

Obsah

1. Úvod	4
2. Charakteristika území Holedná	6
2.1. Krajinně-ekologický význam území obory Holedná	6
2.2. Geologické a geomorfologické poměry obory Holedná	6
2.3. Diferenciace a hodnocení stavu lesních geobiocenóz	9
3. Charakteristika tůň „U Jezírek“	13
4. Metodika	15
4.1. Metody sběru bezobratlých živočichů	15
4.2. Determinace bezobratlých živočichů	17
4.3. Metodika pozorování a určování obojživelníků	17
4.4. Metodika určování rostlin v tůňích a jejich blízkém okolí	17
5. Charakteristika očekávaných taxonů	18
6. Výsledky odběrů	53
7. Využití v pedagogické praxi	56
7.1. Umístění v učivu na ZŠ, NŠ, OŠ, RVP	56
7.2. Hydrobiologický odběr	56
7.3. Využití hydrobiologického odběru v hodinách přírodopisu	56
7.3.1. Návod na pokusy a pozorování vodních bezobratlých	57
7.3.2. Chov vážek	64
7.4. Využití hydrobiologického odběru při terénním vyučování	66
7.5. Metodika výuky – manuál pro učitele	66
7.5.1. Vodní ekosystémy a ekosystém okolí vod	66
7.5.2. Charakteristika – tůň, periodické tůň	71
7.5.3. Charakteristika nalezených druhů	72
7.5.4. Hydrobiologické cvičení na tůňích „U jezírek“	76
7.5.5. Využití výsledků cvičení v přírodě v další výuce	84
8. Diskuze	85
9. Závěr	87
10. Resumé	89
11. Seznam použité literatury	90
12. Seznam příloh	93

1. Úvod

Asi v každé krajině můžeme najít nějaký typ vodní nádrže. Mnoho lidí však ani netuší co se v těchto nádržích může skrývat a jaký rozmanitý život se zde nachází. Každý si na první pohled všimne rostlin, které zde rostou a obratlovců, kteří zde žijí a kteří jsou na první pohled velmi dobře patrní. Drobných bezobratlých živočichů, kteří ale v těchto nádržích žijí v hojných počtech si všimne málokdo.

A právě tyto vodní živočichové poskytují mnoho materiálu k demonstraci mnohostranných vztahů mezi organismy a vnějším prostředím i mezi organizmy navzájem. Svou zpravidla velkou koncentrací jedinců na malé ploše biotopů, jsou poměrně snadno dostupní po celý rok bez ohledu na klimatické podmínky.

Své pozorování jsem zaměřila na dvě tůňe, jednu periodickou a druhou trvalou v místě „U Jezírek“ v oboře Holedná v Brně. Zde jsem pravidelně, v období od 27.3.2005 do 12.11.2005, odebírala vzorky bezobratlých živočichů, abych zjistila jaké druhy se zde nejčastěji vyskytují.

Cíle dle projektu zadaného dne 26.9.2005

- Porovnat výskyt bezobratlých v periodické a trvalé tůni U Jezírek v oboře Holedná v Brně.
- Popsat charakteristiky jednotlivých druhů bezobratlých živočichů vyskytujících se v tůních
- Navrhnout pracovní listy.

Jakožto budoucí učitel jsem se snažila na tyto živočichy poukázat z pedagogického hlediska a zařadit je vhodným a zábavným způsobem do výuky na základní popř. střední škole, v přírodovědných kroužcích apod.. Je důležité, aby si žáci uvědomily, že takové živočichy mohou vůbec ve vodách najít a že zde mají své místo z hlediska ekologie vodního prostředí.

Během zpracovávání práce jsem se nakonec rozhodla místo pracovních listů zařadit hydrobiologické pozorování v přírodě a využití hydrobiologického odběru ve vyučování např. na pokusy a různá pozorování.

V kapitole 7 (využití v pedagogické praxi), jsem se snažila podrobně popsat práci s vodními bezobratlými živočichy ve vyučování i při terénním cvičení, aby i ti učitelé nebo zájemci o přírodu, kteří nemají žádné zkušenosti s touto prací, pochopily jak správně postupovat a aby je práce s hydrobiologickým materiálem neodradila hned ze začátku.

V poměrně rozsáhlé části – charakteristika očekávaných taxonů, jsem se snažila zpracovat podrobnou charakteristiku obvyklých zástupců našich stojatých vod, aby se o tyto poznatky mohli učitelé i ostatní opírat při práci s hydrobiologickým materiálem.

Doufám, že tato diplomová práce pomůže při poznávání bezobratlých živočichů vodního prostředí a bude pomocným návodem pro hydrobiologické pozorování pro učitele a zájemce o přírodovědu.

2. Charakteristika území Holedná

2.1. Krajinně-ekologický význam území obory Holedná

Obora Holedná zaujímá plochu 482,8 ha, převážně lesního komplexu v okolí stejnojmenného vrcholu (391 m n. m.). Je situována mezi sídlišti Jundrov, Kohoutovice a Bystřec ve zcela specifickém typu urbanizované krajiny, označované jako sídelně-lesní krajina. Tento krajinný typ vznikl postupným budováním sídlišť na okraji a uprostřed lesního komplexu Kohoutovických lesů a je zvláštností města Brna. Nová zástavba je zde v přímém kontaktu s lesními porosty, jejichž převážně přírodě blízký charakter se nemění ani postupnou lesoparkovou úpravou. Lesní komplex Kohoutovických lesů má prioritní význam jako klidové přírodní zázemí pro obyvatele nejen okolních sídlišť, ale i celého města Brna (Buček, 1993).

Význam souvislého komplexu Kohoutovických lesů byl potvrzen i při rozboru ekologické situace města Brna. Kohoutovické lesy patří mezi velkoplošná území s nadprůměrným ekologickým významem. Převládají zde přírodě blízká společenstva habrových doubrav se střední diverzitou flóry a fauny.

Krajinně-ekologický význam obory Holedná je podmíněn nejen přírodními hodnotami území, ale i jeho polohou v brněnské sídelní aglomeraci. Prioritní je význam rekreační a výchovně vzdělávací, vyplývající z toho, že pro zdravý fyzický a psychický vývoj člověk potřebuje nezbytně přírodní prvky ve svém životním prostředí. Právě potřebu kontaktu s přírodou může uspokojovat i území obory Holedná jako součást přírodního parku Kohoutovické lesy. K tomu je ovšem potřeba zajistit harmonický, trvale udržitelný vývoj lesních společenstev, bez neúměrného poškozování stresovými faktory (Buček, 1993).

2.2. Geologické a geomorfologické poměry obory

2.2.1. Základní geologické a geomorfologické rysy

Obora Holedná se nachází v západním prostoru města Brna a je obklopena městskými částmi Bystřec, Jundrov, Kohoutovice. Z hlediska regionálního geomorfologického členění patří reliéf daného území ke geomorfologickému celku Bobravská vrchovina, podcelku Lipovská vrchovina a okrsku Kohoutovická vrchovina. Obora Holedná zabírá severní vyšší a členitější části Kohoutovické vrchoviny, která je

označována jako Kohoutovická hrást. Výše položený reliéf Kohoutovické hrástě je obklopen systémem sníženin; na Z a SZ Žebětínským prolomem, na S částečně Bystřickou kotlinou a průlomovým údolím řeky Svatky, na SV a V pak Žabovřeskou kotlinou. Pouze J omezení je méně výrazné, neboť zde přechází Kohoutovická hrást do níže položené tektonické kry Červeného kopce v rámci Kohoutovické vrchoviny (Buček, 1993).

Území obory zaujímá severní část Kohoutovické hrásti, která je charakterizována jako výrazná neotektonická struktura, protažená ve směru SSV-JJZ. Na všech stranách je omezena výraznými svahy vázanými na zlomy. Tyto svahy jsou často stupňovité nebo mají složitě lomený průběh s řadou navzájem kolmých úseků, které vyčleňují na západní straně níže položený reliéf zálivových výběžků označovaných jako vrubové sníženiny. Jako protiklad k těmto tvarům se nachází ve vrcholových částech území plošiny se zbytky starých zarovnaných povrchů.

Maxima nadmořských výšek dosahuje území Holedná právě na těchto vrcholových plošinách, na kótě severně ul. Voříškova v Kohoutovicích nadm. výšky 406 m, Hobrtenky 406 m, nad údolím Svatky se tyčí vrchol Holedná 391 m. V této oblasti území dosahuje nejvyššího převýšení na nejkratší vzdálenost. Mezi Holednou (391 m) a dnem údolí Svatky (210 m) činí výškový rozdíl 181 m na vzdálenost 550 m. Údolní dno Svatky je zároveň nejnižším místem daného území. Jak toto převýšení, ale i ostatní výškové rozdíly mezi dny údolí a vrcholovými oblastmi napovídají, je reliéfová energie daného území vysoká. K ní přistupuje v daném území i velký plošný rozsah svahů, což znamená, že reliéf území je velmi dynamický, s předpoklady pro intenzivní rozvoj svahových procesů. Pro takový reliéf zároveň platí, že při narušení jeho rovnováhy může dojít k rozsáhlým degradacím (Buček, 1993).

Geologicky patří oblast Holedné ke střední části brněnského masívu, která je tvořena pruhem bazické zóny severojižního průběhu, k níž se na východě přičleňuje metabazické pásmo. Na východě i na západě lemují bazickou zónu granodiority. Naprostá většina území Holedná je budována amfibolickými a biotit-amfibolickými diority a křemennými diority s pruhy ultrabazitů a serpentinitů (severně Holedné). Nižší reliéfové rozsochy východně od Holedné, v oblasti Jundrova a Mladé hory tvoří biotitický granodiorit. Níže položené údolní uzávěry, otevřená údolní dna i vrubové sníženiny jsou pokryty sprašeni. Fluviální písčitohlinité sedimenty tvoří výrazná údolní

dna malých potoků i údolní nivu potoka Vrbovec a jeho bezejmenného přítoku na západní straně území Holedná (Buček, 1993).

2.2.2. Ovlivnění reliéfu

Reliéf území Holedná, který je součástí brněnského sídelního prostoru, je dlouhodobě ovlivňován lidskou činností a procesy, které s ní souvisejí. Je zapotřebí konstatovat, že vysoká členitost území a značné převýšení s příkrými svahy umožnilo v minulosti efektivní využití území lesním hospodářstvím bez výraznějších vlivů na reliéf. Pozůstatky starých těžeb stavebních surovin jsou rovněž málo patrné, výjimku tvoří kamenolom v dolní části svahu Svratky (severně Holedné) s lomovou stěnou až 20 m vysokou.

Výraznější ovlivnění reliéfu souvisí až se založením obory jejím zpřístupňováním systémem lesních cest, zvyšováním stavu zvěře, zakládáním malých rybníčků a speciální obory pro chov divokých prasat. Rovněž se zvýšila návštěvnost a počet turistů v daném území (Buček, 1993).

Obora je protkána celou sítí lesních cest (částečně se zpevněným povrchem), které jsou vedeny i ve strmých svazích. V jižní sníženině se soliflukčními proudy byly zbudovány široké nové cesty, jejich povrch pokryt ostrohrannými šterky (částečně zbytky dioritových hornin). Při výstavbě byly zničeny pramenné vápence ve stržovém zářezu a celá tato oblast byla úplně přemodelována výstavbou malého rybníčku. Stejná situace se opakuje i v dolní části sníženiny, kde byl vyhlouben rovněž rybníček. Zbytky větví a pařezů často skončily ve stržích, či starých odříznutých meandrech bezejmenného potoka.

V oboře s divokými prasaty došlo k úplné devastaci vegetačního krytu, na mnoha místech k rozrušení půdního povrchu, na svazích nového rybníčku k rozvoji půdní plošné eroze a půdní devastaci. Půdní povrch je rovněž narušen v malé obůrce u hájenky v Jundrově a jejím okolí. Na strmých svazích nad potokem Vrbovce dochází zejména spásáním a pohybem mufloních stád k rozsáhlému narušení až úplné devastaci půdního krytu.

Stále se zvyšuje počet návštěvníků, které lákají jak zvířata v oboře, tak přírodovědné hodnoty a lesní zázemí k odpočinku a poznání. V poslední době přitahuje členitý terén i cyklisty na horských kolech. Návštěvníci využívají již stávajících lesních

cest, případné narušení vegetace větší koncentrací návštěvníků připadá v úvahu pouze v lokalitě U jezírka, i zde je však těžko odlišitelné od vlivu vysoké zvěře. Rovněž sešlap v příkřejších úsecích odlesněné trasy plynovodu nemá zásadní význam pro urychlení současných modelačních procesů (Buček, 1993).

2.2.3. Půdní pokryv

Půdní pokryv je závislý nejen na trofických a hydrických vlastnostech ekotypu, ale i na současném stavu lesních porostů. V oboře Holedná tvoří půdní kryt na převážné většině území listnatý a jehličnatý, příp. listnato-jehličnatý opad, pouze malou plochu zaujímají lokality s převahou travinno-bylinného podrostu, které mohou sloužit jako zdroj potravy pro zvěř.

Na části území již dnes tvoří vegetativní kryt především kopřiva dvoudomá, především v místech soustředění zvěře. Tyto plochy představují degradační stádia lesních fytoocenóz, kopřiva zde indikuje především vysoce zvýšený obsah dusíku v půdách. Specifickou formu půdního pokryvu tvoří „obnažený povrch půdy s trusem“, vznikající v místech trvalého soustředění vysokých stavů zvěře (v obůrce u jundrovské hájovny a obůrce černé zvěře). Podrostní společenstvo je zde zcela degradováno, tyto plochy mají charakter výběhu dobytka a jsou zcela bez půdního pokryvu (Buček, 1993).

2.2.4. Vodstvo

Území Holedná je odvodňováno pravostrannými přítoky Svratky, z nichž nejvýznamnější je potok Vrbovec, který obtéká Kohoutovickou hrást podél jejího západního, severozápadního a severního úpatí. Ostatní přítoky, protékající zájmovým územím, jsou málo vodné, periodicky protékané. Často se vyskytují, zejména při úpatí, puklinové prameny a rozptýlená prameniště (Buček, 1993).

2.3. Diferenciace a hodnocení stavu lesních geobiocenóz

2.3.1. Geobiocenologická typizace

Převážná část území náleží do 2. buko-dubového vegetačního stupně. V přírodních lesích převládá dub zimní a habr, buk lesní vytvořil jen příměs. Na

severních svazích Holedné a zastíněných svahových údolích nacházíme geobiocenózy 3. dubo-bukového vegetačního stupně, kde v dřevinné skladbě přírodních lesů převládá buk lesní nad dubem zimním.

Začlenění do trofických ekologických řad vystihuje minerální sílu půd, především obsah živin. Značnou rozlohu v oboře Holedná zaujímají geobiocenózy oligotrofní (minerálně chudé a kyselé) řady A a oligotrofně mezotrofní meziřady A/B. Podstatně menší plochu mají geobiocenózy mezotrofní (minerálně středně zásobené) řady B-mezotrofní. Pouze na soliflukčních hlínách jsou zastoupeny geobiocenózy mezičasy B/B – mezotrofně bazické.

Hydrické ekologické řady vystihují dynamiku vlhkostního režimu půd. V oboře Holedná převládají geobiocenózy normální hydrické řady (3), ostrůvkovitě se vyskytuje i omezená hydrická řada (2), charakterizovaná nedostatkem vláhy a omezeným růstem dřevin. Jen výjimečně v blízkosti potoka se uplatňuje řada zamokřená (4) a fragmentárně v depresích v oblastech soliflukčních proudů i řada mokrá (5) (Buček, 1993).

2.3.2. Floristická skladba současných společenstev

Převládajícími dřevinami na území Holedná jsou habr obecný (*Carpinus betulus*) a dub zimní (*Quercus petraea*). Vzácněji se vyskytuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub žlutavý (*Quercus dalechampii*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), osika obecná (*Populus tremula*). Vzácně nacházíme dřín obecný (*Corpus mas*) a jedli bělokorou (*Abies alba*).

V suťových lesích na bázích svahů je kromě habru obecného (*Carpinus betulus*) a dubu zimního (*Quercus petraea*) zastoupen javor mléč (*Acer platanoides*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), lípa malolistá (*T. cordata*), jilm horský (*Ulmus glabra*) a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Z keřů je to líska obecná (*Corylus avellana*) a brslen bradavičnatý (*Euonymus verrucosa*).

Z nepůvodních dřevin je nejhojnější smrk ztepilý (*Picea abies*), dále borovice lesní (*Pinus sylvestris*), méně douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Velmi vzácně nalézáme borovici vejmutovku (*Pinus strobu*) a lísku tureckou (*Corylus colurna*) (Buček, 1993).

Porosty na suchých kamenitých svazích mají většinou řídký, mezernatý podrost, kde se nejhojněji uplatňuje bika hajní (*Luzula luzuloides*), častý je jestřábník zední (*Hieracium murorum*), pomněnka lesní (*Myosotis sylvatica*), rozrazil lékařský (*Veronica officinalis*), pomístně kostřava ovčí (*Festuca ovina*), a lipnice hajní (*Poa nemoralis*).

V humózních a suťových lesích je podrost druhově pestřejší, z hojnějších druhů se vyskytuje bažanka trvalá (*Mercurialis perennis*), pitulník žlutý (*Galeobdolon luteum*), kakost smrdutý (*Germanium robertianum*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), pryšec mandloňovitý (*Tithymalus amygdaloides*), válečka lesní (*Brachypodium sylvaticum*) a zvonek řepovitý (*Campanula rapunculoides*) (Buček, 1993).

Velmi charakteristická jsou společenstva mechorostů, která pomístně pokrývají značné plochy. Z dominantních druhů je to především rokyt cypřišovitý (*Hypnum cupressiforme*), ploník ztenčelý (*Polytrichum formosum*), baňatka sametová (*Brachythecium velutinum*), rohozub nachový (*Ceratodon purpureus*), papratka níci (*Pohla nutans*), a katinka vlnatá (*Atrium undulatum*).

Druhově bohatá jsou potoční aluvia, kde z dřevin převládá olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), vrba křehká (*Salix fragilis*), pomístně kalina obecná (*Viburnum opulus*). Z bylin je častá máta dlouholistá (*Mentha longifolia*), karbinec evropský (*Lycopus europaeus*), ostřice řídkovlasá (*Carex remota*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*), krtičník stinný (*Scrophularia umbrosa*) a křehkýš vodní (*Myosoton aquaticum*). Vzácně se nachází jarmanka větší (*Astrantia major*).

Na rudelizovaných stanovištích je nejčastěji kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), dále ptačinec žabinec (*Stellaria media*), lipnice roční (*Poa annua*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*) a lilek černý (*Solanum nigrum*). V silně prosvětlených porostech se uplatňuje dominantně třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) (Buček, 1993).

2.3.3. Současná dřevinná skladba lesních porostů

Dřevinné složení současných porostů obory Holedná je silně ovlivněné dlouhodobým hospodařením v lesích, takže se zde nezachovaly segmenty lesních geobiocenóz v přírodním ani v přirozeném stavu. Současné porostní typy náleží mezi společenstva přírodě blízká, společenstva přírodě vzdálená a společenstva přírodě cizí.

Mezi společenstva přírodě blízká náleží ty porostní typy, v nichž převažují druhy původních přírodních lesu:

- doubravy
- bučiny
- lipové porosty
- habrové porosty.

Mezi společenstva přírodě vzdálená náleží porostní typy s převahou dřevin, které se v přírodních lesních geobiocenózách nevyskytovaly:

- borové porosty
- smrkové porosty.

Mezi společenstva přírodně cizí patří porostní typy s převahou introdukovaných dřevin:

- jedle obrovské (*Abies grandis*), borovice (*Pinus strobus*) a douglasky (*Pseudotsuga*).

Z hlediska ekologické stability lesních porostů v oboře Holedná je nepříznivé to, že značnou plochu zaujímají přírodě vzdálené a ekologicky méně stabilní borové a smrkové porosty, založené umělou výsadbou.

Druhovým složením přírodě blízké listnaté porosty, především doubravy, habrové a lipové porosty středního věku jsou převážně výmladkového původu (Buček, 1993).

3. Charakteristika tůní „U jezírek“

Tůně se nacházejí pod vrcholem Holedná (391 m n. m.) na místě zvaném U Jezírek (310 m n. m.).

Obě tůně, jak periodická tak trvalá, byly zřízené uměle. Jsou od sebe vzdáleny přibližně 15m. Periodická tůň je položena asi o 2 m výše než trvalá. Dříve byly obě tůně trvalé, díky spodní vodě, která pod nimi protékala. Také zde asi 10 m od dnes již periodické tůně vyvěral potůček, který do tůně vtékal a doplňoval v ní stav vody. Na místě jeho vyvěrání byla postavena malá kašna, která zde stojí dodnes (viz přílohu), ale voda z ní více než přes deset let nevytéká. Dnes tedy spodní voda ani potůček stav vody v periodické tůni neudrží a tůň pravidelně vysychá.

Periodická tůň vysychá každý rok v období na přelomu října a listopadu. Vodou se plní většinou během března, když začne tát sníh a led na kopcích okolo tůní. Roztátá voda stéká do tůní a společně s jarními dešti ji plní vodou. Během roku pak stav vody udržují deště, ale s blížícím se koncem léta voda v periodické tůni postupně klesá až vyschne zcela.

V trvalé tůni je stav vody také ovlivněn jarním táním sněhu a dešti. Koncem léta se zde stav vody trochu sníží, ale tůň nikdy nevysychá.

Tvar periodické tůně je oválný. Při jarním měření (v půlce dubna) měla tyto rozměry: šířka přibližně 15,5 m a délka 26,5 m. Při podzimním měření (koncem září) měřila na šířku přibližně 13,2 m a na délku 23,5 m. Takže už podle zjištěných hodnot je patrné, že vody v tůni postupně ubývá. Přibližně v polovině října byla periodická tůň zcela vyschlá.

Tvar trvalé tůně je přibližně kruhovitý. V nejširším místě měřila při jarním měření na délku přibližně 21,5 m a na šířku 19,5 m. Koncem září byly hodnoty přibližně o půl metru kratší.

Periodická tůň je velmi mělká. Hloubka uprostřed tůně (tedy v nejhlubší části) je zde po jarním tání přibližně 1m. Dno je zde hlinité, ojediněle jsou zde větší kameny. Během léta je dno zaneseno nánosem listů, bahna a větví, které sem byly splaveny při deštích. Koncem léta je téměř celá tůň pokryta orobincem širolistým (*Typha latifolia*) a místy roste leknín bílý (*Nymphaea alba*), viz příloha. Z dalších vodních rostlin zde můžeme vidět rdesno (*Polygonum* sp.), růžkatec ponořený (*Ceratophyllum submersum*),

bublinatku jižní (*Utricularia australis*), haluchu vodní (*Oenanthe aquatica*), vrbinu penízkovitou (*Lysimachia nummularia*) a zblochan (*Glyceria* sp.).

Trvalá tůň je hlubší. Hloubka ve středu tůně je přibližně 1,5 m. Dno je zde bahnité a zanesené poměrně mohutnou vrstvou spadlých větví a listů. Rostlinstvo na této tůni je chudší. Můžeme zde vidět leknín bílý (*Nymphaea alba*), orobinec širolistý (*Typha latifolia*), rdesno (*Polygonum* sp.) a okřehek menší (*Lemna minor*), který pokrývá téměř celou tůň. Na březích kolem trvalé tůně rostou vrby bílé (*Salix alba*) (obrázky viz příloha).

Tůně jsou udržovány Správou lesů města Brna. V roce 2001 byly tyto tůně čištěny. Byl z nich odstraňován nános listů a větví a vybrána část dna. Lekniny pak zde byly vysázeny uměle. V době kdy jsem začínala tuto diplomovou práci zpracovávat jsem o tomto zásahu nevěděla. Předpokládám tedy, že se takové úpravy na obou tůních budou v budoucnu někdy opakovat a tento zásah by mohl změnit složení fauny a flory na těchto tůních.

