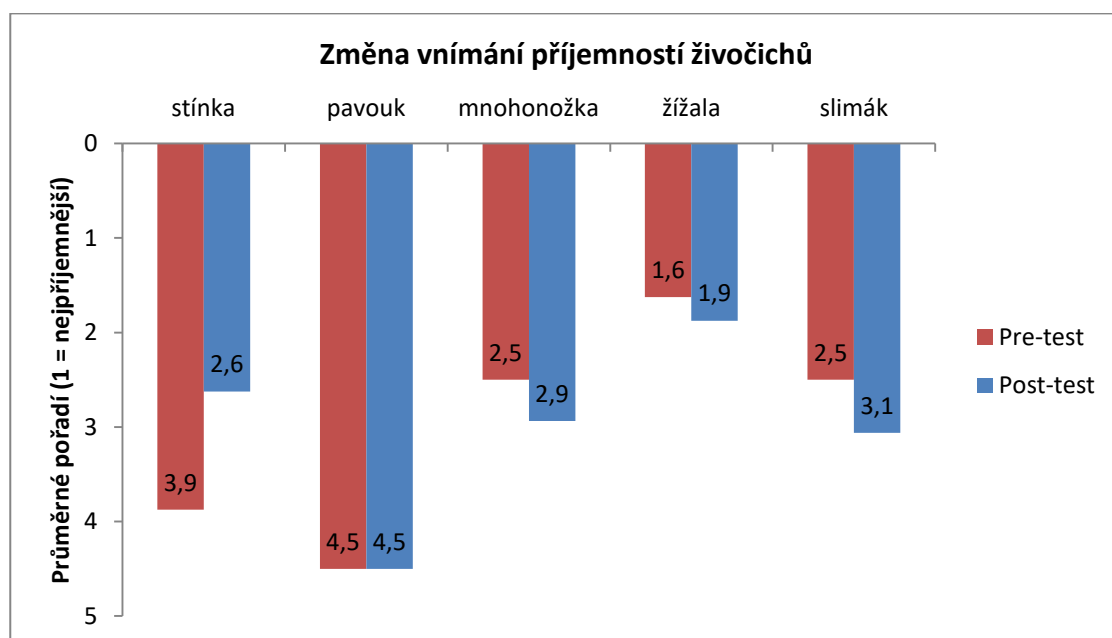


Obr. 14: Srovnání ochoty žáků k přímému kontaktu se stínkami v pre-testu a post-testu

V grafu zobrazujícím ochotu žáků k hmatovému kontaktu se stínkou lze sledovat zásadní proměnu v jejich postojích. Je důležité zdůraznit, že v rámci pre-testu byla žákům

prezentována pouze fotografie živočicha, což v kombinaci s nedostatkem informací pravděpodobně přispělo k vysoké míře neochoty dotknout se živočicha; polovina třídy (8 žáků) zvolila v úvodu krajní hodnotu 5 („raději ne“). Po přímé zkušenosti s živými jedinci, možnosti pozorovat jejich chování zblízka a po absolvování badatelských aktivit však došlo k výraznému poklesu této bariéry. V post-testu se počet žáků odmítajících kontakt snížil na 3, zatímco skupina žáků vnímajících dotek zcela bezproblémově (hodnota 1) se rozrostla na čtyři respondenty. Nahrazení statického vizuálního vjemu (fotografie) přímou zkušeností s živým tvorem se ukázalo jako klíčový faktor pro překonání počátečního odporu a předsudků, které žáci vůči těmto živočichům chovali.

Změnu v subjektivním vnímání sympatií k různým druhům bezobratlých shrnuje následující srovnávací graf (Obr. 15).



Obr. 15: Srovnání průměrného subjektivního hodnocení příjemnosti vybraných bezobratlých živočichů v pre-testu a post-testu.

V grafu zobrazujícím posun v subjektivním vnímání příjemnosti živočichů je patrný nejvýraznější progres právě u sledované stínky. Zatímco v úvodním šetření, kdy žáci hodnotili pouze statické fotografie, se stínka umístila s průměrnou hodnotou 3,88 až na čtvrtém místě (méně příjemný byl pouze pavouk), po realizaci praktických aktivit došlo k jejímu výraznému posunu v žebříčku oblíbenosti. S průměrným hodnocením 2,63 se stínka v post-testu stala druhým nejpříjemnějším živočichem, čímž v očích žáků předstihla i tradičně známější zástupce, jako jsou mnohonožky či slimáci. Zajímavým zjištěním je, že u ostatních živočichů k takto dramatickým změnám nedošlo (např. pavouk zůstal stabilně na poslední pozici s průměrem 4,5). Tento selektivní nárůst sympatií potvrzuje, že cílená edukace spojená

s aktivním chovem a pozorováním dokáže efektivně přeměnit původně opomíjený nebo neatraktivní druh v objekt zájmu a pozitivního přijetí.

Kromě znalostních a postojoyých změn přineslo šetření i vhlad do celkového vztahu žáků k přírodovědné výuce. Z pre-testu vyplynulo, že většina třídy (12 žáků z 16) doposud neměla zkušenost s prací s živým živočichem v rámci vyučování; ti, kteří tuto zkušenost měli, zmiňovali především agamy či hady. Realizovaný projekt se stínkami tak pro většinu žáků představoval první příležitost k soustavnému pozorování bezobratlých. Přestože je stínka obecně vnímána jako neatraktivní druh, po skončení aktivit projevila část žáků hlubší zájem o tuto problematiku. Konkrétně dva žáci v post-testu uvedli, že vážně uvažují o pořízení vlastních stínek a založení domácího bioaktivního terária. Ačkoliv se jedná o menšinu třídy, v kontextu původního silného odporu k těmto organismům lze tento výsledek považovat za úspěch, neboť aktivita dokázala u některých jedinců vyvolat dlouhodobý zájem o chov a ochranu bezobratlých živočichů.

## 7.2. Dojmy žáků

Kvalitativní data získaná ze závěrečné reflexe poskytují hlubší vhlad do toho, jak žáci samotnou výuku prožívali. Tato část doplňuje kvantitativní výsledky z testů o subjektivní rovinu zkušenosti žáků a jejich bezprostřední emocionální reakce na realizovanou výuku.

Aby byla reflexe pro žáky co nejpřirozenější a nebyli limitováni pouze textem, měli žáci v rámci zpětné vazby naprostou svobodu ve formě vyjádření. Mohli napsat klasické slovní hodnocení, ale také kreslit obrázky, malovat své pocity nebo využít jakoukoli jinou formu grafického vyjádření. Tento otevřený přístup umožnil zachytit i jemné nuance v postojích žáků, které by standardní dotazník nemusel odhalit. Kreativní přístup žáků k reflexi učiva a jejich individuální dojmy z bádání dokládají ukázky z jejich prací (viz Obr. 16).

Z vyjádření žáků jednoznačně vyplývá, že nejsilnějším prvkem celé didaktické části byla výroba a dekorování bioaktivních terárií. Tato aktivita umožnila žákům kreativní vyjádření a pocit zodpovědnosti za vytvořený mikrosvět.

