

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta pedagogická**

**Diplomová práce**

**ŘÁD BROUCI (COLEOPTERA) V UČEBNÍCÍCH PRO ZŠ  
A SŠ A MOŽNOSTI VÝUKY TOHOTO TÉMATU S  
DŮRAZEM NA AKTIVNÍ ZAPOJENÍ ŽÁKŮ**

**Bc. Petr Říha**

**Plzeň 2014**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací pod vedením Mgr. Petry Vágnerové.

V Plzni

Podpis.....

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval především Mgr. Petře Vágnerové za vedení diplomové práce, za cenné rady a připomínky při zpracovávání dat a za stálou ochotu při konzultacích. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé své rodině, zejména rodičům, za vytvoření báječných podmínek během celého studia a za neustálou podporu. Bez nich by tato práce nevznikla.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>8</b>
2.1	Brouci (Coleoptera) .....	8
2.2	Morfologická charakteristika .....	8
2.3	Anatomie a fyziologie .....	11
2.4	Rozšíření a biologie .....	19
2.5	Význam .....	20
<b>3</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>25</b>
3.1	Metodika sběru .....	25
3.1.1	Sběr brouků .....	25
3.1.2	Individuální sběr .....	25
3.1.3	Smýkání .....	26
3.1.4	Sklepávání .....	27
3.1.5	Pasti .....	27
3.2	Metodika analýzy učebnic .....	29
<b>4</b>	<b>Praktická část .....</b>	<b>30</b>
4.1	Výsledky analýzy učebnic .....	30
4.1.1	Výsledky analýzy učebnic pro ZŠ a nižší gymnázia .....	30
4.1.2	Závěry z analýzy učebnic pro ZŠ a nižší gymnázia .....	35
4.1.3	Výsledky analýzy učebnic pro vyšší gymnázia .....	36
4.1.4	Závěry z analýzy učebnic pro vyšší gymnázia .....	38
4.2	Návrhy doplňkových didaktických materiálů .....	40

4.2.1	Školní projekt „Chyt’ si svého brouka“ .....	40
4.2.2	Didaktická hra „Brouci“ .....	43
4.2.3	Návrh pracovního listu .....	45
4.2.4	Atlas brouků vhodný nejenom pro učitele.....	49
4.2.5	Místo terária s hadem, insektárium se zlatohlávkou.....	60
5	Diskuse .....	62
5.1	Analýza učebnic.....	62
5.2	Didaktické zpracování tématu Brouci.....	64
6	Závěr .....	66
7	Literatura.....	67
7.1	Tištěné zdroje .....	67
7.2	Internetové zdroje .....	68

## 1 Úvod

Cílem této diplomové práce je přispět ke zpřehlednění obsahu učiva týkajícího se řádu brouci (Coleoptera) v dostupných učebnicích pro základní školy a nižší i vyšší stupeň gymnázií. Dále je předmětem práce poskytnout důležité rozšiřující informace a zajímavosti související s tímto tématem, které mohou pomoci nejen učitelům při výuce, ale i samotným žákům zajímajících se o tento obor. V neposlední řadě by měly didaktické materiály posloužit jako návod a inspirace pro výuku.

Práce samotná je v teoretické části zaměřena na obecnou morfologickou a anatomickou charakteristiku brouků a dále pak na jejich nemalý význam v přírodě. V praktické části jsou uvedeny metodiky sběru brouků a analýzy učebnic, samotné analýzy učebnic se zjištěnými výsledky a návrhy na doplňkové didaktické materiály. V diskusi jsou zmíněny přednosti a úskalí jednotlivých učebnic, které jsou dále mezi sebou porovnány.

Tato diplomová práce by měla učitelům pomoci při výuce učiva o broucích a vlastní návrhy didaktických materiálů k tomuto tématu by měly u žáků vzbudit zájem o studium těchto živočichů.

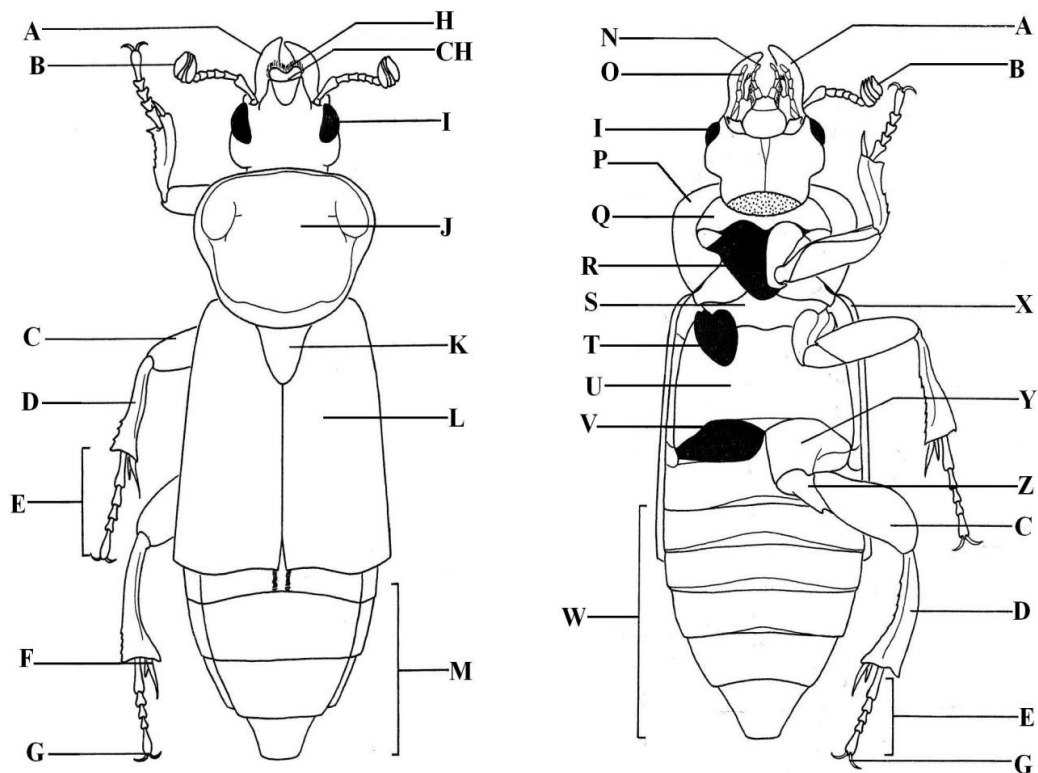
## 2 Teoretická část

### 2.1 Brouci (Coleoptera)

Brouci jsou nejpočetnější skupinou živočichů na světě. Představují třetinu všech známých hmyzích druhů a zhruba jednu čtvrtinu všech živočišných druhů. Celosvětově je popsáno kolem 400 000 druhů, v Evropě přes 20 000 a v České republice je známo necelých 7000 druhů, a to ve sto osmi čeledích. Jejich pestrost je patrná jak z jejich velikosti, tak ze způsobu života a rozšíření či z potravní specializace (Hůrka 2005).

### 2.2 Morfologická charakteristika

Brouci jsou jedni z nejdokonalejších bezobratlých živočichů, protože jejich tělo je rozčleněno v mnoho článků a je opatřeno značně pohyblivými pohybovými orgány a ostrými smysly. Tělo brouků je silně sklerotizováno, skládá se ze tří základních částí: hlavy, hrudi a zadečku (obr. 1).



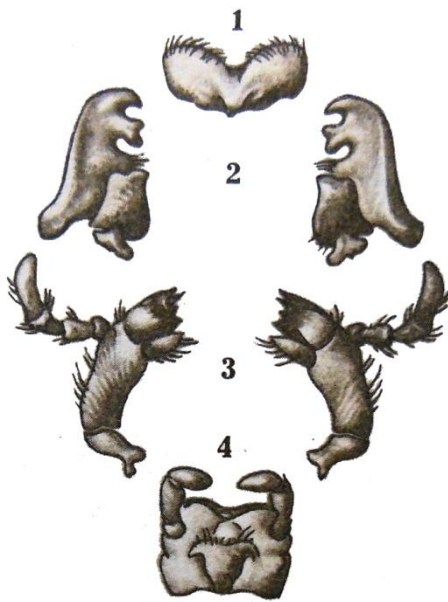
**Obr. 1: Tělo hrobaříka z dorzálního a ventrálního pohledu (zdroj: Ratcliffe 1996)**

A – kusadla, B – tykadla, C – stehno, D – holeň, E – chodidlo, F – ostruhy, G – drápky, H – horní pysk, CH – čelní štítek, I – oko, J – štít, K – štítek, L – krovky, M – články zadečku (tergity), N – pyskové makadlo, O – čelistní makadlo, P – episterna předohruď, Q – předohruď, R – kloubní jamky předních

kyčlí, S – středohrud', T – kloubní jamky středních kyčlí, U – zadohrud', V – kloubní jamky zadních kyčlí, W – články zadečku (sternity), X – epipleura krovek, Y – kyčel, Z – příkyčlí

Hlava (caput) bývá často poměrně málo pohyblivá a nese kousací ústní ústrojí (obr. 2). Ústní ústrojí je tvořeno ostrými kusadly prvního páru (mandibuly) a menšími kusadly druhého páru (maxily). Na maxilách a spodním pysku (labium) je po jednom páru makadel. Jsou to dvou až pětičlenná čelistní makadla (palpus maxillaris) a dvou až tříčlenná pysková makadla (palpus labialis). Nejnápadnější jsou na hlavě zpravidla jedenáctičlankovaná párová tykadla, která jsou velmi rozmanitě utvářena a nesou především orgány čichu a hmatu. Smyslovými buňkami (sensilami) na tykadlech dokáže brouk vnímat i různé stavy ovzduší, jako je vlhkost vzduchu, elektrické napětí apod. Velká rozmanitost tykadel je doložena na obr. 3.

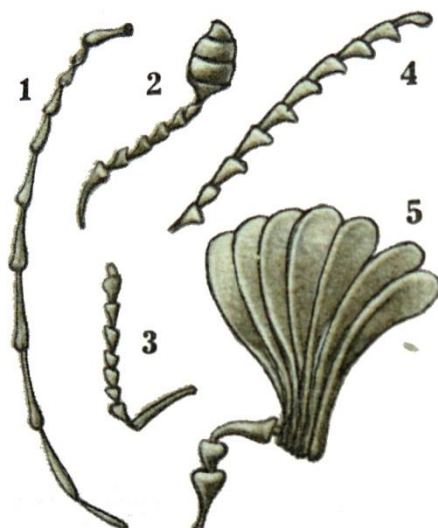
Oči jsou většinou velké, párové, dobře vyvinuté, složené z mnoha jednotlivých oček (facet) a jsou umístěny po stranách hlavy. U zástupců některých čeledí jako drabčíkovití (*Staphylinidae*) nebo kožojedovití (*Dermestidae*) mohou být přítomna krom složených očí i očka jednoduchá (ocelli). U druhů žijících pod povrchem země, například v jeskyních, mohou oči chybět úplně. (Javorek 1964; Lang a kol. 1971; Říha 2012).



**Obr. 2: Schéma kousacího ústního ústrojí (zdroj: Daněk a Černý 1967)**

1 – horní pysk, 2 – kusadla, 3 – čelisti s čelistními makadly, 4 – spodní pysk s pyskovými makadly





**Obr. 3: Typy tykadel** (zdroj: Daněk a Černý 1967)

1 – nitkovitá (tesařík), 2 – kyjovitá (hrobařík), 3 – lomená (nosatec), 4 pilovitá (kovařík), 5 – vějířovitá (chroust)

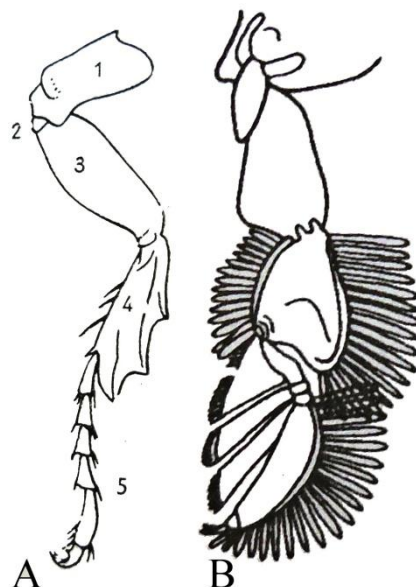
Hrud' (thorax) je heteronomní, skládá se ze tří článků. Předohrud' (prothorax) nese vespod první pár nohou a nahoře tvoří viditelný štít (pronotum).

Na středohrudí (mesothorax) se nachází vespod druhý pár nohou a nahoře jeden pár chitinózních krovek (elytrae), které mohou být hladké, tečkované nebo rýhované. Ze středohrudí je na dorzální straně patrná jen malá trojúhelníková část mezi kořenem krovek zvaná štítek (scutelum).

Zadohrud' (metatorax) nese vespod třetí pár nohou a nahoře jeden pár blanitých křídel, která jsou, je-li brouk v klidu, složena a chráněna pod pevnými krovkami. Žilnatina blanitých křídel je druhotně pozměněna a často i redukována, což je způsobeno přeložením křídel pod krovkami. Jen zřídka jsou blanitá křídla zakrnělá nebo úplně chybějí.

Nohy brouků jsou příkloubeny k hrudi kyčlemi (coxa) a příkyčlím (trochanter). Jednotlivé části nohou se nazývají stehno (femur), holeň (tibia), chodidlo (tarsus). Chodidlo je tříčlenné až pětičlenné a je zpravidla zakončeno dvěma drápkami. Nejčastějším typem je noha kráčivá nebo běhací (obr. 4), u některých druhů je přítomen jiný typ končetiny. Například u chrobáků (*Geotrupes*) je přítomna noha hrabací, pro

vodní brouky čeledi potápníkovitých (*Dytiscidae*), vírníkovitých (*Gyrinidae*) či vodomilovitých (*Hydrophilidae*) je charakteristická noha veslovací (Javorek 1964; Lang a kol. 1971; Říha 2012).



**Obr. 4: A - Kráčivá končetina, B – veslovací končetina** (podle: Lang a kol. 1971; Papáček a kol. 1994)

1 – kyčel (coxa), 2 – příkyčlí (trochanter), 3 – stehno (femur), 4 – holoň (tibia), 5 – pětičlánkové chodidlo (tarsus)

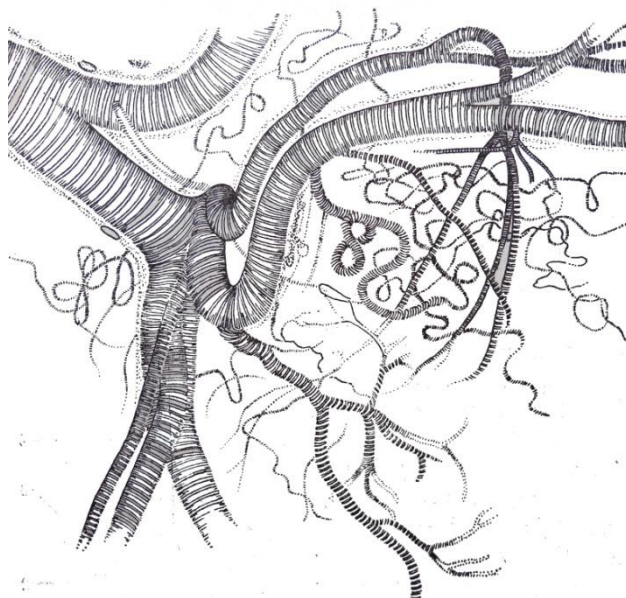
Zadeček (abdomen) je složen z osmi až dvanácti článků, poslední článek se nazývá pygidium, z něhož vyúsťují vývody pohlavních orgánů a trávicí soustavy. Zadeček je většinou celý krytý krovkami, a pokud jsou krovky zkrácené, je krytý pouze zčásti. Nachází se v něm většina vnitřních orgánů a je bez končetin. (Javorek 1964; Lang a kol. 1971; Říha 2012).

### 2.3 Anatomie a fyziologie

Kostra je u brouků vnější, na povrchu těla, a nazývá se exoskelet. Exoskelet je tvořen bílkovinami, vosky a významnou součástí je polysacharid chitin. Všechny tyto složky zajišťují pevnost a tvrdost, takže tělo brouků odolává častým a silným nárazům bez jakéhokoliv poškození. Zpevnění (sklerotizace) těla nemá jen ochrannou funkci před mechanickým poškozením, ale umožnilo omezit úbytek vody z těla. Pevnost exoskeletu

ovšem znemožňuje růst brouků, takže jsou od vylíhnutí z kukly až do konce svého života stejně velcí (Javorek 1964; Hůrka 2005).