V okolí tůní roste bohatá skladba stromů. V oblasti do 20 m od jezírek můžeme vidět olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), smrk ztepilý (*Picea abies*), habr obecný (*Carpinus betulus*), vrby bílé (*Salix alba*), dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), břízu bělokorou (*Betula pendula*), topol osiku (*Populus tremula*), borovici lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Také bylinné patro je zde velice bohaté.

Obě tůně jsou propojeny betonovým korytem. Koryto začíná u betonové kašny a vede do periodické tůně. Na protější straně periodické tůně je pak vytvořeno koryto vedoucí z prudkého svahu do trvalé tůně. Z trvalé tůně je pak koryto vedeno z mírného svahu volně do lesa.

4. Metodika

4.1. Metoda sběru bezobratlých

4.1.1. Metody sběru materiálu a jeho příprava k určování

Odběr sladkovodních bezobratlých ze dvou tůní v lokalitě „U Jezírek“ v oblasti Holedná jsem opakovala přibližně každých čtrnáct dní v období od 27.3.2005. do 12.11. 2005. Podrobnější rozepsání termínů odběrů je uvedeno v tabulce níže. Pro odběr sladkovodních bezobratlých jsem měla k dispozici bentosku, příborový nůž, bílou plastovou misku, skleněné a plastové láhve na uchování vzorků, epruvety, měkkou a tvrdou pinzetu a lžičku.

Místo bentosky jsem použila plastové kuchyňské sítko s průměrem okraje obruče 14 cm a průměrem ok sítě 1,4 mm. Lov bentoskou jsem prováděla ze břehu. Při lovu jsem bentosku ponořila okrajem obruče kolmo k hladině a poté jsem ji rychle táhla po povrchu hladiny, ve volné vodě, těsně nade dnem, nebo mezi vodními rostlinami. Sítku jsem při tom nakláněla obručí mírně nahoru, aby z ní organismy neunikly. Když jsem bentoskou prolovila asi jeden metr čtvereční, rychle jsem ji vytáhla z vody. Nechala jsem z bentosky vytéct vodu a její obsah jsem vyklepala do bílé plastové misky, do které jsem si předem nalila trochu vody z téže tůně, ve kterém jsem živočichy lovila. Obsah bentosky jsem ještě prohlédla, protože často se v ní živočichové zachytili. Poté jsem důkladně prohlédla obsah misky. Pomocí pinzety nebo lžičky jsem z ní vybrala živočichy, které jsem umístila do sběrných lahví. Do těchto lahví jsem předem nalila vodu ze stejného tůně, ze které jsem vzorky odebrala. Dravé bezobratlé živočichy jsem umístila do lahví zvlášť, aby se navzájem nesežrali.

Dále jsem vzorky odebírala z kamenů ležících na dně, kořenů, klacků a rostlin. Z těchto materiálů jsem vzorky odebírala pinzetou. Většinu živočichů jsem odebírala pomocí měkké pinzety nebo lžičky, abych vzorky nepoškodila. Vodní plže jsem vybírala tvrdou pinzetou vzhledem k jejich tvrdé ulitě. Odběr materiálu jsem prováděla ze tří různých stanovišť na každé tůni. K trvalé tůni je špatný přístup vzhledem k rozbahněnému a strmému břehu. Proto jsem místa odběru byla nucena vybrat z hlediska přístupnosti.

Jako poslední jsem si nabrala do zásobních nádob vodu s drobnými klacíky, s rostlinami a kameny, na kterých jsem doma za pomoci lupy a preparačního mikroskopu hledala drobné bezobratlé živočichy.

Po odebrání všech vzorků jsem tyto vzorky dále zpracovávala doma. Nalovené organismy jsem rozdělila do epruvet a zalila 4% formaldehydem, který jsem si předem naředila. Epruvety jsem označila štítkem z datem a místem odběru. Nafixované vzorky jsem uschovala a determinovala.

Odběry jsem prováděla na obou tůních. Na každé tůni jsem vzorky odebírala vždy na stejných místech, viz výše. S odběry jsem začala ihned po rozmrznutí tůní a to 27.3.2005. Celkem jsem provedla v trvalé tůni 15 odběrů a v periodické tůni 12 odběrů. V periodické tůni jsem poslední odběr provedla 25.9.2005, protože při další návštěvě tůně byla již zcela vyschlá. V trvalé tůni jsem provedla poslední odběr 12.11.2005. Při další návštěvě 25.11.2005 se kvůli zamrzlým okrajům stala trvalá tůň nepřístupná.

Tab.1. Data odběru bezobratlých živočichů v roce 2005

DO	27.3.	10.4.	25.4.	8.5.	20.5.	5.6.	23.6.	10.7.	30.7.	21.8.	11.9.	25.9.	9.10.	23.10.	12.11.
PT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
TT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

DO.....datum odběru v roce 2005

PT.....odběr v periodické tůni

TT.....odběr v trvalé tůni

4.2. Determinace bezobratlých živočichů

K determinaci byla použita tato určovací literatura: Klíč k určování zvířeny ČSR I. (Hrabě a kol., 1954), Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů (Chejsin, 1995), Klíč zvířeny ČSR II. (Kratochvíl a kol., 1957), Klíč vodních larev vodního hmyzu (Rozkošný, 1980).

K determinaci jsem použila lupu, preparační mikroskop Meopta a stereolupu Zeiss. Bezobratlé živočichy, které jsem uchovávala v epruvetách s 4% formaldehydem,

jsem umístila na malou misku s vodou, aby mi vzorky během určování nevyschly a nepoškodily se. Po určení zkoumaného vzorku jsem napsala název druhu na lístek, který jsem společně se vzorkem vložila zpátky do epruvety.

Drobné larvy jsem určovala na základě později nalezených a určených vyšších instarů.

4.3. Metodika pozorování a určování obojživelníků

Vzhledem k tomu, že se každé jaro v těchto tůních shromažďuje velké množství obojživelníků, aby se zde rozmnožili, neopomenula jsem je při svém pozorování.

Pozorování obojživelníků jsem prováděla během pozorování bezobratlých živočichů. Při odběrech 10.4.2005 jsem zde již zahlédla některé obojživelníky, a to: skokana hnědého, ropuchu obecnou a čolka obecného. Při dalším pozorování 25.4.2005 jsem zde viděla již značné množství ropuch i čolků a mezi rostlinami bylo velmi mnoho řetízků a shluků vajíček. Zatímco ropuchy se shromažďovaly spíše v trvalé tůni, čolky jsem našla pouze v tůni periodické. Skokana hnědého jsem nacházela méně často a to v obou tůních. Při dalších odběrech jsem pozorovala vývojová stadia těchto obojživelníků, viz přílohu.

4.4. Metodika určování rostlin v tůních a jejich blízkém okolí.

Část rostlin jsem určila na místě. Některé druhy jsem nafotila a poté jejich určení konzultovala s RNDr. Zdenou Lososovou, Ph.D.

5. Charakteristika očekávaných taxonů

KMEN: Měkkýši (Mollusca)

TŘÍDA: Plži (Gastropoda)

Pohyb: Plži se pohybují po podkladu výhradně pomocí svalnaté nohy. Při pohybu je na spodní straně nohy (tzv. chodidlo) vidět postupně probíhající svalovou kontrakci. Zároveň je na spodní straně nohy vylučován sliz, který usnadňuje pohyb. Při pohybu na hladinové blance se plži pohybují po slizové pásce a kromě toho jsou ke hladině tlačeni svou nízkou specifickou vahou (dosahují toho vysunutím větší části těla z ulity a roztažením vzduchu v plicní dutině). Mohou proto poměrně rychle vyplavat k hladině. Tento pohyb je častější u čeledi plovatkovitých (Lymnaeidae) než u čeledi okružákovitých (Planorbidae), jejíž zástupci jsou více vázáni na substrát a vylézají k hladině většinou jen po rostlinách. Jejich pohyb není také plynutým klouzáním, ale v intervalech vždy prudce přitahují ulitu za nohou (Lellák, 1972).

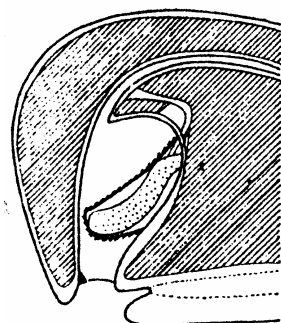
Dýchání: Plži předožábří dýchají jedním žábrem v přední části těla, tedy před srdcem, které vyčnívá do plášťové dutiny. V plášťové dutině dochází k pasivní výměně vody, nebyly pozorovány žádné dýchací pohyby (Lellák, 1972).

Plži zadožábří mají žebro umístěné v zadní části útrobního vaku, za srdcem (Sedlák, 2003).

U plžů plicnatých probíhá výměna plynů na stěnách plášťové dutiny, která je naplněna vzduchem. Vzduch v dutině je vyměňován u hladiny, kam plži pravidelně vystupují. Frekvence nabírání čerstvého vzduchu je závislá na obsahu kyslíku ve vodě i teplotě. Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) při teplotě vody do 15°C téměř nevystupuje ke hladině. Při teplotě nad 15°C dochází k výměně vzduchu 7-20x za hodinu. S klesajícím obsahem kyslíku se frekvence ještě zvyšuje. Plovatka přitom přiblíží otvor do plášťové dutiny (dosud uzavřený) ke hladině a s hlasitým, mlaskavým zvukem ho otevře. U všech plicnatých plžů je vyvinuto kožní dýchání. Také okružáci vysunují plášťový výběžek do vody. Malé druhy z čeledi okružákovitých nevystupují k hladině buď vůbec a jejich dýchací dutina je trvale naplněna vodou, nebo je naplněna vzduchem, ale k hladině vystupují jen málo a kyslík ve vzduchové bublině doplňují difúzí z vody. Celá tato čeleď je lépe přizpůsobena životu ve vodě a druhy, které vystupují ke hladině pro vzduch tak činí za stejných podmínek 6-10x méně často než druhy čeledi plovatkovitých (Lellák, 1972).

Okružáci mají v hemolymfě hemoglobin, který je výkonnější než hemocyanin. Proto se nemusejí tak často nadechovat u hladiny a postačuje jim pouze dýchání pomocí vysunutého prokrveného pláště nebo si doplňují kyslík ve vzduchové dutině plic difúzí – přímo z vody (Sedlák, 2003).

Potrava: Potrava je většinou rostlinná, ale konzumují i zbytky vodních živočichů. U čeledi plovatkovití je vyvinuta adaptace ke krouhání rostlinné potravy: vedle rohovité raduly jsou zrohovatělé i okraje ústního otvoru v podobě čelistí. U čeledi okružákovití je jediným orgánem umožňujícím sbírání potravy radula a proto mohou pouze na povrchu oškrabávat částechy nárostů, rostlin nebo detrit (Lellák, 1972).



Obr. 1. Radula plže (Sedlák, 2003)

Rozmnožování: Naši plži jsou většinou hermafroditi. Při kopulaci fungují oba jedinci jako samci, později se oba mění v samice (Vlk, in verb.).

Většina našich plžů klade vajíčka obalena tuhou, rosolovitou hmotou ve snůškách. Počet vajíček je různý podle druhu (Lellák, 1972).

PODTRÍDA: Plicnatí (Pulmonata)

ŘÁD: Spodnoocí (Basommatophora)

ČELEĎ: Plovatkovití (Lymnaeidae)

Do této čeledi patří větší vodní plži se širokou nohou a krátkou hlavou. Lezou po spodní straně tenké vrstvy slizu, kterou vytvářejí na povrchu vodní hladiny. Dýchací otvor se může pomocí zvláštního rourkovitého výrůstku pláště vysunout (Pfleger, 1998).

ČELEĎ: Okružákovití (Planorbidae)

Tato čeleď má terčovitou ulitu. Hlava i noha živočichů jsou poměrně malé, tykadla nitkovitá. Na rozdíl od ostatních měkkýšů mají druhy čeledi okružákovitých červenou krev (Pfleger, 1988). Čeleď okružákovití obývají zarostlé vody.

KMEN: Kroužkovci (Annelida)

TŘÍDA: Opaskovci (Clitellata)

PODTŘÍDA: Pijavice (Hirudinea)

Obecná charakteristika: Pijavice jsou dorzoventrálně zploštělí živočichové, u nichž jsou na obou koncích těla vyvinuty přísavky. Tělo je tvořeno články. Každý článek je ještě na povrchu rozdělen v tzv. kroužky. Zbarvení těla je značně variabilní, velikost se pohybuje od 1 do 30cm (naše druhy max. 15 cm).

Pohyb, potrava, dýchání: Po substrátu se pijavice pohybují pomocí obou přísavek. Živočich natáhne tělo co nejvíce dopředu, přichytí se hlavovou přísavkou a přitáhne ostatní tělo dopředu a ocasní přísavkou se přichytí hned za přísavkou hlavovou. Některé čeledi vedle toho vlnivým pohybem těla výborně plavou ve volné vodě. Z našich druhů je to pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*), pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*) a hltanovka bahenní (*Erpobdella octoculata*). U řádu čelistnatky jsou v ústní dutině vyvinuty 3 čelisti. Pijavka lékařská může pomocí těchto čelistí vykrojit otvor do pokožky napadeného živočicha. Živí se krví teplokrevných zvířat. Slinné žlázy přitom vylučují látku, která snižuje srážlivost krve (hirudin). Bylo zjištěno, že tento druh může také vstříkávat do cév napadeného organismu látku zabraňující stažení stěn cévy a tím urychluje výtok krve. Pijavka lékařská vydrží také velmi dlouho hladovět (až 5 roků). Dříve byl tento druh chován ve velkém množství pro lékařské účely. Zjistilo se při tom, že se může dožít stáří až 20 let. Pijavka koňská se neživí krví, ale drobnými živočichy.

U našich druhů pijavek nejsou vyvinuty žádné dýchací orgány. Dýchají celým povrchem těla. Byly však pozorovány dýchací pohyby – při snížení množství kyslíku ve vodě se přichytí přísavkou k podkladu a provádějí undulační pohyby celým tělem, ke kterému tak přichází neustále čerstvá voda.

Rozmnožování, vývoj: Pijavky jsou hermafroditi. U pijavek je přenos spermatu uskutečňován pomocí penisu. Ke kopulaci dochází většinou v jarních měsících. Vajíčka jsou odkládána do kokonů. Kokony jsou buď lepeny na rostlinstvo a kameny nebo volně pokládány na bahno. U čelistnatek jsou kokony tvořeny jen tenkým blanitým obalem a přidržovány na břišní straně těla samice. Zde zůstávají i mláďata vylíhlá z vajíček.

Pijavice žijí jak na bahnitém tak na kamenitém dně vod, řada druhů žije mezi vodním rostlinstvem, na různých ponořených předmětech apod. Najdeme je ve vodě jen několik centimetrů hluboké, ale také v jezerech v hloubce až 50 m. Jeden druh může žít jak v různých typech stojatých vod tak i v řekách a potocích. Snesou vyschnutí biotopu po několik týdnů a po dobu sucha jsou zahrabány v bahně. Přitom ztrácejí značnou část vody a vylučují kolem sebe slizový obal. Zimu přežívají ve strnulém stavu (Lelák, 1972).

ŘÁD: Čelistnatky (Gnathobdellida)

V ústech těchto pijavic jsou tři poločočkovité a jemně ozubené kutikulární čelisti, sloužící k nařezávání pokožky hostitele nebo k drcení drobných živočichů (Sedlák, 2003).

ŘÁD: Hltanovky (Pharyngobdellida)

U těchto pijavic jsou na stěnách dlouhého hltanu vytvořeny tři podélné svalové lišty na drcení potravy. Jsou to většinou hojně dravé druhy (Sedlák, 2003).

KMEN: Členovci (Arthropoda)

PODKMEN: Šestinozí (Hexapoda)

TŘÍDA: Hmyz (Insecta)

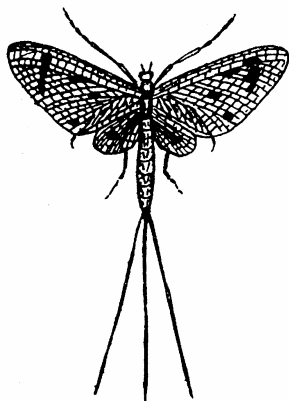
NADŘÁD: Starokřídlí (Palaeoptera)

ŘÁD: Jepice (Ephemeroptera)

Jepice jsou snad nejstarším hmyzem a mnoho druhů je známo již z mladšího karbonu. Jepice jsou rozšířené po celém světě s výjimkou několika izolovaných ostrovů

(Sv. Helena, Havajské ostrovy aj.). Z asi 1400 dnes popsaných druhů je v naší fauně zastoupeno asi 75 druhů.

Imága dorůstají 3-40 mm délky. Hlava nese kratičká tykadla. Tři páry nohou jsou často různě stavěné. Přední pár nohou, zejména u samců, bývá podstatně delší než další 2 páry, které mohou být někdy značně redukovány. Přední pár nohou má též funkci smyslovou, jako hmatové orgány a u mnoha druhů slouží k zachycení samičky při kopulaci. Křídla jsou jemná, zadní jsou menší, někdy silně redukováná, nebo zcela chybí. V klidu jsou složená k sobě. Desátý článek nese 2 dlouhé mnohočlenné štěty (cerci) a střední koncové vlákno, paštět, který bývá více méně redukováný, někdy je jen u samců a někdy zcela chybí. Pohlavní otvory a penis jsou párovité (Lellák, 1972).



Obr. 2. Jepice rodu *Ephemera* sp., (Absolón, 1995)

U imág jepic jsou silně redukovány ústní ústroje i zažívací trakt. Zažívací trakt není schopen funkce a imága nepřijímají žádnou potravu. Žijí proto velmi krátce, často jen několik málo hodin, nejvýše několik dní. Samci hynou po kopulaci, samičky brzy po naklazení vajíček (Lellák, 1972).

Vývoj se děje proměnou nedokonalou, charakterizovanou velkým počtem svlékání vývojových stádií, v jejichž průběhu se vyvíjejí křídla i pohlavní orgány.

Imága létají často ve velkém množství poblíž vod, v nichž žijí jejich larvy, a to hlavně za soumraku. Mnoho druhů však létá za jasného dne i v plném slunečním světle. Soustředí se k zásnubním letům do obrovských rojů, ve kterých imága víří charakteristickým rychlým klesáním a stoupáním. Samičky vlétnou do rojů samečků jednotlivě a ještě ve vzduchu dochází ke kopulaci s jedním ze samečků. Mnoho druhů

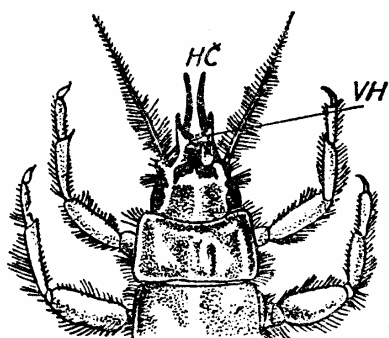
jeví silnou pozitivní fototaxi a v noci se soustřeďují, často v obrovských masách, okolo světelných zdrojů (Lellák, 1972).

Vajíčka kladou samičky ihned, anebo brzy po oplození, zpravidla za soumraku nebo v noci. U jediného našeho druhu, jepice dvoukřídle (*Cloeon dipterum*), neklade samička vajíčka ihned po oplození, ale ukryje se na chráněném místě, kde v klidu a bez potravy setrvá asi 10 dní. Teprve potom odlétá k nejbližší vodní nádrži ke kladení. Důsledkem dlouhého časového odstupu mezi oplodněním a kladením je viviparie tohoto druhu. Vývoj embrya a vylíhnutí larvy z vajíček se uskuteční již v těle samičky, takže samička klade již larvy.

Všechny ostatní naše druhy jepic kladou vajíčka, a to rozmanitým způsobem. Příslušníci r. *Ephemerella*, *Heptagenia* aj. snáší vajíčka v kulovitých chuchvalcích, které se vytvořily z vajíček vytlačených z vejcovodů na konci zadečku. Snůšky samičky odvrhují na vodní hladinu za letu. U rodu *Polymitarcis* snáší samičky vajíčka do velkého chuchvalce, se kterým nějakou dobu poletují, poté se snesou k vodní hladině a ponoří zadeček i se snůškou několikrát do vody. Vajíčka se vodou uvolní a padají do vody. Zcela jinak kladou vajíčka druhy prodávající svůj vývoj v tekoucích vodách. Např. samičky r. *Baetis* kladou vajíčka přímo pod vodu. Pod vodu sestupují zpravidla po kamenech aj. pevných předmětech, vyčnívajících z vody. Přitom jsou obaleny vrstvou vzduchu drženou na těle přiloženými křídly. Vajíčka přilepují buď na vodní rostliny, nebo na kameny. Často jsou na vhodných místech pokryty vaječnými snůškami těchto jepic velké plochy kamenů nebo celé trsy rostlin.

Vajíčka jepic jsou drobná, často opatřena rosolovitým obalem (exochorionem), který je lepivý a slouží k vytváření vaječných mas při kladení, anebo při nalepování vajíček na substrát přímo pod vodu. Embryonální vývoj jepic je poměrně dlouhý (Lellák, 1972).

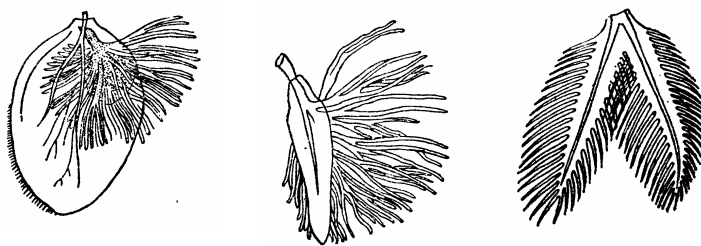
Larvy (najády) všech jepic žijí ve vodě. Tvar těla mají většinou zploštělý nebo válcovitý. Stavba těla najád různých druhů jepic je značně variabilní a je to výsledkem adaptací specifickým podmínkám prostředí ve kterém žijí. Tři páry nohou jsou kratší, ale silnější než u imág, na vnějších okrajích opatřené řadami štětín a krátkých ostnů, umožňující dobré zachycení na substrátu. Chodidla mají jen jeden článek zakončený jedním drápkem. U různých ekologických forem jsou nohy uzpůsobeny často ke speciálním funkcím. U hrabavých najád je zejména první pár nohou silně chitinizovaný a rozšířený.



Obr. 3. Přední konec larvy jepice (*Ephemera*), VH – výrůstek předního okraje hlavy
HČ – mandibuly, (Chejsin, 1955)

Druhý a třetí hrudní článek nesou po páru dozadu směřujících pochev křídel. Desetičlenný zadeček je válcovitý nebo více méně zploštělý. Na konci 10. článku jsou dva dlouhé článkované a různě obrvené štěty (cerci) a stejně utvářené koncové vlákno (paštět), které jen zřídka chybí. Štěty tvoří pomocný plovací orgán, horizontální ploutvičku, a proto jsou u druhů schopných plavat, zvláště dobře vyvinuty a hustě po stranách obrveny. Naproti tomu u některých hrabavých forem mohou být svinuty (Lellák, 1972).

Najády jepic dýchají tracheálními žábry, umístěnými zpravidla na 1.-7. zadečkovém článku. Počet žaber je někdy redukován. Jsou to velmi rozmanitě utvářené orgány, zpravidla zdvojené, řidčeji jednoduché. Skládají se z různě utvářených celokrajných nebo na okrajích roztřepených plátků, doplněných svazky vláken nebo to jsou vidličnatě rozvětvené, úzké útvary pokryté keříčkovitými výběžky. Vedle hlavních zadečkových tracheálních žaber se vyskytují vedlejší tracheální žábry v podobě svazečků vláken umístěných na čelistech, anebo navíc ještě podobně svazečky žaber u kyčlí předního páru nohou.