- „*Bavilo mě dělat a zdobit terárka pro stínky.*“
- „*Líbilo se mi, jak jsme skládali terárko.*“
- „*Líbilo se mi všechno.*“

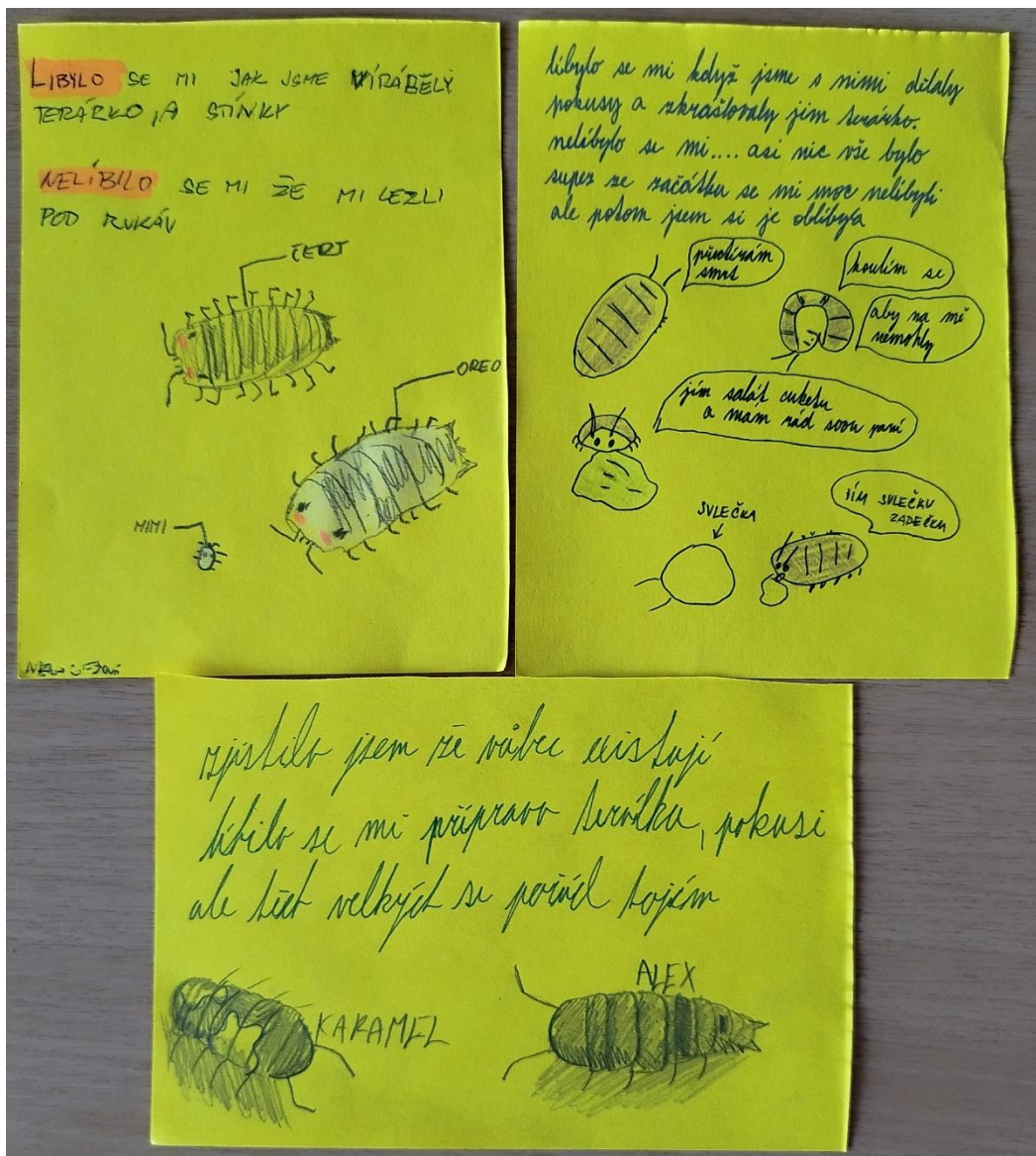
Kromě samotné tvorby žáci pozitivně hodnotili i badatelskou část, zejména etologické pokusy, které v nich vzbudily přirozenou zvědavost: „*Bavil mě pokus, kam nejčastěji odbočí.*“ Velmi zajímavým postřehem byla pro některé žáky i absence tradičního

stresu z výkonu, kterou vyjadřovali například slovy: „*Libilo se mi, že jsme nepsali testy (nebyli zkoušeni).*“

I přes celkové nadšení se v reflexích objevily upřímné výpovědi o přetrvávajících bariérách. Tyto odpovědi jsou cenné, protože ukazují realitu pedagogické práce s méně populárními živočichy.

- Odpor k doteku: I žáci, které aktivita bavila, často zmiňovali, že fyzický kontakt je pro ně stále problematický: „*Mně se líbilo vše, ale nechtělo se mi na ně šahat,*“ nebo stručně „*Libilo – poslouchat o tom věci, nelíbilo – šahat na to.*“
- Technické obtíže: Menší část žáků bojovala s trpělivostí při pokusech, kdy živočichové nespolupracovali podle jejich představ: „*Nelíbilo se mi, jak nám zdrhal z papíru.*“
- Etická empatie: Objevila se i velmi vyspělá reflexe ohledně blaha živočichů, kdy žák uvedl jako negativum strach o komfort stínek: „*Nelíbilo: stresovat je.*“

Zpětná vazba ukazuje, že kombinace teoretického výkladu, badatelských pokusů a kreativní tvorby je funkčním modelem. Zatímco vědomosti a postoje k doteku se posunuly u většiny, emocionální přijetí stínek zůstává individuální záležitostí. Nicméně i u žáků, kteří se živočichů nadále štítily, došlo k ocenění vzdělávacího procesu a zajímavosti informací, což je klíčový krok k rozvoji environmentálního respektu.



Obr. 16: Ukázka žákovských reflexí s využitím volné formy zápisu a kresby.

### 7.3. Analýza pracovních listů a badatelských aktivit

Práce s pracovními listy tvořila kostru celé praktické části a žáci k ní přistoupili s velkým nasazením. Po úvodním vysvětlení odborné terminologie se žáci velmi rychle zorientovali a dokázali samostatně formulovat vlastní hypotézy k jednotlivým pokusům. Bylo fascinující sledovat, jak se jejich odhady o potravních preferencích nebo chování stínek v labyrintu postupem času zpřesňovaly v závislosti na tom, co právě pozorovali ve svých skupinách.

Během vyučování panovala tvůrčí a aktivní atmosféra. Žáci se o zadané úkoly živě zajímali a své výsledky pečlivě zaznamenávali do tabulek. Mnozí z nich pojali pracovní listy velmi osobně a kreativně; kromě povinných zápisů je doplňovali vlastními kresbičkami stínek, terárií nebo přírodních motivů. Tato estetická složka dokumentace svědčí

o tom, že pro žáky nebyla práce pouhou povinností, ale činností, která je skutečně bavila a motivovala.

Všech pět pracovních skupin dokázalo úspěšně splnit všechny stanovené úkoly a dojít k logickým závěrům. Žáci zvládli nejen měření času při pozorování thanatózy, ale i náročnější součty průchodů v T-labyrintu. Ukázalo se, že propojení teoretických poznatků s okamžitým zápisem vlastního bádání je pro tuto věkovou kategorii ideálním způsobem, jak udržet pozornost a hlouběji porozumět probírané látce o bezobratlých živočiších.

Pro dokreslení konkrétní podoby žákovských výstupů jsou v příloze E zařazeny dvě ukázky kompletně vyplněných pracovních listů. Tyto ukázky reprezentují typický způsob, jakým žáci k úkolům přistupovali, a ilustrují kombinaci věcného pozorování s již zmíněnými výtvarnými prvky. Celkově lze říci, že úroveň vypracování listů potvrdila vysokou míru pochopení didaktických cílů celého výukového bloku.

#### **7.4. Závěr didaktické části**

Realizovaná didaktická práce na ZŠ Břidličná potvrdila, že prakticky zaměřená výuka s živými organismy má nezastupitelnou roli v moderním přírodovědném vzdělávání. Hlavním přínosem celého bloku nebylo pouze předání faktických znalostí, ale především transformace postojů žáků k méně populárním a známým skupinám bezobratlých živočichů.

Z analýzy dat vyplývá, že nejvýraznější bariérou ve vztahu k přírodě je u žáků strach z neznámého. Před začátkem aktivit byla stínka vnímána jako neatraktivní, až „odpudivý“ živočich, což bylo umocněno faktem, že žáci pracovali pouze se statickým vizuálním materiálem (fotografií). Bezprostřední zkušenost – možnost sledovat pohyb stínek v labyrintu, pozorovat jejich potravní preference a následně jim vybudovat funkční životní prostor v bioteráriu – vedla k zásadnímu obratu. Stínka se v žebříčku oblíbenosti posunula z okraje zájmu.

