

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Mojmír Kocurek

**Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých a jejich
využití ve výuce přírodopisu**

Olomouc 2022

Vedoucí práce: prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně za použití uvedených zdrojů a literatury.

V Olomouci 2022

.....

Mojmír Kocurek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Miladě Bocákové, Ph.D. za odborné vedení v průběhu celé práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která při mně stála po celou dobu studia, a své spolužačce Nikole Mazancové.

Obsah

1. Úvod.....	5
1.1. Cíle práce.....	6
2. Metodika	7
3. Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých	8
3.1. Základní dělení metod sběru.....	8
3.2. Metody sběru vodních a suchozemských bezobratlých.....	8
3.2.1. Metody sběru vodních bezobratlých	8
3.2.2. Metody sběru suchozemských bezobratlých.....	9
3.2.3. Pomůcky pro sběr a následné třídění organismů.....	12
3.3. Dokumentace sběru	14
3.4. Uchovávání, fixace a konzervace nasbíraných vzorků.....	15
3.4.1. Uchovávání.....	15
3.4.2. Fixace a konzervace	16
3.5. Preparace a tvorba sbírek.....	17
3.5.1. Preparace hmyzu	18
3.5.2. Tvorba entomologické sbírky.....	20
3.5.3. Tvorba sbírek jiných bezobratlých	21
4. Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých a jejich využití ve výuce přírodopisu	22
4.1. Exkurze zaměřená na sběr a konzervaci vodních bezobratlých	22
4.2. Terénní exkurze zaměřená na sběr a konzervaci lučních bezobratlých.....	29
4.3. Exkurze zaměřená na sběr půdních bezobratlých.....	35
4.4. Preparace hmyzu.....	40
4.5. Laboratorní práce – pozorování bezobratlých pod mikroskopem	45
4.6. Laboratorní práce – čištění a barvení ulity hlemýždě.....	50
5. Závěr	52
6. Přehled zdrojů	53
7. Seznam obrázků	57
Přílohy	58

1. Úvod

Bezobratlí (Invertebrata) jsou nejrozšířenější živočišnou skupinou na naší planetě. Rozmanitost v anatomii jejich těl a životních strategiích láká od nepaměti vědce i laickou veřejnost k bližšímu poznání. K tomu, aby byli živočichové řádně prozkoumáni, je zapotřebí je nejenom úspěšně ulovit, ale také správně konzervovat a preparovat. I když se díky nepřetržitému technickému pokroku objevují stále nové materiály a modernizuje se dostupná technika, základní princip metod sběru, konzervace a preparace bezobratlých zůstává stejný.

V první části mé bakalářské práce uvádím stručný přehled těchto metod a také pomůcek, které jsou nedílnou součástí všech postupů. Dále se v mé práci nachází informace ke konzervaci a dokumentaci vzorků, jejich uchovávání ve fixačních médiích, k preparaci hmyzu a zakládání sbírek.

Ve druhé části své bakalářské práce se zabývám konkrétními návrhy terénních exkurzí a laboratorních prací, které jsou zaměřeny právě na sběr, preparaci a konzervaci bezobratlých živočichů, a které může učitel přírodopisu, přírodovědného semináře nebo kroužku zařadit do svého portfolia výukových metod. Tyto organizační formy výuky a metody práce rozvíjejí u žáků řadu klíčových kompetencí a své ukotvení mají v ŠVP u řady škol.

Důvod, proč jsem si zvolil téma své bakalářské práce, je moje zapálení pro entomologii, které se datuje od mých dětských let. Hodiny jsem trávil sběrem hmyzu a další hodiny zakládáním svých amatérských sbírek. Školní a gymnaziální roky mého studia mně ale ukázaly, jak suchá teorie o životě bezobratlých, přednášená vyučujícími, může zabít sebemenší zájem o tuto fascinující skupinu živočichů. Druhá část mé práce tedy může být pomocníkem pro všechny pedagogy, kteří mají snahu teorii propojit s praxí.

1.1. Cíle práce

Hlavní cíle mé práce jsou:

- Shrnout, zestručnit a popsat jednotlivé metody sběru, preparace a konzervace bezobratlých včetně tvorby entomologických sbírek a popisu pomůcek k těmto účelům používaných.
- Navrhnout dílčí využití způsobů sběru, preparace a konzervace bezobratlých ve výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy a rozšířit tak portfolio výukových metod učitele přírodopisu, ekologie, nebo přírodovědně zaměřených zájmových kroužků či seminářů.

2. Metodika

V teoretické části mé bakalářské práce jsem se zaměřil na stručné zpracování metod sběru, preparace a konzervace bezobratlých živočichů formou literární rešerše. Popisuji zde konkrétní metody sběru vodních a suchozemských bezobratlých. V dalších podkapitolách pak uvádím informace k dokumentaci nasbíraných vzorků živočichů a jejich fixaci, konzervaci a preparaci, včetně tvorby sbírek.

Při zpracování této teoretické části jsem vycházel zejména z publikací zaměřených na metody sběru, preparace a konzervace bezobratlých od Winklera (1974), Nováka (1969), Mourka & Liškové (2010), Adámka (2006), Kundraty (2012), Walker (1999), Malenovského (2015), Jírovce a kol. (1947), Knappa (2005), Hanela (2018), Pfliegera & Pradáče (1981), Tufa (2013) a z internetového portálu specializovaného na prodej entomologických pomůcek Entosphinx (2014).

Informace a znalosti, které jsem získal během psaní teoretické části mé práce, jsem následně využil při tvorbě praktické, didakticky zaměřené části. Zde začleňuji jednotlivé metody sběru, preparace a konzervace bezobratlých do výuky přírodopisu na základní škole, případně v přírodovědně zaměřených kroužcích či seminářích. Na základě RVP ZV 2021 a za pomoci učebnic přírodopisu Hravý přírodopis (Žídková & Knůrová, 2017), Přírodopis 6 (Černík a kol., 2007), Poznáváme život (Kvasničková a kol., 1995), určovacích klíčů od Hanela (2018), Buchara (1995), Ortona (1997), Tillinga (2001), Dvořáka & Dvořákové (2021) a další didaktické literatury od Altmanna (1975), Maňáka & Švece (2003), Pavlasové (2015) a Činčery a Cahy (2005) v mé práci navrhuji pro učitele možné výukové bloky se zaměřením na terénní exkurze a laboratorní práce i s následnými výstupy v podobě pracovních listů a protokolů. Exkurze mají obecnou formu, jelikož mi přišlo zbytečné psát didaktický materiál na konkrétní lokalitu, kterou by mohlo využít pouze velmi omezené procento pedagogů. Materiály jsou určeny především pro žáky 6. a 7. tříd. U každého výukového bloku pracuji s předpokladem, že žáci mají teorii osvojenou a v dané problematice se budou orientovat. Mimo výše uvedenou literaturu jsem navštívil základní školu Zubří a Hutisko-Solanec, kde jsem s učiteli přírodopisu konzultoval možnosti provádění exkurzí a laboratorních prací a jejich přínos pro výuku.

3. Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých

3.1. Základní dělení metod sběru

Metody sběru jsou kvalitativní, semikvantitativní nebo kvantitativní (Adámek, 2006). V případě kvalitativní studie se jedná o hlubší porozumění dané lokality na základě přítomnosti nebo absence typických druhů bezobratlých. Kvantitativní výzkum se zaměřuje především na množství zastoupených organismů, které mají následnou vypovídající hodnotu a o zvolené lokalitě (Mourek & Lišková, 2010).

Dále se metody sběru dělí na selektivní a neselektivní, kdy při sběru účelně vybíráme některou taxonomickou jednotku (Novák, 1969). Metody aktivní a pasivní, kdy při pasivních metodách máme na mysli různé pasti, které využívají návnad k polapení co největšího množství bezobratlých. Mezi aktivní metody sběru bezobratlých patří vyhledávání a aktivní odběr za použití níže uvedených metod a pomůcek (Jírovec a kol, 1947).

3.2. Metody sběru vodních a suchozemských bezobratlých

3.2.1. Metody sběru vodních bezobratlých

Metody odběru vzorků z vodního prostředí jsou zaměřeny buď na odběr volné vody společně s přítomnými vodními organismy a rostlinami nebo na odběr samotných společenstev vodních organismů (Adámek, 2006).

Při sběru vodních bezobratlých využíváme volný sběr rukou, který můžeme využít například při sběru larválních stádií chrostíků (Trichoptera), které se zdržují nejčastěji pod kameny ve vodě. Jednotlivé kameny, větve nebo větší kusy rostlin vyjmeme z vody a živočichy z nich obíráme pomocí pinzety či štětečku. Poté je vracíme zpět do vody (Mourek & Lišková, 2010). Z pomůcek se nejlépe osvědčil kuchyňský cedník s kovovou síťkou, kterým můžeme vylovovat jednak hmyz, který vidíme, jednak můžeme pomocí něj nabírat substrát dna, jako je třeba bahno a z něj pak vytrít jednotlivé živočichy. Další možností je použití síťky z tzv. mlynářského hedvábí, se kterou ve vodním prostředí pracujeme podobně jako se smýkací sítí (Winkler, 1974).

Při odlovu v tekoucích vodách postupujeme směrem proti proudu, aby se nenarušovala ještě neprozkoumaná plocha. Substrát dna je těsně před cedníkem/sítí rozrušován nohou nebo rukou do hloubky 5–10 cm (tzv. metoda kick sampling). Uvolněné organismy jsou poté splavovány proudem do sítě. Do sítě také otrépáváme ponořené vodní rostliny, listy suchozemských rostlin splývající do vody, kořeny stromů, větve apod. (Adámek, 2006).

Mezi nejčastější úlovky vodního hmyzu se budou řadit larvální a juvenilní stádia potápníkovitých (Ditiscidae), vodních ploštic (Heteroptera) např. znakoplavky (Notonectidae), klešťanky (Corixidae), dále pak larvy jepic (Ephemeroptera), chrostíků (Trichoptera), pošvatek (Plecoptera), střechatek (Megaloptera) a vážek (Odonata) (Entosphinx, 2014, Reichholf-Riehmová, 1997).

3.2.2. Metody sběru suchozemských bezobratlých

Smýkání

Při smýkání používáme smýkací síť, tzv. smýkačku, což je síť natažená přes oválnou či kruhovou konstrukci, nejčastěji z kovového materiálu. Tato konstrukce je upevněna na delší násadu. Jako síť se používá bílé plátno nebo silonová tkanina. Síť by optimálně měla mít dvojnásobnou délku oproti obruči (Winkler, 1974).

Smýkačku budeme používat při sběru světlomilného hmyzu, který se vyskytuje na rostlinách nebo listové části korun stromů. Při samotném smýkání uchopíme násadu do ruky a se smýkačkou opisujeme ležatou osmičku (Obr. č. 1). Smýkáme rychle, ale obezřetně, abychom nepoškodili rostlinnou vegetaci (Kundrata, 2012). Důležité je, aby byla síť neustále v pohybu a hmyz tak neměl šanci ze sítě uniknout. Během smýkání se vyhýbáme trnitým porostům a keřům, snadno bychom si náš nástroj poškodili (Hanel, 2018). Také není vhodné použití této metody na mokré vegetaci, jelikož dochází k slepování sítě. Jakmile máme naloven dostatečný počet vzorků, smýkačku položíme nejlépe na světlý podklad a exhaustorem nebo pinzetou vybíráme jednotlivé živočichy a ty nadále třídíme a případně uchováváme (Jírovec a kol, 1947). Na stejném principu jako smýkačka funguje také motýlkářská síťka. Tato metoda je vhodná pro odlovení společenstev hmyzu pro kvalitativní i kvantitativní stanovení (Winkler, 1974).



Obrázek 1 Smýkáání (Zdroj: Duda Pavel, 2021, dostupné z: www.endospol.cz [online])

Sklepávání

Sklepávání je metoda, při které používáme sklepávadlo. Těch je několik druhů, všechny jsou ale založeny na stejném principu. Tělo klasického sklepávadla opět tvoří oválná konstrukce se sítí o průměru minimálně jeden metr a rukojetí zahnutou dovnitř, která se drží stále v ruce (Winkler, 1974). Jiný druh sklepávadla má tvar rybářského čeřenu (Entosphinx, 2014). V druhé ruce budeme mít připravenou palici (Winkler, 1974). Princip metody spočívá v tom, že ruku se sklepávadlem držíme pod větvemi stromu nebo většího keře a druhou rukou, ve které držíme palici, do této větve několikrát udeříme. Hmyz, který pak padá směrem k zemi, končí v síti (Kundrata, 2012). Se sítí je nutno neustále pohybovat stejně jako tomu bylo u smýkačky, jinak se může stát, že hmyz po síti vyleze ven a odletí. Jedná se proto o poměrně fyzicky náročný způsob lovu, při kterém je nutné dobře koordinovat pohyby (Winkler, 1974).

Tuto metodu je vhodné použít na místě, kde nelze z důvodu např. trnitého porostu nebo vysoko rostoucích větví použít smýkáací síť (Malenovský, 2015). Sklepáváním lze také ulovit hmyz, který je svým výskytem fixován na dřevo a kůru a jinými metodami bychom jej lovili jen těžko (Winkler, 1974).

Sběr do zemních pastí

Sběr bezobratlých do zemních pastí je opakem dvou výše zmíněných metod, jelikož se jedná o metodu pasivní (Entosphinx, 2014). Cílová skupina živočichů bude také úplně odlišná, protože se při tomto lovu budeme zaměřovat na hmyz lezoucí po zemi (Knapp, 2015).

