Univerzita Palackého v Olomouci

### Pedagogická fakulta

Katedra biologie



Bakalářská práce

**Výukové CD o dvoukřídlých**

**Aleš Kučera**

Vedoucí práce: Prof. Ing. Milada Bocáková Ph.D.

Olomouc, 2017

**Prohlášení**

Prohlašuji, že zadanou bakalářskou práci jsem řešil samostatně a uvedl jsem veškerou použitou literaturu, odborné a informační zdroje.

V Olomouci dne 21. 4. 2017 ……………………

Aleš Kučera

**Poděkování**

Děkuji Prof. Ing. Miladě Bocákové Ph.D. za odborné vedení, pomoc při zpracování, poskytování cenných rad a materiálních podkladů k práci.

Obsah

[1. ÚVOD 6](#_Toc479013357)

[2. CÍL PRÁCE 7](#_Toc479013358)

[3. POSTUP ŘEŠENÍ 8](#_Toc479013359)

[4. VÝUKOVÉ TEXTY 10](#_Toc479013360)

[4.1. Úvod 10](#_Toc479013361)

[4.2. Evoluce 10](#_Toc479013362)

[4.3. Stavba těla 11](#_Toc479013363)

[4.3.1. Vnější stavba těla 11](#_Toc479013364)

[4.3.2. Vnitřní stavba těla 12](#_Toc479013365)

[4.4. Zařazení a systém 12](#_Toc479013366)

[4.5. Způsob života a potrava 13](#_Toc479013367)

[4.6. Rozmnožování 13](#_Toc479013368)

[4.7. Vývin 14](#_Toc479013369)

[4.7.1. Vajíčka 14](#_Toc479013370)

[4.7.2. Larvy 14](#_Toc479013371)

[4.7.3. Kukly 15](#_Toc479013372)

[4.8. Význam dvoukřídlých 15](#_Toc479013373)

[4.9. Invazní druhy 16](#_Toc479013374)

[4.10. Obrana proti predátorům 16](#_Toc479013375)

[4.11. Dvoukřídlí a zákon 17](#_Toc479013376)

[4.12. Významní zástupci dvoukřídlých 17](#_Toc479013377)

[**TIplicovití** (*Tipulidae*) 18](#_Toc479013378)

[**Bedlobytkovití** (*Mycetophilidae*) 18](#_Toc479013379)

[**Bejlomorkovití** (*Cecidomyidae*) 19](#_Toc479013380)

[**Komárovití** (*Culicidae*) 19](#_Toc479013381)

[**Pakomárovití** (*Chironomidae*) 20](#_Toc479013382)

[**Ovádovití** (*Tabanidae*) 20](#_Toc479013383)

[**Roupcovití** (*Asilidae*) 20](#_Toc479013384)

[**Pestřenkovití** (*Syrphidae*) 21](#_Toc479013385)

[**Vrtulovití** (*Tephritidae*) 21](#_Toc479013386)

[**Mouchovití** (*Muscidae*) 22](#_Toc479013387)

[**Bzučivkovití** (*Calliphoridae*) 22](#_Toc479013388)

[**Slunilkovití** (*Fanniidae*) 22](#_Toc479013389)

[**Střečkovití** (*Oestridae*) 23](#_Toc479013390)

[**Masařkovití** (*Sarcophagidae*) 23](#_Toc479013391)

[**Kuklicovití** (*Tachinidae*) 24](#_Toc479013392)

[**Octomilkovití** (*Drosophilidae*) 24](#_Toc479013393)

[4.13. Další zajímavé druhy 24](#_Toc479013394)

[4.14. Světoví zástupci 25](#_Toc479013395)

[**Komár tropický** (*Aedes aegypti*) 25](#_Toc479013396)

[**Koutule** (podčeleď *Phlebotominae*) 25](#_Toc479013397)

[**Moucha tse-tse** (*Glossina morsitans*) 26](#_Toc479013398)

[4.15. Testy a praktické úkoly 26](#_Toc479013399)

[**Testové otázky** 26](#_Toc479013400)

[**Spojování rodových a druhových jmen.** 27](#_Toc479013401)

[**Přiřazování dvoukřídlých k správným pojmům** 27](#_Toc479013402)

[**Určování rodových s druhových jmen** 28](#_Toc479013403)

[**Doplňte pojmy:** 28](#_Toc479013404)

[**Laboratorní práce na téma pozorování hmyzu** 30](#_Toc479013405)

[**Pozorování larev mouchy** 30](#_Toc479013406)

[**Chov a pozorování komárů** 30](#_Toc479013407)

[**Chov a pozorování vývojových stadií mouchy domácí** 31](#_Toc479013408)

[**Pěstování dospělců z hálek na listech** 31](#_Toc479013409)

[**Sběr, usmrcování a preparace** 31](#_Toc479013410)

[**Zápis do sešitu** 32](#_Toc479013411)

[5. METODICKÁ PŘÍRUČKA 33](#_Toc479013412)

[5.1. Charakteristika a ovládání programu 33](#_Toc479013413)

[5.2. Zařazení do výuky a způsob práce s výukovým programem 36](#_Toc479013414)

[5.3. Vztah k Rámcovému vzdělávacímu programu 37](#_Toc479013415)

[6. ZÁVĚR 39](#_Toc479013416)

[7. POUŽITÉ ZDROJE 40](#_Toc479013417)

[7.1. Literatura: 40](#_Toc479013418)

[7.2. Elektronické zdroje: 42](#_Toc479013419)

# ÚVOD

V současné době se nejrůznější komunikační a informační technologie staly nedílnou součástí našeho života. Pro dnešní generaci žáků a studentů jsou počítače, mobilní telefony, tablety a internet něčím, s čím se setkávají praktiky od narození.

Informační a komunikační technologie (ICT) samozřejmě pronikly i do procesu vzdělávání. Velmi rychle se rozvíjejí a byla by škoda je nevyužívat, protože vzdělávání mohou významným způsobem ovlivnit. Mohou poskytnout oporu pedagogovi a žákům umožňují lépe vizuálně vnímat pobíranou látku.

Jedním z prostředků, které lze využít při výuce ve škole i při samostatné práci doma, jsou výukové programy. Na rozdíl od klasické učebnice se s nimi dá pracovat velmi rychle, dají se podle potřeb upravovat, doplňovat a tisknout. Jsou jednoduše přenosné, zabírají pouze místo v paměti počítače nebo na cloudovém uložišti. Bohužel jejich příprava a vytvoření je časově náročná. Navíc je nutné v případě použití obrazové dokumentace počítat s autorskými právy.

Výukový program by se měl stát prostředkem umožňujícím dosažení obecných i specifických cílů základního vzdělávání a napomoci při naplnění klíčových kompetencí Rámcového vzdělávacího programu.

Mnou vybraný řád dvoukřídlých není tak vizuálně přitažlivá skupina hmyzu, jako jsou například motýli či brouci, ale to neznamená, že se jedná o hmyz nedůležitý. Naopak, v mnoha ohledech jsou dvoukřídlí daleko významnější.

Výukové programy nejsou samospasitelné a jejich používání nevzbudí v žácích a studentech automatický zájem o přírodní nebo společenské vědy. Záleží na každém pedagogovi, jak se rozhodne výukové programy využívat. Myslím, že přes interaktivní prostředí, které nabízejí, nenahradí práci s reálným přírodním materiálem.

Pedagogové by také měli mít připravený v hlavě i na papíře jakýsi záložní plán pro případ nefunkční techniky. Měli by být schopni odučit látku bez informačních a komunikačních technologií.

# CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření výukového CD, které bude sloužit jako podpora výuky přírodopisu na druhém stupni základní školy nebo nižších stupních gymnázia. Výukový program se má stát nástrojem k seznámení se zvolenou skupinou hmyzu formou projektové výuky a zároveň přispět ke zvýšení atraktivity přírodopisu.

Tuto práci mohou využívat také žáci k samostudiu nebo ji podobným způsobem použít i samotní pedagogové.

Připojená stručná metodická příručka umožní lépe pracovat s výukovou prezentací. Jejímu efektivnějšímu využití pomohou popsané ovládací prvky.

Zpětnou vazbu ověří testy a úkoly na konci programu. K prohloubení získaných znalostí poslouží jednoduchá praktická cvičení a laboratorní práce.

# POSTUP ŘEŠENÍ

Z učebnic přírodopisu pro šestý ročník základní školy, zejména z částí věnovaných dvoukřídlým, jsem si sestavil seznam zástupců tohoto řádu. Až na výjimky se jedná o dvoukřídlé zmiňované či podrobněji probírané v každé z učebnic.