Dýchání je u brouků zajišťováno přes vzdušnice (tracheje), které přivádějí čerstvý vzduch z povrchu těla až ke tkáním. Vzdušnice jsou jemné, chitinem spirálovitě vyztužené, trubicovité vchlípeniny pokožky (obr. 5). Vzdušnice se dále uvnitř těla hustě větví na tenkostěnné tracheoly. Někdy může vnitřní systém vzdušnic tvořit i vzdušné vaky, které pomáhají nadlehčovat tělo a jsou zásobárnou vzduchu, a to především u dobře létajících brouků. Po stranách tělních článků ústí na povrch těla hlavní vzdušnicové kmeny, tato vyústění se nazývají stigmata. Jsou uzavíratelná, opatřená různým filtračním zařízením (například chloupky) a jejich počet je různý (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).

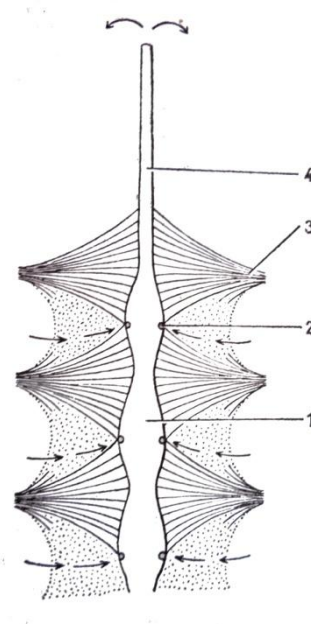


**Obr. 5: Detail tracheální soustavy** (zdroj: Lang a kol. 1971)

Trávicí soustava je složena z přední části (stomodeum), střední části (mesenteron) a zadní části (proctodeum). Stomodeum začíná kousacím ústním ústrojím, kde je potrava kusadly rozmělněna a zvlhčena výměškou slinných žláz, za ním pokračuje hltan (pharynx), na něj navazuje jícn (oesophagus) umožňující polykání a na jehož zadní straně je vakovitá vole (ingluvies). Další částí stomodea je žvýkací neboli svalnatý žaludek (proventrikulus), který je vyztužen ploténkami z chitinu a opatřen silnou svalovinou ve stěně. Zde dochází k dalšímu rozmělnění potravy. Mesenteron je tvořen

středním střevem jinak také nazývaným žláznatý žaludek, zde dochází k vylučování enzymů a k samotnému trávení potravy. Poslední úsek trávicí soustavy proctodeum se skládá ze vstupní části (pylorus), středního oddílu a konečníku (rectum) s řitním otvorem (anus) ústícím na posledním zadečkovém článku. Střední část proctodea se zpravidla rozděluje na tenké střevo (ileum) a tlusté střevo (colon) (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).

Cévní soustava brouků je otevřená, tělní tekutinou je bezbarvá krvomíza neboli hemolymfa. Hlavní součástí cévní soustavy je hřbetní (dorsální) céva označována též jako srdce. Je tvořena tenkostěnnou trubicí, která vede od zadní části těla až k hlavě, přední část se označuje jako aorta a je to místo, odkud se krvomíza rozlévá volně k orgánům a tkáním (obr. 6). Po stranách hřbetní cévy se nachází až třináct párů otvorů (ostie) s chlopněmi, jimiž vniká krvomíza dovnitř, nikoliv však ven. Na stěnu cévy se upínají svaly křídel, které napomáhají nasávat ostiemi krvomízu a vypuzovat ji do těla. Krvomízou jsou po těle brouků roznášeny především živiny, hormony a sbírány odpadní produkty metabolismu (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).



**Obr. 6: Hřbetní céva** (zdroj: Lang a kol. 1971)

1 – srdce, 2 – ostie, 3 – svaly křídel, 4 - aorta

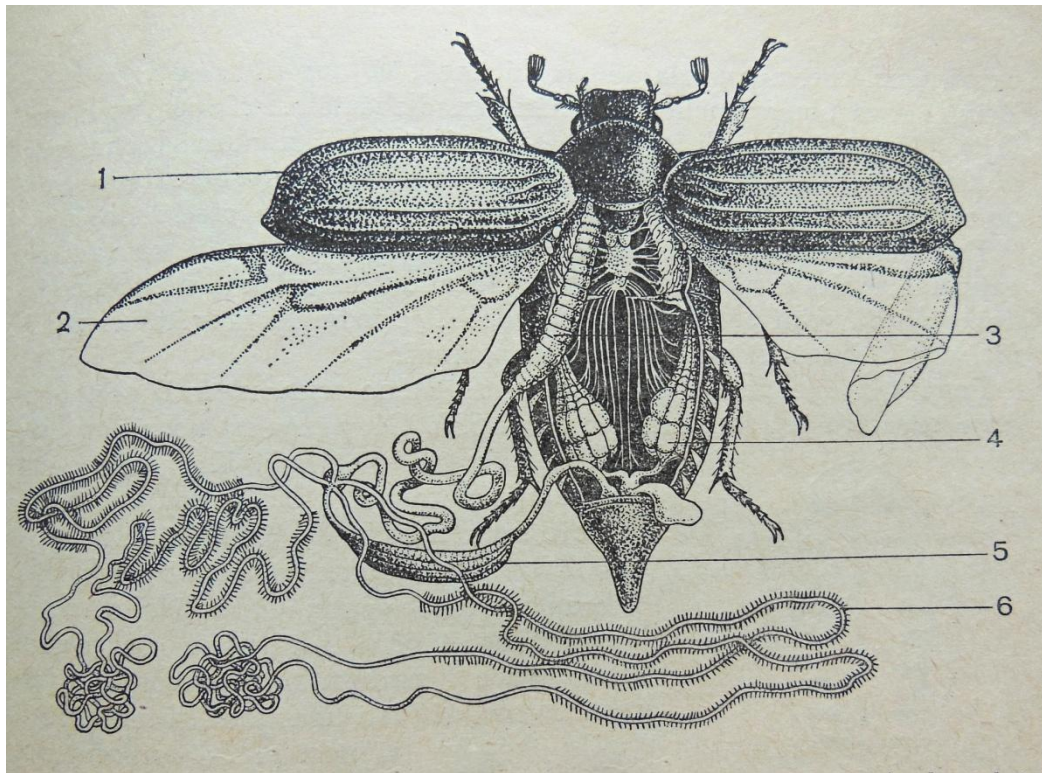
Vylučovací soustava je tvořena malpigickými trubicemi (obr. 7). Jedná se o úzké trubičky ústící do trávicí soustavy na rozhraní mesentera a proktodea. Součástí těchto trubic jsou shluky buněk tzv. nefrocyty, jež jsou charakteristické schopností hromadit v sobě škodlivé odpadní produkty metabolismu, především kyselinu močovou (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).

Nervová soustava je gangliová, žebříčkovitého typu, tvořena třemi systémy. Ústřední (centrální) systém je tvořen nadjícnovou, podjícnovou zauzlinou a dvěma souběžnými řadami zauzlin (hrudní a zadečkové). Zauzliny jsou umístěny na spodní straně těla a jsou spojené podélnými i příčnými páskami. Druhý systém je označován jako viscerální, ten inervuje vnitřní orgány. Třetí nervový systém, obvodový (periferní), je tvořen velmi jemnými nervovými vlákny uloženými těsně pod povrchem těla. Tento systém zajišťuje především spojení se smyslovými buňkami (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).

Smyslové ústrojí je tvořené smyslovými buňkami, sensilami, které se nacházejí na různě uspořádaných brvách, jež jsou ve spojení s pokožkou a s jedním nebo více smyslovými nervy obvodové nervové soustavy. Většina z nich je umístěna na hlavové části, na tykadlech nebo kolem úst. Na tykadlech se nachází zejména orgány čichu (chemoreceptory). Ty mohou být u některých druhů například u hrobaříků (*Nicrophorus*) obdivuhodně citlivé, jelikož tito brouci dokážou rozpoznat vůně na vzdálenost až několika kilometrů. Dále se na tykadlech nachází smyslové buňky vnímající různé změny v ovzduší aj., jak bylo zmíněno. Ústrojí hmatu je tvořeno hmatovými štětinkami nacházejícími se na tykadlech, makadlech a po těle brouků. Ústrojí chuti je ve výstelce dutiny ústní. Sluchové ústrojí bývá umístěno na různých částech těla, jako v chodidlových člácích nebo na zadečku. K vnímání obrazu slouží již zmíněné složené nebo jednoduché oči. Viděný obraz u složeného oka je pravděpodobně nezřetelný, mozaikovitě složený, velmi bystře je však vnímán pohyb (Javorek 1964; Lang a kol. 1971).

Rozmnožovací soustava je oddělena pohlavími, brouci jsou gonochoristé. Pohlavní orgány samců jsou tvořeny párovitými varlaty (testes) a vývodními cestami obou varlat chámovody (vasa deferentia), ty se spojují v nepárový chámomet (ductus ejaculatorius), který vyúsťuje v kopulační orgán (aedeagus). Samičí pohlavní orgány se skládají

z párových vaječnicků (ovarium) (obr. 7), vývodných vejcovodů, které se spojují v jeden nepárový vejcovod (oviductus communis) ústící do pohlavní komory. K přijímání spermií slouží semenná schránka (spermatheca). U samic brouků je přítomno tzv. nepravé kladélko, zužující se vytažitelné poslední zadečkové články, které slouží ke kladení vajíček. Oplození je vnitřní, rozmnožování pohlavní. U pohlavního rozmnožování může dojít k tzv. partenogenezi, kdy dochází k vývoji vajíčka bez oplození spermií. Tento způsob je znám u některých potěmnickovitých (*Tenebrionidae*), kožojedovitých (*Dermestidae*), mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) či nosatcovitých (*Curculionidae*). Vývoj je nepřímý s dokonalou proměnou (holometabolie), kdy larvy nejsou podobné dospělci (Javorek 1964; D Lang a kol. 1971).



**Obr. 7: Anatomie chrousta** (Zdroj: Kocian a kol. 1961)

1 – krovka, 2 – křídlo, 3 – žaludek, 4 – vaječník, 5 – konečník, 6 – vylučovací malpighická trubice

Vývoj brouků je s proměnou dokonalou (holometabolie), která probíhá ve čtyřech fázích: vajíčko (ovum) → larva (larva) → kukla (pupa) → dospělec (imago).

Krátce po vylíhnutí dospělých brouků z kukly dochází k páření mezi samicemi a samci. Oplozené samice kladou vajíčka na nejrozmanitější místa, buď volně na listy rostlin, na kmeny a větve stromů, na povrch půdy, nebo do různých úkrytů – do půdy, pod kůru, do trouchnivějšího dřeva nebo do květů a plodů rostlin. Vždy však poblíž zdrojů potravy pro budoucí larvy. Množství vajíček se liší u každého druhu podle způsobu kladení. Druhy kladoucí vajíčka volně jich mají podstatně více (až stovky), naopak druhy kladoucí vajíčka do úkrytů nebo druhy starající se o vajíčka a larvy, jako například hrobařiči (*Nicrophorinae*), jich kladou méně.

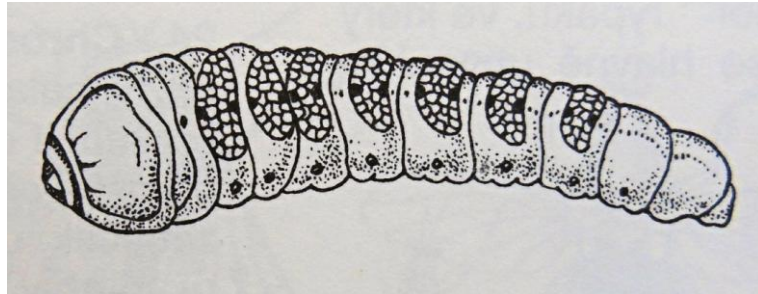
Z nakladených vajíček se larvy líhnou již během týdne až čtrnácti dnů. Larvy přijímají velké množství potravy a poměrně rychle rostou. Brzy dochází ke svlékání (ekdyze), kdy kožka tuhne, následně praská a vylézá larva s novou kožkou. Larvy brouků procházejí většinou třemi růstovými fázemi (instary). Délka larválního vývoje se u jednotlivých druhů liší, kolísá od týdne až po několik let. Larvy některých brouků se poměrně brzy kuklí. Tyto druhy mívají do roka více generací, u nás v České republice většinou dvě. Naopak například u chroustů (*Melolonthinae*), roháčů (*Lucanidae*) nebo tesaříků (*Cerambycidae*) trvá stádium larvy několik let, vyvíjejí se pomalu v půdě či dřevě. Dospělé larvy si v půdě či v jiném úkrytu vytvářejí okolo sebe kolébku neboli kokon a dochází k zakuklení. Podle vzhledu a způsobu života se larvy jednotlivých druhů výrazně liší a rozlišují se čtyři základní typy larev: apodní, eruciformní, kampodeiformní, skarabeoidní.

Apodní larva nazývána též drátovec má silně redukované nohy nebo je úplně beznohá. Redukované je i jejich ústní ústrojí a tykadla, tělo je silně chtinizované. Larva žije v půdě nebo trouchnivějším dřevě (obr. 8). Typická je pro čeleď kovaříkovitých (*Elateridae*).



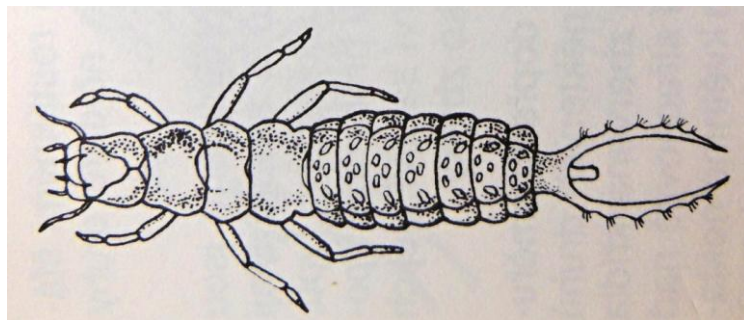
**Obr. 8: Apodní larva – drátovec** (zdroj: Hmyz.net 2013)

Eruciformní larva je housenkovitého tvaru s válcovitým měkkým tělem, méně sklerotizovaným. Má krátké nohy, pohybuje se méně a pomaleji a je často býložravá (obr. 9).



**Obr. 9: Eruciformní larva** (zdroj: Papáček a kol. 1994)

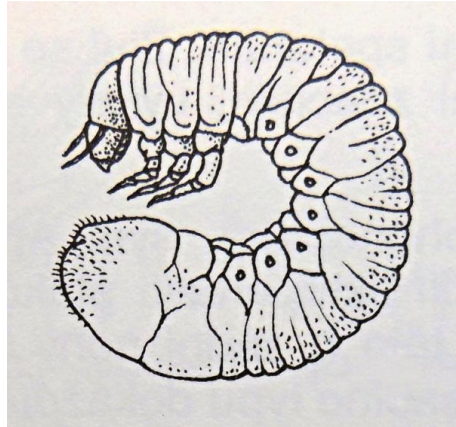
Kampodeiformní larva má dobře vyvinuté nohy, ústní ústrojí a tykadla, tělo je zploštělé, sklerotizované. Rychle se pohybuje a zpravidla bývá dravá (obr. 10).



**Obr. 10: Kampeidiformní larva** (zdroj: Papáček a kol. 1994)

Skarabeoidní larva, známěji ponrava, má tělo světlé barvy ve tvaru písmene C s dobře vyvinutými nohama a žije v půdě či ve dřevě (obr. 11).





**Obr. 11: Skarabeoidní larva – ponrava** (zdroj: Papáček a kol. 1994)

Po ukončení larválního vývoje dochází k zakuklení. Kukla (pupa) je nejčastěji volná, tvoří nepohyblivé stádium a nepřijímá potravu. Při této fázi dochází k velkým morfologickým a anatomickým přestavbám těla a vnitřních orgánů, plně se vyvíjí křídla a je dosažena pohlavní dospělost. Z kukly se poté líhne dospělý, od larvy zcela odlišný, brouk. Délka stádia kukly je stejně jako u larválního vývoje odlišná, záleží na tom, zda se jedná o druhy s jednou či více generacemi. U druhů s jednou generací se dospělci objevují v létě či na podzim, většinou však zůstávají v úkrytech a objevují se až zjara dalšího roku. U druhů s více generacemi se dospělec první generace líhne z kukly již za pár týdnů brzy na jaře, naopak kukla druhé generace přezimuje a nový dospělec vylétává až na jaře následujícího roku.