Obr. 4. Ukázka žaberních lístků larev jepic rodu *Ecdyonurus*, *Heptagenia*, *Potamanthus*, (Chejsin, 1995)

Najády jsou bentickými živočichy a žijí buď přímo zahrabány v bahně, nebo jsou alespoň kryty svrchu ochranou vrstvou bahna. Proto je také jejich druhý pár žaberních lupínek přeměněn v ochranné krovkovité štíty chránící ostatní žábra před znečištěním a poškozením.

Najády jepic jsou zcela běžnými obyvateli nejrozmanitějších stojatých i tekoucích vod. Chybí snad pouze v mimořádně znečištěných vodách. Dávají však přednost čistým, dobře prokysličeným vodám (Lellák, 1972).

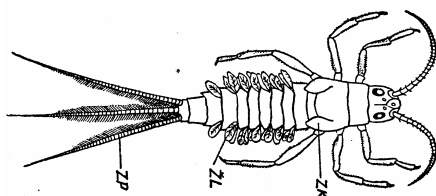
Podle bionomie najád jepic, rozeznáváme několik larválních typů.

a) Najády obývající stojaté nádrže jako jezera, rybníky, stará říční ramena a tůně.

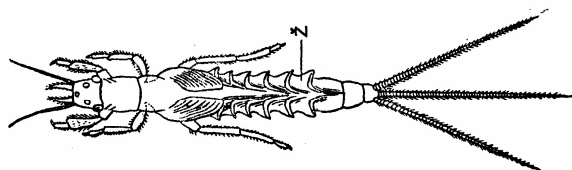
1. Typ plovací: Mají tenké nohy a převážně lupínkovité žábry. Dlouhé, hustě po stranách obrvené štěty na zadečku tvoří účinnou plovací ploutvičku. Pomocí této ploutvičky s pomocí žaberních lupínek a prudkým dorsoventrálně vlnivým pohybem zadečku jsou najády schopny se pohybovat náhlými rychlými poskoky i plynulým plováním. Nejčastějším představitelem tohoto typu v naší fauně jsou najády r. *Cloeon*. Zdržují se nejraději mezi rostlinami, kde se koncentrují často ve velkém počtu. Sedí na stoncích a listech rostlin a sbírají z nich nejenom usazený organický detrit, ale i nárosty rozsivek a jiných řas a také drobné živočichy žijící na povrchu rostlin (Lellák, 1972).
2. Typ lezoucí: Jsou to bentické formy různého vzezření. Druhy žijící na měkkém bahnitém dně jsou zpravidla zploštělé, často jsou silně obrvené. Mají hrabavé nebo plazivé nohy a neobrvané abdominální štěty. Jsou zpravidla pokryty bahnem zachyceným na hustém obrvení těla. Leží

obvykle zahrabány v bahně nebo pomalu prolézají těsně pod povrchem bahna. Mezi tento typ patří např. larva rodu *Caenis*.

3. Typ hrabavý: Patří sem jedny z nejpozoruhodnějších najád jepic. Mají silné válcovité tělo, přední nohy, přední okraj hlavy a kusadla mají upraveny k hrabání. Sem patří např. larva rodu *Polymitarcys* (Lellák, 1972).



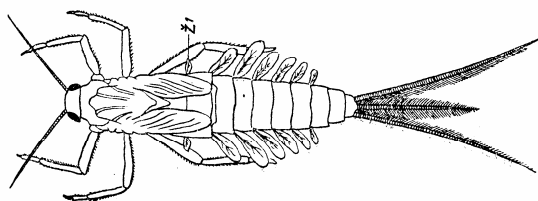
Obr. 5. Larva jepice rodu *Cloeon*
 ŽL – žaberní lístky
 ZK – základy křídel
 ZP – zadečkové přívěsky
 (Chejsin, 1955)



Obr. 6. Larva jepice rodu *Polymitarcys*
 Ž - žábry
 (Chejsin, 1955)

b) Najády obývající tekoucí vody a příbojovou zónu větších nádrží

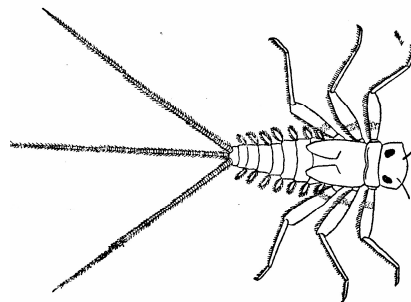
1. Typ volně lezoucí: Najády nejsou morfologicky nijak zvlášť adaptovány k životu v tekoucích vodách. Tvarem těla se podobají plovoucím a lezoucím typům stojatých vod. Žijí v úsecích s mírným proudem vody. Pokud se zdržují v místech s prudším tokem, využívají často ochrany trsů vodního mechu. Jiné druhy žijí v detritu usazeném mezi kameny na dně potoků a říček. Jsou to velmi pohyblivé najády zdržující se často též na kamenech v proudu. Živí se detritem a nárosty, které sbírají s povrchu bahna nebo seškrabávají s kamenů. Sem řadíme např. larvu rodu *Baetis*.
2. Typ přisedlý. Jsou to ploché najády obývající horské potoky a říčky. Jsou poměrně málo pohyblivé, více méně pevně přisedlé na kamenech a jiném pevném podkladě. Dorsoventrálně zploštělé tělo umožňuje nejenom dobré přimknutí k podkladu, ale také usazení v těsných skulinách mezi kameny a pod nimi. Typickými představiteli jsou larvy rodů *Heptagenia*, *Rhithorogena*, *Epeorus* (Lellák, 1972).



Obr. 7. Larva jepice rodu *Baetis*.

Ž1 – první pár žaber.

(Chejsin, 1995)



Obr. 8. Larva jepice rodu *Heptagenia*

(Chejsin, 1995)

KMEN: Členovci (Arthropoda)

PODKMEN: Šestinozí (Hexapoda)

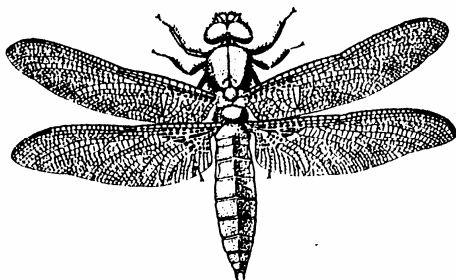
TRÍDA: Hmyz (Insecta)

NADŘÁD: Starokřídlí (Palaeoptera)

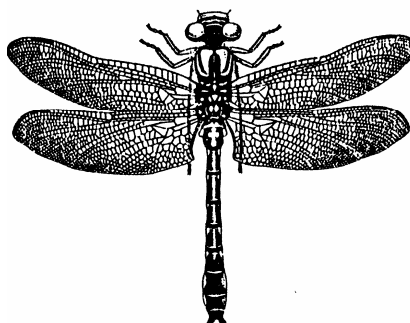
ŘÁD: Vážky (Odonata)

Stejně jako jepice patří k velmi starobylým skupinám hmyzu. Značně specializované formy podobné dnešním vážkám známe již z mladšího karbonu.

Imága jsou štíhlá, 2-13 cm dlouhá. Hlava je velká, sedí na tenkém krku, a proto je velmi pohyblivá, s velkýma složenýma očima a 3 ocellami. Tykadla jsou krátká, štětinkovitá, složená ze 3-7 článků. Ústní ústrojí je velmi silné, kousací. Nohy jsou poměrně slabé, jejich holeně jsou zpravidla opatřené dlouhými trny, sloužícími k pevnému zachycení kořisti, někdy však upravené jako hřebínky a sloužící k čištění hlavy, zvláště očí. Chodidla jsou tříčlanková. Nohy směřují dopředu a na pevném podkladě nejsou schopny chůze, pouze zachycení. Zadeček je štíhlý, protáhlý, s 10ti zřetelně vyvinutými články. Jedenáctý článek je redukovaný, shora sotva patrný. Na konci zadečku jsou dva nečlankované přívěsky. Vývoj je nepřímý s větším počtem larválních stádií (Lellák, 1972).



Obr. 9. Vážka ploská (*Libellula depressa*)
(Sedlák, 2003)



Obr. 10. Klínatka obecná (*Gomphus vulgatissimus*), (Sedlák, 2003)

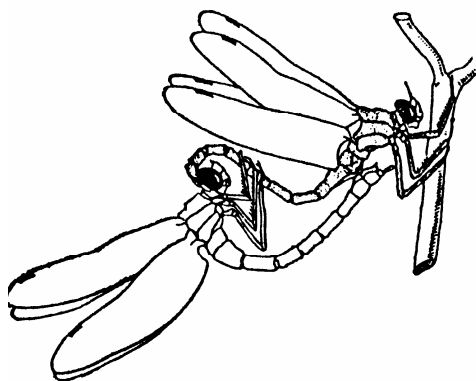
Dospělci mají kožovitá, sklovitě průhledná křídla, zesílená množstvím podélných žilek spojených navzájem velkým počtem příčných žilek. U motýlic jsou oba páry velmi podobného tvaru i stavby, u šídla jsou oba páry velmi odlišné, zadní pár zpravidla kratší a mnohem širší než přední. Kromě toho se tvarem liší křídla samic od samců (pohlavní dimorfismus). Šídla dovedou skutečně mistrně létat. Jsou schopná zůstat v letu na jednom místě, prudce a najednou vyrazit kterýmkoliv směrem, náhle měnit směr i v nejprudším letu. Jsou dokonce schopná letět i pozpátku.

Na rozdíl od ostatního hmyzu mají vážky velmi malou frekvenci pohybu křídel, nejvýše 28-30 úderů/sek. Přesto však patří k nejrychlejšímu hmyzu, snadno létají rychleji než 15 m/sek., mohou však krátkodobě vyvinout rychlost až asi 100km/hod (Lellák, 1972).

Imága vážek létají od konce dubna a začátku května až do pozdního podzimu. Živí se výlučně různým létajícím hmyzem. Většina šídla pátrá po kořisti a loví je přímo v letu, přičemž se samci zdržují nad vodou a udržují si určitý lovecký revír. Samičky loví zpravidla dále od vodních nádrží, nad loukami, lesními cestami, pasekami apod. Malou kořist požírají ihned za letu, s větší usedají na určitém vyvýšeném stanovišti.

Vážky nejsou pohlavně zralé ihned po výletu, jejich pohlavní žlázy dozrávají za různě dlouhou dobu. Před kopulací přeneše samec nejdříve semenné buňky (sperma) z pohlavního otvoru na kopulační orgán a poté se zachytí pomocí abdominálních přívěšků samičce za hlavou, nebo za prothorakální článek, vytvoří tzv. kopulační řetězec. Samička potom stočí konec abdomenu až pod druhý článek zadečku samce a převezme semenné buňky, které ukládá do semenného vaku. U mnoha druhů sameček

po kopulaci samičku nepouští, ale sleduje ji i během celého kladení vajíček (Lellák, 1972).

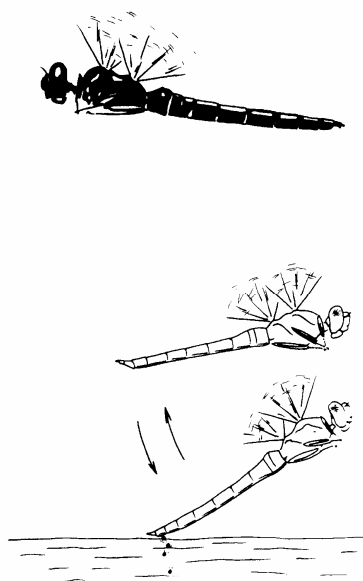


Obr. 11. Kopulace u šídla rodu *Aeschna*
(Sedlák, 2003)

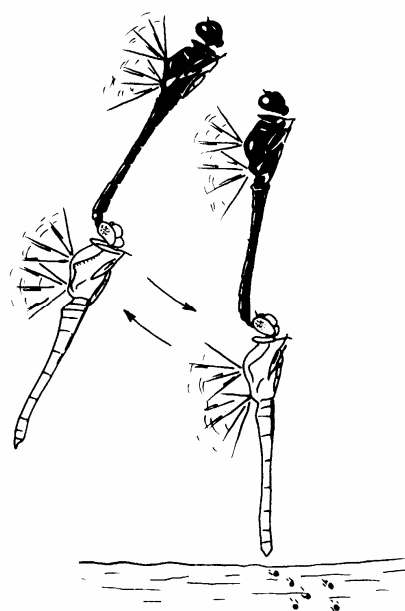
Ihned po kopulaci následuje kladení vajíček, která jsou oplodňována teprve, když opouštějí tělo samičky. Vajíčka jsou kladena různým způsobem, např. pod epidermis čerstvých nebo zahnívajících vodních rostlin, do vody, na vlhkou půdu na břehu vod, do stonků částí rostlin nad vodou i pod vodou.

Sameček doprovázející samičku při kladení vajíčka při tom plní různé úkoly. U druhů, kde samička sestupuje ke kladení pod vodu, napomáhá k vytvoření velké bubliny vzduchu okolo hrudi samičky, která umožní dlouhodobý pobyt samičky pod vodou. Sameček také kladoucí samičku chrání před nepřáteli, před menšími aktivně a v případě, že je pár napaden ptákem, skokanem nebo jiným větším nepřítelem, je zpravidla nejdříve chycen sameček a samička má příležitost uniknout.

Mnoho druhů vážek klade vajíčka za letu a to s doprovodem samečka nebo bez něho. Samičky těchto druhů vesměs nemají kladélko. Poletují houpavým letem nad vodou nebo nad močálovitými břehy, ponořují rytmicky konec zadečku do vody a vypouštějí do ní vajíčka. Mohou dokonce odhazovat vajíčka na vodu přímo ze vzduchu a to až z výše 4 m (Lellák, 1972).



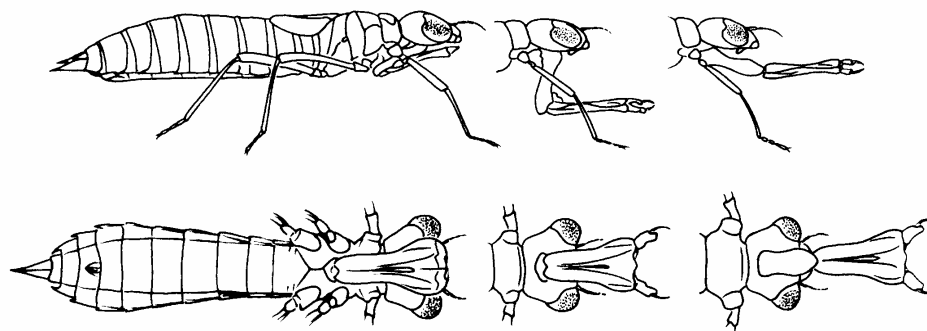
Obr. 12. Tandem při kladení vajíček u vážky rodu *Sympetrum* (sameček vybarven tmavě) (Kovařík, 2000)



Obr. 13. Kladení vajíček samičkou vážky rod *Orthetrum* (sameček vybarven tmavě) (Kovařík, 2000)

Vajíčka vážek jsou vzhledem k velikosti hmyzu velmi malá. Vajíčka jsou obalena pevným endochorionem a navíc tenkým exochorionem, který u druhů kladoucích vajíčka do vody nabobtná a lépe chrání vajíčko před poškozením. Vývoj embrya trvá podle druhu 2-5 týdnů, u mnoha druhů však vajíčka přezimují v diapauze.

Larvy (najády) jsou vodní, stejně dravé jako imága, více méně podobné dospělciům. Složené oči jsou však menší než u imág a jednoduchá očka chybějí. Labium, což je spodní část ústního ústrojí hmyzu, je přetvořeno v tzv. masku, která je v klidu složená pod hlavou. S hlavou je spojena kloubovitě a může být dopředu prudce vymrštnuta za kořisti. V předu nese pár postranních přívěšků, původních přeměněných makadel, sloužících jako klíštky k zachycení kořisti. Proto také bývají na vnitřní straně vyzbrojené trny. Masku bývá u většiny vážek plochá, v klidu zakrývající pouze spodní část hlavy (Lellák, 1972).



Obr. 14. Schéma vymrštění spodního pysku (masky) larvy šídla
(Kovařík, 2000)

Hlava je sice od hrudi zřetelně oddělená, ale nepohyblivá. Nohy jsou štíhlé, kráčivé. Pochvy křídel směřují dozadu a zakrývají přední část zadečku. Zadeček je 10ti článkový, nese na konci 3-5 přívěsků. Šídla mají pět tuhých zadečkových přívěsků úzkého bodcovitého tvaru, které dohromady tvoří tzv. abdominální pyramidu obklopující anus (řit'). Jsou tak ostré a pevné, že mohou být použity i jako obranné a odstrašující zařízení. Při prudkých mrskavých pohybech zadečku jimi může najáda snadno poranit např. ústní dutinu ryby. Vedle anální pyramidy má řada najád šídel na dorsální straně abdominálních článků směrem dozadu obrácené trny a podobnými trny často končí i anální okraje posledních abdominálních článků.

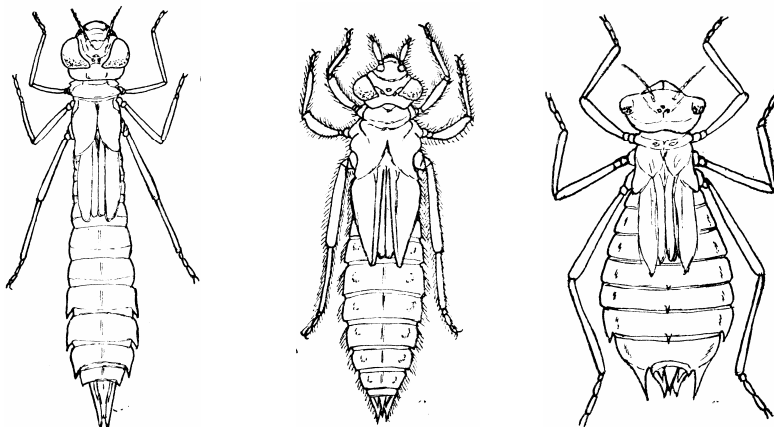


Obr. 15. Konec zadečku zhora u larev vážek lesknice měděné (*Cordulia aenea*) vlevo a vážky rudé (*Sympetrum sanguineum*) vpravo, (Rozkošný, 1980)

Mladé najády dýchají pravděpodobně celým povrchem těla, starší pomocí tzv. rektálních tracheálních žaber.

Najády vážek mají více způsobů pohybu: chůze nebo běh, plavání horizontálními vlnivými pohyby těla, pohyb s využitím energie zpětného rázu respirační vody prudce vystřikované z anální dýchací dutiny (Lellák, 1972).

Najády vážek žijí v nejrozmanitějších vodních biotopech, rybnících, močálech, rašeliništích, lesích a lučních periodických vodách a v různých typech tekoucích vod s výjimkou nejprudších úseků. Některé druhy žijí v drobných tůních a přežijí několik týdnů až měsíců i jejich úplné vyschnutí. Období sucha přečkávají najády zahrabány v suchém bahně, samy ztrácejí značné množství vody a upadají do anabiotické strnulosti.



Obr. 16. Larvy vážek (*Odonata*): šídlo královské (*Anax imperator*), klínatka obecná (*Gomphus vulgatissimus*), vážka obecná (*Sympetrum vulgatum*), (Rozkošný 1980)

Všechny druhy jsou dravé a živí se v mládí nálevníky, vířníky a drobnými korýši, později máloštětinatci, vodulemi, larvami komárů, pakomárů, jepic a chrostíků, velmi často také menšími larvami nejen ostatních vážek, ale i vlastního druhu. Kanibalismus u najád vážek je běžným jevem. Statné druhy často uloví pulce žab, případně drobné a nemocné ryby.

Najády vážek jsou málo pohyblivá zvířata a také na kořist spíše číhají, než by ji aktivně pronásledovaly. Sedí zpravidla po celé hodiny nehybně na vodních rostlinách, na dně, případně zahrabány do bahna a sledují pohyby kořisti. Jakmile se však kořist přiblíží na vzdálenost účinné dosažitelnosti masky, najáda bleskurychle vymrští svou masku vpřed a zpravidla bezpečně zachytí vyhlédnutou oběť a ihned ji přisune k ústům. Menší objekty polyká často celé, větší jsou rozkousány na hrubé kusy a pozřeny. U šídel jsou hlavním smyslovým orgánem oči, u motýlic se najády při lovu orientují nejprve tykadly, kterými se dotknou kořisti a poté ihned vymrští masku (Lellák, 1972).

Přes obrovskou žravost jsou najády vážek schopny i velmi dlouho hladovět, v případě nutnosti až několik měsíců. Intenzivně přijímají potravu jen při relativně vyšší teplotě a v přirozených podmínkách. Jakmile teplota vody klesne na 16-17 °C většina druhů se přestává pohybovat, omezuje příjem potravy a při dalším poklesu teploty přestává žrát.

Délka života najád je u různých druhů značně odlišná. Kolísá od 6 týdnů do 5let. Celková délka vývoje najád vážek je však také závislá do jisté míry na ekologických podmínkách v jejich biotopech, které mohou rychlost vývoje urychlit nebo zpomalit. Jedním z rozhodujících faktorů je teplota vody (Lellák, 1972).

Vážky mají ve svém larválním vývoji jedno pozoruhodné stádium. Z vajíček se líhne prolarva, která je uzavřena v blanitém obalu. Teprve dalším svlékáním se uvolňuje najáda. U různých druhů vážek probíhá vývoj asi 10-15ti larválními stádii, včetně prolarvy. Během normálního vývoje přestane najáda přijímat potravu asi 1-2 dny před každým svlékáním. Poslední larvální stádium nepřijímá před výletem imága potravu ještě déle. Před výletem imága vyleze najáda z vody, nejčastěji po stonku tvrdé emerzní vegetace a pevně se zachytí asi ½ m nad hladinou. Asi dva dny předtím, než najáda opustí vodní prostředí, se střevní dýchání zastavuje a den před výletem imága zcela ustává. V té době najáda vysouvá z vody přední část těla a začíná prostřednictvím torakálních stigmat dýchat atmosféricky kyslík. Zobrazení životního cyklu šídla je v příloze 4.

Vlastní líhnutí imága je u vážek značně komplikované a trvá u různých druhů od 45 minut do 100 minut. Doba výletu je značně závislá na teplotě. Vylíhlé imágo je však měkké, neschopné letu a trvá ještě další 1-2 hodiny, než křídla plně ztvrdnou.

Najády všech vážek se před posledním svlékáním zachycují na podložce tak pevně, že jejich kožky najdeme na původním místě často ještě velmi dlouho po vylétnutí imága (Lellák, 1972).

Čerstvě vylíhlá imága vážek jsou na začátku bělavá, nevýrazných barev a potřebují nejméně několik dní k plnému vybarvení. Také jejich let je zpočátku nejistý a teprve za 1-2 dny jsou schopny plného výkonu.

ČELEĎ: Lesklicovití (Corduliidae)

Vážkovití (Libellulidae)

Šídlovití (Aeschnidae)

Šídlatkovití (Lestidae)

KMEN: Členovci (Arthropoda)

PODKMEN: Šestinozí (Hexapoda)

TŘÍDA: Hmyz (Insecta)

PODTRÍDA: Křídlatí (Pterygota)

NADŘÁD: Novokřídlí (Neoptera)

KOHORTA: Acercaria

ŘÁD: Hemiptera

Řád Hemiptera spojuje dřívější řády Homoptera (stejnokřídlí) a Heteroptera (ploštice) (Sedlák, 2003).

PODŘÁD: Ploštice (Heteroptera)

Ploštice patří k hmyzu s proměnou nedokonalou. Vnější základy křídel se u nich zpravidla objevují až po druhém svléknutí. Je to dosti starobylý řád hmyzu, který známe již z permu.