Kromě obrázků z učebnic a literatury jsem použil i snímky fotografů z České republiky, Polska a Velké Británie. U většiny z nich bylo potřebné svolení autora k použití snímků.

Vlastní makrosnímky exemplářů dvoukřídlého hmyzu jsem vytvořil díky laskavosti RNDr. Bohuslava Mocka, vedoucího přírodovědeckého oddělení Muzea východních Čech v Hradci Králové.

Výukový text je sestaven takovým způsobem, aby plnil výchovně-vzdělávací funkci a pomohl vytvářet pozitivní vztah žáků k přírodě. Použití odborných termínů je upraveno vzhledem k primárnímu určení výukového CD pro žáky šestého ročníku základní školy.

Dalším krokem bylo vlastní zpracování výukové prezentace pomocí Microsoft PowerPoint 2013.



(Obrázek č. 1 – grafické rozhraní PowerPointu 2013)

# VÝUKOVÉ TEXTY

Následující kapitoly obsahují texty v takové podobě a posloupnosti, v jaké jsou použity ve výukovém programu. Na úplně prvním snímku je obsah prezentace v patnácti bodech.

# Úvod

Dvoukřídlí jsou velká a rozmanitá skupina hmyzu s vynikajícími letovými schopnostmi. Jsou významnými přenašeči původců nemocí, jako je malárie, spavá nemoc nebo žlutá zimnice (BRUSCA, BRUSCA, 2003). Měli vliv na lidskou historii, měnili průběh válek a lidskou demografii. Kromě blech jsou jedinými známými mnohobuněčnými organismy, které ovlivnily evoluci člověka (GRIMALDI, ENGEL, 2005).

S přibližně 124 000 popsanými druhy patří mezi nejrozmanitější hmyzí řády. Dvoukřídlí jsou obyvateli téměř všech biotopů a všech kontinentů, včetně Antarktidy ([Resh](http://store.elsevier.com/authorDetails.jsp?authorId=ELS_1002140)   &   [Cardé](http://store.elsevier.com/authorDetails.jsp?authorId=ELS_1002191), 2009). V České republice jsou nejpočetnějším řádem hmyzu. Popsaných je u nás skoro 8000 druhů, ale odhadovaný počet patrně přesahuje 9200 (HUDEC a kol., 2007).

# Evoluce

První dvoukřídlí se objevili na Zemi asi před 240 mil. let na počátku období druhohor, kdy vznikly také další řády hmyzu s proměnou dokonalou, jako například blanokřídlí (GRIMALDI, ENGEL, 2013).

Nejlépe zachované pozůstatky hmyzu jsou nalézány zalité v jantaru, mineralizované pryskyřici třetihorních jehličnanů (ČERNÍK, 1998).

# Stavba těla

# Vnější stavba těla

Charakteristickým znakem řádu dvoukřídlého hmyzu je silně redukovaný druhý pár křídel, vycházející ze středohrudi. Vyvinul se v tzv. kyvadélka (haltery). Jejich hlavní funkcí je vyvažování a řízení letu. Přední pár křídel je opatřený žilnatinou, která bývá významná pro určování jednotlivých čeledí (JAVOREK, 1967). Dalším charakteristickým znakem většiny dvoukřídlých je bodavě sací ústní ústrojí.

Podobně jako u ostatních hmyzích řádů se tělo dělí na tři hlavní části: hlavu, hruď a zadeček.

Hlava je velká a pohyblivá. Nacházejí se na ni velké, kopulovité složené oči, které mohou být krásně kovově lesklé. Na temeni jsou u některých čeledí viditelná také tři jednoduchá očka. Nápadná bývají tykadla s různým počtem článků (MACEK, 2001).

Bodavě sací ústní ústrojí (komár, roupec, ovád) slouží k nabodávání živočišných tkání a nasávání tělních tekutin (krve). U některých dvoukřídlých (moucha) se vytvořilo lízavě sací ústní ústrojí se sosákem zakončeným dvěma poduškovitými útvary (ČABRADOVÁ a kol., 2003).

Hruď je tvořena přední, střední a zadní částí. Každá nese po jednom páru končetin. Ty mívají na konci kromě drápků různé přilnavé polštářky či štětinky, které hmyzu umožňují udržet se na hladkém a kolmém povrchu.

Článkovaný je i zadeček, který bývá štíhlý nebo zavalitý. Jeho poslední články se někdy mění v pomocná ústrojí při kopulaci (JAVOREK, 1967).

# Vnitřní stavba těla

Trávicí soustava dvoukřídlých typicky obsahuje vole a velké slinné žlázy. Ty vylučují fermenty usnadňující štěpení některých živin. Druhy sající krev mají ve svých slinách látky, které brání jejímu předčasnému srážení. Nejvýznamnější částí nervové soustavy je mozek a velká podjícnová uzlina. Základem otevřené cévní soustavy je trubicovité srdce. Stejně jako ostatní hmyz i dvoukřídlí dýchají vzdušnicemi. Pohlavní orgány samečků jsou tvořeny párovitými varlaty a chámovody. Samičí orgány jsou párovité vaječníky, vejcovody a semenné schránky, umožňující přechovávání spermií (JAVOREK, 1967).

# Zařazení a systém

Podle hierarchické klasifikace organismů je zařazení dvoukřídlých následující:

Říše: živočichové (*Animalia*)

Kmen: členovci (*Arthropoda*)

Třída: hmyz (*Insecta*)

Podtřída: hmyz s proměnou dokonalou (*Holometabola*)

Řád: dvoukřídlí (*Diptera*)

# Způsob života a potrava

Charakteristickou vlastností dospělců je jejich pohyblivost. Lze je spatřit, jak pobíhají nebo poletují na prosluněných lokalitách, na loukách, křovinách, kamenech nebo kmenech stromů, Mnoho druhů vyhledává blízkost vody. Synantropní druhy, jako je například moucha domácí, ke svému životu využívají prostředí pozměněné člověkem (JAKRLOVÁ, PELIKÁN, 1999). Většina dvoukřídlých patří mezi denní živočichy.

Dvoukřídlí jsou často výbornými letci. Pestřenky můžeme často vidět „viset“ ve vzduchu, kdy se zdánlivě nehýbou a v po vyplašení jsou schopny okamžitě poodlétnout. Velmi rychlými letci jsou také roupci, kteří svou kořist často loví za letu (JAVOREK, 1967). Každý z nás určitě někdy pozoroval klikaté poletování much kolem lustru.

Z potravního hlediska se jedná o velice různorodou skupinu. Mezi nejznámější dvoukřídlé patří druhy sající krev teplokrevných obratlovců, jiní loví larvy a ostatní hmyz. Velká část dospělců se živí nektarem květů.

# Rozmnožování

Naprostá většina dvoukřídlých je odděleného pohlaví (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978).

Pro laika jsou obě pohlaví k nerozeznání. Zkušený entomolog vidí rozdíly například ve zbarvení, velikosti, ochlupení nebo velikosti očí. Složené oči samečků mnoha druhů se na čele dotýkají, zatímco oči opačného pohlaví jsou oddělené souvislým čelem (JAVOREK, 1967).

Než dojde k vlastnímu páření, můžeme u řady druhů pozorovat rojení (komáři, pakomáři. Samci a samice se pak vyhledávají pomocí zraku a sluchu. U některých dvoukřídlých jako jsou např. kroužilky je možné pozorovat dokonce námluvy, kdy samec předává samici potravu zabalenou do hedvábí (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978).

# Vývin

Dvoukřídlí patří mezi hmyz s proměnou dokonalou. Mezi jeho vývojová stadia patří tedy vajíčko, larva, kukla a dospělec. Larvám na rozdíl od hmyzu s proměnou nedokonalou chybí základy křídel. Po několika svlékáních vzniká kukla, kde se vyvíjejí křídla (MACEK, 2001).

# Vajíčka

Dvoukřídlý hmyz se až na výjimky rozmnožuje oplozenými vajíčky. Partenogeneze neboli rozmnožování neoplozenými vajíčky je velmi vzácná. Vajíčka bývají malá a bělavá. Většinou jsou kladena do vlhkého prostředí, ve skupinách, nejčastěji tam, kde budoucí larva najde bezprostředně potravu. U masařek nebo kuklic se lze setkat s vejcoživorodostí, jejichž samice kladou vajíčka, ze kterých se ihned líhnou larvy. Moucha tse-tse je zase známá svou živorodostí (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978). Počet vajíček bývá různý. Moucha domácí jich klade asi 500, některé parazitické kuklice až 20 000 vajíček (JAVOREK, 1967).

