



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Bakalářská práce

**Prvoci jako symbionti člověka v Evropě: obraz ve vzdělání  
v učebnicích přírodopisu pro základní školy versus zasvěcená  
informace**

Lukáš Holer

Vedoucí bakalářské práce: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

České Budějovice 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdání textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10. 7. 2015

.....

Lukáš Holer

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc., za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a pomoc při zpracování této práce. Děkuji také Mgr. Josefu Jandovi za pomoc při pravopisné a gramatické kontrole práce. Mé poděkování také patří všem respondentům za ochotu a odpovědi u dotazníkového šetření.

## **Abstrakt:**

**Holer L., 2014:** Prvoci jako symbionti člověka v Evropě: obraz ve vzdělání v učebnicích přírodopisu pro základní školy versus zasvěcená informace. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. Česká republika, 65 s.

Bakalářská práce se zabývá symbiotickými jednobuněčnými eukaryoty z hlediska vzdělávacího obsahu přírodopisu pro základní školy. V teoretické části práce je uvedena stručná rešerše o symbiotických prvocích podle nejaktuálnějšího poznání, která může být informačním základem pro učitele. Praktická část práce zahrnuje analýzu různých řad učebnic přírodopisu pro základní školy o tematicke prvoků, srovnání obsahu učebnic se vzdělávacími programy a výsledky dotazníkového šetření zaměřeného na názory učitelů o dané tematicke a vzdělávací obsah, který je navržen podle výsledků výzkumu a vlastního názoru autora.

**Klíčová slova:** symbióza, prvoci, analýza učebnic, vzdělávací obsah, didaktika

**Vedoucí bakalářské práce:** prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

**Abstract:**

**Holer L., 2014:**Protist as human symbionts in Europe. The view of education in textbooks of biology for elementary school versus a knowledgeable information. Bachelor thesis. Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice, České Budějovice. Czech Republic, 65 p.

The thesis is focused on symbiotic protists from the elementary schools science curriculum point of view. The theoretical part contains a brief recherche about symbiotic protists based on the current knowledges, which can be used as a basic information for biology teachers. The practical part contains analysis of biology textbooks for elementary schools. It is aimed on comparing these textbooks based on information got from forms sent to various biology teachers. Curriculum content of this topic was suggested according to these findings and author's opinion.

Key words: symbiosis, protists, analysis of textbooks, curriculum content, didactics

Bachelor thesis supervisor: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

## OBSAH

1.	Úvod.....	- 1 -
2.	Literární přehled.....	- 2 -
2.1	Symbióza.....	- 2 -
2.1.1	Mutualismus.....	- 2 -
2.1.2	Komenzálismus.....	- 3 -
2.1.3	Parazitismus.....	- 3 -
2.2	Jednobuněčná eukaryota.....	- 5 -
2.2.1	Systém a jeho vývoj.....	- 5 -
2.2.2	Morfologie.....	- 10 -
2.2.3	Fyziologie.....	- 12 -
2.2.4	Ekologie.....	- 17 -
2.3	Důležité skupiny parazitických a symbiotických prvoků.....	- 19 -
2.3.1	Amoebozoa.....	- 19 -
2.3.2	Excavata.....	- 20 -
2.3.3	Sar.....	- 21 -
2.4	Nejčastější symbionti člověka.....	- 23 -
2.4.1	Komenzální prvoci.....	- 23 -
2.4.2	Parazitičtí prvoci.....	- 25 -
3.	Metodika a materiál.....	- 36 -
3.1	Analýza učebnic.....	- 36 -
3.2	Dotazníkové šetření.....	- 36 -
3.3	Návrh učebního textu.....	- 37 -
4.	Výsledky.....	- 38 -
4.1	Analýza učebnic.....	- 38 -

4.2	Analýza RVP a ŠVP .....	- 41 -
4.3	Dotazníkové šetření .....	- 44 -
4.4	Návrh učebního textu.....	- 50 -
4.4.1	Podklady a zdůvodnění návrhu učebního textu pro učitele.....	- 54 -
5.	Diskuze.....	- 56 -
6.	Závěr.....	- 59 -
7.	Seznam literatury.....	- 60 -

# 1. Úvod

Symbiotičtí prvoci patří do skupiny organismů, která se na Zemi vyskytuje více než miliardu let (Papáček, 2000). Postupnou evolucí se jejich schopnost přežít na nejrůznějších prostředích a podmínkách neustále zdokonalovala. Povědomí laické veřejnosti o těchto organismech je dle mého názoru skoro žádné anebo velice nepřesné. Nemoci způsobené parazitickými prvoky jsou vedle tzv. civilizačních chorob celosvětově nejzávažnější.

Cílem této bakalářské práce je předložit aktuální pohled na tematiku této skupiny organismů a srovnat je s učivem obsaženým v učebnicích přírodopisu pro základní školy. V teoretické části tato práce charakterizuje „systém“ prvoků, který je komplikovaný a mění se v závislosti na rozvoji poznání a výzkumných poznatcích, morfologii eukaryotické buňky u prvoků, fyziologii, samotné chování a jejich nezanedbatelnou roli v ekosystémech. Dále se zabývá nedůležitějšími skupinami a zástupci u člověka.

Praktická část se zabývá analýzou Rámcového vzdělávacího programu a Školních vzdělávacích programů a především analýzou různých řad učebnic, a to z důvodu, kdy především na základní škole člověk poprvé slyší o těchto organismech. Dále obsahuje dotazníkové šetření určené pro učitele přírodopisu. V neposlední řadě je zde návrh vzdělávacího textu dané tematiky založený na výsledcích srovnávací analýzy a dotazníku.



## **2. Literární přehled**

### **2.1 Symbióza**

Symbióza je termín označující kterékoliv blízké soužití dvou a více organismů. Jedinec v tomto vztahu se nazývá symbiont. Symbióza zahrnuje veškeré modely vztahů, nezávisle na tom, zda interakce přináší symbiontovi užitek, je neutrální anebo mu škodí (Hausmann, 2003). Symbiotické vztahy lze dělit podle mnoha různých hledisek. Jako základní dělení se uvádí dle výhodnosti pro symbionty. Další neméně významná hlediska jsou podle vzájemné pozice symbiontů, závislosti jednoho symbionta na druhém, poměru velikosti symbiontů (Townsend et al., 2010).

Pro prvoky je charakteristický mutualismus, komenzálismus a parazitismus.

#### **2.1.1 Mutualismus**

Mutualismus je interakce mezi dvěma či více partnerskými druhy, která je prospěšná pro všechny zúčastněné. Existuje však tenká hranice mezi mutualismem a komenzálismem nebo parazitismem. Někdy tedy dochází v přechody mezi těmito interakcemi (Townsend et al., 2010).

U prvoků je mutualismus zřejmý u mnohobíčíkatých brvítek. Ti mají zásadní význam při trávení celulózy. Jsou důležitým partnerem pro život termitů a švábů. Velký ekologický význam přináší mutualistický vztah mezi fotoautotrofními jednobuněčnými organismy a heterotrofními prvoky. Obrněnka (zooxantely) žijící uvnitř vakuol korálových polypů, oddělených od cytoplasmy membránou, narušuje karbonát-bikarbonátovou rovnováhu odebráním  $\text{CO}_2$  pro fotosyntézu. Stejnou životní strategii mají například i dírkonožci, kteří tak mají snadný přístup k  $\text{CO}_2$ , minerálům a lépe se pohybují (Hausmann, 2003).

### 2.1.2 Komenzálismus

Komenzálismus je typ interakce mezi organismy, kdy jeden z nich má ze vztahu prospěch. Nazývá se komenzál. Zatímco druhý, hostitel, není komenzálem ovlivněn. Podle místa výskytu u hostitele se komenzálové dělí na dva typy. Ektokomenzálové žijí na povrchu hostitele. Naproti tomu endokomenzálové žijí uvnitř jeho těla.

Pokud je ektokomenzál přichycen na pohybujícím se hostiteli, jedná se o symforismus. Symforizmní jsou někteří zástupci nálevníků. Tímto způsobem má prvok neustálý přístup k potravě a rozšiřuje se (Lom, 2001). Typickým příkladem endokomenzálů jsou nálevníci, žijící v bachoru přežvýkavců. Pokud by přežvýkavec tyto prvoky postrádal, přežívá bez jakéhokoliv omezení (Williams, 1997). U člověka se v trávicím traktu vyskytují některé druhy měňavek, jako je například měňavka střevní (Adamcová, 2010).

### 2.1.3 Parazitismus

Parazitismus je pojem do češtiny překládaný jako cizopasnictví. Je to jev, kdy parazitický organismus žije na úkor svého hostitelského organismu. Od hostitele získává parazit látky nezbytné pro výživu a rozmnožování a také mu hostitel poskytuje ochranné prostředí. Paraziti se dělí podle umístění na těle hostitele na ektoparazity (parazité vnější) a endoparazity (parazité vnitřní). Ektoparazité žijí na povrchu těla hostitele a endoparazité žijí uvnitř těla hostitele či v jeho tkáních nebo buňkách.

Endoparazity můžeme ještě dále dělit podle místa výskytu v těle hostitele na:

- a) střevní – tyto parazité žijí v trávicím traktu, zejména v tenkém a tlustém střevě
- b) krevní – vyskytují se v krvi, v krevní plazmě nebo napadají červené krvinky
- c) tkáňoví – nacházejí se zejména v tkáních vnitřních orgánů
- d) kožní a podkožní

e) dutinová – tito parazité žijí na sliznicích vnitřních orgánů

Parazité se také dělí na obligátní a fakultativní. Obligátní parazit je takový parazit, u něhož je nezbytné žít alespoň část svého života paraziticky, je to nezbytné pro dokončení jejich ontogenetického vývoje. Fakultativní parazité jsou tzv. parazité příležitostní, což znamená, že obvykle nežijí parazitickým způsobem života, ale za určitých podmínek při vniknutí do těla hostitele mohou žít na úkor hostitelského organismu (Ryšavý, 1988).

Náhodný parazit je parazitický organismus, který napadá jiný hostitelský organismus, než je jeho obvyklý a může se na něj adaptovat.

Permanentní parazité jsou parazité, kteří žijí celý svůj život uvnitř nebo na povrchu těla svého hostitele a temporální parazité naopak využívají svého hostitele pouze po určitou dobu svého života.

Hyperparazit je pojem, který označuje parazitický organismus, který cizopasí na jiném parazitovi (Townsend et al., 2010).

Podle množství organismů, které může parazit využívat jako hostitelské, se rozlišují paraziti polyfágní – s širokým počtem hostitelů, monofágní – vázané jen na jeden druh hostitele a stenofágní – jsou vázání na více příbuzných druhů hostitelů (Čermáková, 2009).

Podobně jako parazitese mohou rozdělit i jejich hostitelé do několika kategorií. Definitivní hostitel je hostitel, kterého parazit využívá v období dosažení pohlavní zralosti a rozmnožování.

Mezihostitel je organismus, který je využíván parazitem v určitém období jeho života, kdy nedosahuje pohlavní zralosti. Mezihostitel většinou slouží k vývoji tzv. infekčního stádia, které vyvolá nákazu po vniknutí do organismu definitivního hostitele. Někteří mezihostitelé slouží také jako přenašeči vývojového stádia parazita – tzv. transportní hostitel. Je to typ mezihostitele, ve kterém dochází k zastavení vývoje parazita a vývoj pokračuje až v dalším hostiteli (Jírovec, 1977).

Nespecifický hostitel je organismus, ve kterém se nemůže parazit dále vyvíjet a ukončit svůj životní cyklus. Náhodný hostitel je organismus, který není obvyklým hostitelem parazita (Jíra, 2009).

Někteří prvoci jsou často vlastními endoparazity, ale také endoparazity živočichů i rostlin. Tyto organismy byly pravděpodobně dříve volně žijící organismy. Někteří využívají jako hostitele organismy s oslabeným imunitním systémem. U člověka parazituje přes 70 druhů prvoků (Jíra, 2009). Mezi nejznámější onemocnění vyvolané parazitickými prvoky patří malárie, spavá nemoc, kokcidióza nebo leishmanióza. Tato onemocnění se vyskytují především v tropických a subtropických oblastech, některá však i celosvětově (Volf, Horák, 2007).

## **2.2 Jednobuněčná eukaryota**

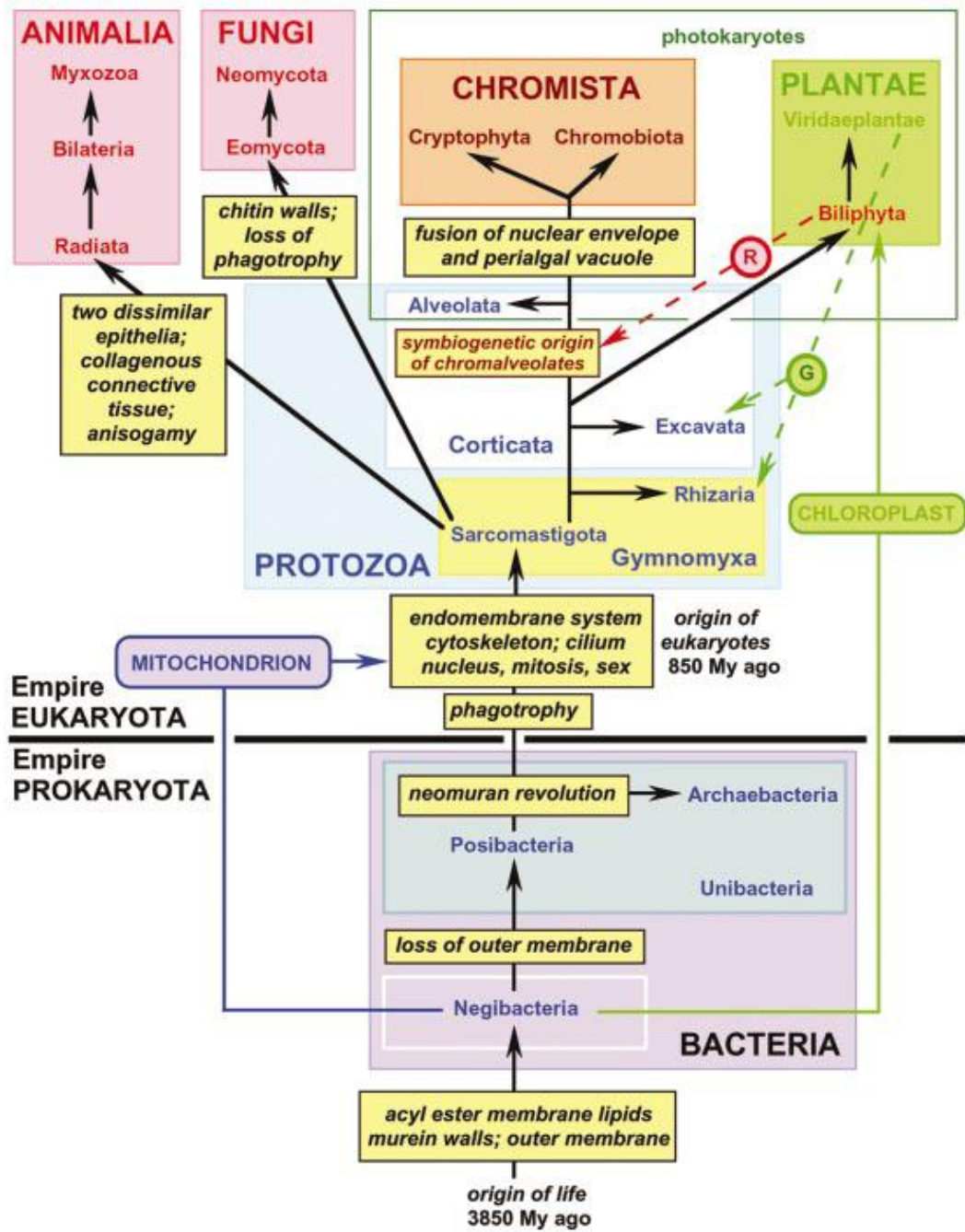
Protista jsou skupinou organismů mikroskopických rozměrů. Jsou to jednobuněčné eukaryotní heterotrofní nebo mixotrofní organismy. Věda zabývající se studiem prvoků se nazývá protistologie. Hausmann (2003) uvádí, že prvopočátky této vědy se mohou datovat k roku 1675, kdy holandský přírodovědec Antoni van Leeuwenhoek použil mikroskop k pozorování malých, okem neviditelných organismů. Tyto organismy poté pojmenoval *Animalcula*. Termín „Protozoa“ ovšem pochází z roku 1818, kdy ho zavedl německý zoolog Georg August Goldfuss. V témže století byli prvoci určeni jako jednobuněčné organismy a spolu s vývojem mikrobiologie a parazitologie byli objeveni první patogenní zástupci této říše.

