

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**Výskyt a identifikace cerkárií v plovatce  
bahenní a dalších vývojových stádií motolic v  
Lužanském rybníku**

Bakalářská práce

**Eva Nováková**

*Učitelství pro 2. stupeň ZŠ a pro SŠ, obor Bi-Ge*

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

**Plzeň 2015**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 10. 4. 2015

.....  
vlastnoruční podpis

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat Doc. RNDr. Michalu Merglovi, CSc. za jeho čas, který mi věnoval při tvorbě bakalářské práce a za důležité rady při jejím zpracování. Ráda bych poděkovala Miroslavě Soldánové, Ph.D. za poskytnutí odborné literatury a za pomoc při určování jednotlivých druhů. Poděkování patří také Mgr. Veronice Kaufnerové za ochotu a odbornou pomoc. Děkuji také panu Václavu Kožíškovi za poskytnutí informací o výskytu druhů vodního ptactva na sledované lokalitě. Velké poděkování patří mému příteli a rodině, kteří mě celou dobu mého studia na této škole podporovali.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINAL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

## OBSAH

OBSAH.....	5
1 ÚVOD.....	7
2 POPIS LOKALITY.....	8
2.1 OBEC LUŽANY.....	8
2.2 RYBNÍK LUŽANY.....	<b>CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.</b>
3 HISTORIE MOTOLIC .....	11
4 CHARAKTERISTIKA TŘÍDY MOTOLIC .....	12
5 CHARAKTERISTIKA PODTŘÍDY DIGENEA .....	13
5.1 MORFOLOGIE DIGENETICKÝCH MOTOLIC.....	13
5.1.1 Popis těla.....	13
5.1.2 Popis orgánových soustav.....	14
6 ŽIVOTNÍ CYKLUS DIGENETICKÝCH MOTOLIC.....	15
6.1 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH FÁZÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU .....	15
6.1.1 Cerkárie.....	15
6.1.2 Dospělý jedinec.....	16
6.1.3 Vajíčko.....	17
6.1.4 Miracidia.....	17
6.1.5 Redie .....	18
7 ŽIVOTNÍ STRATEGIE MOTOLIC.....	19
8 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U ČLOVĚKA .....	20
8.1 CERKÁRIOVÁ DERMATITIDA .....	20
8.1.1 Příznaky cercáriové dermatitidy.....	20
8.1.2 Léčba a prevence proti cercáriové dermatitidě.....	20
8.1.3 Studie cercáriové dermatitidy v Evropě .....	21
8.1.4 Výskyt cercáriové dermatitidy v České republice.....	23
8.2 SCHISTOSOMÓZA .....	24
8.3 FASCIOLÓZA .....	25
9 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U ŽVÍŘAT .....	26
9.1 FASCIOLOIDÓZA .....	26
9.2 DICROCELIÓZA .....	26
9.3 ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U VRUBOZOBÝCH PTÁKŮ.....	27
9.4 ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U RYB.....	27
9.4.1 Sanguinikolóza.....	27
9.4.2 Diplostomóza.....	28
9.4.3 Postodiplostomóza.....	28
10 METODIKA.....	29
10.1 VLASTNÍ METODIKA .....	29
10.2 VÝSLEDKY .....	31
11 ZAŘAZENÍ ZJIŠTĚNÝCH DRUHŮ CERKÁRIÍ DO SYSTÉMU.....	<b>CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.</b>
11.1 <i>ECHINOSTOMA REVOLUTUM</i> FRÖHLICH, 1802 .....	32
11.2 <i>DIPLOSTOMUM PSEUDOSPITHACEUM</i> NORDMANN, 1832 .....	33
11.3 <i>PLAGIORCHIS</i> SPP. LÜHE, 1899 .....	33
11.4 <i>TRICHOBILHARZIA SZIDATI</i> NEUHAUS, 1952 .....	33
ZÁVĚR .....	<b>CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.</b>

RESUMÉ.....	<b>CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.</b>
SEZNAM LITERATURY .....	38
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	41
PŘÍLOHY .....	I

# 1 ÚVOD

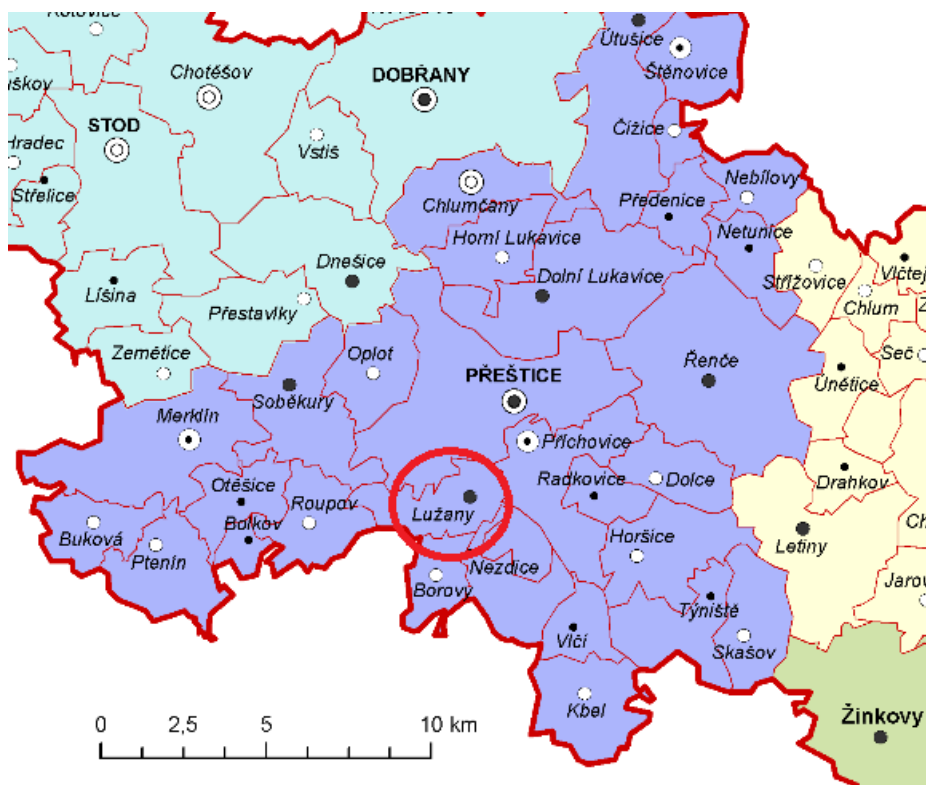
Cílem této práce je shrnout základné informace o motolicích, o jejich životním cyklu se zaměřením na jejich infekční stádium (cerkarie) a provést terénní výzkum na vybrané lokalitě. Dále poskytnout informace o metodice používající se při získávání cercárií z vodních měkkýšů a určení cercárií podle klíče.

## 2 POPIS LOKALITY

### 2.1 OBEC LUŽANY

Výzkum probíhal na rybníku v obci Lužany (49° 32' s. š., 13° 18' v. d), která leží 25 km jižně od Plzně, v nadmořské výšce 358 m. n. m.. Svoji rozlohou, 9,4 km<sup>2</sup>, patří do skupiny malých obcí.

Obr. 1: Geografická poloha obce Lužany



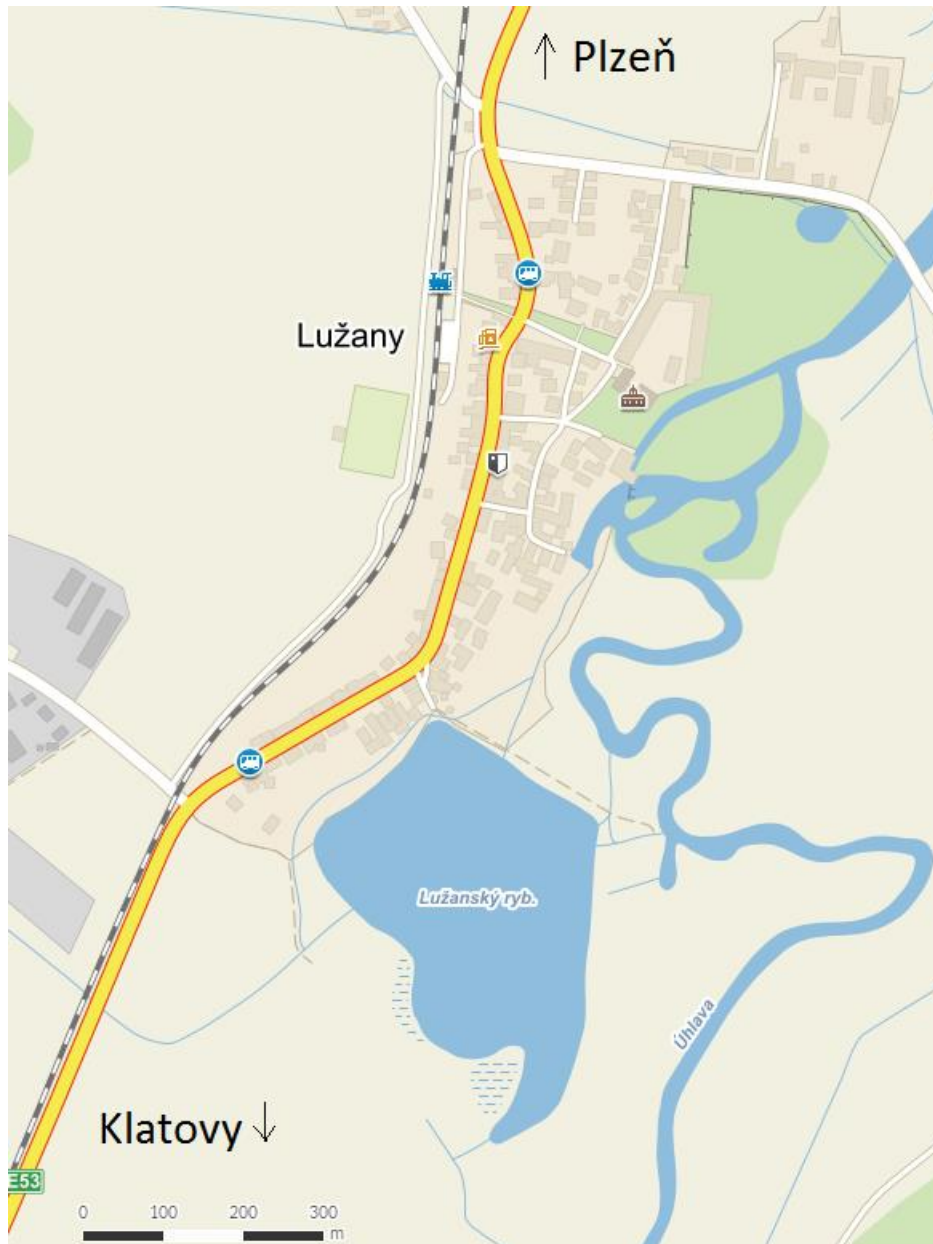
(ČSÚ, 2015; upraveno)

### 2.2 Lužanský rybník

Studovaná lokalita, Lužanský rybník, se nachází na jižním okraji obce. Svoji rozlohou se řadí mezi větší rybníky v okolí. Rybník byl uměle vybudován a do dnes slouží jako umělá nádrž pro chov ryb.