Z pedagogického hlediska považuji za klíčové zjištění, že badatelsky orientovaná výuka (BOV) aktivovala i ty žáky, kteří se v běžných hodinách biologie projevují pasivně. Přestože část žáků (zejména dívek) zpočátku vyjadřovala silný odpor, v průběhu tvorby terárií převážila kreativita a zvědavost nad předsudky

Pro budoucí praxi se ukazuje jako nezbytné zařazovat podobné aktivity pravidelně. Výuka, postavená na přímém kontaktu se živou přírodou, prokazatelně snížila míru negativity vůči bezobratlým. Didaktická část tak naplnila všechny stanovené

cíle a prokázala, že i zdánlivě „obyčejný“ organismus, jakým je stínka, může být fascinujícím objektem školního bádání.

## 8. Seznam použitých zdrojů

- Ábrahám A, Wolsky A. 1930. Die Geruchsorgane der Landisopoden. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere. 17(3):441–463.
- Barnes MC, Weissburg MJ, Browman HI, Skiftesvik AB. 2002. Influence of visual and chemical cues on the behavior of settlement-stage larvae of the American lobster, *Homarus americanus*. Mar Biol. 141(3):439–449.
- Bate CM, Edwards JS, Hausen K. 1978. Sensory systems and behavior. In: Bate CM, editor. Development of sensory systems. Berlin: Springer. s. 1–35.
- Broly P, Deville P, Maillet S. 2013. The origin of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). Evolutionary Ecology. 27:461–476.
- Broly P, Mullier R, Deneubourg JL, Devigne C. 2012. Aggregation in woodlice: social interaction and density effects. ZooKeys. 176:133-144
- Brown WL, Eisner T, Whittaker RH. 1970. Allomones and kairomones: transspecific chemical messengers. Science. 170(3956):377–380.
- Bruins E. 1999. Encyklopedie teraristiky. Praha (Czech Republic): Rebo Productions. 317 s. ISBN 80-7234-129-6.
- Castillo ME, Kight SL. 2005. Response of terrestrial isopods *Armadillidium vulgare* and *Porcellio laevis* (Isopoda: Oniscidea) to the ant *Tetramorium caespitum*: morphology, behavior and reproductive success. Ethol Ecol Evol. 17(3):183–190.
- Carefoot TH. 1993. Physiology of terrestrial isopods. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. 106(3):413–449.
- Cotrufo MF, Ineson P, Scott A. 1998. Elevated CO<sub>2</sub> reduces the nitrogen concentration of plant tissues. Global Change Biology. 4(1):43–54.
- Dallinger R. 1977. The flow of copper through a terrestrial food chain-III: selection of an optimum copper diet by isopods. Oecologia. 30:273–276.
- David JF, Handa IT. 2010. The ecology of saprophagous macroarthropods (millipedes, woodlice) in the context of global change. Biological Reviews. 85(4):881–895.
- Devigne C, Broly P, Deneubourg JL. 2011. Individual preferences and social interactions determine the aggregation of woodlice. PLoS ONE. 6(2):e17389.
- Drábková L. 2014. Thanatóza suchozemských stejnonožců [diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

- Drobne D. 1997. Terrestrial isopods-a good choice for toxicity testing of pollutants in the terrestrial environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16(6):1159–1164.
- Ďurajková B, Tuf IH, Vittori M. 2025. Repugnatorial glands and aposematism in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea: Armadillidiidae, Porcellionidae). *J Crustac Biol*. 45(1)
- Ebisuno T, Takimoto M, Takeda N. 1982. Preliminary characterization of the aggregation pheromone in the sow bug, *Porcellionides pruinosus* (Brandt) (Isopoda: Oniscoidea). *Appl Entomol Zool*. 17(4):584-586.
- Friedlander CP. 1965. Aggregation in *Oniscus asellus* Linn. *Anim Behav*. 13(2-3):342-346.
- Frydrychová J. 2024. Stejnonožci (Isopoda) a různonožci (Amphipoda) ve výuce a školních chovech [bakalářská práce]. Praha: Univerzita Karlova.
- Gallup GG. 1974. Animal hypnosis: factual status of a fictional concept. *Psychol Bull*. 81(11):836–853.
- Godet JP, Demuyneck S, Waterlot C, et al. 2011. Fluctuating asymmetry analysis on *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda) populations living under metals-contaminated woody habitats. *Ecological Indicators*. 11(6):1607–1615.
- Gorvett H. 1951. The tegumental glands in the land Isopoda: B. The lobed glands: structure and distribution. *J Cell Sci*. S3-92(19):275–296.
- Gunnarsson T. 1987. Selective feeding on coprophilous fungi by the terrestrial isopod *Porcellio scaber*. *Holarctic Ecology*. 10(1):33–36.
- Hassall M, Rushton SP. 1984. Feeding behaviour of terrestrial isopods in relation to plant defences and microbial activity. *Pedobiologia*. 26(6):387–393.
- Hawkey R. 2001. Walking with woodlice: An experiment in biodiversity education. *Journal of Biological Education*. 36(1):11–15.
- Hoese B, Schneider P. 1990. Bewegungen der 2. Antennen einiger Landasseln (Oniscidea) beim Suchlauf. *Zoologischer Anzeiger*. 225(1):1–19.
- Hornung E. 2011. Evolutionary adaptation of oniscidean isopods to terrestrial life: structure, physiology and behavior. *Terr Arthropod Rev*. 4(2):95–130.
- Horváthová T, Kozłowski J, Bauchinger U. 2015. Growth rate and survival of terrestrial isopods is related to possibility to acquire symbionts. *Eur. J. Soil Biol*. 69:52–56.
- Chidrawi G, Mercer E. 2003. *Biology: an evolutionary approach*. Sydney: McGraw-Hill. 514 s.
- Iwata K, Watanabe M. 1957. Alternate turning response of *Armadillidium vulgare*: II. Turning and straight going tendencies. *Annu Anim Psychol*. 7:53–57.

- Jander R. 1975. Ecological aspects of spatial orientation. *Annu Rev Ecol Syst.* 6:171–188.
- Jouquet P, Dauber J, Lagadeuc Y, Blouin M, Lepage M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and unintended effects on soil and shapes of biogenic structures. *Terrestrial Arthropod Reviews.* 1(2):153–171.
- Kats LB, Dill LM. 1998. The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience.* 5(3):361–394.
- Kellnerová D. 2013. Chov zvířat ve školách: metodický materiál pro učitele. Kopáčová L, editor. Brno: Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání.
- Korbélyi T. 2018. Suchozemští stejnonožci jako půdotvorní činitelé v praktické výuce biologie [diplomová práce]. Praha: Univerzita Karlova.
- Kortet R, Hedrick A. 2004. A possible trade-off between sexual ornamentation and immune function in the Pacific field cricket, *Teleogryllus oceanicus*. *Behav Ecol Sociobiol.* 56(1):42–47.
- Krause J, Ruxton GD. 2002. Living in groups. Oxford: Oxford University Press. 224 s.
- Krůlová T. 2023. Preferovaný listový opad vybraných druhů suchozemských stejnonožců [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lock R. 1994. Animals and the teaching of biology/science in secondary schools. *School Science Review.* 76(274):102–112.
- Newell B. 2022. Hello Tiny World: A guide to creating and caring for your own terrarium. London: DK.
- Paris OH. 1963. The ecology of *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Oniscoidea) in California grassland: Food, enemies, and weather. *Ecological Monographs.* 33(1):1–22.
- Pelletier Y, McLeod CD. 1994. Investigation of the sensory modalities used by the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), in host plant characteristic perception. *Can Entomol.* 126(1):45–51.
- Quadros AF, Bugs PS, Araujo PB. 2012. Tonic immobility in terrestrial isopods: intraspecific and interspecific variability. *ZooKeys.* 176:155–170.
- Seelinger G. 1983. Response characteristics and specificity of chemoreceptors in *Hemilepistus reaumuri* (Crustacea, Isopoda). *Journal of Comparative Physiology A.* 152(2):219–229.
- Schmalfuss H. 1984. Eco-morphological strategies in terrestrial isopods. *Symp Zool Soc Lond.* 53:49–63.