Zemní past je tvořena z nádoby, která je zapuštěna po okraj v zemi. Nádoby lze použít plechové, skleněné nebo plastové. Plastové nádoby mají tu výhodu, že můžeme vložit dvě

do sebe. Jedna je trvale zapuštěna v zemi a druhou dle potřeby vyndáváme a vybíráme z ní vzorky. Do nádoby můžeme umístit buď konzervační médium, kterým bude nejčastěji etylenglykol (5 %) či formaldehyd (4 %) nebo návnadu (pivo, maso, trus) anebo kombinaci obojího. Celou nádobu je vhodné přikrýt vyvýšenou stříškou, aby nedošlo k poškození pastí nebo kontaminaci vzorku rostlinným odpadem. Pasti následně musíme vybírat a nalovené vzorky zpracovávat (Entosphinx, 2014).

Prosívání

Prosívadlo je nástroj, který využijeme, pokud se zaměříme na odchyt hmyzu, který zaujímá své stanoviště ve vrchní části půdy, dřevěné a listové hrabance (Winkler, 1974). Prosívadlo je tvořeno pytle, který je ve vrchní části napojen na obruč s rukojetí. Další obruč s rukojetí je umístěna zhruba ve dvou třetinách pytle a obsahuje síto (Kundrata, 2012). Při použití uchopíme jednou rukou vrchní rukojeť a nasypeme na síto materiál. Zde platí, že čím hrubší materiál, tím budeme mít snadnější následnou práci s tříděním organismů, protože sítem nebude propadávat zbytečně moc odpadního materiálu. Následně uchopíme rukojeť spodní obruče a krouživými pohyby prosíváme. Po ukončení této činnosti výsledný prosetý materiál uložíme do sáčku a poté vyhodnotíme nasbírané živočichy (Winkler, 1974).

Tímto způsobem sbíráme především půdní druhy jako jsou stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda), pavouky (Araneae), stejnonožce (Isopoda) a různé hmyzí larvy (Tuf, 2013).

hmyzu na světlo a světelné lapáky

Při této technice se zaměříme na noční a soumravné létavé druhy hmyzu. Tyto druhy mají silnou fototaxi a světlem jsou přitahovány (Kundrata, 2012). Hmyz můžeme lovit buď aktivně, kdy na předem vytipované místo umístíme kvalitní zdroj světla, okolo kterého umístíme bílé, průsvitné plachty, které jsou světlem ozařovány a lákají hmyz. Ten pak odlovujeme pomocí motýlkářské síťky. Pasívním způsobem odchytu je pak používání světelných pastí, tzv. lapáku. Těch je několik druhů a fungují na principu, že do osvětlené nádoby je umístěn otvor, kterým hmyz proletí, ale najít cestu zpět je pro něj díky důmyslně umístěnému otvoru již problém. Do lapáku se také může, či nemusí umístit omamná látka (Winkler, 1974). Nalovený hmyz v lapáku je potřeba co nejdříve vyjmout a dále s ním pracovat, jelikož by mohlo dojít k jeho poškození v souvislosti se snahou dostat se z pastí pryč (Novák, 1969).

Sběr hmyzu pomocí návnady a feromonů

Podobným způsobem, jakým je výše zmíněný lov na světlo, je použití návnad či feromonů. Na vybraná místa umístíme návnadu, která obsahuje silné čichové a chuťové atraktanty. Opět můžeme hmyz na místo přilákat a aktivně jej odlovovat, nebo využít nejrůznějších druhů pastí. Zvláštním způsobem je využívání neoplozených samiček, které svými feromony lákají samce. Tato metoda je však užívána především ke stanovení škodlivých druhů například v lesnictví (Novák, 1969).

3.2.3. Pomůcky pro sběr a následné třídění organismů

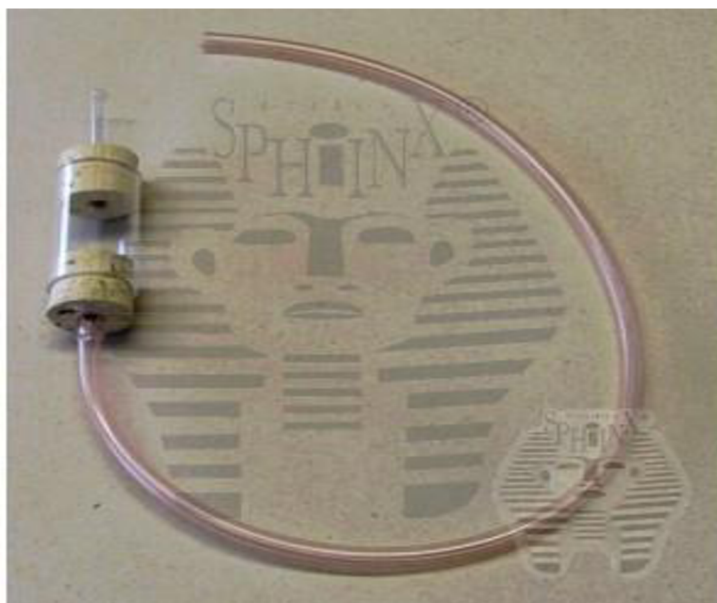
Entomologická pinzeta

Jedná se o speciální pinzetu, která je vyrobena z tenkého plechového pásku. Při práci s pinzetou nedochází k poškození živočicha, protože hlavní tlak je vyvíjen v místě úchopu a měkká a ohebná špička pinzety obejmě jeho tělo. Pinzety mají nejrůznější tvary a velikosti, přizpůsobené konkrétnímu účelu. Jejich použití je však veskrze stejné. Je to základní a nepostradatelná pomůcka každého entomologa (Winkler, 1974).

Exhaustor

Exhaustor je tvořen skleněnou trubicí, která je opatřena na každé straně zátkou. Uprostřed této zátky vede z každé strany dutá skleněná trubička s přesahem vně i vevnitř. Na jedné z vnějších stran je na trubičku napojena gumová hadička (Obr. č. 2) (Kundrata, 2012). Při používání exhaustoru se hadička vloží do úst, vdechnutím vznikne ve skleněné trubici podtlak a hmyz se nasaje do trubice. Z důvodu ochrany před nechtěným vdechnutím hmyzu je vnitřní skleněná trubička, na kterou je napojena hadička, překryta sítí (Winkler, 1974).

Exhaustorů je několik typů, všechny však fungují na stejném principu. Oproti pinzetě má exhaustor tu výhodu, že můžeme v poměrně krátkém čase sesbírat větší množství živočichů (Winkler, 1974).



Obrázek 2 Exhaustor (Zdroj: <http://www.entosphinx.cz>, 2022 [online])

Smrtící láhev

Smrtící láhev neboli smrtička je další z nepostradatelných pomůcek entomologa. Díky ní můžeme bezpečně a bezbolestně usmrtit bezobratlé, které si chceme odnést s sebou domů pro další využití. Základní smrtička je láhev se zátkou o objemu do 500 ml. Pro použití do smrtičky nasypeme zhruba do výšky poloviny lahve piliny, buničitou vatu, nebo nastříhaný filtrační či novinový papír (Novák, 1969). Vhodné je do zátky vyvrtat díru, do které se vloží krátká skleněná trubice se zátkou, která nám umožní vhazovat do smrtičky drobné živočichy bez potřeby otevírat hlavní zátku a tím zbytečně vyvětrávat smrtící látku. Smrtící látku s rozvahou kapeme přímo do pilin, buničiny či papíru tak, aby nám zbytečně nenavlhli ulovení jedinci (Winkler, 1974).

Jako smrtící látka je nejčastěji používán:

- octan ethylnatý
- ethylether
- oxid siřičitý
- kyanovodík

Pro běžné použití je nejvhodnější octan ethylnatý, který je rychle smrtící a hmyz zůstává vláčný, bez posmrtně křečovitě ztuhlých částí těla. S takto usmrceným hmyzem se při následné preparaci daleko lépe pracuje (Novák, 1969). Naopak jako nevhodné se jeví smrcení pomocí ethanolu nebo formaldehydu, při kterém končetiny hmyzu ztuhnou a obtížně se preparují do požadovaného postavení (Mourek & Lišková, 2010).

Samostatnou kapitolou je pak usmrcování motýlů (Lepidoptera), jejichž stavba těla je daleko křehčí, než je tomu např. u brouků (Coleoptera). Je tedy potřeba s nimi jak při odchytu, tak i při následném smrcení jednat co nejopatrněji. Můžeme použít mechanický způsob, při kterém bříšky prstů zmáčkeme hrudní část motýla a následně jej uložíme do motýlářského sáčku. Nebo kombinovaný způsob, při kterém se zmáčknutý motýl vloží do výše zmíněného sáčku a následně do smrtičky s oxidem siřičitým. Používá se také metoda, kdy se injekční stříkačkou vpraví do hrudi motýla malé množství čpavku, chloroformu, či tabákového výtažku (Winkler, 1974).

Další pomůcky

Mezi další pomůcky, které při sběru bezobratlých využijeme, patří např. polní lopatka, dláto na odrýpávání částí kůry, pracovní deník a epruvety (Winkler, 1974).

3.3. Dokumentace sběru

Jakmile odlovíme uspokojivý vzorek bezobratlých, je nezbytné vypsát ještě přímo v terénu lístek, do kterého zaznačíme následující údaje: datum sběru, přesné určení lokality, popis okolního prostředí, druh substrátu a jméno nálezce. Bez těchto údajů se nasbíraný materiál stává bezcenným (Novák, 1969). Vypsaný lístek následně vhodíme do konkrétní smrtičky či epruvety, čímž zamezíme pomíchání vzorků při následném zpracování. Do poznámkového bloku či deníku si poznačíme i doplňující informace jako je například čas, počasí, rostlina a její část, na které byl jedinec odloven apod. Zapsané informace využijeme při tvorbě popisných štítků při preparaci a ukládání do sbírek (Winkler, 1974).

Při lovu vodních bezobratlých měříme také základní fyzikálně – chemické parametry vody (teplota vody, koncentrace rozpuštěného kyslíku, pH). Měření se provádí jak u hladiny, tak těsně nade dnem. Výsledné hodnoty se zapisují nebo zakreslí spolu s hloubkou, časem, po který se odběr provádí, a charakterem substrátu do odběrového protokolu (Adámek, 2006).

3.4. Uchovávání, fixace a konzervace nasbíraných vzorků

3.4.1. Uchovávání

V předchozích podkapitolách se nachází informace k samotnému sběru a smrcení bezobratlých. Pokud je však po nasbírání nevrátíme zpět do přírody, budeme je muset uchovat pro další využití. Toho docílíme tak, že do smrtičky přikápneme několik kapek octanu ethylnatého. Výstelka smrtičky musí být lehce vlhká, nikoliv však mokrá. Poté smrtičku důkladně uzavřeme, uložíme na temné chladné místo a nalovené živočichy můžeme třídit a preparovat až na to budeme mít dostatek času (Winkler, 1974).

Po delší době skladování však může dojít k tomu, že vzorky ve smrtičce začnou plesnivět nebo jim začnou odpadávat části těla. Z tohoto důvodu je vhodné preparovat živočichy zhruba do jednoho týdne od ulovení. V případě, že tuto možnost nemáme, je vhodné nasbíraný materiál uložit do papírových sáčků a následně jej vysušit (Mourek & Lišková, 2010). Vysušení provádíme tak, že větší krabici vysypeme pilinami, do kterých jednotlivé živočichy ukládáme. Vždy dbáme na to, abychom měli jednotlivé vzorky řádně popsány a odděleny a nedošlo tak k jejich pomíchání. Do pilin můžeme přidat také látku proti plísním. Vhodnějším způsobem je však ukládání jednotlivců do motýlkářských sáčků či papírových trubiček, které skladujeme v prodyšné krabici na suchém místě. Takto uložený materiál můžeme skladovat po dobu několika měsíců (Winkler, 1974).

3.4.1.1. Rozvlhčení

Jestliže jsme se rozhodli pro uchovávání pomocí vysušení, je potřeba před samotnou preparací nasbírané bezobratlé rozvlhčit, jelikož po vyschnutí jsou značně křehcí a pro preparaci nevhodní. Rozvlhčení provádíme tak, že do krabice vložíme vhodný materiál – filtrační papír nebo buničinu, které navlhčíme následně na ně navrstvíme substrát (piliny) i s jednotlivými živočichy. Po zhruba jednom dnu můžeme živočichy vybírat a následně preparovat (Mourek & Lišková, 2010).

3.4.2. Fixace a konzervace

Pro dlouhodobé uchování členovců se využívají 3 základní typy. Prvním z nich je uchování ve fixační tekutině, druhým tvorba trvalých mikroskopických preparátů a třetím preparování (Walker, 1999).

3.4.2.1. Fixace

Fixací se rozumí trvalé uložení bezobratlého živočicha ve fixační tekutině (Winkler, 1974). Při správně provedeném zafixování dochází k zachování anatomických a morfologických částí těla živočicha (Mourek & Lišková, 2010). Zafixovaný materiál může sloužit jako ukázkový výukový předmět nebo jej můžeme posléze vyjmout a z jednotlivých částí těla vytvářet preparáty (Winkler, 1974).

Jako fixační tekutina se nejčastěji využívá ethanol v koncentraci 70-80 % nebo 4-6 % roztok formaldehydu. Obě tyto tekutiny mají své výhody i nevýhody (Mourek & Lišková, 2010).