Obr. 2: Geografická poloha studované lokality Lužanský rybník, podle Mapy.cz, 2015; upraveno



(Mapy.cz , 2015; upraveno)

Okolo celého rybníka, i po hrázi, vede cesta, lemovaná vegetací. Téměř polovinu obklopují topoly (*Populus*) a vrby (*Salix*). Celý obvod rybníka obklopují vlhkomilné traviny, především ostřice (*Carex*) a orobince (*Typha*). Najdeme zde i v menším zastoupení břízy (*Betula*), duby (*Quercus*) a javory (*Acer*).

Na jižní straně rybníka se rozkládá litorální pásmo, vhodné pro hnízdění vodního ptactva. Lužanský rybník je domovem hned několika druhů vodních ptáků. Protože vzhledem k neexistenci publikovaných dat, informace o výskytu ptáků na rybníku mi byly poskytnuty předsedou mysliveckého sdružení Lužany (V. Kožíšek, ústní sdělení 14.3.2015). Dlouhodobě se zde zdržují zejména vrubozobí (*Anseriformes*): kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), kopřivka obecná (*Anas stopera*), husice liščí (*Tadorna tadorna*) a labuť velká (*Cygnus olor*). V době výzkumu se zde zdžovali, dva dospělí jedinci se sedmi mlád'aty. Brodiví (*Ciconiiformes*) jsou zastoupeni třemi druhy volavek: volavka popelavá (*Ardea cinerea*), volavka bílá (*A. alba*) a volavka stříbřitá (*Egretta garzetta*). Z brodivých se zde minulý rok vyskytoval i bukáček malý (*Ixobrychus minutus*). Dalšími zástupci vodních ptáků jsou krátkokřídli (*Gruiformes*): lyska černá (*Fulica atra*), chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), z potápek (*Podicipediformes*) přítomna potápka roháč (*Podiceps cristatus*) a z dlouhokřídlych (*Charadriiformes*) racek chechtavý (*Chroicocephalus ridibundus*).

### 3 HISTORIE POZNÁNÍ MOTOLIC

Označení motolic za původce onemocnění močových cest (močová schistosomóza), provedl v roce 1851 německý internista Theodor Maximillian Bilharz, který pracoval v Káhiře. V močovém měchýři našel několik vajíček tohoto druhu. Až v roce 1925 byl objasněn celý životní cyklus (Pollak, 1976).

Původce střevní schistosomózy objevil v roce 1903 skotský lékař Patrik Manson. (Beneš, 2009). Roku 1909 bakteriolog Marc Armand Ruffer z Velké Británie uvedl, že motolice byly známy už před 3000 lety v Egyptě. U dvou mumií pocházející z období 1200 - 1075 př. n. l. byly nalezeny v močovém měchýři zkamenělá vajíčka motolic rodu *Bilharzia* (Pollak, 1976).

V Evropě byly motolice známy od roku 1875, kdy byly objeveny v Národním parku La Mandria v Itálii u importovaných zvířat ze Severní Ameriky a Kanady. Jednalo se konkrétně o motolici obrovskou (*Fascioloides magna*) (Horák, 2015). V České republice je motolice velká známa od roku 1930 (Horák, 2015). První záznamy v České republice o motolicích, jako původcích cercáriové dermatitidy pochází z roku 1985 (Chvátalová et al., 2012)

## 4 CHARAKTERISTIKA TŘÍDY MOTOLIC

Motolice řadíme do kmene Ploštěnci (*Plathyhelminthes*), která se dělí na 4 třídy: ploštěnky (*Turbellaria*), jednorodí (*Monogenea*), motolice (*Trematoda*) a tasemnice (*Cestoda*) (Barnes et al., 1988).

Třída, jejíž zástupci jsou převážně endoparaziti, jen málo zástupců ektoparazitů. Jejich hlavními hostiteli jsou obratlovci. Umístění v hostiteli může být velmi rozmanité. U třídy *Trematoda* předpokládáme, že se jedná o monofyletickou skupinu, která se dělí na dvě podskupiny, *Aspidogastrea* a *Digenea* (dvourodí). Tyto dvě podtřídy se od sebe značně odlišují, jak morfologicky tak i přizpůsobením k parazitickému způsobu života uvnitř hostitele a mezihostitele (Horák a Scholz, 1998).

Ve starších publikacích, např. z roku 1982, je třída motolic rozdělena hned na tři podskupiny: *Aspidogastrea*, *Gasterostomata* a *Prosostomata*. *Aspidogastrea* zahrnovala motolice cizopasících u ryb, želv, měkkýšů a korýšů, *Gasterostomata* u ryb a *Prosostomata* u ryb, obojživelníků, ptáků a savců (Ryšavý et al., 1982). V publikace vydané o šest let později (1988) *The Invertebrates* jsou motolice rozděleny pouze na dvě podskupiny, *Aspidogastrea* a *Digenea* (Barnes et al., 1988).

Hlavním znakem motolic, společné pro obě podskupiny, je alespoň jedna přísavka. Většina zástupců má ale přísavky dvě. Jedna se nachází v blízkosti ústního otvoru a je s ním přímo spojená. Zajišťuje příjem potravy a přísun živin do trávicí trubice. Druhá přísavka se nachází téměř ve všech případech na břišní straně a slouží k přichycení k povrchu hostitele (Horák a Scholz, 1998).

Všechny motolice se vyznačují složitými nepřímými vývojovými cykly. Ve všech případech je první mezihostitel měkkýš. U podtřídy *Aspidogastrea* se jedná o konečného hostitele (Horák a Scholz, 1998).

## 5 CHARAKTERISTIKA PODTŘÍDY DIGENEA

Jedná se o početnou skupinu, jejíž zástupci parazitují i u člověka a hospodářských zvířat. Jsou specializováni převážně na savce. Často napadají také měkkýše, ryby a ptáky. Cizopasí ve všech orgánových soustavách kromě kostí (Horák a Scholz, 1998). Výjimkou jsou zástupci rodu *Troglorema*, kteří parazitují v lebečních kostech šelem (Horák et al., 2011).

V dnešní době je známo více než čtyři tisíce druhů digenetických motolic. Více než třetina byla popsána u ryb, jak u sladkovodních tak i u mořských (Horák a Scholz, 1998).

Průměrná délka života dospělé motolic je asi 5 lety. Bylo prokázáno i několik případů, kdy dospělé motolice žily v těle hostitele více než 30 let (Toledo a Fried, 2014).

### 5.1 MORFOLOGIE DIGENETICKÝCH MOTOLIC

Velikost motolic se pohybuje v rozmezí od 0,6 -20 mm. Jsou ale i výjimky. Například zástupci z čeledi *Didymozoidae*. Ve svalovině měsíčníka svítivého (*Mola mola*) byla nalezena motolice o délce přes 12 m (Horák a Scholz, 1998).

#### 5.1.1 POPIS TĚLA

Většina digenetických motolic má dorzoventrálně zploštělé tělo, bilaterálně symetrické a bez jakéhokoliv dělení na segmenty. Může být zbarveno natrávenou krví ve střevě, nebo může mít zlatavou barvu díky přítomnosti vajíček v děloze (Horák a Scholz, 1998).

Povrch těla je kryt slizovým obalem (glykokalyx). U čeledi *Schistosomatidae* dochází ke změně povrchu. Dospělé motolice této čeledi žijí v krvi hostitele a musí se přizpůsobit tomuto prostředí. Ztrácí tedy glykokalyx a místo jedné cytoplazmatické membrány vzniká v těsné blízkosti druhá cytoplazmatická membrána (Horák a Scholz, 1998).

Vnitřní prostor těla vyplňuje parenchymatická tkáň, ve které jsou uloženy jednotlivé orgány. Neslouží pouze jako výplň, podílí se na metabolismu a na transportu látek (Horák a Scholz, 1998).

### 5.1.2 POPIS ORGÁNOVÝCH SOUSTAV

Svalová soustava je tvořena jednoduchým systémem, tvořeným z okružní, podélné a diagonální svaloviny, která zajišťuje prodlužování nebo prohýbaní těla (Ryšavý et al., 1982). V přísavkách je svalovina nejlépe vyvinuta. Nervová soustava je tvořena párovým gangliem uloženým v přední části těla. Na ganglium jsou napojena ve svazcích podélná nervová vlákna s mnoha zakončeními. Vylučovací soustavu tvoří protonefridie s plaménkovými buňkami a sběrnými kanálky. Sběrné kanálky se spojují v exkreční měchýř, který je zakončen exkrečním pórem. Trávicí soustava je ze všech soustav nejlépe vyvinuta (Horák a Scholz, 1998). Tvoří ji ústní otvor, předhltan, hltan (u *Schistosomatidae* a *Notocotylidae* chybí) těla a jícen, který se dělí na dvě střešní větve, které jsou slepě zakončeny. U *Schistosomatidae* se rozdělená střeva po rozdělení opět spojují (Ryšavý et al., 1982). Střeva jsou schopna jak absorpce, tak i sekrece. Motolice jsou většinou hermafroditi. Výjimku tvoří čeled' *Schistostomatidae* a *Didymozoidae*, u kterých jde rozlišit samici a samce (Horák a Scholz, 1998).

## 6 ŽIVOTNÍ CYKLUS DIGENETICKÝCH MOTOLIC

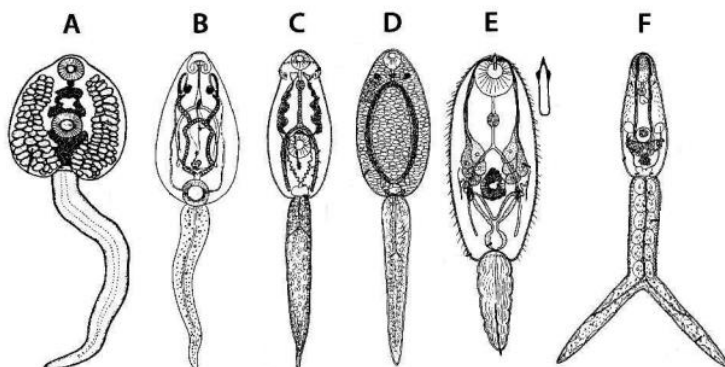
Životní cykly hlavních motolic jsou velmi podobné, rozdíly jsou pouze v tom, jakého měkkýše napadají a jakou používají strategii při pronikání do tkání hostitele (mezihostitele). Životní cykly mohou zahrnovat 1- 3 mezihostitele. Nejjednodušší cyklus (jen jeden mezihostitel) zahrnuje dvě larvální stádia. Miracidium, které se vylíhne z vajíčka ve sladké vodě a infikuje mezihostitelského měkkýše, ve kterém dochází k nepohlavnímu rozmnožování a vzniká druhé larvální stádium, infekční cercarie (Toledo a Fried, 2014).