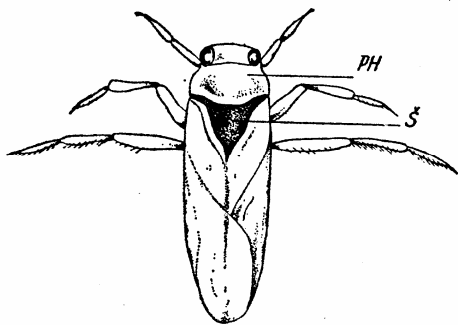
Hlava ploštic je vesměs volná, se dvěma složenýma očima a s jednoduchými ocellami (temenní očka). Ústní ústrojí je bodavého a savého typu. Je tvořeno labiálním (labium = spodní pysk) bodcem (rostrum). Svrchní pysk (labrum) je značně vyvinut, zejména u splešťulí (Nepidae), kde je trojúhelníkového tvaru. Vlastní bodec leží ventrálně ve žlábků hlavy a hrudi. V ústech jsou slinné žlázy, které mají u býložravých druhů leptavý nebo rozpustný účinek na rostlinná pletiva. U dravých ploštic, kde jsou slinné žlázy také silně vyvinuty, jsou sliny zřejmě velmi jedovaté, protože po vstříknutí do těla kořisti způsobují ihned její omráčení nebo usmrcení. O toxicitě sekretu slinných žláz ploštic svědčí i to, že bodnutí zejména vodních ploštic jsou velmi bolestivá. Nejbolestivěji bodají veliké tropické a subtropické druhy, z našich druhů zvláště bodule obecná (Lellák, 1972).

Tykadla ploštic jsou dvojího typu a jsou tak charakteristická, že slouží k rozdělení na suchozemské u kterých jsou tykadla 4-5ti členná, dlouhá, volná a často

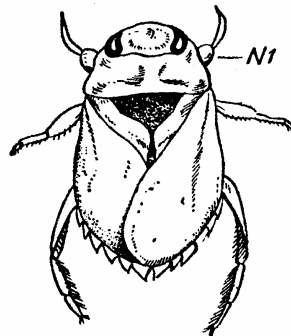
lomená, a na vodní, u kterých jsou tykadla 1-4 členná, zpravidla krátká, uložená ve žlábcích nebo jamkách na spodní a zadní straně hlavy.

Nohy jsou původně jednoduché, kráčivé. U různých čeledí, druhů i ekologických skupin jsou však různým způsobem modifikované a specializované. Kráčivý tvar nohou je u vodních čeledí zachován u splešťulovitých, žijících na dně. Zástupci ostatních čeledí bodulovití (Naucoridae), klešťankovití (Corixidae) a znakoplavkovití (Notonectidae) mají zadní pár nohou přeměněn v plovací nohy. Jsou vesměs dobrými plavci, při plavání pohybují oběma zadními veslovitými nohama současně. U dravých druhů jsou přední nohy často přeměněny v loupeživý orgán většinou utvářený tak, že se holeň anebo holeň s chodidlem zavírá do žlábků na vnitřní straně stehna. K lepšímu zachycení kořisti jsou přilehlé okraje stehna i holeně vyzbrojeny trny, ostny nebo aspoň pevnými štětinami (Lellák, 1972).

Nohy však mohou mít i jinou funkci. U čeledi znakoplavkovití jsou mezi holení a stehnem středních noh zvláštní hřebínky, sloužící k čištění sosáku, u některých druhů čeledi bruslařkovití (Gerridae) jsou zadní stehna samečků upravena jako orgán zachycující samičku při kopulaci. U subakvatických pleustonních čeledí (bruslařkovití, vodoměrkovití aj.) jsou nohy uzpůsobeny k běhu resp. chůzi po hladině vod.



Obr. 17. Znakoplavka (*Notonecta* sp.)
PH – předohrud', Š – štítek
(Chejsin, 1995)

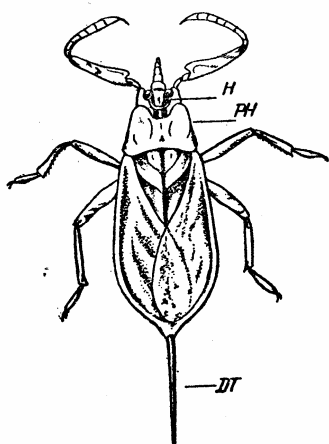


Obr. 18. Bodule obecná (*Naucoris cimicoides*)
N1 – první pár nohou, (Chejsin 1995)

Ploštice létají jen zřídka. Mají zpravidla 2 páry křídel, z nichž přední pár je upraven v tzv. polokrovky (hemelytrae), což je znak charakteristický pro celý řád. Při letu se zadní křídlo zachycuje na zadní okraj polokrovky, takže oba páry křídel vytváří jedinou plochu.

Vodní ploštice mají až na ojedinělé výjimky otevřený tracheální systém. Dýchají vzdušný kyslík. U různých čeledí se však setkáváme s různými úpravami stigmat. Úprava dýchacích orgánů, způsob získávání vzdušné rezervy i její doplňování a výměna je u různých čeledí vodních ploštic značně variabilní. Příslušníci čeledi znakoplavkovití prorážejí při výměně plynů zadečkem vodní blanku. Vylíhlá nymfa znakoplavky vyplouvá nejdříve ke hladině, naplní svůj tracheální systém vzduchem a od tohoto okamžiku po celý následující život je její tělo překompenzováno, takže je pasívně vynášené k vodní hladině. Na konci zadečku má znakoplavka dýchací otvor, který je za pobytu pod vodou uzavřený třemi dlouze obrvenými ploškami. Do dýchacího otvoru ústí poslední pár stigmat. Vzduch je odtud odváděn také k ostatním průduchům a do hrudních vzdušných komor. Téměř celý povrch těla znakoplavky je kryt tenkým filmem vzduchu drženým na těle hydrofobními chloupky. Proto se znakoplavka pod vodou stříbřitě leskne. Tykadla znakoplavek spočívají trvale na vzduchové bublině a fungují jako kontrolní orgán spotřeby vzduchu. Jakmile se bublina, kterou tykadla objímají, zmenší na určitou míru, živočich zaregistruje odchylku v hydrostatickém tlaku. Pro znakoplavku je to signálem k vyplutí k hladině pro novou rezervu vzduchu. Pokusně bylo dokázáno, že po amputaci tykadel není znakoplavka schopna zaregistrovat množství spotřeby kyslíku a úbytek rezervy vzduchu v bublině, ztrácí orientační smysl a může se i utopit (Lellák, 1972).

Způsob dýchání splešťule blátivé je odlišný od všech dosud uvedených ploštic. Dospělá splešťule dýchá dlouhou rourkou složenou ze dvou podélných, k sobě přiložených žlábků. Na konci rourky je věneček hydrofobních chloupků, které zabraňují zalití rourky. Na bázi rourky ústí poslední pár stigmat, který jediný je u dospělých splešťulí v činnosti a přivádí atmosférický vzduch do tracheálního systému.



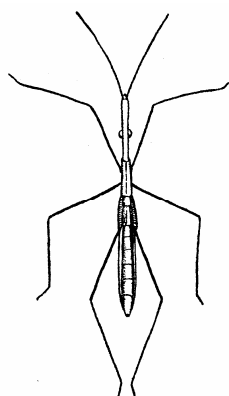
Obr. 19. Splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), H – hlava, DT – dýchací trubice, PH - předohrud' (Chejsin, 1955)

Vodní ploštice jsou převážně dravé (karnivorní), jen malé procento je býložravých (herbivorních). Dravé nektonní ploštice žijí v nejrozmanitějších biotopech. K bentickým plošticím, žijícím v bahně mělčích okrsků vod patří i splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), často navíc ještě pokrytá bahnem. Podobně žije i známá jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*). Velký počet našich dravých vodních ploštic žije mezi rostlinstvem různých stojatých i mírně tekoucích vod. Loví nejčastěji různé menší druhy vodního hmyzu a jeho nymfy a larvy. Příslušníci čeledi bodulovití příležitostně napadají i rybí potěr. Mezi dravými vodními plošticemi neexistují nějaká zvláštní potravní specializace. Potrava je vysávána, při čemž současně proniká do rány kořisti silně toxický sekret slinných žláz, který přímo rozrušuje tkáň v těle kořisti a tak představuje určitý primitivní způsob extraintestinálního trávení. Dravé vodní ploštice se nezřídka dopouštějí kanibalismu. Napadají ostatní ploštice často i slabší příslušníky vlastního druhu, vlastní nymfy i vajíčka (Lellák, 1972).

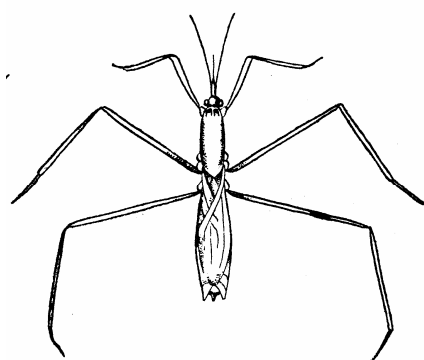
K býložravcům patří pouze někteří příslušníci klešťankovitých.

Pozoruhodnou a velmi zajímavou skupinou jsou subakvatické ploštice pleustonní, tvořící přechod mezi suchozemskými a pravými vodními (nektonními) druhy. Všechny pleustonní druhy jsou karnivorní, kořist loví na hladině vod. Také ony kořist vysávají a s výjimkou vodoměrkovitých (Hydrometridae) pronikají současně do rány sekrety slinných žláz. Pleustonní druhy loví nejen svou kořist, ale zřejmě se živí převážně utopenými a mrtvým hmyzem spadlým na vodní hladinu.

Nejlépe jsou k životu na vodní hladině přizpůsobeny bruslařkovití (Gerridae), z jichž některé druhy mají velmi dobře upravená chodidla noh pro pohyb na vodě. S mimořádnou obratností se bruslařky i hladinatky pohybují po hladině pouze po středním a zadním páru nohou. Přední nohy slouží podobně jako u splešťulí k uchvácení a přidržení kořisti. Pouze vodoměrky (Hydrometridae) kořist nabodávají, aniž by si ji přidržovaly nohama a pohybují se proto kráčením na všech třech párech noh (Lellák, 1972).



Obr. 20. Vodoměrka štíhlá
(*Hydrometra stagnorum*)
(Chejsin, 1955)



Obr. 21. Bruslařka (*Gerris* sp.)
(Chejsin, 1955)

Pobyt a pohyb pleustonních ploštic na hladkém a nestálém substrátu vodní hladiny je umožněn zvláštní specializací jejich noh. U všech čeledí jsou kyčle od sebe oddáleny, takže nohy odstávají široce do stran a zajišťují dobrou stabilitu těla. Poslední chodidlový článek druhého a třetího páru nohou (u vodoměrek všech tří párů nohou) nese hustě obrvený výrůstek. Obrvení je hydrofobní. Modifikace chodidla umožňuje těmto živočichům bezpečný a rychlý klouzavý nebo kráčivý pohyb po povrchové blance vody.

Zbarvení ploštic je většinou nenápadné, přizpůsobené okolí, ve kterém žijí. Převládá okrově šedá barva, různé odstíny hnědé a zelené, až po tmavošedé až černé zbarvení. U některých vodních ploštic, zejména u nymf znakoplavek (*Notonecta* sp.) je na hřbetně abdomenu integument zbarven nápadně bíle (Lellák, 1972).

Vodní ploštice mají četné speciální smyslové ústroje. Tak např. bruslařkovití mají na příkyčlích všech tří párů noh tzv. trichobothrie, které jsou receptory otřesů

ovzduší. Tyto receptory upozorňují současně živočicha i na nejmenší otřesy vodní hladiny, způsobené pádem nějaké kořisti na hladinu. U splešťule blátivé jsou na předních nohách četné chemoreceptorické sensily, patrně čichové orgány, sloužící k rozpoznávání kořisti. U celé řady vodních ploštic např. znakoplavky, klešťanky, splešťule, aj. jsou zjištěny tympanální orgány, zřejmě sluchové funkce. Jsou to orgány relativně primitivní.

Velký počet druhů vodních ploštic má schopnost různé zvuky nejen registrovat, ale také je vydávat pomocí stridulačních orgánů, které jsou v podstatě vytvořeny speciální diferenciací a úpravou kutikuly.

Většina druhů vodních ploštic se rozmnožuje na jaře a v létě. Vajíčka jsou tvarem i velikostí velmi rozmanitá od jednoduše oválných až po protáhlá. Z vajíček se líhnou velmi drobné nymfy prvního stádia. Ty jsou obaleny velmi jemnou chitinosní blanitou košilkou, kterou protrhávají a svlékají zpravidla již při opouštění vajíčka. U znakoplavek svléká nymfa tuto pokožku až po vylihnutí z vajíčka. Teprve potom pokračuje vlastní nymfální vývoj, který je typickou nedokonalou proměnnou, tzn. že se nymfy po každém svlékání stále více podobají imágu. Poslední instar nymfy se mění posledním svlékáním přímo v imago (Lellák, 1972).

ČELEĎ: Splešťulovití (Nepodae)

Bruslařkovití (Gerridae)

Znakoplavkovití (Notonectidae)

KOHORTA: Holometabola

ŘÁD: Brouci (Coleoptera)

Tvoří velmi bohatý řád. Fosilní zástupci jsou známi již z permu. Řád je možno rozdělit do dvou podřádů, masožrací (Adephaga) a všežraví (Polyphaga). Vesměs kladou vajíčka, až na několik živorodých druhů mandelinek. Rozmnožování je převážně gamogenetické, známe však i partenogenetické druhy. Vývoj se děje přes proměnu dokonalou, holometabolií, obvykle se třemi larválními stádii a jedním stádiem kukly. Všechna larvální stádia jsou si zpravidla podobná. Většina brouků je rostlinožravá, velký počet druhů lze označit jako parazity rostlin. Několik málo druhů se dokonce adaptovalo k ektoparazitismu na živočiších.

Brouci jsou typičtí suchozemští živočichové, pouze několik čeledí se různou měrou adaptovalo k životu ve vodním prostředí. Ve sladkých vodách žije několik tisíc druhů, z nichž však jen malé procento můžeme považovat za hydrobionty, vázané na vodní prostředí celým vývojovým cyklem a všemi stádii (Lellák, 1972).

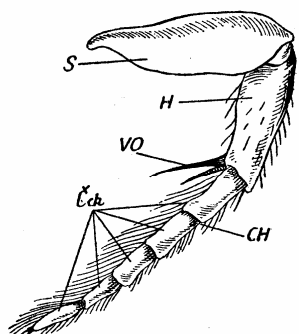
Jádro hydrofauny brouků tvoří příslušníci čeledí potápníkovití (Dytiscidae) a vodomilovití (Hydrophilidae). Obě čeledi jsou u nás zastoupeny asi po 130ti druzích. Čeledě plavčíkovití (Haliplidae) a vírníkovití (Gyrinidae) jsou druhově mnohem chudší.

Potápníkovití a plavčíkovití náleží k podřádu masožraví a jsou pravděpodobně odvozeni od suchozemských střevlíkovitých (Carabidae). K masožravým broukům patří také vírníkovití, jejichž imága jsou adaptována k životu na hladině stojatých i mírně tekoucích vod. Přezimují však na souši. Také jejich zralé larvy vylézají z vody a zakuklují se na vodních rostlinách nad hladinou. Podobně i příslušníci čeledi potápníkovitých, kteří jsou k vodními způsobu života přizpůsobeni, se zakuklují mimo vodu a to ve vlhké půdě. Velké procento imág přezimuje na souši a mimo vodu kladou i vajíčka (Lellák, 1972).

Vodomilovití, patřící k podtřídě všežraví, jsou vcelku méně přizpůsobeni vodnímu prostředí než předešlé čeledě a projevuje se to také tím, že mnoho jejich příslušníků žije na hranici vody a souše. Některé druhy žijí převážně, jiné výlučně na souši, často v různých výkalech, v tlejícím organickém materiálu apod. K všežravým broukům patří kromě uvedených ještě několik dalších čeledí, jejichž příslušníci se vyskytují ve vodě jen v určitém období, anebo v některém vývojovém stádiu. Většina druhů je vodnímu prostředí přizpůsobena poměrně málo. Řada druhů žije spíše ve vlhké půdě při okrajích vodních nádrží a toků, anebo na emergentní a plovoucí makrovegetaci. Do vody sestupují jen zřídka a na krátkou dobu. Jejich způsob života se jen málo liší od suchozemských brouků.

Druhotné přizpůsobení původně suchozemských brouků k akvatickému životu je dnes u různých čeledí na různém stupni dokonalosti. U larev stejně jako u imág různých čeledí a rodů najdeme pestrou škálu adaptací pro trvalý nebo dočasný život ve vodě. Vodnímu způsobu života jsou nesporně nejlépe přizpůsobeni příslušníci čeledi potápníkovití. Řadou morfologických, fyziologických i ekologických adaptací jsou k akvatickému životu přizpůsobena všechna vývojová stadia.

Typickým představitelem čeledě je potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*). Je nejen jedním z největších příslušníků čeledi potápníkovití, ale i vodních brouků vůbec. Jeho hladké, dorsoventrálně silně zploštělé tělo je dokonale přizpůsobeno pohybu ve vodě. Tělo je hladké, nesmočitelné, chráněné jemným filmem oleje vylučovaného množstvím žlázek uložených v chitinovém skeletu a vyústujících po celém povrchu těla. Tykadla jsou nitkovitá, 11ti členná. Ústní ústrojí je mohutné, kousací, oči jsou velké vyklenuté. Nejsilnější třetí pár nohou je vlastním lokomočním orgánem. Je veslovitě rozšířený širokým lemem plovacích brv na holeních a chodidlech. Kromě těchto plovacích brv jsou zadní nohy vyzbrojeny řadami tuhých trnů umožňujících rychlý pohyb po pevné zemi a zejména prudké odrážení od země při startu, při častých nočních letech těchto brouků. Druhý pár nohou je při plavání přitisknut k tělu, nebo slouží k řízení směru. První pár nohou je přitisknut k hrudi. Oba první páry nohou slouží k uchopení kořisti a u samečků k zachycení samičky při kopulaci.

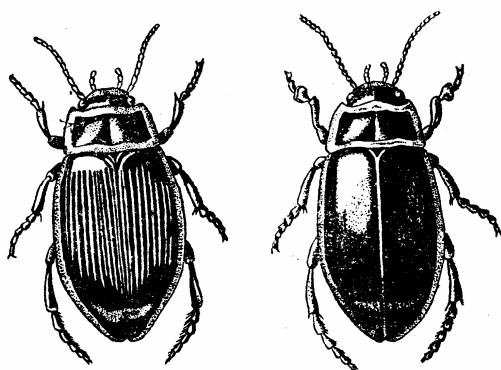


Obr. 22. Zadní noha potápníka (*Dytiscus* sp.), S – stehno, H – holeň, Čch – články chodidla, VO – velká ostruha, CH – chloupky, (Chejsin, 1955)

Potápník vroubený, podobně jako většina ostatních příslušníků čeledi je výlučně dravec. Loví vše, co je schopen přemoci. Živí se nejrozmanitějším vodním hmyzem, larvami a kuklami komárů, pakomárů, chrostíků, najádami jepic a vážek, klešťankami, larvami čolků, pulci žab, příležitostně přepadá i rybí potěr. Zdá se však, že nejčastější kořistí potápníků jsou klešťanky a jiné vodní plošnice.

Zásoba vzduchu je nesena pod krovkami na hřbetní straně těla, protože nesmočitelnými brvami je kryta pouze hřbetní strana abdominálních článků. Rezerva vzduchu je shora kryta ještě druhým párem blanitých křídel a se stran jednak okrajem

krovek a jednak vyvýšeným okrajem abdomenu. Do vzdušné rezervy ústí abdominální a hrudní stigmata. Vzduch se po vydýchání vyměňuje v tzv. respirační poloze. Brouk připlave pod hladinu, koncem těla prorazí povrchovou blanku a štěrbinou mezi koncem krovek a zadečku je vzduch ve vzdušné komoře vyměněn za čerstvý. Rezerva vzduchu pod krovkami nemá jen funkci respirační, ale i hydrostatickou. Potápník je vzdušnou zásobou překompenzován. Registrací tohoto překompenzování těla patrně určuje i množství vzduchu ve vzdušné komoře.



Obr. 23. Potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*), Vlevo samice, vpravo samec.
(Chejsin, 1955)

Potápník vroubený má výrazný sexuální dimorfismus v řadě znaků. Nejnápadnější je zvláštní modifikace prvního páru nohou samečků. Tři první chodidlové články tvoří velkou terčovitou přísavku. Kromě ní mají samci i další přísavky. Přísavky slouží k přidržení samičky při kopulaci. Sameček se jimi zakotvuje před kopulací a provází v této kopulační poloze samičku i několik dní. Proto i v přírodě můžeme často chytit párek potápníků v kopule.

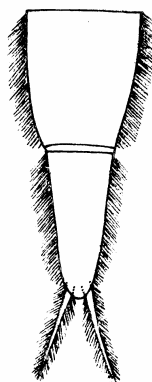
Páření a rozmnožování potápníků není vázáno na určitou roční sezónu. Páří se prakticky po celý rok, při teplotách vody 0-20 °C, dokonce i v zimě pod ledem. Maximum však spadá do raných jarních měsíců. Sameček zachycený na samičce ji provází i několik dní, teprve potom dochází k oplodnění. Sameček však po kopulaci nehyne. Obě pohlaví žijí v přírodě 2-3 roky, v akváriích byla chována až 5 let.

Vajíčka klade samička do čerstvé rostlinné tkáně. Při nedostatku rostlin i na pevné předměty. Vajíčka jsou kladena pod vodou. Často se však stává, že růstem rostliny jsou vynesena nad vodu. Vývoj vajíček se však nepřerušuje, larvy se líhnou na vzduchu a padají do vody.

Larva je výlučně dravá. Většinou se zdržuje pod hladinou, zavěšena koncem těla na hladině. Silné nohy jsou nataženy a připraveny k uchopení kořisti. Jsou opatřeny lemem brv a slouží též k plování. Ve volné vodě se larvy pohybují jednak pádlováním obrvenýma nohama a jednak prudkými esovitými pohyby a skoky, které jsou právě umožněny švihem zploštělého těla, podpořené ještě lemem plovacích brv na konci zadečku. Na konci těla jsou dva obrvené štěty (cerci), kterými larva zakotvuje na hladině a využívá tak povrchové napětí. Mezi štěty ústí dvě tracheální stigmata. Larva dýchá vzdušný kyslík.



Obr. 24. Larva potápníka (*Dytiscus*) pod hladinou. (Chejsin, 1995)



Obr. 25. Konec zadečku potápníka vroubeného, (Rozkošný, 1980)

Žravost larev potápníka je obrovská. Během svého vývoje, který trvá za optimálních podmínek 5-6 týdnů, spotřebuje jediná larva 800-900 pulců asi 20 mm velkých. Na jeden den připadá v průměru 20 pulců. Během vývoje se larva svléká třikrát. Svlékání probíhá pod vodou, těsně u hladiny. Po svlečení larva velmi rychle nabývá na rozměrech dříve než povrchová kutikula a zejména hlavová kapsula znovu ztvrdnou. Živí se během svého vývoje nejrozmanitějšími vodními larvami hmyzu, larvami obojživelníků apod. stejně jako imága.

Kořist loví tím způsobem, že se k ní přiblíží na 5-10 cm a zmocňuje se jí prudkým skokem. Zakousne do kořisti své srpovitě zahnuté mandibuly opatřené kanálky, které ústí až do jícnu. Těmito kanálky jsou natlačeny žaludeční trávicí šťávy do kořisti, kterou v několika vteřinách usmrtí. Potom natráví a rozpustí obsah těla kořisti, který je po čase nasát mandibulami do jícnu a do žaludku larvy. Toto extracelulární čili mimotělní trávení je velmi účinné a rychlé. Zmocní-li se další kořisti

ještě dříve, než stráví první, převede obsah zažívací trubice do zvláštního slepého vaku, vychlápěného z konečníku. Tento rezervní vak má současně i funkci hydrostatickou.