### **2.2.1 Systém a jeho vývoj**

Jednotný systém prvoků jako takový v nynější době neexistuje. Zástupci protozoí se rozdělují do několika říší. Zařazení těchto organismů je velice komplikované z mnoha důvodů. Jedním z nich je, že obsahuje organismy fototrofní i heterotrofní, tedy na pomezí živočišné a rostlinné říše. Nejčastěji je tato skupina popisována jako polyfyletický soubor jednobuněčných eukaryotních organismů. Ne vždy je ale tato definice přesná, jelikož

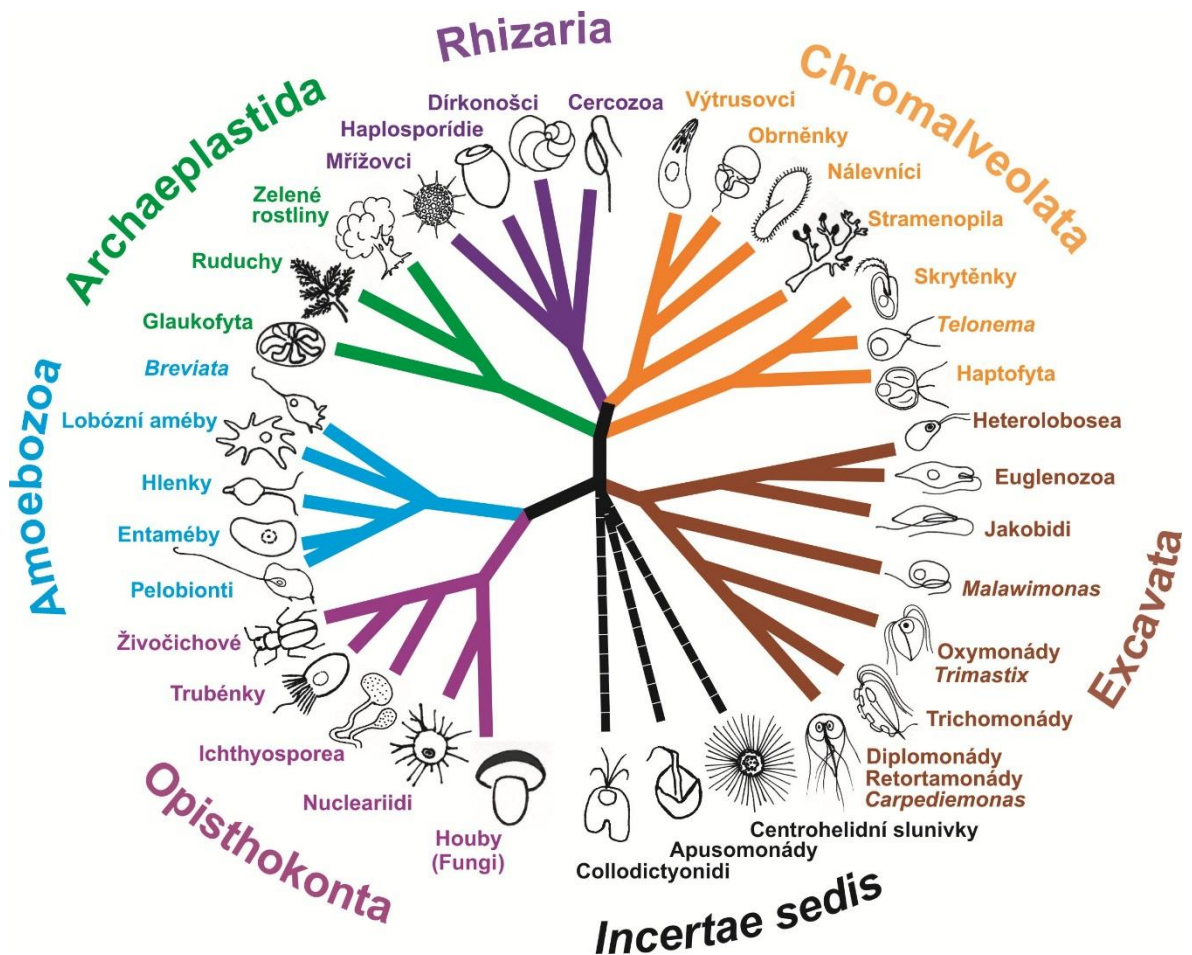
některé organismy vytvářejí kolonie, syncitia, potravní komunity či jiné útvary (Jíra, 2009).

Ovšem Hausmann (2003) uvádí dosavadní přehled vývoje systému těchto organismů, a proto je především z něj čerpáno a uvedená literatura je pouze orientační. Systém je velice nestabilní a neustále dochází ke změnám v jeho struktuře, zejména díky novým poznatkům v oboru molekulární analýzy. Dochází k přesunům jednotlivých taxonů i k jejich přejmenování. První přehledný systém zavedl Bütschli (1881) následovaný systémem Honigberga (1964). V těchto systémech jsou Protozoa uvedena jako kmen. Příchodem systému Levina (1980) se protozoa změnila na podříši a nově bylo zavedeno sedm kmenů. Systémy uvedené v 1. a 2. vydání „Ilustrovaný průvodce prvoky“ (1985 a 2000) přináší jen několik málo změn v podobě tříd. Margulisová a Schwartzová (1990) přišly s neformálním systémem, který již zahrnuje části fylogeneticky zaměřené klasifikace. Systém je rozdělen na čtyři sekce podle přítomnosti bičíků a složitých sexuálních cyklů a 36 kmenů. Mezi novější systémy patří klasifikace Cavalier-Smithovy (1993, 1998, 2002), Corlissova (1994), Pattersonova (1994), Hausmannova a kol. (1996 a 2003) a Coxova (1998). V nejnovějším pojetí Cavalier-Smith (2002) bylo zanecháno pouze 13 kmenů prvoků. Podříše *Eozoa* a *Neozoa* byly nahrazeny podříšemi *Gymnomyxa* a *Corticata*. Další nižší taxonomické kategorie byly naprosto pozměněny, přejmenovány nebo přesunuty (viz Obr. 1) (Jíra, 2009).



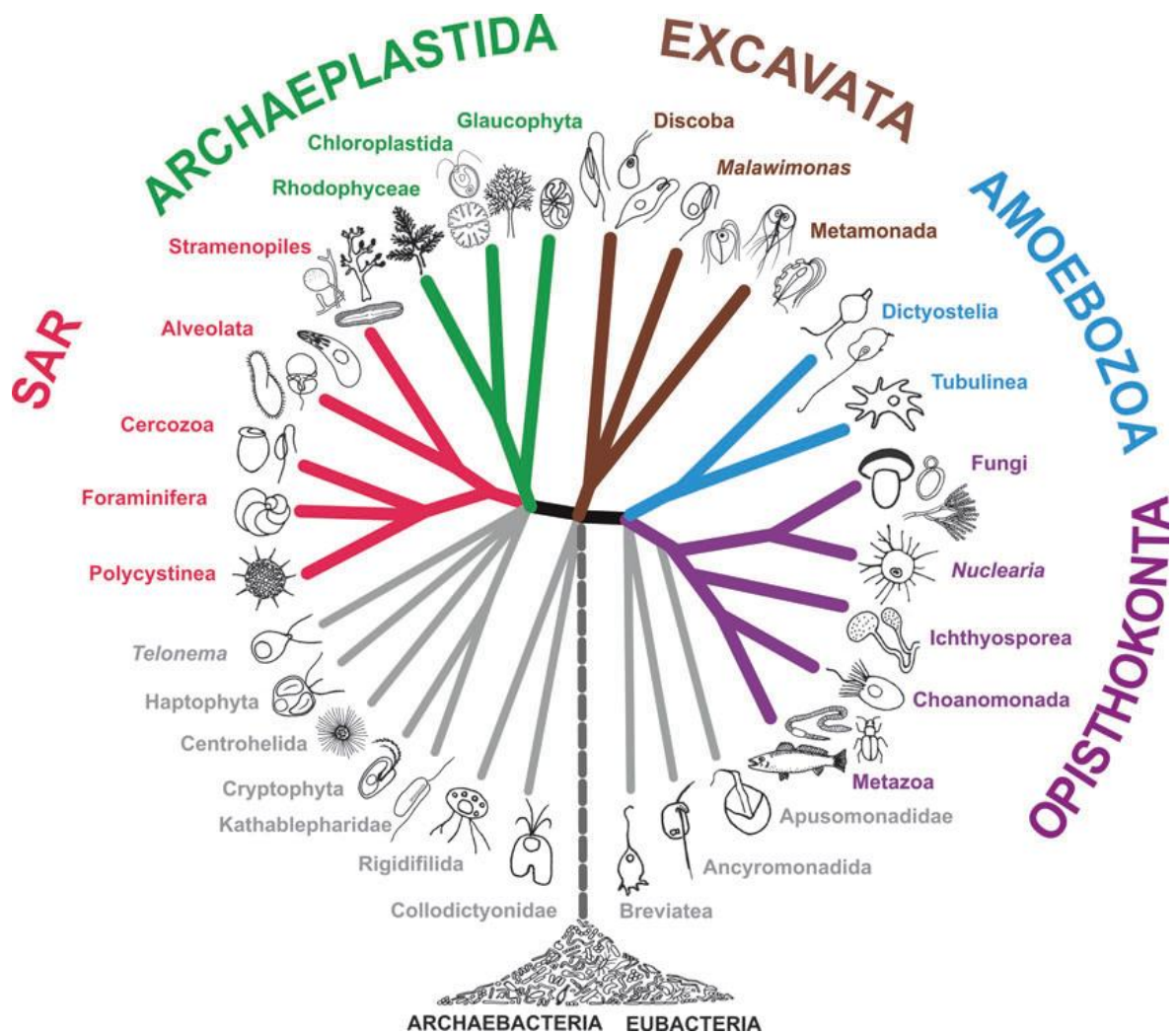
Obr. 1: Fylogenetické změny v klasifikaci prvoků (převzato z Cavalier-Smith, 2002)

Tento poslední příklad jasně poukazuje na nestabilitu systému protist jako takového. Proto vznikl nový klasifikační systém podle S. M. Adl et al. (2005). Na toto rozdělení navazuje Volf a Horák (2007), který uvádí členění organismů na šest velkých skupin (*Excavata*, *Rhizaria*, *Chromalveolata*, *Archaeplastida*, *Amoebozoa*, *Opisthokonta*) (viz Obr. 2).



Obr. 2: Schéma rozdělení eukaryotických organismů do šesti říší (převzato z Volf, Horák, 2007)

Nejnovější klasifikační schéma vzniklo přepracováním Adl (2005) klasifikace. Autoři zde předkládají klasifikační schéma rozdělené do pěti velkých skupin (viz Obr. 3), tak aby odpovídalo současným fylogenetickým aspektům (Adl, 2012). Pro potřeby této práce je použito právě toto rozdělení.



Obr. 3: Schéma rozdělení euakaryotických organismů do pěti říší (převzato z Adl, 2012)

Schéma na Obr. 2 se od používané klasifikace v této práci liší především v říši SAR, která vznikla sloučením jednotlivých kmenů. Jedná se o přirozenou říši naproti nepřirozené *Chromista*. Obě říše mají ovšem společné předky. Jsou tedy holofyletické. V šedé zóně schématu jsou znázorněny kmeny, které nelze jednoznačně zařadit do říšíkvůli jejich vzájemným vztahům a vlastnostem.

Zástupci parazitů se nachází ve všech uvedených říších, ale pro člověka významné jsou tři z nich – *Amoebozoa*, *Sar* a *Excavata*. Do skupiny *Excavata* patří řada parazitologicky významných zástupců. Především to jsou bičíkatí prvoci a drobné měňavky. *Sar* je po sloučení kmenů největší říší eukaryot. Společným znakem této skupiny



je přítomnost plastidu. Ovšem skupiny prvoků sem patřících plastid vývojem ztratily. Jsou to nálevníci, výtrusovci a obrněnky. Poslední významná skupina *Amoebozoa* se dá charakterizovat jako skupina měňavkovitých organismů. Dá se dále dělit na skupiny *Lobosa* a *Conosa*. Je zde ale zařazeno mnoho neprozkoumaných organismů. To obnáší riziko jejich možného budoucího přemístění do jiné skupiny (Volf, Horák, 2007).

### 2.2.2 Morfologie

Stavba buňky prvoků se od obecného modelu eukaryotické buňky liší, a to především u parazitů. Stavba eukaryotické buňky je popsána v různých řadách publikací, např. Alberts a kol. (2005). Následující text se zabývá hlavními rozdíly u buňky protist. Velikost prvoků se pohybuje v rozmezí 1 – 150  $\mu\text{m}$  i více. Eukaryotickou buňku lze charakterizovat kompartmentalizací, což je rozdělení cytoplazmy membránami. Uvnitř buňky se nacházejí membránové útvary, které se u prvoků rozlišují především svou strukturou anebo i počtem.

Pod plasmatickou membránou se u protist navíc vyskytuje útvar označovaný jako pelikula, tvořený buněčnou membránou a fibrilárními strukturami, které jsou pod ní uloženy (Alberts a kol., 2005).

Nejdůležitější organelou buňky je vždy jádro. Je nositelem genetické informace ve formě DNA. U protist je v buňce přítomno alespoň jedno. U některých prvoků, např. rod *Lambliia*, se vyskytuje jaderný dualismus, kdy tato jádra zastávají stejné funkce. Může být však děleno na makronukleus a mikronukleus, tedy pohlavní a nepohlavní jádro. Tento případ je u všech zástupců *Ciliata*. Jádro ještě může, ale nemusí obsahovat jedno nebo více jadérek, které jsou místem syntézy RNA (Jírovec, 1953).

Mitochondrie jsou nejčastěji oválné organely s dvěma membránami, které slouží k přeměně látek za vzniku energie (Alberts a kol., 2005). Jejich počet v buňkách protozoí je různý, u některých nejsou přítomny. Tito prvoci se označují jako amitochondriální. Mitochondrie prvoků může být ještě rozdělena podle struktury lamel. U kmene *Heterolobosea* se nacházejí diskovité kristy. U rodu *Entamoeba* a *Leishmania* jsou

mitochondrie trubicovité. Posledním typem jsou mitochondrie ploché, např. u opalin (Jírovec, 1953). U parazitických prvoků se mohou tvary mitochondrií lišit u jednotlivých vývojových forem a přecházet z trubicovitých na diskovité a naopak, jako např. u *Plasmodium* (Bednář, 1996). Parazitičtí prvoci žijící v extrémních prostředích si vyvinuli anaerobní mitochondrie nebo takové mitochondrie, které neprodukují ATP. U amitochondriálních prvoků se místo mitochondrie nalézá mitosom. Je to organela podobná mitochondrii a zároveň reliktní mitochondriální symbiontů. U bičivek se spolu ve společné struktuře s mitochondrií nachází kinetoplast, který obsahuje velké množství DNA. Zvláštním typem mitochondrií jsou hydrogenosomy u kmene *Parabasala*. Ty mají u některých anaerobních prvoků obdobnou funkci jako mitochondrie, ale nemají vlastní DNA a membránové kristy (Horák, 2007).

Endoplasmatické retikulum je systém váčků (cisteren) a kanálků, které jsou vzájemně propojené a jsou ve spojení s jaderným obalem i s dalšími organelami. Ribosomy na drsném endoplasmatickém retikulu jsou tvořené velkou a malou podjednotkou a dochází zde k syntéze bílkovin. Velká a malá podjednotka mají sedimentační koeficienty 60S a 40S, výsledná velikost je daná strukturou, celkově tedy 80S. Stejný koeficient má velká podjednotka obrvených prvoků. I velká podjednotka mikrosporidií je větší, než obvykle bývá – 70S (Jíra, 2009).

Golgiho komplex je systém plochých paralelně uložených cisteren – diktyosomů. U prvoků se nachází druhy s nejmenším i největším počtem cisteren Golgiho aparátu (Hausmann, 2003). Jako v případě mitochondrií může být těchto mnoho nebo i jeden jako u merozoitů kokcidií (Soulsby, 1982). U jiných parazitických prvoků – *Giardia*, *Entamoeba histolytica* Golgiho aparát zcela chybí (Jírovec, 1977).

Lyzosomy jsou membránové organely, které uvnitř obsahují hydrolytické enzymy a slouží k vnitrobuněčnému trávení. Společně s lyzosomem splývá fagozom, který vzniká vlečením buněčné membrány do cytoplazmy. U rodu *Leishmania*, konkrétně u jejich amastigotních forem, se vyskytuje velký lyzosom zvaný megasom (Lewendowsky, 2012).

Plastidy jsou organely typické pro rostlinné buňky. Mají dvě membrány a podílejí se na fotosyntéze či slouží ke skladování některých látek. Jsou přítomny u fotosyntetizujících bičíkovců. Existuje i nefotosyntetizující organela – apikoplast, syntetizující lipidické komponenty buněčných membrán a pro prvoka životně důležitá. Vyskytuje se např. u toxoplasmy (Horák, 2007).

V buňce prvoků je přítomna také stažitelná vakuola významná pro osmoregulaci. K této vakuole je připojeno mnoho dalších strukturálních prvků dohromady tvořících komplex kontraktilní vakuoly. Poté okrouhlé vezikuly o průměru 0,2–0,3  $\mu\text{m}$  glykosomy u *Trypanosoma*, ve kterých probíhá glykolýza. Ta probíhá mnohem účinněji než v ostatních eukaryotických buňkách. V buňce prvoka jich mohou být až stovky (Hausmann, 2003). Další organely –peroxisomy, které rozkládají peroxid vodíku a nejspíše seúčastní metabolismu lipidů. U nedávno objevených acidokalcisomů u plasmodií je funkce nejasná. Exocytotické vystřelující organely se nazývají extrusomy. Mají mnoho funkcí. Společným znakem, nezávisle na funkci, je jejich vystřelení do prostoru při aktivaci podnětem Tyto organely mají bičíkatí prvoci a améby(Fenchel, 1987). Podobnými organelami jsou vybaveni i výtrusovci. Nazývají se rhoptrie.

### 2.2.3 Fyziologie

#### 2.2.3.1 Pohyb

Pohyb prvoků je pasivní a dějeprouděním vody a vzduchu, nebo aktivní. Aktivní pohyb může být améboidní nebo pomocí organel pohybu.