### 6.1 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH FÁZÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

#### 6.1.1 CERKÁRIE

Dospělé cercárie mají dvě hlavní části. Na tělo je napojený extrémně svalnatý ocas, který může být celistvý nebo rozdvojený do vidličky, která se nazývá furka (furkocercarie) (Toledo a Fried, 2014). Podle vnější morfologie rozlišujeme několik typů cercárií: gymnocefalní, amfistomní, echinostomní, monostomní, xifidiocercárie a furkocercárie. U gymnocefalních cercárií jsou přítomny obě přísavky, u amfistomních je břišní přísavka posunuta k začátku ocasu, u echinostomních je přítomen otrněný hlavový límec, u monostomních je přítomna pouze ústní přísavka, xifidiocercárie mají v ústní přísavce přítomen bodec (stylet) a furkocercárie mají rozdvojený ocas do vidličky (Volf a Horák, 2007).

Obr. 1 Typy cercárií podle morfologie



Obr. 1: A -gymnocefalní, B- amfistomní, C- echinostomní, D- monostomní, E-xifidiocercárie, F-furkocercárie

(Převzato z Volf a Horák, 2007; upraveno)

Ocas neslouží jen k pohybu, ale i jako opora při pronikání do kůže definitivního hostitele. Pomocí energeticky velice náročných stahů ocasu a těla, se cercárie zavrtávají hlouběji do kůže hostitele. Ve svrchních vrstvách pokožky dochází k odloučení ocasu. (Toledo a Fried, 2014).

U cercárií, nejvíce studovaných druhů motolic, bylo nalezeno několik typů buněk, např. smyslové, svalové nebo nervové. Po celé délce ocasu probíhá vylučovací trubice, která je zakončena vylučovacími póry. Podstatnou část objemu těla zaujímá acetabulární žláza a její obsah. Tyto žlázy (pre- a postacetabulární žlázy) nesou název podle polohy k břišní přísavce, ventrální acetabula. Žlázy produkují velké množství sekretu sloužící k uchycení na povrchu kůže hostitele. Sekret také usnadňuje průnik skrz jednotlivé vrstvy pokožky. Během průniku jsou postupně zásoby sekretu vyčerpány a následně zanikají i žlázy (Toledo a Fried, 2014).

Cercárie mají krátkou životnost, stejně jako miracidium, nepřijímají potravu (viz níže). Jejich jediným cílem je infikovat definitivního vhodného hostitele (Toledo a Fried, 2014), kterého najdou pomocí chemických signalů (jedinečné pro každý druh) (Duras, 2012). Cercárie sami o sobě nejsou moc pohyblivé (několik metrů za život), proto k lepšímu a samozřejmě rychlejšímu přenosu k hostiteli využívají povrch vody, která se díky větru vlní a umožní jim tak překonat vzdálenost, více než 1 km (Duras, 2012).

Cercárie můžeme rozdělit podle dalšího vývoje na penetrující cercárie, které pronikají do konečného hostitele a nebo na metacercárie, kdy nedochází k žádné přeměně v mezihostiteli. Jedná se o tzv. klidové stádium. Můžeme je najít na jakémkoliv místě v těle mezihostitele. Metacercárie jsou velmi podobné dospělým jedincům. Do konečného hostitele se dostávají společně s infikovanou potravou nebo vodou v podobě adoleskarií (zacystované metacercárie ve vnějším prostředí). V trávicí soustavě se pak vyvine motolice, která dospívá a je pak schopna sexuálního rozmnožování (Horák a Scholz, 1998).

### 6.1.2 DOSPĚLÝ JEDINEC

Po vstupu do kůže musí cercárie projít řadou morfologických a fyziologických změn a přizpůsobit se tak změně prostředí ze sladkovodního do prostředí tkáňových struktur. Z cercárií se stávají parazitující motolice. U některých druhů mohou motolice přežívat až několik dní v kůži, než projdou do krevního řečiště. Vše co víme o migraci



motolic je odvozeno ze studií prováděných na myších (Toledo a Fried, 2014).

Po dosažení vhodných podmínek začíná motolice růst a u čeledi *Schistostomatidae* a *Didymozoidae* lze pak snadno rozlišit pohlaví (Horák a Scholz, 1998). Samec se může vyvinout do dospělého i za nepřítomnosti samice, ale samice je bez přítomnosti samce zakrnělá a nedosáhne dospělosti. Samice se nachází v gynecophoralním kanálu samce. Toto párování je nutné k fyzickému a reprodukčnímu vývoji samice (Toledo a Fried, 2014).

Velikost dospělých motolic se liší u jednotlivých druhů, ale zpravidla platí, že samčí motolice jsou štíhlé a krátké, zatímco samičí jsou velmi robustní se silnými přísavkami. Délka těla samců se pohybuje v rozmezí 6-13 milimetrů, těla samic se pohybuje v rozmezí 10-20 milimetrů (Toledo a Fried, 2014). Motolicím, které působí jako paraziti v krevním oběhu, chybí přední i zadní přísavky, nemusí se přichycovat ke stěně orgánů, volně proudí s krví v cévách svého hostitele (Lotocki, 2014).

### 6.1.3 VAJÍČKO

Vajíčka jsou oválná, silnostěnná, světlé až tmavě hnědé barvy (Horák a Scholz, 1998). Dospělé samičí motolice mohou produkovat až 300 zárodků za den. Každé vajíčko obsahuje embryo (miracidium), které vyplňuje téměř celý vnitřní prostor vajíčka. Rýhování vajíčka probíhá už v děloze motolice nebo až ve vodním prostředí (Horák a Scholz, 1998). Hlavní úlohou vajíček je projít přes krevní řečiště do střeva nebo do močového měchýře, aby se mohly s exkrementy hostitele dostat do vodního prostředí (Toledo a Fried, 2014). Většinou se vajíčka otevírají víčkem, až na zástupce z čeledi *Schistostomatidae*, kdy vajíčka praskají. Existují i složité mechanismy, které brání předčasnému otevření nebo prasknutí vajíčka. (Horák a Scholz, 1998). Vajíčka nejsou u všech motolic stejná. U zástupců z čeledi *Notocotylidae* jsou na pólech vajíčka dlouhá vlákna (filamenty) a stejně jako u *Schistosomatidae* není přítomno víčko (Ryšavý et al., 1982).

### 6.1.4 MIRACIDIA

Když dojde k vyloučení vajíčka močí nebo stolicí do vodního prostředí (Toledo a Fried, 2014), objeví se na skořápce z epidermálních destiček mnoho řasinek (cilie) a z vajíčka se stává aktivně pohyblivé, obarvené miracidium (Horák a Scholz, 1998). Příčina líhnutí z vajíčka není zcela definována, ale předpokládá se, že hlavním činitelem je změna osmotického tlaku (Toledo a Fried, 2014). Dalším činitelem může být teplota vody, světlo,

množství CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> ve vodě, nebo také vodní pH (Barnes, 1988).

V přední části miracidia je zatažitelný výběžek, apikální papila se senzorickým zakončením. Miracidia reagují na světlo, mají oční skvrny a pohárky s pigmentovými granulemi nebo čočkami (Horák a Scholz, 1998).

Po vylíhnutí z vajíčka, musí miracidium vyhledat nejdéle do 12 hodin vhodného meziphostitele, vždy ale měkkýše (Horák a Scholz, 1998), dokud nedojde k vyčerpání jeho energetických zásob v podobě glykogenu. (Toledo a Fried, 2014). Určité procento měkkýšů je vždy vůči napadení miracidiemi imunní, ne každý měkkýš může být tedy nakažen (Duras, 2014).

Když je miracidium v těsné blízkosti svého meziphostitele, začíná hledat měkké tkáně, aby byl jeho průnik do hostitele co nejméně energeticky náročný (přes okraj svalnaté nohy měkkýše). Pomocí proteolytických enzymů z hlavových žlázek i činností apikální papily (Horák a Scholz, 1998), trvá vstup do měkkých tkání jen několik minut (Toledo a Fried, 2014). Opakované napadení stejného měkkýše je už mnohem jednodušší, měkkýš má oslabenou imunitu z předchozích útoků miracidií (Duras, 2014).

Při vstupu do měkkýše ztrácí miracidium své řasinky a začíná se přizpůsobovat tkáňovému prostředí. Přemění se v protáhlý útvar s velmi tenkou stěnou, který se přichytí ke stěně ledvin nebo střeva (Horák a Scholz, 1998). Tento útvar nazýváme primární sporocysta. Ve sporocystě dochází k nepohlavnímu (asexuálnímu) dělení a vzniku mnoho sekundárních sporocyst. Z každé sekundární sporocysty může vzniknout až několik tisíc cercárií. Jakmile jsou cercárie plně vyvinuty, opouštějí sekundární sporocystu a přesouvají se k přednímu konci měkkýše, kde pronikají přes měkké tkáně do vodního prostředí (Toledo a Fried, 2014). Množství vyprodukovaných cercárií závisí na velikosti měkkýše, přibližně 400-500 cercárií denně, může to ale být až 4 tis. cercárií (Duras, 2012).

#### 6.1.5 REDIE

Kromě sekundárních sporocyst mohou vznikat redie, které jsou více pohyblivé než sporocysty. V přední části těla mohou mít výběžky tvořící jakýsi límeč, který slouží k pohybu. Redie se usazují nejčastěji v trávicích žlázách měkkýše, kde působí značné škody, požírají hostitelskou tkáň nebo larvální stádia jiných motolic. (Horák a Scholz, 1998). Například zástupci čeledi *Diplostomatidae* a *Stringeidae* jsou schopni požírat schistosomy čeledi *Trichobilharzia* (Duras, 2014).

## 7 ŽIVOTNÍ STRATEGIE MOTOLIC

Paraziti jsou velmi dobří manipulátoři, dokáží ovlivnit hostitelovu nervovou soustavu nebo dokonce přeměnit některé části těla hostitele. Vývojové stádium motolice *Leucochloridium paradoxum*, by bez této schopnosti zůstalo uvězněno ve svém mezihostiteli (plž jantarka) a nemohlo by dokončit svůj vývoj v definitivním hostiteli (zástupce z řádu pěvců, např. kos černý). Jantarky, ale nejsou běžnou potravou kosů, proto larva motolice *Leucochloridium paradoxum* proniká do tykadel plže a přemění je na velký, pruhovaný pulzující orgán, který připomíná housenku. Larva je i schopna přinutit plže, aby se ukryl pod list a vystčil pouze přeměněná tykadla. Kos pak pozře „housenku“ i s larvami. Tak se larvy motolic dostanou do těla definitivního hostitele, kde mohou dokončit svůj vývoj v dospělého jedince. Jiné druhy motolic parazitují v nohách mořských mlžů a nedovolí jim zahrabat se do písku, tím jsou snadnější kořistí pro mořské ptáky (Flegr, 2010).