- Schmalfuss H, Ferrara F. 1982. Observations on the distribution and ecology of terrestrial isopods (Oniscoidea) in South-west Cameroon. *Monit Zool Ital Suppl.* 17(1):243–265.
- Sutton S. 1980. *Woodlice*. Revised edition. Oxford: Pergamon Press.
- Tuf IH. 2013. *Praktika z půdní zoologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Tuf IH, Drábková L, Šipoš J. 2015. Personality affects defensive behaviour of *Porcellio scaber* (Isopoda, Oniscidea). *ZooKeys.* 515:159–171.
- Tuf IH, Ďurajková B. 2022. Antipredatory strategies of terrestrial isopods. *ZooKeys.* 1101:109–129.
- Van Gestel CAM, Loureiro S, Zidar P. 2018. Terrestrial isopods as model organisms in soil ecotoxicology: a review. *Applied Soil Ecology.* 124:316–330.
- Vickers ME, Heisey ML, Taylor LA. 2021. Lack of neophobic responses to color in a jumping spider that uses color cues when foraging (*Habronattus pyrrithrix*). *PLoS ONE.* 16(7):e0254865.
- Vittori M. 2025. That's how they roll: skeletal mechanics of enrolment and the importance of hydrostatic support in terrestrial isopods. *Arthropod Struct Dev.* 87:101452.
- Warburg MR. 1993. *Evolutionary biology of land isopods*. Berlin: Springer-Verlag.
- Warrant EJ, McIntyre PD. 1993. Arthropod eye design and the limits of sensitivity. *Prog Neurobiol.* 40(1):1–61.
- White JJ, Zar JH. 1968. Relationships between saturation deficit and the survival and distribution of terrestrial isopods. *Ecology.* 49(3):556–559.
- Wilder SM, Rypstra AL, Reed DH. 2005. The effect of temperature and distance on the response of a wolf spider (*Hogna helluo*) to chemical cues from a predator. *J Chem Ecol.* 31(6):1305–1313.
- Yao M, Rosenfeld J, Attridge S, Sidhu S, Aksenov V, Rollo CD. 2009. The ancient chemistry of avoiding risks of predation and disease. *Evol Biol.* 36(3):267–281.
- Zajíček M. 2025. *Dekompozice ve výuce biologie na střední škole [diplomová práce]*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Zamora-Camacho FJ. 2023. Keep the ball rolling: sexual differences in conglobation behavior of a terrestrial isopod under different degrees of perceived predation pressure. *PeerJ.* 11:e16696.
- Zidar P, Mihelič P. 2025. Morphological analysis of regenerated antennae in the isopod *Porcellio scaber* (Isopoda, Crustacea), with emphasis on the main sensory structures. *ZooKeys.* 1225:33–47.

- Zimmer M, Kautz G, Topp W. 1996. Olfaction in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): responses of *Porcellio scaber* to the odour of litter. *Eur J Soil Biol.* 32:141–147.
- Zimmer M. 2002. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. *Biological Reviews.* 77(4):455–493.
- Zimmerman KI, Kight SL. 2016. Responses of four arthropod prey species to mechanosensory, chemosensory and visual cues from an arachnid predator: a comparative approach. *Life Exciting Biol.* 4(2):114–135.

#### INTERNETOVÉ ZDROJE

- Badatelé.cz. c2026. Jak se liší badatelství a laboratorní práce? [online]. [cit. 2026-02-08]. Dostupné z: <https://badatele.cz/jak-se-lisi-badatelstvi-a-laboratorni-prace/>
- Badatelé.cz. c2025. Proč a jak začít s badatelskou výukou: RVP vám hraje do karet [online]. [cit. 2025-10-22]. Dostupné z: <https://badatele.cz/proc-a-jak-zacit-s-badatelskou-vyukou-rvp-vam-hraje-do-karet/>
- Guerrero A. 2009. Inter and Intraspecificity of Chemical Communication. In: *Chemical Ecology* [online]. Oxford: Eolss Publishers. [cit. 2026-03-17]. Dostupné z: <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C06/E6-52-01-05.pdf>
- Jeřábek J, Tupý J, et al. 2017. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha: MŠMT. [cit. 2025-11-08]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/43792/>
- Pipková Z. 2008. Chov živočichů ve škole. Metodický portál: Odborné články [online]. [cit. 2026-03-08]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/ZM/1817/CHOV-ZIVOCICHU-VE-SKOLE.html>
- Taj R. 2018. An Overview of the Evolution of Chemical Communication in Animals. *Ascent International Journal for Research Analysis (AIJRA)* [online]. 3(2):91.1–91.x. [cit. 2026-03-17]. Dostupné z: <https://www.ijcms2015.co/file/2018-vol-III-issue-1a-april2018/aijra-vol-iii-issue-2-91.pdf>
- Tree of Life Web Project. c1995–2025. [online]. [cit. 2025-11-12]. Dostupné z: <http://tolweb.org/tree>
- Woodall WR, Schreck JO. 1983. Chemical communication in animals. *Journal of Chemical Education* [online]. 60(6):531. [cit. 2026-03-17]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed060p531>

## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA A: Metodický návod pro učitele

PŘÍLOHA B: Poster

PŘÍLOHA C: Model trasy pro stínky

PŘÍLOHA D: Pracovní list

PŘÍLOHA E: Ukázka vypracovaných pracovních listů

PŘÍLOHA F: Pre-test

PŘÍLOHA G: Post-test

PŘÍLOHA H: Fotografie z didaktické části

## **PŘÍLOHA A: METODICKÝ NÁVOD PRO UČITELE**

SEZNÁMENÍ SE STÍNKAMI A TVORBA BIOAKTIVNÍHO TERÁRIA

**TÉMA VÝUKY:** Bezobratlí živočichové – stínky a jejich role v ekosystému

**VZDĚLÁVACÍ OBLAST:** Člověk a příroda

**VZDĚLÁVACÍ OBOR:** Přírodopis

**CÍLOVÁ SKUPINA:** žáci 2. stupně ZŠ (doporučeno 6.–7. ročník)

**FORMA VÝUKY:** skupinová práce, řízené pozorování, experimentální činnost

**PRŮŘEZOVÁ TÉMATA:**

- Environmentální výchova – porozumění významu živočichů v ekosystému, péče o živé organismy
- Osobnostní a sociální výchova – práce ve skupině, respektování pravidel a zodpovědné zacházení s organismy

**ČASOVÁ DOTACE:**

- setkání – 2 vyučovací hodiny
- setkání – 1 vyučovací hodina (po přibližně třech týdnech)

**ORGANIZACE VÝUKY:** práce ve skupinách (3–5 žáků)

**POMŮCKY OBECNĚ:**

- pracovní listy
- pre-test a post-test
- obrázky bezobratlých živočichů (stínka, pavouk, mnohonožka, žížala, slimák)
- živé stínky
- jednoduchý T-labyrint
- nádoby pro pozorování živočichů
- materiál pro vytvoření bioaktivního terária

**CÍLE VÝUKY**

Hlavním cílem výukové aktivity je seznámit žáky s bezobratlými živočichy, konkrétně se stínkami, a rozvíjet jejich pozitivní vztah k méně oblíbeným organismům. Aktivita zároveň vede žáky k rozvoji základních dovedností vědeckého pozorování, formulace jednoduchých hypotéz a interpretace výsledků pokusu.

**Dílčí cíle aktivity jsou:**

- žák popíše základní charakteristiku stínek a jejich zařazení mezi suchozemské korýše
- žák vysvětlí význam stínek v přírodě, zejména jejich roli při rozkladu organické hmoty

- žák provede jednoduché biologické pozorování a zaznamená jeho výsledky
- žák formuluje hypotézu a porovná ji s výsledkem pozorování
- žák dodržuje zásady šetrného zacházení se živými organismy

## **FORMA A ORGANIZACE VÝUKY**

Výuka je realizována formou skupinové práce doplněné řízenou diskusí a praktickými pokusy. Žáci pracují ve skupinách a společně provádějí jednotlivé experimenty, jejichž výsledky zaznamenávají do pracovního listu.