Asi 24 hodin před zakuklením přestane larva přijímat potravu. Zakukluje se však stejně, jako naprostá většina vodních brouků, na souši. Z vody vylézají zralé larvy za deště, nebo ráno za rosy. Protože mají poměrně slabé nohy, nepřizpůsobilé k pohybu na pevném podkladu, pohybují se na souši hlavně pomocí mandibul. Larvy se jimi zakusují do podkladu nebo do trávy co nejdále před sebou a píd'alkovitě se přitahují vpřed. Zahrabávají se na vhodných místech do zkypřelé hlíny, pod drny, do krtin apod. Vytvářejí v zemi prostornou dutinu s uhlazenými stěnami, ve které se potom zakuklí. Stádium kukly trvá asi 14 dnů. Imága se líhnou hlavně v letních měsících (červen – srpen).

Potápníci žijí vesměs v různých typech mělkých stojatých vod od periodických lesních a lučních tůní až po stará říční ramena a rybníky.

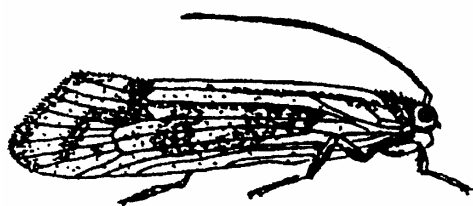
ČELEĎ: Potápníkovití (Dytiscidae)

ČELEĎ: Vodomilovití (Hydrophilidae)

KOHORTA: Holometabola

ŘÁD: Chrostíci (Trichoptera)

Obecná charakteristika: Chrostíci jsou hmyz s proměnou dokonalou. Většina larev si staví přenosná pouzdra z rostlinného nebo anorganického materiálu. Řád chrostíci je dnes rozšířen po celém světě s výjimkou Havajských ostrovů. Je známo asi 3500 druhů chrostíků. U nás žije 235 druhů (Lelák, 1972).

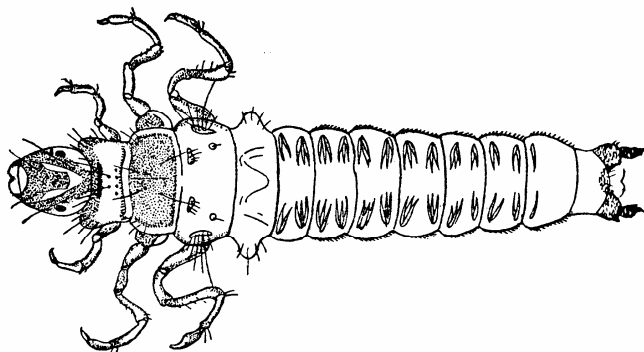


Obr. 26. Chrostík (*Trichoptera*), (Absolón, 1995)

Imága jsou většinou hnědá až šedá. Křídla mají pokryta větším nebo menším počtem chloupků. Většinou silně obrvená hlava nese tykadla, která jsou stejně dlouhá jako křídla. Většina chrostíků během života nepřijímá potravu, pouze vodu. Bylo však pozorováno, že některé druhy sají nektar z květů. Nejčastěji se zdržují blízko vody na keřích, pod kameny, v korunách stromů, na lodích, pod mosty. Létají buď ve dne, nebo za soumraku nebo svítání. Větší chrostíci jsou noční a jsou pozitivně fototaktičtí. Za světlem mohou uletět i několik kilometrů. Mohou se pohybovat i po vodní hladině (Lelák, 1972).

Páření probíhá na vegetaci u vod. U většiny druhů klade samice vajíčka bezprostředně po oplození na předměty blízko vody nebo ve vodě. Vajíčka jsou uložena hustě vedle sebe v zelené nebo zelenomodré rosolovité hmotě. Jiné druhy upevňují vaječné snůšky u vody nebo ve vodě nebo je lepí na kameny v proudící vodě cementovitou hmotou. U některých druhů sestupují samice při kladení pod vodu obaleny tenkou vzduchovou vrstvičkou (*Phryganea*). Nad hladinu již nevystupuje, ale hyne pod hladinou. Imága většiny druhů chrostíků žijí asi 30 dní nebo méně. Malé druhy žijí krátce, asi 8 dní.

Tělo larvy je protáhlé, ústní ústrojí je kousacího typu. Nohy jsou kráčivé, u některých plovací. Na 9. článku zadečku mají larvy panožky, kterými se přidržují podkladu. Žijí buď volně, nebo v přenosných pouzdrech nebo v jemných sítích budovaných ze sekretu slinných žláz. Larvy chrostíků s výjimkou jednoho rodu (*Enoicyla*) žijí ve vodě (Lelák, 1972).



Obr. 27. Larva chrostíka rodu *Limnephilus*

Larvy s pouzdry se pohybují pomalu kráčením nebo lezením po podkladu. Volně žijící larvy rychle běhají po dně nebo svých sítích. Mají silně vyvinuté nohy. Během zimy leží tyto larvy stočeny ve svých pouzdrech. Ze zimního klidu se probouzejí při 8°C. K tomu je třeba, aby teplota působila 5-7 dní. Larvy s těžkými schránkami se pohybují pomalu s předním koncem těla vysunutým z pouzdra. Drápky panožek drží tělo ve schránce. Některé larvy (např. r. *Brachycentrus* nebo *Oligoplectrum*), které upevňují schránku trvale na kamenech v potocích s předním otvorem obráceným proti proudu, se se schránkou nepohybují. Některé larvy plavou mezi vodními rostlinami. Těsně po vylíhnutí z vajíček plavou téměř všechny larvy chrostíků. Nějaký čas mohou zůstat ve vodním sloupci a jsou roznášeny po celé nádrži. U některých druhů larev se schopnost plavat udržuje po celý život. Pohybují se ve vodě jako pijavky prohýbáním zadečku. Jen larvy čel. Limnephilidae po vylíhnutí neplavou (Lelák, 1972).

Mezi larvami chrostíků nalézáme druhy rostlinožravé, dravé i všežravé. Herbivorní larvy se živí listy zelených rostlin, mechů a řasami. Skupina detritofágů se živí rozkládajícími se organickými zbytky a bakteriemi, které tvoří hlavní potravní složku detritu. Současně jsou požírána i odumřelá těla planktonních organismů. Mnohé karnivorní larvy tkají sítě jako pavouci a chytají do nich perloočky, menší hmyz apod. Jiné lezou po kamenech a vyhledávají potravu.

Rostlinným materiálem se živí larvy v zimě. Je-li larva nasycena a zachytí-li se další oběť v síti, připevní ji vlákny na okraj sítě a pozdě až za několik hodin. U některých larev čel. Limnephilidae byl pozorován kanibalismus. Jsou-li larvy r. *Limnephilus* ponechány bez potravy, již druhý den začínají požírat jedna druhou. Začnou od schránky a pak následuje i larva (Lelák, 1972).

Z hlediska celých vodních nádrží netvoří larvy chrostíků důležitý článek v potravním řetězci. Pro některé ryby (např. losos, pstruh) jsou však hlavní potravou.

Larvy chrostíků dýchají jednak celým povrchem těla, jednak tracheálními žábry, které jsou jednoduché nebo keříčkovité. Všechny larvy jsou stenoxybiontní. I druhy ze stojatých vod se zdržují v místech s vysokým obsahem kyslíku v zárostech.

Svlékání všech larev, které si stavějí pouzdra probíhá uvnitř pouzder. Když je larva připravena ke svlékání, připevňuje přední okraj schránky k pevnému předmětu, schová se do pouzdra a přední otvor uzavře tenkou blankou. Většina larev se svléká 4x. Většina druhů má 1 generaci do roka a přezimuje v larválním stádiu (Lelák, 1972).

Stavba schránky je závislá na způsobu života larvy a na jejím okolí. Některé larvy si budují síť ze sekretu slinných žláz, které jim slouží jako útočiště a zároveň pro lov potravy. Do schránek jsou někdy vpletena vlákna řas, můžou do ní být vbudovány zrnka písku, nebo schránky rozsivek. Většina larev má na podkladě ze sekretu přilepeny různé organické a anorganické částičky.



Obr. 28. Schránky chrostíků

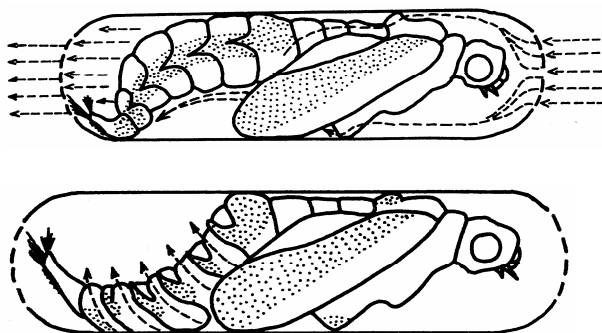
A. *Limnophilus decipiens*, B., C., D. *Limnophilus rhombicus* a *L. flavicornis*. E. *Limnophilus stigma*. F. *Limnophilus vitatus*, (Chejsin 1955)

Období stavění schránky je pro larvy nebezpečné, protože nemají možnost se pohybovat a jsou snadno pozorovatelné. Proto staví v úkrytu nebo při soumraku a za svítání, kdy je špatná viditelnost. Výjimku tvoří larvy prvního stádia některých druhů. Ty stavějí hned po vylihnutí při světle provizorní schránky, aby co nejrychleji své tělo chránily. Potom teprve následuje stavba konečné schránky. Provizorní schránky stavějí také starší larvy, které svou definitivní schránku ztratily. Trvalé schránky bezprostředně navazují na provizorní a jsou po dokončení stavby odkousnuty. Materiál ke stavbě je vybírán nohama a jeho tvar je mandibulami, v případě rostlinných částic, uzpůsoben. Velké slinné žlázy na spodním pysku produkují lepivý sekret, kterým jsou jednotlivé součásti schránky lepeny k sobě. Jak larva roste, přistavuje také schránku na předním konci. Za normálních podmínek si larvy téhož druhu vybírají vždy stejný materiál a stavějí schránku stejným způsobem. Larva vypuzená ze schránky dovede svou vlastní odlišit od ostatních. Rostlinný materiál často na konci schránky uhnívá, u mnoha druhů

jej larva sama v průběhu růstu ukusuje. Chrostíci bez schránek si tkají hedvábné sítě, které s růstem přizpůsobují nebo si staví nové (Lelák, 1972).

Dospělá larva si před zakuklením schránku upevní na pevný podklad a oba otvory uzavře buď blankou nebo rostlinnými zbytky a pískovými zrny. Obvykle jsou schránky ještě zatěžkány kamínky. Volně žijící larvy si před zakuklením stavějí schránku a uvnitř si tkají kokon. Po upevnění a uzavření schránky a po ukončení kokonu zůstane larva nějaký čas v klidu a potom metamorfuje v kuklu. Kukla roztrhne larvální integument a svlečené části kůže jsou vytlačeny ven nebo zůstávají ve schránce.

Kukla chrostíků je aktivní a provádí pohyby jak uvnitř schránky, tak ve volné vodě, kde po opuštění schránky plave. Je podobná imágu, má však navíc některé specifické orgány. Kukla má dvě stádia. První je klidové stádium, kdy je patrný uvnitř schránky jen undulující pohyb zadečku k zajištění proudu vody schránkou. V druhém aktivním stádiu kukla kusadly prokousne membránu, nebo stěnu schránky a vyleze z ní. Potom rychle plave pomocí druhého páru nohou, které jsou opatřeny plovacími brvami ke hladině, k rostlinám nebo kamenům (Lelák, 1972).



Obr. 29. Dýchací pohyby kukly *Hydropsyche* sp., (Lelák, 1985)

Těsně před metamorfózou a výletem imága se nechovají všechny kukly chrostíků stejně. Některé kukly se potřebují před výletem imága dostat na pevný podklad mimo vodu. Proto kukla plave ke břehu nebo k nějakému předmětu vyčnívajícímu z vody. Imágo se líhne až po oschnutí kukly na vzduchu. Vylíhlé imágo po oschnutí a narovnání křídel hledá úkryt. Nepodaří-li se kukle dostat z vody, nemůže

dojít k výletu imága a vyčerpaná kukla hyne. U jiných druhů k výletu imága dochází na hladině a imágo ihned odlétá.

Chrostíci se vyskytují všude od vysokohorských jezer až k ústí řek. Nežijí jen ve znečištěných vodách. Většinou jsou omezení na mělké vody. Chrostíci žijí též ve vodě brakické a slané (Lelák, 1972).

KOHORTA: Holometabola

ŘÁD: Dvoustřídlí (Diptera)

Je to drobný až středně velký hmyz. Paleontologických dokladů o dvoustřídlých je poměrně málo. Jemná stavba těla těžko dovoluje jejich zachování. Jsou známí již od triasu a jsou rozšířeni po celém světě.

K druhově nejbohatším čeledím tohoto řádu patří pakomárovití (Chironomidae) a jsou bezpochyby i nejbohatší čeledí vodního hmyzu. V naší fauně žije přes 1000 druhů pakomárů. Jejich larvy a kukly jsou v naprosté většině vázány celým svým vývojem na vodní prostředí. Kvantitativně tvoří jádro fauny dna (60-80%) většiny našich vod, zvláště stojatých nádrží (Lelák, 1972).

Imága obou pohlaví jsou nebodavá, ústní ústrojí svého typu je tak zakrnělé, že imágo není schopno často ani přijímat kromě vody jakoukoliv potravu. Dospělý hmyz žije jen krátce, u malých druhů často jen několik hodin, u statnějších druhů nejvýše několik dnů. Samečkové mají charakteristicky hustě zpeřená tykadla.

Velmi nápadné jsou zasnubní lety samců, shlukujících se často v obrovském počtu individuí hlavně k večeru a za soumraku. Hejna se drží nad vyčnívajícími předměty v terénu – nad keři a stromy, osamělými domy apod. V každém roji vlíří sameček téhož druhu, zatímco samičky vletují do rojů jednotlivě. V roji dochází ke kopulaci (Lelák, 1972).

Některé druhy (z našich zástupců např. *Thienemanniolla ploenensis*) však nejsou schopny volně létat a svůj krátký, pouze několikahodinový život včetně rojení, kopulace a kladení vajíček stráví na hladině vodních nádrží.

Vajíčka kladou samičky ihned po kopulaci, a to buď jednotlivě na hladinu, přičemž vajíčka klesají hned ke dnu, nebo v rosolovitých snůškách různého typu. Snůška je opatřena lepkavým vláknem, kterým je přichycena obvykle na vodní rostliny blízko

břehu. Počet vajíček je zpravidla závislý na velikosti imága. Ve snůšce bývá od několika desítek až asi po 2000 vajíček. Embryonální vývoj trvá několik dní, závisí však především na teplotě a obsahu kyslíku ve vodě (Lelák, 1972).

Z vajíčka se líhne primitivní larvula. Larvula žije dočasně planktonním způsobem života, což lze chápat jako ekologickou adaptaci, sloužící ke snazšímu pasivnímu rozptýlení larvul po celém areálu vodního biotopu jak konvekčními proudy tak proudem povrchových vrstev vody, vyvolaným větrem, bouřemi atd..

Larvy mají dlouze válcovité tělo. Při obrovské druhové bohatosti jsou si všechny druhy velmi podobné. Lokomoční orgány jsou párovité panožky na prvním hrudním článku a pár štíhlých pošinek na posledním abdominálním článku, obojí vyzbrojené chitinovými háčky. Přední panožky slouží též při sběru potravy, při snovací činnosti larev a stavbě ochranných rourek a pouzder, které si budují ze sekretu slinných žláz. Na bázi pošinek jsou umístěny 2 páry jednoduchých análních žaber. Anální žábry nemají funkci dýchací, jak se dříve soudilo, ale jsou orgány osmoregulačními. Obstarávají především výměnu iontů mezi tělem a vnějším prostředím. Ve vodách chudých na chloridy se nadměrně zvětšují, ve slaných vodách naopak zmenšují (Lelák, 1972).

Larvy pakomárů dýchají vesměs celým povrchem těla. Čerstvá voda je přiváděna k tělu vlnivými pohyby, přičemž je larva zakotvená na substrátu panožkami a pošinkami.

Výživa larev pakomárů je velmi různorodá. Většinou druhů se živí rostlinou potravou, čerstvou i odumřelou a zahnívající. Jsou však mezi nimi také masožravci a paraziti.

Kukly pakomárů žijí většinou na dně, zpravidla v pouzdrech, vybudovaných larvami před zakuklením. Dýchají pomocí jednoduchých, nebo více méně větvených, prothorakálních tracheálních žaber. Zralé kukly jsou však překompensovány vzduchem, obklopujícím imágo a vyplouvají aktivně nebo pasivně ku hladině.

Ekologická valence různých druhů pakomárů se značně liší. Neexistuje druh, který by byl adaptován na biotopy s rychlým proudem a současně na stojaté vody. Mnoho druhů se adoptovalo i k životu v nejprudších peřejích. Pakomáři osídlují také termicky a chemicky extrémní biotopy.

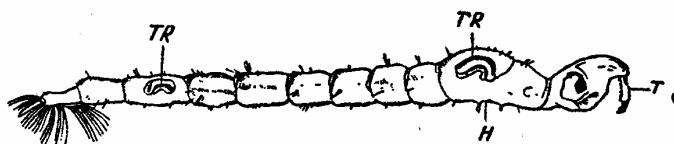
Dospívání jednotlivých generací larev pakomárů, jejich metamorfóza a výlet dospělého hmyzu má u jednotlivých druhů masový charakter. Za vhodných podmínek

proběhne výlet určitého druhu během několika dní. Řada druhů z tekoucích vod vylétá již v lednu nebo únoru, hromadně již během března a představuje tak jedny z prvních hmyzů v přírodě (Lelák, 1972).

Koretry čel. Chaoboridae mají krátký, silný sosák nezpůsobilý k bodání. V periodických lesních tůních se vyskytují např. larvy rodu *Mochlonyx*. Larvy se ve vodě objevují ihned po sejítí ledu. Vývoj je velmi rychlý, vylétlá imága nakladou vajíčka, která přecházejí na dně vyschlých tůní. Snášejí vyschnutí i vymrznutí. Vajíčka přetrvávají 9 měsíců. Larvy mají širokou, zploštělou hlavu, velmi širokou hrud' a nápadně zúžený abdomen (Lelák, 1972).

Ústní ústrojí připomíná, že jde o dravce. Tykadla slouží k uchopení kořisti, která je drcena a rozmělněna silnými mandibulami. Kukly se vznášejí ve vertikální poloze ve vodním sloupci. Teprve před vylétnutím imága vystupuje kukla k hladině.

Ještě lépe jsou k planktonnímu způsobu adaptovány dravé larvy rodu *Chaoborus*. Jejich tělo je průsvitné, takže larvy vznášející se ve vodě poznáme jen podle tmavých očních skvrn a stříbřitých, hojně pigmentovaných tracheálních měchýřků. Larvy těchto komárů jsou ze všech hledisek jedněmi z nejpodivuhodnějších živočichů. Liší se od normálního larválního typu svého příbuzenstva téměř všemi orgány a jejich funkcí (Lelák, 1972).



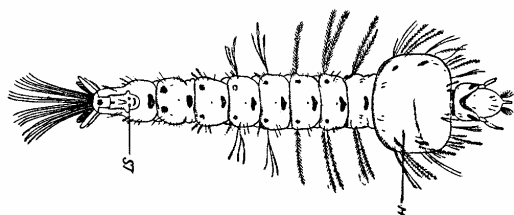
Obr. 30. Larva rodu *Chaoborus*, T - tykadla, H – hrud', TR – tracheální měchýřky

(Chejsin, 1955).

Komárovití (Culicidae) jsou druhově mnohem chudší než předešlá čeleď. Na našem území lze předpokládat výskyt asi 55 druhů. Larvy komárů dýchají atmosférický kyslík. Stigmata leží dorsálně na 8. abdominálním článku. Kukly jsou velmi pohyblivé, se silně zvětšeným thoraxem a párem prothorakálních dýchacích růžků. Samičky mají dobře vyvinutý sosák, uzpůsobený k sání krve. Imága se zdržují na stinných místech v trávě a křovinách. K vývoji vajíček dochází u samic komárů bodavých až po vylíhnutí imága a k úplnému vývoji vajíček potřebuje samička nasát krev teplokrevných

hostitelů. Proto po několika dnech vyhledává samička hostitele. U některých druhů jako *Culex modestus* dozrávají vajíčka i bez předchozího nasátí krve. Samečkové komárů sají pouze sladké rostlinné šťávy, hlavně květní nektar. V této době dochází také k páření. Samečkové se shromažďují k rojení, zpravidla před západem slunce v blízkosti líhniště. Do těchto rojů samečků vletují samičky jednotlivě a dochází k oplození. Vajíčka kladou samičky převážně do stojatých, často periodických vod (Lelák, 1972).

Samičky r. *Anopheles* kladou vajíčka na hladinu jednotlivě, povrchovým napětím vodní blanky se však vajíčka shlukují v malé skupinky. Vyvíjejí se na vodní hladině, na které plavou pomocí plovacího zařízení ve formě vzdušných komůrek a lišt, kterými je opatřeno každé vajíčko. U ostatních rodů našich komárů bodavých nemají vajíčka vzdušné komůrky.



Obr. č. 31. Larva anofela (*Anopheles* sp.), H – hrud', ST – stigma, (Chejsin. 1955)

Na lidská sídliště a obydlí je vázán z komárů snad nejvíce *Culex pipiens*, jehož larvy a kukly se vyvíjejí v nejrozmanitějších drobných vodách, v nádržích pod okapy, v sudech s dešťovou vodou, v okapových rourách, loužích na cestách atd. Vývojová stádia nalezneme od května do října. Imága přezimují ve sklepech a jiných tmavých studených místech. Samičky však sají hlavně na ptácích, zejména na drůbeži a člověka nenapadají.

Larvy přijímají potravu dvěma způsoby a to filtrací z povrchu hladiny nebo planktonu, anebo seškrabováním mikroorganismů a dentritu z různých předmětů ve vodě nebo ze dna (Lelák, 1972).

4. Výsledky odběrů

V obou tůních jsem našla tyto druhy: terčovník vroubený (*Tropidiscus planorbis*), okružák ploský (*Planorbis corneus*), plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), pijavka koňská (*Haemopis sanquisuga*), hltanovka bahenní (*Erpobdella octoculata*), jepice (*Ephemera* sp.), šídlatka velká (*Lestes viridis*) – nymfa, šídlo rákosní (*Anaciaeschna affinis*) – nymfa, leskllice měděná (*Cordulia aenea*) – nymfa, vážka obecná (*Sympetrum vulgatum*) – nymfa, znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*), bruslařka obecná (*Gerris lacustris*), plavčík *Haliptus* sp., pakomár *Chironomus* sp. - larva (patentka), komár *Culex* sp. – kukla.

V periodické tůni jsem oproti trvalé tůni našla druhy: vážka ploská (*Libellula depressa*) – nymfa, potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*) – larva, potápník *Dytiscus circumflexus* – larva, potápník *Ilybius similis* – larva, potápník *Laccophilus minutu*, vodomilek *Berosus spinosus*, chrostík *Limnephilus* sp.

Naopak v trvalé tůni se navíc vyskytovali: vážka rudá (*Sympetrum sanguineum*) – nymfa, splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), potápník rýhovaný (*Acilius sulcatus*), potápník dvouskvrnný (*Agabus bipustulatus*), vodomilek *Berosus signaticollis*, vodomilek *Laccobius minutu*, pakomárec *Bezzia* sp. – larva, pakomár *Chaoborus* sp. - larva (koretra), komár *Culex* sp. – kukla, bráněnka *Oplodonta viridula* – larva.

Převážná většina druhů se tedy vyskytovala na obou dvou tůních. V následující tabulkách, viz tab. 2 a 3 (str. 54 a 55), je uveden výskyt jednotlivých druhů při odběrech v periodické a trvalé tůni.

Zastoupení bezobratlých v tůních.

Nejpočetnější zastoupení v obou tůních má terčovník vroubený, okružák ploský, plovatka bahenní, pijavka koňská, hltanovka bahenní, šídlatka velká, šídlo rákosní, znakoplavka obecná a bruslařka obecná.