Améboidní pohyb je umožněn pomocí pseudopodií, avšak může ho způsobit i samotné proudění cytoplasmy. Jiný pohyb změny tvaru buňky je nazýván euglenoidní, typický pro jedince rodu *Distigma*. Je typický vlnivými, peristaltickými pohyby po podkladu. Ovšem jsou případy, kdy není podklad potřebný. Nálevníci řádu *Heterotrichida* jsou schopni rychlé kontrakce. Tento způsob pohybu je založen na antagonistickém mechanismu. Naproti tomu ohýbání u prvoků je zapříčiněno přirozeným tlakem. Další typický pohyb pro prvoky se vyskytuje u merozoitů kokcidií. Při kontaktu s povrchem se svou buněčnou membránou k němu přichytí a kloužou po něm pomocí kontraktilních filamentů (Hausmann, 2003).

Mezi organely pohybu řadíme panožky (pseudopodie),bičíky a řasinky (cilie, brvy). Základem pohybu je systém dvou bílkovin: aktinu a myosinu. Panožky vznikají pohybem

protoplazmy a mohou mít různý tvar. Bičík a cilie jsou orgány intracelulární. Popisují se jako mechanochemický motor představující axonemou (Jíra, 2009). Jsou tvořeny středním párem mikrotubulů, okolo kterého je koncentricky uspořádáno devět párů mikrotubulů a tento útvar je kryt membránou. Bičík je zakotven v cytoplazmě tzv. bazálním tělískem = kinetosom. Některé kinetosomy jsou holé, tedy bez řasinky. Řasinky se pohybují ve dvou stupních. V prvním bývá řasinka přímá, ohnutá u své báze. Při druhém stupni se řasinkou šíří vlna. Naopak pohyb bičíků je jednostupňový v rovině nebo ve šroubovici. Jak pohyb bičíků tak řasinek může zastávat mnoho funkcí, například samotný pohyb vpřed, lovení potravy aj., proto je jejich pohyb složitě regulován na základě depolarizace membrán. U řádu *Trypanosomatida* se bičík přikládá k povrchu buňky a vzniká tak undulující membrána. Pro ještě větší pevnost jsou bičíky a řasinky vybaveny paraflagelární lištou (Levendowsky, 2012).

Mezi méně časté orgány pohybu patří například axostyly. U parazitických prvoků se nachází například u *Trichomonas*. Jsou to silné svazky mikrotubulů přecházející v ploché pásy. Jsou schopny kontrakce a mohou tak podporovat pohyb buňky. Oporu axostylu plní jiná organela – kosta (Volf, Horák, 2007).

### 2.2.3.2 Potrava, trávení a vylučování

Jak již bylo zmíněno výše, prvoci jsou autotrofní, heterotrofní i mixotrofní organismy. Pokud ovšem hovoříme o parazitických, resp. symbiotických prvocích, většina druhů přijímá potravu heterotrofně.

K pohlcování potravy může docházet na kterémkoli místě těla (např. u měňavek pomocí panožek) nebo na specializovaném místě buněčného povrchu. Příjem potravy se uskutečňuje dvěma způsoby. Prvním je jednoduchá difúze, kdy látky pronikají přes cytoplasmatickou membránu bez spoluúčasti buňky. Druhý způsob je aktivní transport živin. Ten je zapříčiněn díky specifickým enzymům – permeázám, které jsou produkovány samotnou cytoplasmatickou membránou. Molekuly substrátu se tak mohou vázat a následně posouvat do buňky. Toto se děje buď pinocytózou, kdy membrána buňky vytvoří jamku, která se posléze spolu se substrátem oddělí od cytoplasmatické membrány

a dá vzniknout tzv. pinocytickému měchýřku anebo fagocytózou, kdy buňky pohlcují větší částice (případně celé organismy) potravy. Buňka poté obklopí potravní částice panožkami a uzavře je ve vakuole, která vznikne doškrcením cytoplasmatické membrány. Ektoparazité přijímají potravu myzocytózou. Jsou vybaveni vysunutelnou trubicí, kterou prorazí buněčnou stěnu kořisti a vysají celou cytoplasmu (Hausmann, 2003).

Některé řády z parazitických prvoků mají k příjmu potravy vyvinuty speciální orgány. U řádu *Trypanosomatida* je povrch buňky prohlouben a propojen s cytoplasmatickou lamelou. Z této prohlubně – periflagelární kapsy pak vychází jeden bičík. Ten přechází ve váček. Probíhá zde endocytóza a sekrece proteinů. Funguje také jako zásobárna živin. Do okolí vylučuje kyselé enzymy (Jíra, 2009). Jedinci z řádu *Flagellata* mají v oblasti buněčné membrány na povrchu ústní dutiny cytostom neboli buněčná ústa, které tvoří žíhané fibrily a podpůrné mikrotubuly. Z buněčných úst se pak odštěpují potravní vakuoly – fagosomy. Někteří zástupci nálevníků mají kromě buněčných úst ještě peristom, žíhanou strukturu v jejich nejbližším okolí (Levendowsky, 2012).

Trávicí vakuola se z potravní stane oddělením od plasmatické membrány. Proces trávení trvá až hodinu, ale i pár minut, podle velikosti prvoka. Nejdříve se trávicí vakuola zmenší ztrátou vody a změnou pH. Poté se k ní postupně připojují primární a sekundární vezikuly. Po strávení celé potravy nastává trávení vlastní trávicí vakuoly. Z ní se stává zbytková (defekační) vakuola. Toto se děje za tzv. cyklózy. To je děj, při kterém se buněčné orgány pohybují cytoplasmou za pomoci jejího proudění.

Parazitický způsob života prvoků má za následek jejich silně zredukovanou stavbu buňky. Parazitické zástupce z kmene *Apicomplexa* se z tohoto důvodu živí především osmózou, kdy živiny přecházejí přes celý povrch pelikuly.

Vylučování u prvoků probíhá pomocí defekační vakuoly, která obsahuje nestravitelné zbytky a neobsahuje už žádné enzymy a jejich obsah je tedy vypuzen ven z těla. Děje se tak, že zbytková vakuola splyne s cytoplasmatickou membránou. Jedná se o opačný děj než fagocytóza. Tento děj se tedy nazývá exocytóza. Probíhá v předem určené specifické oblasti – buněčné řiti. Má podobu hřebínkovitého závitů na pelikule (Jírovec, 1953).

### 2.2.3.3 Rozmnožování

Protozoa se mohou rozmnožovat oběma způsoby. Nepohlavně se prvoci rozmnožují binárním dělením, což je vznik dvou jedinců z původní mateřské buňky. Toto dělení může probíhat hned několika způsoby. Nepravidelné dělení se vyskytuje u třídy *Sarcodina*, podélné u *Mastigophora*, příčné u *Ciliophora* a poslední způsob šikmé u třídy *Opalinata*. Druhým typem nepohlavního rozmnožování je polytoemie. Je to opakované dělení jádra a základních organel před cytokinezí. Existuje ve dvou variantách. Schizogonie, při které se jádro mateřské buňky rozpadá na více jader dceřiných, vede ke vzniku schizontů a merogonie je mnohonásobné dělení cytoplasmy a vznikají při tom merozoiti. Jsou známy dva typy merogonie. Prvním je endomerogonie, přítomná např. u rodů *Toxoplasma*, *Entamoeba* nebo *Sarcocystis*. Druhým typem je ektomerogonie. Člověk je náhodným hostitelem rodu *Babesia* (Hausmann, 2003).

Infekční stádia jsou u většiny prvoků chráněna cystou. V této formě se prvoci nepohlavně rozmnožují sporogonií. Tvoří se tak oocysty nebo sporocysty obsahující infekční sporozoity. Parazitičtí prvoci vytvářejí během životního cyklu řadu polymorfních forem. V konečném stádiu excystace vznikají z forontů trofonti.

Genetický materiál se rozdělí rovnoměrně mezi dceřiná jádra mitózou. Ta má obvykle pět fází – profáze, prometáfáze, metafáze, anafáze a telofáze. Prvoci se liší od jiných eukaryot proměnlivostí mitózy. Nacházíme u nich několik typů. Podle zachování jaderné membrány se rozlišuje otevřená mitóza, kdy se jaderná membrána úplně rozpadá. V případě, kdy se membrána rozpadá jen na pólech buňky, jedná se o polootevřenou mitózu. Poslední možností je její úplné zachování, tzv. kryptomitóza. Mitóza se může rozdělit nejenom podle jaderné membrány a jejího osudu, ale i podle dělicího vřeténka, respektive jeho morfologie a organizačního centra. U ortomitózy je dělicí vřeténko symetrické a centrální. Pleuromitóza se vyznačuje laterálním typem dělicího vřeténka (Volf, Horák, 2007).

Pohlavní rozmnožování má několik variant. Může být amphimiktické, kdy gamety pocházejí od dvou rodičů, a automiktické. Zde gametypocházejí jen od jednoho rodiče. Pohlavní rozmnožování zahrnuje redukční dělení jádra. Prvoci mají po dobu života haploidní i diploidní sadu chromozómů. Hlavní roli má v obou případech meióza. U haploidních druhů (tj. druhů s haploidními trofonty), například zástupci *Apicomplexa*,

probíhá meióza při prvním dělení zygoty (zygotická meióza). U diploidních jedinců (tj. druhů jedinců s diploidními trofonty), zástupci *Ciliophora*, meióza nastává až při vzniku gamet (gametická meióza). Podle dosavadních výzkumů probíhá meióza prvoků podle obecného schématu známého i u mnohobuněčných organismů. (Rajkov, 1978).

U pohlavního rozmnožování se rozlišuje prosté spojení celých gamet – syngamie u *Apicomplexa*. Pouze spojením jader se pohlavně rozmnožují zástupci *Ciliophora* (Jíra, 2009). Variací na konjugaci představuje cytogamie nebo autogamie, avšak tyto typy rozmnožování nejsou pro parazitické anebo symbiotické prvoky charakteristické (Soulsby, 1982).

#### 2.2.3.4 Etologie

U prvoků se vyskytují všechny možné typy způsobu chování. Reagují spontánně i na podněty z okolí. Mají také vnitřně regulované typy chování. Nejsnáze se u nich pozorují změny chování týkající se pohybu. Změnu směru může vyvolat úleková neboli šoková reakce, která je způsobena vnějším podnětem, např. nárazem anebo chemickou stimulací.

Podle směru se dělí pohyby na kineze – neřízený pohyb a taxe – směrovaný pohyb. Kineze u prvoků je způsobena stimulací světlem, teplotou nebo chemickými podněty. Intenzita stimulu určí rychlost pohybu. Prvoci dokážou rychlost regulovat, ať se jedná o kinezi pozitivní nebo inverzní podle chemického gradientu stimulu. Taxe je pohyb přímo orientovaný a u prvoků jsou podněty značně redukovány kvůli prostorovému rozlišování stimulu. Mohou se pohybovat za světlem, podle elektrického pole a přitažlivosti (Jírovec, 1953).

Díky vybavenosti prvoků bičíky a řasinkami mohou reagovat na podnět v podobě stejnosměrného elektrického proudu. Takovému pohybu se říká galvanotaxe. Ta část buňky otočená k anodě je hyperpolarizovaná a naopak ta ke katodě depolarizovaná. To způsobí rozdíl normálně kmitajících řasinek na obou stranách buňky, která pak plave směrem vpřed – ke katodě.

Na dva základní typy se dělí mechanoreakce. Prvoci reagují svým mechanoreceptorem, který je u většiny umístěn v přední části těla, na fázový nebo tonický stimul. Přítomnost bičíků nebo řasinek nemá na tento typ pohybu vliv. Na tonický stimul reagují prvoci gravikinezí, reotaxí, tj. pohybem proti směru vodního proudu a tigmotaxí. Ta popisuje přisedání prvoka na pevný povrch (Hausmann, 2003).

Prvoci jako každý organismus mají své teplotní optimum. Z toho vyplývá, že se budou shromažďovat právě na tomto místě. Směrem k tomuto místu zrychlují svůj pohyb, naopak od něj provádějí pohybové zvraty. Teplo vyvolává v těle prvoka složitou bipolární potenciálovou reakci membrány. Chemické podněty vyvolávají pouze kineze. Látky se dělí na atraktanty. Pro prvoky je to například laktát, který před vysílá blízkost potravy. Druhou skupinou jsou repelenty. Sporozoitů rodu *Plasmodium* reagují na chemické signály vysílané slinnou žlázou komára. Náhodným pohybem přes hemolymfu se tak dostanou do přenosného místa. Reakcí prvoků na chemické signály bývá často aglutinace a inaktivace bičíků a řasinek. To se děje po pohybu k místu sexuálních feromonů nazývaných gamony. Prvok v těle hostitele je ovlivňován mnoha chemickými signály z okolí. Reaguje na ně změnou životního stádia nebo excystací, jako se děje u *Trypanosom*. Mnoho prvoků je také citlivých na světlo. Pohybují se přímou nebo inverzní kinezí. Pro tento stimul je typický světelný šok. U bičíkovců rodu *Chlamydomonas* se projeví šok změnou v plavání. Je vybaven dvěma bičíky, které reagují řasinkovým pohybem směrem vpřed. Ti prvoci, kteří mají oční skvrnu, se pohybují fototaxí (Jírovec, 1953).

U některých prvoků byly pozorovány změny chování vzniklé v průběhu času, avšak tato schopnost po nějaké době opět vymizí.

#### **2.2.4 Ekologie**

Ekologie prvoků je velmi komplikovaná z mnoha důvodů. Na první zřetel to jsou jejich mikroskopické rozměry. Jejich určení v terénu vyžaduje zkušeného protistologa. Prostředí, v němž prvoci žijí, není ovlivňováno jen jimi samotnými, ale i ostatními prokaryotickými a eukaryotickými organismy, s kterými toto prostředí sdílí. Paradoxně



tito mikrosopiční živočichové formovali a formují povrch země, resp. křemičité a vápencové usazeniny, které jsou výsledkem pozůstatků lorik a skeletů prvoků.

Faktory ovlivňující rozšíření prvoků se dělí na abiotické. Tyto mají fyzikální a chemickou povahu jako jsou světlo, teplota, pohyb vody, pH, vlhkost, koncentrace rozpuštěných látek. A biotické, z nichž jsou nejdůležitější např. zásoby potravy a interakce mezi organismy. Vlivy faktorů působí jako celek – snížení hodnoty jednoho faktoru je důsledkem zvýšení druhého (Townsend et al., 2010).

Prvoci potřebují ke svému životu alespoň minimální objem vody. V suchém biotopu tedy nenajdeme živého prvoka. Ovšem některé druhy jsou schopny vytvářet cysty či dokonce sklerocia, kde mohou přežít i za nedostatku vody. Takto mohou prvoci přežívat i v mrazu. Pokud nastanou podmínky sucha nebo mrazu, dojde ke sklerotizaci. To je proces, kdy prvok aktivně vylučuje ze svého těla vodu kontraktilní vakuolou. Některé rody rozsivek a obrněnek dokážou přežívat v ledových kanálcích tím, že se přizpůsobí vysokým koncentracím solí v okolním prostředí. Naopak v prostředí s nízkým osmotickým tlakem, kdy voda proudí do buňky, jsou prvoci schopni měnit osmoticky aktivní látky na neaktivní. Někteří se tomuto ději brání vyztužením své buněčné stěny nebo intracelulárních struktur (Fenchel, 1987).

Teplotní rozmezí u prvoků se pohybuje od bodu mrazu až k 40 °C. Mezi nálevníky existují jedinci, kteří se adaptovali na extrémně vysoké teploty. Při teplotním optimu velmi často dochází k přemnožení. Příkladem jsou bičíkatí prvoci podkmene *Primnesiomona*, kteří se vyskytují na otevřených vodách jako Severní moře nebo Lamanšský průliv.

Koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě není pro prvoky tak limitující jako voda samotná. Vzhledem k jejich velikosti a snadné difúzi nepotřebují vysoké koncentrace. S tímto faktem úzce souvisí mnoho symbiotických vztahů prvoků a jiných organismů, jako jsou např. metanogenní bakterie nebo zelené řasy rodu *Chlorella* (Hausmann, 2003).

Mezi nejdůležitější biotické faktory pro přežívání prvoků patří zásoby potravy. Prvoci s krátkou generační dobou využívají zásoby velmi rychle. S tím souvisí i jejich rychlé vymizení. Naopak prvoci s dlouhou generační dobou, jako jsou dírkonožci, spotřebovávají potravu v malém množství. Toto ale znamená potřebu velmi stabilního prostředí pro přežití. Během sukcese, ději, při kterém se objevují různé nové druhy, se při tvorbě nové biocenózy jako první objevují malí bičíkovci, jejichž potravou

jsou bakterie, sinice nebo řasy. Rozmnožení menších prvoků znamená příchod predátora, např. druhu nálevníka. Poté, co predátor spotřebuje všechny zásoby potravy, hyne. Pak se objevují opět menší zástupci. Takto cyklus funguje v uměle vytvořené biocenóze. V přirozeném prostředí působí na populační hustotu jiné faktory. Prvoci si vyvinuli různé adaptace pro případ vyčerpání zásob, například již zmíněné cysty nebo změnu pohybového aparátu. Pro heterotrofní prvoky je omezujícím faktorem v závislosti na zásobě potravy velikost jejich ústního aparátu (Fenchel, 1987).

Ve vodních biotopech se prvoci vyskytují od nanoplanktonu (2-20  $\mu\text{m}$ ) přes mikroplankton (20-200  $\mu\text{m}$ ) k „obrovským“ prvokům, jako jsou dírkonožci (20-200 mm). Za normálních podmínek mají prvoci ve vodním prostředí vysoký podíl na recyklaci organické hmoty. V terestrických biotopech se prvoci soustřeďují v humusu a v blízkosti rostoucích konců rostlinných kořínků (Lom, 2001).