Ve svém článku Cobes (2002) uvádí některé další příklady některých strategií, které motolice (cerkárie) používají při vyhledání nebo napadení svých hostitelů, či mezihostitelů. Zajímavou strategií je tzv. chronobiologický polymorfismus, který je znám u motolice *Schistosoma mansoni*. Příklad uvádí z Karibského moře, ostrov Guadeloupe, kde se motolice specializují hned na dva hostitele, aby bylo nakažení co možná nejúspěšnější. Cerkárie se vyplavují z měkkýšů ráno, kdy napadají člověka, který během dne přichází do kontaktu se zdejší vodou a večer, kdy napadají druhého hostitele a tím jsou krysy. Tímto časovým rozložením zvyšují svoji úspěšnost pro dokončení životního cyklu v jednom nebo v druhém hostiteli. (Combes et al., 2002).

## 8 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U ČLOVĚKA

### 8.1 CERKÁRIOVÁ DERMATITIDA

Nejvíce rozšířenou nemocí je cercáriová dermatitida, která je známá ve všech zemích mající vodní plochy, které obývají jak domácí, tak divocí ptáci (Beneš, 2009).

Rody *Trichobilharzia* a *Bilharziella*, které napadají člověka při koupání a způsobují nepříjemnou cercáriovou dermatitidu, jsou příbuzné rodům způsobující v tropech schistosomózu (viz níže). Když se cercarie setkají poprvé s člověkem, mohou prostupovat tkáněmi vnitřních orgánů i nervovou soustavou podobně jako u ptáků, kteří jsou jejich přirození hostitelé a ve kterých jsou schopni dokončit životní cyklus a přeměnit se v dospělého jedince. U člověka však cyklus nedokončí. Při opakovaném střetu cercárií s kůží člověka, dochází k imunitním reakcím, jejímž projevem je cercáriová dermatitida (Kalinová, 2009).

#### 8.1.1 PŘÍZNAKY CERKÁRIOVÉ DERMATITIDY

Po pobytu v infikované vodě se na ponořených částech těla objeví zarudlá místa, otoky nebo pupínky, které nepříjemně svědí. Pupínky se dají snadno rozeznat od pupínek způsobené bodnutím hmyzem. Pupínek je protažený do špičky, na jehož vrcholu se může vytvořit drobný puchýř. Intenzita svědění může být u každého jedince různá. Tyto projevy se mohou objevit po různé časové době od pobytu v infikované vodě, záleží na imunitním systému jedince. Záleží také na tom, zad-li jedinec přišel poprvé do kontaktu s cercariemi nebo opakovaně v průběhu koupací sezóny. Při prvním kontaktu nemusí dojít k žádné reakci. Po opakovaném setkání s cercariemi, se příznaky projeví od 30 minut až do 20 hodin, záleží na délce koupání a na frekvenci opakování koupání (Duras, 2012). Vnější projevy mohou být doprovázeny i vnitřními, především zvýšením teploty, nevolností nebo průjmy. (Duras, 2012).

#### 8.1.2 LÉČBA A PREVENCE PROTI CERKÁRIOVÉ DERMATITIDĚ

Léčba spočívá v použití pudrů, které snižují svědění. Vhodné je použití přípravků pro zklidnění pokožky (i gel po holení) (Duras, 2012). Pokud se prokáže, že se jedná o vyrážku způsobenou cercariemi, používá se přípravek paraziquantel, který v České

republiky není však dostupný a musí se objednávat (Förstl et al., 2003). Lékař také může použít antihistaminika nebo kortikosteroidy (Duras, 2012).

Předejít cercariové dermatitidě můžeme za použití speciálního tělového krému Quallen+Sonnenschutz Canea, který zajišťuje ochranu jak proti slunečnímu záření, tak proti cercariové dermatitidě (Duras, 2014).

### 8.1.3 STUDIE CERKARIOVÉ DERMATITIDY V EVROPĚ

V Evropě se tímto problémem potýká hned několik zemí. Vedle České republiky je to například Německo, Polsko, Slovensko, Rakousko a Francie (Faltýnková, 2007).

V ČR jsou laboratoře, které uměle pěstují celý životní cyklus motolic, aby objasnili některé nevysvětlené otázky. Nejvíce jsou zkoumány a navzájem mezi sebou porovnávány motolice *Schistosoma mansoni* a motolice rodu *Trichobilharzia*. Laboratoře zaměřené na tento výzkum nejsou jen v České republice, ale v celé západní Evropě (Horák, Kolářová, 1994). Obecně je v České republice problému cercariové dermatitidy věnováno málo pozornosti. Dlouhodobou studií se zabývá profesor Horák z Přírodovědecké fakulty UK v Praze a profesorka Kolářová z Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. Studie na myších vysvětlily vznik a možná rizika (Kalinová, 2009).

V roce 2007 se v Praze na fakultě přírodovědných studií univerzity Karlovy konal třídní workshop, zabývající se právě problematikou ptačích schistosom, které způsobují cercariovou dermatitidu. Shromáždění se zúčastnilo celkem 42 vědců. Mezi zúčastněnými byly vědci i ze Spojených států amerických, z Bulharska a Běloruska, a také profesor působící na Islandské univerzitě (Mikeš a Horák, 2009).

Za posledních deset let poskytly výzkumy kompletní informace o ekologických faktorech, které přispívají k rozšíření ptačích schistosom způsobujících cercariovou dermatitidu. Soldánová (2012) se v článku *Swimmer's itch: etiology, impact, and risk factors in Europe* zaměřuje na šíření a výskyt ptačích schistosom v Evropě. Bylo zaznamenáno celkem 30 druhů motolic ze 17 zemí Evropy, z toho 6 druhů bylo známo a zbývající druhy byly dosud nepopsané. Dříve nebyla taková rozmanitost známa, až molekulární studie odhalily mnohem více druhů ptačích motolic (Soldánová et al., 2013).

Hlášené případy související s výskytem ptačích schistosom a s cercariovou dermatitidou pocházely v České republice a v Německu z rybníčních soustav, které jsou vytvořené člověkem a uměle se do nich přidává dusík a fosfor za účelem zvýšení eutrofizace, a tím i zajištění maximálního výnosu z chovu ryb. S eutrofizací narůstá i

rozvoj okolního rostlinstva a tím se zvyšuje populace měkkýšů, kteří zde mají dostatek potravy. Dostatek potravy zajišťuje měkkýšům růst a tím se zvyšuje produkce cercarií, protože čím větší měkkýš, tím více je schopen vyprodukovat infekčních cercarií. Dostatek měkkýšů zajišťuje potravní podmínky pro hnízdící ptáky. Tím se na daném místě zvyšuje pravděpodobnost výskytu ptačích schistosom. (Soldánová et al., 2013).

Dalším důležitým faktorem, vedle eutrofizace, je teplota. Motolice a jejich larvální stádia jsou velmi citlivé na změnu teploty. U rodu *Trichobilharzia* spp. je optimální teplota pro produkci cercarií mezi 17 – 25 °C, tím je docílen výskyt pouze v letní sezóně. Výjimkou jsou jezera a rybníky na Islandu, které jsou geotermálně zahřívány a cercarie se zde vyskytují v průběhu celého roku. Přestože se infekčnost a přežití cercarií s narůstající teplotou snižuje, množství které je vyprodukováno, zajišťuje vyšší pravděpodobnost pro dokončení životního cyklu. O výskytu ptačích schistosom a cercariové dermatitidě na Islandu pojednává článek *A review on swimmer's itch and the occurrence of bird schistosomes in Iceland* od Skírnisson et al. (2009).

Důležité je zmapovat výskyt cercariové dermatitidy v oblastech důležitých pro cestovní ruch, ve kterých jsou využívány vodní plochy pro rekreaci. Stížnosti by mohly vést k ekonomickým ztrátám. Vhodné by bylo zavedení informačních tabulí o cercariové dermatitidě v místech určených pro koupání a tím poskytnout informace o možných rizicích. (Soldánová et al., 2013).

## 8.1.4 VÝSKYT CERKÁRIOVÉ DERMATITIDY V ČESKÉ REPUBLICE

Obr. 3: Hlášený výskyt cercáriové dermatitidy v České republice (1985-2014)



Obr. 3: Přehled hlášených výskytů cercáriové dermatitidy v ČR (červené body): 1. Karlovy Vary – přírodní koupaliště Rolava, 2. Plzeň – Velký Bolevecký rybník, 3. Příbram – Nový rybník, 4. Úhonicе- rybník, 5. Líšnice – rybník Spálený mlýn, 6. Županovice-kemp na přehradní nádrži Slapy, 7. Nový Bor-přírodní koupaliště a Zákupy u České Lípy-přírodní nádrž, 8. Čelákovice – slepé rameno Labe(Gradno) podle Chvátalová, 2013 a Duras, 2014.

V roce 1985 byla cercáriová dermatitida hlášena celkem ze čtyř lokalit, Nový rybník u Příbrami, slepé rameno Labe (Gradno) u Čelákovice, Spálený mlýn u Líšnice a rybník v obci Úholice. V Líšnicích bylo z celkového počtu plžů 22% infekčních. Hlášení o výskytu cercáriové dermatitidy bylo z této lokality i v roce 1986 (Chvátalová, 2013) a 2012 (Duras,2014). Další výskyt dermatitidy byl hlášen až v roce 2006 z přírodního koupaliště Nový Bor u České Lípy. Opakovaný výskyt dermatitidy byl na tomto území zaznamenán v roce 2010. Další lokalitou výskytu dermatitidy byla v roce 2009 dvouhektarová přírodní nádrž v Zákupích u České Lípy. V letech 2007-2012 byly hlášeny

případy od lidí pracujících v litorálu plzeňských rybníků (Velký Bolevecký, Třemošenský, Šídlovský a Košinář). V roce 2011 byl hlášen případ od doktorky ze soukromého jezírka na jihu Plzeňska. Další dermatitida byla hlášena v roce 2012 z kempu v Županovicích na přehradní nádrži Slapy (Chvátalová, 2013). Poslední případ pochází z roku 2014 z rekreačního areálu Rolava v Karlových Varech, kde se kvůli výskytu cercárií a možného vzniku cercáriové dermatitidy musely odvolat triatlonové závody (Duras, 2014).