Ethanol je vhodný pro fixaci členovců (Arthropoda) jako jsou například pavouci (Araneae) a korýši (Crustacea), u kterých je ale problém s tím, že bez vhodné konzervace jejich těla rychle vysychají (Walker, 1999). Ethanol je také nejvhodnější pro konzervaci měkkýšů (Pfleger & Pradáč, 1981). Nevýhodou ethanolu je, že odvodňuje tkáň, čímž se snižuje jeho koncentrace v nádobě. Pokud tedy přímo na místě sběru fixujeme větší množství vzorků pomocí ethanolu, je zapotřebí do 24 hodin tuto fixační látku vyměnit za čerstvou. Pokud by koncentrace ethanolu poklesla pod 60 %, došlo by k tzv. maceraci a znehodnocení nasbíraných organismů (Novák, 1969). Další nevýhodou ethanolu je jeho vysychání. Tomu můžeme zabránit také tím, že do roztoku ethanolu přidáme malé množství glycerolu. (Winkler, 1974). Při používání ethanolu nám objekty při kontaktu se světlem rychle blednou a ztrácí své přirozené barvy (Mourek & Lišková, 2010). Ethanol je nevhodný ke konzervaci larev, které při jeho použití rychle černají (Walker, 1999).

Na rozdíl od ethanolu formaldehyd o koncentraci 4-6% proniká lépe do tělních tkání, nezpůsobuje tak zásadní změny barvy organismů a ani je tolik neodvodňuje. Při delším vystavení na slunečním světle může rozpouštět vápenité schránky bezobratlých (Mourek & Lišková, 2010). Hlavní nevýhodou formaldehydu však je, že je silně zdraví škodlivý

a karcinogenní (Walker, 1999). S tím je také spojená obtížná manipulace a náročnost na vybavení laboratoře. Pokud s již zafixovanými organismy, které jsou umístěny ve skleněném válci, budou manipulovat také žáci, hrozí rozbití a jejich následné poleptání a jiné zdravotní komplikace (Mourek & Lišková, 2010).

Zafixované organismy uchováváme ve skleněných epruvetách či kyvetách, přičemž stále dbáme zásady stálé koncentrace fixační látky, kterou nám ředí voda z tkání (Mourek & Lišková, 2010). Jednotlivé (výstavní) preparáty můžeme vypreparovat do požadovaného tvaru v preparační misce a následně je umístit do skleněných válců či jiných nádob, které důkladně uzavřeme a dále využíváme ve výuce (Mourek & Lišková, 2010).

3.4.2.2. Tvorba mikroskopických preparátů

Mikroskopické preparáty se používají k dlouhodobému uchovávání drobných bezobratlých, kteří se nedají preparovat a k uchovávání částí těl jako jsou křídla či končetiny. Preparáty dělíme na dočasné a trvalé (Winkler, 1974). Při tvorbě trvalých preparátů se využívá celá řada uzavíracích médií a způsobů, z nichž některé jsou poměrně složité. Z tohoto důvodu v této práci zmíním za všechny pouze dvě média, se kterými se setkáváme asi nejčastěji – kanadský balzám a glycerolová želatina a popíšu podrobněji tvorbu preparátu za užití kanadského balzámu.

Před samotným začátkem tvorby preparátu je nezbytné námi preparovaný objekt odvodnit pomocí alkoholové řady. 70 %, 80 %, 90 % a absolutní alkohol si rozlijeme do jednotlivých Petriho misek a zhruba každých 10 minut objekt přemístíme do misky s větší hodnotou alkoholu. Poté co máme objekt odvodněn, tak na podložní sklíčko nanese skleněnou tyčinkou menší množství kanadského balzámu. Do něj vložíme náš objekt, překryjeme krycím sklíčkem a ve vodorovné poloze necháme schnout. Balzám, který přetekl přes okraje, můžeme otřít vatou namočenou v benzenu či xylenu (Novák, 1969). Takto připravený preparát při vhodném skladování vydrží i několik desítek let (Winkler, 1974).

3.5. Preparace a tvorba sbírek

Preparaci využíváme ke konzervování členovců (Arthropoda), tradičně především pak hmyzu (Insecta) (Walker, 1999). U tohoto způsobu se nevyužívají žádná konzervační média, ale hmyz je konzervován vysušením. Tkáně ztrácí vodu, vysychají a na konci se zachovává pouze

chitinový exoskelet (Winkler, 1974). Jednotliví zástupci se preparují buď napíchnutím na špendlík, nebo nalepením na lístek. Takto vypreparovaní jedinci se poté ukládají do entomologických krabic (Novák, 1969).

3.5.1. Preparace hmyzu

Pro preparaci je nejvhodnější, když pracujeme s ještě vláčným materiálem, který máme po nedávném sběru uložen v smrtící láhvi. Hmyz je po vysušení velmi křehký a manipulace s ním je takřka nemožná. Již vysušený hmyz nelze z těchto důvodů preparovat a musíme jej rozvlhčit podle návodu uvedeného výše (Walker, 1999).

3.5.1.1. Pomůcky k preparaci hmyzu

Při preparaci hmyzu se neobejdeme bez speciálních preparačních špendlíků, které se vyrábějí v různé tloušťce pro různé skupiny hmyzu. Dále budeme potřebovat entomologickou pinzetu, preparační podložku, preparační jehlu, lupu, štěteček, nalepovací a popisovací lístky, preparační stupínek pro určení rovnoměrné výšky u všech preparovaných jedinců a kvalitní, vodou rozpustné lepidlo (Herkules). U preparace motýlů využijeme i tzv. napínadlo (Winkler, 1974).

3.5.1.2. Postup při preparaci hmyzu

Principem preparace hmyzu je jeho napíchnutí na preparační špendlík nebo nalepení na lístek (Obr. č. 3). Obecně se dá říct, že větší druhy hmyzu napichujeme a menší nalepujeme. Jednotlivé končetiny, křídla a tykadla upravujeme do konečné polohy pomocí špendlíkového lešení (v případě napínadla používáme u křídel také papírky) (Winkler, 1974). Kolem konkrétní tělní části zapíchneme špendlíky a zafixujeme ji do požadovaného konečného postavení. Po vyschnutí nám bude držet tento tvar. U nalepování na lístek postupujeme tak, že hmyz vložíme na lístek s lepidlem a preparační jehlou upravujeme jeho tělní části (Novák, 1969).

Po vypreparování umístíme připíchnutím na špendlík pod exemplář lokální lístek. Tento musí obsahovat informace o zemi nálezů, v jaké části země byl nalezen (například poblíž jakého města), datum nálezů a jméno sběratele (Winkler, 1974). Pod tento lístek můžeme vložit

i další lístek s doplňujícími informacemi jako je rodové a druhové jméno, nadmořská výška, přesné místo nálezů, rostlina, na které byl jedinec nalezen atd. (Novák, 1969). Správně vypreparovaný a lokalitním lístkem opatřený jedinec může být následně zařazen do entomologické krabice jako hodnotný vědecký materiál (Winkler, 1974).



Obrázek 3 Ukázkově vypreparovaný hmyz (Zdroj: foto autora, 2022)

Při preparaci využíváme tyto základní preparační vzory:

a) Vzor brouk

Podle tohoto vzoru budeme preparovat brouky (Coleoptera), plošnice (Heteroptera), případně šváby (Blattodea). Hmyz nalepujeme nebo napichujeme s prvním párem končetin směřujícím dopředu a druhými dvěma páry dozadu tak, aby byly na každé straně stejně srovnány. Krátká tykadla směřujeme dopředu, dlouhá dozadu podél těla. Při napíchávání umístíme špendlík do pravé přední části krovky (Mourek & Lišková, 2010).

b) Vzor včela

Podle tohoto vzoru preparujeme menší okřídlený hmyz s kratšími křídly jako jsou například dvoukřídlí (Diptera) a blanokřídlí (Hymenoptera). Špendlíkem propíchneme hrud' a křídla buď pomocí pomocných špendlíků roztáhneme, nebo necháme složené (Mourek & Lišková, 2010).

c) Vzor motýl

Jak již název napovídá, tímto způsobem budeme preparovat motýly (Lepidoptera), případně další druhy s velkými křídly jako jsou např. vážky (Odonata) (Mourek & Lišková, 2010). U tohoto druhu preparace se nebudeme zabývat preparací nohou, ale zaměříme se především na křídla. Špendlík (co nejtenčí) umístíme doprostřed hrudi a motýla přiložíme na napínadlo. Zde křídla pomocí špendlíků a papírových lístečků zafixujeme do roztažené polohy. Je třeba dbát zvýšené opatrnosti, jelikož motýlí křídla jsou velmi křehká (Winkler, 1974).

d) Vzor saranče

Podle tohoto vzoru můžeme preparovat větší zástupce rovnokřídlých (Orthoptera). Nohy vypreparujeme stejně jako u vzoru brouk a dále postupujeme podle vzoru motýl s tím rozdílem, že otevřeme pouze křídla na pravé straně (Mourek & Lišková, 2010).

3.5.2. Tvorba entomologické sbírky

Jestliže máme hmyz řádně vypreparovaný, vysušený a označený lokalizačním lístkem, můžeme se přesunout k tvorbě entomologické sbírky. Jako základ entomologické sbírky se považuje entomologická krabice, tzv. „muzejka“, s vypreparovanými exempláři hmyzu (Winkler, 1974). Entomologická krabice musí být pevná s dobře těsnícím víkem. Standardní rozměry krabice jsou 30 x 23 x 5,4 cm (Novák, 1969). Krabice je z vnější strany polepena. Je vhodné, aby bylo víko krabice prosklené, což nám usnadní pozorování materiálu. Vnitřní část krabice je bílá a na dně krabice je výstolková materiál, do kterého se zapichují špendlíky s vypreparovanými jedinci (Winkler, 1974). Jako materiál pro dno krabice se dříve používala lisovaná rašelina, korek, balsa či pěnový polystyren. V současné době se jeví jako nejhodnější použití pěny z materiálu polyethylen, která se prodává v obchodech pod názvem „plastazote“ (Walker, 1999). Tato podložní část je překryta bílým papírem. Takto vybavené entomologické krabice i s vypreparovaným hmyzem ukládáme na suché místo do skříně (Novák, 1969).

3.5.2.1. Ochrana entomologické sbírky

Sbírky hmyzu jsou náchylné vůči nejrůznějším škůdcům a plísním, kteří by nám mohli jedince poškodit a znehodnotit. Z tohoto důvodu do sbírky umístíme desinfekční látky. Umístíme je do sbírek připíchnutím na špendlík, nebo ve speciálních skleněných kalíšcích. Jako příklad

dezinfekčního prostředku můžeme použít tablety látky s názvem Invet. (Winkler, 1974). Účinné látky v těchto prostředcích postupem času vyprchávají, a proto je nutné je 2x ročně obměňovat za čerstvé (Mourek & Lišková, 2010).

3.5.3. Tvorba sbírek jiných bezobratlých

U členovců (Arthropoda) postupujeme u tvorby sbírek stejnými způsoby, jaké jsme si uvedli výše, tj. naložením ve fixáži, suchou preparací, či tvorbou trvalých preparátů (Walker, 1999).

U měkkýšů (Mollusca) je specifická jejich vápenitá schránka. Měkkýše můžeme konzervovat kompletní, ve fixační látce nebo utvářet sbírku jejich schránek. Jednodušší je utváření sbírky mlžů (Bivalvia), u kterých stačí schránku rozevřít a její obsah vyčistit. U plžů můžeme využít jednu z možností – zmrazení, vaření, nasolení a vyhnití. Při zmrazení a vaření plžů čistíme z ulity tkáň pomocí zahnutého drátku a preparační jehly. Zahnutý drátek zapíchneme do tkáně a pomalu vytáčíme, podobně jak vývrtkou od vína. Vyčištěné ulity a lastury poté ukládáme do větších krabic, ve kterých jsou umístěny menší krabičky dle velikosti schránek. Nezapomínáme opět na vyplnění lokalitního štítku, do kterého přidáváme oproti hmyzu také informaci, zda se jednalo o živý, či nalezený uhynulý exemplář (Pfleger & Pradáč, 1981).

4. Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých a jejich využití ve výuce přírodopisu

Jednotlivé organizační formy výuky a pracovní listy mohou vyučující zařadit do výuky vyučovacího předmětu přírodopis v rámci učiva bezobratlí. Jejich využití také najde uplatnění v rámci volitelných předmětů s přírodopisným či badatelským zaměřením nebo ve stejně zaměřených kroužcích. V této kapitole jsou přestaveny na návrhy výukových materiálů pro terénní exkurze a laboratorní práce s využitím metod sběru, preparace a konzervace bezobratlých.

4.1. Exkurze zaměřená na sběr a konzervaci vodních bezobratlých

Název předmětu/ročník	Přírodopis / 6. ročník
Název hodiny	Sběr a konzervace vodních bezobratlých
Časová náročnost	3 vyučovací hodiny
Cíle výuky	Žák zvládne techniku sběru vodních bezobratlých živočichů Žák dokáže popsat metodu konzervace vodních bezobratlých živočichů Žák dokáže s pomocí určovacího klíče poznat jednotlivé vodní bezobratlé živočichy a zařadit je do příslušných taxonomických jednotek
Klíčové kompetence	Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021). Kompetence sociální a personální – „žák účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel

	<p><i>práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce“ (RVP ZV, 2021).</i></p> <p>Kompetence občanské – <i>„žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti (RVP ZV, 2021).</i></p> <p>Kompetence pracovní – <i>„žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).</i></p>
Mezipředmětové vztahy	<p>Chemie – využívání chemických látek (ethanol) ke smrcení a konzervaci bezobratlých</p> <p>Výtvarná výchova – nákresy pozorovaných jedinců</p> <p>Matematika – výpočet biotického indexu</p>
Výukové metody	<p>Instruktáž, předvádění a pozorování, napodobování, výklad, diskuze, práce s textem (Maňák & Švec, 2003)</p>
Forma výuky	<p>Skupinová práce, samostatná práce</p>

Časový harmonogram

1. vyučovací hodina – lov bezobratlých živočichů v tekoucí vodě (potok, menší řeka) a jejich následná konzervace
2. vyučovací hodina – lov bezobratlých živočichů ve stojaté vodě (rybník, tůň, jezírko, nádrž) a jejich následná konzervace

3. vyučovací hodina – pozorování zakonzervovaných živočichů a práce s pracovními listy

Pomůcky

Kuchyňská síta, sítky na akvariální rybičky, epruvety, 80% ethanol, kbelík, bílá podložka s okrajem (víko kbelíku), pinzety, Petriho misky, preparační jehly, lupy, binokulární lupy, atlasy, učebnice, určovací klíče.