Aktivita probíhá ve dvou setkáních. První setkání má rozsah dvou vyučovacích hodin a zahrnuje pre-test, krátkou teoretickou část, praktické pokusy se stínkami a vytvoření bioaktivního terária. Druhé setkání probíhá přibližně po třech týdnech a trvá jednu vyučovací hodinu. Slouží k reflexi zkušeností žáků, kontrole bioterárií a vyplnění post-testu.

## **ROZVÍJENÉ KOMPETENCE**

Aktivita přispívá zejména k rozvoji následujících klíčových kompetencí:

- **Kompetence k učení**  
Žáci pozorují živé organismy, zaznamenávají výsledky pozorování a porovnávají je se svými předpoklady.
- **Kompetence k řešení problémů**  
Žáci formulují hypotézy, provádějí jednoduché pokusy a interpretují získané výsledky.
- **Kompetence komunikativní**  
Žáci diskutují výsledky pozorování ve skupině a formulují závěry pokusu.
- **Kompetence pracovní**  
Žáci manipulují s pomůckami a živými organismy a dodržují pravidla bezpečné a šetrné práce.

## **Charakteristika aktivity**

Výuková aktivita je zaměřena na seznámení žáků s bezobratlými živočichy, konkrétně se stínkami, a současně na rozvoj pozitivního vztahu k méně oblíbeným nebo opomíjeným organismům. Aktivita kombinuje práci se živými organismy, jednoduché pokusy a dlouhodobé pozorování živočichů v bioaktivním teráriu. Žáci si během výuky nejen osvojují základní poznatky o biologii stínek, ale také získávají zkušenost s pozorováním živočichů a formulací jednoduchých hypotéz.

Výuka je realizována ve dvou setkáních. První setkání probíhá během dvou vyučovacích hodin a zahrnuje úvodní zjištění postojů a znalostí žáků pomocí pre-testu, krátkou teoretickou část, práci s pracovním listem a realizaci jednoduchých pokusů se živými stínkami. Součástí

této hodiny je také vytvoření bioaktivního terária, ve kterém mohou žáci stínky dlouhodobě pozorovat. Druhé setkání probíhá přibližně po třech týdnech a má rozsah jedné vyučovací hodiny. Slouží k reflexi zkušeností žáků, kontrole bioterárií a vyplnění post-testu.

## **PRVNÍ SETKÁNÍ**

### **ÚVODNÍ ČÁST – PRE-TEST**

Výuka začíná úvodní částí, během které jsou žákům rozdány pre-testy. Test je zaměřen na zjištění předchozích znalostí o stínkách, zkušeností žáků s prací se živými živočichy a jejich postoji k vybraným bezobratlým živočichům. Současně s vyplňováním testu jsou žákům promítány obrázky několika bezobratlých živočichů, konkrétně stínky, pavouka, mnohonožky, žížaly a slimáka. Obrázky slouží především jako vizuální podpora při otázkách zaměřených na sympatie k jednotlivým organismům a na jejich vzájemné porovnání. Cílem této části je získat představu o výchozím stavu znalostí a postojů žáků.

Po odevzdání pre-testů následuje krátká teoretická část, která trvá přibližně deset minut. V této části jsou žáci seznámeni se základními informacemi o stínkách. Učitel stručně vysvětlí jejich systematické zařazení mezi suchozemské korýše, upozorní na typické prostředí, ve kterém se stínky vyskytují, a vysvětlí jejich význam v přírodě, zejména jejich roli při rozkladu organické hmoty. Součástí této části je také krátká zmínka o tom, jak je při práci se živými organismy důležité respektovat jejich potřeby a zacházet s nimi šetrně.

### **ROZDĚLENÍ ŽÁKŮ DO SKUPIN**

Po úvodní části jsou žáci rozděleni do menších pracovních skupin. Každá skupina dostane tematický název podle jednoho z bezobratlých živočichů, například žížala, pavouk, mnohonožka, stínka nebo slimák. Rozdělení může proběhnout náhodně nebo podle rozhodnutí učitele. Každý ve skupině obdrží pracovní list, do kterého bude během výuky zaznamenávat průběh a výsledky jednotlivých pokusů.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

### **Pokus 1 – Potravní preference stínek**

**Cíl:** Zjistit, kterou potravu stínky preferují.

**Pomůcky:**

- krabice
- stínky
- Kousky potravy (salát, okurka, brambora, list, psí granule)

**Provedení:** Následuje praktická část výuky, během které žáci pracují s pracovním listem a provádějí jednoduché pokusy se stínkami. V prvním pokusu se žáci zaměřují na

potravní preference stínek. Nejprve formulují hypotézu, ve které odhadují, kterou z nabízených potrav bude stínka preferovat. Poté je stínka umístěna doprostřed pokusné plochy, kde jsou rozmístěny různé druhy potravy, například listí, mrkev, brambora nebo kousek dřeva. Žáci pozorují chování stínky a zaznamenávají, ke které potravě zamíří jako první a kterou potravu navštěvuje nejčastěji. Na základě pozorování následně formulují závěr a porovnávají jej s původní hypotézou.

### **Pokus 2 – Volba směru v T-labyrintu**

**Cíl:** Zjistit, zda stínky vykazují preferenci určitého směru při pohybu.

**Pomůcky:**

- jednoduchý T-labyrint
- několik stínek
- pracovní list
- měkká pinzeta

**Provedení:** Druhý pokus je zaměřen na pozorování pohybu stínek v jednoduchém T-labyrintu. Žáci nejprve formulují hypotézu týkající se směru pohybu stínek. Předpokládá se, že stínky budou při pohybu v labyrintu častěji odbočovat vlevo. Stínka je opatrně umístěna na začátek labyrintu a žáci sledují, zda se na konci chodby vydá vlevo nebo vpravo. Pokus je opakován vícekrát, zpravidla desetkrát, aby bylo možné zaznamenat více pozorování. Po každém pokusu žáci zapíší zvolený směr do tabulky v pracovním listu. Po dokončení všech pokusů výsledky vyhodnotí a zjistí, zda stínka vykazuje určitou preferenci směru.

---

### **Zacházení se živými organismy**

Před zahájením práce se stínkami je nutné žáky důkladně poučit o správném zacházení se živými organismy.

Žáci jsou upozorněni zejména na následující pravidla:

stínky se berou pouze do dlaně nebo na papírek

živočichové se nemačkají ani neházejí

manipulace musí být pomalá a opatrná

stínky se nenechávají dlouho na suchém povrchu

po skončení práce musí být vráceny do vhodného prostředí

Učitel po celou dobu práce kontroluje manipulaci se živočichy a v případě potřeby zasahuje

---

### **Pokus 3 – Thanatóza (předstírání smrti)**

**Cíl:** Pozorovat obranné chování stínek.

**Pomůcky:**

- jednoduchý T-labyrint
- několik stínek
- pracovní list
- stopky nebo časomíra
- měkká pinzeta

**Provedení:** Ve třetím pokusu žáci pozorují obranné chování stínek, konkrétně tzv. thanatózu, tedy předstírání smrti. Nejprve formulují předpoklad, jak bude stínka reagovat při vyrušení. Následně je stínka velmi opatrně vyrušena jemným dotykem nebo pohybem v její blízkosti. Žáci sledují její reakci, například stočení těla, ztuhnutí nebo jiný typ chování, a zaznamenávají také dobu, po kterou zůstává nehybná. Pokus je proveden několikrát a výsledky jsou zapisovány do tabulky v pracovním listu. Na základě pozorování žáci diskutují, jaký může mít takové chování význam pro přežití živočicha.

### **Pokus 4 – Stavba bioaktivního terária**

**Cíl:** Cílem aktivity je seznámit žáky se základními principy fungování jednoduchého bioaktivního terária a vytvořit prostředí vhodné pro dlouhodobé pozorování stínek.