#### **Počet hlášených případů cercáriové dermatitidy v letech 1985-2014**

Z lokalit Nový rybník u Příbrami, slepé rameno Labe (Gradno) u Čelákovic, Spálený mlýn u Líšnice a rybník v Úholicích bylo nahlášeno celkem 125 případů (1985, 1986, 2012), z toho bylo 106 případů hlášeno z Nového rybníka. Z Nového Boru bylo nahlášeno celkem 63 případů (2006, 2010), ze Zákup (2009) 11 případů, z Plzeňských rybníků e 3 případy(2007-12), 3 případy ze soukromého jezírka na jihu Plzeňska (2011) a 10 případů z Županovic (2012). Z Rolavy (2014) se předešlo výskytu dermatitidy. Po sečtení bylo v letech 1985-2014 hlášeno celkem 215 případů (Chvátalová, 2013).

## **8.2 SCHISTOSOMÓZA**

Dalším známým onemocněním, především v tropických a subtropických oblastech, je nemoc schistosomóza (též označována jako bilharzioza), kterou trpí lidé v 74 zemích světa. Je způsobena motolicí rodu *Schistosoma*. V žebříčku významnosti tropických onemocnění zaujímá druhé místo, hned po malárii (Beneš, 2009).

Podle lokalizace dospělých motolic rozlišujeme tři nejběžnější motolice rodu *Schistosoma*, které napadají člověka. *Schistosoma mansoni* (způsobuje střevní schistosomozu, známá především z Afriky, Blízkého východu a Indie), *S. haematobium* (způsobuje močovou schistosomózu, oblast subsaharské Afriky, Brazílie a Venezuely) a *S. japonicum* ( tzv. asijská, orientální schistosomóza, především oblast Číny a Filipín). Ve výše uvedených oblastech je nákaza velmi snadná. Tamější obyvatelé přicházejí do styku s kontaminovanou vodou během každodenních činností: rybolov, praní prádla, zavlažování polí nebo při průchodu bahnem, či vlhkou trávou. V České republice se schistosomóza prokázala u cizinců, pocházející z infikovaných oblastí a v poslední době i u turistů, navštěvující čím dál více exotické země. Zjištění nemoci probíhá rozbořem stolice nebo moči pod mikroskopem a nalezení vajíček. Vhodné je vyšetření provádět mezi 10 a 14.



hodinou. V této době jsou vajíčka produkována nejvíce. Prevence proti nakažení je velmi jednoduchá, vyvarovat se pobytu v kontaminovaných vodách. Cercárie lze z vody odstranit použitím chloru, zahřátím vody na 50 ° C alespoň 5 minut nebo uzavřít vodu do nádoby a ponechat takto nejméně dva dny. K léčbě se používá praziquantel, který zabíjí pouze dospělce, nikoliv však vajíčka (Beneš, 2009).

I když jsou lidské schistosomy paraziti krevního řečiště, můžeme je zařadit i mezi parazity jater. Játra jsou poškozována vajíčky schistosom, které se z krve nedostaly do střeva. Okolo vajíček probíhají záněty, které mohou vést až k zmnožení jaterní tkáně nebo k jaterní cirhóze (Horák et al., 2011).

### 8.3 FASCIOLÓZA

Onemocnění vyvolává motolicí jaterní (*Fasciola hepatica*). Toto onemocnění můžeme řadit jak mezi zvířecí tak i mezi lidská onemocnění. Motolice napadá hospodářská zvířata, ale parazituje i v játrech člověka (Horák et al., 2011). V České republice jsou touto nemocí nakažena pouze zvířata (hospodářská, spárkatá zvěř, výjimečně i zajíci a králíci divocí) (Chroust a Forejtek, 2010), zatím co v Bolívii a v Peru jsou známy i případy onemocnění lidí (T. Lotocki, 2014). Mezihostitelským měkkýšem je v ČR jediný druh, bahnatka malá (*Galba truncatula*) (Chroust a Forejtek, 2010).

Do těla se motolice dostane nakaženou potravou. Většinou se jedná o pozření metacerkárií, které jsou přichycené na rostlinách (Horák et al., 2011), ale i v nedostatečně usušeném seně (4-6 měsíců) (Chroust a Forejtek, 2010).

Motolice se dostává přes jednotlivé tkáně břišní dutiny, až k játrům. V játrech zůstává několik týdnů, pak se přemístí do konečného místa, žlučových cest. Migrace motolice je velmi nepříjemná a bolestivá, navíc při migraci přenášejí bakteriální mikroflóru ze střev (Chroust a Forejtek, 2010). Motolice jsou hematofágové, konzumují krev a při migraci způsobují silné záněty. Pokud záněty a mechanické poškození trvají delší dobu, mohou vznikat i nádorové buňky. Motolice způsobují mnoho poškození, nejvíce však narušují jaterní tkán (Horák et al., 2011).

## 9 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U ŽVÍŘAT

### 9.1 FASCIOLOIDÓZA

Původcem onemocnění je motolice obrovská (*Fascioloides magna*), v České republice známa od roku 1930, kdy byla nalezena u daňka (*Dama*) (Chroust a Forejtek, 2010).

Motolice byla dovezena ze Severní Ameriky v tkáních jelenů wapiti (*Cervus elaphus canadensis*) a jelnců běloocasých (*Odocoileus virginianus*) do šlechtických obor (Horák, 2015) v Jižních Čechách (Chroust a Forejtek, 2010).

Prvním mezihostitelem může být bahnatka malá, jako v případě motolice jaterní (viz výše) nebo plovatka bažinná (*Lymnaea plaustris*) (Chroust a Forejtek, 2010).

Nakažená játra se dají poznat velmi snadno. Na játrech jsou tmavé pigmentové skvrny z natrávené krve a žluči (Horák et al., 2011), která jsou typická pro motolici obrovskou, žádná jiná motolice s tímto znakem u nás nevyskytuje (Chroust a Forejtek, 2010). Pokud jsou motolice zacystované, lze na povrchu jater vidět boule (Horák et al., 2011).

V roce 1971 Erhardová-Korlá uvedla v ČR čtyři oblasti, kde byla promořenost spárkaté zvěře až 70%. Byly jimi: Českobudějovicko a Třeboňsko, Písecko a Milevsko, Příbramsko a Rožmitálsko a oblast Novohradských hor a okolí. Po roce 2000 došlo k rozšíření těchto oblastí a vznik nových oblastí ve středních, západních a jižních Čechách. A také v oblasti Národního parku Šumava (Chroust a Forejtek, 2010). V jižních a středních Čechách dlouhodobě narůstá procento nakažených zvířat touto chorobou. (Horák et al., 2011).

Za posledních 15 let bylo zjištěno, že fascioloidózou je postižena i zvěř v Rakousku, Maďarsku, Chorvatsku a Slovensku (Horák, 2015). Na Slovensku byl hlášený první nález v roce 1993 z podunajských lužních lesích u Gabčíkova, jihovýchodně od Bratislavy (Chroust a Forejtek, 2010).

### 9.2 DICROCELIÓZA

Dicrocelióza je způsobena motolicí kopinatou (*Dicrocoelium dendriticum*). Životní cyklus obsahuje dva mezihostitele. Prvním může být jakýkoliv suchozemský plž, druhým pak mravenci (*Formica*).

V České republice se vyskytuje nejčastěji v sušších oblastech s vápencovým podkladem. Motolice napadá nejvíce muflony (*Ovis*), ale i jinou zvěř a domácí přežvýkavce. Projevy nejsou tak vážné jako u fascioloidózy, pouze při masivní infekci (stovky až tisíce motolic) (Chroust a Forejtek, 2010).

### 9.3 ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U VRUBOZOBÝCH PTÁKŮ

Ptačí motolice můžeme rozdělit do dvou skupin, na viscerální a nazální. Dospělé viscerální motolice, jako například *Trichobilharzia szidati*, žijí v cévách v břišní dutině. Viscerální motolice nalézáme v nosní sliznici zobáku. Mezi nazální motolice patří například *Trichobilharzia regenti*, která se z kůže do zobáku dostává přes periferní nervy, míchu a mozek. Z mozkových plen se do nosní sliznice pravděpodobně dostává cévami (Horák et al., 2011).

Bylo provedeno mnoho experimentů u hlodavců, kde se *T. regenti* našla i v mozečku nebo v mozkových hemisférách. Migrace do nosní sliznice nebyla prozkoumána, protože ptačí motolice v savcích hynou. V některých případech docházelo u hlodavců k poruchám pohybu nebo k ochrnutí končetin (Horák et al., 2011).

Dalším příkladem viscerální motolice je *Echinostoma revolutum*, která parazituje v tenkém, slepém střevě a v konečníku hus, kachen ale i u bažantů. Způsobuje záněty střeva, krvácení a průjmy (Chroust a Forejtek, 2010).

### 9.4 ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ MOTOLICEMI U RYB

U ryb můžeme rozlišit hned tři nemoci způsobené motolicemi, diplostomózu, postodiplostomózu a sanguinikolózu. Všechny nemoci jsou nebezpečné především pro rybí plůdky, u kterých způsobují uhynutí. Motolice se do ryb dostávají přes žábry, nebo skrz kůži mezi šupinami (T. Lotocki, 2014).

#### 9.4.1 SANGUINIKOLÓZA

*Sanguinicola dermis* označována jako krevnička rybí, působí paraziticky u kapra (*Cyprinus*). U lína (*Tinca*) způsobuje onemocnění motolice *Sanguinicola arómata*. Nemoc nezpůsobují konkrétně dospělí jedinci motolic, ale jejich vajíčka, která se snaží dostat zpět do vodního prostředí a svojí migrací způsobují nekrózy žaberních lístků (T. Lotocki, 2014).

#### 9.4.2 DIPLOSTOMÓZA

Toto onemocnění způsobuje velmi běžný druh motolic, rod *Diplostomum*, konkrétně *Diplostomum spathaceum*, motolice oční, způsobující oslepnutí u mnoha druhů ryb. Ale i jiné druhy rodu *Diplostomum* mohou způsobit oslepnutí. Oční čočku napadají metacerkárie, kterých může být v jedné čočce až desítky. V tomto případě slouží ryba pouze jako mezipositel. Konečným hostitelem musí být rybožravý pták, ve kterém se dokončí parazitův cyklus. Metacerkárie způsobí zakalení čočky, až k prasknutí a vypadnutí. Takto handicapované ryby se často pohybují u vodní hladiny, kde jsou výbornou kořistí např. pro volavku (*Ardea*,) nebo racka (*Chroicocephalus*), ve kterých dokončí svůj životní cyklus (T. Lotocki, 2014).

#### 9.4.3 POSTODIPLOSTOMÓZA

Motolice *Posthodiplostomum cuticola* parazituje v kůži a v podkoží kaprovitých ryb, způsobuje zde cysty, kolem kterých se shlukuje černé barvivo, melanin. Napadené ryby se dají snadno poznat, jejich tělo je poseto drobnými černými skvrnami. Toto onemocnění je v České republice velmi běžné. Nejvíce však rozšířené na jižní Moravě (povodí Dyje a Moravy), která je známá velkým výskytem volavek, které jsou pro tuto motolici konečným hostitelem. K zabránění této nemoci se uvažovalo o vysazení nepůvodního amura černého (*Mylopharyngodon piceus*), jehož potravou jsou měkkýši. Došlo by tak k vyřazení jedné z klíčových složek životního cyklu této motolice (T. Lotocki, 2014).