Dospělci jsou po vylíhnutí z kukly bělavě žluté nebo světle hnědé barvy, jejich tělo je měkké, ke sklerotizaci a konečné pigmentizaci dochází po několika dnech od vylíhnutí. Do té doby zůstávají brouci v úkrytech. Délka života dospělců je většinou krátká, samci umírají zpravidla po kopulaci, samice po naklazení vajíček. Existují i výjimky, některé druhy přezimují a žijí ještě zjara dalšího roku, jiné i několik dalších let.

Celková délka vývoje je značně rozdílná druh od druhu, od několika týdnů až po několik let. Například vývoj tesaříka obrovského (*Cerambyx cerdo*) trvá asi dva roky, chrousta obecného (*Melontha melontha*) tři až čtyři roky a roháče obecného (*Lucanus cervus*) dokonce pět až osm let (Javorek 1964; Lang a kol. 1971; Pokorný 2002).

## 2.4 Rozšíření a biologie

Jelikož jsou brouci nejpočetnější skupinou živočichů, obývají téměř všechny biotopy planety kromě oceánů a moří. Byli schopni přizpůsobit se jak životu v nejrůznějších stanovištích souše, včetně půdy a podzemních prostorů, tak se i adaptovat na život ve sladké vodě. Jejich kosmopolitní rozšíření souvisí i se schopností letu, usnadňující rozšiřování populací v rámci vhodných podmínek pro život, nebo naopak umožňující únik při náhlé nebo postupné změně biotopu. Sklerotizace těla a přeměna prvních křídel v krovky má za následek menší výdaje vody, což umožnilo broukům osídlit i extrémně suchá stanoviště jako jsou pouště nebo polopouště. Naopak u vodních brouků je prostor mezi krovkami a zadečkem důležitou součástí tzv. fyzikálních plic, dýchacího orgánu umožňujícího dýchání atmosférického kyslíku ve vodním prostředí na fyzikálně chemickém principu. Další adaptací brouků žijících ve vodě je uzpůsobení tvaru těla, aby mělo při plavání co nejmenší odpor a přítomnost veslovací nebo plovací končetiny. I to, že larvy mnohdy žijí v jiných substrátech než dospělci a využívají jiné zdroje potravy, přispělo k úspěšnosti především druhově nejpočetnějších čeledí, jako jsou střevlíkovití (*Carabidae*), drabčíkovití (*Staphylinidae*), kovaříkovití (*Elateridae*) či tesaříkovití (*Cerambycidae*). Brouci obývají celý svět, od jižní až po severní polokouli, jsou kosmopolitní, k nalezení ve všech koutech světa (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Rozmanitost brouků je nejenom v jejich velikosti, vzhledu a prostředí, ve kterém žijí, ale i v potravní specializaci či v péči o potomstvo.

Většina druhů je býložravá, živí se listy, kořeny, dřevem a dalšími částmi rostlin. Některé herbivorní (fytofágní) druhy mohou patřit k významným škůdcům hospodářských plodin, jako například mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*). Část druhů je karnivorních. Tito dravci nejčastěji loví jiný hmyz, zejména housenky, ale mohou se živit i jinými bezobratlými živočichy, např. hlemýždi či slimáky. Dalším zdrojem potravy jsou rozkládající se organické látky. Brouky, jejichž potrava se skládá z těchto látek, je možno nazývat obecně rozkladači (dekompozitoři), konkrétně pro živočichy se používá termín saprofág. Podle toho, jakým druhem organické hmoty se konkrétní brouk živí, se rozlišují pojmy koprofág, nekrofág a detritfág. Koprofágní brouci se živí pevnými výkaly jiných živočichů, příkladem takového zástupce může být skalník vrubounovitý (*Sisyphus schaefferi*).

Nekrofágní brouci, mrchožrouti, vyhledávají mrtvolky uhynulých zvířat, příkladem mohou být téměř všichni zástupci z čeledi mrchožroutovitých (*Silphidae*). Detrifágní druhy se živí detritem, jemnou drtí z rozkládajících se zbytků zejména z rostlin a živočichů (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

## 2.5 Význam

Vzhledem k velkému počtu zástupců jsou některé druhy užitečné a prospěšné, a to nejenom z hlediska hospodářského významu, ale i z obecného pohledu. Jsou součástí potravních řetězců, patří například k dekompozitorům. Naopak existují i druhy neprospěšné, škodící v zemědělském, lesnickém nebo potravinářském průmyslu.

Zástupce čeledi slunéčkovitých (*Coccinellidae*) lze díky jejich dravému způsobu života zařadit mezi druhy užitečné. Většina z nich je dravých v imaginárním i larválním stádiu, živí se drobnými členovci, především mšicemi, červci a roztoči. Užitečný a nejznámější zástupce čeledi je slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*), dále lze zmínit slunéčko dvaadvacetitečné (*Psyllobora vigintiduopunctata*) vyskytující se hojně v otevřené krajině na loukách i v zahradách, kde brouci i larvy na rostlinách vyhledávají různé druhy padlí a plísní, kterými se živí (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Mezi další užitečné druhy lze zařadit zástupce z čeledi pestrokrovečnickovitých (*Cleridae*). Jejich imaga a především larvy vyvíjející se pod kůrou stromů jsou dravé, jsou predátory dřevokazných brouků. Larvy pestrokrovečníka protáhlého (*Tillus elongatus*) se vyvíjí ve starém dřevě a živí se larvami jiného hmyzu, nejčastěji červotoči z rodu *Ptilinus*, nebo pestrokrovečník mravenčí (*Thanasimus formicarius*), hojně se vyskytující v borových jehličnatých lesích, je přirozeným predátorem u nás obávaného kůrovce (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

K prospěšným a užitečným druhům lze zařadit většinu brouků z početné čeledi střevlíkovitých (*Carabidae*). Jsou to druhy žijící téměř ve všech suchozemských biotopech, u nás osídlují nejčastěji hrabanku v lese nebo otevřená pole a louky. Larvy i imaga některých druhů jsou dravci, kteří hubí jiný, často škodlivý, hmyz nebo slimáky. Jako konkrétní příklad užitečného brouka této čeledi lze zmínit chráněného krajníka pižmového (*Calosoma sycophanta*), který je dravcem housenek škodlivých lesních motýlů, především bekyní. Naopak jako škůdce z čeledi střevlíkovitých lze uvést hrbáče

osenního (*Zabrus tenebrioides*). Brouci i larvy jsou býložraví, živí se trávami včetně obilí, na němž působili ještě v první polovině minulého století závažné škody (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Téměř všichni zástupci čeledi mrchožroutovitých (*Silphidae*) patří mezi prospěšné druhy brouků, jelikož většina z nich se živí uhynulými zvířaty a tím napomáhají rychlejšímu rozkladu těl a zabraňují šíření různých infekcí. Navíc jsou to i dravci vajíček a larev dvoukřídlého hmyzu, čímž snižují jejich početnost. Toto je typické pro celou podčeď hrobaříků (*Nicrophorinae*). Jako konkrétní příklad prospěšného druhu této čeledi lze zmínit mrchožrouta housenkáře (*Dendroxena quadrimaculata*), který na stromech a křovinách loví různý hmyz, především ale housenky motýlů (obaleče dubového, bourovčika toulavého či bekyně aj.), dále loví larvy na zemi. Naopak jako obávaný škůdce řepy bývá někdy uváděn fytofágní druh z čeledi mrchožroutovitých, a to mrchožrout zploštělý (*Aclypea opaca*) (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Některé zástupce čeledi tesaříkovitých (*Cerambycidae*) lze brát jako prospěšné druhy, jiné jako škůdce. Užitečné druhy se podílejí na rozpadu a rozkladu staré dřevní hmoty, například larvy nejhojněji se vyskytujícího tesaříka obecného (*Corymbia rubra*). Jako škůdce lze uvést jednoho z nejškodlivějších druhů hmyzu v Evropě, obávaného škůdce veškerého zpracovaného jehličnatého dřeva, zvláště stavebního, tesaříka krovového (*Hylotrupes bajulus*) nebo v teplejších oblastech vyskytujícího se technického škůdce dřeva tesaříka dubového (*Plagionotus arcuatus*) (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Mezi prospěšné druhy v lesích a na loukách lze zařadit zástupce chrobáků (*Geotrupinae*) a hnojníků (*Aphodiinae*), kteří se svým saprofytickým způsobem života podílejí na rozkladu organických látek, především trusu obratlovců a rostlinných zbytků (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Druhově nejpočetnější čeď nosatcovitých (*Curculionidae*) zahrnuje spoustu významných škůdců, jelikož jsou v larválním i imaginárním stádiu býložraví. V zemědělství bývají jako škůdci na vojtěškových a jetelových polích uváděni například listopas jetelový (*Sitona hispidus*), listopas čárkovaný (*Sitona lineatus*) nebo klikoroh vojtěškový (*Hypera postica*). Na růžovitých rostlinách včetně ovocných

stromů, zejména na jabloních a hrušních, často citelně škodí květopas jabloňový (*Anthonomus pomorum*). Dospělí brouci žerou na pupenech, samičky poté kladou vajíčka do květních pupenů, kde se larva vyvíjí a poté i kuklí. Dva až tři roky žijící dospělí brouci klikoroha borového (*Hylobius abietis*) jsou obávanými škůdci borovic, méně často smrků a jiných jehličnanů. Na jaře ožírají kůru mladých stromků včetně sazenic ve školkách, v létě žerou v korunách starších stromů. Mezi škůdce skladovaného obilí v sýpkách a mlýnech patří z této čeledi pilous černý (*Sitophilus granarius*) a pilous rýžový (*Sitophilus oryzae*). Podčeleď kůrovců (*Scolytinae*) zahrnuje válcovité, oválné nebo krátce oválné druhy brouků, z nichž někteří patří při přemnožení k velmi významným škůdcům v lesním hospodářství. Mezi konkrétní zástupce lze jmenovat lýkohuba matného (*Polygraphus poligraphus*), který je široce rozšířený a často škodlivý v areálu smrčin, kde napadá středně silné kmeny po celé délce. Dalším škůdcem smrků i ostatních jehličnanů je lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*), který se vyvíjí především ve větvích a vršcích pokácených stromů, ale při přemnožení napadá i mlaziny a starší stromy. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) je při přemnožení nejškodlivější ze všech šesti u nás rozšířených druhů tohoto rodu. Tento zástupce je hojný ve smrkových monokulturách, vyvíjí se pod kůrou vyvrácených, poražených nebo oslabených stromů starších 60 let, mladší a zdravé stromy napadá jen při kalamitním přemnožení. V ostatních jehličnanech se vyvíjí jen výjimečně. Jako techničtí škůdci dřeva v rámci podčeledi kůrovců lze uvést dřevokaza čárkovaného (*Trypodendron lineatum*) nebo drtníka ovocného (*Xyleborus dispar*) (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Do velmi početné čeledi mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) patří zástupci, kteří jsou vážnými zemědělskými škůdci. Nejznámější je mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*), obávaný škůdce brambor. Tento brouk byl v poslední čtvrtině 19. století zavlečen ze Severní Ameriky do Evropy, nyní je rozšířen téměř kosmopolitně. Velmi žravé, masově růžové larvy způsobují často holožíry a krom brambor napadají i jiné rostliny z čeledi lilkovitých. Dalšími z čeledi mandelinkovitých jsou zástupci rodu dřepčíků, z nichž mnozí škodí na kulturních rostlinách. Nejhojnějším a nejběžnějším je dřepčík polní (*Phyllotreta undulata*), který způsobuje škody na zelenině a rostlinách z čeledi brukvovitých. Vyskytuje se na polích a loukách, kde imaga žerou na listech,

larvy v zemi na kořenech nebo minují v listech a stoncích (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Podčeleď *Melolonthinae* zahrnuje malé, střední i velké brouky, kteří jsou všichni fytofágní, živící se především nadzemními částmi rostlin, jejich larvy požírají kořeny. Nejvýznamnější zástupce této čeledi je chroust obecný (*Melolontha melolontha*), nejrozšířenější, největší a kdysi nejškodlivější ze tří středoevropských druhů rodu. Dříve to byl kalamitní škůdce listnatých stromů, zejména dubů, na kterých probíhá okusováním listů úživný žír. Jeho larvy se vyvíjí v půdě polí a luk, kde požírají kořinky pěstovaných rostlin. Nadměrné užívání umělých hnojiv a pesticidů přivedlo tohoto dříve kalamitního škůdce v některých oblastech téměř k vyhubení (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Mezi další škůdce zpracovaného dřeva patří kosmopolitně rozšíření zástupci z čeledi červotočovitých (*Anobiidae*). Jejich tělo je většinou válcovité a typickým znakem je ukrytá hlava pod kápovitým štítem. Červotoč proužkovaný (*Anobium punctatum*) patří k obávaným škůdcům veškerého zpracovaného dřeva, červotoč spíží (*Stegobium paniceum*) je kosmopolitně rozšířený druh, který ničí nejrůznější substráty v potravinářských skladech, domácnostech, lékárnách a podobně (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Čeď zobonoskovitých (*Attelabidae*) zahrnuje zástupce, kteří jsou uváděni jako škůdci ovocných stromů. Jejich larvy se vyvíjejí v plodech, pupenech, listech, květech nebo listových zámotcích. Mezi konkrétní škůdce patří zobonoska jabloňová (*Caenorhinus pauxillus*), která se vyskytuje na ovocných stromech, zvláště na jabloních. V plodech hrušní a jabloní je běžně uváděným škodným druhem larva zobonosky jablečné (*Caenorhinus aequatus*). Nebezpečný škůdce a přenašeč vřeckovýtrusné houby hlízenky ovocné způsobující hnilobu ovoce je zobonoska ovocná (*Rhynchites bakchus*), larvy se vyvíjejí v plodech trnky a jiných ovocných stromů, například jabloní (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Mezi škůdce polního a lesního hospodářství patří larvy čeledi kovaříkovitých (*Elateridae*), zejména pak larvy kovaříka obilního (*Agriotes lineatus*), které jsou uváděny jako škůdci kulturních rostlin (jarních osení, ozimech a okopaninách). Imaga

tohoto zástupce se vyskytují na bylinné a křovinné vegetaci luk, polí, pastvin, zahrad i světlých lesů (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Čeď kožojedovitých (*Dermestidae*) zahrnuje brouky tmavé až černé barvy, široce oválného těla, které je většinou ochlupeno nebo kryto jemnými šupinkami. V domácnostech mohou způsobovat škody na potravinách, textiliích, kožených výrobcích či na různých sbírkách. Nejvýznamnější z nich je například kosmopolitně rozšířený škůdce všech živočišných produktů kožojed obecný (*Dermestes lardarius*) nebo obávaný ničitel entomologických sbírek rušník muzejní (*Anthrenus museorum*) (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

Kosmopolitně rozšíření, převážně synantropní zástupci čeledi potěmnikovitých (*Tenebrionidae*), jsou škůdci široké palety potravin, obilí, mouky a moučných produktů. Nejrozšířenější druh rodu je potěmnik ničivý (*Tribolium destructor*) a nejběžnější potěmnik moučný (*Tenebrio molitor*), jehož larvy jsou známy jako „mouční červi“ (Lang a kol. 1971; Hůrka 2005).

## **3 Metodika**

### **3.1 Metodika sběru**

#### **3.1.1 Sběr brouků**

Brouky lze sbírat bez obav holou rukou, některé druhy mohou při neopatrném zacházení kousnout, ale jinak nejsou nebezpeční. Nepříjemné bývá kousnutí od střevlíků a od samic roháčů. Velcí brouci se dají chytat dvěma prsty za hlavou za štít, protože tak nehrozí žádné nebezpečí v podobě kousnutí. Při sběru do ruky je třeba dát pozor na to, že někteří brouci mohou vypouštět nepříjemně páchnoucí látky nebo látky způsobující svědění, jako je tomu například u střevlíků rodu *Carabus* nebo u zástupců čeledě majkovitých. Pro sběr menších brouků slouží speciální pinzeta, která má být pružná a měkká, aby brouka nijak nepoškodila. Pinzetou je možné sbírat samozřejmě i větší brouky, pokud by například hrozilo výše zmíněné kousnutí. Pro názornou ukázkou brouka žákům je potřeba s sebou mít nějakou PET nebo skleněnou lahvičku či zkumavku, aby bylo možné brouka poslat a individuálně si ho prohlédnout (Pokorný 2002).