Průběh exkurze

1. Učitel v předstihu seznámí žáky s cílem a průběhem hodiny. Doporučí jim vhodné oblečení, obuv a pomůcky a poučí je o bezpečnosti.
2. Učitel vytipuje místo ke sběru bezobratlých tak, aby bylo co nejbližší k budově školy a s ohledem na bezpečnost a naplnění cílů hodiny zvolí 2 lokality (stojatá a tekoucí voda).
3. Po příchodu na stanoviště učitel rozdělí žáky do skupin po třech a vysvětlí jim metodu sběru sítkou či sítem a toto také demonstruje.
4. Po odlovu učitel společně s žáky přímo v terénu vyhodnocuje nasbírané bezobratlé, žákům vysvětluje a demonstruje jejich typické znaky.
5. Učitel zakonzervuje určitý vzorek bezobratlých v epruvetách s 80 % ethanolom pro následné pozorování a zkoumání. Tuto činnost provádí pouze učitel.
6. V učebně žáci samostatně pozorují jednotlivé živočichy, vyhledávají je v atlasech a určovacích klíčích, vypracovávají pracovní list. Následuje sebehodnocení žáků a závěrečné shrnutí učitelem.

Poznámka:

Všechny 3 části exkurze by bylo vhodné provést v rámci jednoho dne. Případně lze exkurzi rozdělit zvlášť na sběr bezobratlých na stojaté a tekoucí vodě a poté na vypracování pracovních listů s odstupem dnů. Učitel nejdříve vyhodnotí úkol č. 1 a 2 tak, aby všichni žáci měli stejný a správný seznam živočichů, který následně použijí v úkolu č. 4. Do tabulky v úkolu č. 1 píšou žáci již zakonzervované živočichy, které pozorují v epruvetách v učebně.

Pracovní list

Jméno:

Třída:

Datum:

1. Do tabulky napiš názvy živočichů, které jsi pozoroval. Použij určovací klíče, učebnici a své poznámky v sešitu.

Stojatá voda	Tekoucí voda

2. Všechny živočichy, které jsi uvedl v úkolu č. 1, se pokus zařadit do správného oddělení. Opět můžeš použít určovací klíče, učebnice a poznámky v sešitu.

Ploštěnci	Kroužkovci	Měkkýši	Hmyz	Korýši	Ostatní

3. Pod lupou pozoruj a zakresli larvu jepice a pošvatky. Pod obrázky napiš alespoň 3 rozdíly, které vidíš.

Jepice

Pošvatka

Rozdíly:

4. S využitím tabulky z úkolu č.1 vypočítej podle návodu biotický index pro tekoucí i stojatou vodu.

Biotický index udává míru znečištění vody. Někteří živočichové žijí jen v čisté vodě, jiným i silně znečištěná voda nevadí.

Postup práce:

1. Pracuj se seznamem bezobratlých z úkolu č. 1 a s tabulkou A). Pokud v tabulce A) živočicha nenajdeš, tak jej vynechej.
2. V tabulce A) najdeš u každého živočicha čísla od 1 do 10, která udávají, jak jsou nároční na čistotu vody (1 - nejméně nároční, 10 - nejvíce nároční).
3. Vypiš a sečti čísla v tabulce A), která jsou u živočichů z tvého seznamu bezobratlých.
4. Výsledek vyděl počtem živočichů. Získáš hodnotu biotického indexu vody.
5. V tabulce B) zjistíš podle vypočteného biotického indexu, jak kvalitní byla voda, ze které jsme bezobratlé sbírali. Do závěru napiš své zjištění.

TABULKA A)

Živočich / skupina živočichů	Body	Živočich / skupina živočichů	Body
Pijavice	3	Larvy pakomárů	2
Nítěnky	1	Larvy vážek	8
Vodní plži	3	Larvy motýlic	6
Škeble rybníčná	6	Larvy šidélek	8
Beruška vodní	8	Nymfy pošvatek	10
Blešivci	6	Vodoměrky	5
Rak říční	10	Bruslačky	5
Vodní roztoči	4	Splešťule blátivá	5
Hrabavé nymfy jepic	10	Znakoplavky	5
Ploché nymfy jepic	10	Klešťanky	5
Plovoucí nymfy jepic	6	Larvy chrostíků se schránkou	7
Larvy střechatek	4	Larvy chrostíků bez schránek	5
Larvy vodních brouků	5	Larvy muchniček	5
Larvy tiplic	5	Larvy pestřenek	3

Výpočet:

TABULKA B)

Hodnota biotického indexu	Kvalita vody
1 – 2,5	velmi nízká
2,5 – 4	Nízká
4 – 5,5	Střední
5,5 – 7	Dobrá
Více než 7	Výborná

Závěr:

4.2. Terénní exkurze zaměřená na sběr a konzervaci lučních bezobratlých

Název předmětu/ročník	Přírodopis/6. ročník
Název hodiny	Sběr a konzervace lučních bezobratlých
Časová náročnost	2 vyučovací hodiny
Cíle výuky	<p>Žák zvládne techniku sběru bezobratlých smýkací sítí a exhaustorem.</p> <p>Žák dokáže popsat metodu smrcení hmyzu.</p> <p>Žák s pomocí určovacího klíče dokáže poznat jednotlivé luční bezobratlé a zařadit je do příslušných taxonomických jednotek.</p>
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence sociální a personální – „žák účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence občanské – „žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti (RVP ZV, 2021).</p>

	Kompetence pracovní – „žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).
Mezioborové vztahy	Chemie – využívání chemických látek (octan ethylnatý) ke smrcení a konzervaci bezobratlých Výtvarná výchova – nákresy pozorovaných jedinců
Výukové metody	Instruktáž, předvádění a pozorování, napodobování, výklad, diskuze, práce s textem (Maňák & Švec, 2003)
Formy výuky	Skupinová práce, samostatná práce

Časový harmonogram

1. vyučovací hodina – lov lučních bezobratlých smýkáním
2. vyučovací hodina – vypracování pracovních listů

Pomůcky

Smýkácí síť, exhaustor, epruvety, smrtící láhev, poznámkový blok, entomologické pinzety, lupy, učebnice, určovací klíče.

Průběh hodiny

1. Učitel v předstihu seznámí žáky s průběhem a cílem hodiny. Doporučí jim vhodné oblečení, obuv a pomůcky a poučí je o bezpečnosti.
2. Učitel žáky zavede na předem vytipované místo k lovu bezobratlých – nesečená louka v okolí školy.
3. Učitel žáky rozdělí do skupin po třech. Vysvětlí jim, jak zacházet s exhaustorem a smýkácí sítí, které si jednotlivé skupiny postupně střídají.
4. Vždy po vystřídání jednotlivých skupin učitel vyhodnotí bezobratlé, které daná skupina do smýkácí sítě nalovila a doplní o krátký výklad.
5. Učitel vloží vhodné druhy do smrtící láhve k pozdějšímu pozorování nebo preparaci.

6. Po návratu do učebny žáci samostatně pozorují jednotlivé živočichy, vyhledávají je v určovacích klíčích a vypracovávají pracovní list. Následuje sebehodnocení žáků a závěrečné shrnutí učitelem.

Poznámka: Obě části exkurze je vhodné provést během jednoho dne, případně rozdělit – sběr bezobratlých jeden den a vypracování pracovních listů druhý den. Úkol č. 2, 3 a 4 je závislý na jednotlivých družích, které byly nasbírány.

Pracovní list

Jméno:

Třída:

Datum:

1. Během terénní exkurze jsme pro lov bezobratlých využívali různé pomůcky. Najdi všech 5 pomůcek v osmisměrce a vypiš je pod ni. Dávej přitom ale pozor, v osmisměrce jsou uvedeny také pomůcky, které se sběrem lučních bezobratlých nesouvisí.

P O D B Ě R Ā K Y I A Z
O X Q D D F X G S U T K
E X H A U S T O R H E U
Ť Í S Í C A K Ý M S V M
A J A Z U Q T U I A U A
Ě K E S Ā K J E G O R V
T E Č H T P P G Z L P K
Š B N I L C I L B N E A
E I A H T A V S N J I K
L G A S C R E E N V Z P
K O D X X M M H Y Í Z Y
N K Í N D E C S L K K E

Seznam pomůcek:

2. S pomocí lupy pozoruj kněžici trávozelenou a páteříčka sněhového. U následujících tvrzení napiš ANO x NE, podle toho, jestli jsou pravdivá. Pokud odpovíš ne, svou odpověď zdůvodni.

- a) Kněžice i páteříček patří do řádu brouci
- b) Kněžice má kousací ústní ústrojí
- c) Páteříček má kousací ústní ústrojí
- d) Kněžice má přeměněný první pár křídel v tzv. polokrovky
- e) Páteříček má dva rovnocenné páry křídel, které se ničím neliší
- f) Páteříček i kněžice mají článkovaná tykadla
- g) Kněžice má na rozdíl od páteříčka zadní pár končetin uzpůsobený ke skákání

3. S pomocí lupy pozoruj běláška zelného. U následujících tvrzení napiš ANO x NE, podle toho, jestli jsou pravdivá. Pokud odpovíš ne, napiš pod otázky písmeno odpovědi a zdůvodni.

- a) Bělásek patří do řádu dvoukřídlí, protože má dva páry křídel
- b) Larva běláška vypadá podobně jako dospělý jedinec
- c) Bělásek má sací ústní ústrojí v podobě sosáku, který je spirálovitě stočený
- d) Jelikož bělásek pouze létá, zakrnl mu poslední pár končetin a má tedy pouze 4 končetiny
- e) Bělásek má „kyjovitý“ tvar tykadel
- f) Křídla běláška jsou z vnější i vnitřní strany stejná

4. Během exkurze jsme na louce pozorovali mnoho druhů okřídleného hmyzu. Z následujících obrázků zakroužkuj ty, které nepatří do řádu dvoukřídlých.



4.3. Exkurze zaměřená na sběr půdních bezobratlých

Název předmětu/ročník	Přírodopis/6. ročník
Název hodiny	Sběr půdních bezobratlých
Časová náročnost	3 vyučovací hodiny
Cíle výuky	<p>Žák zvládne techniku sběru bezobratlých do zemních pastí.</p> <p>Žák dokáže popsat techniku sběru bezobratlých prosíváním.</p> <p>Žák s pomocí určovacího klíče dokáže poznat jednotlivé půdní bezobratlé a zařadit je do příslušných taxonomických jednotek.</p>
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence sociální a personální – „žák účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence pracovní – „žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).</p>
Mezioborové vztahy	Předměty ze vzdělávací oblasti Člověk a svět práce – práce se zahradními nástroji

	Matematika – výpočet procentuálního zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých.
Výukové metody	Instruktaž, předvádění a pozorování, napodobování, diskuze, práce s textem (Maňák & Švec, 2003)
Formy výuky	Skupinová práce

Časový harmonogram

1. vyučovací hodina – instalace zemních pastí podle návodu, sběr bezobratlým prosíváním
2. a 3. vyučovací hodina – vyhodnocování nasbíraných vzorků, vyplňování pracovních listů

Pomůcky

Prosívadlo, 16 skleněných zavařovacích sklenic o objemu 0,7l, polní lopatky, 16 čtverců o rozměru 20 x 20 cm z překližky, bílé plastové nádoby, epruvety, entomologické pinzety, pracovní rukavice, kalkulačky, poznámkový blok, určovací klíče

Průběh exkurze

Hodina č.1

1. Učitel v předstihu seznámí žáky s cílem a průběhem hodiny. Doporučí jim vhodné oblečení, obuv a pomůcky a poučí je o bezpečnosti.
2. Učitel vytipuje místo ke sběru bezobratlých tak, aby bylo co nejbližší k budově školy s ohledem na bezpečnost a naplnění cílů hodiny.
3. Po příchodu na stanoviště učitel rozdělí žáky do 4 skupin a rozdá jim pracovní list – část A s návodem, jak umístit zemní past. Každá skupina nainstaluje v prostoru cca 16 m² 4 zemní pastí tvořené zavařovací sklenicí, která je překrytá překližkovým čtvercem vyzdviženým nad terén.
4. Po nainstalování zemních pastí učitel ve zbytku hodiny demonstuje sběr bezobratlých prosívadlem.

Hodina č. 2 a 3

1. Učitel postupně s každou skupinou žáků vysype obsah zemních pastí do bílé plastové nádoby. Žáci si do pracovního listu – část B s využitím určovacích klíčů značí počet jednotlivých zástupců.