Tab. v dalším souboru

Tab. v dalším souboru

7. Využití v pedagogické praxi

Cílem didaktické části je nabídnout učitelům možnosti využití hydrobiologického odběru při procvičování a rozšiřování učiva o bezobratlých vodních živočiších při výuce na Základní škole.

7.1. Umístění v učivu na ZŠ, NŠ, OŠ, RVP

Základní škola – 6. ročník: Mnohobuněčné organismy

Národní škola – 7. ročník: Společenstvo vod a jejich okolí

Bezobratlí živočichové

Občanská škola – 7. ročník: Voda a její okolí

RVP – Biologie živočichů

Základy ekologie

7.2. Hydrobiologický odběr

Při práci na základní škole může učitel využít hydrobiologický odběr různými způsoby. Materiál nasbíraný při hydrobiologickém odběru může použít jako názornou pomůcku při vyučování, nebo v laboratorních pracích pro procvičení a upevnění učiva. Hydrobiologický odběr se také může stát tématem pro terénní vyučování.

Každý dobrý učitel by měl znát základní druhy bezobratlých živočichů žijících ve vodě, umět odebrat vzorek a nafixovat jej. Práce s takovým materiálem je pro žáky určitě zajímavější než si pouze prohlížet obrázky vodních bezobratlých v knize.

7.3. Využití hydrobiologického odběru v hodinách přírodopisu

Pro žáky je nejzajímavější pozorovat živočichy přímo v přírodě. Ne vždy má ale učitel možnost s žáky do přírody vyrazit. Proto je třeba snažit se co nejlépe využít různé didaktické metody díky kterým si žáci vytvoří přiměřené představy o přírodě, rostlinách, které zde rostou a živočiších, kteří zde žijí.

1. Jestliže má učitel možnost vyrazit s žáky do přírody, ale nemá mnoho času, aby veškerá pozorování, provedl se žáky na místě, je možné s žáky pouze provést odběr, aby si alespoň osvojili metody hydrobiologického odběru a vzorky vzít sebou do

školy. Zde s nimi mohou žáci pracovat ve vyučovací hodině. Mohou organismy určovat podle klíčů a pozorovat jejich adaptace na život ve vodě. Tato možnost se může zdát méně vhodná než snažit se pozorovat a určovat živočichy a rostliny přímo v přírodě, protože v terénu si žáci lépe vytvoří spojitost mezi daným biotopem a organismy, které zde našli. Některé organismy je ale možné přinést živé a některá pozorování a pokusy lze udělat pouze v učebně nebo je vhodnější tam tyto pozorování a pokusy provést, protože v terénu na to není dostatek pomůcek. Potom je ale potřeba pracovat s materiálem v co nejbližší době po odběru. Je také možné nalovený materiál nafilixovat v 70% lihu a v hodině pracovat s usmrčeným živočichy.

2. Jestliže učitel vůbec nemá možnost jít s žáky do terénu, může sám živočichy v tůních nalovit a donést je žákům přímo do vyučovací hodiny. Stejně tak jako v předchozím bodě je může donést živé, nebo nafilixované v lihu a žáci s tímto materiálem mohou pracovat. Nafilixovaný materiál je třeba před tím, než s ním žáci začnou pracovat, proprat ve vodě aby nezapáchal.
3. Nejméně vhodnou možností je, že učitel materiál naloví, sám vytřídí a určí podle klíčů. Takto připravený a určený materiál pak může dát v hodině např. kolovat. Měli by materiál hodně, může dát vzorky do každé lavice. Každopádně se mi tato metoda zdá nejméně vhodná. Každý učitel ví, že čím více žáci s materiálem pracují, tím více si o něm zapamatují. Je tedy vhodnější, když si žáci materiál sami nasbírají a určí, než když jim ho učitel předloží jen na prohlédnutí.
4. Jednou z dalších možností jak s žáky pozorovat život bezobratlých živočichů je odchytit živé bezobratlé živočichy, založit jejich chov a pozorovat z žáky jak se tyto živočichové vyvíjejí. Návod pro chov vážek je rozepsán níže.

7.3.1 Náměty na pokusy a pozorování vodních bezobratlých

Pokusy bývají u žáků jednou z nejoblíbenějších metod. Pro učitele sice může být tato metoda trochu náročnější než klasická frontální výuka, a to jak na přípravu tak na organizaci hodiny, ale určitě stojí za to zařadit pokusy do výuky, zvláště v předmětu jako je přírodopis. Žáky tato metoda baví a také si z těchto hodin zapamatují daleko více, než když jsou jim informace pouze předkládány. Už jen to, že si mohou pozorované rostliny nebo živočichy dobře prohlédnout, osahat a pracovat s nimi je určitě větším přínosem, než když si je prohlédnou např. na obrázku, nebo v nejhorší případě se

o určitém živočichovi nebo rostlině dozví základní informace pouze z učitelova výkladu podle kterého si nevytvoří ani tu nejzákladnější představu o jejich zhledu, nebo se tyto představy od reality velmi liší.

V následující části je uvedeno několik námětů na pokusy s hydrobiologickým materiálem. Jsou zde vybrány pokusy, které se týkají bezobratlých živočichů, které jsem nalezla na pozorovaném území (tůň U jezírek). Pokusy 1,2,3,4 (mimo dýchání plovatky), 6 (bez použití lampy), 9, 10 jsem vyzkoušela a přesvědčila jsem se o tom, že fungují. Ostatní pokusy jsem vypsala z odborné literatury. Doporučuji tedy, aby si učitel před výukou tyto pokusy raději vyzkoušel a přesvědčil se zda fungují a zda je možné a vhodné je žákům demonstrovat.

Pokusy:

1. Pozorování pohybu pijavky koňské.

Doba: 2 minuty

Potřeby: sklenice s vodou a s pijavkou koňskou.

Postup: Pozoruj jak se ve vodě pijavka pohybuje.

Zjištění: Pijavka koňská se po podkladu pohybuje pomocí přísavek. Pijavka se natáhne dopředu, přichytne se k podkladu hlavovou přísavkou, přitáhne zbytek těla a přichytí se ocasní přísavkou. Ve volné vodě se pohybuje vlnivými pohyby těla.

2. Pozorování bruslařky

Doba: 2 minuty

Potřeby: sklenice s vodou a bruslařkou

Postup: Pozoruj jak se pohybuje bruslařka. V jaké části vody se pohybuje, po kolika končetinách atd.

Zjištění: Bruslařka se pohybuje na povrchu vody a pouze po čtyřech končetinách. První pár končetin používá k uchvacování kořisti. Pohyb připomíná bruslení a odtud tedy název bruslařka.

3. Pozorování znakoplavky

Doba: 3 minuty

Potřeby: Sklenice s vodou a znakoplavkami.

Postup: Pozoruj, v které části a jak se znakoplavka ve vodě pohybuje.

Zjištění: Znakoplavka se ve vodě pohybuje pomocí posledního páru nohou pokrytého štětkami. Plave v poloze na zádech. Pohybuje se pod vodou a občas vyplave na hladinu zadečkem napřed, aby se nadechla. Pak zase pomocí nohou plave směrem ke dnu sklenice. Když znakoplavka přestane pohybovat nohama, je vynášena směrem k hladině.

4. Pozorování plovatky bahenní a okružáka ploského

Doba: 3 minuty a pak může probíhat několikrát během výuky, protože plži lezou k hladině jen několikrát za hodinu.

Potřeby: Malé akvárium s vodními rostlinami, okružáky a plovatkami, lupa.

Postup: Pozoruj pohyb plovatek a okružáků. Všimni si jaký druh z plžů se častěji vyskytuje u hladiny. Pozoruj ústní dutinu plžů a způsob získávání potravy.

Zjištění: Plži se po podkladu pohybují díky svalnaté noze, na které můžeme pozorovat plynulý vlnivý pohyb. K hladině mohou i volně vyplavat a to tak, že vytáhnou většinu těla z ulity. Tento pohyb používají hlavně plovatky. Okružáci většinou lezou k hladině po rostlinách nebo nějakém podkladu. Když plovatka vypluje k hladině, aby se nadechla, přiblíží otvor do plášťové dutiny k hladině a s hlasitým mlaskavým zvukem jej otevře. Plovatky vyplouvají k hladině daleko častěji než okružáci. Okružáci i plovatky se živí rostlinnou potravou. Pomalu se sunou porostlinách a pevném podkladu a ústy (přesněji zrohovatělou radulou) seškrabávají potravu (Lellák, 1972).

5. Instinkty larev chrostíků (demonstrační pokus)

Cíl: Vypudit larvy chrostíků z jejich schránek a pozorovat stavbu nových schránek.

Doba: Několikrát po 10 minutách (v hodinových přestávkách).

Potřeby: akvárium s pískem a zbytky rostlin, špendlíky, Petriho misky, larvy chrostíka (*Limnephilus* sp.)

Postup: Larvy chrostíka ze stojaté vody dáme jednotlivě do Petriho misek. Opatrným zavedením špendlíkové hlavičky do zadního konce schránky larvy donutíme larvu, aby schránku opustila. Potom ji přeneseme do pokusného akvária. Pro stavbu nové schránky jí poskytneme různý materiál, jako písek, části rostlin, prázdné ulity vodních plžů apod.

Zjištění: Larvy chrostíků se vzpírají vylézt ze svých ochranných schránek. Ponecháme-li jim schránku, vlezou dovnitř napřed hlavou, a pak se otočí. Odstraníme-li schránku, vystaví si larva novou, značně podobnou staré schránce.

Závěr a využití: Vypudíme-li larvy chrostíka z jejich schránky, stavějí si instinktivně novou z materiálu, který jim poskytneme. Přitom u většiny druhů materiál i způsob stavby souhlasí přesně se schránkou, z níž byla larva vypuzena (Bayer, 1960).

6. Reakce na stín u larev komára (demonstrační pokus)

Cíl: Pozorovat reakci komářích larev na stín

Doba: 3 minuty

Potřeby: akvárium, zdroj elektrického proudu, elektrická lampa se šňůrou, lepenková destička, larvy komára.

Postup: Komáří larvy dáme do akvária s vodou. Akvárium dáme na slunce (v zatemnělé místnosti je osvětlíme lampou). Když se larvy shromáždí při hladině, zastíníme akvárium lepenkou. Nesmíme akváriem přitom otřást. Zastínění několikrát opakujeme. Jakmile larvy přestanou na ně reagovat, poklepeme lehce na nádržku.

Zjištění: Komáří larvy se po zastínění pohybují ihned ke dnu, chvíli tam setrvávají a zase se vracení k hladině. Po častějším zastínění zůstávají i hladiny. Zaklepeme-li na nádrž, prchají však ihned ke dnu.

Závěr a využití: Náhlé zastínění vybavuje u komářích larev reakci, která se projevuje tím, že prchají od vodní hladiny, na níž se svými dýchacími otvory „zavěsili“, do hlubších vrstev vody. Při častějším opakovaném krátkodobém zastínění reakce slábne a doba, po kterou larvy zůstávají při dně, se zkracuje. Nakonec zůstávají všechny komáří

larvy při hladině. Zvykly si na podnět a reakce na stín se nevybavuje. Při novém podnětu (při zaklepání na nádrž akvária) však larvy ihned opouštěli vodní hladinu.

Doplňk: Trvají-li otřesy, působené lehkými poklepy, delší dobu, larvy si zvyknou i na ně a přestanou reagovat (Bayer, 1960).

7. Reakce na světlo u znakoplavky (demonstrační pokus)

Cíl: Pozorovat u znakoplavky reakci na světlo

Doba: 10 min

Potřeby: kádinka 600ml, trojhran, trojnožka, 2 elektrické lampy s přívodními šňůrami, zásuvka el. proudu, místnost se zatemněním, znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*).

Postup: Znakoplavku dáme do kádinky s vodou. Kádinku postavíme na trojnožku s trojhranem. Nad kádinkou a pod ní umístíme lampy. V zatemněné místnosti osvětlujeme kádinku střídavě shora a zdola.

Zjištění: Znakoplavka se obrací ke zdroji světla vždy hřbetní stranou.

Závěr a využití: Dopadající světlo, ať přichází z kteréhokoli směru, působí na znakoplavku tak, že se k němu otáčí vždy hřbetem.

Doplňk: Larvy mnohých vodních brouků, např. potápníka vroubeného (*Dytiscus marginalis*), se obražejí při osvětlení zespodu na hřbetní stranu, při osvětlení shora do normální polohy (Bayer, 1960).

8. Pozitivní fototaxe drobných korýšů (demonstrační pokus)

Cíl: Pozorovat reakci drobných korýšů na jednostranné osvětlení

Doba: 10 minut

Potřeby: akvárium, 2 stolní lampy, místnost se zatemněním, voda s oxidem uhličitým (soda), voda, drobní korýši – perloočky (*Cladocera*).

Postup: Korýše dáme do akvária s vodou a rozptýlíme je. Ke každé užší stěně akvária postavíme stolní lampu a zapojíme ji do zásuvky. Do akvária přilijeme půl láhve sody. Potom místnost zatemníme. Obě lampy střídavě rozsvěcujeme a korýše pozorujeme. Pak rozsvítíme obě lampy současně a opět sledujeme reakci korýšů.

Zjištění: Při jednostranném osvětlení se korýši pohybují vždy k zdroji světla a shromažďují se v hustém hejnu při té stěně akvária, která je u zdroje nejbližší. Při současném osvětlení z obou stran se korýši shromažďují uprostřed mezi oběma světelnými zdroji.

Závěr a využití: Korýši se pohybují k světelnému zdroji zejména ve vodě bohaté oxidem uhličitým (pozitivní fototaxe). Osvětíme-li je dvěma světelnými zdroji současně z protichůdných směrů, zaujmou postavení uprostřed mezi oběma světelnými zdroji, pokud jsou vystaveny z obou stran stejně silným podnětům (Bayer, 1960).

9. Jak vidí larva šídla (demonstrační pokus)

Cíl: Pozorovat reakci larev šídla na pohybující se předměty

Doba: 5 minut (připravíme dva dny předem)

Potřeby: akvárium, špejle, larvy šídla.

Postup: Larvy šídla chováme dva dny v pokusném akváriu. Nekrmíme je. K larvě, která sedí na dně, zepředu pomalu přibližujeme špejli. Pokus několikrát opakujeme. Pozorujeme reakci larvy.

Zjištění: Hladová larva sleduje pohyb špejle, což je zřejmé z toho, že k ní otáčí hlavu nebo i celé tělo. Když je špejle dostatečně blízko, larva náhle vymrští masku a zakousne se do hůlky.

Závěr a využití: Larva vnímá svou kořist dobře vyvinutými složenými očima. Když se kořist přiblíží, vymrští lapací masku (přeměněný spodní pysk) a zarazí její dva silné hroty do kořisti. Protože larva vnímá jen pohybující se předměty, zakousne se také opětovně do špejle.

Doplňek: Dotkneme-li se zadečku larvy šídla špejlí, vystřikuje náhle vodu z konečníku, takže zpětný náraz postrčí kupředu a písek pod zadečkem se tlakem vody zvíří („úniková reakce“) (Bayer, 1960).

10. Přijímání potravy u larvy vážky

Doba: 5 minuty

Potřeby: miska s vodou a larvami vážek, sklenička s vodou s perloočkami nebo buchankami, skleněná tyčinka, kapátko.

Postup: Pomocí kapátka umístí do misky s larvami vážek několik buchaneček nebo perlooček. Pozoruj dravost larvy vážky, když se k ní přiblíží potrava. Jestliže jsou perloočky (buchanky) shromážděny jinde než larvy vážek, zkus je k nim přiblížit pomocí skleněné tyčinky.

Zjištění: Když se kořist přiblíží, vymrští larva lapací masku (přeměněný spodní pysk) a zarazí její dva silné hroty do kořisti. Poté potravu pozře.

11. Čich a chuť u potápníka vroubeného (demonstrační pokus)

Cíl: Zjistit, kterými receptory vnímá potravu potápník vroubený

Doba: 10 minut (příprava dva dny předem)

Potřeby: akvárium, filtrační papír, 15ml 10% roztoku chloridu sodného - kuchyňské soli (NaCl), 5 ml 5% roztoku síranu hořečnatého (MgSO_4), 5g čerstvého masa, potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*).

Postup: Brouka necháme v akváriu 2 dny bez potravy. Z filtračního papíru uděláme dvě malé kuličky o průměru asi 5 mm. Jednu silně přitlačíme na kousek čerstvého masa. Pak obě kuličky současně ponoříme ve dvou pinzetách do akvária s broukem. Pokus několikrát opakujeme. Potom použijeme stejným způsobem papírových kuliček namočených v roztoku chloridu sodného a v roztoku síranu hořečnatého.

Zjištění: Potápník plave vždy ke kuličce, kterou jsme se dotkli masa, a zakousne se do ní. Na druhou kuličku nereaguje. Právě tak se zakousne do kuličky namočené v roztoku chloridu sodného. Po zakousnutí do kuličky nasáklé roztokem síranu hořečnatého brouk přechá a většinou ho již nelze přilákat.

Závěr a využití: Hladový brouk je lákán pachem, popřípadě chutí kuličky, která přišla do styku s masem, a zakousne se do domnělé potravy. Na čistou kuličku nereaguje, ačkoli vypadá stejně. Z tohoto pokusu usuzujeme, že potápník rozpoznává potravu čichem, popřípadě chutí, kdežto zrak se přitom neuplatňuje (Bayer, 1960).

12. Přijímání potravy u larvy potápníka (demonstrační pokus)

Cíl: Pozorovat, jak larva potápníka přijímá potravu

Doba: 3 minuty (připravíme dva dny předem)

Potřeby: akvárium, voda, pulci žab, larva potápníka vroubeného (*Dytiscus marginalis*).

Postup: Do akvária s vodou dáme větší larvu potápníka a dva dny ji nekrmíme. Pak vpustíme do akvária pulce a pozorujeme reakci larvy.

Zjištění: Jakmile larva zpozoruje pulce, vrhne se na něj, zatne do něho svá klešťovitá kusadla, a tím jej rychle ochromí. Po krátké době se pulec znatelně zmenší. Na kusadlech a hlavě larvy potápníka zřetelně pozorujeme polykací pohyby. Larva potápníka pulce zcela vysaje, takže z něho zůstane jen nepatrný zbytek (kůže).

Závěr a využití: Larvy potápníka tráví potravu zčásti před ústy. Trávicí sektery zavádí do kořisti silnými dutými kusadly (mandibulami). Působením sekretů se potrava tráví. Natrávenou potravu přijímá larva rovněž mandibulami.

Doplňek: Totéž můžeme pozorovat na pavouku křížáku obecném (*Araneus diadematus*) a na larvě mravkolva běžného (*Myrmeleon formicarius*), když chytají kořist a přijímají potravu (Bayer, 1960).

7.3.2 Chov vážek

Larvy vážek se dají dobře chovat a pozorovat také v akváriu. Vajíčka šidélek lze nalézt na vodních rostlinách. Nejlépe je odebrat část rostliny kam předtím samička vajíčka kladla, čímž máme jistotu, jaký druh se nám bude z vajíčka líhnout. U vážek, které kladou vajíčka volně, můžeme ulovit samičku, opatrně ji uchopit za křídla a protože i po chycení vypouští vajíčka, můžeme je snadno odebrat do epruvety s vodou (zde opět víme o jaký druh půjde). Odchov z vajíčka je však velmi náročný, vzhledem k problému zajišťování dostatečného množství mikroskopické potravy, a tak si obvykle opatřujeme vzrostlejší larvy na pozorování lovem sítkou na odchyt vodního hmyzu (získáme tak larvy volně žijící na vodní vegetaci) nebo cedníkem (po pročištění substrátu získáme druhy v něm žijící) – ne vždy však hned přesně víme o jaký druh jde, protože určování nedospělých larev je problematické. Ulovené exempláře přepravujeme do chovů jednotlivě, např. v nádobách z PVC nebo igelitových sáčcích. Raději je nepřenášíme ve vodě, ale jen v mokřém mechu či vodních rostlinách (stačí mokrá

tráva). Při takovém transportu larvy vydrží řadu hodin, případně i dní (nesmíme je však vystavovat vysoké teplotě a do transportní nádoby otvory zajistíme stálý přístup vzduchu). K pozorování se hodí nejlépe druhy nanejvýš s jednoletým vývojem (např. *Coenagrion*, *Lestes*, *Sympetrum*, *Anax*). Dobré je nalovit vzrostlé larvy na jaře, protože tak se dočkáme již téhož roku líhnutí (Kovařík, 2000).

K chovu larev stačí malé akvárium. Na dno dáme vrstvu propraného písku, do něhož můžeme zasadit vodní rostliny (např. *Elodea*, *Myriophyllum*). Zde můžeme chovat larvy žijící mezi vegetací (šidélka, šídlatky, šídla).

Pro larvy, které žijí zahrabané v písku nebo pod listím a tlejícími rostlinami (např. vážka – *Libellula*, klínatka – *Gomphus*) pokryjeme písčité dno vrstvou rozdrobeného listí do výše 0,5-1 cm.

Pokud chováme larvy žijící v tekoucích vodách, (např. rod páskovec – *Cordulegaster*) je nutno vzduchovat, aby se zajistila cirkulace vody. Tyto larvy lze také chovat ve větších Petriho miskách s vrstvou jemného písku a zbytky rostlin a jen slabou vrstvou vody (1-2 cm). Misky udržujeme v teplotě 15-18 °C (Kovařík, 2000).

Pokud chováme larvy z vajíček, nejmenší stádia krmíme vířníky (Rotatoria) a malými vodními korýši (Cladocera, Ostracoda, Copepoda). Vzrostlé larvy motýlic, šidélek, šídlatek živíme perloočkami a buchankami, larvami jepic a komárů. Větší larvy vážek a šídel krmíme larvami jepic, komárů, šidélek, lze použít i drobný suchozemský hmyz, žížaly i kousky masa, kterými pomalu pohybujeme před jejich hlavou. Pečlivě dbáme na čistotu vody a pravidelně ji vyměňujeme. Lépe je chovat larvy odděleně, aby se navzájem nenapadaly a nepožíraly. Jednotlivé exempláře lze umístit i do plovoucích košíčků ze silonového pletiva, připevněného na polystyrénovou destičku. U larev se někdy vyskytují nákazy mikrosporidii. Nemocné kusy jsou nápadně bílé – ty samozřejmě z chovu vyzařujeme.

Pro úspěšné líhnutí je třeba do každého rohu akvária umístit větévku, na níž larvy vylezou před proměnou v imágo. Nad akvárium napneme silonové tkanivo, které zabráni odletu vyhlýchých vážek. Klec musí být dostatečně vysoká, podle velikosti vážek, aby nespadly do vody a neutopily se (Kovařík, 2000).

7.4. Využití hydrobiologického odběru při terénním vyučování

Významným zdrojem moderního a efektivního vyučování přírodopisu jsou dobře připravené vycházky a práce v přírodě. Mají velký význam při výchově žáků, při utváření jejich vztahu k přírodě, upevňování znalostí získaných ve výuce a při praktickém poznávání přírodnin a přírodních dějů v celém komplexu. V současné době, kdy se klade prvořadý důraz na spojení teorie s praxí, jsou vycházky a exkurze do přírody jednou z nejdůležitějších forem výuky přírodopisu a biologie. Jen zde můžeme na konkrétním příkladu vysvětlit některé důležité pojmy a poznatky jako je např. “biocenóza, přizpůsobení životním podmínkám, vztah organismů a prostředí“. Jen zde můžeme v žácích vychovávat kladný vztah k přírodě, naučit je přírodu poznávat a chránit. Přírodní objekty zde nepozorujeme izolovaně, ale v prostředí, kterým jsou ovlivňovány a které zpětně ovlivňují.

Při cvičení v přírodě můžeme daleko více a účinně rozvíjet pozorovací schopnosti žáků, vést je k abstraktnímu myšlení a syntéze získaných poznatků, k jejich ověřování v praxi.