#### **3.1.2 Individuální sběr**

Individuální sběr je sběr bez použití různých speciálních pomůcek, kromě například zmiňované pinzety či lahviček. Při tomto sběru se využívá všech znalostí, prohlížejí se nejrůznější místa, kde by se brouci mohli vyskytovat. Při exkurzi na lokalitě se prohlížejí osluněné listy i květy různých stromů, keřů a bylin nebo se může využít individuální sběr na hniјících houbách, mrtvolkách nebo výkalech. Při sběru na posledních dvou zmiňovaných příkladech se nesmí zapomínat na základní hygienické návyky, aby se předešlo rozšíření nějaké infekce či nemoci. Dále se hledají po zemi volně pobíhající brouci, kteří jsou k nalezení nejčastěji na polích, polních a lesních cestách nebo v travnatých biotopech. Nejčastěji jsou ale brouci schovaní v různých úkrytech, proto je potřeba převracet kameny na okrajích polí a lesních cest, prozkoumávat spadané větve, pod nimiž se brouci mohou schovávat nebo odlupovat kůru u padlých kmenů stromů a jejich trouchnivějících pařezech. Úspěšnost individuálního sběru je nejvíce ovlivněna znalostmi sbírajícího, jeho připraveností a



pečlivostí při hledání, dále aktuálním počasím a zvolenou lokalitou, kde sběr probíhá (Pokorný 2002; Krásenský 2005).

### 3.1.3 Smýkání

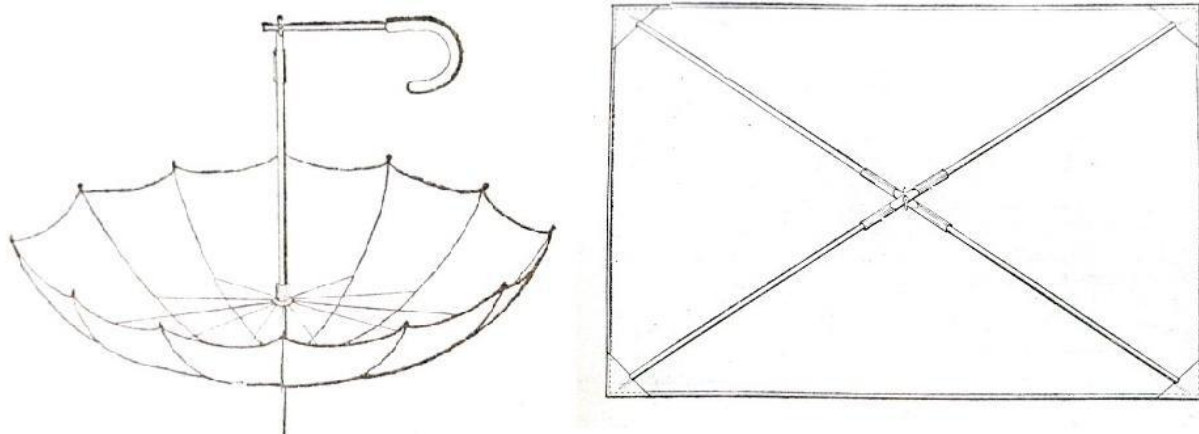
Smýkáním se získávají druhy brouků, pohybující se na bylinách, keřích nebo malých stromcích. Ke smýkání se používá tzv. smýkadlo (obr. 12), které se skládá z pevného rámu různého tvaru a velikosti, ze smýkacího pytle s různě jemnými oky a z rukojeti. Při samotném smýkání se smýkadlo drží před sebou a mává se jím sem a tam kolmo k vegetaci po vrcholcích rostlin, přičemž je opisována pomyslná osmička. Velmi důležité je sítkou stále pohybovat, přestože se právě nesmýká, protože nachytaný hmyz se snaží ze sítky co nejrychleji utéct. Smýkat se dá ve všech biotopech, které jsou porostlé bylinami, nejčastěji se zde hmyz pohybuje v dopoledních, podvečerních a nočních hodinách nebo před bouřkou a po ní. Při smýkání v oblastech, kde se vyskytují chráněné rostliny, je třeba smýkat opatrně a dávat pozor, aby nedošlo k poškození těchto druhů. Při vybírání hmyzu ze smýkacího pytle se musí pracovat opatrně, protože v pytli může být přítomen i hmyz, který by mohl způsobit nepříjemné a zbytečné zranění (vosy, včely, apod.) (Pokorný 2002; Krásenský 2005).



**Obr. 12: Smýkadlo** (zdroj: Krásenský 2005)

### 3.1.4 Sklepávání

Touto metodou jsou získávány druhy, které žijí v keřovém a nižším stromovém patře. Pro metodu sklepávání se používá sklepávací nástroj (obr. 13), který je možné zakoupit v entomologických potřebách, případně si ho vyrobit. Nejčastěji se používá sklepávací nástroj deštníkový, kdy je plátno rozprostřeno na konstrukci deštníku, nebo americké, které je tvořeno rámem s napnutým plátnem. Sklepávají se větve keřů a stromů, včetně suchých větví. Sklepávací nástroj se umístí pod větev a například gumovou paličkou se rychle a prudce udeří do větve či kmene. Vhodné je udeřit dvakrát rychle za sebou, protože některé druhy se mohou držet pevněji nebo se při pádu zachytí například na listu. Je důležité, aby se neustále se sklepávacím nástrojem třásl, protože se tak zabrání a předejde tomu, aby spadání brouci utekli. Sklepávat se dá od jara do podzimu. Zejména v jarním období, kdy jsou keře a stromy hojně na květ, je sklep velmi bohatý (Krásenský 2005).

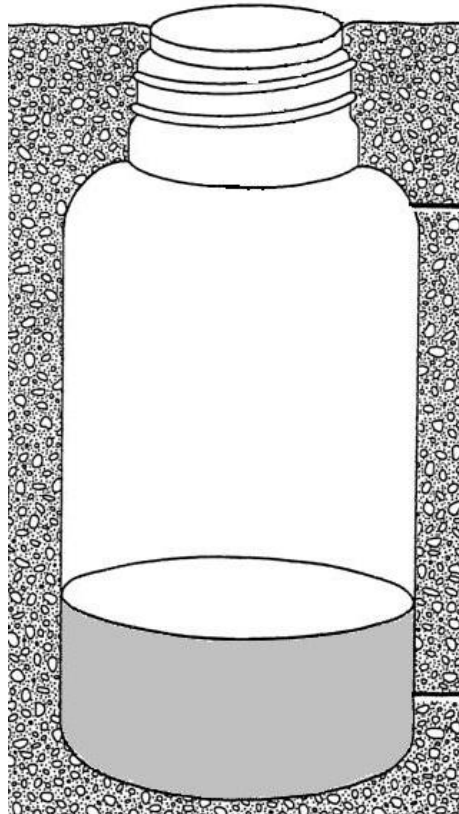


**Obr. 13: Deštníkové a americké sklepačské nástroje** (zdroj: Krásenský 2005)

### 3.1.5 Pasti

Nejčastěji se používají zemní padací pasti s návnadou, fixační kapalinou nebo pouze s hlinou, když nechceme brouka zabít. Jako past může posloužit plastový kelímek nebo skleněná láhev. Past se zakopává do země tak, aby hrdlo bylo v úrovni terénu (obr. 14). Hrdlo se přikrývá kamenem či kůrou nebo se mohou vytvořit stříšky, aby došlo k ochraně před deštěm nebo sluncem. Nejúčinnější je pokládat do jednoho biotopu hned několik pastí najednou (4 – 5), čímž se zvýší úspěšnost lovu. Jejich rozmístění může být například po metrových odstupech v linii nebo do čtverce. Masožravé nebo mrchožravé

brouky přilákají pasti s páchnoucí návnadou. Jako takovéto lákadlo se nejčastěji používá kousek nahnilého masa, mrtvý slimák nebo zrající sýr. Je nezbytně nutné, aby byly pasti pravidelně kontrolovány nebo zrušeny při jejich dlouhodobém nevyužívání, čímž se zabrání zbytečnému trápení a úhynu spadného hmyzu (Ratcliffe 1996; Říha 2012).



**Obr. 14: Zemní padací past (zdroj: Ratcliffe 1996)**

### 3.2 Metodika analýzy učebnic

Analyzováno bylo celkem jedenáct učebnic, z toho sedm pro základní školu a nižší gymnázia a čtyři učebnice pro gymnázia vyšší. Z učebnic pro ZŠ a nižší gymnázia to byly: Přírodopis 6 (Vilček a kol. 1981), Přírodopis 2 pro 7. ročník základní školy (Černík a kol. 1997), Přírodopis 6 (Jurčák a kol. 1997), Přírodopis I pro 6. ročník základní školy (Dobroruka a kol. 1997), Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia (Čabradová a kol. 2003), Přírodopis pro 6. ročník (Maleninský a kol. 2004), přírodopis 6 (Černík a kol. 2007). Pro vyšší gymnázia byly analyzovány tyto učebnice: Zoologie pro jedenáctý ročník DSS (Kocian a kol. 1961), Zoologie I, II (Daněk a Černý 1967), Zoologie (Papáček a kol.) a Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2006).

Jak učebnice pro ZŠ a nižší gymnázia, tak učebnice pro vyšší gymnázia byly analyzovány z hlediska obsahových vlastností, které se týkají řádu brouci (Coleoptera). Konkrétně to byli uvedení zástupci a dále pojmy, vztahující se k tomuto tématu. Na základě toho byly vypracovány tabulky, kde jsou vypsáni všichni zmínění zástupci i pojmy, které s tématem souvisejí. Z těchto tabulek lze zjistit, jakým způsobem je uvedený zástupce nebo pojem v učebnici předložen. V kapitole 4.1 byly také vytvořeny shrnující tabulky, ze kterých je možné vyčíst způsob prezentace učiva (slovní, grafická, slovní i grafická) a množství zmíněných zástupců.

V kapitole 4.2 jsou uvedeny návrhy doplňkových didaktických materiálů, které je možné využít při výuce tématu o broucích. Jsou určeny pro žáky nižších i vyšších ročníků gymnázií. Materiály byly zhotoveny za pomoci analyzovaných učebnic zmiňovaných výše.

## **4 Praktická část**

### **4.1 Výsledky analýzy učebnic**

#### **4.1.1 Výsledky analýzy učebnic pro ZŠ a nižší gymnázia**

Učebnice pro základní školy byly analyzovány z hlediska druhového spektra uvedených zástupců a z hlediska pojmů týkajících se konkrétně řádu brouci (Coleoptera). Výsledky analýzy byly zpracovány a vyhodnoceny v následujících tabulkách č. 1 a 2. Celkem bylo analyzováno sedm učebnic pro nižší gymnázia a druhý stupeň základní školy.

#### **Legenda:**

BF – barevná fotografie

BK – barevná kresba

Č-BK – černobílá kresba

D – definice

O – odstavec

P – popis

Z – zmínka

**Tab. 1: Seznam zástupců**

ZÁSTUPCI	PŘÍRODOPIS 6 Vilček a kol. (1981)	PŘÍRODOPIS 2 Černík a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS 6 Jurčák a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS I Dobroruka a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS Čabradová a kol. (2003)	PŘÍRODOPIS Maleninský a kol. (2004)	PŘÍRODOPIS 6 Černík a kol. (2007)
Červotoč proužkovaný	-	BK; Z	-	-	-	-	BK
Červotoč umrlčí	-	-	BK	-	BF	-	-
Drabčík	-	-	-	BF	-	-	-
Dřepčík polní	-	BK	-	-	-	-	BK; Z
Goliáš perlový	-	-	-	-	-	-	Z
<i>Goliathus cacticus</i>	-	-	-	-	BK; Z	-	-
Herkules antilský	-	-	-	-	BK	-	-
Hrobařík malý	-	-	-	BF	-	BF	-
Hrobařík obecný	BK; Z	BK; O	Z	-	BF; O	-	BK; O
Chrobák hladký	-	-	Z	-	-	-	-
Chrobák velký	-	BK; Z	-	BF	BF; Z	BF	BK
Chroustek obecný	Č-BK; Z	BF; Z	BK	BF	BF; Z	-	BF; O
Chroustek letní	-	BK; Z	-	-	-	-	BK
Klikoroh borový	-	BK; Z	-	BF	-	-	BK; Z
Klikoroh devětsilový	-	BF; Z	-	-	-	BF	BF; Z
Kovařík	BK; Z	-	-	BF	BF; O	-	-
Kozlíček dazule	-	BF; O	-	-	-	-	-

Krajník hnědý	-	BK; O	-	-	-	-	BK; O
Krajník pižmový	BK; O	-	BK; Z	-	-	-	-
Květopas jabloňový	-	BK; Z	-	-	-	-	BK; Z
Lýkožrout smrkový	BK; O	BF; Z	BK; Z	BF	BF; O	BF	BF; Z
Mandelinka bramborová	BK; Z	BK; Z	Z	BF	BF; Z	BF; Z	BK; O
Mandelinka topolová	-	BF; Z	-	-	-	-	BF; Z
Mandelinka vroubená	-	-	-	-	-	BF	-
Mrchožrout housenkář	-	-	-	BF	-	-	-
Mrchožrout znamenáný	-	-	-	BF	-	-	-
Nosatec lískový	-	-	-	BF	-	-	-
Nosorožík kapucínek	BK; O	BF; Z	-	-	-	-	BF
Páteříček sněhový	-	BK; O	-	BF	BF; O	-	BK; O
Páteříček žlutý	-	-	-	-	-	BF	-
Pilous černý	-	BK; Z	-	-	-	-	BK; Z
Potápník vroubený	BK; O	BF; Z	BK; Z	BF	BF; O	BF; Č-BK	BF; Z
Potemník moučný	-	-	-	-	-	BF; Z	-
Roháč obecný	BK; O	Č-BK; O	BK; Z	BF	BF; O	BF; O	BF; O
Slunéčko dvojtečné	-	BF; Z	-	-	-	-	BF; Z
Slunéčko sedmitečné	BK; O	BF; Z	BK; Z	BF; O	BF; O	BK; Z	BF; Z

Střevlík fialový	BK; Z	BK; Z	-	BF; Z	-	-	BK; Z
Střevlík kožitý	-	-	Z	-	-	-	-
Střevlík měděný	BK; Z	BK; Z	BK; Z	-	Z	-	-
Střevlík zahradní	-	-	-	BF; Z	-	-	-
Střevlík zlatolesklý	-	BK; Z	-	BF; Z	BF; Z	-	BK; Z
Světluška menší	-	BK; Z	Z	-	-	-	BK; Z
Světluška větší	BK; O	-	BK	BF	BF; O	-	-
Svižník polní	-	BF; O	-	BF	BF; O	-	BF; O
Tesařík alpský	BK; O	-	BK	BF	BF	BF	-
Tesařík krovový	-	BF; O	-	-	-	-	-
Tesařík obecný	-	BF; O	-	-	-	BF	BF; O
Tesařík obrovský	BK; O	-	BK; Z	-	-	-	-
Tesařík skvrnitý	-	-	-	BF	-	-	-
Titán obrovský	-	-	Z	-	BF; Z	-	-
Vodomil černý	-	BK; Z	BK; Z	-	-	-	BK; Z
Vruboun posvátný	-	Z	Z	-	-	-	Z
Zlatohlávek	-	BF; Z	-	BF; O	BF; O	BF	BF
Zobonoska lísková	-	-	-	BF	-	-	-



**Tab. 2: Seznam pojmů**

POJMY	PŘÍRODOPIS 6 Vilček a kol. (1981)	PŘÍRODOPIS 2 Černík a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS 6 Jurčák a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS I Dobroruka a kol. (1997)	PŘÍRODOPIS Čabradová a kol. (2003)	PŘÍRODOPIS Maleninský a kol. (2004)	PŘÍRODOPIS 6 Černík a kol. (2007)
Drátovec	-	-	-	Z	Z	Z	-
Feromonová past	-	Z	-	-	BF	-	D
Chitin	-	Z	Z	D	Z	Z	Z
Kousací ústní ústrojí	Č-BK; P	BK; P	Č-BK; P	BF; Č-BK; P	Č-BK; Z	Z	BK, P
Krovky	D	D	BK; D	D	BK; D	D	D
Nosec	-	D	-	D	-	-	D
Pohlavní dvojtvárnost	-	D	D	-	-	-	D
Ponrava	Z	-	-	BF; D	Z	-	Z
Požerek	-	BF; BK; Z	-	BF; Z	BF	-	BF; BK; Z
Štít	Z	D	-	D	-	-	D
Štítek	-	-	-	Z	-	-	-
Veslovací noha	-	D	-	-	-	-	D

#### 4.1.2 Závěry z analýzy učebnic pro ZŠ a nižší gymnázia

Po provedení analýzy učebnic pro druhý stupeň základních škol a nižších gymnázií z hlediska druhového spektra uvedených zástupců z řádu brouci (Coleoptera) bylo zjištěno, že nejvíce zástupců je uvedeno v učebnici Přírodopis 2 pro 7. ročník základní školy (Černík a kol. 1997). Z celkových 31 zmíněných zástupců jsou všichni kromě 2 vyobrazení kresbou nebo fotografií. Naopak nejméně, 14 zástupců, bylo uvedeno v učebnici Přírodopis pro 6. ročník (Maleninský a kol. 2004).