# Larvy

Červovité larvy dvoukřídlých jsou zcela beznohé nebo s několika panožkovitými výběžky. Žijí většinou ve vlhkém prostředí, ale i ve stojaté vodě (komáři), v odpadní vodě (pestřenka trubcová) nebo v kvasících ovocných šťávách (octomilka). Na souši se s nimi lze potkat v tkáních živočichů (střeček), v odpadcích a trusu (moucha, bzučivky), v houbách (bedlobytka), v rostlinných pletivech (vrtule) nebo v půdě, jako je tomu v případě tiplic. Během svého vývoje se larva několikrát svléká (JAVOREK, 1967).

# Kukly

Poté, co se larva naposledy svleče, promění se v kuklu. Kukly dvoukřídlých jsou nekousací. Rozeznáváme u nich dva základní typy. Pohyblivou, mumiovitou kuklu s viditelnými obrysy budoucích křídel a končetin mají například komáři a tiplice. U much, střečků a bodavek, je kukla ukrytá v soudečkovitě ztloustlé larvální pokožce, tzv. pupariu, které je po celou dobu vývoje kukly nepohyblivé (JAVOREK, 1967).

# Význam dvoukřídlých

Mezi nevýznamnější zástupce dvoukřídlých patří přenašeči chorob člověka a hospodářských zvířat a škůdci v zemědělství a lesnictví.

Právě schopnost přenášet nebezpečné nemoci je patrně důvodem, proč se dvoukřídlí ocitají v centru pozornosti vědců (GRIMALDI, ENGEL, 2013). Larvy některých dvoukřídlých škodí také na rostlinách. Bejlomorky vytvářejí hálky na listech, larvy tiplic mohou škodit na kořenech obilí a za červivostí třešní stojí vrtule třešňová.

Mezi dvoukřídlými jsou početně zastoupeny také druhy parazitující na zvířatech nebo na člověku. Život sudokopytníků velmi znepříjemňují střečkové a muchničky, včelomorka představuje pohromu pro včelstva a snad každý z nás poznal dotěrnost komárů a ovádů (JAVOREK, 1967).

V této velmi různorodé skupině hmyzu lze ale také najít velké množství druhů prospěšných člověku i přírodě.

Dvoukřídlí, živící se nektarem, jsou užiteční jako opylovači květů. Lovem škodlivého hmyzu jsou prospěšní například roupci, kroužilky nebo číhalky. Velmi důležitou roli v likvidaci hmyzích škůdců hrají larvy pestřenek, které se živí mšicemi nebo kuklice, jejichž samice kladou vajíčka nejčastěji do housenek motýlů. Mnoho larev urychluje rozklad organických zbytků v přírodě. Larvy i dospělci jsou pochopitelně důležitou součástí potravních řetězců (JAVOREK, 1967).

Vzájemnou potravní závislost mezi jednotlivými organismy v ekosystému vyjadřuje tzv. potravní řetězec. Ukazuje, jak je jeden organismus zdrojem energie pro druhý. Dvoukřídlí jsou významnou součástí těchto vztahů.

Příklady jednoduchých potravních řetězců:

Květina → komár → motýlice → vlaštovka

Moucha → pavouk → ještěrka → poštolka

Plankton → larvy komára → menší ryba → štika

# Invazní druhy

Invazním druhem se podle zákona o ochraně přírody a krajiny (č.114/1992 Sb.) myslí druh, který není součástí přirozených společenstev daného regionu. Jsou to většinou organismy člověkem na určité území zavlečené, nekontrolovatelně se šířící a vytlačující původní druhy. Šíření těchto nepůvodních druhů může být rizikové jak na druhové úrovni, tak na úrovni společenstev. Často se jedná o druhy různými znaky zvýhodněné oproti druhům původním.

I mezi dvoukřídlými lze takovéto druhy najít. Jedním z prvních zaznamenaných nepůvodních dvoukřídlých na našem území je koutule skvrnitá (*Clogmia albipunctata*). Původně tropický a subtropický druh se od roku 2011 rozšířil ve většině velkých měst České republiky. Vyskytuje se především v kuchyňských a záchodových odpadech. U nás je nebezpečná zejména přenosem bakteriálních infekcí.

Podobným invazním druhem je i octomilka asijská (*Drosophila suzuki*), škodící na zdravém, dozrávajícím ovoci (TKOČ, 2015).

# Obrana proti predátorům

Na jídelníčku celé řady predátorů jsou dvoukřídlí podstatnou složkou. Mezi ty, kteří dvoukřídlé loví, se počítají plazi (ještěrka), obojživelníci (ropucha), hmyzožraví ptáci (lejsek), savci (netopýr) a v neposlední řadě jiní dvoukřídlí (roupec).

Jedním ze způsobů, jak čelit těmto nepřátelům, je vysoká plodnost této skupiny hmyzu. Další důležitou roli hraje manévrovací schopnost a rychlost letu. Zde se ukazuje nezastupitelná úloha kyvadélek. Tato obranná strategie je u pestřenek doplňována ještě kontrastním zbarvením zadečku. Některé druhy napodobují vosy, jiné sršně, včely nebo čmeláky. Tedy hmyz, kterým se predátoři většinou vyhýbají. Tato účinná strategie se nazývá mimikry (DE AGOSTINI POLSKA, 2009).

# Dvoukřídlí a zákon

Zákon o ochraně přírody a krajiny (114/1992 Sb) ohrožené, vzácné nebo významné rostliny a živočichy prohlašuje za zvláště chráněné. Podle míry ohrožení je dělí na druhy kriticky ohrožené, silně ohrožené a ohrožené.

V prováděcí vyhlášce k tomuto zákonu (395/1992 Sb) jsou tyto druhy konkrétně vyjmenovány. Z dvoukřídlých lze zde nalézt jediný druh číhalku pospolitou, a to v kategorii ohrožených druhů. U tohoto zajímavého druhu hmyzu oplozené samičky vytvářejí ze svých těl hnízda pro své larvy a po uhynutí jim slouží jako potrava (ANDĚRA, 2003).

V Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky – Bezobratlí (FARKAČ, KRÁL, ŠKORPÍK, 2005) je uvedeno několik stovek druhů dvoukřídlých. Jedná se asi o 14% všech druhů popsaných na našem území. Mezi kriticky ohroženými dvoukřídlými se objevil například roupec sršňový. Za hlavní příčinu jeho ohrožení je považován ústup pastvy, zejména chovů koní a hovězího dobytka (Clements & Skidmore 2002).

# Významní zástupci dvoukřídlých

Řády se dělí na jednotlivé čeledi a ty se skládají z konkrétních druhů. Každý druh má své rodové a druhové jméno. Mezinárodně závazné jsou názvy latinské.

Čeština má pro některé dvoukřídlé výstižná rodová jména. Můžeme se tak setkat s mrvnatkou, stínomilkou, vláhomilkou, slunilkou, číhalkou, stružilkou či ptakotrudkou.

V angličtině se názvy příslušníků řádu dvoukřídlých často zapisují jako dvouslovné: crane fly (tiplice), robber fly (roupec), bee fly (dlouhososka), moth fly (koutule), atd. Odlišují se tím od ne-členů řádu Diptera, kteří mají také ve svém názvu „fly“ a jejichž celé jméno se píše jednoslovně - butterfly (motýl), dragonfly (vážka), mayfly (jepice), caddisfly (chrostík) či stonefly (pošvatka).

### **TIplicovití** (*Tipulidae*)

Tiplice jsou pro většinu lidí velkými „komáry“. Jejich křídla jsou delší a úzká, snadno odlamovatelné končetiny nápadně dlouhé. Hlava je charakteristická protaženým rypcem. Pomalu létající dospělci se živí především rostlinnými šťávami a krev nikdy nesají. Při přemnožení mohou larvy některých druhů škodit ožíráním kořenů např. na trávnících, obilí nebo cukrovce. Jedna za našich nejběžnějších tiplic je tiplice zelná (*Tipula oleracea*). Přilákána světlem často zaletí do lidských příbytků. Největším evropským zástupcem čeledi je tiplice obrovská (*Tipula maxima*). Měří až 4 cm, rozpětí křídel má kolem 5 cm. Na křídlech má hnědou kresbu trojúhelníkového tvaru. Většinou se vyskytuje na stinných místech kolem lesních potoků (ANDĚRA, 2003).