Jednou z nejvděčnějších a nejzajímavějších organizovaných prací v přírodě je hydrobiologická exkurze. Má celou řadu výhod. Život ve vodě je v různé formě v aktivním stavu po celý rok, za každého počasí a lze jej tedy demonstrovat kdykoliv. Na malé vodní nádrži nebo toku můžeme ukázat žákům poměrně velké množství živočišných a rostlinných druhů a jejich vzájemné vztahy, jejich závislost na prostředí a přizpůsobení různým činitelům (Kubíčková, 1985)

7.5. Metodika výuky – manuál pro učitele

7.5.1. Vodní ekosystémy a ekosystém okolí vod

Žáci by si měli vytvářet během výuky lepší spojitosti mezi informacemi, které postupně získávají. Většina učebnic, které jsou nyní na trhu k dispozici a podle kterých se žáci na školách učí, jsou postaveny převážně podle systémů živočichů a rostlin. Vzájemné vztahy mezi rostlinami a živočichy a jejich zařazení do společných ekosystémů se často opomíná. Následující text slouží jako základní charakteristika vodního ekosystému. Učitelé jej mohou upravit podle svých potřeb a použít při přiblížení vodního ekosystému žákům. I když se ve své práci zabývám hlavně

bezobratlými živočichy nelze se při popisu ekosystému vod zaměřit pouze na ně, ale je třeba zmínit i rostliny a obratlovce, aby si žáci vytvořili komplexnější představu (Podroužek a Jůza, 2000).

Vývoj a charakteristika vodních ekosystémů

Podobně jako např. lesní ekosystémy i ekosystémy okolí vod jsou velmi rozmanité a dávají krajině osobitý ráz. V odborné literatuře jsou často označovány také mokřady. Mezi mokřady u nás řadíme rašeliniště, močály, bažiny, jezera, rybníky, řeky, potoky, zaplavované planiny a pravidelně zaplavované lužní lesy. V celosvětovém měřítku také slaná pobřeží, delty řek a mořské pobřeží. Mokřady tedy celkově pokrývají značnou část zemského povrchu. Mokřady jsou domovem stovek druhů rostlin a živočichů, kteří jsou různým způsobem závislí na vodě a samozřejmě i domovem lidí, kteří zde nacházeli a nacházejí různé životně i kulturně důležité produkty, nutné pro život. V mokřadech se rovněž vyvíjela i lidská civilizace, např. v okolí Nilu, Eufratu, a Tigridu. Mokřady plní obecně v přírodě velmi důležité funkce, např. zadržují přívally vody a omezují negativní dopad záplav a potop, stabilizují a zpevňují pobřeží, filtrují znečištěnou vodu a jsou zásobárnou sladké pitné vody. Bez mokřadů by také nevznikly zásoby organických paliv, např. ropy a uhlí. Umožnily totiž rozklad organické hmoty bez přístupu vzduchu. Mokřady však také patří v současné době mezi nejvíce ohrožený typ prostředí na zemském povrchu a je proto třeba je intenzivněji chránit (Podroužek a Jůza, 2000).

Tekoucí a stojaté vody vytvářejí specifické biotické prostředí, které ovlivňuje výskyt specifické flóry a fauny. Podle místa výskytu lze vodní organismy zjednodušeně členit do několika skupin (Podroužek a Jůza, 2000):

rostliny a živočichové vyskytující se u dna, tzv. **bentos**, např. larvy jepic, pakomárů (patentky), nitěnky aj.

- rostliny a živočichové, které se výrazně nepohybují a vznášejí se ve vodě, tzv. **fytoplankton**, např. sinice, rozsivky, vláknité řasy nebo tzv. **zooplankton** např. prvoci, vírníci, buchanky, perloočky aj.
- živočichové pohybující se aktivně, tzv. **nekton**, např. larvy koreter, vážek, dospělí potápníci, vodní ploštice i ryby aj.

- drobné rostliny a živočichové vyskytující nebo pohybující se v povrchové blance vody, tzv. **neuston**, např. vodoměrky a bruslařky.
- rostliny a živočichové, které jsou nejrozmanitějším způsobem přizpůsobení životu v tomto prostředí a žijící v okolí vody, např. porosty rákosu, vodní ptáci, různé druhy obojživelníků a plazů aj.

Mezi vodní ekosystémy řadíme ekosystémy tekoucích vod a společenstva stojatých vod. Každé z nich má svá specifika a vytvářejí se tak různé varianty vodního prostředí s výskytem různorodé fauny a flóry (Podroužek a Jůza, 2000).

Rostliny vodních ekosystémů a jejich okolí

Vodní prostředí a jeho okolí je různě rozmanité a bohaté. Vyskytuje se v něm řada různých druhů a typů rostlinstva od drobných a mikroskopických řas až po vzrostlé stromy. Významné jsou pro toto prostředí pobřežní a bažinné rostliny. Řada druhů těchto rostlin plavou na hladině vody, např. lekníny, stulík, okřehek, rdesno, lakušník aj. Další druhy jsou zcela ponořené pod vodou, např. vodní mor, hvězdoš, stolístek, růžkatec, aj. Další rostliny rostoucí v okolí vody přímo zakořeňují ve vodě, v bahně okolí vody, např. orobinec, puškovec, rákos, vzácněji šípatka, vachta aj., nebo rostou v promáčené půdě na březích vod, např. ze stromů vrby, olše, z bylin pryskyřník, šťovík, blatouch, ostřice aj.

V okolí vodních toků a ploch zaujímají dominantní místo stromy a keře, rostoucí ve vlhkém prostředí a podmáčené půdě. Nejznámější jsou především různé druhy vrb. Poměrně často se u nás vyskytuje vrba bílá, rychle rostoucí až do výšky 25 m. Jiným druhem je vrba košíkářská, která je drobnější a má pružné a dlouhé větve používané v košíkářském průmyslu. Dalšími druhy vrb, které u nás rostou jsou vrba ušatá, vrba křehká a vrba červenice. U potoků a řek vyrůstají poměrně hojně olše lepkavá, dorůstající výšky až 30 m. Dále zde můžeme najít olši šedou, topol černý, topol osiku, aj. Často jsou člověkem pro zpevnění hrází rybníků vysazovány duby letní (dobře odolávají vodě).

Kromě stromů a keřů roste v blízkosti řada bylin. Na jaře na březích potoků a rybníků jsou patrné výrazně žluté květy blatouchů bahenních a pryskyřníků

plazivých, vrbiny obecné aj. Ve vodě nebo v bahně zakořeňují např. poměrně hojný puškvorec obecný s tlustým plazivým oddenkem, dále orobinec širokolistý, který vytváří souvislé porosty na březích stojatých vod a jeho palicovité květenství je lidově označováno jako „doutník“, rákos obecný je až 5 m vysoká tráva s plazivým oddenkem, který v mělčinách vytváří souvislé porosty „rákosiny“. Využívá se na tvorbu rohoží. Často roste na březích vod rovněž ostřice obecná. Vzácněji se vyskytují vachta trojlístá, dále např. šípka střelolistá, ďáblík bahenní a kosatec žlutý (vzácný a chráněný). Některé druhy rostlin plavou na vodě a jsou zakořeňeny v bahně u dna většinou stojatých vod, např. leknín bílý s výrazně bílými květy a plovoucími listy s dlouhými řapíky, nebo stulík žlutý s menším nápadně žlutými květy, který také roste ve stojatých vodách a květy s listy se vznášejí na vodní hladině. Dále rdesno obojživelné a rdest kadeřavý, který vytváří souvislé porosty na rybnících. Jinou rostlinou je lakušník vzplývavý rostoucí v tekoucích vodách a vytvářející souvislé porosty s bílými drobnými květy. Poměrně hojnou vodní rostlinou je okřehek menší. Tělo této rostliny je redukováno na drobný plovoucí lístek s kořínkem. Vytváří souvislé porosty na hladinách stojatých vod. Ponořený pod vodní hladinou je vodní mor kanadský, který byl do Evropy zavlečen ze Severní Ameriky. Jeho lodyha je tvořena drobnými sytě zelenými lístky (Podroužek a Júza, 2000).

Živočichové vodních ekosystémů a jejich okolí

Živočichové vodních ekosystémů a jejich okolí jsou různou měrou vázáni na tento ekosystém. Vodní prostředí plní pro živočichy různé funkce. Pro některé druhy je voda především životním prostředím (ryby), pro jiné je zejména zdrojem potravy (vodní ptáci) a pro jiné druhy je místem nutným k rozmnožování (žáby). Většinou se však závislost na vodě u jednotlivých druhů kombinuje a vodní prostředí pro ně plní více funkcí (Podroužek a Júza, 2000).

Ve vodě a jejím okolí se vyskytuje celá řada zástupců hmyzu a dalších bezobratlých živočichů. Na povrchu vody lze vidět drobné ploštice bruslařku obecnou, která žije na hladině vody a předními končetinami chytá hmyz. Pohybuje se pomocí dvou párů zadních končetin, které vykonávají vždy souhlasný pohyb. Jiným druhem ploštic je vodoměrka štíhlá, která sbírá na hladině spadlý hmyz a pohybuje se pomaleji než bruslařka. Dravým broukem našich stojatých vod je potápník vroubený, který společně se svými larvami loví různá vodní živočichy jako hmyz, malé rybky a pulce.

Všeobecně známým hmyzem okolí vod jsou šídla, šídlatky, šidélka, motýlice a vážky. Loví většinou létavý hmyz. Vajíčka kladou většinou do vody nebo na vodní rostliny. V blízkosti vod se vyskytuje i nepříjemný hmyz jako je komár pisklavý, jehož samičky sají krev teplokrevných živočichů a ovád bzučivý, žijící na loukách v blízkosti vod. Jeho samičky jsou vybaveny bodavě lízacím ústrojím a sají krev ostatních živočichů. Larvy se vyvíjejí ve vlhké půdě nebo ve vodě. Ve vodě žijí také zástupci mlžů, např. škeble rybníčná, která filtruje vodu a živí se drobným detritem. Její tělo je kryto ve dvoudílné schránce (lasturách), které jsou spojeny pružným vazem a jsou ovládány svaly. Již vzácným druhem mlže je perlorodka říční, která se dříve chovala na horních tocích řek, např. na Šumavě v řece Otavě. V plášťové dutině tohoto mlže mohou vznikat perly (vniklé cizí těleso, např. zrníčko písku je obaleno perletí). Mezi zástupce běžných druhů sladkovodních plžů patří bahenka živorodá, plovatka bahenní a okružák ploský. Jejich tělo je členěno na hlavu, nohu a útrobní vak, který je ukrytý v ulitě různého tvaru (Podroužek a Júza, 2000).

Typickými zástupci vodních ekosystémů jsou ryby. Svým přizpůsobením a způsobem života jsou vázány na vodní prostředí. Ryby se vyskytují v různých druzích stojatých a tekoucích vod.

Dalšími zástupci obratlovců obývajících vodní ekosystémy a jejich okolí jsou rovněž obojživelníci, plazi, ptáci a savci. Z obojživelníků je to především skokan zelený, který přezimuje v bahnitém dně stojatých vod. Naším nejhojnějším hadem je užovka obojková, která se vyskytuje v blízkosti vod a loví hlodavce, ještěrky, hmyz a obojživelníky. Z ptáků můžeme u vody vidět kachnu divokou, čírku obecnou, poláka velkého, poláka chocholačku, labuť velkou, husu velkou, potápku roháč, potápku černokrkou, potápku malou, lysku černou, čápa bílého a volavku popelavou. Z řádu pěvců můžeme u vod spatřit např. rákosníka obecného, strnada rákosního, břehuli říční, sýkoru lužní, aj.. Ze savců jsou na vodní prostředí vázány, např. ondatra pižmová nebo vydra říční (Podroužek a Júza, 2000).

Vztahy organismů ve vodě

Na břehu jezera nebo rybníka lze pozorovat mnoho jevů. Kachna hledá pod vodou zobákem potravu, kterou tvoří drobné organismy, nebo rostliny. Potápník

vroubený požírá pulce, plži spásají řasy na rákosí. Vodní organismy mají mezi sebou vytvořené více či méně úzké vztahy (Podroužek a Júza, 2000).

Potravní řetězce, potravní sítě

Perloočka se živí řasami, ji pozře plotice a tu štika. Vodní plži se živí měkkými vodními rostlinami, jako například vodním morem. Tvoří potravu pro potápníky, ty zase požírá potápka. Vodní organismy jsou spolu spojeny potravními řetězci. Začátek potravního řetězce tvoří vždy rostliny, které produkují organické látky, nazývají se producenti. Býložraví živočichové, kteří požírají rostliny a spotřebovávají jejich organické látky, se nazývají konzumenti. Živočichové, kterým slouží jako potrava jiní živočichové, jsou rovněž označováni jako konzumenti. Býložravci jsou vždy konzumenti prvního řádu, masožravci pak konzumenti vyšších řádů. Živočichové se zpravidla neživí jen jedním druhem organismů, nýbrž jejich „jídelníček“ je značně pestrý. Vodní plži se neživí jen vodním morem, ale také řasami a jinými vodními rostlinami. Potápníci se živí mimo jiné i pulci a pijavicemi, plotice požírají larvy hmyzu, nitěnky a perloočky. Mezi živočichy tedy existuje mnoho potravních vztahů. Říkáme, že tvoří potravní sítě (Bergstedt a kol., 2005).

7.5.2 Charakteristika – tůňe, periodické tůňe

Tůňe se řadí mezi stojaté vody. Jsou to drobné vody přirozeného nebo umělého původu, které nelze vypouštět (Sukop, 1994).

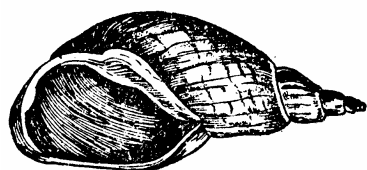
Periodické tůňe jsou nádrže, které bývají naplněny vodou jen občas, a to po dobu nejvýše několika měsíců, častěji jen týdnů. Jsou buď na nepropustném podkladě (např. jílu), v tom případě jejich vznik předpokládá bohaté srážky (jarní tání ledu, letní bouřky), nebo na propustném podloží (např. písek) a pak je jejich vznik a udržení umožněno zvýšením úrovně hladiny spodních vody. Žije zde celá řada organismů, které se vyskytují v litorálu stojatých vod, především perloočky, někteří vířníci, vodní brouci, znakoplavka, vodoměrka, někteří plži aj. Vedle těchto organismů, kteří žijí také v litorálu stálých vod, vykazuje společenstvo periodických tůň ještě celou řadu živočichů, kteří žijí jen zde. Vajíčka těchto živočichů se mohou vyvíjet, i když byly vystaveny úplnému suchu, a často se líhnou jen tehdy, když jsou vystaveny suchu a mrazu, nap. žábronožky, listonozi aj. Z hmyzu jsou pro periodické vody charakteristické

larvy komárů. Larvám komárů stačí obvykle poměrně malé množství vody, protože mají velmi rychlý vývoj, který dokončí dříve než voda vyschne. Larvy komárů najdeme proto prakticky ve všech periodických vodách, často i v malých kalužích o obsahu několik litrů (Hrbáček, 1954).

7.5.3. Charakteristika druhů nalezených v tůních

Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*)

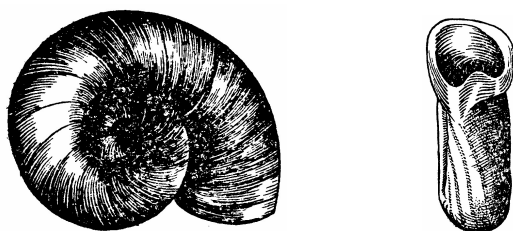
Žije v litorálu větších vodních nádrží nebo i ve vodách malých, někdy částečně vysychajících. K přežití jí stačí i vlhkost mezi chomáči rostlin nebo pod kmeny. Přezimují na dně vod, snese i zamrznutí do ledu. Spotřeba kyslíku je při přezimování minimální - je hrazena pouze difúzí ledem (Lellák, 1972).



Obr. 32. Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), (Chejsin, 1995)

Okružák ploský (*Planorbis corneus*)

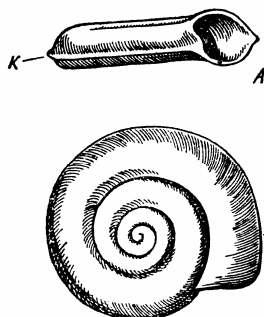
Okružák ploský je největším druhem z této čeledi u nás. Má diskovitou ulitu bez kýlu (dosahuje velikosti 4-5 cm). Na začátku zimy se okružáci většinou zahrabávají do dna nebo zalézají pod kořeny pobřežního rostlinstva. V bahně upadají do jakéhosi zimního spánku a bylo pozorováno, že se u nich snižuje i počet tepů (3tepy/min z 25-30 tepů/min). Velká většina okružáků během zimy hyne a na jaře najdeme velké množství prázdných ulit na dně (Lellák, 1972).



Obr. 33. Okružák ploský (*Planorbis corneus*), (Chejsin, 1995)

Terčovník vroubený (*Tropidiscus planorbis*)

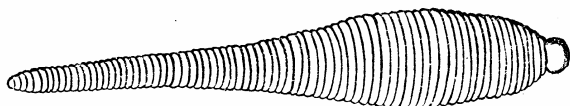
Žije v zarostlých stojatých vodách nižších poloh, bahnitých tůních a ramenech řek, příkopech, bažinách, vyskytuje se i v periodických vodách.



Obr. 34. Terčovník vroubený (*Tropidiscus planorbis*): K – kýl, A – otvor pro hlavu, (Chejsin, 1995)

Pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*)

Jedna z našich nejběžnějších pijavic, dosahující délky do 10 mm. Ve zbarvení převládá hnědý až černý odstín. Žije ve stojatých i proudících vodách od nížin až po horský stupeň. Je dravá, živí se žíhalami, hmyzem a dalšími drobnými živočichy. Někdy ji najdeme na břehu mimo vodu (Krejča, Korbel a kol., 2001).



Obr. 35. Pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*) (Chejsin, 1995)

Hltanovka bahenní (*Herpobdella octoculata*)

Tato pijavka z řádu hltanovek se velmi často vyskytuje ve sladkých vodách a je běžně rozšířena v ČR. Žije v rybnících nebo pomale tekoucích vodách. Zdržuje se hlavně mezi rostlinstvem, v bahně, na kamenech a na různých jiných potopených předmětech. Je nejhojnější pijavkou našich tekoucích vod. Najdeme ji všude pod kameny i ve vodách dosti znečištěných (Chejsin, 1955).

Šídlatka velká (*Lestes viridis*)

Žije u stojatých vod vroubených křovinami a stromy. Klade vajíčka zvláště do kůry vrb a olší (Kratochvíl, 1959).

Leskllice měděná (*Cordulia aenea*)

Žije na různých vodách, ale i daleko od vod. Je to velmi rozšířený, místy hojný druh (Kratochvíl, 1959).

Vážka ploská (*Libellula depressa*)

Délka těla je 47 mm. Vyznačuje se širokým zadečkem, který mají samečkové bledě modrý, samičky hnědavý. Létá už v květnu, nejhojnější je v červenci. Patří k běžným a poměrně hojným vážkám, které létají u stojatých vod (Krejča, Korbel a kol., 2001).

Vážka obecná (*Sympetrum vulgatum*)

Tělo je dlouhé 37 mm. Obvykle létá v září a říjnu v blízkosti rašelinných vod, v nichž se vyvíjejí její larvy. Místy hojná (Krejča, Korbel a kol., 2001).

Šídlo rákosní (*Anaciaeschna affinis*)

Žije hlavně v zarostlých, zanedbaných rybnících, tůních a příkopech. U nás místy hojně (Kratochvíl, 1959).

Potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*)

Je obecně rozšířený v stojatých vodách ČR. Lze ho najít všude v různých rybnících, jezerech, starých říčních ramenech atd. Larvy žijí v týchž vodách, kde je můžeme pozorovat obvykle zavěšené u hladiny vody hlavou dolů s tělem obloukovitě prohnutým (Chejsin, 1955).

Potápník rýhovaný (*Acilius sulcatus*)

Tento potápník měří 16-18 mm. Vyznačuje se pohlavním dimorfismem, který se projevuje ve struktuře krovek. Sameček má hladné, samička žebírkované krovky. Nejčastěji se vyskytuje ve stojatých vodách, zejména v rybnících, jezírkách i v periodických vodách. Je ho možno chovat v akváriu. Živí se larvami vodního hmyzu a drobnými živočichy (Krejča, Korbel a kol., 2001).

Potápník dvouskvrný (*Agabus bipustulatus*)

Dosahuje velikosti 10-11 mm. Je velmi hojný. Žije v různých vodách od nížin do vysokohorských poloh. Často se vyskytuje ve studánkách a pramenech (Krejča, Korbel a kol., 2001).

Splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)

Často se vyskytuje v rybnících, jezerech i v pomalu tekoucích potocích a řekách. Sedí mezi vodními rostlinami nebo zahrabána do bahna nebo písku při břehu tak, že konec dýchací trubice vyčnívá nad hladinu. Larvy splešťulí se velmi podobají dospělým exemplářům, nejsou však tak dlouhé a mají krátkou dýchací trubicí v podobě žlábků a krátké, málo vyvinuté krovky, které ční do stran. Splešťule blátivá je obecně rozšířena (Chejsin, 1955)

Znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*)

Měří 14-16 mm. Je všeobecně rozšířená, žije ve stojatých a mírně tekoucích vodách. Za teplého počasí opouští vodu a odlétá na velké vzdálenosti. Ve vodě plave hřbetem dolů. Je dravá, živí se drobným hmyzem a korýši, příležitostně i malými rybami a pulci (Krejča, Korbel a kol., 2001). Larvy se podobají dospělým, jsou však světlejší, mají větší červené oči a zkrácené krovky (Chejsin, 1955).

Bruslařka obecná (*Gerris lacustris*)

Bruslařky rodu *Gerris* jsou v našich vodách obecně rozšířeny. Pohybují se rychle po povrchu vody na svých dlouhých a široce roztažených nohách. Larvy se liší od dospělých zkrácenými krovkami (Chejsin, 1955).

7.5.4. Hydrobiologické cvičení na tůních „U jezírek“

Následující osnova byla zpracována převážně podle Kubíčkové (1985).

I. Příprava učitele

A. Teoretická příprava učitele

1. Téma cvičení

Bezobratlí živočichové žijící v stojatých vodách.

2. Výchovně vzdělávací cíl

Žák pozná vybrané vodní živočichy.

Žák si všímá a chápe přizpůsobení živočichů vodnímu prostředí.

Žák zná způsob života vybraných vodních živočichů a zařadí živočichy do potravního řetězce.

Žák chápe důležitost vodního ekosystému.

Žák si uvědomuje smysl ochrany některých typů vod a ochrany vodních ekosystémů.

3. Místo cvičení

Periodická a trvalá tůň U Jezírek v Brně v oboře Holedná.

Nejjednodušší cesta k tůním „U Jezírek“ je: Vystoupit z autobusu č. 67 v Jundrově na zastávce Nálepkovala a vydat se touto ulicí směrem do kopce. Téměř u konce této ulice je odbočka doleva, která vede do velmi prudkého kopce. Tato cesta vás dovede k hájovně s minizoo lesních zvířat. Zde se vydáte doprava po asfaltové cestě a tato cesta vás dovede až tůním „U Jezírek“. Na tuto cestu navazuje pouze jediná asfaltová cesta, která vede směrem zpět. Této cesty si nevšímejte a pokračujte rovně po původní trase.

4. Charakteristika lokality

Viz výše v kapitole 3: Charakteristika tůní „U Jezírek“, popř. kap. 2: Charakteristika území Holedná.

5. Termín cvičení

Nejvhodnější je podle mého názoru květen až červen. V této době je zde poměrně bohatá fauna, která kromě bezobratlých zahrnuje i obojživelníky. Břehy tůní jsou v tuto dobu poměrně pevné a nehrozí, že by žáci příliš zapadaly do bahna.