**Pomůcky**

- průhledná nádoba nebo sklenice (např. plastové boxy 20x20 cm s dírkami pro cirkulaci vzduchu)
- drobné kamínky pro drenážní vrstvu
- aktivní uhlí
- substrát (např. směs rašeliny a zeminy a substrátu pro kaktusy)
- listový opad
- mech
- kousky kůry
- rozprašovač s vodou
- živé stínky

**Provedení:** Potrava pro stínky a kousky sépiové kosti pro stínky na doplnění vápníku

V závěrečné části hodiny se žáci věnují tvorbě jednoduchého bioaktivního terária. Do připravené nádoby postupně ukládají jednotlivé vrstvy prostředí. Na dno nádoby je nejprve umístěna drenážní vrstva z kamínků, která pomáhá odvádět přebytečnou vlhkost.

Na ni navazuje vrstva aktivního uhlí, která pomáhá omezovat vznik plísní. Následuje vrstva substrátu, například směs rašeliny a zeminy, do které mohou být přidány kousky listů nebo další organický materiál. Na povrch jsou následně umístěny další přírodní prvky, například mech, listový opad nebo kousky kůry. Do takto připraveného prostředí jsou poté opatrně umístěny stínky. Žáci společně diskutují, které podmínky jsou pro jejich život důležité, a do pracovního listu zapisují základní pravidla péče o terárium.

Terárium následně zůstává ve třídě nebo je svěřeno žákům k dlouhodobému pozorování.

## **DRUHÉ SETKÁNÍ**

### **ÚVODNÍ ČÁST – POST-TEST**

Druhé setkání probíhá přibližně po třech týdnech a trvá jednu vyučovací hodinu. Na začátku hodiny žáci vyplní post-test, který je zaměřen na zjištění aktuálních znalostí o stínkách a na případnou změnu postojů k těmto živočichům. Otázky se týkají například jejich role v přírodě, životních podmínek nebo ochoty žáků se stínkami manipulovat. Součástí testu jsou také otázky zaměřené na zájem o chov stínek nebo o vytvoření vlastního bioaktivního terária.

Po vyplnění testu následuje kontrola bioterárií, která žáci vytvořili během první hodiny. Společně s učitelem pozorují stav prostředí v nádobách, zejména vlhkost substrátu, přítomnost potravy a aktivitu stínek. Diskutuje se o tom, zda terária fungují správně a jaké podmínky jsou pro život stínek důležité.

V závěru hodiny probíhá krátká reflexe celé aktivity. Žáci dostanou papírky, na které napíší jednu věc, která se jim během práce se stínkami líbila, a jednu věc, která pro ně byla obtížná nebo se jim nelíbila. Tyto odpovědi slouží jako zpětná vazba pro učitele a mohou pomoci při úpravě aktivity pro další výuku.

### **POZNÁMKY**

#### **1. Přístup k žákům**

Při práci s žáky je důležité nenutit nikoho k manipulaci se stínkami, pokud má strach nebo odpor. Každý žák by měl mít možnost pouze pozorovat zvíře nebo zapisovat výsledky. Aktivita by měla být vedena tak, aby vzbudila zvědavost, ale tempo bylo klidné a děti se cítily bezpečně. Je dobré pravidelně připomínat, že je normální, že někteří drobní bezobratlí živočichové se mohou zdát „divní“ nebo „fuj“, a že cílem je učit se o nich, ne je hodnotit podle vzhledu. A snažíme se neříkat „FUJ“, existuje spousta eufemismů: jako např.: morfologicky zajímaví, jedinci s netradičními tvary, malí rozkladači, mini-umělci přírody, pohyblivé hádanky, atd..

## **2. Bezpečnost a zacházení s organismy**

Stínky nejsou hračky a manipulace s nimi vyžaduje jemný a opatrný přístup. Nikdy je nestlačujeme, neházíme a nedovolujeme dětem nechávat je padat. Ideální je používat pinzetu, štětec nebo kus papíru, držet stínku nízko nad podložkou a po skončení pozorování vrátit ji do vlhkého prostředí s listím, mechem nebo substrátem. Učitel by měl průběžně kontrolovat, zda žáci zacházejí s organismy správně, a po ukončení práce připomenout důležitost umytí rukou.

## **3. Cíl aktivity s živými tvory**

Hlavním cílem práce s živými stínkami není to, aby se žáci dotýkali nebo manipulovali se zvířaty, ale vzbudit respekt k živým organismům a pozorovat jejich chování. Učitel by měl dětem vysvětlit, že každý organismus má svou hodnotu a právo na bezpečný prostor, a že úkolem aktivity je učit se trpělivostí a jemností, nikoli rychlým dosažením výsledků.

## **4. Sběrání a příprava stínek**

Ideální je používat vlastní chov nebo spolehlivý zdroj, aby byly organismy zdravé a bezpečně chované. Pokud se stínky sbírají z přírody, je nutné odebírat jen malé množství, aby se populace nepoškodila, a po dokončení aktivity vrátit zbytek zpět. Před hodinou je nutné ověřit zdraví stínek a dostatečnou vlhkost jejich prostředí.

## **5. Práce s teráriem**

Při stavbě bioaktivního terária je důležité zajistit dostatek substrátu, listí, mechu a úkrytů, a lehce navlhčit, ale ne přemokřit. Učitel by měl ukázat dětem, kam se stínky schovávají a proč, a vysvětlit, jak jejich činnost pomáhá s rozkladem organické hmoty. Je vhodné, aby žáci mohli pozorovat, jak se stínky pohybují a jak využívají prostor terária, ale bez přetěžování organismů.

## **6. Reflexe**

Po každé aktivitě je důležité krátce shrnout, co bylo pozorováno a proč se to dělo. Diskuse by měla vést k tomu, že děti pochopí význam stínek a dalších rozkladačů v ekosystému. Učitel by měl podpořit otázky a komentáře žáků a zároveň připomenout, že cílem je učit se respektem a trpělivostí, nikoli dosahovat výsledky za každou cenu.

## PŘÍLOHA B: POSTER

# BIOAKTIVNÍ TERÁRIUM

### STÍNKY: MALÍ UKLÍZEČI PŘÍRODY



Rozklad není špína, je to služba

#### CO JE BIOAKTIVNÍ TERÁRIUM?

Prostředí, které funguje skoro samo. Rostliny, půda a malí živočichové spolupracují. Výsledek: terárium, které se lépe čistí a vypadá víc jako příroda.



#### NAJDI 2 ROZDÍLY



#### CO STÍNKY POTŘEBUJÍ?

Vlhká i sušší část půdy.  
Úkryty: listí, kůru, mech.  
Dostatek vápníku  
Stabilní vlhkost, občasné rosení.  
Klid a tmavší místa.

#### STÍNKY

Malí bezobratlí žijící pod listím a kamením. Patří mezi stejnonožce - drobné koryšy. Rozkládají mrtvé listí, zbytky potravy i trus. Zlepšují půdu: promíchávají ji a provzdušňují. Pomáhají rostlinám tím, že vytvářejí živiny. Omezují plísně a udržují terárium čisté.

#### AHOJ, JÁ JSEM STÍNKO OBEZNÁ!

NEJČASTĚJI MĚ NAJDEŠ POD KAMENY, LISTÍM A KŮROU

REAGUJI NA SVĚTLO, ZMĚNU VLHKOSTI A CHVĚNÍ!