## **2.3 Důležité skupiny parazitických a symbiotických prvoků**

Kapitola je zpracována dle Bednáře (1996), Volfa a Horáka (2007) a Jíry (2009).

### **2.3.1 Amoebozoa**

Určujícím znakem této skupiny je tvorba panožek. Lobopodie jsou široké ve tvaru laloku a naproti nim jednotlivé nitkovité filopodie. Buňka parazitických měňavek je velmi redukována. Především chybí mitochondrie, které jsou nahrazeny mitosomem, a také další orgány jako Golgiho komplex, peroxisomy a bičíky v buňce nejsou. U rodu *Entamoeba* se tvoří jediná lobopodie. U *Entamoeba histolytica* se trofozoit vyskytuje ve dvou formách. Forma magna netvoří cysty a je invazivní, forma minuta žije v tlustém střevě jako komensál.

Pro rod *Acanthamoeba* jsou charakteristické široké panožky lobopodie s trnitými výběžky nazývané akantopodie. Vyskytují se ve formě améboidního trofozoitu a klidové cysty, které mají dvojitou stěnu.

### 2.3.2 Excavata

Do této skupiny se řadí především parazitičtí bičíkatí prvoci s tlačnými či bočními bičíky, v menší míře drobné měňavky. U většiny zástupců této skupiny se nacházejí čtyři bazální tělíška bičíků, přičemž jeden z nich je zpětný a prochází cytoplasmou buňky.

Parazitičtí prvoci řádu *Enteromonadida* se vyživují pinocytózou, a to kvůli chybějícímu cytostomu, který zapříčinil ztrátu fagocytózy. Postrádá mitochondrie, které jsou u *Giardií* nahrazeny mitosomem, peroxisomy a nemá ani patrný mikroskopem Golgiho komplex. Vyskytuje se ve dvou životních formách. Vegetativní forma trofozoit a klidová forma cysta. Trofozoit se na epitel hostitele přichycuje pomocí ventrálního přísavného disku. Cysty jsou velmi odolné, obsahují vždy pod dvou trofozoitech, mají tedy patrná čtyři jádra.

Rod *Trichomonas* je charakteristický čtyřmi předními bičíky a undulující membránou. U prvoků, kterým chybí mitochondrie, zajišťuje energetický metabolismus hydrogenosom. Potrava je přijímána celým tělem fagocytózou. Zástupci se vyskytují pouze jako trofozoiti bez cyst. V klidové formě přežívají v podobě pseudocysty. Oporou těla je axostyl.

Rod *Trypanosoma* je v této práci uveden kvůli jeho neoddiskutovatelnému významu. Přináší ekonomické i zdravotní otázky, i když jeho oblast výskytu je převážně ve východní a západní Africe, respektive v Jižní a Střední Americe. Do Evropy se dostává jen s turisty ze zemí primárního výskytu. Trypanosomy jsou tzv. dvou hostitelští bičíkatí prvoci, střídají hostitele mezi obratlovci a bezobratlými. Charakteristickým znakem je přítomnost kinetoplastu. Dále to jsou dva bičíky – přední a zpětný. Hlavními přenašeči je zejména hmyz – *Diptera* u trypanosomy spavičné a *Heteroptera* u trypanosomy americké. Vývoj trypanosomy spavičné v přenašeči končí ve slinných žlázách glosiny, kde se

postupně vytvářejí čtyři vývojové formy, které mezi sebou přecházejí. Jedná se o polymorfii. Epimastigontní forma se přeměňuje na premetacyklické a mladší metacyklické formy. Tyto tři formy jsou vybaveny dendritickými háčky k přichycení mikrokřkům epitelu sliznice slinných žláz. Široká metacyklická forma je konečnou infekční formou pro hostitele.

Prvoci patřící do rodu *Leishmania* střídají při své polymorfii formu amastigota a promastigota. Jsou přenášeny dvoukřídlým hmyzem. Přenos se uskutečňuje sáním krve. Přenašeč nasaje krev z mezihostitele. V jeho střevě se rychle namnoží a po opětovném sání se amastigot dostane do kůže obratlovce. Amastigoti jsou odolní proti zničení ve fagozómumakrofága a množí se v něm.

Jedinci kmene *Heterolobosea* jsou améboflageláti. Vyskytují se ve třech životních formách – ameboidní trofozoit, bičíkatá forma s dvěma či čtyřmi bičíky a klidová cysta, které jsou velmi odolné. U tohoto kmene zcela vymizel Golgiho komplex.

### 2.3.3 Sar

Společným znakem skupiny Sar je přítomnost plastidu, který patrně pochází z řasruduch. U parazitů kmene *Apicomplexa* z něho zůstala jen část v podobě apikoplastu. Dalším důležitým znakem je přítomnost kortikální alveoly. Jsou to jedno membránové vakuoly pod cytoplasmatickou membránou a zajišťují buňce tuhost a pružnost.

Paraziti z řad nálevníků – u člověka jediný parazitický druh *Balantidium coli* (vakovka lidská) – mají stadium trofozoita a cysty. V cystě jsou viditelná dvě jádra, ale množení v ní neprobíhá. Trofozoit je pohyblivý, po celé buňce obrvený. Má peristom i cytopyge, 1–2 kontraktlní vakuoly a jednu potravní, makronukleus i mikronukleus.

Nejvíce parazitů mezi prvoky se nachází ve skupině výtrusovců, a proto jsou také přizpůsobeni k životu uvnitř těla hostitele. Tato skupina je typická svým apikálním komplexem organel určeným pro průnik do hostitelské buňky. Jsou to organely na předním pólu buňky sporozoitů. Je tvořen konoidem, polárním prstencemstrukturami z fibril či mikrotubulů uspořádaných do válců nebo kruhů a spousty sekrečních žláz. Buňka nadále

obsahuje apikoplast. *Apicomplexa* mají tři fáze rozmnožování – merogonii, gamogonii a sporogonii. V konečné fázi sporogonii se ze zygoty stává oocysta, ve které se zaobalením tvoří sporocysta obsahující sporozoity. Druhy kryptosporidií mají nízkou hostitelskou specifitu.

U kokcií se po proniknutí do tkání sporozoiti dělí endodygonií. Po určitém čase se ze sporozoitů přes meronty stanou merozoiti, kteří se uzavřou do cyst, a přežívají v meziphostiteli po dlouhou dobu. Tyto cysty jsou obaleny třívrstvou pelikulou a tvoří typické sarkocysty. Ty obsahují mateřské buňky metrocyty. Infekční pro hostitele jsou makroskopické cysty obsahující bradyzoity.

U třídy *Haematozoa* je typická pohyblivá zygota měnící se na tenkostěnnou oocystu. Pro zástupce rodu *Plasmodium* je typické střídání dvou hostitelů – člověka a komára jako přenašeče. Napadají vnitřní orgány, nejčastěji játra, odkud se dostávají do krevních buněk obratlovců. Infekci začíná sporozoit přes jednojaderného merozoita, trofozoita a konečným stadiem je schizont, což je intraerytrocytární forma a prochází opakovaným jaderným dělením. Původní oblastí výskytu plasmodií jsou země tropů a subtropů. Výskyt v Evropě je spojen převážně s imigranty.

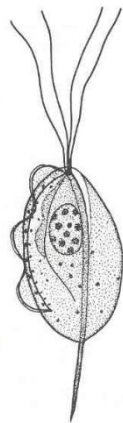
## 2.4 Nejčastější symbionti člověka

### 2.4.1 Komenzální prvoci

- **Bičenka zubní**(*Trichomonas tenax*)

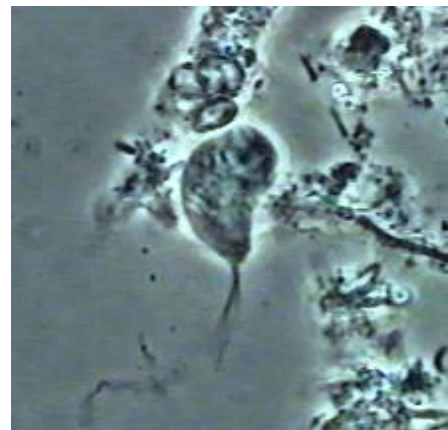
Říše: *Excavata*; Kmen: *Parabasala*; Třída: *Trichomonadea*; Řád: *Trichomonadida*; příklady příbuzných zástupců: *Trichomonas vaginalis*

Bičenka zubní (viz Obr. 4, Obr. 5) je velmi hojně vyskytujícím se komezálem člověka v jeho ústní dutině. Vyskytuje se především u těch jedinců, kteří mají nezdravý chrup. Právě v infekčním prostředí se tomuto prvoku daří nejlépe. Vyskytuje se pouze ve vegetativní formě trofozoita (Jíra, 2009).



Obr. 4: Schéma buňky *Trichomonas tenax* (upraveno autorem)

Převzato z: <http://html.rincondelvago.com/000244172.jpg>



Obr. 5: Mikrofoto *Trichomonas tenax*

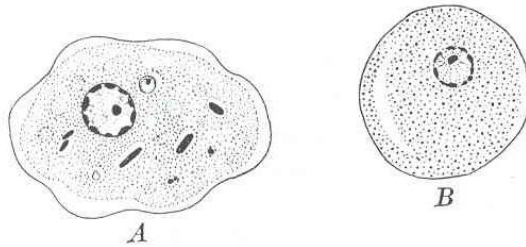
Převzato z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Trichomonas\\_gingivalis.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Trichomonas_gingivalis.png)

- **Měňavka střevní**(*Entamoeba coli*)

Říše: *Amoebozoa*; Kmen *Rhizopoda*; Třída: *Entamoebidea*; Řád: *Entamoebida*; příklady příbuzných zástupců: *Entamoeba dispar*, *Endolimax nana*

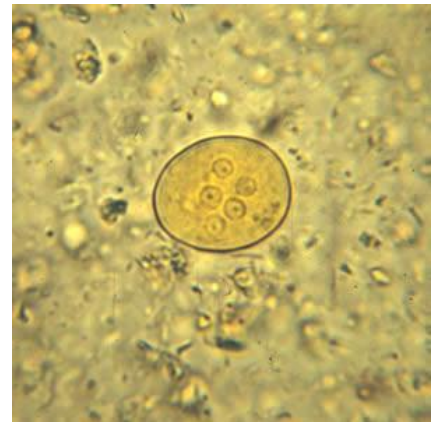
Měňavka střevní (viz Obr. 6, Obr. 7) je opět běžným komezálem člověka, tentokrát v tlustém střevě a je součástí střevní mikroflóry. Od měňavky úplavičné se rozezná odlišnou strukturou jádra u cyst, které jsou osmijaderné, tenčími chromidiemi

zakončenými více ostře než u *E. histolytica* a také odlišným pohybem trofozoita (Adamcová, 2010).



Obr. 6: Schéma buňky *Entamoeba coli* (upraveno autorem)

Převzato z: <http://html.rincondelvago.com/000614580.png>



Obr. 7: Mikrofoto *Entamoeba coli*

Převzato

z: [http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli\\_cyst\\_wtmt2.jpg](http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli_cyst_wtmt2.jpg)

- **Měňavka zubní**(*Entamoeba gingivalis*)

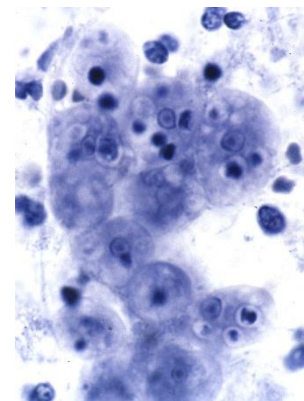
Říše: *Amoebozoa*; Kmen *Rhizopoda*; Třída: *Entamoebidea*; Řád: *Entamoebida*; příklady příbuzných zástupců: *Entamoeba dispar*, *Endolimax nana*

Měňavka zubní (viz Obr. 8, Obr. 9) je známa pouze v podobě trofozoitu. Pohybuje se pomocí krátkých pseudopodií. Obsahuje mnoho vakuol, které obsahují zbytky bakterií, buněčnou drť například z leukocytů. Je přirozeným komenzálem člověka. V dutině ústní se živí bakteriemi. Je častá u starších lidí v zubním povlaku (Jíra, 2009).



Obr. 8: Schéma buňky *Entamoeba gingivalis*

Převzato z: <http://www.medicosecuador.com/libro-coloproctologia/imagenes/temas/caract4.jpg>



Obr. 9: Mikrofoto *Entamoeba gingivalis*

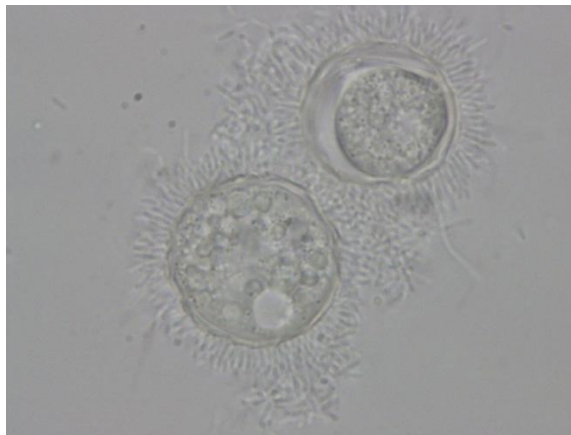
Převzato z: <http://www.k-state.edu/parasitology/625tutorials/FIGgingivalis02.jpg>

## 2.4.2 Parazitičtí prvoci

- **Akantaméba Castellaniho** (*Acanthamoeba castellani*)

Říše: *Amoebozoa*; Kmen: *Rhizopoda*; Třída: *Lobosea*; Řád: *Acanthopodida*;  
příklady příbuzných zástupců: *Acanthamoeba polyphaga*, *Acanthamoeba rhysodes*

Akantaméba (viz Obr. 10) způsobuje dvě různá onemocnění. Granulomatózní amébovou encefalitidu, která postihuje CNS s příznaky jako jsou bolesti hlavy, nevolnost, křeče. Prvok se do těla hostitele dostane převážně nosní sliznicí nebo přes drobná poranění. Onemocnění je chronické a smrtelné. Druhé onemocnění je akantamébová keratitida. Postihuje nositele kontaktních čoček při jejich špatné hygieně a způsobuje chronický a bolestivý zánět rohovky. Prevence první nemoci není doposud vyřešena. U keratitidy to je správná hygiena a desinfekce kontaktních čoček (Marciano-Cabral et al., 2000).



Obr. 10: Mikrofoto *Acanthamoeba castellani*

Převzato z:  
[https://thescinder.files.wordpress.com/2014/02/image\\_727.jpg?w=730&h=548](https://thescinder.files.wordpress.com/2014/02/image_727.jpg?w=730&h=548)

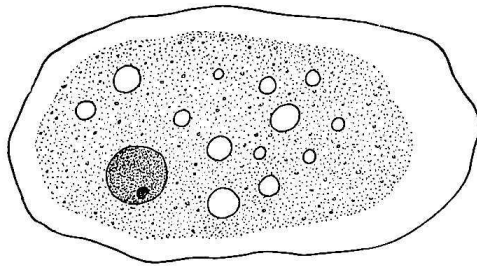
- **Měňavka úplavičná** (*Entamoeba histolytica*)

Říše: *Amoebozoa*; Kmen: *Rhizopoda*; Třída: *Entamoebidea*; Řád: *Entamoebida*;  
příklady příbuzných zástupců: *Entamoeba dispar*, *Endolimax nana*

Klidová forma minuta měňavky úplavičné žije (viz Obr. 11, Obr. 12) ve střevě člověka jako komenzál a vytváří odolné cysty obsahující jedno až čtyři jádra. Na invazivní formu se mění po určité změně prostředí, jako například při změně střevní mikroflóry. Po invazi magna formy střevní sliznice améby dále pronikají do submukozy a způsobují



lahvový vřed. V některých případech se může dostat do jiných orgánů, především do mozku, kde dochází k abscesům. Příznaky jsou krvavé průjmy. Prevencí je dietní režim a pití jen převařené vody (Chelsea, 2014).



Obr. 11: Schéma buňky *Entamoeba histolytica*

Převzato z: <http://www.biology-resources.com/images/parasitic-entamoeba-big.jpg>



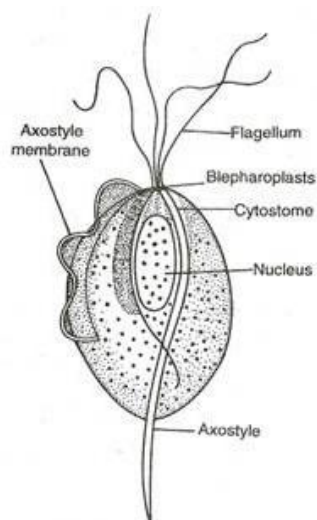
Obr. 12: Mikrofoto *Entamoeba histolytica*

Převzato z: <http://www.k-state.edu/parasitology/625tutorials/FIGhistolytica05.jpg>

- **Bičenka poševní**(*Trichomonas vaginalis*)

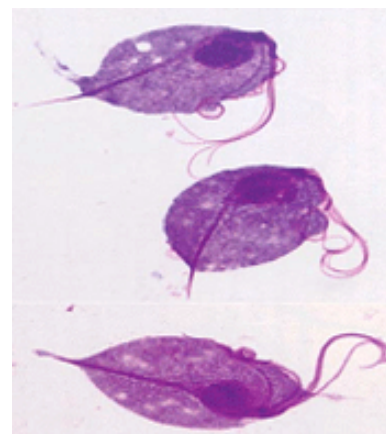
Říše: *Excavata*; Kmen: *Parabasala*; Třída: *Trichomonadea*; Řád: *Trichomonadida*; příklady příbuzných zástupců: *Trichomonas tenax*

Bičenka poševní (viz Obr. 13, Obr. 14) způsobuje lidskou urogenitální trichomonózu a vyskytuje se pouze jako trofozoit. Většina nakažených mužů a přes polovina nakažených žen nejeví známky klinického onemocnění nebo se objevují jen mírné záněty sliznice pohlavních cest, a jsou tudíž přenašeči. Dlouhodobá neléčená infekce může vést k problémové menstruaci nebo až ke sterilitě u obou pohlaví. Urogenitální trichomonóza se vyskytuje celosvětově. Základním předpokladem prevence je vyhledání a léčení postižených osob. A samozřejmě bezpečný sexuální život (Kissinger, 2015).