### **Bedlobytkovití** (*Mycetophilidae*)

Bedlobytky jsou drobní dvoukřídlí podobní komárům. Mají výrazně dlouhé kyčle a nahoře silně vyklenutou hruď. Vyskytují se zejména na stinných a vlhkých stanovištích. Bílé červovité larvy některých druhů jsou hlavním původcem červivosti hub. Nejhojnějším zástupcem čeledi je bedlobytka houbová (*Mycetophila fungorum*). Jedná se o špatného letce se žlutavými křídly. Nejvíce se vyskytuje na podzim ve vlhčích lesích, kde vyhledává zejména hřibovité houby (ANDĚRA, 2003).

### **Bejlomorkovití** (*Cecidomyidae*)

Bejlomorka buková (*Mikiola fagi*) má dlouhé končetiny, nebodavé ústní ústrojí a křídla s jednoduchou žilnatinou. Se stopami jejího výskytu se lze setkat nejčastěji v bukových nebo smíšených lesích. Na líci bukových listů vytváří drobné červené hálky, připomínající šípky. V každé se vyvíjí jedna jediná larva. Na podzim se zakuklí v zemi. Předčasné opadávání borovicových jehlic způsobují larvy bejlomorky borové (*Thecodiplosis brachyntera*). Při přemnožení může velké škody na obilí způsobit bejlomorka obilná (*Mayetiola destructo*). Byla zavlečená z Evropy do celého světa (ANDĚRA, 2003).

### **Komárovití** (*Culicidae*)

Mají drobné, štíhlé tělo s delšíma nohama. Bodavě sací ústní ústrojí slouží k sání krve nebo rostlinných šťáv. Samci i samice se živí nektarem květů. Samice mnoha druhů sají krev obratlovců (ANDĚRA, 2003). Vajíčka kladou na vodní hladinu. Larvy se většinou vyvíjejí ve vodě, mají dlouhá tykadla, Vzdušný kyslík dýchají posledním zadečkovým párem stigmat. Kukla je pohyblivá (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978).

Komár pisklavý (*Culex pipiens*)

Zadeček komára pisklavého s příčnými bělavými pásky je při bodnutí téměř ve vodorovné poloze. Komár pisklavý je kosmopolitní, nenáročný druh, kterému k vývoji larev stačí i dočasné vodní nádrže. Může mít až čtyři generace ročně (ANDĚRA, 2003).

Komár/anofeles čtyřskvrnný (*Anopheles maculipennis*)

Drobný komár s nahnědlým zadečkem, v klidu odstávajícím od podkladu. Jeho larvy na rozdíl od larev komára pisklavého nemají dýchací trubičky a při hladině se drží ve vodorovné poloze. Tento rod komárů je nechvalně proslulý svou schopností přenášet malárii, respektive prvoka zimničku, původce této infekce (JAVOREK, 1967).

### **Pakomárovití** (*Chironomidae*)

Jejich vyklenutá hruď a chybějící bodavý sosák je odlišuje od podobně vypadajících komárů. Dospělí jedinci vytvářejí nápadné zásnubní roje, žijí pouze několik dní, během kterých nepřijímají potravu. Červovité larvy obsahují hemoglobin, žijí na vodním dně, kde si často budují obytné rourky. Jsou důležitou složkou potravy ryb. Jako tzv.patentky jsou velice vyhledávanou potravou pro akvarijní rybičky. Pakomár kouřový ((*Chironomus plumosus*) je jeden z nejhojnějších a nejodolnějších příslušníků čeledi. Jeho larvám nevadí ani značně znečistěná voda (ANDĚRA, 2003).

### **Ovádovití** (*Tabanidae*)

Nechvalně známou skupinou dvoukřídlých jsou ovádi a bzikavky. Jejich oči bývají výrazně zbarvené. Krví zvířat a člověka se živí samičky, potravou samečků je nektar květů. Dravé larvy žijí ve vlhké půdě nebo ve vodě (DOBRORUKA a kol., 1999).

Bzikavka dešťová (*Haematopota pluvialis*) člověka napadá nejčastěji před deštěm. Jejím cílem jsou hlavně nohy a ruce. Charakteristickými poznávacími znaky jsou skrvnitá křídla a šedě zbarvený zadeček. Pro ováda hovězího (*Tabanus bovinus*) je typické robustní tělo, velké, zelené oči a široký zploštělý zadeček. Je to rychlý a tichý letec, jehož obětí se stávají zejména koně a skot. S nárůstem stájového chovu dobytka se ovád hovězí stal méně rozšířený (ANDĚRA, 2003).

### **Roupcovití** (*Asilidae*)

Roupci jsou draví dvoukřídlí se štíhlým tělem a pohyblivou hlavou, opatřenou mohutným sosákem. Jsou to dobří letci, kteří svou kořist vyhlížejí z pravidelného stanoviště a loví ji v letu. Larvy se vyvíjejí v půdě nebo v trouchnivějícím dřevě. Roupec sršňový (*Asilus crabroniformis*) svým žlutohnědým zadečkem připomíná sršeň. Dospělci v prudkém letu loví kobylky, saranče a vosy (ANDĚRA, 2003). Půdní larvy se živí larvami vrubounovitých brouků (Clements & Skidmore 2002).

### **Pestřenkovití** (*Syrphidae*)

Pestřenky jsou čeledí tvarově i barevně různorodých dvoukřídlých. Některé vzhledem připomínají vosy, jiné včely nebo čmeláky. Většina patří mezi výborné letce se schopností vířit na jednom místě a rychle přelétnout o kus dál. Nejčastěji je lze nalézt na květech, kde se živí pylem a nektarem. Řadí se mezi významné opylovače. Larvy pestřenek jsou dravé, býložravé nebo se živí tlejícími organickými látkami (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978).

Pestřenka rybízová (*Syrphus ribesi*) díky žlutočernému zadečku vypadá jako vosa obecná. Velmi hojná je zejména na miříkovitých rostlinách. Zelenohnědé larvy s červenou kresbou na hřbetě jsou velmi žravé. Na peckovinách, rybízu nebo zelenině se živí hlavně mšicemi (JAVOREK, 1967).

Charakteristická kresba na hrudi připomínající vzdáleně lebku dává jméno pestřence smrtihlavce (*Myathropa florea*). Saprofágní larvy jsou často k nalezení v dutinách stromů a pařezů vyplněných vodou, dospělci se živí na květech (čeledi miříkovitých). Včelu medonosnou svým žlutohnědě zbarveným, kuželovitým zadečkem připomíná pestřenka trubcová (*Eristalis tenax*). Saprofágní larvy lze nalézt v močůvce, zatopených příkopech, kalužích nebo v silážních jámách. Mají bělavé, válcovité tělo, zakončené dlouhou dýchací trubičkou. Kuklí se na souši. Pestřenka čmeláková (*Volucella bombylans*) díky hustě ochlupené hrudi a zadečku je k nerozeznání od čmeláka. Její kuželovité larvy se vyvíjejí v hnízdech čmeláků, sršňů a vos (HUDEC a kol., 2007).

### **Vrtulovití** (*Tephritidae*)

Vrtule třešňová (*Rhagoletis cerasi*) je velmi pěkná, ale škodlivá muška, která se často vyskytuje na listech třešní. Živí se sladkými šťávami, které vylučují listové žlázky. Má žlutočernou hlavu, leskle černé tělo a křídla s příčnými tmavými páskami. Její larvy jsou hlavními původci červivosti třešní. Kuklí se v zemi (JAVOREK, 1967).

### **Mouchovití** (*Muscidae*)

Běžným synantropním a kosmopolitním druhem, vyskytujícím se v blízkosti člověka a hospodářských zvířat, je moucha domácí (*Musca domestica*). U samečka se oči na temeni téměř dotýkají. Dospělci se živí rostlinnými a živočišnými tekutinami. Díky rychlému vývoji vajíček mohou mít až pět generací ročně. Částečně natrávenou stravu někdy vydáví v podobě kapky na konci sosáku. Pokud předtím sála na znečištěném podkladu, tak dochází k šíření choroboplodných zárodků, které může přenášet i na svém těle (MACEK, 2001).

Na rozdíl od mouchy domácí má bodalka stájová (*Stomoxys calcitrans*) silný a dlouhý sosák, který vyčnívá dopředu. Kromě tlejících organických látek se živí i krví větších kopytníků. Bodají obě pohlaví. Na statcích může bodnout i člověka. Přenáší původce sněti slezinné, spavé nemoci a řady chorob hospodářských zvířat (Baldacchino et al. 2013).

### **Bzučivkovití** (*Calliphoridae*)

Připomínají mouchy s plochým tělem, které je často kovově modře či zeleně zbarvené. Jejich křídla za letu vydávají silný bzukot. Živí se tlejícími látkami, patří mezi přenašeče infekcí. Larvy mohou způsobovat v živých tkáních hnisavé záněty. Jejich schopnost živit se mrtvou tkání se využívá v medicíně k léčení ran, snětí a zánětů (MACEK, 2001).