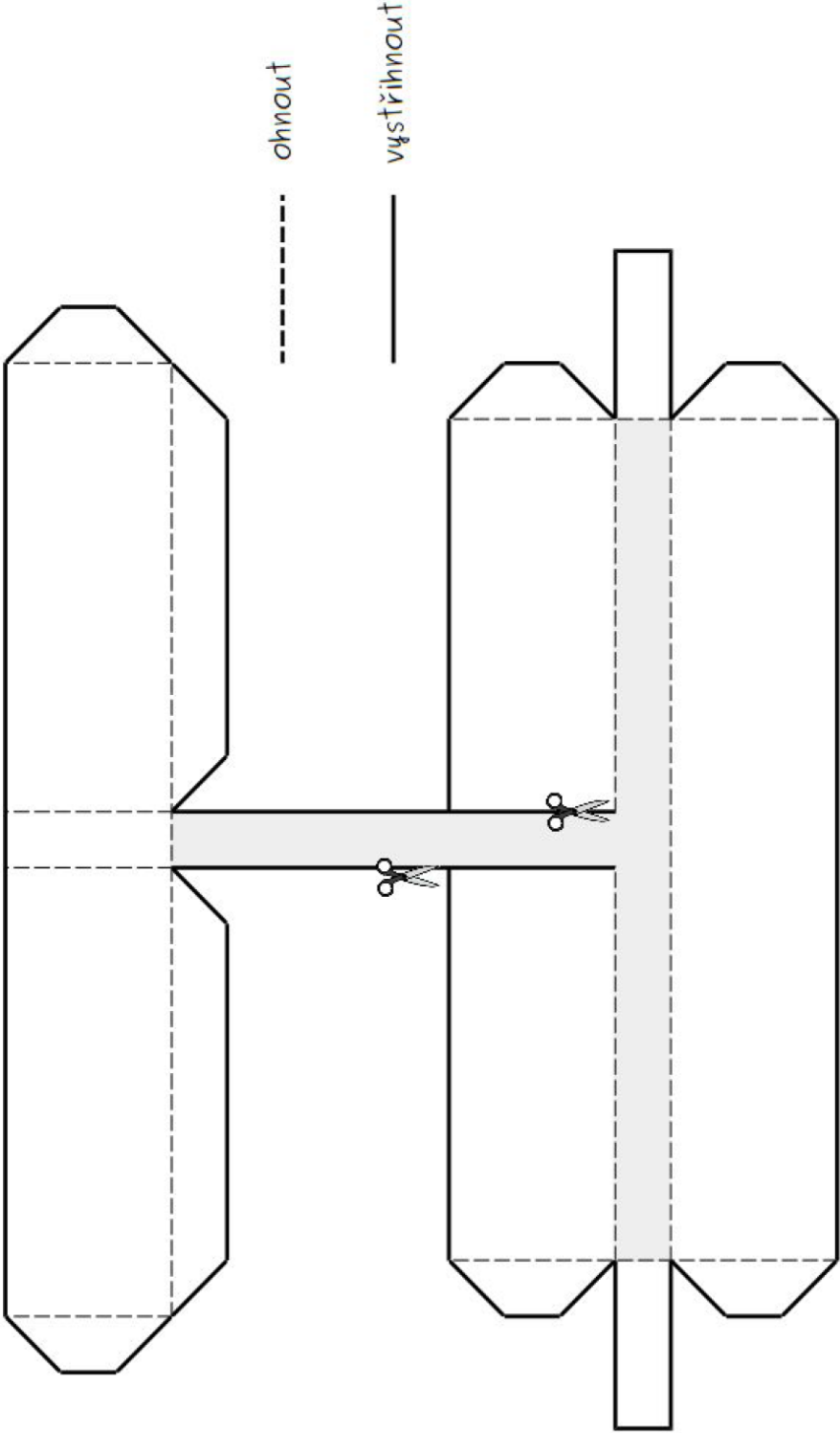
UMÍM PŘEDSTÍRAT SMRT (ČÍKÁ SE TOMU THANATÓZA)

JSEM KORYŠ

MÉ TĚLO JE Z 11 ČLÁNKŮ

RYCHLÁ FAKTA O STÍNKÁCH	
Délka života	2-3 roky
Počet mláďat	20-200 ročně
Počet nohou	14
Biotop	listový opad, kůra, půda
Specialita	neumí regulovat vodu... proto mají rády vlhko víc než tvůj kaktus
Maximální rychlost	Tak akorát, abychom zvládly utéct!

**PŘÍLOHA C: MODEL TRASY PRO STÍNKY**



## PŘÍLOHA D: PRACOVNÍ LIST

Jméno: \_\_\_\_\_

Třída: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Skupina: \_\_\_\_\_

### POKUS ČÍSLO 1 – CO STÍNKA JÍ?

#### 1) Hypotéza

Zakroužkuj, co podle tebe bude stínka jíst nejraději:

listí – mrkev – bramboru – dřevo – jinou možnost (jakou?): \_\_\_\_\_

#### 2) Pozorování

Doplň, ke které potravě stínka šla jako první:

#### 3) Výsledek

Napiš, která potrava byla navštěvovaná nejčastěji:

#### 4) Závěr

Výsledek tvého pokusu potvrzuje tvoji hypotézu?

**ANO / NE**

Pokud ne, čím tě to překvapilo?

### POKUS ČÍSLO 2 – KTEROU CESTU SI STÍNKA VYBERE?

#### 1) Hypotéza

Stínka bude častěji odbočovat: **VLEVO / VPRAVO**

#### 2) Tabulka pokusů

Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)	Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

#### 3) Vyhodnocení

Kolikrát šla stínka vlevo? \_\_\_\_\_

Kolikrát šla stínka vpravo? \_\_\_\_\_

#### 4) Závěr

Výsledky tvého pokusu ukazují, že stínka častěji odbočuje:

**VLEVO / VPRAVO / STEJNĚ**

## POKUS ČÍSLO 3 – THANATÓZA (PŘEDSTÍRÁNÍ SMRTI)

### 1) Co očekáváš?

Jak si myslíš, že stínka zareaguje, když ji opatrně vyrušíme?

### 2) Pozorování

Pokus	Reakce (stočí se / ztuhne / nic)	Doba nehybnosti (s)
1		
2		
3		
4		
5		

### 3) Vyhodnocení

Která reakce byla nejčastější? \_\_\_\_\_

Proč si myslíš, že to dělá? \_\_\_\_\_

## TVORBA BIOAKTIVNÍHO TERÁRIA

### 1) Doplnь vrstvy terária ve správném pořadí:

(odspodu nahoru)

*Nápověda: Kamínky (drenáž) – černé uhlí (proti plísni) – listový opad (potrava) – rašelina (substrát) – vrstva kamínků a hlíny (substrát pro kaktusy)*

### 2) Co do terária patří?

Zakroužkuj vše, co je správně:

**stínky | mech | listí | rohlík | kůra | plastové brčko | sépiová kost | živé rostliny**

### 3) Terárko bude fungovat, když...

Napiš 3 věci, na které nesmíš zapomenout:

# PŘÍLOHA E: UKÁZKA VYPRACOVANÝCH PRACOVNÍCH LISTŮ

Jméno: Jana Jůlě  
Datum: 11. 11

Třída: 6B.  
Skupina: SLIMÁK

## POKUS ČÍSLO 1 – CO STÍNKA JÍ?

### 1) Hypotéza

Zakroužkuj, co podle tebe bude stínka jíst nejraději:

listí – mrkev – bramboru – dřevo – jinou možnost (jakou?): mrkev / salát

### 2) Pozorování

Doplň, ke které potravě stínka šla jako první:

mrkev

### 3) Výsledek

Napiš, která potrava byla navštěvovaná nejčastěji:

mrkev

### 4) Závěr

Výsledek tvého pokusu potvrzuje tvou hypotézu?

ANO / NE

Pokud ne, čím tě to překvapilo?