Obr. 13: Schéma buňky *Trichomonas vaginalis* (upraveno autorem)

Převzato z: [http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip\\_image002\\_thumb170.jpg](http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip_image002_thumb170.jpg)



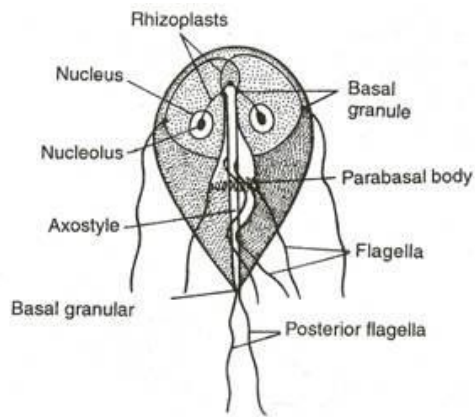
Obr. 14: Mikrofoto *Trichomonas vaginalis*

Převzato z: <http://heartdr.koreasme.com/eng/img/rimg35.gif>

- **Lamblie střevní (*Giardia intestinalis*)**

Říše: *Excavata*; Kmen: *Fornicata*; Třída: *Trepomonadea*; Řád: *Diplomonadida*; příklady příbuzných zástupců: *Giardia Künstler*

Lamblie (viz Obr. 15, Obr. 16) je parazitický prvok z řádu diplomonád. Do svého konečného hostitele se dostane přes znečištěnou vodu nebo potraviny přenosem cyst. Možný je i přímý přenos fekálně-orální cestou. Z cyst se uvolňují vegetativní trofozoiti a způsobují typické onemocnění. Lamblióza (giardióza) je v České republice nejčastější střevní onemocnění protozoárního původu. Záchyt bývá okolo několika set případů ročně, především na veřejných koupalištích a vesnických školách. Onemocnění je akutní a odezní obvykle samo po pár týdnech. Mezi příznaky se řadí nekrvavý průjem, bolesti břicha, nevolnost, ztráta chuti k jídlu. Prevence je zřejmá, spočívá v zabránění kontaminaci potravin a u dětí výchovou hygienických návyků. Lamblióza se také považuje za nákazu volného času, kdy si ji lze velmi často přivést z oblastí rozvojových zemí (Jíra, 2009).



Obr. 15: Schéma buňky *Giardia intestinalis* (upraveno autorem)

Převzato z: [http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip\\_image002\\_thumb172.jpg](http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip_image002_thumb172.jpg)



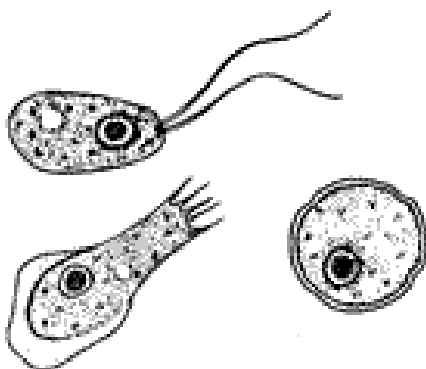
Obr. 16: Mikrofoto *Giardia intestinalis*

Převzato z: <http://www.minutobiomedicina.com.br/uploads/posts/337/giardia-lambliia.jpg>

- **Naeglerie zhoubná** (*Naegleria fowleri*)

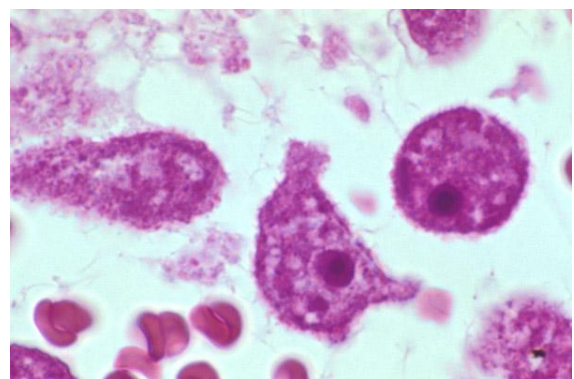
Říše: *Excavata*; Kmen: *Heterolobosea*; Třída: *Heterolobosea*; Řád: *Schizopyrenida*; příklady příbuzných zástupců: *Naegleria italica*

Naeglerie zhoubná (viz Obr. 17, Obr. 18) je améboflagelát střídající měňavkové a bičíkaté stadium a cystu. V případě Naeglerie je améboidní trofozoit vegetativní formou a v cílové tkáni se jen množí. Invazivní trofozoiti vznikají až z bičíkaté formy nebo cysty. U člověka způsobuje smrtelný zánět mozku a blan, primární amébovou meningoencefalitidu. Po vstupu prvoka do těla, který se dostane přes nosní sliznici až do mozku, kde fagocytuje mozkové buňky, je průběh onemocnění velmi rychlý a nelze léčit. Největší epidemický výskyt byl zaznamenán v Ústí nad Labem roku 1965, kdy zemřelo 16 lidí. Pro prevenci se doporučuje chlorování vody v plaveckých bazénech (Volf, Horák, 2007).



Obr. 17: Schéma buňky *Naegleria fowleri*

Převzato z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Naegleria\\_%28formes%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Naegleria_%28formes%29.png)



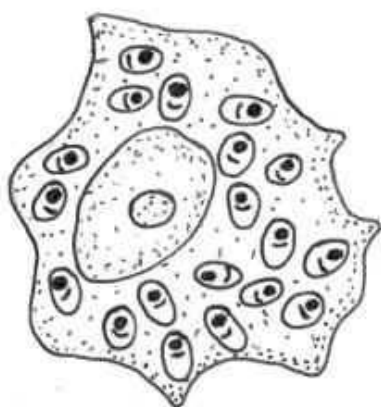
Obr. 18: Mikrofoto *Naegleria fowleri*

Převzato z: <http://www.fujita-hu.ac.jp/~tsutsumi/image/106/3.jpg>

- **Ničivka útrobní (*Leishmania donovani*)**

Říše: *Excavata*; Kmen: *Euglenozoa*; Třída: *Kinetoplastea*; Třída: *Trypanosomatida*; příklady příbuzných zástupců: *Leishmania tropica*, *Leishmania major*

Ničivka (viz Obr. 19, Obr. 20) se v přenašeči vyskytuje ve formě promastigota, který má až pět morfologických stádií. V organismu savce se nachází ve formě amastigota. Infekce ničivkou útrobní u člověka začíná v kůži, přestupuje do sliznic a po neléčení přechází do vnitřních orgánů. Rezervoárem ničivky útrobní jsou psovité šelmy. Způsobuje nejtěžší formu leishmaniózy, tzv. kala-azar (černá nemoc). V Evropě se nejvíce vyskytuje na jihu. Projevy nemoci jsou vředy, které se při lehčích formách zhojí spontánně. *Leishmanie* přenáší hematofágní dvoukřídlý hmyz rodu *Phlebotomus*. Prevence spočívá v aplikaci repelentů a zvolení vhodného oděvu (Ready, 2014).



Obr. 19: Schéma buňky *Leishmania donovani*

Převzato z:  
[http://www.phsource.us/PH/PARA/Chapter\\_11\\_files/image022.jpg](http://www.phsource.us/PH/PARA/Chapter_11_files/image022.jpg)



Obr. 20: Mikrofoto *Leishmania donovani*

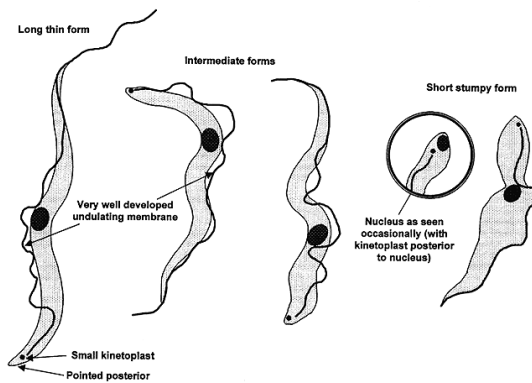
Převzato z:  
<http://photos1.blogger.com/blogger/1556/3701/1600/L.donovani-promastigote.png>

- **Trypanozóma spavičná (*Trypanosoma brucei*)**

Říše: *Excavata*; Kmen: *Euglenozoa*; Třída: *Kinetoplastea*; Řád: *Trypanosomatida*; příklady příbuzných zástupců: *Trypanosoma cruzi*

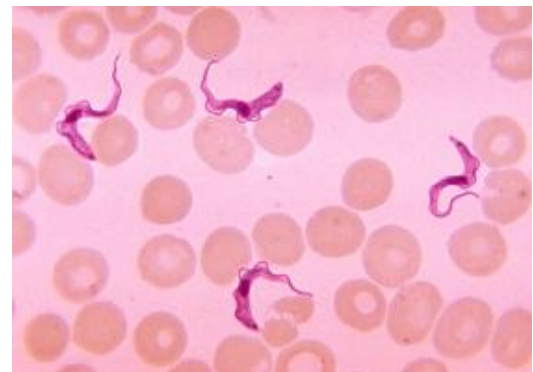
*Trypanosoma spavičná* (viz Obr. 21, Obr. 22) patří do skupiny salivárních trypanosom. Původci akutní, respektive chronické spavé nemoci, jsou *Trypanosoma brucei rhodesiense* a *Trypanosoma brucei gambiense*. Jsou přenášeny dvoukřídlým hmyzem rodu *Glossina*. Významnou charakteristikou *Trypanosomatid* je polymorfie. Lze rozlišit čtyři

morfologická stadia (amastigot, promastigot, epimastigot, trypomastigot). Ta se liší délkou bičíku, polohou kinetoplastu, přítomností undulující membrány a jiných typických znaků. Samotné onemocnění je třífázové. První fází je primární léze, druhá fáze je hematolymfatická a poslední fáze se nazývá meningoencefalitická. Příznaky odpovídají průběhu nemoci Nejprve to je zarudnutý bolestivý otok v místě bodnutí. Následují horečky, nespavost, nevolnost a nakonec poruchy vědomí přecházející v koma (Achcar, 2014).



Obr. 21: Schéma buňky *Trypanosoma brucei*

Převzato z: <http://www.fao.org/docrep/006/x0413e/X0413E06.gif>



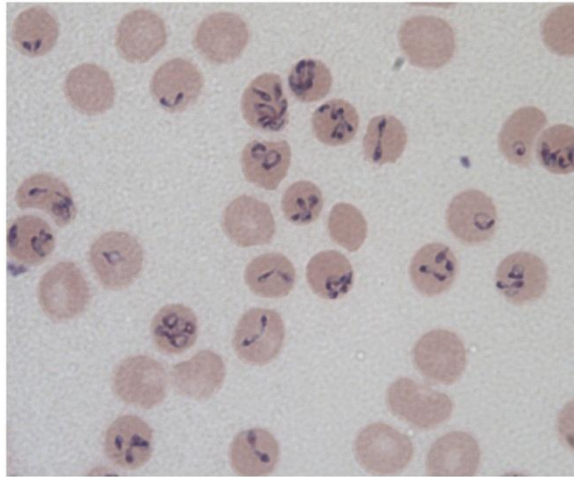
Obr. 22: Mikrofoto *Trypanosoma brucei*

Převzato z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma\\_sp.\\_PHIL\\_613\\_lores.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma_sp._PHIL_613_lores.jpg)

- **Babesie evropská** (*Babesia divergens*)

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Haematozoa*; Řád: *Piroplasmida*; příklady příbuzných zástupců: *Babesia microti*

Babesie evropská je typicky dvou hostitelský parazit. Konečným hostitelem je člověk, na kterého je přenesena klíštětem obecným. Sliny klíštěte obsahují infekční trofozoity. Vývoj je z části podobný jako u plasmodií. Zmínění trofozoiti vznikají ze sporozoitů a v erytrocytu hostitele se dělí na dva typy – menší a větší – merozoity. Rozdílem je absence schizogonie. Mimo merozoitů jsou v červené krvi ještě gamonti, kteří se splnutím mění na pohyblivou zygotu. Babesioa způsobená tímto druhem je rychle probíhající a smrtelná. Nebezpečí spočívá v příznacích, které jsou podobné jako u chřipky. Určující je výskyt krve v moči. Prevencí je řádná ochrana před klíšťaty.



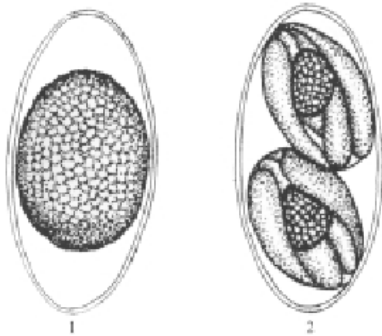
Obr. 23: Mikrofoto *Babesia divergens*

Převzato z: [http://previews.figshare.com/1116665/preview\\_1116665.jpg](http://previews.figshare.com/1116665/preview_1116665.jpg)

- **Kokcidie lidská (*Isospora belli*)**

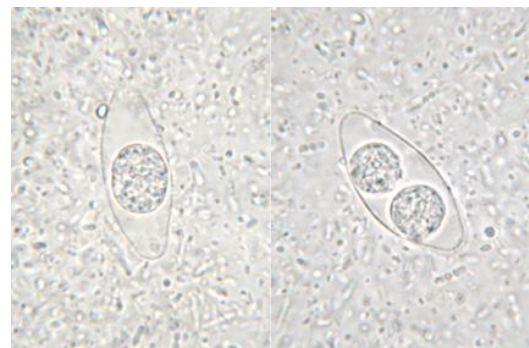
Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Coccidea*; Řád: *Eimeriida*; příklady příbuzných zástupců: *Isospora suis*

Kokcidie jsou vnitrobuněční parazité. U Kokcidie lidské (viz Obr. 24, Obr 25) je jediným známým hostitelem člověk, který se nakazí fekálně-orální cestou nebo přenosem z vody. Vyskytují se u ní všechny fáze rozmnožování. Od merogonie, gamogonie po sporogonii a s tím související výskyt asexuálních a sexuálních forem parazita umístěné vždy v parazitoformní vakuole. Chronický průběh nemoci je vyvolán střídáním typů rozmnožování. V každé sporocystě jsou čtyři sporozoiti. Ti pak napadají sliznici horní části tenkého střeva. Nákaza vyvolává horečku, nevolnost a průjem (Lindsay et al., 1997).



Obr. 24: Schéma buňky *Isospora belli*

Převzato z: <http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/preclini/index/assoc/HASH421a.dir/fig02a92.png>



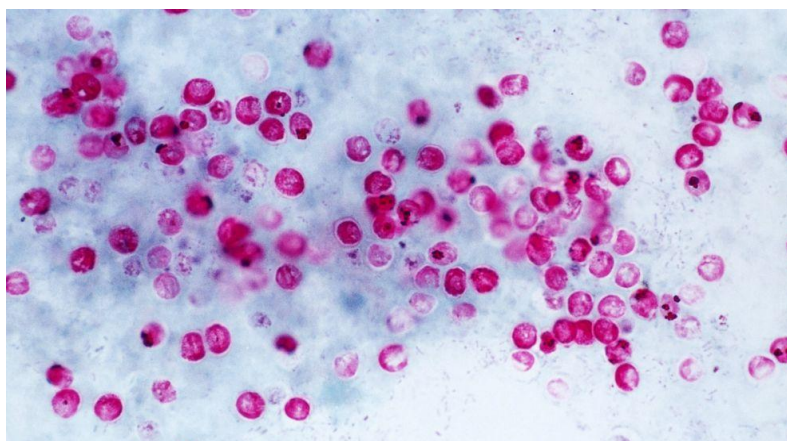
Obr. 25: Mikrototo *Isospora belli*

Převzato z: <http://www.atlasprotozoa.com/it/gallery/ISOSP/Imm72/4.jpg>

- **Kryptosporidie malá** (*Cryptosporidium parvum*)

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Cryptosporidea*; příklady příbuzných zástupců: *Cryptosporidium hominis*

Kryptosporidie (viz Obr. 26) se přenáší fekálně orální cestou nebo přímým vdechnutím oocyst. Prochází všemi fázemi rozmnožování. Celý vývojový cyklus probíhá ve střevě hostitele. Konečným stadiem je sporocysta. Po excystaci se ze sporozoitů stávají trofozoiti. Lze je nalézt mimo enterocyt. Jedná se o intracelulární-extracytoplasmatickou lokalizaci. Po dalším dělení vznikají meronti I. nebo II. typu. Z nich se pohlavním dělením vytváří makro a mikrogamonti. Kryptosporidie se projevují vodnatými průjmy a je zde riziko dehydratace. Prevencí je dekontaminace prostředí a opatrné zacházení s jídlem a věcmi, které přišly v kontakt se zvířaty (Bouzid et al., 2013).