V tabulce č. 3 je uveden způsob prezentace učiva u zmíněných zástupců. Jestli jsou jen na obrázku či zmíněni pouze v textu nebo zda jsou vyobrazení i zmíněni. Uvedení zástupci v učebnicích pro základní školy a nižší gymnázia byli vybráni vesměs vhodně z hlediska výskytu, ochrany a hospodářského významu. V žádné učebnici se nevyskytuje špatně určený druh, ale u některých zástupců je uvedeno pouze rodové jméno (viz kovařík).

**Tab. 3: Způsob prezentace učiva**

Učebnice	Počet zástupců	Způsob prezentace učiva		
		Slovní	Grafická	Slovní i grafická
PŘÍRODOPIS 6 Vilček a kol. (1981)	15	0	0	15
PŘÍRODOPIS 2 Černík a kol. (1997)	31	1	1	29
PŘÍRODOPIS 6 Jurčák a kol. (1997)	19	7	4	8
PŘÍRODOPIS I Dobroruka a kol. (1997)	24	0	19	5
PŘÍRODOPIS Čabradová a kol. (2003)	20	1	3	16
PŘÍRODOPIS Maleninský a kol. (2004)	14	0	10	4
PŘÍRODOPIS 6 Černík a kol. (2007)	29	2	5	22

Druhým hlediskem analýzy bylo množství použitých pojmů, které úzce souvisejí s řádem brouci (Coleoptera). Ve všech analyzovaných učebnicích je nejdříve obecná charakteristika třídy hmyz (Insecta), která odpovídá i charakteristice brouků. Nejvíce, a to 10 pojmů, je uvedeno v učebnici Přírodopis 6 (Černík a kol. 2007), naopak pouze 4 pojmy byly použity ve třech učebnicích Přírodopis 6 (Vilček a kol. 1981), Přírodopis 6 (Jurčák a kol. 1997) a Přírodopis pro 6. ročník (Maleninský a kol. 2004).

#### 4.1.3 Výsledky analýzy učebnic pro vyšší gymnázia

Učebnice pro vyšší gymnázia byly analyzovány z hlediska druhového spektra uvedených zástupců a z hlediska pojmů týkajících se konkrétně řádu brouci (Coleoptera). Výsledky analýzy byly zpracovány a vyhodnoceny v následujících tabulkách č. 4 a 5. Celkem byly analyzovány čtyři učebnice pro vyšší gymnázia.

#### Legenda:

BK – barevná kresba

BF – barevná fotografie

ČB-K – černobílá fotografie

ČB-K – černobílá kresba

D – definice

O – odstavec

P – popis

Z – zmínka

**Tab. 4: Seznam zástupců**

ZÁSTUPCI	ZOOLOGIE Kocian a kol. (1961)	ZOOLOGIE I, II Daněk a Černý (1967)	ZOOLOGIE Papáček a kol. (1994)	BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA Jelínek a Zicháček (2006)
Blýskáček řepkový	O	Z	-	-
Červotoč spízní	-	-	Z	Z
Červotoč umrlčí	-	Z	-	Z
Drabčík	ČB-K	ČB-K; Z	ČB-K	-
Drabčík zdobený	-	-	-	Z
Dřepčík (zelný, černý, polní)	ČB-K, O	-	-	-

Dřepčík polní	-	-	-	Z
<i>Goliathus cacicus</i>	-	Z	-	-
Herkules	-	Z	-	-
Hrobařík obecný	ČB-K	ČB-K; Z	ČB-K	ČB-K; Z
Chrobák	-	ČB-K; Z	-	-
Chrobák velký	ČB-K	-	ČB-K	ČB-K; Z
Chroust obecný	ČB-K; Z	O	ČB-K	ČB-K; Z
Klikoroh borový	O	-	ČB-K	ČB-K
Kovařík	ČB-K	-	ČB-K	ČB-K
Kovařík černoskvrný	-	-	-	Z
Kovařík obilní	O	Z	-	-
Kožojed obecný	O	ČB-F; O	ČB-K	ČB-K; Z
Krajník pižmový	-	ČB-K; Z	-	ČB-K; Z
Krasec měďák	-	-	-	Z
Kvapník	-	-	ČB-K	ČB-K
Květopas jabloňový	O	Z	-	Z
Lýkožrout smrkový	O	Z	ČB-K	BK; Z
Majka fialová	-	-	-	ČB-K
Majka obecná	-	-	-	Z
Malinovník šedý	-	-	Z	-
Mandelinka bramborová	O	O	ČB-K	ČB-K; BK; Z
Mrchožrout	ČB-K	ČB-K; Z	-	-
Mrchožrout housenkář	-	-	ČB-K	ČB-K
Nosatec lískový	-	Z	Z	-
Páteříček sněhový	-	-	ČB-K	ČB-K
Pestrokrovečník	ČB-K	-	-	-
Pilous černý	O	Z	-	Z
Potápník vrubený	ČB-K	Z	ČB-K	ČB-K; BK; Z
Potemník moučný	O	Z	ČB-K; Z	ČB-K; Z
Roháč Obecný		Z	ČB-K	ČB-K; Z
Rýhonosec řepný	O	-	-	-
Slunéčko dvoutečné	-	-	ČB-K	ČB-K
Slunéčko sedmítečné	ČB-K; Z	-	-	BK; Z
Střevlík	-	-	ČB-K	ČB-K
Střevlík fialový	-	-	-	Z

Střevlík měděný	ČB-K; Z	ČB-K	-	Z
Střevlík zahradní	-	-	-	BK
Světluška menší	ČB-K	-	-	Z
Svižník polní	ČB-K	ČB-K	ČB-K	ČB-K; Z
Tesařík	ČB-K	-	-	-
Tesařík obrovský	-	-	ČB-K	ČB-K; BK; Z
Vírník obecný	ČB-K	Z	-	-
Vodomil černý	ČB-K	Z	ČB-K	ČB-K; Z
Vruboun posvátný	-	-	-	Z
Zdobenec skvrnitý	-	ČB-F	-	-
Zlatohlávek zlatý	ČB-K	Z	-	Z
Zrnokaz hrachový	-	Z	-	-

**Tab. 5: Seznam pojmů**

POJMY	ZOOLOGIE Kocian a kol. (1961)	ZOOLOGIE I, II Daněk a Černý (1967)	ZOOLOGIE Papáček a kol. (1994)	BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA Jelínek a Zicháček (2006)
Drátovec	Z	Z	Z	Z
Chitin	D	Z	-	D
Krovky	ČB-K; D	Z	D	D
Kousací ústní ústrojí	ČB-K; P	ČB-K; P	ČB-K; P	P
Nosec	Z	D	D	D
Ponrava	ČB-K; D	Z	ČB-K; Z	Z
Požerek	-	-	ČB-K	-
Štít	ČB-K; Z	-	-	Z
Štítek	D	-	-	-
Veslovací noha	-	-	ČB-K; Z	ČB-K; Z

#### 4.1.4 Závěry z analýzy učebnic pro vyšší gymnázia

Po provedení analýzy učebnic pro vyšší gymnázia z hlediska druhového spektra uvedených zástupců z řádu brouci (Coleoptera) bylo zjištěno, že ve třech učebnicích ze čtyř analyzovaných je počet uvedených zástupců přibližně stejný, a to 23 v učebnici Zoologie (Papáček a kol. 1994) a po 27 zástupcích v učebnicích Zoologie pro jedenáctý

ročník DSŠ (Kocian a kol. 1961) a Zoologie pro I a II (Daněk a Černý 1967). Nejvíce zástupců, celkem 37, je zmíněno v učebnici Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2006).

V tabulce č. 6 je uveden způsob prezentace učiva u zmíněných zástupců. Jestli jsou jen na obrázku, zmíněni pouze v textu nebo zda jsou vyobrazeni i zmíněni. Uvedení zástupci v učebnicích pro vyšší gymnázia byli vybráni vhodně z hlediska výskytu, ochrany a hospodářského významu, pouze u učebnic z roku 1961 a 1967 jsou někteří zmíněni zástupci neaktuální. Celkově by v učebnicích mohlo být zmíněno méně zástupců, ale o to více informací k hojným, chráněným, ohroženým a zemědělsky a hospodářsky významným druhům.

**Tab. 6: Způsob prezentace učiva**

Učebnice	Počet zástupců	Způsob prezentace učiva		
		Slovní	Grafická	Slovní i grafická
ZOOLOGIE Kocian a kol. (1961)	27	10	13	4
ZOOLOGIE I, II Daněk a Černý (1967)	27	18	3	6
ZOOLOGIE Papáček a kol. (1994)	23	3	19	1
BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA Jelínek a Zicháček (2006)	37	14	9	14

Druhým hlediskem analýzy učebnic bylo množství pojmů, které jsou typické a úzce souvisejí s řádem brouci (Coleoptera). Ve všech učebnicích je nejdříve obecná charakteristika třídy hmyz (Insecta), v této charakteristice jsou uvedeny pojmy obecně platné pro celou třídu, ale i pojmy týkající se pouze brouků. V učebnici Zoologie pro jedenáctý ročník DSŠ (Kocian a kol. 1961) je tato obecná charakteristika hmyzu uvedena na konkrétním zástupci brouků, na chroustu obecném, a je doprovázena i různými obrázky tohoto druhu (stavba těla, anatomie těla, tykadla, larva aj.). V analyzovaných učebnicích se počet zmíněných pojmů typických pro brouky pohybuje

v rozmezí od 6 do 8, což se vzhledem k počtu pojmů uvedených v učebnicích pro ZŠ jeví jako paradox. Ale základní a důležité pojmy jsou v učebnicích uvedeny.

## **4.2 Návrhy doplňkových didaktických materiálů**

### **4.2.1 Školní projekt „Chyt’ si svého brouka“**

Mezi vyučovací metody, které vybízí žáky k samostatné aktivitě a spolupráci, patří projekty. Při výuce tématu brouci by bylo možné ke klasické výuce připojit projekt, jehož cílem je vytvořit sbírku brouků, která by mohla být stále rozšiřována a sloužila by i jako názorný materiál při vyučování tohoto tématu. Výsledkem projektu bude entomologická sbírka brouků sloužící nejenom třídě, která jí vyhotovila, ale celé škole a to i do budoucna.

Je vhodné žáky rozdělit do čtyř skupin, kdy první skupina brouky sbírá, druhá je následně preparuje, třetí určuje druhy dle klíčů a čtvrtá skupina se stará o samotnou sbírku. Jelikož je sběr brouků časově náročný, jednalo by se o projekt dlouhodobý, tudíž by si všechny skupiny mohly vyzkoušet všechny úkoly. Při sběru brouků si žáci upevňují a rozvíjí vztah k přírodě a posilují fyzické zdraví, při preparaci a péči o sbírku si rozvíjejí jemnou motoriku, pečlivost a trpělivost a při určování zástupců se učí pracovat s určovací literaturou.

#### **Potřebný materiál**

Vyrobená nebo zakoupená entomologická krabice, vyrobená smrtička, octan ethylnatý jako médium do smrtičky a preparační pomůcky, které lze koupit v entomologických potřebách. V textu níže jsou uvedeny rady týkající se jednotlivých fází při zakládání sbírky.

#### **Sběr**

Sběr brouků je již důkladně popsán v kapitole 3.1.

#### **Usmrcování**

Usmrcování hmyzu se provádí v tzv. smrtičkách. Tu si lze vyrobit velmi jednoduše. Stačí si vzít uzavíratelnou širokohrdlou sklenici, například na zavařování, a přibližně do jedné třetiny umístit savý materiál, k čemuž poslouží piliny, buničina nebo filtrační papír. Jako samotná smrtící látka se používá octan ethylnatý, kterým se napustí již

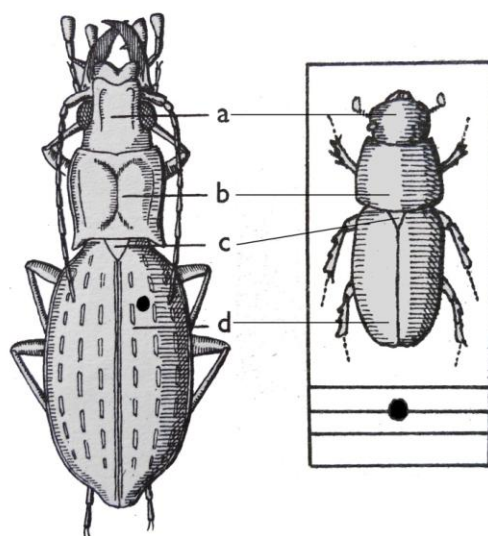
zmíněný savý podklad. Je to čirá velmi těkavá kapalina, příjemně sladce vonící. Broukům způsobuje tato chemikálie rychlou a bezbolestnou smrt. Usmrcování provádí učitel sám, jednak z etického hlediska, jednak z toho důvodu, že se pracuje s chemikáliemi.

### **Preparace**

Nejvhodnější je preparovat brouky ihned po jejich usmrcení, protože jsou ještě vláční. Větší druhy se nabodávají v první třetině pravé krovky tak, aby osa těla byla ke špendlíku kolmá. Všichni brouci by měli být nabodnuti ve stejné výšce. K napichování se používají speciální tmavé entomologické špendlíky. Následně se napíchnutý brouk vbodne do rašelinové nebo korkové desky tak hluboko, až se dotýká jeho břišní strany. Samotná preparace již napíchnutého brouka spočívá v tom, že přední pár končetin směřuje dopředu a zbylé dva páry dozadu. Nohy musí být srovnané pod tělo brouka, aby chodidla nevyčnívala. Jsou-li tykadla delší, srovnávají se podél bočních okrajů těla. Takto vypreparovaný brouk za tři až sedm dní vyschne a může být přepíchnut do sběrné krabice.

Menší druhy brouků měřící asi do jednoho centimetru délky se preparují odlišně. Nohy a tykadla se upraví daleko od těla a poté se brouk lepí zadečkovou částí nebo zadohrudí na obdélníkový štítek tuhého, čistě bílého papíru, který by neměl být o mnoho větší než samotný brouk. Na obrázku č. 15 jsou znázorněni správně a úhledně vypreparovaní brouci.





**Obr. 15: Správně preparování brouci (Zdroj: Javorek 1964)**

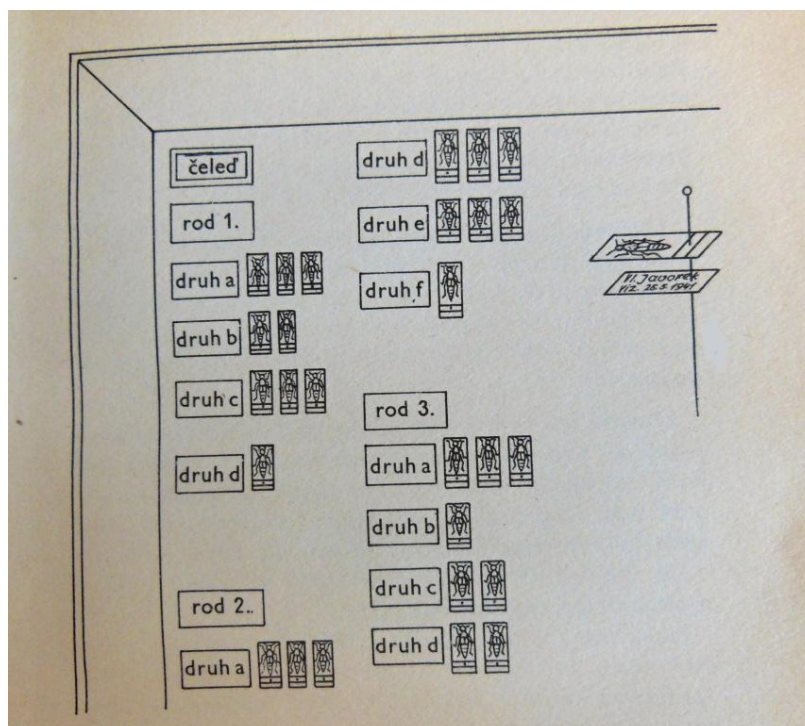
a – hlava, b – štít, c – štítek, d – krovky

### **Určování**

Určování chycených brouků je jeden z nejtěžších úkolů sběratele. Ke správnému určení brouka je nesmírně důležité znát jednotlivé části těl brouků a jejich rozmístění. K samotnému určení pak slouží speciální určovací klíče.