Tělo hojné bzučivky obecné (*Calliphora vicina*) je kovově modrolesklé a hustě ochlupené. Vyskytuje se ve volné přírodě i v lidských obydlích. Vývoj larev probíhá v mršinách nebo ve výkalech. Bzučivka zlatá (*Lucilia caesar*) je zbarvená modrozeleně. Kromě rozkládajících se organických látek často vyhledává hadovku smrdutou nebo silně páchnoucí květy (ANDĚRA, 2003).

### **Slunilkovití** (*Fanniidae*)

Slunilkovití jsou blízké příbuzné mouchovitých, ke kterým někdy bývají řazeni. Dospělci mají ale odlišnou křídelní žilnatinu a larvy jsou ploché, žlutohnědé a na těle mají trnité výběžky. Vývoj larev probíhá v rozkládajících se látkách. Imaga se velmi často vyskytují v lidských obydlích (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978). Slunilka pokojová (*Fania canicularis*) je také menší než moucha domácí. Na světlé hrudi má tři výrazné proužky. S oblibou krouží kolem stropních svítidel (ANDĚRA, 2003).

### **Střečkovití** (*Oestridae*)

Střečci jsou většinou zavalití, hustě ochlupení dvoukřídlí, jejichž larvy parazitují na kopytnících a hlodavcích. Ústní ústrojí mají zakrnělé, ale stále mohou sát tekutiny. Patří mezi ně dobří a rychlí letci. Samice jsou vejcorodé nebo vejcoživorodé. Zavalité larvy se díky příčným řadám zoubků mohou lépe pohybovat v horních cestách dýchacích nebo pod kůží. Kuklí se volně v zemi (HŮRKA, ČEPICKÁ, 1978).

Larvy střečka ovčího (*Oestrus ovis*) se živí hlenem sliznice v čelní dutině především ovcí. Napadená zvířata jsou zneklidněná, kýchají a to vede k tomu, že se larvy dostanou ven a mohou se zakuklit v zemi (SEVERA, 2015). Střeček hltanový (*Cephenemyia stimulator*) připomíná čmeláka. Je častým parazitem srnce obecného (ANDĚRA, 2003). Larvy střečka hovězího (*Hypoderma bovis*) vytvářejí pod kůží skotu velké boule s dýchacím otvorem (SEVERA, 2015).

### **Masařkovití** (*Sarcophagidae*)

Masařky jsou příbuzné bzučivek, liší se od nich šedočernou šachovnicí na válcovitém zadečku. Samičky jsou vejcoživorodé, larvy se vyvíjejí většinou v uhynulých obratlovcích nebo větších bezobratlých. Některé druhy mohou být cizopasné a přenášet choroboplodné zárodky. Nejznámějším druhem masařky je masařka obecná (*Sarcophaga carnaria*), pro kterou je typický zadeček zdobený šedočerným šachovnicovým vzorem, doplněným bílými skvrnami. Ve volné přírodě ji lze nalézt na pronikavě aromatických květech, někdy ale zalétá i do lidských obydlí (ANDĚRA, 2003).

### **Kuklicovití** (*Tachinidae*)

V České republice jsou kuklicovití početně zastoupená skupina dvoukřídlých, pro které jsou charakteristické husté, silné a odstávající štětiny na těle. Jejich zástupce lze nalézt na výkalech, květech i mršinách. Larvy cizopasí v housenkách nebo jiných, často škodlivých, bezobratlých. Kuklí se v zemi.

Kuklice červenonohá (*Tachina fera*) má výrazně oranžový zadeček s černým pásem uprostřed. Její larvy se vyvíjejí v housenkách můrovitých, jako jsou například sosnokazové neb bekyně (ANDĚRA, 2003).

### **Octomilkovití** (*Drosophilidae*)

Octomilky jsou velmi drobné mušky s relativně velkými křídly, menším zadečkem a většinou i červenýma očima. Zejména v létě a na podzim se vyskytují poblíž zrajícího ovoce nebo tam, kde probíhá kvašení. Nejznámějším zástupcem čeledi je octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*). Zadeček má žlutohnědě pruhovaný. Díky krátkému vývojovému cyklu (dva týdny), snadnému chovu a dobře pozorovatelným chromozomům se z ní stal nejběžnější laboratorní hmyz. Jedná se o druh velmi vhodný pro studium dědičnosti (MACEK, 2001).

# Další zajímavé druhy

Tělo výkalnice hnojní (*Scathophaga stercoraria*) je hustě pokryté žlutooranžovými chloupky, na hlavě má černá tykadla a křídla jsou kouřově průhledná. Citlivým čichem vyhledává výkaly kopytníků, kde loví jiné mouchy, ze kterých vysává tělní tekutiny. Larvy se vyvíjejí v hnoji nebo na výkalech. Po stranách těla mají dvě lišty, které buď slouží k zachytávání tepla, nebo brání propadnutí do nitra trusu (ANDĚRA, 2003).

Charakteristickým znakem kloše jeleního (*Lipoptena cervi*) je malý zadeček a velká křídla. Jedna se o vnějšího parazita především jelenů a srnců. Za teplých podzimních dní obtěžuje také houbaře. Nebodá. Jakmile se zachytí v srsti pravého hostitele, odpadnou mu křídla.

Muchničky mají velmi drobné, zavalité tělo, hruď je klenutá, křídla mají trojúhelníkovitý tvar, tykadla jsou krátká a silná. Vyskytují se zejména v horských a podhorských oblastech v blízkosti rychle tekoucích, dobře okysličených vodních toků. Samice se živí hlavně krví obratlovců, samci květním nektarem. Velmi bolestivé bodnutí pochází od černě zbarvené muchničky koňské (*Simulium equinum*) (ANDĚRA, 2003).

Dlouhososky svou zavalitostí a často hustě ochlupeným zadečkem připomínají čmeláky. Své pojmenování získali podle dlouhého, dopředu namířeného sosáku. Potravou dospělců je pyl a nektar z květů. Některé druhy se živí po způsobu kolibříků. Larvy dlouhososky velké (*Bombylius major*) parazitují v hnízdech samotářských včel samotářských včel, kde se živí pyle a jejich larvami. Larvy dlouhososky kuklicové (*Hemipenthes morio*) se vyvíjejí v larvách kuklic a lumíků, které parazitují v housenkách sosnokazů a bekyň (ANDĚRA, 2003).

# Světoví zástupci

### **Komár tropický** (*Aedes aegypti*)

Pro jeho vzhled jsou typické bílé proužky na končetinách a lyrovitá skvrna na hrudi. Původně pochází z Afriky, ale v současnosti je jedním z nejrozšířenějších druhů komára. Vyskytuje se ve velké části tropických a subtropických oblastí. Krev sající samičky přenášejí celou řadu tropických nemocí, jako je žlutá zimnice nebo v poslední době velmi obávaný virus zika (ECDC, 2016). Žlutá zimnice postihuje játra a ledviny a je doprovázena žloutenkou spojenou s horečkami (CESTOVNÍ NEMOCI, 2017).

### **Koutule** (podčeleď *Phlebotominae*)

Koutule mají velikost do pěti milimetrů. Jejich tělo i křídla jsou pokryté chloupky. Široká křídla drží nad tělem ve tvaru písmene „V“. Jedná se o špatné letce, jejichž let připomíná spíše poskakování (BURNIE, 2014). Rody Phlebotomus a Lutzomyia jsou známými přenašeči nemocí označovaných jako leishmaniózy. Jedna z nejzávažnějších forem se projevuje horečkami, teplotami, únavou a nechutenstvím. Napadeny jsou slezina, játra a mízní uzliny. Neléčená končí smrtí (UF/IFAS - University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2017).

### **Moucha tse-tse** (*Glossina morsitans*)

Známý přenašeč trypanosomy spavičné, původce spavé nemoci. Saje krev obratlovců pomocí silného bodce. Její křídla se v klidu překrývají. Její výskyt je omezen na oblasti afrických savan, kde se pohybuje dostatek divokých kopytníků, jejích hlavních hostitelů. Mouchy tse-tse jsou živorodé, kladou vždy jednu larvu (MACEK, 2001). Postižení spavou nemocí trpí bolestmi hlavy, poruchami spánku, mění se jejich chování, dochází u nich ke křečím a mimovolním pohybům ((CESTOVNÍ NEMOCI, 2017).