## 10 METODIKA

Metodika níže popsaná, je nejběžnější metoda používající se ke zjištění a získání cercárií. Provádí se sběrem vodních měkkýšů a následné použití tzv. vyplouvací techniky, při které se využívá pozitivní fototaxe cercárií (Faltýnková, 2007). Společně s touto technikou se provádí pitva infikovaných měkkýšů (Bednářová, 2010). Mezi nejvíce zkoumané a také nejvíce nakažené měkkýše v České republice patří *Lymnaea stagnalis* a *Radix* spp. (Duras, 2012). K fixování cercárií se používá 4% roztok formaldehydu (Faltýnková, 2007, Bednářová, 2010). Méně běžnou metodou je odbírání krevních vzorku definitivním hostitelům (ČTK, 2014).

### 10.1 VLASTNÍ METODIKA

Ve svém výzkumu jsem se zaměřila pouze na plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*). Sběr plovatek probíhal po dobu třech měsíců v roce 2014 (srpen, září, říjen). Během této doby bylo provedeno celkem sedm odběrů (viz tab.1).

Tab. 1: Informace o jednotlivých sběrech

Sběr	Datum	Celkem plovatek	Nakaženo
1.	29.8.	54	11
2.	31.8.	73	14
3.	6.9.	83	17
4.	7.9.	55	9
5.	13.9.	74	17
6.	21.9.	61	19
7.	28.9.	23	5
		<b>Σ 423</b>	<b>Σ 92</b>

Plovatky byly sbírány pomocí sítky, nebo ručně za použití ochranných rukavic, protože nebyl vyloučen výskyt cercárií rodu *Trichobilharzia*, způsobující cercáriovou dermatitidu.

Po nasbírání dostatečného počtu jedinců, byly plovatky přemístěny do domácí laboratoře. Každou plovatku jsem vložila samostatně do plastové nádoby s vlažnou nebo alespoň den odstátou vodou. Poté jsem všechny plovatky umístila do černého boxu. Takto byly plovatky ponechány bez světla několik hodin. Nezáleží tolik na počtu hodin bez světla, jako na počtu hodin, kdy jsou plovatky vystaveny světlu. Při mém výzkumu jsem ponechávala plovatky vystavené světlu v průměru 5 hodin (viz tab. 2).

Tab. 2: Počet hodin ponechání plovatek ve tmě a počet hodin vystavení světlu pro jednotlivé sběry

<b>Sběr</b>	<b>Datum</b>	<b>Doba ponechání ve tmě (hod.)</b>	<b>Doba vystavení světlu (hod.)</b>
1.	29.8.	12	4
2.	31.8.	13,5	5
3.	6.9.	23,5	4
4.	7.9.	8,5	5
5.	13.9.	19,5	4
6.	21.9.	12	7
7.	28.9.	10,5	7

Po uplynutí určité časové doby, jsem plovatky vystavila přímému světlu pomocí dvou lampiček, z každé strany boxu jedna, aby bylo docíleno maximálního osvětlení pro všechny plovatky. Díky výraznému kontrastu mezi tmou a světlem, začnou cercárie, které projevují fototaxi, během několika málo minut vyplouvat z plovatek ven do vodního prostředí. Je však lepší ponechat plovatky alespoň 4 hodiny vystavené světlu, aby počet cercárií byl ve vodě co možná největší. Lampičky neposkytují jen světlo, ale ohřívají i vodu, která svou teplotou přispívá k vyplouvání cercárií. Tento fakt jsem si ověřila pomocí dvou rozdílných lampiček, které jsem použila k osvětlení. Jedna z nich vyzařovala větší teplo a v její těsné blízkosti byla voda teplejší a koncentrace cercárií zde byla větší. Z toho vyplývá, že teplota vody a množství cercárií spolu souvisí. Andrea Bednářová, bývalá studentka Přírodovědecké fakulty v Českých Budějovicích ve své diplomové práci *Životní strategie motolic (Digenea) se zaměřením na vývojové stádium cercárie* z roku 2010 uvádí, že množství cercárií se v průběhu roku mění v závislosti na teplotě. Od jara docházelo ke zvyšování počtu cercárií, v létě (červenec a hlavně konec srpna) byly zaznamenány

nejvyšší hodnoty, na podzim pak docházelo ke snižování počtu. Dále uvádí, že množství cercárií nezávisí pouze na teplotě způsobené změnou ročního období, ale také na velikosti měkkýšů (Bednářová, 2010).

Po odstranění plovatek jsem do infikovaných nádob přidala kapátkem malé množství 40% formaldehydu. Došlo k usmrcení a poklesu cercárií ke dnu, tím bylo usnadněno vybírání cercárií bez většího množství přebytečné vody. Následovalo fixování cercárií do 4% roztok formaldehydu a fotografování pomocí mikroskopu. Je lepší, pokud jsou cercarie fotografovány živé. Fixováním dochází ke ztmavení těla a nejsou tak zřetelně vidět charakteristické znaky. K určování cercárií jsem použila klíč od Anny Faltýnkové *Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, Lymnaea stagnalis (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification* z roku 2007. Dále jsem konzultovala jednotlivé fotografie nalezených cercarie pomocí emailu s Mgr. Miroslavou Soldánovou z Parazitologického ústavu v Českých Budějovicích, která se zabývá cercáriemi a je autorkou mnoha publikací týkající se tohoto tématu.

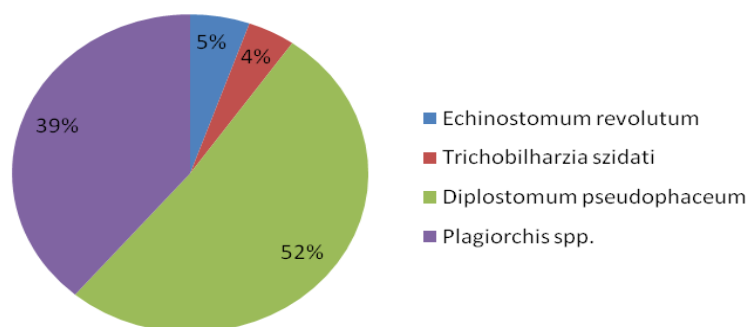
## 10.2 VÝSLEDKY

Z celkového počtu 423 plovatek bylo 92 infikováno cercáriemi, tedy 21,75 % ze všech sesbíraných plovatek. Podle těchto dat jsem došla k závěru, že každá pátá plovatka je infikovaná.

Byly nalezeny celkem 4 druhy cercárií, *Echinostoma revolutum*, *Plagiorchis spp.*, *Diplostomum pseudophaceum* a *Trichobilharzia szidati*.

Nejvíce byla přítomna cercarie *Diplostomum pseudophaceum* (47 vzorků) a *Plagiorchis spp.* (36 vzorků). *Echinostoma revolutum* byla nalezena pouze u pěti vzorků a *Trichobilharzia szidati* pouze u čtyř vzorků.

Graf 1: Procentuální zastoupení zjištěných druhů na vybrané lokalitě



## 11 TAXONOMICKÁ ČÁST

**Říše:** ANIMALIA

**Kmen:** Platyhelminthes

Třída: Trematoda

Podtřída: Digenea

**Řád:**Echinostomatida

Čeľad: Echinostomatidae

Druh: *Echinostoma revolutum* Fröhlich, 1802

**Řád:**Plagiorchiida

Čeľad: Plagiorchiidae

Rod: *Plagiorchis* spp. Lühe, 1899

**Řád:**Strigeidida

Čeľad: Diplostomatidae

Druh: *Diplostomum pseudophaceum* Nordmann, 1832

Čeľad: Schistosomatidae

Druh:*Trichobilharzia szidati* Neuhaus, 1952

(Langrová, 2011)

### 11.1 *ECHINOSTOMA REVOLUTUM* FRÖHLICH, 1802

Cerkárie, patřící do čeledi *Echinostomatidae*, se vyznačuje nápadným hlavovým límcem s ostny. U *Echinostoma revolutum* jsou ostny uspořádány ve dvou řadách, počet ostnu se pohybuje od 35 do 38, nejčastěji však 37 ostnů (Ryšavý et al., 1982). Na snímcích této cercárie nejsou tyto ostny patrné, jednalo se o nafixovaný materiál (při fixování ztmavnutí těla). Při pořizování snímků živých cercárií nebyla nalezena. *Echinostoma revolutum* byla určena podle přítomnosti ocasní ploutvičky, charakteristické pro tento druh (Soldánová, písemné sdělení, 3. 9. 2014).



## 11.2 *DIPLOSTOMUM PSEUDOSPETHACEUM* NORDMANN, 1832

Jedná se o cercárie, které řadíme mezi furkocercárie. Charakteristickým znakem je rozdvojený ocásek do vidličky, furky. U ústního otvoru je patrná ústní přísavka, břišní přísavka se nachází v polovině těla. U cercárií rodu *Diplostomum* patří mezi určovací znaky i "resting position", tj odpočinková pozice, kdy se cercárie v odpočinku zalomí do charakteristického úhlu (Soldánová, písemné sdělení ze 30.9.2014). Více o chování furkocercárií nabízí článek: Qualitative and quantitative behavioral traits in a community of furcocercariae trematodes: tools for species separation? od Santos MJ et al. z roku 2007. Podrobnější klíč k určování druhů cercárií rodu *Diplostomum* ještě není dokončený (Soldánová, písemné sdělení, 30. 9. 2014)

## 11.3 *PLAGIORCHIS* SPP. LÜHE , 1899

Tělo cercárií je oválné, k oběma koncům zúžené. Cercárie tohoto druhu mají k poměru těla malý, celistvý ocásek s četnými záhyby. V přední přísavce je nápadný bodec (stylet), kterým cercárie pronikají do své kořisti. Stylet patří k hlavním určovacím znakům. Určování je však velmi obtížné, proto neuvádím zařazení do druhu. K určení do druhu je zapotřebí molekulárních dat (Zikmundová et al., 2014).

## 11.4 *TRICHOBILHARZIA SZIDATI* NEUHAUS, 1952

Tato cercárie patří do skupiny tzv. ocelátních furkocercárií. Na první pohled jsou v přední části nápadné světlečivné skvrny (oceli) a rozdvojený ocásek (furca). Tělo je úzké, protáhlé jedním směrem. Ocásek je k poměru těla, stejně dlouhý nebo delší.

K určení druhu je potřeba znát mezihostitele. Zástupci *Trichobilharzia* mají v České republice svého specifického mezihostitele. *T. szidati* je vázána na přítomnost plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*) (Soldánová, písemné sdělení, 17. 9. 2014).