### **Sbírky**

Vypreparování brouci se ukládají do speciálních dřevěných entomologických krabic, které lze koupit nebo si je žáci mohou vyrobit sami například v hodinách technické výchovy. Do svislých řad se napichují štítky se jmény, samotní brouci jsou připichováni po pravé straně štítků. Každý brouk ve sbírce musí být krom jména opatřen i štítkem s datem, místem sběru a jménem sběratele, tento štítek se umísťuje na špendlík pod preparovaného brouka. Na obrázku č. 16 je znázorněné, jak je možno krabice úhledně zpracovat.



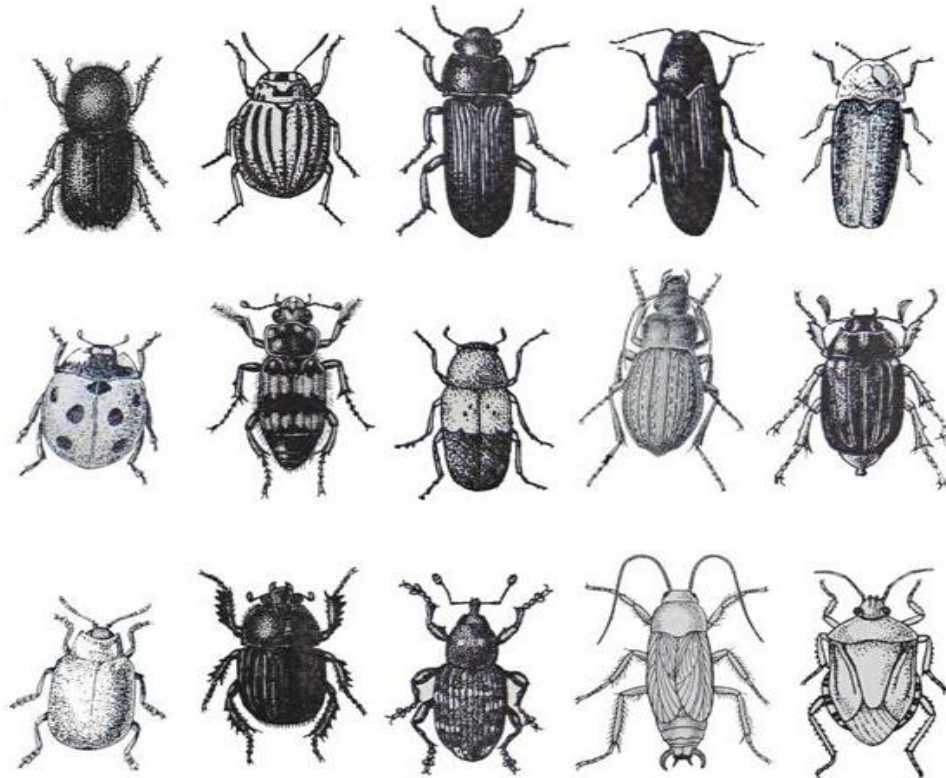
**Obr. 16: Možná úprava sbírky (Zdroj: Javorek 1964)**

#### **4.2.2 Didaktická hra „Brouci“**

Cílem této hry je upevnění všech znalostí, které žáci získali při výuce látky o broucích. Je vhodná jako zpestření výuky při opakování spíše pro nižší stupeň gymnázia, ale vzhledem k ekologickým souvislostem by se jistě dala využít i pro starší studenty. Žáci mohou pracovat ve dvojicích nebo v malých skupinkách. Výhodou této metody je aktivizace žáků a podpora rozvoje logického myšlení při řešení daného problému. Délka hry i s kontrolou by neměla přesáhnout dvacet minut, způsob hodnocení si může zvolit každý učitel podle sebe.

Princip hry spočívá v tom, že žáci obdrží barevné nebo černobílé obrázky významných druhů brouků, které si učitel vybere dle toho, které zástupce ve výuce uváděl. Žáci nejdříve musí samotného brouka poznat, čímž si opakují a upevňují poznávací schopnosti, a poté ho zařadit do skupiny užiteční, škodliví nebo bez významu. Zařazení brouků se při kontrole zdůvodňuje, což vybízí žáky k přemýšlení nad problémem. Během kontroly se zařazení brouků u jednotlivých skupin může lišit a může nastat konfliktní situace, která vede k rozvoji komunikačních dovedností, neboť skupiny mezi sebou budou muset svůj názor obhájit. Učitel průběžně kontroluje práci

skupinek, v případě potřeby poradí s problémem, a v závěrečné kontrolní fázi vede diskusi. Vhodné je zařadit i hmyz, který nepatří do řádu brouci, například ploštice či šváby. To vede žáky k tomu, aby si všimli rozdílů mezi různými skupinami hmyzu a znaků, které jsou typické pro brouky (štít, krovky, štítek). Možné příklady zvolených zástupců a jejich vyobrazení viz obr. č. 17.



**Obr. 17: Příklad zástupců pro didaktickou hru (Zdroj: Papáček a kol. 1994)**

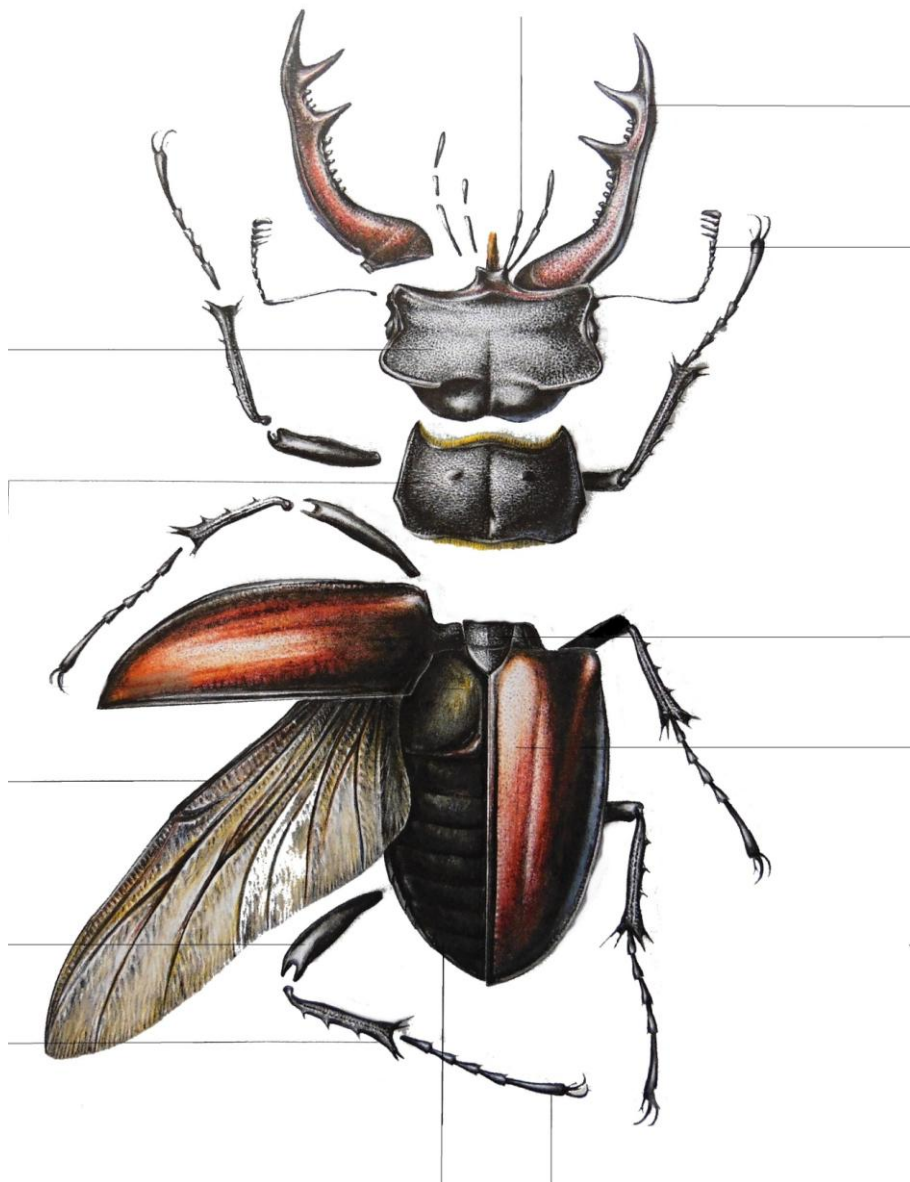
### 4.2.3 Návrh pracovního listu

**Jméno:**

**Třída:**

**Datum:**

**1) Popište tělo brouka podle obrázku:**



**2) Doplňte správně chybějící slova:**

Životní cyklus brouků má celkem..... stádia. Oploďená samička naklade....., ze kterých se vylíhne..... Ta se během vývoje několikrát..... a poté vytvoří klidové stádium..... Z té se po určité době vylíhne..... Tato proměna se označuje jako proměna....., protože.....

**3) Uved'te tři prospěšné druhy brouků a tři škodlivé:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**4) Odpovězte na otázky:**

Jak se jmenuje největší brouk žijící v České republice?

.....

Jak se jmenuje brouk, který má v těle pro člověka jedovatý alkaloid kantaridin?

.....

Napište název největšího vodního brouka, který žije i v České republice.

.....

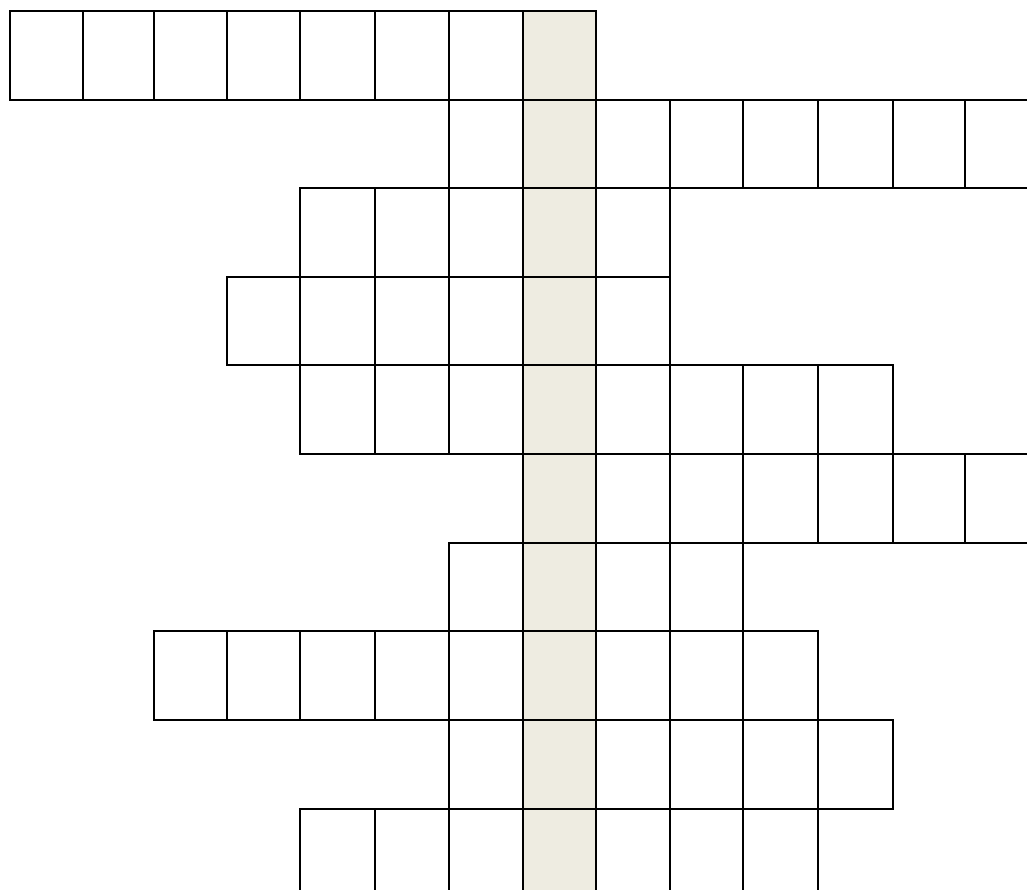
Pro kterou čeleď brouků je typické vymrštění se ze zad zpět na nohy?

.....

Který brouk způsobuje kalamity jehličnatých lesů? Kde v České republice se s tímto problémem můžete setkat?

.....  
.....  
Jaký typ ústního ústrojí mají brouci?

.....  
**5) Vyplňte křížovku:**



Jak se nazývá larva kovaříků?

Jak se jmenuje brouk, jehož larvám se říká mouční červi?

Klidové stádium ve vývoji brouků je .....(doplň).

Jak označujeme trojúhelníkový útvar nacházející se mezi křídly?

Jaká proměna je typická pro řád brouků?

.....(doplň) je bílá larva ve tvaru písmene C charakteristická pro chrousty.

Jak se nazývá ploška vyrůstající z předohradi brouků?

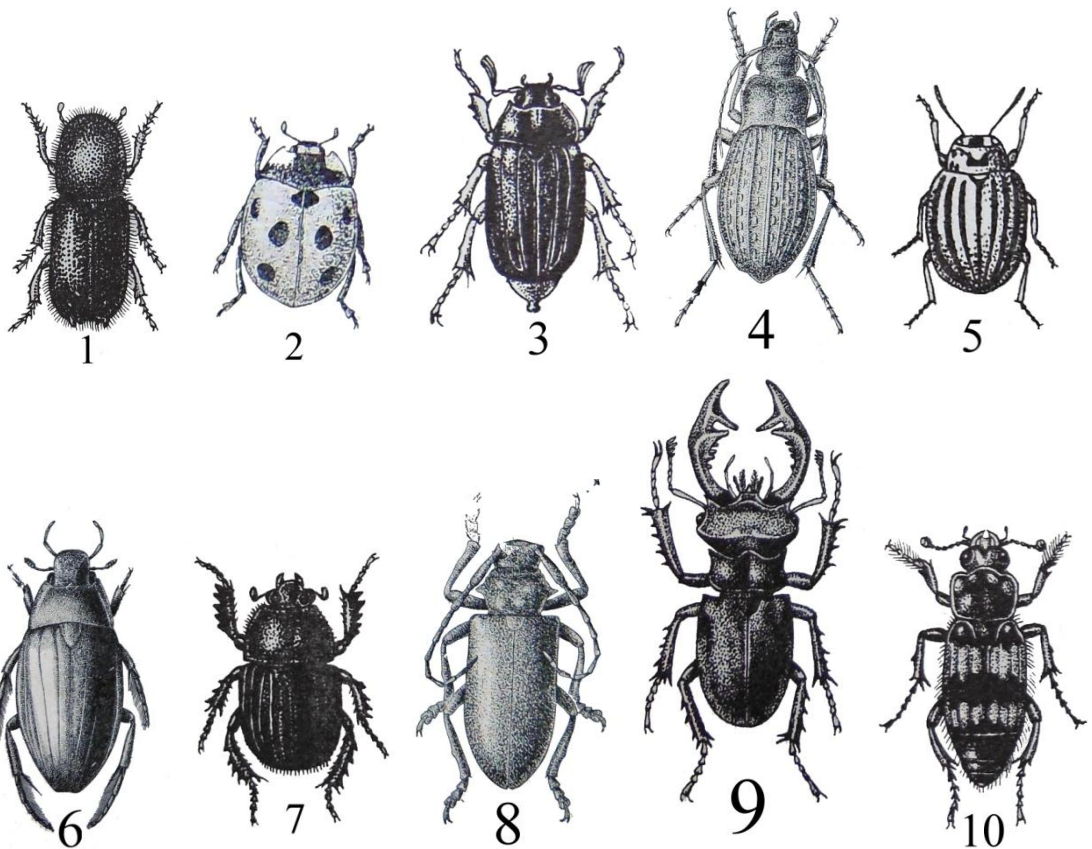
Vnější kostru brouků nazýváme .....(doplň).