6. Časový harmonogram

Časový harmonogram si musí každý učitel upravit dle času, který může s žáky na terénním cvičení strávit. Doporučuji tomuto terénnímu cvičení věnovat alespoň celé školní dopoledne.

Příjezd od školy na konečnou Jundrov

Cesta od konečné zastávky Jundrov k tůním.....20 min.

Úvodní informace.....10 min.

Samostatná práce žáků.....60-90 min.

Společná prohlídka nalovených živočichů a nasbíraných větviček, závěr....30 min.

Návrat k zastávce.....20 min.

Příjezd ke škole

7. Analýza učební látky, na kterou cvičení navozuje

Základní informace o vodním společenstvu získali žáci během výuky již dříve na prvním stupni základního vzdělávání.

Při přípravě exkurze a opakování tématu vodní společenstvo by měl učitel vycházet ze znalostí žáků, které doposud při výuce získali. Doporučuji toto cvičení zařadit až po probrání učiva týkající se bezobratlých živočichů, nebo vodního ekosystému, aby žáci měli alespoň základní představu o tom co budou dělat a s jakými

organismy se mohou při práci setkat. Sám učitel pak ví, jaké informace žákům na toto téma sdělil, a o které pojmy se může opírat.

B. Praktická příprava učitele

1. Materiál potřebný pro práci v přírodě

Žáci budou předem ve třídě rozděleni do skupin. Počet žáků ve skupině záleží na počtu dětí ve třídě. Nejvhodnější se mi zdá rozdělit žáky do skupin po 5-6 dětech. Skupiny by pracovaly na periodické nebo trvalé tůni, dle instrukcí učitele. Skupiny, které by pracovali na stejných tůních, by si mohli navzájem výsledky porovnat. Každá skupinka bude vybavena potřebným materiálem pro hydrobiologické pozorování.

Každá skupinka bude mít:

Bentosku (upravené kuchyňské sítko)

Sít' na tyči k lovu makrobentosu dále od břehu

Zkumavky s víčky

Plastovou láhev pro uchování materiálu

Pinzety

Lžičku

Pipetu

Bílou plastovou misku na třídění materiálu

Skleněnou láhev (např. zavařovačku od okurek)

70 % líh

Teploměr

Štítky na popisky

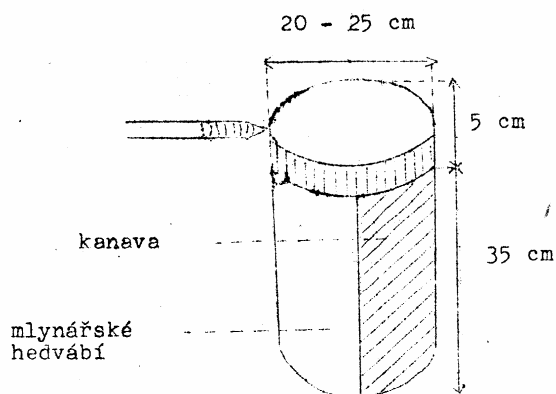
Lihový fix

Protokol a tužky

Atlasy a klíče na určování rostlin a živočichů. Pro určování bezobratlých živočichů doporučuji např. Klíč k určování sladkovodních bezobratlých živočichů (Orton, 1997), Klíč k určování vodních breber (Maleninský, 1996), Klíče a návody k praktickým činnostem v přírodopisu, biologii a ekologii pro ZŠ a SŠ, viz seznam použité literatury.

Často se stává, že bentoska není na základních ani středních školách k dispozici. Bentoska se dá nahradit obyčejným kuchyňským sítem. Síto je potřeba trochu upravit a to tak, že se uříznou přední úchytky, aby se nezadrhávaly o dno při sběru materiálu.

Ukázka sítě na kvalitativní odběr makrobentozu



Obr. 36. Síť na makrobentos (Kubíčková, 1985)

Usmrcování a konzervaci vylovených živočichů provede učitel až po ukončení pozorování a výkladu, protože pro žáky je vhodnější, když nalovený materiál pozorují živý. Jestliže učitel plánuje další práci z živočichy v následujících hodinách je možné některé nalovené živočichy opatrně umístit do zkumavek a přenést živé do školy. Zde je možno udělat s žáky některé z pokusů uvedených výše, nebo založit chov.

2. Příprava protokolů

Žáky rozdělíme do skupin. Každé skupině dáme pracovní protokol se seznamem úkolů, postupů a pomůcek.

Úvodní část protokolu bude pro všechny skupin stejná, s výjimkou určení jestli budou pozorování provádět v periodické, nebo trvalé tůni. Na další list připravíme pro skupiny tabulku, kterou budou postupně vyplňovat.

Protokol č.1

Datum.....

Členové skupiny: _____

Úkoly: 1. Na své lokalitě stanov teplotu vody a čas odběru

2. Pomocí sít proved' odběr ve volné vodě a pobřežní části tůň.

3. Vzorek dej do vybírací misky a lžičkou nebo pinzetou vyber jednotlivé druhy.

Druhy umísti jednotlivě do zkumavek s vodou.

4. Pomocí lupy, atlasu a klíčů urči (do řádu, rodu) organismy, které jsi našel. Jejich názvy napiš na štítky a přilep na zkumavky ve kterých jsou organismy umístěny.

5. Zapiš do protokolu názvy a počet zjištěných druhů.

6. Pozoruj obojživelníky a pokus se je určit.

7. Utrhni po jedné větvičce z keřů a stromů, které rostou v okolí tůň a urči podle klíče.

8. Urči podle klíče a atlasů určit vodní rostliny.

Seznam pomůcek: Kuchyňské síto, síto na tyči, 20 zkumavek, pinzeta, lžička, miska na třídění živočichů, skleněná láhev, pipeta, lupa, hodinky, teploměr, atlasy a klíče na určování, protokol, tužka, štítky na popisky, lihový fix.

Tabulka odběru:

Datum odběru:

Čas:

Teplota vody:

Nalezení živočichové		Rostliny	
Název	Počet	Název	Počet

Poznámky:

3. Předběžné projití trasy

Je téměř nezbytné, aby si učitel před cvičením prošel trasu vedoucí k tůním (U Jezírek). U učitele, který není místní se může stát, že by tůně nemusel hned najít a s žáky by zabloudil. Praktické cvičení by bylo tímto ohroženo. Také by si měl učitel naplánovat rozvržení času na aktivity, které chce při tomto praktickém cvičení zvládnout. Přibližné časové rozdělení bylo uvedeno výše.

4. Kontrolní sběr na lokalitách, určení modelových organismů a objektů pozorování

Jestliže s žáky provádíme nějaké terénní cvičení je nutné, jak již bylo řečeno výše, se opírat o poznatky, které žáci získali při výkladu ve škole. Musíme se opírat o modelové živočichy, které žáci znají ze svých učebnic. Důležité je také seznámení se s druhy, které na pozorované lokalitě žijí.

Při jednom sběru nenajdeme nejspíše všechny živočichy, kteří zde žijí, ale na organismech stejného rodu můžeme ukázat stejnou stavbu nebo přizpůsobení.

Při výběru organismů je důležité dodržet následující zásady:

- Ukázat modelové organismy, které mají žáci v učebnici, nebo ty, které je mohou zastoupit.
- Znat nebo umět určit organismy, které jsou na lokalitách dominantní nebo nápadné, a na které se budou žáci ptát.
- Znat chráněné rostliny a živočichy, abychom při sběru nepřišli do rozporu se zákonem (Kubíčková, 1985).

II. Příprava žáků

A. Teoretická příprava žáků

Na hydrobiologické cvičení v přírodě je třeba žáky trochu připravit. Pokud cvičení neprobíhá bezprostředně po probrání učiva týkajícího se bezobratlých živočichů a vodního ekosystému, je třeba alespoň trochu s žáky učivo, které se k práci na tůních vztahuje, zopakovat. Zopakování může proběhnout například řízenou diskuzí. Můžeme žákům předem rozdat materiál vztahující se k tématu vodní živočichové, ekologie

vodního prostředí, nebo jim promítnou na videu nějaký dokument atd., aby se mohli na řízenou diskuzi připravit,

Otázky k řízené diskuzi:

Jaké znáte typy vod?

Kteří živočichové žijí ve vodě?

Kteří živočichové žijí ve vodě přechodně a kteří trvale?

Jak jsou někteří živočichové přizpůsobeni životu ve vodě?

Co je to plankton?

Co jsou to larvy hmyzu? Atd.

Dále je důležité seznámit žáky s pracovními pomůckami. Je třeba jim tyto pomůcky ukázat a vysvětlit jim jak se s nimi pracuje. Práci s pomůckami jim pak připomeneme i na stanovišti.

Také si myslím, že je dobré ukázat a připomenout žákům modelové organismy žijící ve vodě o kterých se již učili. To můžeme uskutečnit např. prostřednictvím nástěnných obrazů, videa, diapozitivů atd. Důležité je žáky upozornit na nebezpečí bodnutí vodními plošticemi, které může být velmi bolestivé.

Nakonec by se žáci měli seznámit s atlasy a určovací literaturou, kterou jim v terénu dáme k dispozici.

B. Praktická příprava žáků

Žáky rozdělíme podle teoretické přípravy do skupin. Jak jsem se již zmínila dříve počet žáků ve skupině záleží na počtu dětí ve třídě, nejlépe skupiny po 5-6 dětech. Záleží na učiteli jestli si žáky rozdělí sám, nebo je nechá, aby si vytvořily skupiny sami. Mě osobně se zdál vhodnější skupiny vytvořit podle teoretické připravenosti. Žáci mají tendence tvořit skupiny se sobě rovnými žáky a tak by se mohlo stát, že se vytvoří skupinky, kde budou žáci pracovat velmi rychle a naopak skupinky, kde si nebudou žáci

vědět při práci rady a budou pracovat velmi pomale. Je tedy vhodné vytvořit z hlediska vědomostí a dovedností heterogenní skupiny.

Každá skupinka si zvolí vedoucího, který dostane pracovní protokol. Podle pracovního protokolu si pak skupina vyzvedne od učitele pracovní pomůcky, které si na stanoviště donese sama. Po ukončení cvičení dá skupinka pomůcky do pořádku, donese je do školy a vrátí je cvičnému učiteli.

Při práci v přírodě je důležité, aby se žáci vhodně oblékli. Měli by mít terénní oblečení a gumové holínky, aby mohli vstoupit na rozbahněný břeh. Dále by měly být upozorněny na to, aby si nechali doma šperky (prsteny, náramky atd.) a mobily. Sám učitel by měl jít dětem příkladem a terénní oblečení a gumové holínky by měl mít také.

7.5.5. Využití výsledků cvičení v přírodě v další výuce

Kvalita hydrobiologické exkurze bude záležet na její připravenosti, na znalostech učitele a na jeho schopnostech motivovat žáky.

O poznatky, které žáci získají během tohoto cvičení, se pak učitel může opírat v dalších hodinách přírodopisu. Nalovený materiál, který přinesou žáci živý, může být vystaven v přírodovědném koutku, nebo na nějakém určeném místě v učebně přírodopisu, nebo může být využit na pokusy. V dalších hodinách také můžeme používat materiál, který jsme nafixovali jako ukázkou. Vzhledem k tomu, že v dnešní době není problém získat nebo alespoň zapůjčit digitální fotoaparát, je možné práci v přírodě nafotit, včetně nalovených živočichů a z fotografií udělat nástěnku ve třídě.

Poznámky k terénnímu cvičení

Předložený plán hydrobiologického cvičení je připraven pro druhý stupeň ZŠ. Je ale možné jej upravit a použít jej např. v biologickém kroužku nebo na středních školách.

Program terénního cvičení si každý učitel může upravit podle časových možností, pomůcek které má k dispozici a podle množství učiva, které chce žáků tímto způsobem zprostředkovat.

8. Diskuze

Na první pohled se zdálo, že se tyto dvě tůň liší. Periodická tůň se zdála čistější (méně zapáchala) a rostlo zde více rostlin.

Při pozorování vodních bezobratlých jsem zjistila, že se jejich výskyt v obou tůních téměř neliší. Druhy, které se vyskytovaly vždy jen v jedné z tůní, jsem našla jen ve velmi malém množství. Domnívám se, že jejich nepřítomnost v druhé tůni mohla být způsobena spíše tím, že se mi je nepodařilo při odběrech najít, než tím, že by se zde nevyskytovaly.

Výskyt rostlinstva jak jsem později zjistila byl ovlivněn umělým vysazením po vyčištění tůní v roce 2001, a to především vysazením leknínů a orobince široolistého v periodické tůni.

Charakter dna trvalé tůně, které jsem považovala za znečištěné lidskou činností kvůli zápachu, který s této tůně vycházel, je více ovlivněn spadem a naplavením listů, dřevin a zeminy při jarním tání a deštích. A to nejen proto, že je tato tůň položena níže, ale i proto, že se v těsné blízkosti nacházejí vrby bílé a další dřeviny a při podzimním opadu padá listí do tůně. Velké množství spadu a splaveného organického materiálu způsobuje u této tůně charakteristický zápach.

Dále jsem si myslela, že zde naleznou velké množství larev komárů a pakomárů. Při odběrech jsem však našla pouze několik jedinců. Dospěla jsem k závěru, jsem je nenašla kvůli tomu, že se zdržují spíše v hlubších částech tůní a přes den zalezlí v zapáchajícím bahně. Odběry jsem prováděla pouze u břehu a tak se mi je nepodařilo chytit. Určitě zde ale tvoří podstatnou část vodní fauny.

Zpočátku jsem se chtěla zabývat i pozorováním drobného planktonu. Po několika odběrech jsem zjistila, že práce s planktonkou je na těchto tůních velmi složitá. Brzy na jaře se tůně pokrývají okřehlým a roste zde mnoho rostlin, které znesnadňují práci, hlavně tím, že ucpávají výpusť. Je zde i nebezpečí uvíznutí, anebo roztržení planktonky o klacky splavené do tůní. Také díky složitému určování drobných korýšů, které by bylo nad mé možnosti a menší využitelností při práci s žáky, jsem se rozhodla odběrů a výzkumu planktonu zanechat a věnovat se pouze bentosu (a pleustonou).

Nepodařilo se mi najít žádné informace o vodních bezobratlých živočiších v těchto nebo některých blízkých tůních, které se v oblasti Holedná ještě nalézají.

Nemohla jsem tedy své výsledky srovnat. Od jednoho z členů Správy lesů města Brna jsem se pouze dozvěděla, že při čistění tůní které proběhlo v roce 2001 zde v bahně našli zbytky lastur škeble. Mě se zde žádné lastury najít nepodařilo a nemohu tedy zde potvrdit jejich výskyt.

9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo porovnat výskyt vodních bezobratlých živočichů na dvou tůních (jedné periodické a druhé trvalé) „U Jezírek“ v oboře Holedná v Brně a využití zjištěných informací při zpracování didaktické části.

Původně jsem se chtěla také zabývat i výzkumem prvků, ale pro velkou náročnost při determinaci a menší využitelností při výuce jsem z tohoto úmyslu upustila.

V tůních se mi podařilo nalézt 32 druhů. 22 druhů jsem našla v periodické tůni a 24 druhů v trvalé. Počet společných druhů, které se vyskytovaly v obou tůních je 15. Výskyt druhů v obou tůních se tedy téměř shodoval. Druhy, které jsem zde našla, jsou velmi běžné a vyskytují se ve stojatých vodách velmi často. Žádné chráněné nebo vzácnější druhy se mi zde nalézt nedařilo.

Původní myšlenka zpracování pracovních listů přerostla na vypracování cvičení v terénu a využití nasbíraného materiálu, a to živého nebo usmrceného, při výuce. Myslím si, že tato metoda je názornější a pro žáky zajímavější, než vyplňování pracovních listů. Didaktická část nakonec převážila část odbornou, ale vzhledem k mé budoucí profesi učitele, a tedy nynějšímu studiu na pedagogické fakultě se domnívám, že stejně jako odborná činnost je důležitá činnost pedagogická a možnost využití výzkumu při výuce.

Bohužel se mi nepodařilo, i vzhledem k nedostatku času, nalézt třídu se kterou bych hydrobiologické cvičení vyzkoušela. Cenné zkušenosti s prací s dětmi při hydrobiologickém odběru jsem ale získala při spolupráci s ekologickou organizací Lipka, kde jsem pozorování vodních bezobratlých vyzkoušela s dětmi ve věku 7-8 let v místním jezírku. Také jsem měla možnost podílet se na vedení hydrobiologického odběru s žáky z gymnázia Řečkovice na rybníku Olšovec v Jedovnicích. Z těchto zkušeností jsem se přesvědčila, že pro děti je pozorování vodních bezobratlých živočichů velmi zábavné a mnoho si toho touto metodou zapamatují.

V části charakteristika živočichů jsem původně chtěla stručně popsat nalezené druhy, ale vzhledem k tomu, že se mi podařilo najít velmi zajímavou literaturu, kterou podle mého názoru již mnoho učitelů biologie nezná, což je velká škoda, rozhodla jsem se živočichy popsat trochu hlouběji. Charakteristika se zaměřuje také na pozorovatelné jevy a nejen na výčet charakteristiky jednotlivých tělních soustav jako je

tomu v mnoha učebnicích a knihách. Myslím si, že tato charakteristika by mohla pomoci učitelům při přiblížení učiva o vodních bezobratlých živočišných skupinám.

V počátečních fázích zpracovávání této diplomové práce jsem se dohodla s pracovníky centra ekologického výchovy Rozmarýnek, že jim výsledky své práce poskytnu, aby je mohli popřípadě využít při svojí práci s dětmi.

10. Resumé

Diplomová práce se zabývá studiem vodních bezobratlých živočichů v periodické a trvalé tůni v oblasti „U Jezírek“ v oboře Holedná v Brně. Vzorky živočichů z odběrů provedených v období od března do listopadu 2005 byly determinovány během následujícího roku. Byla také zpracována charakteristika hlavních taxonů a porovnán výskyt bezobratlých živočichů v obou tůních. Značná část práce byla věnována využití práce s vodními bezobratlými živočichy při výuce přírodopisu na ZŠ. V této části jsou popsány možnosti využití hydrobiologického materiálu při výuce přírodopisu, nebo v přírodopisných kroužcích. Je zde zařazena řada zajímavých pokusů, které mohou učitelé použít a návod na terénní hydrobiologické pozorování.

Abstract

The thesis is focused on monitoring of aquatic invertebrate animals living in temporal and permanent pools called “U Jezírek” in the area of the game-park Holedná in Brno. During the period from March to November 2005, samples of animals were collected regularly in order to find out differences of their occurrence in the pools. During the following year, specimens were identified, taxa characterized and their occurrence in the pools compared. Considerable part of the thesis is devoted to the work with aquatic invertebrates in teaching Biology at primary schools. Herein, some possibilities of using hydrobiologic material in teaching Biology at school or in natural science hobby groups are depicted. This part also contains a number of interesting experiments for teachers as well as instructions for field hydrobiological observations.

11. Seznam použité literatury

- ABSOLON, K. *Život ve sladkých vodách*. Praha: Tereza - Sdružení pro ekologickou výchovu, ČSOP, 1995.
- BAYER, H.W. *Biologické pokusy ve škole*. Praha: SPN, 1973. 241 s.
- BERAN, L. *Vodní měkkýši ČR: Metodika českého svazu ochránců přírody č.17*. Vlašim: ČSOP, 1998. 113 s.
- BERGSTEDT CH., DITRICH V., LIEBERS K. *Člověk a příroda: Voda*. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s.
- BUČEK, A. a kol. *Obora Holedná. Krajinně-ekologická studie*. VŠZ Brno: Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie. Lesnická a dřevařská fakulta, 1993. 64 s.
- BUCHAR, J. a kol. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Pedagogické nakladatelství – Scienta, 1995. 286 s.
- DMITRIJEV, J. *Hmyz známý i neznámý, pronásledovaný, chráněný*. Praha: Lidové nakladatelství SČSP, 1987. 189 s.
- HANZÁK, J. a MOUCHA, J. a kol. *Světlem zvířat: Bezobratlí*. Praha: Albatros, 1973. 451 s.
- HRABĚ, S. a kol. *Klíč k určování zvířeny ČSR I*. Praha: NČSAV, 1954. 538 s.
- HRBÁČEK, J. *Hydrobiologie*. Praha: SPN, 1954. 154 s.
- CHEJSIN, J. M. *Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů*. Praha: SPN, 1995. 175 s.
- KOVAŘÍK, F. a kol. *Hmyz. Chov-morfologie*. Jihlava: Nakl. Madagaskar, 2000. 296 s.
- KRATOCHVÍL, J. a kol. *Klíč zvířeny ČSR II*. Praha: NČSAV, 1957. 746 s.
- KRATOCHVÍL, J. a kol. *Klíč zvířeny ČSR III*. Praha: NČSAV, 1959. 869 s.
- KREJČA, J., KORBEL, L. (red.) a kol. *Velká kniha živočichů*. Bratislava: Vydavatelství Příroda, s.r.o., 2001. 344 s.
- KUBÍČEK, F. a LELLÁK, J. *Hydrobiologie*. Praha: Vydavatelství Karolinum, 1992. 257 s.

- KUBÍČKOVÁ, J. *Hydrobiologické cvičení v přírodě*. Brno: Krajský pedagogický ústav, 1985. 24 s.
- KVASNIČKOVÁ, D. *Metodická příručka k ekologickému přírodopisu na 2. stupni základní školy*. Praha: Nakladatelství učebnic Fortuna, 1999. 136 s.
- LELLÁK, J. a kol. *Biologie vodních živočichů*. Praha: SPN, 1972. 218 s.
- LOSOS, B. *Cvičení z ekologie živočichů*. Brno: Masarykova univerzita, 1992. 229 s.
- LOSOS, B. a SUKOP, I. *Cvičení ze speciální hydrobiologie I*. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1971. 193 s.
- MALENINSKÝ, M. *Klíč k určování vodních breberek*. Praha: Centrum pro děti a mládež, 1996. 35 s.
- MARTINEC, Z. a DUCHÁČ, V. *Testy a laboratorní práce z přírodopisu 6-9. ročník ZŠ*. Praha: SPN, 2004. 120 s.
- MELZLÍK, Z. *Geologické lokality Brněnska*. Brno: Pedagogický ústav města Brna, 1979. 27 s.
- ORTON, R. a kol. *Klíč k určování sladkovodních bezobratlých živočichů*. Brno: Rezekvítek, 1997. 8 s.
- PODROUŽEK, L. *Úvod do didaktiky předmětů o přírodě a společnosti*. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1998. 146 s.
- PODROUŽEK, L. a JÚZA, J. *Didaktika přírodovědy. Vyučování přírodovědě na integrovaném pozadí vybraných ekosystémů*. Plzeň: Západočeské univerzity, 2000. 131 s.
- ROZKOŠNÝ, R. a kol. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: NČSAV, 1980. 521 s.
- ŘEHÁK, B. *Vycházky do přírody*. Praha: SPN, 1968. 248 s.
- SEDLÁK, E. *Zoologie bezobratlých*. Brno-Kraví Hora: Masarykova univerzita, 2003. 336 s.
- SCHUBERT, A. a LELLÁK, J. *Život ve sladkých vodách*. Praha: SPN, 1973. 284 s.
- STOKLASA, J. *Klíče a návody k praktickým činnostem v přírodopisu, biologii a ekologii pro ZŠ a SŠ*. Praha: SPN, 2006. 152 s.
- SUKOP, I. *Ekologie vodního prostředí*. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994. 132 s.

Supermapy.cz [online]. c1999-2007, poslední revize neuvedena [cit. 16.dubna 2007].

Dostupný z WWW: <<http://supermapy.centrum.cz>>.

ZAHRADNÍK, J. *Náš hmyz*. Praha: Albatros, 1987. 445 s.

12. Seznam příloh

- Příloha 1: Mapy zkoumané oblasti
- Příloha 2: Fotografie zkoumané oblasti
- Příloha 3: Barevné ilustrace pozorovaných druhů
- Příloha 4: Schéma