Obr. 26: Mikrofoto *Cryptosporidium parvum*

Převzato z:

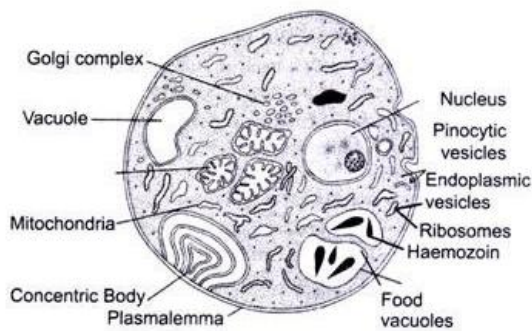
[http://a.abcnews.com/images/Health/GTY\\_cryptosporidium\\_parasite\\_jef\\_150626\\_16x9\\_992.jpg](http://a.abcnews.com/images/Health/GTY_cryptosporidium_parasite_jef_150626_16x9_992.jpg)

- **Plasmodium třídenní** (*Plasmodium vivax*)

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Haematozoa*; Řád: *Haemosporida*; příklady příbuzných zástupců: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale*

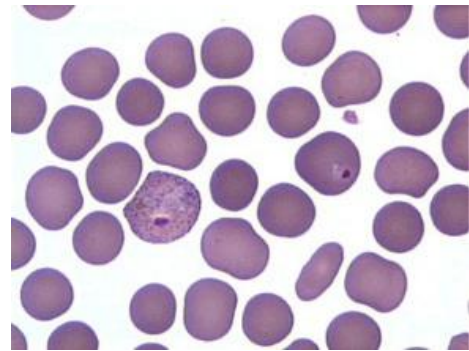
Plasmodium třídenní je původcem terciány, tedy horečnatých záchvatů, které se opakují každých 48 hodin. Přenašečem tohoto plasmodia, jakož i ostatních příbuzných druhů, je komár rodu *Anopheles*. Může docházet i k relapsům po několika měsících či letech z důvodu přežívání merozoitů v játrech. Než se však prvok dostane do stadia merozoita, dochází po přenosu do těla hostitele k množení. Jako první to je

exoerytrocytární merogonie. Jak již název napovídá, probíhá toto množení mimo erytrocyt. Následující merogonie je již uvnitř a tvoří se pohyblivá zygota obsahující mnoho sporozoitů. Tato dělení se dějí jak v těle přenašeče, tak hostitele. Ze sporozoitů situovaných v jaterních buňkách se v těle hostitele stávají meronti, kteří se dělí na merozoity. Až poté se dostávají do erytrocytů, kde se opět mění v meronty a rostou. Po uplynutí doby typické pro každý druh plasmodia se červená krvinka rozpadne a uniká z ní velký počet merozoitů napadající další zdravé červené krvinky. *Plasmodium vivax* se vyskytuje v mírném pásu a dokonce se vyskytovalo nějakou dobu i v České republice. V nynější době se jím lze nakazit jedině na cestách mimo Českou republiku. Působí až 43 %všech případů malárie. Veškeré snahy o eradikaci malárie vyšly v důsledku kontraproduktivně. Nynější stav se spíše zhoršuje. Ochranou zůstává vhodný oblek (Baird et al., 2012).



Obr. 27: Schéma buňky *Plasmodium vivax*

Převzato z: <http://www.biologydiscussion.com/wp-content/uploads/2014/09/image18.png>



Obr. 28: Mikrofoto *Plasmodium vivax*

Převzato z: [http://atlas.or.kr/donation/donation\\_files/pvr6.jpg](http://atlas.or.kr/donation/donation_files/pvr6.jpg)

- **Svalovka tuří (*Sarcocystis hominis*)**

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Coccidea*; Řád: *Eimeriida*; příklady příbuzných zástupců: *Sarcocystis sui*/*hominis*

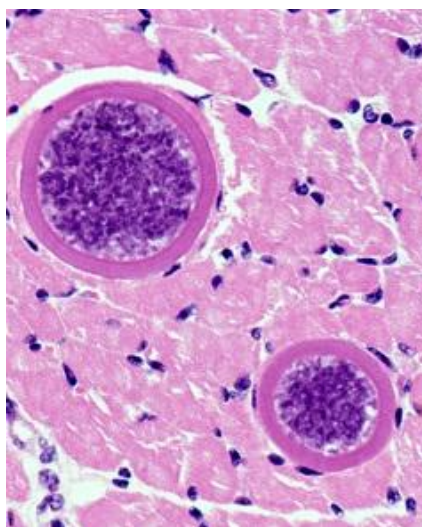
Z mnoha svalovek (viz Obr. 29) je právě pro svalovku tuří definitivním hostitelem člověk, u něhož způsobuje sarkocystózy. Jako všechny svalovky je i tato dvouhostitelská. Mezihostitelem je v tomto případě skot. Člověk se nakazí po požití nedostatečně upraveného hovězího masa sporocystami, z nichž se uvolňují sporozoiti následovanými meronty a merozoity v tenkém střevě. Projevuje se mírným průjemovým onemocněním (Fayer, 2015).



- **Svalovka prasečí (*Sarcocystis suis hominis*)**

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Coccidea*; Řád: *Eimeriida*; příklady příbuzných zástupců: *Sarcocystis hominis*

Příbuzný druh svalovky tuří je svalovka prasečí, je však mnohem virulentnější. Příznaky jsou rychlejší a silnější, dostávají se už po 24 hodinách. Mezihostitelem je prase domácí nebo prase divoké (Volf, Horák, 2007).



**Obr. 29: Mikrofoto *Sarcocystis* spp.**

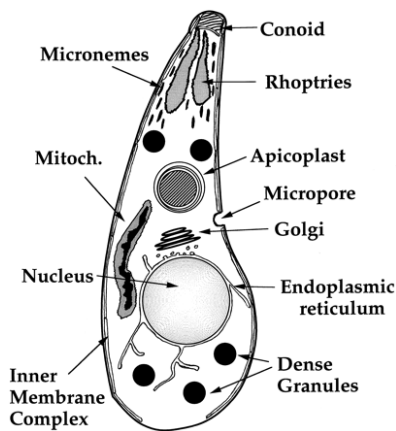
Převzato z: <http://www.pasozyty.com/wp-content/uploads/2011/12/sarcocystis.jpg>

- **Toxoplasma kočičí (*Toxoplasma gondii*)**

Říše: *Sar*; Kmen: *Apicomplexa*; Třída: *Coccidea*; Řád: *Eimeriida*

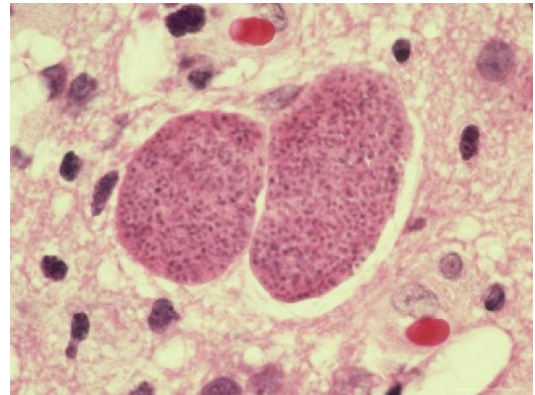
Nálezcem Toxoplasmy obecné byl roku 1923 český oftalmolog Josef Janků. *Toxoplasma* je vícehostitelský parazit. Konečným hostitelem je kočkovitá šelma, mezihostitelem může být i člověk. V České republice se setkala s parazitem přes 20 % osob. Mezihostitel se nakazí alimentárně nebo přechodem merozoitů přes placentu. Ty vznikají z oocysty merogoniálním dělením. V mezihostiteli se vytvářejí dva typy generací merozoitů. Tachyzoiti určené k rychlému zaplavení mezihostitele a bradyzoiti, kteří vytvářejí cysty a mohou být v mezihostiteli po dlouhou dobu. U člověka probíhá toxoplasmóza bez příznaků nebo mírně, otokem mízních uzlin a horečkami. Největší

nebezpečí představuje toxoplasma pro gravidní ženy. Prevencí je důkladná hygiena a konzumace tepelně upraveného masa (Harker, 2015).



Obr. 30: Schéma buňky *Toxoplasma gondii*

Převzato z: <http://mibr.asm.org/content/64/3/607/F2.medium.gif>



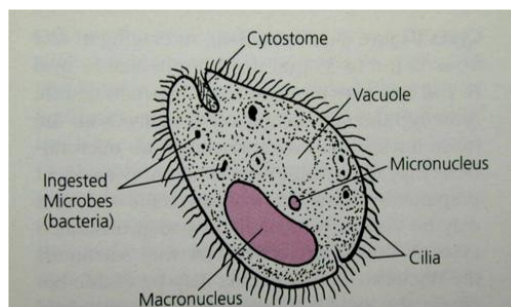
Obr. 31: Mikrofoto *Toxoplasma gondii*

Převzato z: [http://parasites.czu.cz/food/\\_data/282.jpg](http://parasites.czu.cz/food/_data/282.jpg)

- **Vakovka lidská (*Balantidium coli*)**

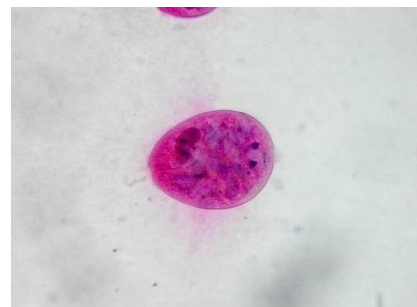
Říše: *Sar*; Kmen: *Ciliophora*; Třída: *Litostomatea*; Řád: *Vestibuliferida*

Vakovka lidská je jediným obrveným nálevníkem parazitujícím na člověku. Člověk se nakazí pozřením cyst a prvok se u něj vyskytuje ve dvou formách. Jako vegetativní trofozoit a jako cysta. V cystě se prvok ještě nemnoží. U vakovky je významná syngamie, tedy výměna jaderné hmoty dvou různých buněk. Vyskytuje se ve střevě, kde se živí jeho obsahem. Může však agresivně vnikat do sliznice střeva a způsobuje tak onemocnění balantidiózu. Způsobuje hluboké vředy ve střevní sliznici. Příznakem je krvavý průjem. Onemocnění se vyskytuje u lidí, kteří jsou v úzkém kontaktu s prasaty. Prevence spočívá v zabránění kontaminace potravin a důkladné osobní hygieně (Schuster, 2008).



Obr. 32: Schéma *Balantidium coli* (upraveno autorem)

Převzato z: <https://o.quizlet.com/LPwh5JQnYcvuCh9DAQY1Q.png>



Obr. 33: Mikrofoto *Balantidium coli*

Převzato z: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/17359.jpg>

### **3. Metodika a materiál**

#### **3.1 Analýza učebnic**

Pro srovnávací analýzu učebnic bylo použito osmi různých řad učebnic pro 6. ročník základní školy anebo primu nižšího víceletého gymnázia. Konkrétně řady Česká geografická společnost (ČGS) (Maleninský, 2004), Fortuna (Kvasničková, 1997), Fraus (Čabradová a kol., 2003), Jinan (Kočárek, 1998), Nová škola (Vlk a Kubešová, 2007), Prodos (Jurčák, Froněk a kol., 1997), Scientia (Dobroruka, 1999) a SPN (Černík a kol., 2004).

Jednotlivé části učebnic obsahující text o dané tematice byly podrobně prostudovány. Obsažené informace byly poté sepsány do přehledné podrobné tabulky. Ta byla vytvořena v programu Microsoft Excel. Dalším krokem bylo právě srovnání učebnic, a to tak, zda každou z daných vypsanych informací jednotlivé učebnice obsahují (i otázkou) nebo ne. Stejným způsobem byly srovnány pokusy a obrázkové přílohy. Vytvořená tabulka byla poté doplněna souhrnným komentářem.

K celkovému doplnění analýzy byl rozboru podroben i Rámcový vzdělávací program (Jeřábek, 2007) a volně dostupné Školní vzdělávací programy. Z důvodu shodného obsahu byly vybrány tři reprezentativní vzoryškolních vzdělávacích programů (ŠVP). Přehled konkrétních škol je přílohou této bakalářské práce, která je archivována autorem a vedoucím práce. Následně byly srovnány obsahy učebnic s uvedenými požadavky pro danou tematiku v RVP, respektive ŠVP.

#### **3.2 Dotazníkové šetření**

Pro sestavení dotazníku byly dodrženy zásady dotazníkových šetření podle Gavory (2000). Na úvod jsou uvedeny otázky obecné, vztahující se k respondentovi. Po nich následují specifické otázky, které jsou konkrétně cílené na oblast učiva prvků

v používaných učebnicích, kvalitu informací v nich obsažených a případné sdělení informací žákům. Dotazníkové otázky jsou uzavřené, některé polouzavřené, s výběrem dvou a více odpovědí. Před zasláním dotazníků respondentům na základních školách a víceletých gymnáziích v Jihočeském kraji byl proveden předvýzkum kvůli zachycení případných chyb a nelogičností. Byl proveden na pěti školách se stejným počtem respondentů. Konečný dotazník byl rozeslán na 50 škol Českobudějovicka a Táborska. Celková podoba dotazníku je zařazena v Příloze.

Pro frekvenční vyhodnocení odpovědí dotazníků podle byl opět použit program Microsoft Excel. Ze získaných údajů byly zpracovány příslušné tabulky a grafy.

### **3.3 Návrh učebního textu**

Na základě výsledků analýzy obsahu učebnic, RVP, ŠVP a výsledků dotazníkového šetření byl zpracován návrh vzdělávacího textu přírodopisu pro 6. ročník základní školy nebo primy nižšího víceletého gymnázia. Vzdělávací text byl sestaven tak, aby zohlednil možnosti žáka 6. třídy na jeho mentální úrovni, která byla odvozena z odpovědí respondentů v předvýzkumu.

Nakonec byl sepsán metodický text k obsahu odůvodňující zařazené informace a návrh, jak vést vyučovací jednotku.

## 4. Výsledky

### 4.1 Analýza učebnic

Rozbor všech důležitých pojmů a druhů zařazených v učebnicích o dané tematice – prvociích obsažených v učebnicích určených pro analýzu je zobrazen v Tab. I.

Tab. I: Obsah pojmů v učivu s tematikou „prvoci“ v různých řadách učebnic. Legenda: ČGS – Maleninský (2004), Fortuna – Kvasničková (1997), Fraus – Čabradová (2003), Jinan – Kočárek (1998), Nová škola – Vlk (2007), Prodos – Jurčák (1997), Scientia – Dobroruka (1999), SPN – Černík (2004), ano - a/a – ano - ano/ano, ano - n/n – ano - ne/ne

	ČGS	Fortuna	Fraus	Jinan	Nová škola	Prodos	Scientia	SPN
jednobuněčné organismy	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
parazitě	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano	ano
symbionti	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne
konzumenti	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano
autotrofie	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne
heterotrofie	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne
pelikula	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	ano
cytoplasma	ne	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ano
organely	ne	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano
buněčná ústa	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
potravní vakuoly	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano
buněčná řiť	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne
stažitelné vakuoly	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
jádro - velké/malé	ne	ne	ano - a/a	ano - a/a	ano - n/n	ano - n/n	ne	ano - a/a
brvy	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
bičíky	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ano	ano
panožky	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
schránky	ano	ne	ano	ne	ne	ano	ano	ano
výskyt	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
bioindikátory	ne	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ne
potrava	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
trávicí enzymy	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne
pohlavní rozmnožování	ne	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ano

nepohlavní rozmnožování	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano
dráždivost	ne	ano	ne	ne	ne	ano	ano	ano
přítomnost cyst	ne	ne	ano	ne	ne	ano	ano	ano
onemocnění	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
přenos onemocnění	ano	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ano
příznaky onemocnění	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano
prevence onemocnění	ne	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ano
nálevníci	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
bičíkovci	ano	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano
kořenonožci	ano	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano
výtrusovci	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
Trepka velká	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Trypanozoma spavičná	ne	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano
Lamblie	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Měňavka úplavičná	ne	ne	ano	ne	ne	ano	ano	ne
Měňavka velká	ano	ne	ne	ano	ne	ne	ano	ano
dírkonošci	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ano
mřížovci	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ano
krvinkovky	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
kokcidie	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
toxoplasma	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
obr. Trepy velké	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano	ano
obr. Trypanozomy sp.	ano	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ne
obr. Měňavky úplavičné.	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ne
obr. jiné druhy prvoků	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano	ano
senný nálev	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ne	ano
jiná pozorování	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne
	ČGS	Fortuna	Fraus	Jinan	Nová škola	Prodos	Scientia	SPN

Z Tab. I je zřetelné, že nejvíce informací obsahuje učebnice řady SPN (Černík a kol., 2004). Podrobně popisuje jak stavbu buňky na jednotlivých příkladech druhů, tak uvádí nejvíce parazitických prvoků s výčtem onemocnění, která způsobují přenosem a příznaky nemoci i s možnostmi jejich prevence. Učební text je rozdělen na třech stránkách.

V učebnicích řady Fraus (Čabradová, 2003) a Scientia (Dobroruka, 1999) se informace kvantitativně i kvalitativně téměř shodují. Menší rozdíly jsou například ve způsobu obživy, přítomnosti a množství obrázků a způsobu laboratorní práce. Text

v Čabradové (2003) je velmi dobře doplněn obrázky a je rozdělen na čtyři stránky. V učebnici Dobroruky (1999) se nachází sdělení o způsobu příjmu potravy a celý text o prvocích je na dvoustraně.

Neméně informací než v předchozích dvou případech obsahují učebnice řady Jinan (Kočárek, 1998) a Prodos (Jurčák, 1997). Zde se už obsah liší výrazně. Kočárek (1998) jako jediný ze všech vybraných autorů uvádí pozitivní prospěšnost prvoků pro organismy. Naopak vynechává důležitost cyst. Informace mají rozsah tří stran. U Jurčáka (1997) zcela chybí výčet důležitých skupin prvoků, především zcela vynechává bičíkovce. Ovšem jako jediný zmiňuje trávicí enzymy a zobrazuje prvoky v potravní pyramidě. Text s prvoky zabírá čtyři strany.