Jak se u brouků nazývá první pár křídel?

Jak nazýváme článkované útvary nacházející se u ústního ústrojí?

**6) Přiřaď názvy brouků k obrázkům**

- a) chroust obecný.....
- b) mandelinka bramborová.....
- c) hrobařík obecný.....
- d) chrobák velký.....
- e) roháč obecný.....
- f) lýkožrout smrkový.....
- g) slunéčko sedmítečné.....
- h) střevlík.....
- ch) vodomil černý.....
- i) tesařík.....



#### 4.2.4 Atlas brouků vhodný nejenom pro učitele

Součástí výuky, která podporuje u žáků aktivitu, může být vycházka do blízkého okolí školy, kde jsou na polích, v parcích či v lesích k nalezení různí zástupci hmyzu, tudíž i brouků. O tom jak a kde brouky sbírat bylo pojednááno v kapitole 3.1, v této části je k dispozici jednoduchý určovací klíč pro vybrané čeledi a konkrétní zástupce.

##### **Čeľad: střevlíkovití (*Carabidae*)**

Popis: jedna z druhově nejpočetnějších čeledí, velikost zástupů se pohybuje mezi 1,6 a 40 mm. Zahrnuje převážně štíhlé a ploché brouky se silnými dlouhými nohama. Hlava s velkými nápadnými očima a silnými kusadly není širší než štít. Většina druhů má hnědou, černou nebo kovově lesklou barvu. Mnozí z nich zcela ztratili možnost létat, většina dospělců je aktivními nočními predátory, nejčastěji se vyskytují v půdní hrabance nebo na povrchu rostlin. V ČR více jak 600 druhů (Hůrka 2005).

##### **Rod: střevlíček (*Pterostichus*)**

Popis: druhy velké 17 – 21 mm, černé barvy, lesklí i matní, mají dlouhá a tenká tykadla, štít užší než krovky, krovky kryjí celý zadeček a jsou hluboce rýhované. Velmi hojné druhy vyskytující se téměř ve všech biotopech (Hůrka 2005).



**Obr. 18: Zástupce rodu střevlíčků (zdroj: vlastní)**



### **Střevlíček měděný (*Poecilus cupreus*)**

Popis: 10 – 14 mm velký brouk, zelené, měďové až černé barvy, lesklý, štít širší než hlava, krovky s výrazným žebrováním, nohy obvykle černé. Velmi hojný druh nezastíněných stanovišť stepí, ruderalů, polí i břehů vod, běžný od nížin do hor (Hůrka 2005).



**Obr. 19: Střevlíček měděný (Zdroj: vlastní)**

### **Střevlík zahradní (*Carabus hortensis*)**

Popis: 22 – 30 mm velký brouk, hlava s velkýma očima a výraznými kusadly, dlouhá černá tykadla s patrným článkováním. Štít tečkovaný, u zadního okraje charakteristicky tvarovaný, krovky dlouhé jemně rýhované s patrnými oranžovými tečkami. Lesní druh vyskytující se od nížin do hor (Hůrka 2005).



**Obr. 20: Střevlík zahradní** (Zdroj: vlastní)

**Čeľad': Mrchožroutovítí (*Silphidae*)**

Popis: tato čeľad' zahrnuje středně velké, oválné až mírně protažené, více nebo méně zploštělé brouky. Krovky bývají často zkrácené a odkrývají 1 – 4 poslední zadečkové články. Některé druhy rodu *Nicrophorus* mají krovky pestře oranžově zbarvené. Převážná většina jsou mrchožrouti nebo predátoři (Hůrka 2005).

**Hrobařík obecný (*Nicrophorus vespillo*)**

Popis: hlava a štít jsou černé, přední hrana štítu hustě žlutě ochlupená, první článek tykadlové paličky černý, zbývající články jsou oranžově zbarveny. Krovky zdobeny dvěma příčnými oranžovými páskami. Zadečkové články mají žluté chlupy jen na svém zadním okraji. Jeden z nejhojnějších druhů rodu, vyskytující se spíše v otevřené krajině, ale lze ho nalézt i na mršinách v lesích (Říha 2012).



**Obr. 21: Hrobařík obecný** (Zdroj: vlastní)

**Hrobařík malý (*Nicrophorus vespilloides*)**

Popis: tělo černé, 12 – 18 mm velké, krovky se dvěma příčnými oranžovými páskami, zadní páska redukována na dvě poloměsíčitá skvrny oddělené od zadního okraje krovek. Tykadlová palička je na rozdíl od předchozího druhu celá černá, štít a celé tělo je lysé, bez žlutého ochlupení. Hojný druh vyskytující se spíše v lesích (Říha 2012).



**Obr. 22: Hrobařík malý** (Zdroj: vlastní)

### **Čeľad': Drabčikovití (*Staphylinidae*)**

Popis: velikost zástupců žijících v České republice se pohybuje od 1 do 34 mm. Tělo je štíhlé a dlouhé, má více zkrácené krovky odkrývající větší část zadečku. Tykadla jsou nitkovitá, hlava obvykle širší nebo stejně široká jako štít a zbytek těla. Zbarvení je obvykle nenápadné, hnědé nebo černé barvy. Žijí často v půdě a půdní hrabance na okrajích cest a lesů, převážná většina z nich jsou dravci jiného hmyzu. Ze zástupců lze jmenovat například drabčíka zdobeného (*Staphylinus caesareus*) (Hůrka 2005).



**Obr. 23: Drabčík zdobený (Zdroj: vlastní)**

### **Čeľad': Chrobákovití (*Geotrupidae*)**

Popis: čeľad' zahrnuje přes 600 druhů (v ČR 9 druhů) mající více či méně zavalité, černé nebo namodrale zbarvené lesklé tělo. Tykadla složená z jedenácti článků, poslední tři tvoří tykadlovou paličku. Na hlavě je shora dobře viditelný horní pysk. Štít je široce klenutý, zadní okraj stejně široký jako krovky, mají dobře patrný štítek mezi krovkami, krovky jsou rýhované, tečkované i hladké. Nohy jsou silné a hrabavé, přední holeně na vnější straně se šesti zuby. Zástupci se vyskytují v lesích i na loukách, většinou tam, kde se objevují organické zbytky či zvířecí výkaly. Naším nejhojnějším druhem této čeledi je chrobák lesní (*Anoplotrupes stercorosus*) (Hůrka 2005).



**Obr. 24: Chrobák lesní** (Zdroj: vlastní)

**Čeleď: Páteříčkovití (*Cantharidae*)**

Popis: tělo těchto zástupců je rovnoběžně protáhlé, měkké, málo sklerotizované, často pestře zbarvené. Hlava se vyznačuje dlouhými nitkovitými tykadly, nohy jsou dlouhé, kráčivé. Dospělci mají denní aktivitu a jsou k nalezení na květech, keřích i stromech. V České republice žije okolo 100 druhů této čeledi (Hůrka 2005).

**Páteříček obecný (*Cantharis rustica*)**

Popis: typický zástupce páteříčkovitých, 10 – 14 mm velký, tělo slabě sklerotizované, černošedé, bazální část stehen oranžová, hlava a krovky černé, štít oranžový s černou skvrnou uprostřed a většinou ve tvaru srdíčka. Hojně se vyskytující na kvetoucí luční vegetaci od nížin do podhůří (Hůrka 2005).



**Obr. 25: Páteříček obecný (Zdroj: vlastní)**

**Páteříček sněhový (*Cantharis fusca*)**

Popis: podobný předchozímu druhu, s černou hlavou a černými krovkami, na rozdíl od páteříčka obecného se černá kresba na štítu vždy dotýká jeho předního okraje. V létě se hojně vyskytuje na bohatě kvetoucích loukách (Hůrka 2005).



**Obr. 26: Páteříček sněhový (Zdroj: vlastní)**

### **Čeľad': Kovařikovití (*Elateridae*)**

Popis: celosvětově rozšířená čeľad' brouků, tělo mají silně sklerotizované, dlouze protáhlé, často dozadu se zužující. Tykadla jsou nitkovitá, pilovitá až hřebenitá, ale vždy bez paličky. Štít stejně široký jako krovky, které se směrem dozadu zužují. Barva jednotlivých zástupců je různá od nenápadné hnědé až po výrazné oranžové či červené. Nohy jsou relativně krátké a tenké, díky speciálnímu mechanismu na spodní straně předohrudi jsou schopni se vymrštit za slyšitelného „lupnutí“ z polohy na zádech zpět na nohy. Dospělci jsou nejčastěji k nalezení na vegetacích polí, luk či parků. V České republice je tato čeľad' zastoupena 170 druhy, ze zástupců lze jmenovat kovařika šedého (*Agrypnus murinus*), kovařika páskovaného (*Athous vittatus*) či s červeně zbarvenými krovkami kovařika krvavého (*Ampedus sanguineus*) (Hůrka 2005).



**Obr. 27: Kovařik krvavý (Zdroj: vlastní)**

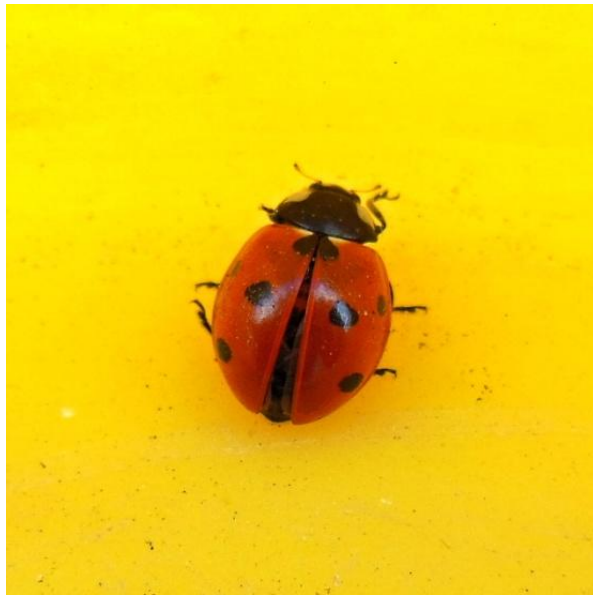
### **Čeľad': sluněčkovití (*Coccinellidae*)**

Popis: početná, celosvětově rozšířená čeľad'. Obrys těla je široce oválný až kulovitý, tělo pak silně klenuté zpravidla lysé. Tykadla složená z jedenácti článků. Štít se rozšiřuje směrem od hlavy, štítek je nepatrný, krovky kryjí všechny zadečkové články. Nohy jsou kráčivé, krátké, tenké a chodidla jsou tvořena ze tří nebo čtyř článků. Zástupci čeledí mají zpravidla pestré zbarvení, jejich kresba je velmi variabilní a dosti

odlišná v rámci jednoho druhu, proto existuje mnoho poddruhů a forem, které se velmi obtížně určují. Převážná většina imag i larev je dravá, jen malá část fytofágní. V České republice žije na 85 druhů (Hůrka 2005).

### **Slunéčko sedmitečné (*Coccinella septempunctata*)**

Popis: nejpopulárnější druh čeledi s malou variabilitou kresby je 5 – 8 mm velký. Štít má černý se dvěma bílými tečkami po stranách předního okraje a krovky červené se sedmi černými tečkami. Jedná se o hojného zástupce vyskytujícího se převážně na otevřených stanovištích (Hůrka 2005).



**Obr. 28: Slunéčko sedmitečné (Zdroj: vlastní)**

### **Slunéčko východní (*Harmonia axyridis*)**

Popis: 6 – 9 mm velký druh s velmi variabilním zbarvením. Nejčastěji je světle červené barvy s devatenácti černými tečkami, které mohou mizet, pokud se jedinec vylíhl při vysoké teplotě, v tom případě mohou být krovky čistě oranžovočervené. Asi desetina jedinců je černá se dvěma nebo čtyřmi červenými skvrnami na krovkách. Vyskytuje se v otevřených krajinách, kde je predátorem mšic.





**Obr. 29: Slunéčko východní (Zdroj: vlastní)**

**Čeleď: tesaříkovití (*Cerambycidae*)**

Popis: brouci protáhlého, válcovitého až více či méně zploštělého, často rovnoběžného nebo ke konci zúženého těla, zbarvení bývá jednobarevné žlutohnědé až černé. Velikost našich zástupců je od 3 do 60 mm. Tykadla jsou velmi dlouhá, u samců většinou delší než u samic, jedenáctičlanková, nitkovitá, vzácně pilovitá, oči bývají silně vykrojené. Štít a krovky mají často odlišné zbarvení než tělo, mnohdy s variabilní kresbou, krovky jen výjimečně zkrácené odkrývající zadečkové články. Nohy jsou nejčastěji dlouhé a kráčivé. Imaga i larvy jsou býložravci, část druhů se vyskytuje na květech, kde se živí nektarem a pylem, někteří žerou listy, jehličí, kůru nebo lýko listnatých i jehličnatých stromů, mnoho druhů potravu vůbec nepřijímá. Zástupci této čeledi jsou rozšířeni celosvětově, vyskytují se v otevřené krajině i v lesích, v České republice je známo více než 230 druhů, ze zástupců lze jmenovat hojného tesaříka obecného (*Corymbia rubra*), tesaříka skvrnitého (*Rutpela maculata*), nebo na fotografii vyobrazeného kozlíčka vrbového (*Lamia textor*) (Hůrka 2005).



**Obr. 30: Kozlíček vrbový** (Zdroj: vlastní)

**Čeled': mandelinkovití (*Chrysomelidae*)**

Popis: tvar těla je velice proměnlivý, často více či méně oválný až protáhlý, silně klenutý až zploštělý, povrch obvykle hladký, někdy pýřitý, výjimečně trnitý. Zbarvení často pestré, mnohdy kovové, velikost se pohybuje od 1 do 20 mm. Tykadla krátká nitkovitá nebo pilovitá z jedenácti zřídka z deseti článků. Imaga i larvy sou býložravé, proto mnoho druhů patří mezi vážné škůdce v zemědělství. Čeled' je rozšířena celosvětově, ve střední Evropě zastoupena více než 620 druhy.

**Bázlivec černý (*Galeruca tanacetii*)**

Popis: jednobarevně černý, lesklý, tečkovaný, 6 – 10 mm velký brouk, tykadla dlouhá nitkovitá, štít nerovný. Na krovkách jsou zřetelná nebo jen naznačená tři žebra. Brouci se objevují od června do října na suchých slunných místech na rostlinách nebo lezou volně po cestách a pěšinách. Jsou polyfágní, v některých letech se vyskytují houfně, pak mohou škodit na užitkových nebo okrasných rostlinách.



**Obr. 31: Bázlivec černý (Zdroj: vlastní)**

#### **4.2.5 Místo terária s hadem, insektárium se zlatohlávkou**

V poslední době se stává poměrně častým a oblíbeným koníčkem chov barevných exotických brouků. Tyto chovy jsou méně náročné na povinnosti s chovem spojenými, také na finance i na prostor. Pokud je ve škole nějaká školní zoo, kde jsou chovány například rybičky či jiná zvířata, chov brouků je ideální pro rozšíření této sbírky. Nejenom z hlediska již výše zmíněných výhod těchto sbírek, ale hlavně z hlediska toho, že se žáci setkají s něčím netradičním, o čem možná doposud neslyšeli, nehledě na to, že je to vede k zodpovědnosti a ohleduplnosti k přírodě a v případě úspěšného odchovu žáci uvidí jednotlivé změny v etapách vývoje od dospělce po kuklu.

Při prvním zakládání sbírky je vhodné vybrat si méně náročné druhy jako je například zlatohlávek konžský skvrnitý (*Pachnoda marginata peregrina*). Je to méně náročný, špinavě žlutě zbarvený druh pocházející ze střední Afriky, velikost dospělce se pohybuje od 20 do 30 mm.