## POKUS ČÍSLO 2 – KTEROU CESTU SI STÍNKA VYBERE?

### 1) Hypotéza

Stínka bude častěji odbočovat VLEVO / VPRAVO

### 2) Tabulka pokusů

Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)	Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)
1	<u>vpravo</u>	6	<u>vpravo</u>
2	<u>vlevo</u>	7	<u>vpravo</u>
3	<u>vlevo</u>	8	<u>vlevo</u>
4	<u>vlevo</u>	9	<u>vlevo</u>
5	<u>vpravo</u>	10	<u>vlevo</u>

### 3) Vyhodnocení

Kolikrát šla stínka vlevo? 6

Kolikrát šla stínka vpravo? 4

### 4) Závěr

Výsledky tvého pokusu ukazují, že stínka častěji odbočuje:

VLEVO / VPRAVO / STEJNĚ

### POKUS ČÍSLO 3 – THANATÓZA (PŘEDSTÍRÁNÍ SMRTI)

#### 1) Co očekáváš?

Jak si myslíš, že stínka zareaguje, když ji opatrně vyrušíme?

rozběhne se

#### 2) Pozorování

Pokus	Reakce (stočí se / ztuhne / nic)	Doba nehybnosti (s)
1	Nic	—
2	ztuhne	2 sek.
3	ztuhl	3 sek.
4	ztuhl	10 sek.
5	ztuhl	21 sek.

#### 3) Vyhodnocení

Která reakce byla nejčastější?

ztuhl

Proč si myslíš, že to dělá?

bojí se a dělá mrtvola.

### TVORBA BIOAKTIVNÍHO TERÁRIA

#### 1) Doplň vrstvy terária ve správném pořadí:

(odspodu nahoru)

1. - KAMENY
2. KAKTUSOVÁ HLÍNA
3. černé uhlí
4. - hlína
5. - mchle listí

Nápověda: Kamínky (drenáž) – černé uhlí (proti plísní) – listový opad (potrava) – rašelina (substrát) – vrstva kamínků a hlíny (substrát pro kaktusy)

#### 2) Co do terária patří?

Zakroužkuj vše, co je správně:

stínky | mech | listí | rohlík | kůra | plastové brčko | sépiová kost | živé rostliny

#### 3) Terárko bude fungovat, když...

Napiš 3 věci, na které nesmíš zapomenout:

1. vlhkost
2. jídlo
3. hlína + kamínky

Jméno: NELA GEŽOVÁ  
Datum: 18.11.25

- ČERT - OREO - STALERA  
Třída: 6. B - TITI - PERNÍK  
Skupina: SLIMÁK

### POKUS ČÍSLO 1 – CO STÍNKA JÍ?

#### 1) Hypotéza

Zakroužkuj, co podle tebe bude stínka jíst nejraději:

listí – mrkev – bramboru – dřevo – jinou možnost (jakou?): ČUKETA

#### 2) Pozorování

Doplň, ke které potravě stínka šla jako první:

OKUREK

#### 3) Výsledek

Napiš, která potrava byla navštěvovaná nejčastěji:

OKUREK

#### 4) Závěr

Výsledek tvého pokusu potvrzuje tvou hypotézu?

ČUKETA, OKUREK

ANO / NE

Pokud ne, čím tě to překvapilo?

### POKUS ČÍSLO 2 – KTEROU CESTU SI STÍNKA VYBERE?

#### 1) Hypotéza

Stínka bude častěji odbočovat: VLEVO / VPRAVO

#### 2) Tabulka pokusů

Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)	Pokus	Směr (VLEVO / VPRAVO)
1	<u>VPRAVO</u>	6	<u>VPRAVO</u>
2	<u>VLEVO</u>	7	<u>VPRAVO</u>
3	<u>VLEVO</u>	8	<u>VLEVO</u>
4	<u>VLEVO</u>	9	<u>VLEVO</u>
5	<u>VPRAVO</u>	10	<u>VLEVO</u>

#### 3) Vyhodnocení

Kolikrát šla stínka vlevo? 6

Kolikrát šla stínka vpravo? 4

#### 4) Závěr

Výsledky tvého pokusu ukazují, že stínka častěji odbočuje:

VLEVO / VPRAVO / STEJNĚ

### POKUS ČÍSLO 3 – THANATÓZA (PŘEDSTÍRÁNÍ SMRTI)

#### 1) Co očekáváš?

Jak si myslíš, že stínka zareaguje, když ji opatrně vyrušíme?

ROZBEHNE SE

#### 2) Pozorování

Pokus	Reakce (stočí se / ztuhne / nic)	Doba nehybnosti (s)
1	NIC	-
2	ZTUHL	2 SEKUNDA
3	ZTVL	3 SEKUND
4	ZTUHL	10 SEKUND
5	ZTUHNUL	21 SEKUND

#### 3) Vyhodnocení

Která reakce byla nejčastější?

ZTUHNUL

Proč si myslíš, že to dělá?

BOLÍ SE

### TVORBA BIOAKTIVNÍHO TERÁRIA

#### 1) Doplň vrstvy terária ve správném pořadí:

(odspodu nahoru)

1. KAMENY
2. KAKTUSOVÁ HLÍNA
3. ČERNÉ
4. HLÍNA
5. VŠLÉ LISTÍ

Nápověda: Kamínky (drenáž) – černé uhlí (proti plísni) – listový opad (potrava) – rašelina (substrát) – vrstva kamínků a hlíny (substrát pro kaktusy)

#### 2) Co do terária patří?

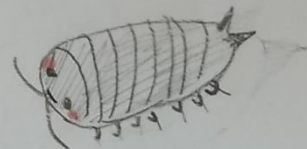
Zakroužkuj vše, co je správně:

stínky | mech | listí | rohlík | kůra | plastové brčko | sépiová kost | živé rostliny

#### 3) Terárko bude fungovat, když...

Napiš 3 věci, na které nesmíš zapomenout:

1. VĚLHKOST
2. OKVREK – JÍDLO
3. HLÍNA + KAMÍNKY



## PŘÍLOHA F: PRE-TEST

### PRE-TEST

**1. Už jsi někdy slyšel/a o stínce?**

ANO / NE

**2. Kde podle tebe stínky žijí? (zaškrtni klidně víc možností)**

- pod kameny
- na louce
- v domě
- ve vlhké půdě
- na stromech

**3. Co si myslíš, že stínky dělají v přírodě?**

- pomáhají rozkládat staré listí
- loví jiné živočichy
- škodí rostlinám
- nevím

**4. Jak moc ti stínky přijdou sympatické?**

(1 = vůbec ne, 5 = hodně)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

**5. Dotkl/a by ses stínky rukou?**

(1 = ano bez problému, 5 = raději ne)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

**6. Seřad' živočichy podle toho, jak ti jsou příjemní. (1 = nejprjemnější, 5 = nejméně příjemný)**

stínka  
pavouk  
mnohonožka  
žížala  
slimák

**7. Viděl/a jsi některého z těchto živočichů naživo? Kterého?**

**8. Už jsi někdy pracoval/a v hodině s živočichem?**

ANO / NE

Pokud ano, s jakým?

## PŘÍLOHA G: POST-TEST

### POST-TEST

**1. Účastnil/a ses předchozí hodiny?**

ANO / NE

**2. Co teď víš o stínkách?** (*můžeš zaškrtnout víc*)

pomáhají rozkládat zbytky

potřebují vlhko a tmu

jsou nebezpečné

nevím

**3. Jak moc ti stínky přijdou sympatické teď?** (*1 = vůbec ne, 5 = hodně*)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

**4. Dotkl/a by ses stínky teď?**

(*1 = ano bez problému, 5 = raději ne*)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

**5. Seřad' živočichy znovu podle toho, jak ti jsou příjemní.** (*1 = nejpříjemnější,*

*5 = nejméně*)

stínka

pavouk

mnohonožka

žížala

slimák

**6. Uvažuješ o tom, že by sis stínky pořídil/a?**

ANO/NE

**7. Uvažuješ o tom, že by sis pořídil/a bioaktivní terárium?**

ANO/NE

**8. Bavilo tě starat se o stínky v teráriu?**

ANO/NE

**9. Napiš jednu věc, která se ti dnes líbila, a jednu, která se ti nelíbila:**

## PŘÍLOHA H: FOTOGRAFIE Z DIDAKTICKÉ ČÁSTI

*(Poznámka k dokumentaci: Veškeré fotografie pořízené během praktické části výuky byly poskytnuty přímo vyučující ze základní školy v Břidličné. Škola disponuje písemnými souhlasy zákonných zástupců se zpracováním osobních údajů žáků (GDPR) pro účely dokumentace školních aktivit.)*