Zcela jiné pojetí rozdělení prvoků je v učebnici řady ČGS (Maleninský, 2004). Autor zde prvoky řadí podle způsobu pohybu. Chybí tudíž převážná část morfologie buňky a způsoby rozmnožování. Popisuje však příčinu malárie a cestu plasmodia v těle člověka přes červené krvinky. Text čítá dvě strany.

Poslední dvě řady učebnic Nová škola (Vlk, 2007) a Fortuna (Kvasničková, 1997) obsahují nejméně informací. Vlk (2007) se zaměřuje na modelového zástupce trepku a ukazuje na něm morfologii buňky. Zmiňuje ještě rod měňavek, tím však výčet skupin prvoků končí, ale přehledně zařazuje prvoky do potravní pyramidy a navíc předkládá rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou buňkou. To vše zabírá tři strany textu. Text Kvasničkové (1997) je informačně nejchudší. To je dáno především zaměřením učebnice na ekologii a až ve třetím zpracování je text rozšířen na půl strany.

Všichni autoři kromě Kvasničkové prvoky řadí do kapitoly „jednobuněční živočichové“. Informace jsou řazeny od obecných, jako morfologie buňky, zařazení do systému, ekologie po konkrétní modelové zástupce a poté především zástupce parazitických prvoků.

## 4.2 Analýza RVP a ŠVP

Tab. II: RVP pro základní vzdělávání – vybraná část pro danou tematiku. Převzato z Jeřábek (2007).

<p><b>BIOLOGIE ŽIVOČICHŮ</b> <b>Očekávané výstupy</b> žák</p> <p><i>porovná základní vnější a vnitřní stavbu vybraných živočichů a vysvětlí funkci jednotlivých orgánů</i> <i>rozlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy, zařazuje je do hlavních taxonomických skupin</i> <i>odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí</i></p>
<p><b>Učivo</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>⊕ <b>stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těla</b> – živočišná buňka, tkáň, orgány, orgánové soustavy, organismy jednobuněčné a mnohobuněčné, rozmnožování</li><li>⊕ <b>vývoj, vývin a systém živočichů</b> – významní zástupci jednotlivých skupin živočichů – prvoci, bezobratlí (žahavci, ploštěnci, hlísti, měkkýši, kroužkovci, členovci), strunatci (paryby, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci, savci)</li><li>⊕ <b>rozšíření, význam a ochrana živočichů</b> – hospodářsky a epidemiologicky významné druhy, péče o vybrané domácí živočichy, chov domestikovaných živočichů, živočišná společenstva</li><li>⊕ <b>projevy chování živočichů</b></li></ul>

Z vybrané části rámcového vzdělávacího programu (RVP) je patrné, že prvky zařazuje jako jedno z významných témat učiva pro 6. ročník v odstavci Vývoj, vývin a systém živočichů. A poté na toto téma nepřímou poukazuje v odstavcích Stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těla a Rozšíření, význam a ochrana živočichů.

Tab. III: Vybraná část ŠVP ZŠ 1. Převzato ze ZŠ 1 (2013)

### 4. Biologie živočichů

<p><b>Očekávané výstupy</b> <b>žák:</b> porovná základní vnější a vnitřní stavbu vybraných živočichů a vysvětlí funkci jednotlivých orgánů</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• rozlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy, zařazuje je do hlavních taxonomických skupin</li><li>• odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí</li><li>• zhodnotí význam živočichů v přírodě i pro člověka uplatňuje zásady bezpečného chování ve styku se živočichy</li></ul>	<p><b>Učivo</b> - stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těla - živočišná buňka, tkáň, orgány, orgánové soustavy, organismy jednobuněčné a mnohobuněčné, rozmnožování - vývoj, vývin a systém živočichů - významní zástupci jednotlivých skupin živočichů - prvoci, bezobratlí (žahavci, ploštěnci, hlísti, měkkýši, kroužkovci, členovci)</p>
---	---



Každá základní škola si sestavuje svůj vlastní ŠVP na základě podmínek uvedených v RVP. Ve ŠVP ZŠ1 (viz Tab. III) jsou očekávané výstupy a učivo v menší míře odlišné než v RVP. Je zde přidán navíc jeden odstavec v očekávaných výstupech žáka. Naopak rozsah učiva je zde mírně zjednodušen.

Tab. IV: Vybraná část ŠVP ZŠ 2. Převzato ze ZŠ 2 (2009)

#### PŘEHLED ORGANIZMŮ

výstupy	učivo
<p><b>třídí organismy a zařadí vybrané org. do taxonomických jednotek</b>  <b>rozpozná naše nejznámější jedlé a jedovaté houby s plodnicemi a porovná je podle char. znaků</b>  <b>vysvětlí různé způsoby výživy hub a jejich význam v ekosystémech a místo v potravních řetězcích</b>  <b>objasní funkci dvou organismů ve stélce lišejníků</b>  <b>odvodí na základě pozorování uspořádání rostlinného těla od buňky přes pletiva až k jednotl. orgánům, porovná zákl. vnější a vnitřní stavbu</b>  <b>vybraných živočichů a vysvětlí funkci jednotl. orgánů</b>  <b>rozlišuje a porovná jednotl. skupiny živočichů, určuje vybrané a zařazuje je do hlavních taxonomických skupin</b>  <b>odvodí na základě pozorování zákl. projevy chování živočichů v přírodě, objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí</b>  <b>uvede příklady výskytu organismů v určitém prostředí a vztahy mezi nimi rozlišuje a uvede příklady systémů org. – populace, společenstva, ekosystémy</b>  <b>objasní na základě příkladu zákl. princip existence živých a neživých složek ekosystému</b>  <b>vysvětlí podstatu jednoduchých potravních řetězců v různých ekosystémech a zhodnotí jejich význam</b>  <b>uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí a příklady narušení rovnováhy ekosystému</b>  <b>aplikuje praktické metody poznávání přírody</b>  <b>dodržuje základní pravidla bezpečnosti práce a chování při poznávání živé a neživé přírody</b></p>	<p>Přehled organismů:  Soustava organismů.  Viry - život bez buňky.  Bakterie - nejstarší obyvatelé Země.  Sinice - modrozelené organismy.  Houby - rostliny nebo živočichové.  Lišejníky - průkopníci života.  Řasy - stélkaté rostliny.  Prvoci - jednobuněční živočichové.  Žahavci - žahaví dravci.  Ploštěnci - živočichové s plochým tělem.  Hlísti - cizopasnici rostlin a živočichů.  Měkkýši - živočichové s měkkým tělem.  Kroužkovci - článkovaní červi.  Členovci - nejpočetnější skupina živočichů.  Pavoukovci.  Korýši.  Vzdušnicovci.  Hmyz.  Rozmnožování hmyzu.  Hmyz s proměnou nedokonalou.  Blechy, síťokřídílí.  Motýli.  Brouci.  Dvoukřídílí.  Blanokřídílí.  Přírodopisná vycházka.  Ostnokožci - "mořské hvězdy, kalichy a okurky".  Společenstvo organismů, ekosystém.  Jak člověk zasahuje do přírody.  Vývoj zásahů člověka do přírody.  Ochrana přírody.</p>

<b>rozpozná, porovná a objasní funkci zákl. orgánů ( orgánových soustav ) rostlin i živočichů</b>	
pokrytí průřezových témat OSV RSP , E , ZPŽ , ŽP , VČP	

Druhý vzor ŠVP ze ZŠ2 (viz Tab. IV) již velmi podrobněji rozepisuje očekávané výstupy a témata učiva uvádí stručně s autorským komentářem.

Tab. V: Vybraná část ŠVP ZŠ 3. Převzato ze ZŠ 3 (2012)

### Leden

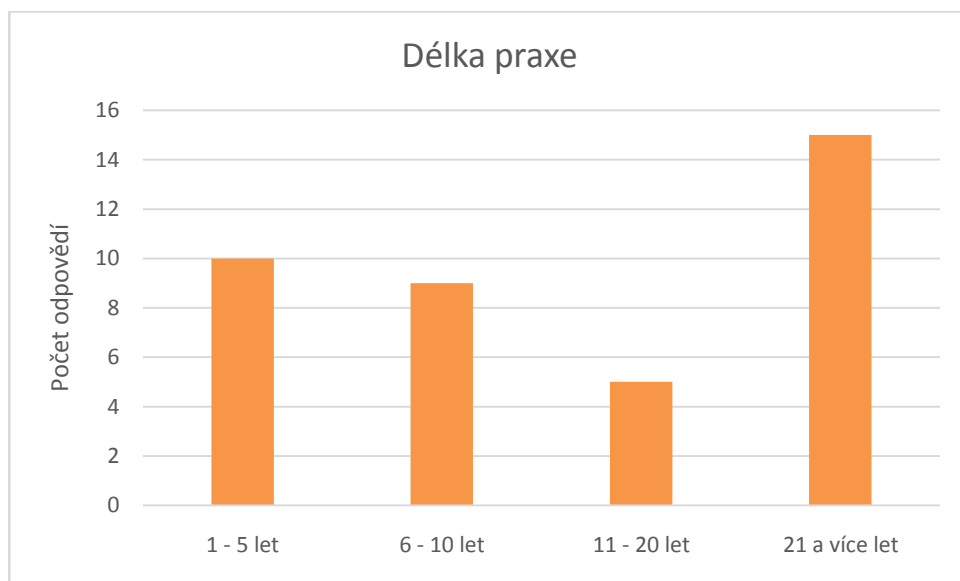
Cíl vyučovací hodiny (konkretizovaný výstup)	Téma (konkretizované učivo)	Zařazená průřezová témata	Plánované rozvíjení klíčových kompetencí
- popíše vnitřní a vnější stavbu živočichů za použití odborné terminologie a vysvětlí funkci jednotlivých orgánů - rozlišuje vnitřní a vnější parazity	Prvoci Žahavci Ploštěnci	EV OSV	K1 K2

V posledním vzoru ŠVP ZŠ 3 (viz Tab. V) je zařazen i časový plán učiva, přičemž očekávané výstupy jsou zjednodušené jen na popis živočichů a rozlišení parazitů. Samotná témata učiva jsou v tomto ŠVP nejvíce stručné ze všech vybraných ŠVP oproti RVP.

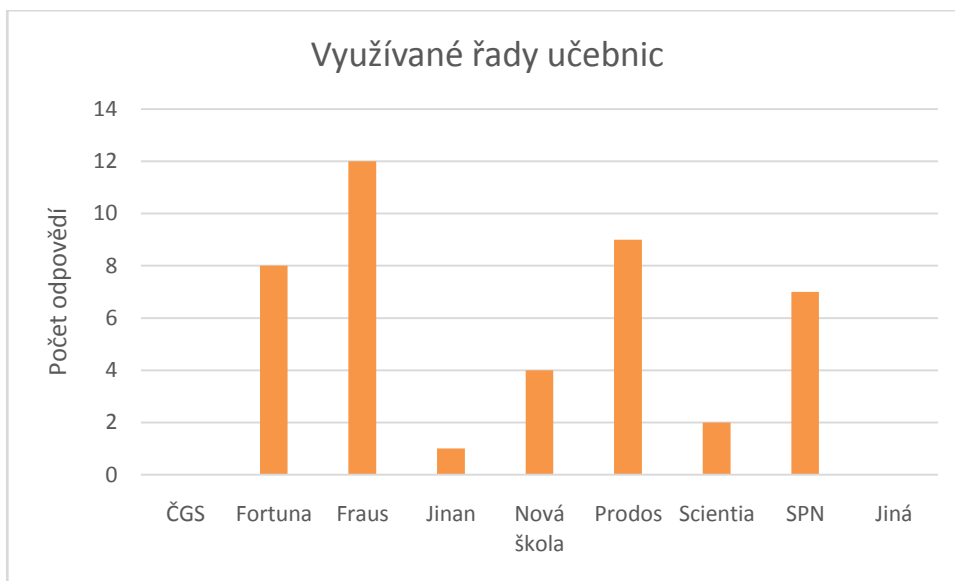
Ve všech předkládaných vzdělávacích programech jsou prvoci uvedeni přímo jako téma k výuce. Učivo je poté více charakterizováno v očekávaných výstupech, kdy by měl být žák schopen popsat stavbu jejich těla, rozlišit jednotlivé skupiny, znát zástupce a jejich význam.

### 4.3 Dotazníkové šetření

Z celkového počtu 50 rozeslaných dotazníků vyplnilo dotazník (viz Příloha) 39 respondentů, z toho 30 žen a 9 mužů. Návratnost tedy činila 78 %. Obr. 34 znázorňuje délku učitelské praxe. Z Obr. 10 je zřejmé, že nejvíce respondentů (16) má praxi 21 a více let. Z Obr. 35 je patrné, že nejčastěji využívanou řadou učebnic je učebnice nakladatelství Fraus. Tuto učebnici využívá 12 respondentů z celkového počtu 39. V této otázce bylo možné uvést více možností najednou. Proto počet odpovědí nesouhlasí s celkovým počtem respondentů. Ovšem ani jeden respondent neuvedl, že využívá zcela jinou řadu učebnic nebo učebnici Maleninský (2004). Dalšími často využívanými učebnicemi jsou Jurčák (1997) (9), Kvasničková (1999) (8) a Černík (2004) (7).

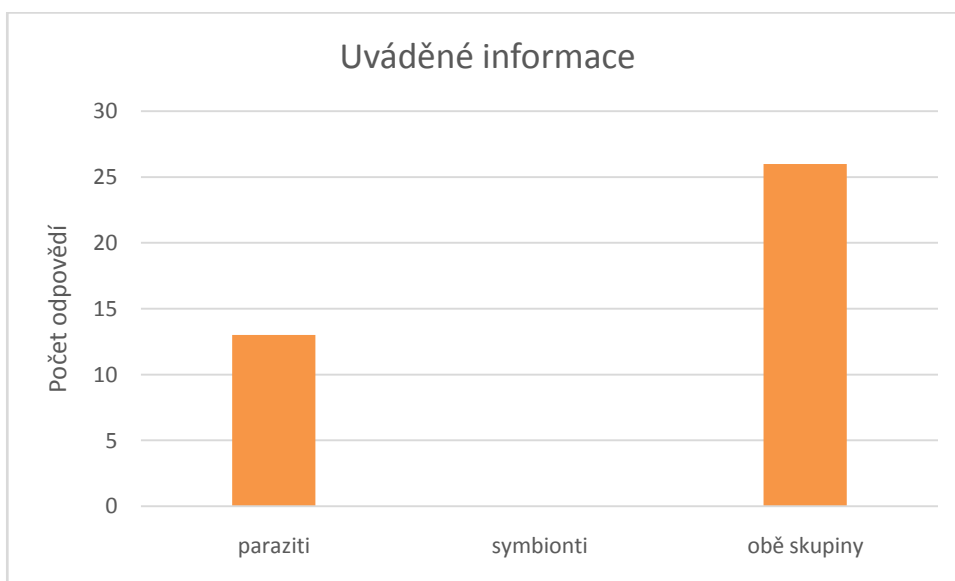


Obr. 34: Délka učitelské praxe respondentů



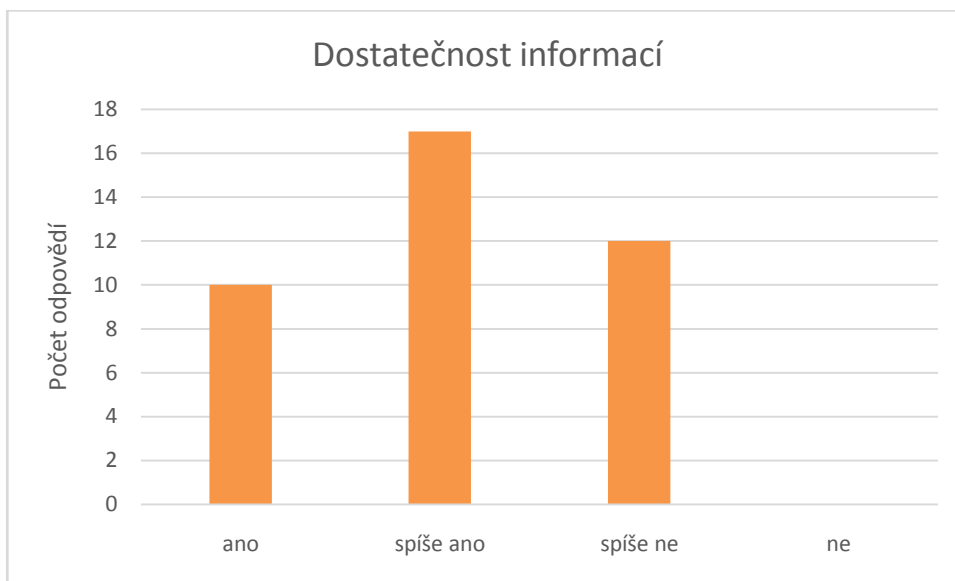
**Obr. 35: Frekvence využívání jednotlivých řad učebnic respondenty pro výuku přírodopisu**

Obr. 36 předkládá názory respondentů o výskytu informací v učebnicích o daných skupinách. Převážná většina respondentů uvedla obě skupiny. Ani v jedné řadě učebnic není dle respondentů psáno jen o symbiontech. Z toho lze vyvodit, že učitelé pokládají pojmy symbióza a parazitismus jako rovnocenné. To je však v rozporu s nejnovějším ekologickým pojetím.