2. Po návratu do učebny žáci společně s učitelem vyplní poslední úkol v pracovním listu – část B. Následuje sebehodnocení žáků a závěrečné shrnutí učitelem.

Poznámka: Hodiny by měly být od sebe vzdáleny ideálně jeden, nejvýše pak 2 dny, aby do zemních pastí napadalo co nejvíce živočichů a zároveň nedošlo ke znehodnocení vzorků.

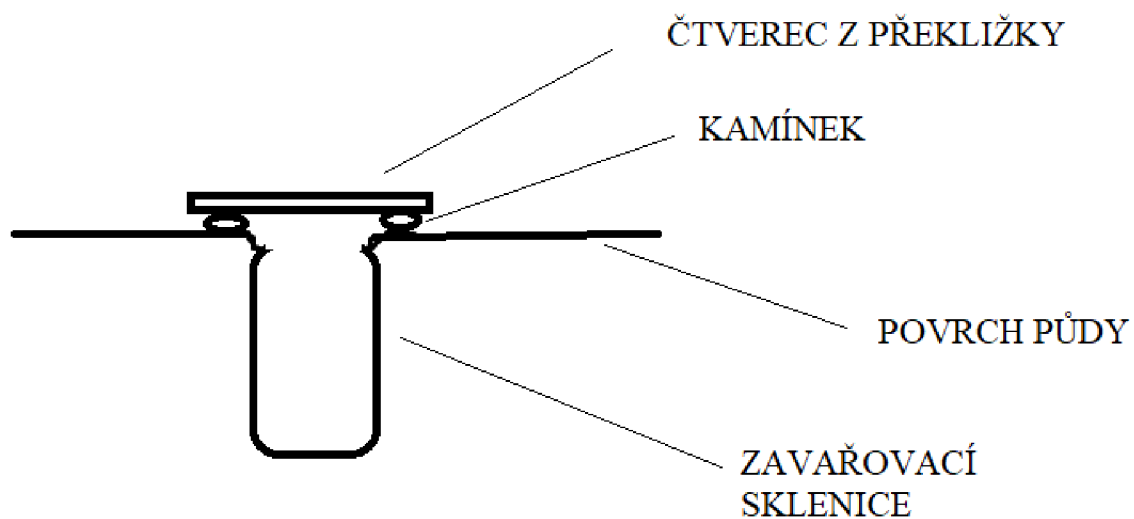
Pracovní list – část A

Jména:

Třída:

Datum:

Nainstalujte pomocí nákresu 4 zemní pasti v místech určených učitelem. Pomocí lopatky vyhlubte díru v zemi a vložte do ní zavařovací sklenici. Důkladně zarovnejte půdu kolem sklenice. Poté postavte vedle sklenice 4 kamínky a na ně položte čtverec z překližky.



Pracovní list – část B

1. Zemní pasti vyndejte ze země a jejich obsah vysypejte do bílé mísy. Entomologickou pinzetou vyberte živočicha, vložte jej do epruvety a pozorujte. S pomocí určovacího klíče ho zařaďte do příslušné skupiny a do tabulky udělejte čárku. Poté všechny čárky sečtěte a do posledního řádku tabulky napište celkový počet. Již zapsané živočichy vypusťte zpět do přírody.

Pavouci	Sekáči	Hmyz	Plži	Korýši	Stonožky	Mnohonožky	Ostatní

2. Pomocí trojčlenky vypočítejte procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých. Zaokrouhlujte na celá procenta. Výsledky запиšte do tabulky a v závěru napište, které 3 skupiny byly nejpočetnější. Postupujte podle následujícího příkladu.

Pokud bychom v pasti našli celkem 60 bezobratlých a 6 z toho by bylo pavouků, tak
60.....100%

6.....X

$$6/60 = X/100 = 0,1 \times 100 = 10$$

Pavouci by tedy tvořili 10% z celkového počtu bezobratlých, kteří spadli do zemní pasti.

Pavouci	Sekáči	Hmyz	Plži	Korýši	Stonožky	Mnohonožky	Ostatní

Závěr:

4.4. Preparace hmyzu

Název předmětu/ročník	Přírodopis / 6. ročník
Název hodiny	Preparace hmyzu
Časová náročnost	2 vyučovací hodiny
Cíle výuky	<p>Žák dokáže pojmenovat jednotlivé preparační pomůcky</p> <p>Žák dokáže s preparačními pomůckami zacházet a zvládne základní preparační techniku</p> <p>Žák pochopí smysl preparace a zakládání entomologických sbírek</p>
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence k řešení problémů – „žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence pracovní – „žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).</p>
Mezipředmětové vztahy	Technická výchova – drobná motorická práce
Výukové metody	Instruktáž, předvádění a pozorování, vysvětlování, práce s textem, experimentování (Maňák & Švec, 2003)
Forma výuky	Samostatná práce

Časový harmonogram

1. vyučovací hodina – preparace hmyzu napichováním
2. vyučovací hodina – tvorba popisných lístků a založení entomologické sbírky

Pomůcky

Preparační špendlíky, Petriho misky, preparační jehly, entomologické pinzety, polystyrenové čtverce o rozměrech 15x15cm, entomologická krabice, tvrdé papíry, psací potřeby

Biologický materiál

Jako biologický materiál použijeme v rámci snadnější manipulace větší druhy hmyzu (střevlíci, tesaříci, chrousti, cvrčci, sarančata). Biologický materiál obstarává učitel, který jej může nasbírat sám nebo v rámci exkurze, či zakoupit.

Průběh hodiny

Hodina č.1

1. Učitel žáky seznámí s pojmem preparace hmyzu, vysvětlí jim princip preparace, prezentuje preparační pomůcky a vysvětluje, jak se s nimi zachází.
2. Učitel žákům rozdá polystyrenové čtverce, preparační špendlíky a další pomůcky k preparaci včetně biologického materiálu.
3. Učitel prochází s žáky jednotlivé kroky preparace – napíchnutí na špendlík, zafixování nohou a tykadel ve správné poloze. Poté učitel obchází třídu, kontroluje jejich práci, pomáhá jim a odpovídá na dotazy.
4. Po ukončení preparace učitel sesbírá od žáků polystyrenové čtverce s vypreparovaným hmyzem a uloží je na suché místo mimo místnost třídy.

Hodina č.2

1. Učitel žákům představí entomologickou krabici a vysvětlí smysl tvorby entomologických sbírek.
2. Učitel žákům rozdá tvrdý papír, konkretizuje rozměry popisného lístku a údajů, které na něm budou uvedeny, a nechá žáky lístky vytvořit.
3. Učitel žákům rozdá jejich polystyrenové čtverce s vypreparovanými jedinci a instruuje je o dalším postupu – opatrné sundání pomocných špendlíků a připíchnutí popisného lístku na hlavní preparační špendlík.
4. Učitel společně s žáky přesune vypreparovaný hmyz do entomologické krabice a formou diskuze vyhodnotí s žáky jejich práci.

Poznámka:

Vyučovací hodiny musí být od sebe vzdáleny minimálně týden, nejlépe však 14 dní a více, aby došlo k vyschnutí hmyzu a ten mohl být následně umístěn do entomologické krabice.

U preparování nasbíraného hmyzu je zapotřebí, aby učitel správně determinoval hmyz, který budou žáci preparovat. Učitel vede evidenci o datu, místě nalezení a nálezci hmyzu a informace poskytne žákům. U preparace zakoupeného hmyzu si žáci místo nálezu vymyslí (např. školní zahrada), zvolí aktuální datum a jako nálezce napíšíou sami sebe. Hotové entomologické krabice mohou tvořit výzdobu učebny přírodopisu.

Návod k preparaci

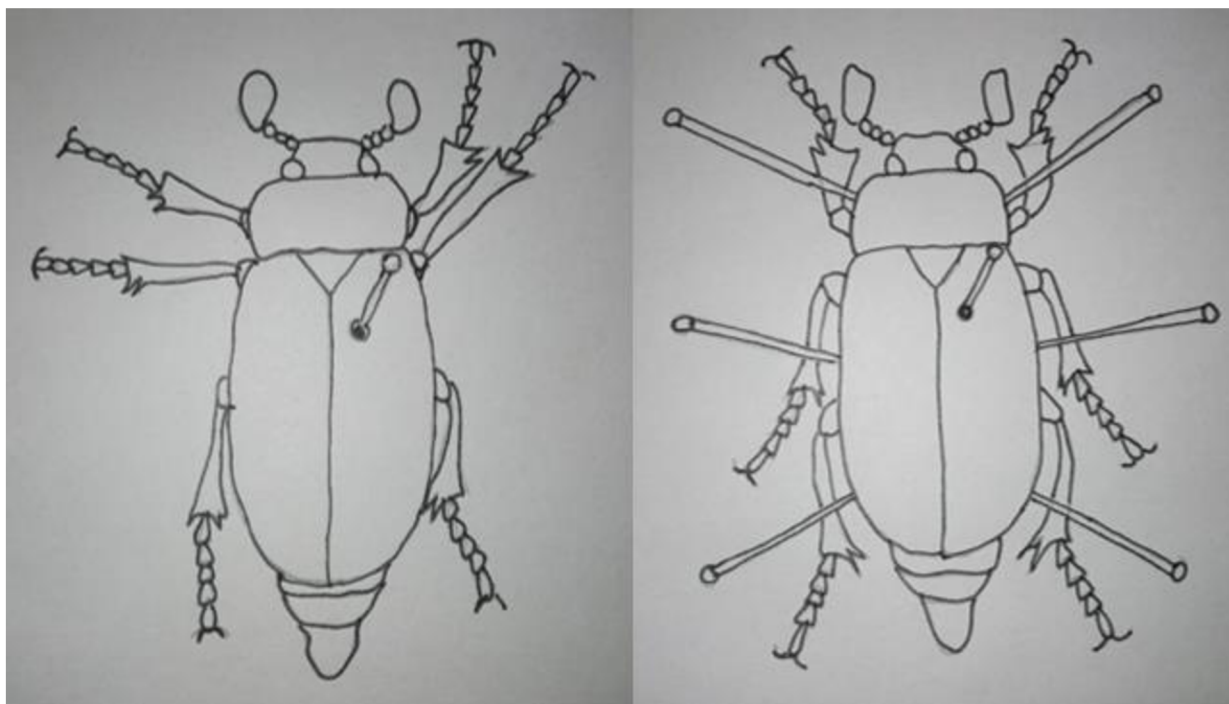
ÚKOL Č.1: Preparace hmyzu

Pomůcky: preparační špendlíky, preparační jehla, polystyrenové čtverce o rozměrech 15x15cm

Postup práce:

1. Vyber hmyz, který chceš preparovat a opatrně jej polož na polystyrenový čtverec.
2. Hlavní preparační špendlík zapíchni u brouků do horní části pravé krovky, u sarančete/cvrčka do pravé části hrudi – viz obrázek.
3. Špendlík i s hmyzem zapíchni do polystyrenového čtverce.
4. Pomocí preparační jehly a dalších pomocných špendlíků uprav a zafixuj končetiny a tykadla do konečného postavení. Horní pár končetin směruje nahoru, dolní 2 páry dolů. Krátká tykadla směrují nahoru, dlouhá podél těla dolů.
5. Na polystyrenový čtverec se fixem podepiš.

Obrazový návod:



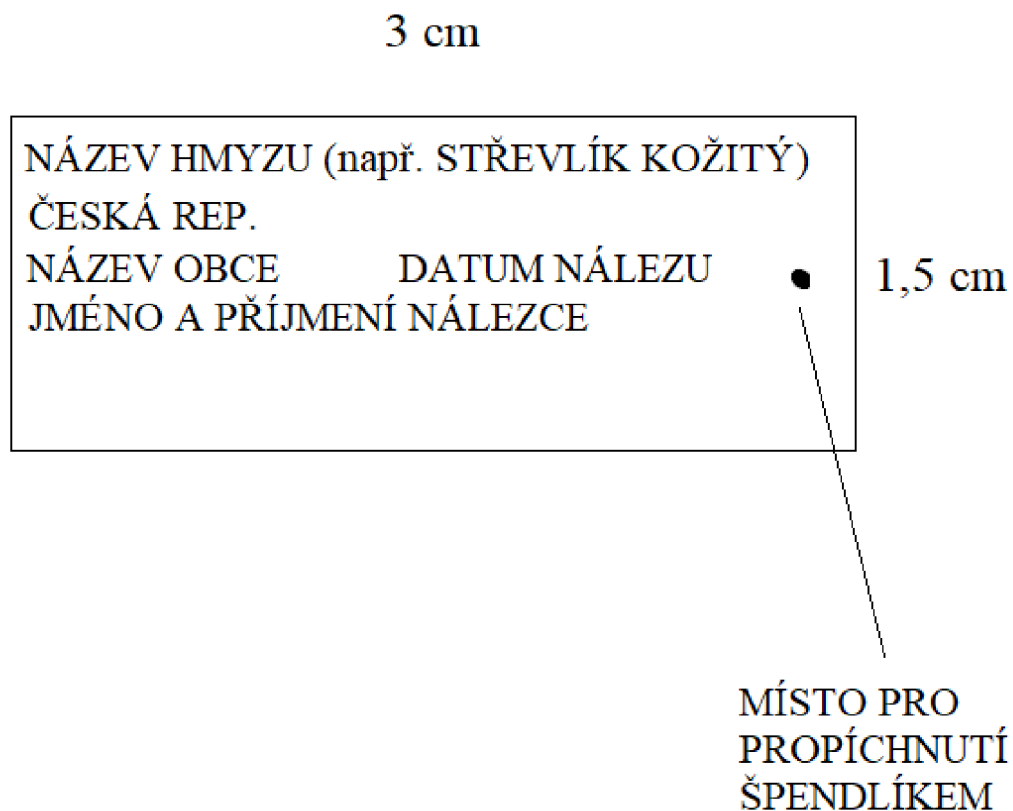
ÚKOL Č.2: Tvorba lokálních lístků a entomologické sbírky.