Před samotným založením sbírky je dobré, aby si žáci našli a prostudovali co možná nejvíce informací o vybraném druhu, což jistě pomůže při budoucím chovu. Jako chovná nádoba se používá klasické skleněné terárium (30 x 30 x 30 cm), tato velikost stačí pro většinu druhů. Dno nádoby se vysypává do výšky 10 – 15 cm jemně nadrceným substrátem, který je tvořen převážně starší lesní hrabankou z listnatých lesů

a v malé míře zetleným dřevem či kompostem. Substrát slouží samičkám ke kladení vajec, proto musí být jeho vrstva dostatečně vysoká. Na takto připravený podklad je vhodné položit kusy kůry, které zabraňují jeho vysychání a umístit větve, po kterých budou moct brouci šplhat. Teplota v insektáriu by se měla pohybovat od 22 do 27 °C a zejména v zimních měsících je také potřeba umělého přisvětlování, protože brouci potřebují kolem deseti hodin denního světla. Jelikož se jedná o exotické druhy, je třeba udržovat vyšší vlhkost, k čemuž poslouží klasický rozprašovač na květiny, který se používá přibližně obden. Jako potrava dospělým broukům slouží měkké ovoce, jako jsou banány, broskve či jablka. Kvůli vysoké vlhkosti, je nutné potravu každý den měnit, aby nedošlo k jejímu znehodnocení plísněmi nebo roztoči. Brouci procházejí proměnou dokonalou, tudíž po oplodnění samička klade bílá až hnědá vajíčka do země, ze kterých se po nějaké době (záleží na druhu) líhnou larvy procházející třemi instary. Larvy je možné ponechat v insektáriu s dospělci, pak ale hrozí nebezpečí kanibalismu, proto většina chovatelů larvy odebírá a chová mimo imaga. Jsou chovány v menších nádobách, živý se substrátem nebo je lze ještě přikrmovat ovocem či zeleninou. Délka vývoje larev je rozdílná druh od druhu, stejně jako období kukly a délka života imag. Po dokončení larválního vývoje kolem sebe jedinec vytváří kokon a mění se v kuklu, ze které se po nějaké době líhne dospělý brouk. Dospělé brouky je vhodné chovat v párech s větším počtem samic, například 2 samci a 4 – 6 samic. Když se podaří zvládnout chov tohoto méně náročného druhu zlatohlávka, připadá v úvahu možnost obstarat si i exotické zástupce náročnější, ale vzhledově atraktivnější.

## 5 Diskuse

Kapitola je věnována především vyhodnocení výsledků analýzy učebnic a dále zhodnocení didaktické části práce.

### 5.1 Analýza učebnic

Protože v minulosti nebyla provedena žádná analýza učebnic pro základní a střední školy, která by byla zaměřena na téma brouci, bylo zajímavé se touto tematikou zabývat. Pro základní školy a nižší gymnázia byla provedena analýza celkem sedmi učebnic, které byly vydané v rozmezí let 1981 až 2007, a pro vyšší gymnázia to byly čtyři učebnice vydané v letech 1961, 1967, 1994 a 2006.

Všechny učebnice uvádějí nejdříve obecnou charakteristiku třídy hmyz (Insecta), která obecně odpovídá i popisu brouků. V některých učebnicích je v této kapitole zmíněno například to, že brouci mají kousací ústní ústrojí nebo že první pár křídel je přeměněn v krovky. Následně je v dalších kapitolách učebnic popsán samostatný řád brouků krom učebnice Přírodopis 6 (Vilček a kol. 1981), kde jsou dohromady popisovány různé skupiny hmyzu podle toho, v jakém prostředí žijí. Ve zbylých učebnicích je učivo o broucích tříděno například dle čeledí jako v učebnicích Přírodopis 2 pro 7. ročník základní školy (Černík a kol. 1997) nebo Přírodopis 6 (Černík a kol. 2007) nebo alespoň dle rodů jako v učebnici Přírodopis I pro 6. ročník základní školy (Dobroruka a kol. 1997). Naopak nesystematicky působí třídění učiva v učebnici Přírodopis 6 (Jurčák a kol. 1997), obecné informace o broucích jsou sdělovány v celém textu místo toho, aby byly uvedeny na začátku kapitoly. Údaje o konkrétních zástupcích na sebe nenasazují a celkově text působí chaoticky a neuceleně. Nehledě na to, že k nepřehlednosti přispívají volně vložené otázky v textu, vhodnější by bylo zařadit všechny úkoly na konci učiva jako opakování. Učivo všech učebnic doplňují většinou barevné obrázky formou fotografií nebo kreseb. Velmi pěkné a názorné jsou barevné fotografie v učebnicích Přírodopis I pro 6. ročník základní školy (Dobroruka a kol. 1997) a Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia (Čabradová a kol. 2003). Jako celkově nejlepší se jeví učebnice Přírodopis 2 pro 7. ročník základní školy (Černík a kol. 1997) a její inovovaná verze Přírodopis 6 (Černík a kol. 2007). Učivo v těchto učebnicích je přehledně a logicky řazeno. Na začátku kapitoly je úvod popisující brouky obecně a poté následuje systematické roztrídění

jednotlivých čeledí, které jsou stručně charakterizovány a doplněny typickými zástupci. V závěru je učivo stručně shrnuto a doplněno otázkami na opakování. Kvalitní učebnice jsou i Přírodopis I pro 6. ročník základní školy (Dobroruka a kol. 1997) a Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia (Čabradová a kol. 2003), ve kterých je dostatek informací doplněných zajímavostmi a doprovázených velmi zdařilými fotografiemi. Naposledy zmiňovaná učebnice je doplněna pracovním sešitem, kde je ale bohužel minimum úkolů týkajících se tohoto tématu. Naopak jako podprůměrné jsou učebnice Přírodopis 6 (Jurčák a kol. 1997) a Přírodopis pro 6. ročník (Maleninský a kol. 2004), ve kterých je nejméně informací a zástupců, navíc učivo působí neuceleně a nesystematicky.

Ve všech čtyřech zkoumaných učebnicích pro vyšší gymnázia je nejdříve obecný popis hmyzu. V učebnici Zoologie pro jedenáctý ročník DSS (Kocian a kol. 1961) je tato charakteristika vztažena na chrousta obecného. V této učebnici jsou k tomuto učivu dále přiložené pouze tabulky, kde jsou popsáni bohužel pouze škodliví zástupci. V závěru kapitoly je přítomna tabule s černobílými kresbami vybraných zástupců. Nejpovedenější z analyzovaných učebnic je Zoologie I, II (Daněk a Černý 1967), ve které je nejprve obecně charakterizována třída hmyzu. V další části této učebnice se obsah učiva věnuje nejdříve obecnému a poměrně rozsáhlému popisu řádu brouci a dále popisu vybraných zástupců. Celý text je doprovázený černobílými kresbami a fotografiemi, které jsou na dobu, kdy byla učebnice vydána, velmi kvalitní a pěkné. V učebnici Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2006) je učivo o broucích systematicky rozděleno do jednotlivých čeledí, u kterých je jejich stručný popis a uvedení konkrétních zástupců. V závěru je černobílá tabule s vyobrazenými brouky, což je vzhledem k roku vydání učebnice škoda. Barevné fotografie nebo alespoň kvalitní barevné kresby by určitě přispěly k větší atraktivitě a názornosti učiva. Nejméně zdařile z analyzovaných učebnic působí Zoologie (Papáček a kol. 1994). V této učebnici je pouze minimum informací a v samotném textu o broucích není uveden ani jeden konkrétní zástupce, jsou zde vypsány pouze vybrané rody, brouci jsou zobrazeni pomocí černobílých kreseb.

Ani v jedné z analyzovaných učebnic nejsou chybně určené druhy ani chyby týkající se informací o broucích. Některé vyobrazené druhy jsou uváděny pouze v rodu, není to

ovšem věcná chyba. V textu u jednotlivých čeledí nebo rodů jsou sděleny i poznatky o tom, čím se brouci živí, na jakých stanovištích se vyskytují nebo zda se jedná o škůdce. U publikací pro ZŠ a nižší gymnázia jsou u většiny z analyzovaných učebnic doplňující otázky na opakování. Naopak u učebnic pro vyšší gymnázia tomu tak není ani u jedné z nich.

## 5.2 Didaktické zpracování tématu Brouci

V bakalářské práci (Brodová 2013) se autorka věnuje návodu pro chov zlatohlávků v insektáriích, stejně jako v této diplomové práci. Nejdříve autorka zařazuje čeleď vrubounovitých (*Scarabaeoidea*) do systému a krátce charakterizuje vývoj těchto brouků. V další části se zabývá návodem na jejich chov. Oproti této diplomové práci navrhuje autorka pro chov u nás hojného zástupce zlatohlávka zlatého (*Cetonia aurata*). V té samé kapitole ještě autorka zmiňuje obdobný návod pro chov potemníků moučných (*Tenebrio molitor*). Součástí bakalářské práce je i pracovní list související s tématem brouci. Autorka zde poskytuje návod na jednodenní laboratorní cvičení, kdy žáci pozorují buď chované, nebo již mrtvé brouky ve sbírkách a učí se poznávat a rozlišovat jednotlivé tělní části, které si poté překreslují do pracovního listu.

Čápková (2013) se ve své bakalářské práci s názvem „Bezobratlí živočichové v obydlí člověka – využití problematiky ve školním či mimoškolním vzdělávání“ zabývá studiem bezobratlých synantropních živočichů, při čemž uvádí i zástupce z řádu brouků. Součástí praktické části byl průzkum tří rozdílných lokalit. Kromě ostatních bezobratlých našla autorka v těchto lokalitách i synantropní brouky. V následující kapitole jsou zveřejněny výsledky průzkumu a návrh na projekt s názvem „Výprava po stopách bezobratlých živočichů v obydlí člověka“. Projekt je orientován na sběr a determinaci bezobratlých živočichů, žijících v lidských obydlích. Součástí projektu jsou i pracovní listy, kde jsou různé typy opakovacích úloh. V závěru práce autorka zmiňuje možnou ochranu před těmito nevídanými hosty a v kapitole „Přílohy“ jsou popsáni vybraní škůdci.

Mrázková (2013) ve své diplomové práci uvádí návrh na projekt pro třetí třídu prvního stupně základní školy s názvem „Brouci“. Jedná se o jednodenní projekt skládající se z devíti konkrétních úkolů, při nichž z převážné většiny žáci pracují ve

skupinkách. Prvním úkolem je návštěva expozice s brouky, kde žáci získají prvotní informace, zbytek úkolů jsou plněny ve školní třídě. Žáci pracují během plnění úkolů s literaturou, diskutují a rozvíjí motorické dovednosti. Jelikož se jedná o projekt určený pro první stupeň základní školy, plnění úkolů se dosahuje převážně pomocí her. Realizace takového projektu je určitě vhodná a přínosná pro budoucí vzdělávání tohoto tématu.

Didaktická část této diplomové práce obsahuje návrh na projekt, jehož cílem je zhotovení entomologické sbírky brouků. Projekt má dlouhodobý charakter a je realizovatelný v rámci jedné třídy, lze ho ale použít například i v zájmovém kroužku, kde jsou žáci různého věku. Doplnující učební materiály obohacuje didaktická hra, kterou je možno vzhledem k ekologickým souvislostem použít jak na nižším, tak na vyšším stupni gymnázia. K opakování a upevnění probíraného učiva o broucích slouží přiložený návrh pracovního listu, který lze využít spíše při výuce starších žáků vzhledem k množství potřebných znalostí. Na vycházce do okolí školy může učitelům posloužit k determinaci vypracovaný atlas vybraných brouků. Posledním didaktickým materiálem je návod na založení chovu zlatohlávků. Tyto chovy brouků lze provozovat například v učebnách biologie nebo v zoologických koutcích školy. O samotný chov se mohou starat žáci, zejména v mladším věku jsou touto neobvyklou sbírkou nadšeni. Sbírkou pak lze využít i při výuce daného tématu jako názorné ukázky.



## **6 Závěr**

Diplomová práce s názvem „Řád brouci (Coleoptera) v učebnicích pro ZŠ a SŠ a možnosti výuky tohoto tématu s důrazem na aktivní zapojení žáků“ se zabývá řádem brouci jakožto učivem v učebnicích pro základní a střední školy.

Teoretická část je zaměřena na morfologickou a anatomickou charakteristiku tohoto řádu. V metodice jsou uvedeny a popsány možnosti sběru brouků a vysvětlení, v čem spočívala analýza vybraných učebnic. V praktické části jsou pak uvedeny výsledky a závěry vyplývající z analýzy učebnic. Dále jsou v praktické části zařazeny návrhy učebních materiálů, které mohou učitelé využít nebo se jimi inspirovat při výuce tohoto tématu.

## 7 Literatura

### 7.1 Tištěné zdroje

Brodová, M. 2013. Chov bezobratlých a jeho využití ve výuce přírodopisu na ZŠ. – Bakalářská práce, 60s. Olomouc.

Čabradová, V. a kol. 2003. Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia. – *Nakladatelství Fraus*, 120s. Plzeň.

Čápková, Z. 2013. Bezobratlí živočichové v obydlí člověka – využití problematiky ve školním či mimoškolním vzdělávání. – Bakalářská práce, 52s. České Budějovice.

Černík, V. a kol. 1997. Přírodopis 2 pro 7. ročník základní školy. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 87s. Praha.

Černík, V. a kol. 2007. Přírodopis 6. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 119s. Praha.

Daněk, G. a Černý, W. 1967. Zoologie I, II. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 287s. Praha.

Dobroruka, L. J. a kol. 1997. Přírodopis I pro 6. ročník základní školy. – *Scientia*, 127s. Praha.

Hůrka, K. 2005. Brouci České a Slovenské republiky. – *Nakladatelství Kabourek*, 390s. Zlín.

Javorek, V. 1964. Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 254s. Praha.

Jelínek, J. a Zicháček, V. 2006. Biologie pro gymnázia. – *Nakladatelství Olomouc*, 575s. Olomouc.

Jurčák, J. a kol. 1997. Přírodopis 6. – *Prodos*, 127s. Olomouc.

Kocian, V. a kol. 1961. Zoologie pro jedenáctý ročník DSS. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 227s. Praha.

- Krásenský, P. 2005. Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých. In: Metodika inventarizačních průzkumů maloplošných zvláště chráněných území, AOPK, Praha. 128-142.
- Lang, J. a kol. 1971. Zoologie I. díl pro pedagogické fakulty. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 381s. Praha.
- Maleninský, M. a kol. 2004. Přírodopis pro 6. ročník. – *Nakladatelství České geografické společnosti*, 104s. Praha.
- Mrázková, H. 2013. Projekt: „Využití přírodních a recyklovatelných materiálů při výuce technických pracích na primární škole“. – Diplomová práce, 198s. České budějovice.
- Papáček, M. a kol. 1994. Zoologie. – *Scientia*, 286s. Praha.
- Pokorný, V. 2002. Atlas Brouků. – *Nakladatelství PASEKA*, 144s. Praha.
- Ratcliffe, B.C. 1996. The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. – *Bulletin of the University of Nebraska State Museum* **13**: 1-100.
- Říha, P. 2012. Morfologie, biologie a výskyt brouků čeledi *Silphidae* (Coleoptera) v různých biotopech v okolí města Blovice. – Bakalářská práce, 60s. Plzeň.
- Vilček, F. a kol. 1981. Přírodopis 6. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 189s. Praha.

## **7.2 Internetové zdroje**

- Hmyz.net. Obrázek larvy kovaříka [online]. [cit. 6. 12. 2013]. Dostupné z <<http://hmyz.net/22brouci.htm>>.

## **Resumé**

Diplomová práce je zaměřena na analýzu učiva související s tématem Brouci. Teoretická část obsahuje rozšiřující informace o morfologii, anatomii a významu brouků v přírodě. V kapitole „Metodika“ jsou uvedeny postupy pro sběr brouků a kritéria pro analýzu učebnic. Praktická část obsahuje získaná data, jejich vyhodnocení v podobě tabulek a možné návrhy didaktických materiálů. Na závěr práce jsou výsledky shrnuty v kapitole „Diskuse“.

The thesis is focused on the analysis of subject matter related to the topic Beetles. The theoretical part contains an additional information about the morphology, anatomy and the importance of beetles in nature. In the chapter „Methodics“ provides procedures for collecting beetles and criteria for analysis of textbooks. The practical part contains the data, their evaluation in the form of tables and possible design of educational materials. And at the conclusion of the work are the results summarized in chapter „Discussion“.