# Testy a praktické úkoly

### **Testové otázky**

1. Jak se nazývají larvy pakomárů a k čemu jsou využívány?
2. Kteří z dvoukřídlých jsou přenašeči nebezpečných nemocí?
3. Jak se nazývá choroba, kterou přenášejí komáři?
4. Proč máme sbírat pod třešní i spadané třešně a kam je budeme dávat?
5. Jak se nazývá druhý přeměněný pár křídel u dvoukřídlých?
6. Jakou potravu přijímá samice komára a jakou potravu samec komára? (ČERNÍK et. al., 2007).
7. Popište funkci kyvadélka? Jak tento orgán vznikl?
8. Popište rozdíl mezi masařkou a mouchou domácí?
9. Čím může být nebezpečné bodnutí komára anofelese čtyřskvrnného? (ČABRADOVÁ et. al., 2003).

**Správné řešení:**

1. Patentky, ke krmení akvarijních rybiček
2. Moucha tse-tse, komár anopheles, koutule papatači
3. Malárie (virus zika)
4. Mohou být napadené larvami vrtule třešňové
5. Kyvadélka
6. Obě pohlaví se živí nektarem, samice navíc sají krev obratlovců
7. Kyvadélka zlepšují let, vznikly přeměnou druhého páru křídel
8. Masařka je větší, má černošedě šachovnicový zadeček
9. Přenos malárie

### **Spojování rodových a druhových jmen.**

1. komár i) domácí
2. vrtule ii) rybízová
3. moucha iii) hovězí
4. pestřenka iv) tse-tse
5. ovád v) pisklavý
6. moucha vi) třešňová

**Správné řešení:**

Komár pisklavý (a-v), vrtule třešňová (b-vi), moucha domácí (c-i), ovád hovězí (e-iii), pestřenka rybízová (d-ii), moucha tse-tse (f-iv)

### **Přiřazování dvoukřídlých k správným pojmům**

1. bedlobytka i) malárie
2. anofeles ii) patentky
3. vrtule iii) spavá nemoc
4. bejlomorka iv) červivost třešní
5. pakomár v) hálky
6. moucha tse-tse vi) červivost hub

**Správné řešení:**

Bedlobytka – červivost hub (a-vi), anofeles – malárie (b-i), vrtule – červivost třešní (c-iv), bejlomorka – hálky (d-v), pakomár – patentky (e-ii), moucha tse-tse – spavá nemoc (f-iii)

### **Určování rodových s druhových jmen**

1 - tiplice buráková

2 – roupec sršňový

3 – ovád hovězí

4 – komár pisklavý

5 – pestřenka rybízová

6 – pakomár kouřový

7 – moucha domácí

8 – bzikavka dešťová

9 – bzučivka obecná

10 – octomilka

11 – masařka obecná

### **Doplňte pojmy:**

1. Charakteristickým znakem dvoukřídlých jsou …, která slouží jako vyvažovací orgán letu.
2. Jejich ústní ústrojí je … sací nebo … sací.
3. Dvoukřídlí jsou hmyzem s proměnou …
4. Larvy dvoukřídlých jsou …
5. Anofeles čtyřskvrnný může přenášet …
6. Druhy rozšířené po celém světě nazýváme …
7. … druhy žijí v blízkosti člověka.
8. V létě nám pijí krev …. komárů.
9. … jsou larvy pakomára.
10. Spavou nemoc přenáší ….

**Správné řešení:**

1. Kyvadélka
2. Bodavě, lízavě
3. Dokonalou
4. Beznohé
5. Malárii (zimnici)
6. Kosmopolitní
7. Synantropní
8. Samičky
9. Patentky
10. Moucha

### **Laboratorní práce na téma pozorování hmyzu**

Úkol: Pozorovat vnější stavbu těla hmyzu

Pomůcky: Usmrcené mouchy, masařky, komáři, tiplice, mikroskop, miska na preparaci, preparační jehla, podložní a krycí sklíčka, kapátko, voda a lupa

Postup:

A) Usmrcený hmyz položit na preparační misku. Zopakovat si rozdělení těla na tři základní části – hlavu, hruď a zadeček. Jaké orgány se dají najít na hlavě? Spočítat páry končetin vycházející z hrudi. Spočítat články, ze kterých se skládá zadeček. Do sešitu zakreslit a popsat stavbu těla hmyzu.

B) Preparační jehlou odebrat jednu z končetin a jedno křídlo z těla hmyzu. Kapátkem na podložní sklíčko nanést kapku vody a vložit do ní končetinu. Přikrýt krycím sklíčkem. Mikroskopický preparát pozorovat pod mikroskopem, zakreslit do sešitu a popsat. Podobně pozorovat křídlo, ale bez použití kapky vody. Uvést zvětšení mikroskopu. (VLK, KUBEŠOVÁ, 2007)

### **Pozorování larev mouchy**

Malý kousek zapáchajícího masa nechat za teplého slunečného dne na misce. Sledovat přílet masařek či bzučivek a jejich kladení larev nebo vajíček. Vzít opatrně několik larviček a vložit je do skleněné trubice. Oba konce uzavřít vatou. Jednu část nechat na plném světle, další zastínit a třetí úplně zatemnit. V jaké části se larvy budou shromažďovat? Co se z toho dá vyvodit o jejich anatomii? (DOBRORUKA, 1999)

### **Chov a pozorování komárů**

Najít káď nebo menší stojatou vodní plochu, ve které jsou komáří larvy. Pomocí cedníku je vylovit a přenést do sklenice. Na 1 dm2 vodní hladiny by mělo být asi dvacet larev. Umístit láhev do stínu. Mladší larvy lze krmit nálevníky z nálevu na seno.

Larvy, které se zakuklí, přemístit do jiné láhve. Tu ale postavit do klece ze síťoviny. Pozorovat líhnutí komárů (JAVOREK, 1967).

### **Chov a pozorování vývojových stadií mouchy domácí**

Připravit si živnou půdu z pšeničných otrub, usušené a nařezané vojtěšky, sladu, droždí a převařené vody. Tento materiál dát do misky a spolu s vatou namočenou v medovém roztoku dát do terária se stěnami z hustého pletiva. Do připraveného terária vypustit několik much, samečků i samiček. Po nakladení vajíček a vylíhnutí larev udržovat potřebnou vlhkost. Pozorovat vajíčka, larvy, kukly a dospělce. Vést si záznam, případně fotodokumentaci. K chodu místo živné půdy lze použít i hnůj (JAVOREK, 1967).

### **Pěstování dospělců z hálek na listech**

Vložit rostlinu nebo větvičku s listy do sklenice s vodou a obvázat tkaninou. Lze použít také velkou láhev od okurek, tu pak zajistit malou punčochou. Občas vyměnit vodu. Podobně je také možné pěstovat larvy pestřenek nalezené mezi mšicemi na rybízu (JAVOREK, 1967).

### **Sběr, usmrcování a preparace**

K odchytu dvoukřídlého hmyzu je nejvhodnější síťka z jemné, ale pevné tkaniny. Doporučovaný průměr je asi 25-30 cm. Pak bude potřeba měkká pinzeta a smrtící lahvičky. Nejlepší dobou k lovu je jasné a slunné počasí, nedlouho po dešti.

Ulovený hmyz je nejrychlejší usmrtit v tzv. smrtičce. Jde o lahvičku s kousky vaty nebo jemnými pilinami, navlhčenými octanem etylnatým. Nenechávat hmyz ve smrtičce příliš dlouho, výpary octanu mění barvy.

V nejkratší možné době je dobré usmrcený hmyz preparovat. Černý entomologický špendlík zabodnout do pravé části hrudi. Pak jej i s hmyzem připíchnout na korkovou preparační destičku. Končetiny by měly být opatrně umístěné pod tělo, křídla odchýlené od těla a poněkud zvednuté. Pomocí špendlíků zajistit křídla i končetiny a nechat preparát uschnout. Všechen preparovaný hmyz by měl být na špendlíku asi patnáct milimetrů od jeho vrcholku.

Drobnější dospělce lze lepit na silnější papírky. Na papíře by měli být na boku. U dvoukřídlých, kteří mají velmi dlouhé končetiny (tiplice), by měl být špendlík vedený boční stranou hrudi. Snažit se chránit lámavé končetiny.

Všechen preparát opatřit lístkem, kde bude datum, místo sběru a jméno sběratele.

Dospělce spolu s identifikačními štítky uložit do sběrných krabic. Jejich doporučovaný rozměr je 295 x 232 x 54 mm (JAVOREK, 1967).

### **Zápis do sešitu**

**Dvoukřídlí**

Jejich charakteristickým znakem je přeměněný druhý pár křídel – **kyvadélka**, která slouží jako vyvažovací orgán letu.

Ústní ústrojí mají bodavě sací nebo lízavě sací.