Pomůcky: Polystyrenový čtverec s vypreparovaným hmyzem, entomologická krabice, tvrdý papír, nůžky, pravítko, psací potřeby.

Postup práce:

1. Z polystyrenového čtverce opatrně odstraň všechny podpůrné špendlíky.
2. Z tvrdého papíru si vystřižni obdélník o délce 1,5 cm x 3 cm.
3. Vezmi si tenkou propisku a malým písmem zde napiš rodové a druhové jméno hmyzu, zemi a obec ve které (nebo v blízkosti které) byl hmyz nalezen, datum nálezu a kdo jej nalezl.
4. Lístek připíchni ze spodní strany hmyzu písmem nahoru.
5. Vypreparovaný hmyz za asistence učitele přepíchni do entomologické krabice.

Obrazový návod:



4.5. Laboratorní práce – pozorování bezobratlých pod mikroskopem

Název předmětu/ročník	Přírodopis / 6. ročník
Název hodiny	Pozorování bezobratlých pod mikroskopem
Časová náročnost	2 vyučovací hodiny
Cíle výuky	Žák dokáže připravit dočasný preparát s bezobratlými živočichy nebo jejich částmi. Žák zvládne techniku mikroskopování. Žák dokáže vypracovat laboratorní protokol.
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence k řešení problémů – „žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence pracovní – „žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).</p>
Mezipředmětové vztahy	Chemie – práce s laboratorními pomůckami, vypracování laboratorního protokolu Výtvarná výchova – nákresy pozorovaných jedinců
Výukové metody	Instruktaž, předvádění a pozorování, laborování, experimentování, vysvětlování,

	diskuze, práce s textem (Maňák & Švec, 2003)
Forma výuky	Samostatná práce

Časový harmonogram

1. vyučovací hodina – seznámení s průběhem hodiny, instruktáž, mikroskopování.
2. vyučovací hodina – mikroskopování, dopracování laboratorního protokolu

Pomůcky

mikroskopy, krycí a podložní sklíčka, Petriho misky, preparační jehly, skalpely, pipety, kádinky s vodou, entomologické pinzety.

Biologický materiál

od každého druhu několik jedinců – slídák., střevlík , babočka, masařka obecná, zlatoočka obecná.

Průběh hodiny

1. Učitel seznámí žáky s obsahem hodiny a bezpečností práce v laboratoři, společně s žáky probere jednotlivé úkoly a tyto jim vysvětlí.
2. Učitel nechá žáky samostatně pracovat, každý žák si vezme svůj biologický materiál a ten následně pozoruje pod vlastním mikroskopem.
3. Učitel průběžně obchází žáky a kontroluje, zda pozorují správné struktury a pomáhá jim s nákresy.
4. Každý úkol učitel společně se žáky vyhodnotí a pomůže jim formulovat závěr.

Poznámka: Použitý biologický materiál může učitel nasbírat v průběhu exkurzí nebo sám. V tomto cvičení je předpoklad, že žáci již dříve s mikroskopem a dalšími pomůckami pracovali. V opačném případě by první hodina musela být věnována teorii mikroskopování a pracovní list zkrácen. Jednotliví bezobratlí, kteří jsou uvedeni v pomůckách, mohou být libovolně nahrazeni zástupci ze stejného řádu v závislosti na lokalitě, kde budou sbíráni.

Laboratorní protokol

Jméno:

Třída:

Datum:

ÚKOL Č.1: Pozorování šupin na křídle babočky

Pomůcky: mikroskop, krycí a podložní sklíčko, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta

Biologický materiál: křídla babočky

Postup práce:

1. Preparační jehlou a pinzetou odtrhni malý kousek motýlího křídla.
2. Doprostřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož kousek motýlího křídla a přikryj jej krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Pozorování začni na nejmenším zvětšení a postupně přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj jednotlivé šupinky na motýlích křídlech. Několik z nich zakresli. Nezapomeň uvést zvětšení.
6. Do závěru uveď, co jsi pozoroval.

Nákres:

Závěr:

ÚKOL Č.2: Srovnání křídla masařky obecné a zlatoočky obecné

Pomůcky: mikroskop, Petriho miska, krycí a podložní sklíčko, skalpel, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta

Biologický materiál: usmrcení jedinci masařek obecných a zlatooček obecných

Postup práce:

1. Pomocí preparační jehly, pinzety nebo skalpelu odtrhni jedno křídlo od masařky a jedno křídlo od zlatoočky.
2. Doprstřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož křídlo masařky a přikryj krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Začni na nejmenším zvětšení a v případě potřeby přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj a zakresli tvar a žilnatinu křídla masařky.
6. Podložní a krycí sklíčko poté opláchni, vysuš a pokračuj stejným postupem s křídlem zlatoočky. Nezapomeň na zvětšení.
7. V závěru uveď, co jsi pozoroval a čím se liší křídlo masařky a zlatoočky.

Nákres:

Křídlo masařky

Křídlo zlatoočky

Závěr:

ÚKOL Č.3 – Srovnání končetiny slíd'áka a střevlíka

Pomůcky: mikroskop, Petriho miska, krycí a podložní sklíčko, skalpel, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta.

Biologický materiál: usmrcení jedinci střevlíků a slíd'áků

Postup práce:

1. Pomocí preparační jehly, pinzety nebo skalpelu odtrhni zadní končetinu střevlíka.
2. Doprostřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož končetinu a přikryj krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Začni na nejmenším zvětšení a v případě potřeby přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj a zakresli tvar a jednotlivé články končetiny.
6. Podložní a krycí sklíčko poté opláchni, vysuš a pokračuj stejným postupem s končetinou slíd'áka. Nezapomeň na zvětšení.
7. V závěru uveď, co jsi pozoroval a popiš rozdíly ve stavbě obou končetin.

Nákres:

Končetina slíd'áka

Končetina střevlíka

Závěr:

4.6. Laboratorní práce – čištění a barvení ulity hlemýždě

Název předmětu/ročník	Přírodopis / 6. ročník
Název hodiny	Čištění a barvení ulity hlemýždě
Časová náročnost	1 vyučovací hodina
Cíle výuky	Žák zvládne postup čištění schránky plžů.
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení – „žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence k řešení problémů – „žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy“ (RVP ZV, 2021).</p> <p>Kompetence pracovní – „žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky“ (RVP ZV, 2021).</p>
Mezipředmětové vztahy	Výtvarná výchova – malování na vyčištěné ulity hlemýžďů
Výukové metody	Instruktaž, předvádění a pozorování, manipulování, laborování, práce s textem (Maňák & Švec, 2003)
Forma výuky	Samostatná práce

Pomůcky

Zahnuté preparační jehly, kovové drátky, preparační podložky, temperové barvy, štětce, kelímky na vodu.

Biologický materiál

Hlemýždi zahradní – je zapotřebí nasbírat biologický materiál dopředu. Alternativou můžou být hlemýždi afričtí, které lze zakoupit, případně další druhy plžů jako jsou oblovky atd.

Průběh hodiny

1. Učitel rozdá žákům předem usmrcené a k čištění připravené hlemýždě.
2. Učitel žákům vysvětlí postup čištění schránek.
3. Po ukončení čištění si žáci připraví temperové barvy a ulity pomalují.

Poznámka: Je zapotřebí, aby se učitel na tuho hodinu dopředu připravil a hlemýždě několik dní před hodinou umístil do mrazícího boxu a poté je nechal minimálně 24 hodin před laboratorní prací samovolně roztát. Nabarvené ulity hlemýžďů můžou následně sloužit jako dekorace učebny přírodopisu.

Návod pro žáky:

1. K čištění ulity si připrav zahnutou preparační jehlu a drátek. U drátku zahni do pravého úhlu první centimetr.
2. Uchop ulitu do ruky a otoč si ji tak, abys měl před sebou otvor.
3. Do měkké tkáně zapíchni zahnutý drátek a krouživými pohyby ji vytáčeš směrem k sobě. Můžeš si pomoci preparační jehlou.
4. Po vytažení hlemýždě z ulity ji pořádně propláchni vodou, drátkem odstraň případné zbytky měkkých tkání a ulitu důkladně vyčisti.
5. Použij temperové barvy a ulitu pomaluj podle své fantazie.

5. Závěr

V první části své práci jsem formou literární rešerše stručně zpracoval problematiku sběru, preparace a konzervace bezobratlých živočichů. Popisuji zde základní metody sběru a pomůcky, které se k tomu standardně využívají. V následujících kapitolách rozebírám problematiku dokumentace nasbíraných živočichů, tvorby trvalých preparátů, uchovávání bezobratlých ve fixačních médiích a jejich preparování. S preparováním souvisí také zakládání sbírek a jejich ochrana před škůdci. Ke konci první části také zmiňuji postup při čištění schránek měkkýšů.

Druhá, didakticky zaměřená část mé práce obsahuje jednotlivé výukové bloky, vystavěné na praktickém využití metod sběru, preparace a konzervace bezobratlých. Jejich součástí jsou pracovní listy, laboratorní protokoly a návody práce pro žáky. První tři výukové bloky jsou zaměřeny na terénní exkurze, další tři na laboratorní práce. Exkurze jsou věnovány sběru vodních bezobratlých živočichů, sběru hmyzu na louce pomocí smýkací sítě a odchyту bezobratlých do zemních pastí. Laboratorní cvičení jsou zaměřena na pozorování pod mikroskopem, preparaci hmyzu a čištění schránek plžů. Tyto výukové bloky upevňují teoretické znalosti žáků a propojují je s praxí.

6. Přehled zdrojů

ADÁMEK, Zdeněk. *Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu stojatých vod* [online]. VÚV TGM, 2006 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/docpublikace/OV-Stojate_makrozoobentos-20061001.pdf

ALTMANN, Antonín. *Metody a zásady ve výuce biologií*. Ilustroval Miroslava JAKEŠOVÁ. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1975. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství)

BUCHAR, Jan. *Klíč k určování bezobratlých*. V nakl. Scientia 1. vyd. Praha: Scientia, 1995. ISBN 80-85827-81-6.

ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 6: zoologie a botanika : pro základní školy*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2007. ISBN 978-80-7235-374-3.

ČINČERA, Jan a Milan CAHA. *Výchova a budoucnost: hry a techniky o životním prostředí a společnosti*. Brno: Paido, 2005. ISBN 80-7315-099-9.

DUDA, Pavel. *Exkurze Vrbenské rybníky. Česká společnost entomologická* [online]. 2021 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.entospol.cz/uncategorized/exkurze-vrbenske-rybniky-29-5-report/>

DVOŘÁK, Libor a Kateřina DVOŘÁKOVÁ. *Klíč k určování lučních bezobratlých živočichů*. Brno: Rezekvítek, 2021.

Entosphinx [online]. Pardubice: internetová agentura voatt, 2014 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <http://www.entosphinx.cz/cs/>

HANEL, Lubomír. *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin suchozemských šestinožců*. Praha: Univerzita Karlova, 2018. ISBN 978-80-7603-050-3.

JÍROVEC, Otto, Walter ČERNÝ, Otakar ŠTĚPÁNEK a Jiří BAUM. *Zoologická technika*. 2. rozšíř. vyd. V Praze: Česká akademie věd a umění, 1947. Nová encyklopedie přírodních věd.

KNAPP, Michal. *Kdo je v pasti, aneb problémy sběru terénních dat o hmyzu*. Živa, 2015, vol. 6, s. 304-306. ISSN 0044-4812.

KUNDRATA, Robin. *Entomologie – metody sběru hmyzu* [online]. Praha: Univerzita Karlova, 2012 [cit.11.2.2022]. Dostupné z

<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=196867&kod=OPBB2B11>

KVASNIČKOVÁ, Danuše. *Poznáváme život: přírodopis 7 s výrazným ekologickým zaměřením: učebnice pro 7. ročník základní školy (8. ročník občanské školy) a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha: Fortuna, 1995. ISBN 80-7168-274-8.

MALENOVSKÝ, Igor. *Metody sběru suchozemského hmyzu* [online]. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2015 [cit. 14.2.2022]. Dostupné z

https://is.muni.cz/el/sci/jaro2015/Bi8761/Uvod_do_terenni_zoologie_bezobratlychEntomologie.pdf

MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.

MOUREK, Jan a Eva LIŠKOVÁ. *Biologické sbírky - metody sběru, preparace a uchování: příručka k projektu Alma Mater Studiorum*. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7290-450-1.

NOVÁK, Karel. *Metody sběru a preparace hmyzu*. Praha: Academia, 1969.

ORTON, Richard, Anne BEBBINGTON a John BEBBINGTON. *Mali živočichové: klíč k určování sladkovodních bezobratlých živočichů*. Brno: Rezekvítek, 1997.

PAVLASOVÁ, Lenka. *Přírodovědné exkurze ve školní praxi*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2015. ISBN 978-80-7290-807-3.

PFLEGER, Václav a Jiří PRADÁČ. *Krása lastur*. Praha: Academia, 1981. Živou přírodou.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha: MŠMT, 2021 [CIT. 2022-06-15]. Dostupné z:

https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.edu.cz%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F07%2FRVP_ZV_2021_word.docx&wdOrigin=BROWSELINK

REICHHOLF-REIHMOVÁ, Helgard. *Hmyz a pavoukovci*. Praha: Ikar, 1997

TILLING, Steve, John BEBBINGTON a Anne BEBBINGTON. *Klíč k určování půdních bezobratlých živočichů*. Brno: Rezekvítek, 2001.