Cercárie rodu *Trichobilharzia* jsou původci cercáriové dermatitidy.

## 12 DISKUSE

Během mého výzkumu jsem na vybrané lokalitě našla 4 druhy cercárií. Pravděpodobnost, že mezi zjištěnými druhy bude zastoupen druh *Diplostomum* byla velká. Tento rod je velmi běžný. Zástupci rodu *Diplostomum* se běžně vyskytují v jihovýchodním Německu (Faltýnková a Haas, 2006) a na Islandu (Blasco-Costa I. Et al, 2014), v Bulharsku a v USA (Georgieva et al., 2013).

Rod *Diplostomum* je vázán na dva meziphostitele. Prvním je jako ve všech případech vodní plž. Pro můj výzkum byl studovaným vodním plžem plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*). Druhým meziphostitelem jsou kaprovité ryby, kterým cercárie napadají oční čočku a způsobují jejich oslepnutí (viz výše: Onemocnění způsobené motolicemi u zvířat). Pro člověka tento rod není nebezpečný, nezpůsobuje žádné onemocnění.

Nevelikým překvapením byl i rod *Plagiorchis* spp., který je běžný Evropský druh (Zikmundová et al., 2014). Dominantní zastoupení tohoto druhu je ve vnitrozemských vodách Německa (Faltýnková a Hass, 2014). *Plagiorchis* spp. nezpůsobuje žádné onemocnění jak u zvířat, tak i u člověka.

Velkým překvapením byl rod *Tichobilharzia* způsobující cercáriovou dermatitidu. Pokud by se někdy do budoucna uvažovalo o změně rybníka z chovného na rekreační, bylo by vhodné zvážit možný výskyt cercáriové dermatitidy. Prevencí by mohlo být vysbírání všech meziphostitelských měkkýšů nebo likvidace litorální vegetace.

V české republice jsou data o výskytu spojovaná s hlášeným výskytem cercáriové dermatitidy. Na obr. 3 (viz výše: Výskyt cercáriové dermatitidy v ČR) je vidět koncentrace tohoto rodu ve středních a západních Čechách. Je zajímavé, že z oblastí jižní Moravy nejsou hlášeny žádné případy, přitom k rekreaci se v letních měsících využívají např. Novomlýnské nádrže, které jsou domovem několika druhů vodního ptactva a určitě jsou zde přítomni i vodní měkkýši. Důvodem proč nejsou případy zaznamenány, může být nesprávné vyhodnocení vyrážky z koupání, zaměnění za poštípání od hmyzu, nebo považování za jinou nemoc. V Plzni byla jedna žena týden v nemocničním ošetření s diagnózou planých neštovic, přitom se jednalo o cercáriovou dermatitidu (Duras, 2014). Dalším důvodem může být zvýšený výskyt dravých buchanek v zooplanktonu, které požírají miracidia a pravděpodobně i cercárie (Duras, 2014), tím pádem se zde ani cercárie způsobující dermatitidu (ale i jiné druhy) nemusejí vyskytovat.

Posledním druhem byla cercárie rodu *Echinostomum*, kterou řadíme mezi viscerální motolice, cizopasí ve střevech vrubozobých (*Anseriformes*). Cercárie této motolice byly

v Německu nalezeny u zástupců plovatkovitých (*Lymnaeidae*): uchatka toulavá (*Radix peregra*), uchatka nadmutá (*Radix auricularia*) a plovatka bažinná (*Stagnicola palustris*). U uchatky toulavé byly cercárie nalezeny také v Bulharsku a na Islandu (Georgieva et al., 2013). V mém výzkumu byla nalezena, jako i předcházející cercárie, v plovatce bahenní.

## 13 ZÁVĚR

Sbíraným druhem vodních měkkýšů byla plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*).

Z celkového počtu 423 plovatek bylo 21,75% infikováno.

Na sledované lokalitě byly v 92 nakažených vzorcích nalezeny čtyři druhy cercárií.

Mezi druhy byla nalezena i cercárie způsobující cercáριοvou dermatitidu, *Trichobilharzia szidati*.

*Echinostoma revolutum* byla přítomna v 5 vzorcích - 5,44 %

*Trichobilharzia szidati* přítomna ve 4 vzorcích - 4,35 %

*Diplostomum pseudophaceum* přítomna v 47 vzorcích - 51,09 %

*Plagiorchis* spp. přítomna v 36 vzorcích - 39,13 %

## 14 RESUMÉ

Cílem této práce bylo poskytnout základní informace o motolicích, o jejich životním cyklu se zaměřením na jejich infekční stádium (cerkarie) a provést terénní výzkum na vybrané lokalitě (Lužanský rybník).

Metodika spočívala ve sběru vodních měkkýšů a následné použití tzv. vyplouvací techniky. Výzkum probíhal na konci roku 2014. Byly nalezeny celkem 4 druhy cercárií, *Echinostoma revolutum*, *Plagiorchis spp.*, *Diplostomum pseudophaceum* a *Trichobilharzia szidati*. Nejvíce byla přítomna cercárie *Diplostomum pseudophaceum* (47 vzorků) a *Plagiorchis spp.* (36 vzorků). *Echinostoma revolutum* byla nalezena pouze u pěti vzorků a *Trichobilharzia szidati* pouze u čtyř vzorků.

### Cizojazyčné resumé

The aim of this work is to give basic informatik about Trematoda, about their life cycle, focused on their infectious stage (cercariae), and to do fieldwork research in a concrete place (Luzanska pond).

The methology consisted of collecting shellfish followed by using a so-called sailing technology.

In total, there were found 4 species of cercariae, *Echinostoma revolutum*, *Plagiorchis spp.*, *Diplostomum pseudophaceum* and *Trichobilharzia szidati*.

The most abundant cercariae found in this place was *Diplostomum pseudophaceum* (47 samples) and *Plagiorchis spp.* (36 samples). *Echinostoma revolutum* was found only in 5 samples and *Trichobilharzia szidati* was found only in 4 samples.

## SEZNAM LITERATURY

- Barnes, R. S. K., Calow, P., Olive, P. J. W., Golding, D. W. 1988. *The Invertebrates*. 582 pp., ISBN 0-632-01638-8.
- Bednářová, A. 2010. Životní strategie motolic (Digenea) se zaměřením na vývojové stádium cercárie. Diplomová práce (Mgr.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Přírodovědecká fakulta
- Blasco-Costa, I., Faltýnková, A., Georgieva, S., Skirnisson, K., Scholz, T., Kostadinova, A. 2014. Fish pathogens near the Arctic Circle: molecular, morphological and ecological evidence for unexpected diversity of Diplostomum (Digenea: Diplostomidae) in Iceland. *Parasitology* 44: 703-7015.
- Beneš, J. 2009. *Infekční lékařství*. Galén, Praha. 651 pp. ISBN: 978-80-7262-644-1
- Combes, C., Bartoli, P., Théron, A. 2002. Trematode transmission Strategies. *In: The Behavioural Ecology of Parasites* (Lewis, E.E., Cambel, J.F., Sukhdeo, M.V.K., eds.). Oxford University Press, U.K.
- Duras, J., Chanová, M., Pumann, P., Koubová, R. 2014: Cercáriová dermatitida a jak k ní přistupovat. *Vodárenská biologie*, 5.-6. února 2014 Praha, ČR, Říhová Ambrožová J. (Edit),150-162
- Duras, J. 2014. Limnolog a cercárie. *Limnologické noviny*. (4)2014, Povodí Vltavy, s.p., Plzeň: 6-12
- Faltýnková, A., Georgieva, S., Kostadinova, A., Blasco-Costa, I., Scholz, T., Skirnisson, K. 2014. Diplostomum von Nordmann, 1832 (Digenea: Diplostomidae) in the sub-Arctic: descriptions of the larval stages of six species discovered recently in Iceland. *Systematic Parasitology* 89: 195-21.
- Faltýnková, A., Haas, W. 2006. Larval trematodes in freshwater molluscs from the Elbe to Danube rivers (Southeast Germany): before and today. *Parasitology* 99: 572-582.

Fatýnková, A., Našincová, V., Kablásková, L. 2007. Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, *Lymnea stagnalis* (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification. *Parasite* 14: 39-51.

Flegr, J. Vítejte v báječném novém světě parazitů, *Živa*, (5)2010 : 197-199.

Förstl, M., Kolářová, L., Veselský, Z., Macek, P., Dvořák, P. Schistosomóza (bilharzióza) močového traktu. *Urologie pro praxi* (2)2003 : 8-10.

Horák, P. 2015. Department of Parasitology. Faculty of Science. Charles University in Prague, Czech Republic. [cit. 26. 3. 2015]. Dostupné na WWW: <<https://www.natur.cuni.cz/biology/parasitology>>.

Horák, P., Kolářová, L. 1994. Krevničky napadají člověka i v Čechách. *Vesmír* (8): 430 pp.

Horák, P., Mikeš, L., Kašný, M. Je libo játra nebo mozeček? Několik zastavení s motolicemi. *Živa* (3)2011 : 102-104.

Horák, P., Scholz, T. 1998. *Biologie helmintů*. Karolinum, Praha. 139 pp. ISBN 80-7184-782-8.

Chroust, K., Forejtek, P. 2010. Motolice u lovné zvěře. *Myslivost* 58(12): 68-71 pp.

Chvátalová, M., Puchman, P., Kožíšek, F., Jeligová, H. 2013. *Onemocnění z přírodních koupacích vod v České republice.- Vodárenská biologie 2013, 6.-7. Února 2013 Praha, ČR, Říhová Ambrožová J. (Edit), 152-157 pp.*

Kalinová, M. a kolektiv. 2009. Profil vod ke koupání, jeho náplň a popis. *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha*

Langrová, Jankovská, Vadlejch, Titěra. 2011. *Parazitologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha. 333 pp. ISBN 978-80-213-2171-7.

Lotocki, T. 2014. Nemoci ryb způsobené červy - motolice – 10.díl [online]. *Chytej.cz* [cit. 26. 3. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://www.chytej.cz/clanky/1530/nemoci-ryb-zpusobene-cervy-motolice-10-dil/>>.

Mikeš, L., Horák, P. 2009. *Abstract book – 3rd Workshop on Bird Schistosomes and Cercarial Dermatitis*. Charles University in Prague, Faculty of Science. ISBN 978-80-86561-44-8

Pollak, K. 1976. *Medicína dávných civilizací*. Orbis, Praha. 335 pp.

Ryšavý, B., Groschaft, J., Baruš, V., Dvoříková, L. 1982. *Helmini vodní drůbeže*. Academia, Praha. 240 pp.

Toledo, R., Fried, B. 2014. *Digenetic Trematodes*, Springer, 465 pp. ISBN 978-1-4939-0914-8.

Santos, M. J., Karvonen, A., Pedrot, J. C., Faltýnková, A., Seppälä, O., Valtonen, E. T. 2007. Qualitative and quantitative behavioral traits in a community of furcocercariae trematodes: tools for species separation? *Parasitology* Dec;93(6):1319-23.