Larvy dvoukřídlých jsou **beznohé**

Zástupci:

* Komár pisklavý – larvy a kukly se vyvíjejí ve vodě
* Anofeles čtyřskvrnný – přenašeč **malárie**
* Moucha domácí – kosmopolitní a synantropní druh, přenašeč nemocí
* Masařka obecná – vajíčka klade na hnijící maso
* Pestřenky – významní opylovači, užitečné larvy
* Ovádi, bzikavky – krev sají pouze samičky

# METODICKÁ PŘÍRUČKA

# Charakteristika a ovládání programu

Tato výuková prezentace je nekomerční povahy a volně šiřitelná. Je možné ji neomezeně sdílet a využívat ke vzdělávání. Je vytvořená a uložená jako soubor PowerPointu 2013. Může se stát, že některý kolega se jí bude snažit otevřít v PowerPointu 2007 nebo starším. Aby mohl využít všechny její funkce, bude potřebovat bezplatnou sadu Compatibility Pack.

Namístě je doporučení si výukový program napřed vyzkoušet. Prezentace se skládá z poměrně velkého množství snímků. K usnadnění práce jsou jednotlivé celky rozděleny do tzv. oddílů, které jsou vidět nalevo mezi jednotlivými snímky.

Spuštění prezentace vytvoří z monitoru počítače obdobu projektového plátna nebo interaktivní tabule. Existují dva základní způsoby spuštění prezentace:

1. Klávesou F5 – dojde ke spuštění vždy od prvního snímku, pro případ pokračování od aktuálního snímku je potřeba použít kombinaci kláves Shift+F5
2. Klepnutím na ikonu se symbolem plátna – ta se nachází v pravé dolní části okna Powerpointu, prezentace bude spuštěna od aktuálního snímku

Učitel má k dispozici dva způsoby, jak předvádět prezentaci. Na monitoru může vidět stejný obraz, který bude zobrazen žákům na plátně (tabuli). Nebo lze použít významnou novinku Powerpointu 2013, která mu umožní vidět nejen stejný snímek jako žáci, ale i některé doplňující a důležité informace.

Touto novinkou je režim Zobrazení prezentujícího. Aktivuje se na kartě Prezentace ve skupině Monitory, a to zaškrtnutím políčka Použít zobrazení prezentujícího.

Prezentace by v tomto režimu mohla vypadat následovně:



 (Obrázek č. 2 – režim Zobrazení prezentujícího)

Přednášející tímto způsobem uvidí náhled dalšího snímku, své vlastní poznámky a může využívat celou řadu dalších nástrojů. Jedním z těch nejjednodušších a přesto podstatných je možnost zvětšení (přiblížení) snímku pomocí nástroje Zvětšit snímek. Umožní to mít na snímku více obrázků pohromadě a jeden po druhém ukazovat zvětšené. Není nutné, aby pak prezentace měla příliš velké množství snímků. Pro případ, že prezentující bude potřebovat přejít na předcházející nebo následující snímek, vybere tlačítka Předchozí nebo Další. Snadný přechod na určitý snímek umožňuje výběr Zobrazit všechny snímky, kdy se na monitoru objeví miniatury všech snímků v prezentaci. Pomocí nástroje pera a laserového ukazovátka je možné na snímky psát nebo ukazovat. Výhodné je to například při testech nebo při zvýrazňování detailů. Ulehčující je automatické rozšíření Zobrazení prezentujícího na projektor nebo další monitor.

Uživatel může také zjistit, že některé snímky bude potřebovat, ale nechce je ukazovat. V tom případě není nic jednoduššího, než takovéto snímky skrýt. Je to užitečné, když zvažujeme vyspělost cílové skupiny. Něco není nutné ukazovat v šestém ročníku základní školy, ale je to možné na odpovídajícím stupni gymnázia. Některé snímky se mohou týkat už probrané látky, kterou není nutné opakovat. Pak je lze skrýt. Velmi často k tomu mohou vést časové důvody. V některých učebnicích je látce Dvoukřídlí věnována jedna hodina, v jiných jsou to hodiny dvě. Podle toho si lze prezentaci připravit. V podokně karty Osnova a Snímky se klikne na kartu Snímky. Snímek se skryje po kliknutí na Skrýt snímek. Zůstane součástí souboru, ale po spuštění prezentace v souboru Prezentace nebude vidět.

Pro snadnější a rychlejší práci s prezentací slouží také několik užitečných klávesových zkratek. Uvádím zde jen ty podstatné.

Obecné klávesové zkratky:

* Přechod na další snímek – N, levé tlačítko myši, mezerník
* Přechod k předchozímu snímku – P, Backspace
* Místní nabídka – kliknutí pravým tlačítkem myši
* Přechod na snímek s daným číslem – číslo+Enter
* Konec předvádění – Esc, Ctrl+Break
* Zobrazení dialogového okna Všechny snímky – Ctrl+S
* Návrat k prvnímu snímku (s obsahem) – podržet současně stisknuté pravé i levé tlačítko myši na dvě sekundy

Pro případné dotykové ovládání lze použít následující:

* Přechod na další snímek – prstem potáhnout dopředu
* Přechod k předchozímu snímku – prstem potáhnout dozadu
* Zmenšit zobrazení, zobrazit všechny snímky – stažení prstů
* Zvětšit zobrazení – roztažení prstů
* Panel nástrojů zobrazit či skrýt – klepnout
* Zvětšit nebo zmenšit zobrazení – poklepat

Na samotný závěr prezentace jsou na několika snímcích připraveny opakovací otázky a testy, vycházející z probrané látky. K nim je připojeno několik námětů na praktické činnosti.

# Zařazení do výuky a způsob práce s výukovým programem

Výukový program Dvoukřídlí jako didaktická pomůcka slouží zejména k výkladu nové látky. V časově tematickém plánu jsou dvoukřídlí zařazeni většinou na konec hmyzu s proměnou dokonalou. Žáci by už měli mít základní představu o stavbě těla hmyzu, jeho rozmnožování a způsobu života. To se samozřejmě týká i pedagoga. Ten by měl myslet na to, že samotné prohlížení obrázků k osvojení učiva nestačí a měl ho doplňovat dalšími informacemi.

Na samém počátku prezentace je patnáctibodový obsah. Na jednotlivé kapitoly je možné přejít kliknutím přes hypertextový odkaz nebo pomocí kombinace číslo stránky+Enter. Číslo stránky příslušného snímku lze najít v závorce vedle názvu kapitoly. Na tuto stránku s obsahem je možné kdykoliv se vrátit pomocí stisknutí obou tlačítek myši.

S hypertextovými odkazy se lze setkat i na dalších místech prezentace. Je tak tomu na snímku Vnější stavba těla. Pojmy „hlava“, ústní ústrojí“, „kyvadélka“ a „tři páry kráčivých končetin“ slouží jako odkaz na doplňující a ilustrativní snímky, které jsou umístěny na konci prezentace. Z těchto snímků je možný návrat na snímek původní kliknutím na ikonku

Podobné hypertextové odkazy se objevují ještě na dvou místech. Na snímku věnovaném významu dvoukřídlých je obrázek pavouka s ulovenou tiplicí. U něj je tato odkaz na snímek, kde jsou příklady tří jednoduchých potravních řetězců. Návrat k pavoukovi umožňuje opět ikonka popsaná v předcházejícím odstavci. Rovněž tak je na doprovodném snímku podrobněji ilustrováno vývin mouchy tse-tse.

Ikonky s kladívkem () na snímcích týkajících se stavby těla a vývinu dvoukřídlých odkazují na odpovídající praktická cvičení a laboratorní práce.

Tam, kde je to nutné, jsou v poznámkách připojeny informace o vyobrazených dvoukřídlých.

Nejvhodnější výukovou metodou je výklad, rozhovor či diskuse. Jako organizační formu může pedagog zvolit kromě frontální výuky také zadání skupinového nebo individuálního úkolu. Ten by se mohl týkat například významu dvoukřídlých pro člověka nebo porovnání rozmnožování a vývinu jednotlivých hmyzích řádů. Samostatná práce by mohla být věnována roli dvoukřídlých v kultuře člověka. Žáky by mohlo zajímat téma komár v jantaru a znovuoživení dinosaurů. Nebo by si mohli odpovědět na otázku, co by se stalo, kdyby měl zmizet všechen nepříjemný a krevsající hmyz.

Žák může s programem pracovat ve škole i doma, kde si může zvolit vlastní tempo.

Zpětnou vazbu o získaných vědomostech umožňují závěrečné testy a úkoly. K prohloubení učiva jsou určeny praktické úkoly a laboratorní práce. Na samotný závěr je připravený stručný zápis do sešitu.