TUF, Ivan H. *Praktika z půdní zoologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3479-7.

WALKER, A. K., FITTON, M. G., VANE-WRIGHT, R. I. & CARTER, D. J. (1999). *Insects and other invertebrates*. In: Carter, D. & Walker, A. (eds). (1999). Chapter 2: Care and Conservation of Natural History Collections. Oxford: Butterwoth Heinemann, pp. 37 - 60. [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <http://www.natsca.org/care-and-conservation>

WINKLER, Josef Rudolf. *Sbíráme hmyz a zakládáme entomologickou sbírku*. Praha: SZN, 1974. Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).

ŽÍDKOVÁ, Hana, Kateřina KNŮROVÁ, Petra KAREŠOVÁ, et al. *Hravý přírodopis 6: pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Ilustroval Roland HAVRAN. Praha: Taktik, 2017. ISBN 978-80-7563-069-8.

Zdroje obrázků v pracovních listech

Masařka

Profil taxonu: masařka obecná. Biolib.cz [online]. Copyright, 2022 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id122951/>

Tiplice

Profil taxonu: tiplice obrovská. Biolib.cz [online]. Copyright, 2022 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id329957/>

Pestřenka

Proč a jak přilákat do zahrady pestřenky. Zahrada [online]. BURDA INTERNATIONAL CZ, 2020 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.nkz.cz/praxe/ekologie-priroda/proc-jak-prilakat-do-zahrady-pestrenky>

Bzučivka

Bzučivka zelená (*Lucilia sericata*) dóza 18g larev. ACHETA: Krmný hmyz pro každého [online]. 2022 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.acheta.cz/bzucivka-zelena-lucilia-sericata-doza-18g-larev-id748.html>

Ovád

Profil taxonu: ovád bzučivý. Biolib.cz [online]. Copyright, 2022 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id124029/>

Srpice

ŽALMAN, Jiří. Srpice obecná (Panorpa communis). MEGAPIXEL SHOW, DON'T TELL [online]. MEGAPIXEL, 2019 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.megapixel.cz/foto/441080>

Šidélko

HORVATH, David. Šidélko páskované (Coenagrion puella). MEGAPIXEL SHOW, DON'T TELL [online]. MEGAPIXEL, 2019 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.megapixel.cz/foto/445105>

Sršen

Sršeň obecná. ZzGROUP: Hubíme a likvidujeme [online]. © ZZGROUP.CZ, 2021 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://zzgroup.cz/atlas-skudcu/Srsen-obecna.html>

Komár

HOBERN, Donald. Komár pisklavý. Příroda.cz [online]. 2004 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/fotogalerie.php?detail=4415>

Nákresy a návody

Foto autora, 2022

7. Seznam obrázků

Obrázek 1 Smýkání (Zdroj: Duda Pavel, 2021, dostupné z: www.endospol.cz [online])	10
Obrázek 2 Exhaustor (Zdroj: http://www.entosphinx.cz , 2022 [online])	13
Obrázek 3 Ukázkově vypreparovaný hmyz (Zdroj: foto autora, 2022)	19

Přílohy

Příloha č.1: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.1.

Pracovní list

Jméno:

Třída:

Datum:

1. Do tabulky napiš názvy živočichů, které jsi pozoroval. Použij určovací klíče, učebnici a své poznámky v sešitu. **Zde pouze hypoteticky.**

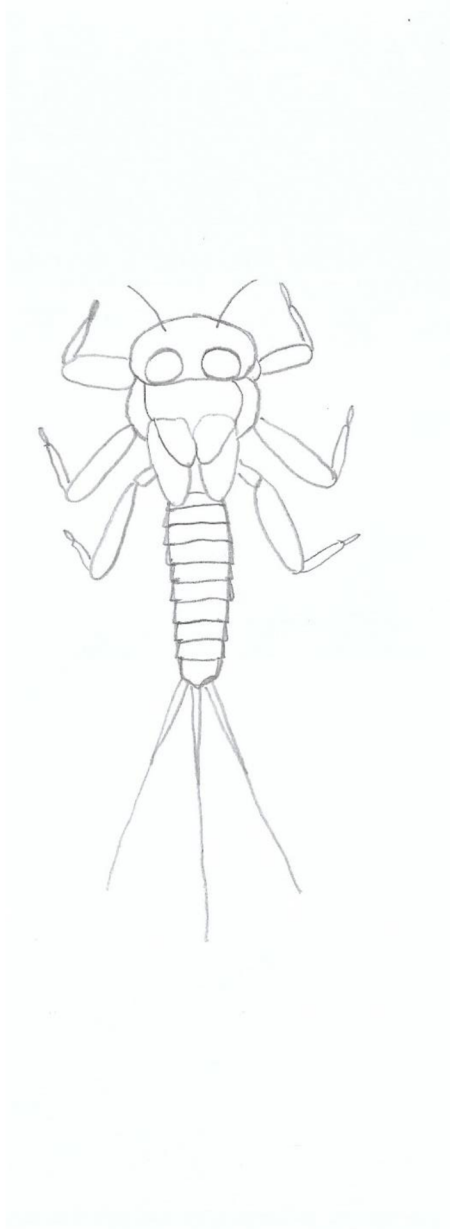
Stojatá voda	Tekoucí voda
larva vážky	plochá nymfa jepice
larva motýlice	beruška
nitěnka	blešivec
larva pakomára	larva střechatky
larva komára	nymfa pošvatky
splešťule	larva chrostíka se schránkou
znakoplavka	larva chrostíka bez schránky
plovatka	bruslačka
bruslačka	larva muchničky
plovoucí nymfa jepice	ploštěnka
vodule	pijavice
larva potápníka	

2. Všechny živočichy, které jsi uvedl v úkolu č. 1, se pokus zařadit do správného oddělení. Opět můžeš použít určovací klíče, učebnice a poznámky v sešitu.

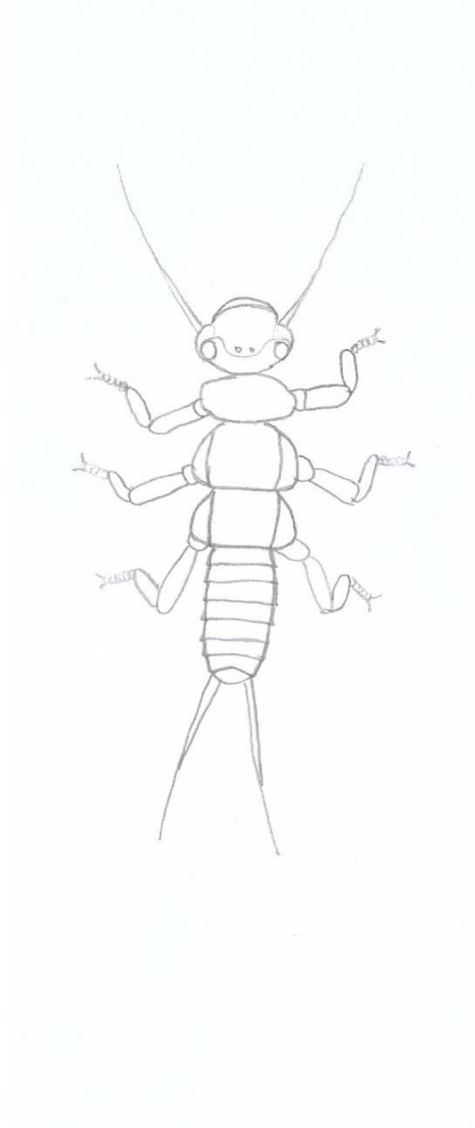
Ploštěnci	Kroužkovci	Měkkýši	Hmyz	Korýši	Ostatní
ploštěnka	Nitěnka píjavičice	plovatka	nymfy jepic larva střechatky nymfa pošvatky larva chrostíka bruslařka larva muchničky larva potápníka larva pakomára larva komára splešťule znakoplavka larva vážky larva motýlice	beruška blešivec	vodule

3. Pod lupou pozoruj a zakresli larvu jepice a pošvatky. Pod obrázky napiš alespoň 3 rozdíly, které vidíš.

Jepice



Pošvatka



Rozdíly: počet štětů, délka tykadel, tvar nohou, tvar hrudního článku

4. S využitím tabulky z úkolu č.1 vypočítej podle návodu biotický index pro tekoucí i stojatou vodu.

Biotický index udává míru znečištění vody. Někteří živočichové žijí jen v čisté vodě, jiným i silně znečištěná voda nevadí.

Postup práce:

1. Pracuj se seznamem bezobratlých z úkolu č. 1 a s tabulkou A). Pokud v tabulce A) živočicha nenajdeš, tak jej vynechej.
2. V tabulce A) najdeš u každého živočicha čísla od 1 do 10, která udávají, jak jsou nároční na čistotu vody (1 - nejméně nároční, 10 - nejvíce nároční).
3. Vypiš a sečti čísla v tabulce A), která jsou u živočichů z tvého seznamu bezobratlých.
4. Výsledek vyděl počtem živočichů. Získáš hodnotu biotického indexu vody.
5. V tabulce B) zjistíš podle vypočteného biotického indexu, jak kvalitní byla voda, ze které jsme bezobratlé sbírali. Do závěru napiš své zjištění.

TABULKA A)

Živočich / skupina živočichů	Body	Živočich / skupina živočichů	Body
Pijavice	3	Larvy pakomárů	2
Nitěnky	1	Larvy vážek	8
Vodní plži	3	Larvy motýlic	6
Škeble rybníčná	6	Larvy šidélek	8
Beruška vodní	8	Nymfy pošvatek	10
Blešivci	6	Vodoměrky	5
Rak říční	10	Bruslařky	5
Vodní roztoči	4	Splešťule blátivá	5
Hrabavé nymfy jepic	10	Znakoplavky	5
Ploché nymfy jepic	10	Klešťanky	5
Plovoucí nymfy jepic	6	Larvy chrostíků se schránkou	7
Larvy střechatek	4	Larvy chrostíků bez schránek	5
Larvy vodních brouků	5	Larvy muchniček	5
Larvy tiplic	5	Larvy pestřenek	3

Výpočet:**Stojatá voda**

$$1+8+6+2+5+5+5+6+3+5+4 = 50$$

$$50/11 = \underline{4,5}$$

Tekoucí voda

$$10+3+8+6+10+4+5+7+5+5 = 63$$

$$63/10 = 6,3$$

TABULKA B)

Hodnota biotického indexu	Kvalita vody
1 – 2,5	velmi nízká
2,5 – 4	nízká
4 – 5,5	střední
5,5 – 7	dobrá
Více než 7	výborná

Závěr: Výsledek biotického indexu pro stojatou vodu byl 4,5, což značí střední kvalitu vody. Výsledek biotického indexu pro tekoucí vodu byl 6,3, což značí dobrou kvalitu vody. Voda v rybníku byla stojatá a špinavá, voda v potoce tekoucí a čistá. Výsledek tedy odpovídá mým předpokladům.

Pracovní list

Jméno:

Třída:

Datum:

1. Během terénní exkurze jsme pro lov bezobratlých využívali různé pomůcky. Najdi všech 5 pomůcek v osmisměrce a vypiš je pod ni. Dávej přitom ale pozor, v osmisměrce jsou uvedeny také pomůcky, které se sběrem lučních bezobratlých nesouvisí.

P	O	D	B	Ě	R	Á	K	Y	I	A	Z
O	X	Q	D	D	F	X	G	S	U	T	K
E	X	H	A	U	S	T	O	R	H	E	U
Ř	Í	S	Í	C	A	K	Ý	M	S	V	M
A	J	A	Z	U	Q	T	U	I	A	U	A
Ě	K	E	S	Á	K	J	E	G	O	R	V
T	E	Č	H	T	P	P	G	Z	L	P	K
Š	B	N	I	L	C	I	L	B	N	E	A
E	I	A	H	T	A	V	S	N	J	I	K
L	G	A	S	C	R	E	E	N	V	Z	P
K	O	D	X	X	M	M	H	Y	Í	Z	Y
N	K	Í	N	D	E	C	S	L	K	K	E

Seznam pomůcek: smýkáč síť, exhaustor, pinzeta, epruveta, zápisník, smrtička

(slova na zmatení: podběrák, jehla, cedník, kleště, zkumavka)

2. S pomocí lupy pozoruj kněžici trávozelenou a páteříčka sněhového. U následujících tvrzení napiš ANO x NE, podle toho, jestli jsou pravdivá. Pokud odpovíš ne, svou odpověď zdůvodni.

- a) Kněžice i páteříček patří do řádu brouci. **NE**
- b) Kněžice má kousací ústní ústrojí. **NE**
- c) Páteříček má kousací ústní ústrojí. **ANO**
- d) Kněžice má přeměněný první pár křídel v tzv. polokrovky. **ANO**
- e) Páteříček má dva rovnocenné páry křídel, které se ničím neliší. **NE**
- f) Páteříček i kněžice mají článkovaná tykadla. **ANO**
- g) Kněžice má na rozdíl od páteříčka zadní pár končetin uzpůsobený ke skákání. **NE**

- 1. Kněžice patří do řádu polokřídlí (podřád ploštice).
- 2. Kněžice má bodavě-sací ústní ústrojí.
- 3. Páteříček má první pár křídel přeměněný v krovky.
- 4. Kněžice má stejně jako páteříček kráčivou končetinu.