Skírnisson, K., Aldhoun, J. A., Kolárová, L. 2009. A review on swimmer's itch and the occurrence of bird schistosomes in Iceland. *J Helminthol.* Jun;83(2):165-71.

Soldánová, M., Selbach, CH., Kalbe, M., Konstadinova, A., Sures, B. 2013. Swimmer's itch: etiology, impact, and risk factors in Europe. *Trends in Parasitology*, 29: 65-74 .

Volf, P., Horák, P. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Triton, Praha. 318 pp. ISBN 9788073870089

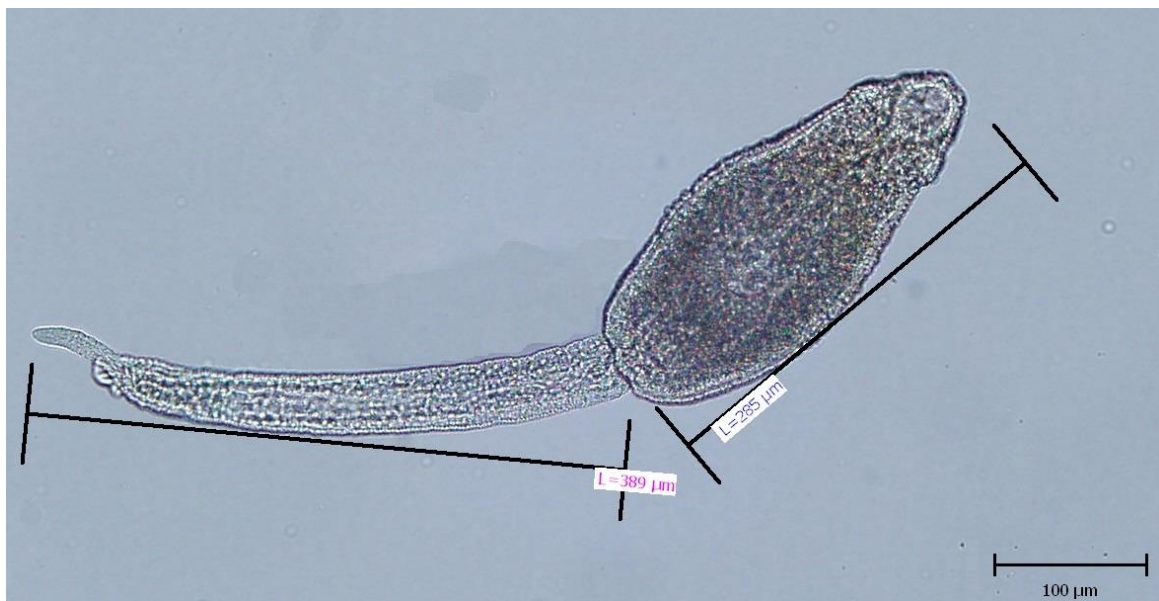
Zikmundová, J., Georgieva, S., Faltýnková, A., Soldánová, M., Kostadinova, A. 2014. Species diversity of Plagiorchis Lühe, 1899 (Digenea: Plagiorchiidae) in lymnaeid snails from freshwater ecosystems in central Europe revealed by molecules and morphology. *Systematic Parasitology* **88**: 37-54.



## 15 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1: Geografická poloha obce Lužany.....	8
Obr. 2: Geografická poloha studované lokality Lužanský rybník.....	9
Obr. 3: Výskyt cerkáriové dermatitidy v České republice .....	23
Tabulka 1: Informace o jednotlivých sběrech .....	29
Tabulka 2: Počet hodin ponechání plovatek ve tmě a počet hodin vystavení světlu pro jednotlivé sběry.....	30
Graf 1: Procentuální zastoupení zjištěných druhů na vybrané lokalitě.....	28

PŘÍLOHY



*Echinostoma revolutum*

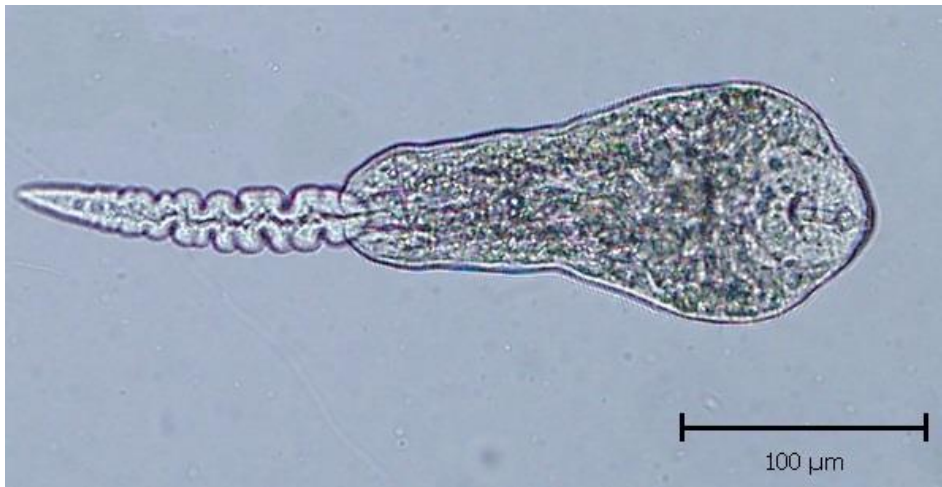


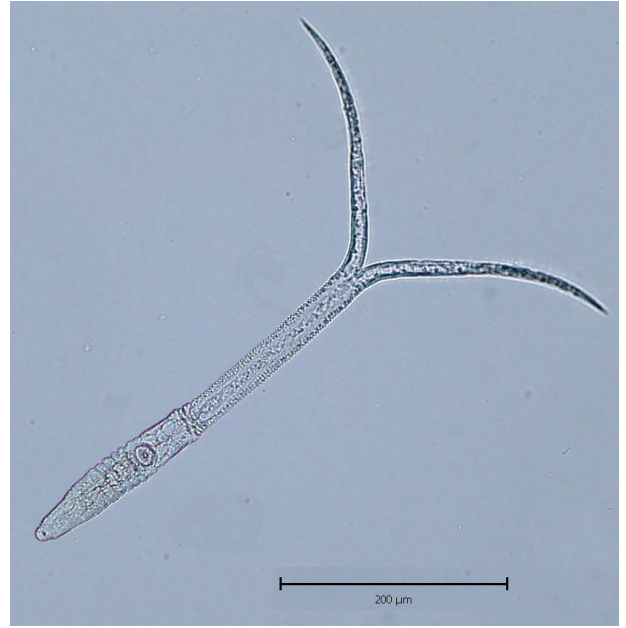
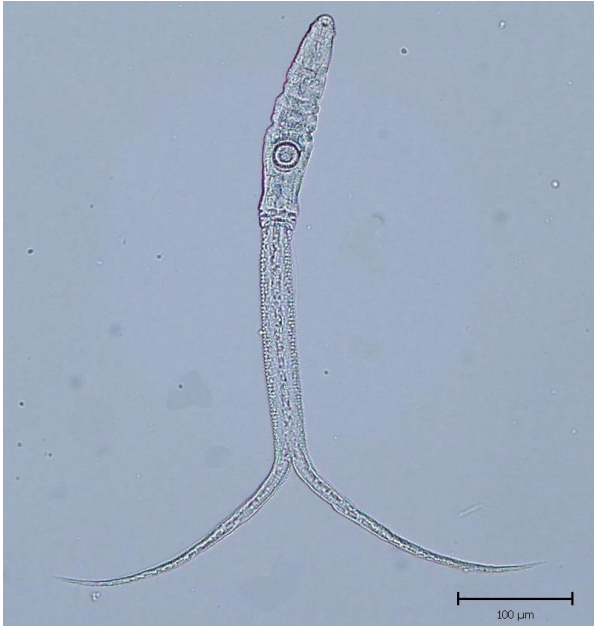


*Trichobilharzia szdati*



*Plagiorchis* spp.





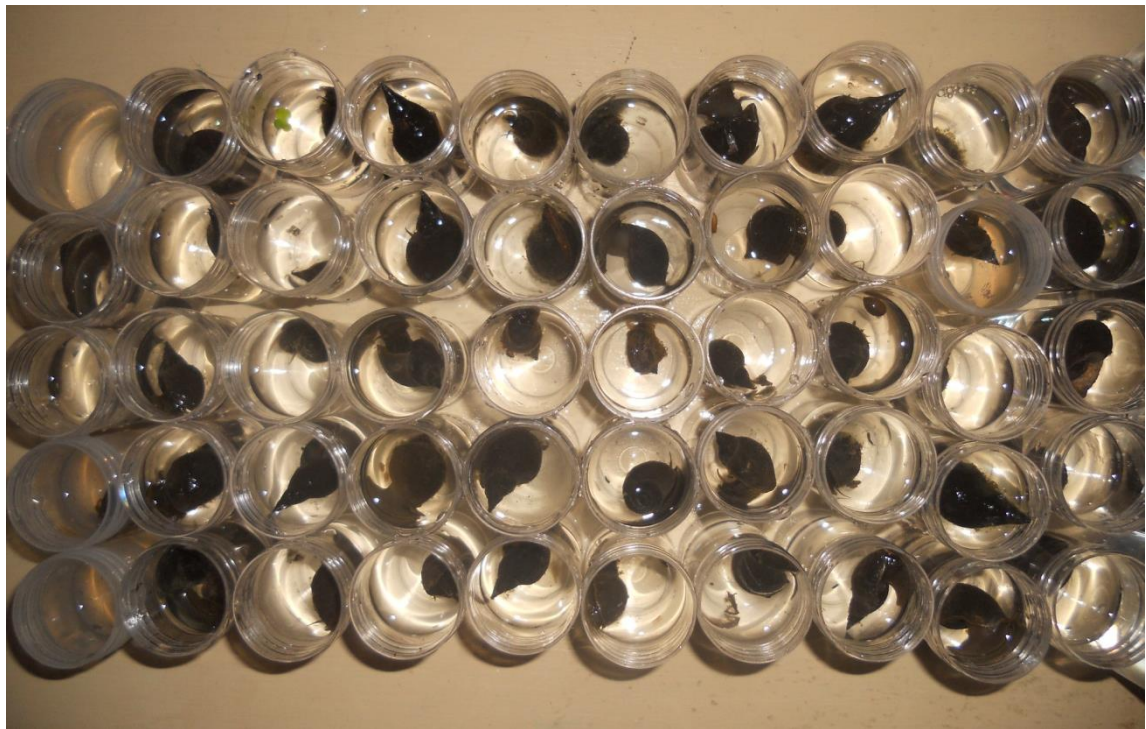
*Diplostomum pseudophaceum*





Rybník Lužany





Plovatky



Plovatky