# Vztah k Rámcovému vzdělávacímu programu

Přírodopis je spolu s chemií, fyzikou a zeměpisem součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Umožňuje žákům rozvíjet zájem o přírodu, poskytuje je jim prostředky a metody pro porozumění vztahům mezi přírodními organismy, seznamuje studenty se stavbou živých organismů a učí je aplikovat získané poznatky v praktickém životě.

Samotný vzdělávací obor přírodopis se vnitřně dělí na části Obecná biologie a genetika, Biologie hub, Biologie rostlin, Biologie živočichů, Neživá příroda, Základy ekologie a Praktické poznávání přírody. (JEŘÁBEK et. al., 2006)

Co se týká Biologie živočichů, výukový program popisuje modelový řád kmene členovců, kterým jsou v tomto případě dvoukřídlí. Žák se seznámí s jeho stavbou těla, způsobem života a významem pro člověka. Vzájemné vztahy mezi organismy a jejich prostředím se týkají celku Základy ekologie. V prezentaci jsou popsány role dvoukřídlých v ekosystému. Do Obecné biologie a genetiky se v rámci programu řadí taxonomická klasifikace organismů a také role octomilky v genetice. Význam rostlin pro dvoukřídlé se přiřazuje k Biologii rostlin. Biologie hub se prezentace dotkne v případě bedlobytkovitých. Praktické poznávání přírody se naplňuje určováním jednotlivých zástupců dvoukřídlých.

Využitím výukového programu se také rozvíjejí klíčové kompetence, které jsou hlavní součástí Rámcového vzdělávacího programu. Žáci se učí vyhledávat, třídit a spojovat informace, správně používat odbornou terminologii (kompetence k učení), sami mohou docházet k závěrům a vyhodnocovat získaná fakta (kompetence k řešení problémů), pracují ve skupinách, naslouchají, reagují a diskutují (kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální) a jsou vedeni k ochraně vlastního zdraví (kompetence občanské).

# ZÁVĚR

Hlavním úkolem bakalářské práce bylo dosažení vytýčených cílů práce. Výsledkem je nově zpracované výukové CD věnované řádu dvoukřídlých. Tento program má sloužit jako podpora výuky přírodopisu v šestém ročníku druhého stupně základní školy nebo nižších stupních gymnázia. Výukové CD je rozděleno do několika základních okruhů. Po jejich prostudování žáci získají podstatné informace o stavbě těla a vývoji dvoukřídlých přes způsob života až po přehled našich i světových významných zástupců. Důležitými prvky programu jsou informace o významu této skupiny pro člověka. Výukové CD také obsahuje testové otázky a úkoly, které ověří dosažené znalosti. Při správném přístupu a použití se výukový program stane kvalitní didaktickou pomůckou a obohatí výuku přírodopisu. Výukové CD představuje spojení učebnic přírodopisu a naučné literatury a má splňovat kritéria Rámcového vzdělávacího programu.

Bez ohledu na vliv informačních technologií na současnou společnost se výuka přírodních věd neobejde bez praktických cvičení a laboratorních úkolů. Jsou významnou součástí vzdělávacího procesu, a proto jim je věnován jedna z částí výukového programu. Řád dvoukřídlých je skupinou velmi vhodnou k nejrůznějším entomologických pozorováním.

Zpracované výukové CD je snahou o obohacení informačních pramenů učitelů přírodopisu a může významně zkvalitnit výuku tohoto předmětu.

# POUŽITÉ ZDROJE

# Literatura:

[1] ANDĚRA, Miloš. *Fauna*. 1. vyd. Praha: Libri, 2003. Encyklopedie naší přírody. ISBN 80-7277-162-0.

[2] Baldacchino F., Muenworn V., Desquesnes M., Desoli F., Charoenviriyaphap T., and Duvallet G. 2013. Transmission of pathogens by Stomoxys flies (Diptera,Muscidae): a review. Parasite 2013, 20, 26.

[3] BRUSCA, Richard C a Gary J BRUSCA. *Invertebrates*. 2nd ed. Ilustrace Nancy Haver. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, c2003. ISBN 978-0-87893-097-5.

[4] BURNIE, David (ed.). *Zvíře*. Vyd. 4. Překlad Jiří Šmaha. Praha: Knižní klub, 2014. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-4450-1.

[5] Clements, D.K. & Skidmore, P. 2002. The autecology of the hornet robberfly Asilus crabroniformis L. in Wales, 1997-1999 Countryside Council for Wales Contract Science Report. Bangor.

[6] ČABRADOVÁ, Věra. *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a víceletá gymnázia*. 2., aktualiz. vyd. Plzeň: Fraus, 2010-. ISBN 978-80-7238-917-9.

[7] ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 6: zoologie a botanika: pro základní školy*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2007. ISBN 978-80-7235-374-3

[8] DOBRORUKA a kol. *Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ*. Praha: Scientia, 1999, ISBN 80-7183-168-9.

[9] EDITORS, VINCENT H. RESH a RING T. CARDÉ. *Encyclopedia of insects*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2009. ISBN 9780123741448.

[10] GRIMALDI, David A a Michael S ENGEL. *Evolution of the insects*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0-521-82149-5.

[11] GULLAN, P a P CRANSTON. *The insects: an outline of entomology*. Fifth edition. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc., 2014. ISBN 9781118846155.

[12] *Hmyz a pavoukovci: populárně naučný lexikon + kolekce autentických exemplářů*. Warszawa: De Agostini Polska, c2009. ISBN 978-83-248-1036-9.

[13] HUDEC a kol. *Příroda České republiky - Průvodce faunou*. Praha: Academia, 2007, ISBN 978-80-200-1569-3.

[14] HŮRKA, Karel. *Rozmnožování a vývoj hmyzu*. Vydání 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980. Pomocné knihy pro žáky.

[15] JAKRLOVÁ, Jana a Jaroslav PELIKÁN. *Ekologický slovník terminologický a výkladový*. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-644-1.

[16] JAVOREK, Vladimír. *Kapesní atlas dvoukřídlého hmyzu*. Vyd. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967. Obrazové pomocné knihy pro všeobecně vzdělávací školy (Státní pedagogické nakladatelství).

[17] JURČÁK; FRONĚK a kol. *Přírodopis 6*. Olomouc: Prodos, 2004, ISBN 80-7230-136-5.

[18] MACEK, Jan. *Svět zvířat: hmyz*. 1. vyd. Ilustrace Pavel Dvorský, Viera Postníková. Praha: Albatros, 2001. ISBN 80-00-00918-8.

[19] SEDLÁK, Edmund. *Zoologie bezobratlých*. 2. přeprac. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2002. ISBN 80-210-2892-0.

[20] SEVERA. *Hmyz*. Praha: Aventinum, 2015, ISBN 978-80-7442-051-1.

[21] VLK; KUBEŠOVÁ. *Přírodopis 6, 2. díl - Bezobratlí živočichové*. Brno: Nová škola, 2007, ISBN 80-7289-084-0.

# Elektronické zdroje:

[1] AUTOR NEUVEDEN. *Aedes aegypti* [online]. [cit. 3.12.2016]. Dostupný na WWW: <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/mosquitoes/pages/aedes-aegypti.aspx#C3>

[2] AUTOR NEUVEDEN. *a sand fly - Lutzomyia longipalpis* [online]. [cit. 23.3.2017]. Dostupný na WWW: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/flies/Lutzomyia_longipalpis.htm>

[3] AUTOR NEUVEDEN. *Exotické nemoci | Cestovní nemoci | Cestovní nemoci* [online]. [cit. 23.3.2017]. Dostupný na WWW: http://www.cestovni-nemoci.cz/exoticke-nemoci

[4] AUTOR NEUVEDEN. *Impress | LibreOffice - Free Office Suite - Fun Project – Fantastic People* [online]. [cit. 23.3.2017]. Dostupný na WWW: https://www.libreoffice.org/discover/impress/

[5] FARKAČ J., KRÁL D. & ŠKORPÍK M. [eds.] (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.

[6] TKOČ, Michal. Nové invazní druhy dvoukřídlého hmyzu v ČR. *Muzeum 3000* [online]. [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://muzeum3000.nm.cz/veda/nove-invazni-druhy-dvoukridleho-hmyzu-v-cr>

[7] http://www.arkive.org

[8] <http://www.biolib.cz>

[9] <http://www.macrophotography.cz>

[10] https://support.microsoft.com/cs-cz

[11] <http://www.raywilsonbirdphotography.co.uk>

[12] www.wikipedia.org