3. Pod lupou pozoruj běláška zelného. U následujících tvrzení napiš ANO x NE, podle toho, jestli jsou pravdivá. Pokud odpovíš ne, svou odpověď zdůvodni.

- a) Bělásek patří do řádu dvoukřídlí, protože má dva páry křídel. **NE**
- b) Larva běláška vypadá podobně jako dospělý jedinec. **NE**
- c) Bělásek má sací ústní ústrojí v podobě sosáku, který je spirálovitě stočený. **ANO**
- d) Jelikož bělásek pouze létá, zakrňel mu poslední pár končetin a má tedy pouze 4 končetiny. **NE**
- e) Bělásek má „kyjovitý“ tvar tykadel. **ANO**
- f) Křídla běláška jsou z vnější i vnitřní stran stejná. **NE**

- 1. Bělásek patří do řádu motýli
- 2. Larva vypadá úplně jinak, bělásek má proměnu dokonalou.
- 3. Bělásek má 6 končetin.
- 4. Křídla běláška jsou z vnitřní a vnější strany odlišná.

4. Během exkurze jsme na louce pozorovali mnoho druhů okřídleného hmyzu. Z následujících obrázků hmyzu zakroužkuj ty, které nepatří do řádu dvoukřídlých.



Příloha č.3: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.3.

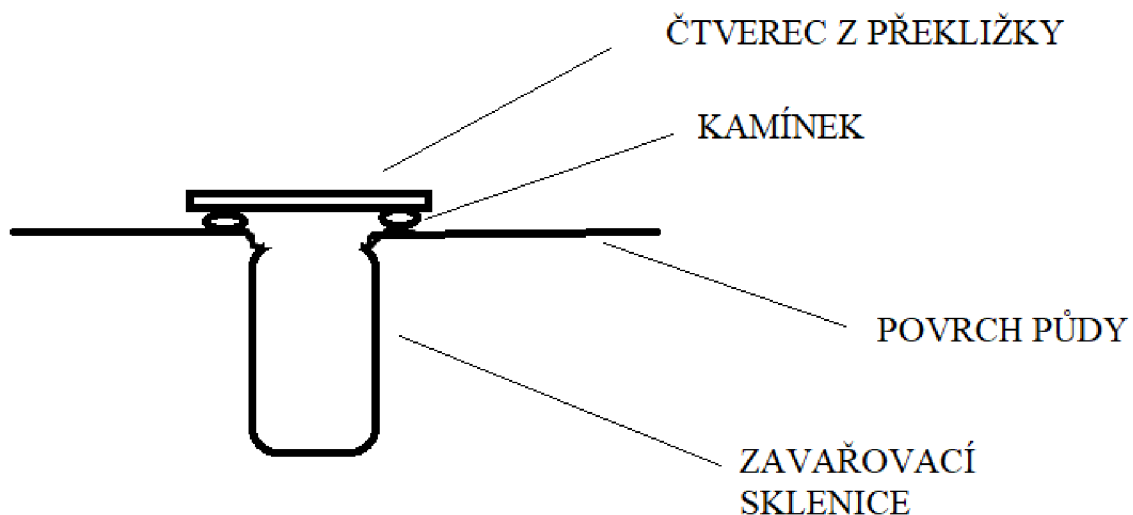
Pracovní list – část A

Jména:

Třída:

Datum:

Nainstalujte pomocí nákresu 4 zemní pasti v místech určených učitelem. Pomocí lopatky vyhlubte díru v zemi a vložte do ní zavařovací sklenici. Důkladně zarovnejte půdu kolem sklenice. Poté postavte vedle sklenice 4 kamínky a na ně položte čtverec z překližky.



Pracovní list – část B

1. Zemní pasti vyndejte ze země a jejich obsah vysypejte do bílé mísy. Entomologickou pinzetou vyberte živočicha, vložte jej do epruvety a pozorujte. S pomocí určovacího klíče ho zařaďte do příslušné skupiny a do tabulky udělejte čárku. Poté všechny čárky sečtěte a do posledního řádku tabulky napište celkový počet. Již zapsané živočichy vypusťte zpět do přírody. **Zde pouze hypoteticky.**

Pavouci	Sekáči	Hmyz	Plži	Korýši	Stonožky	Mnohonožky	Ostatní
IIIIII IIII	II	IIIIII IIIIII IIIIII IIIIII IIIIII IIIIII II		IIIIII IIIIII	IIIII	I	
10	2	38	0	12	5	1	0

2. Pomocí trojčlenky vypočítejte procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých. Zaokrouhlujte na celá procenta. Výsledky запиšte do tabulky a v závěru napište, které 3 skupiny byly nejpočetnější. Postupujte podle následujícího příkladu.

Pokud bychom v pasti našli celkem 60 bezobratlých a 6 z toho by bylo pavouků, tak

60..... 100%

6..... X

$$6/60 = X/100 = 0,1 \times 100 = 10$$

Pavouci by tedy tvořili 10 % z celkového počtu bezobratlých, kteří spadli do zemní pasti.

Pavouci	Sekáči	Hmyz	Plži	Korýši	Stonožky	Mnohonožky	Ostatní
14 %	3 %	55 %	0 %	17 %	7 %	1 %	0 %

Závěr: Po vyhodnocení všech živočichů, kteří spadli do zemní pasti jsme zjistili, že nejvíce zde byl zastoupen hmyz (55 %), na druhém místě skončili korýši (17 %) a na třetím pavouci (14 %).

Laboratorní protokol

Jméno:

Třída:

Datum:

ÚKOL Č.1: Pozorování šupin na křídle babočky

Pomůcky: mikroskop, krycí a podložní sklíčko, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta

Biologický materiál: křídla babočky

Postup práce:

1. Preparační jehlou a pinzetou odtrhni malý kousek motýlího křídla.
2. Doprostřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož kousek motýlího křídla a přikryj jej krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Pozorování začni na nejmenším zvětšení a postupně přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj jednotlivé šupinky na motýlích křídlech. Několik z nich zakresli. Nezapomeň uvést zvětšení.
6. Do závěru uveď, co jsi pozoroval.

Nákres:



ZVĚTŠENÍ: 40_x

Závěr: V tomto cvičení jsem pozoroval šupiny na křídle babočky. Jednotlivé šupiny mají protáhlý tvar. Na jednom konci se zužují a na druhém jsou rozšířené. Na rozšířeném konci jsou šupiny zubaté a nepravidelné. Jednotlivé šupiny se přes sebe vzájemně překrývají a jsou uloženy v řadách.

ÚKOL Č.2: Srovnání křídla masařky obecné a zlatoočky obecné

Pomůcky: mikroskop, Petriho miska, krycí a podložní sklíčko, skalpel, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta

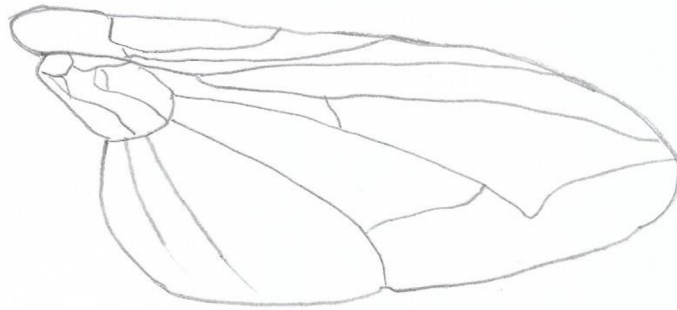
Biologický materiál: usmrcení jedinci masařek obecných a zlatooček obecných

Postup práce:

1. Pomocí preparační jehly, pinzety nebo skalpelu odtrhni jedno křídlo od masařky a jedno křídlo od zlatoočky.
2. Doprostřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož křídlo masařky a přikryj krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Začni na nejmenším zvětšení a v případě potřeby přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj a zakresli tvar a žilnatinu křídla masařky.
6. Podložní a krycí sklíčko poté opláchni, vysuš a pokračuj stejným postupem s křídlem zlatoočky. Nezapomeň na zvětšení.
7. V závěru uveď, co jsi pozoroval a čím se liší křídlo masařky a zlatoočky.

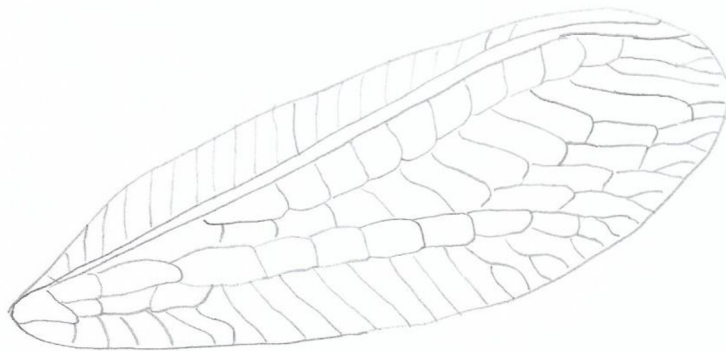
Nákres:

Křídlo masařky



ZVĚTŠENÍ: 4x

Křídlo zlatoočka



ZVĚTŠENÍ: 4x

Závěr: V tomto cvičení jsem pozoroval křídlo masařky a zlatoočka. Křídla měla trochu jiný tvar. Hlavní rozdíl ale byl v křidelní žilnatině, kterou má zlatoočka o dost hustší a více pravidelnou.

ÚKOL Č.3 – Srovnání končetiny slíd'áka a střevlíka

Pomůcky: mikroskop, Petriho miska, krycí a podložní sklíčka, skalpel, preparační jehla, pipeta, kádinka s vodou, pinzeta.

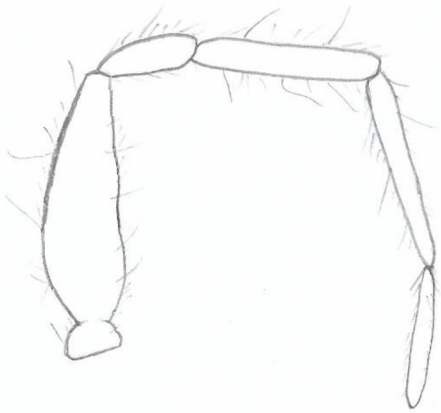
Biologický materiál: usmrcení jedinci střevlíků a slíd'áků

Postup práce:

1. Pomocí preparační jehly, pinzety nebo skalpelu odtrhni zadní končetinu střevlíka.
2. Doprostřed podložního sklíčka pomocí pipety kápní kapku vody.
3. Do kapky vody pomocí pinzety polož končetinu a přikryj krycím sklíčkem.
4. Preparát vlož pod mikroskop. Začni na nejmenším zvětšení a v případě potřeby přejdi na větší zvětšení.
5. Pozoruj a zakresli tvar a jednotlivé články končetiny.
6. Podložní a krycí sklíčko poté opláchni, vysuš a pokračuj stejným postupem s končetinou slíd'áka. Nezapomeň na zvětšení.
7. V závěru uveď, co jsi pozoroval a popiš rozdíly ve stavbě obou končetin.

Nákres:

Končetina slíd'áka



ZVĚTŠENÍ: 4x

Končetina střevlíka



ZVĚTŠENÍ: 4x

Závěr: V tomto cvičení jsem pozoroval končetinu střevlíka a slíd'áka. Obě končetiny vypadaly úplně jinak. Končetina slíd'áka byla složena z pěti hlavních článků, které se od sebe lišily akorát v tloušťce a délce. Všechny části byly pokryty drobnými chloupky. Noha střevlíka byla složena ze 3 odlišných částí. Stehenní část byla nejtlustší, na ni nasedala holeň, která měla ze spodní strany drobné drápky a na holeň nasedala poslední část, která se skládala z několika menších částí. Byla ochlupená a na poslední části byly 2 drápky.

Anotace

Jméno a příjmení:	Mojmír Kocurek
Katedra:	Biologie
Vedoucí práce:	prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2022

Název práce:	Metody sběru, konzervace a preparace bezobratlých a jejich využití ve výuce přírodopisu
Název v angličtině:	Techniques of invertebrate specimen collection, preservation and preparation and use of these methods in the tuition of natural history
Anotace práce:	Tato práce pojednává o metodách sběru, preparace a konzervace bezobratlých živočichů a jejich využití v hodinách přírodopisu. Teoretická část práce je věnována stručnému popisu jednotlivých metod sběru a pomůcek k tomu určených. Dále jsou zde uvedeny metody konzervace, fixace, preparace a dokumentace nasbíraných vzorků. V praktické části je navrženo využití těchto metod ve výuce přírodopisu formou exkurzí a laboratorních prací včetně závěrečných výstupů ve formě laboratorních protokolů a pracovních listů.
Klíčová slova:	Bezobratlí, sběr, preparace, konzervace, hmyz
Anotace v angličtině:	This dissertation discusses methods of collecting, preparing, and preserving invertebrate animals and their utilization in Natural history classes. The theoretical part of the thesis is devoted to a brief description of the various methods of collection and equipment designed for this purpose. In addition, it also lists the methods of preservation, fixing, preparation, and documentation of the collected samples. The practical part suggests the use of these methods in the tuition of natural history in the form of field excursions and laboratory work including final outputs in the form of laboratory protocols and worksheets.
Klíčová slova v angličtině:	Invertebrate, collection, preparation, conservation, insect

Přílohy vázané k práci	Příloha 1: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.1. Příloha 2: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.2. Příloha 3: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.3. Příloha 4: řešení pracovního listu z podkapitoly 4.5.
Rozsah práce:	57 + přílohy
Jazyk práce:	Český