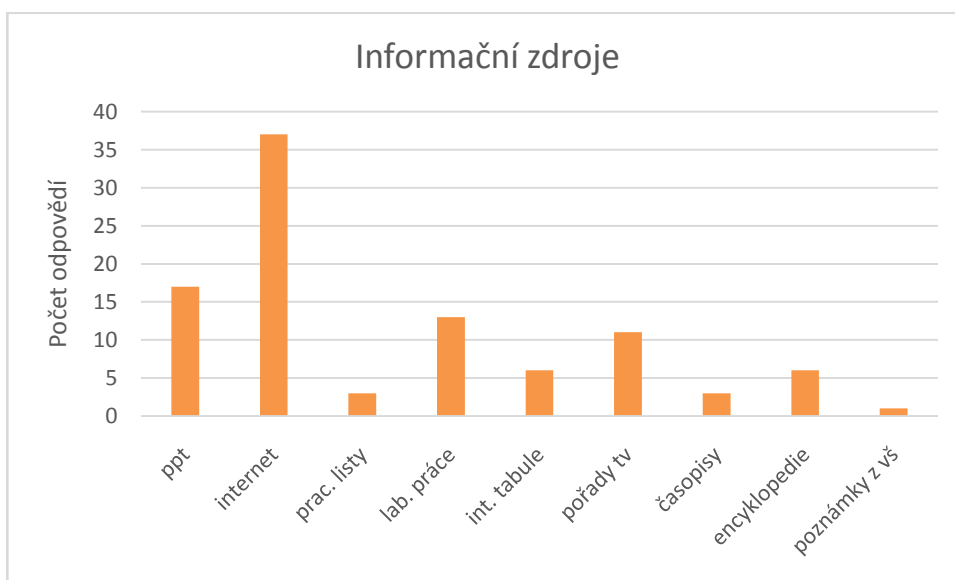


**Obr. 36: Zařazení ekologické skupiny v učebnicích přírodopisu dle názoru respondentů**

Kvalitu informací v učebnicích dle respondentů ukazuje Obr. 37. Jasně prokazuje, že více než polovina z nich považuje informace za dostačující pro žáky 6. tříd. Dvanáct pedagogů spíše není s kvalitou informací v učebnicích spokojeno. V otázce č. 4 byli respondenti tázáni, zda využívají i jiné informační zdroje. Jen jeden uvedl možnost „ne“. Na Obr. 38 jsou ukázány jiné uvedené zdroje. Mnoho respondentů uvedlo více možností, ale naprostá většina z nich využívá pro doplnění výuky internet. Jako zajímavá odpověď se jeví využití poznámek z vysokoškolských let.

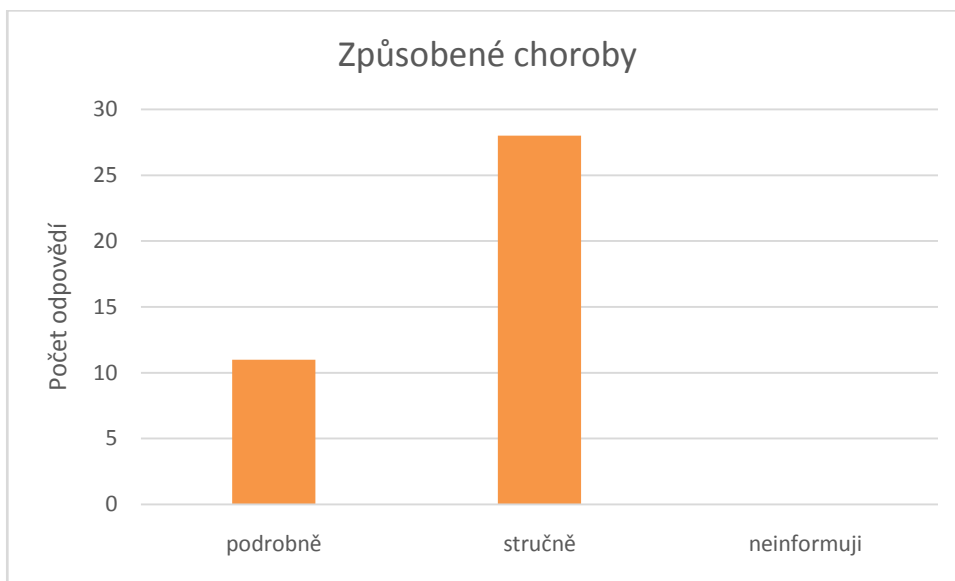


**Obr. 37: Hodnocení kvality informací obsažených v učebnicích dle názoru respondentů**

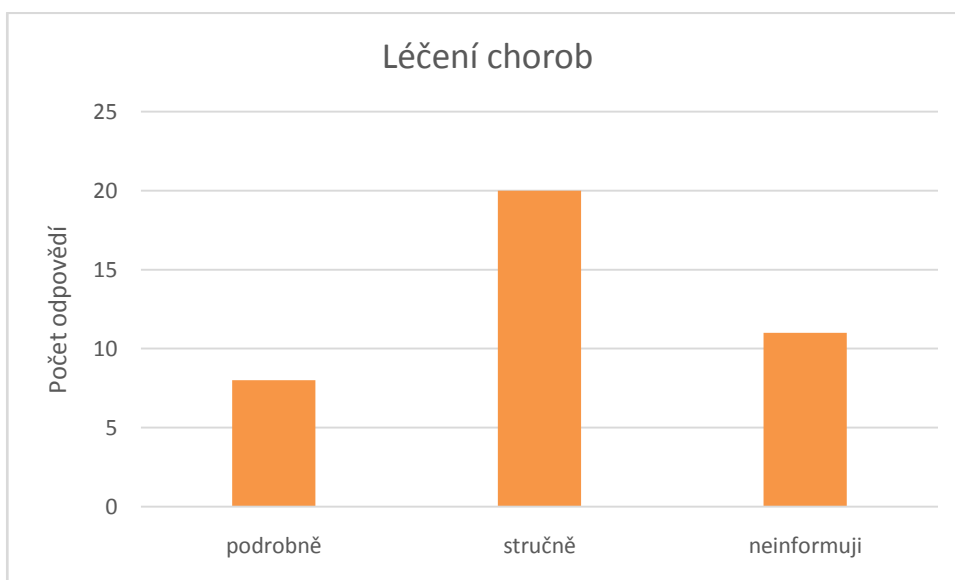


**Obr. 38: Jiné zdroje informací, které užívají respondenti kromě učebnic pro výuku přírodopisu**

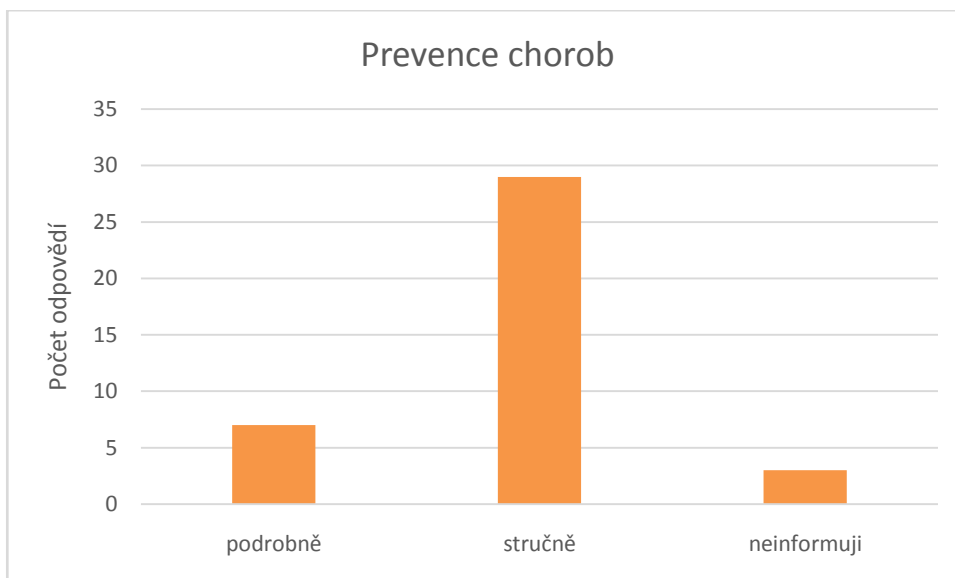
Následující obrázky již ukazují, jaké informace jsou o prvocích žákům předávány během výuky. O způsobených chorobách (viz Obr. 39) informují žáky všichni respondenti, avšak jen 28 % z nich podrobně a 72 % stručně. O možnostech léčby chorob způsobených prvoky (viz Obr. 40) již někteří respondenti žáky neinformují – 28 %. Více než polovina z nich ale ano, alespoň 51 % dotázaných stručně a 21 % podrobně. Z Obr. 41 je zřejmé, že větší informovanost žáků je o prevenci chorob, kdy 94 % pedagogů do výuky tyto informace zařazuje. Zmínku o prevenci do výuky nezařazuje 6 % z nich.



**Obr. 39: Informace předávané respondenty žákům o chorobách způsobených parazitickými prvoky**

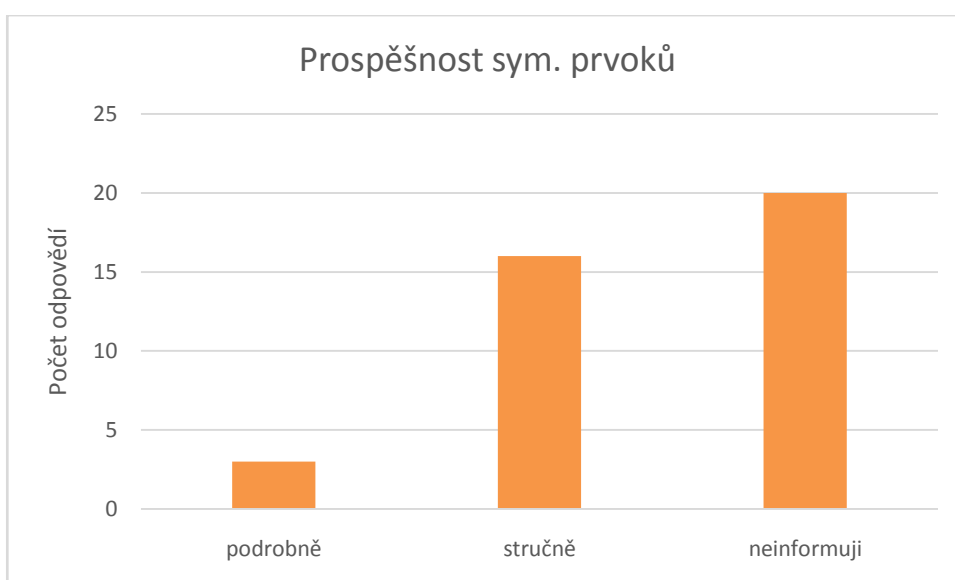


**Obr. 40: Informace předávané respondenty žákům o léčení chorob způsobených parazitickými prvoky**

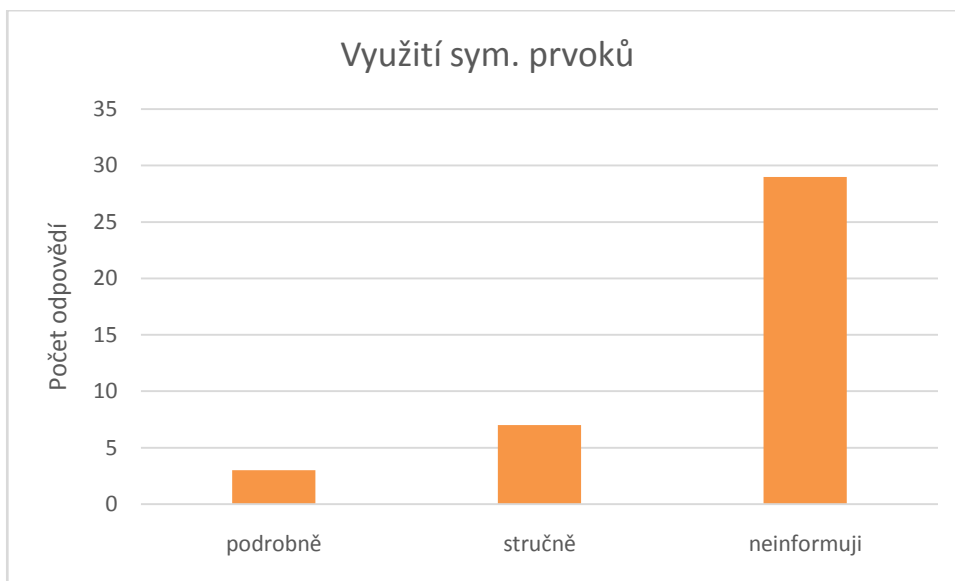


**Obr. 41: Informace předávané respondenty žákům o prevenci chorob způsobených parazitickými prvky**

Poslední dva obrázky se zabývají tématem symbiotických prvoků. Prospěšnost prvoků zmiňuje žákům polovina dotázaných (viz Obr. 42). O možnostech využití většina respondentů – 74 % žáky neinformuje (viz Obr. 43).



**Obr. 42: Informace předávané respondenty žákům o prospěšnosti prvoků pro člověka**



**Obr. 43: Informace předávané respondenty zákazům o využití symbiotických prvoků pro člověka**



## 4.4 Návrh učebního textu



*Trepka s obarvenými buněčnými ústy(mikrofotografie)*

Opakování:

Jaké jsou vlastnosti jednobuněčných organismů?

Jaké prvoky znáte?

Úkol:

Podle obrázku trepky popište její stavbu těla

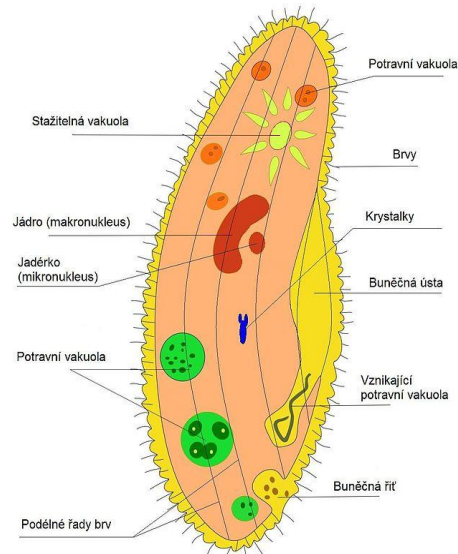
Otázka:

Které orgány mají prvoci navíc oproti buňce rostlin a živočichů a které jim chybí? Zdůvodněte svou odpověď.

Laboratorní práce - příprava senného nálevu a pozorování prvoků pod mikroskopem:

Hrst sena zalijte v kádince vodou a nechte v místnosti při pokojové teplotě po dobu až 3 týdnů. Z kapky nálevu připravte mikropreparát a pozorujte jej pod mikroskopem. Zkuste v něm nalézt prvoky a podle obrázků v učebnici nebo jiných zdrojů je pojmenovat. Zkuste odhadnout, jak se prvoci do senného nálevu dostali?

## Jednobuněčnéorganismy – prvoci



*Schéma buňky trepky*

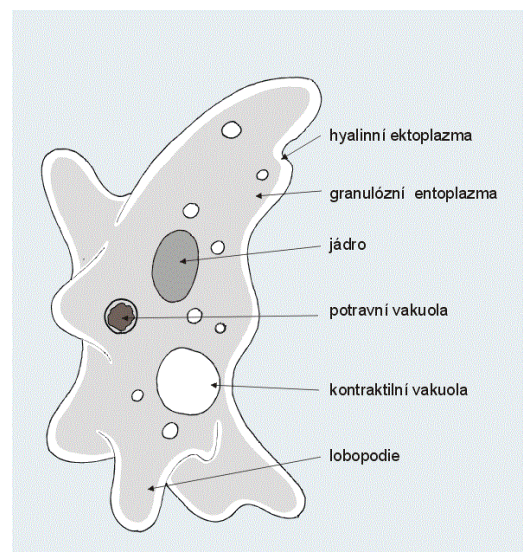
buňek nebo splýváním vyměněných jader dochází ke kombinaci genů rodičovských prvoků a vzniku dceřiných prvoků.

Prvoci žijí běžně ve sladkých vodách, v mořích, v půdách, ale i v tělech rostlin, živočichů i člověka. Pohybují se prostřednictvím organel pohybu. Např. měňavky prostřednictvím

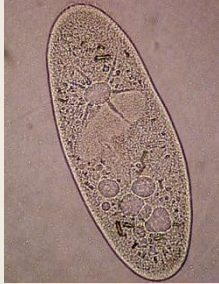
**panožek**, nálevníci prostřednictvím **brv** a bičíkatí prvoci prostřednictvím **bičíků**. Když se prvoci ocitnou mimo vlhké prostředí nebo mimo tělo organismu, ve kterém žijí, přestanou se pohybovat, omezí životní pochody a přecházejí do klidového stadia. Klidová stadia prvoků jsou v prostředí téměř všudypřítomné.

Všechny jednobuněčné organismy nazýváme prvoci. Jejich buňka vykonává všechny životní funkce - například příjem a zpracování potravy, dýchání, vylučování a rozmnožování.

V cytoplasmě buňky prvoků se nacházejí všechny orgány nutné pro jejich život. Mezi nejvýznamnější patří jádro, které řídí rozmnožování i další životní pochody. Prvoci se rozmnožují převážně nepohlavně dělením na dvě nebo více dceřiných buněk. Při pohlavním rozmnožování produkují pohlavní buňky nebo si vyměňují jádra. Splýváním jejich pohlavních



*Schéma buňky měňavky*



*Trepka s viditelnou pulzující vakuolou (mikrofotografie)*

**Otázka:**

Pokuste se s pomocí učebnic a internetu vysvětlit, co je potravní řetězec. Jaké funkce mají prvoci v potravním řetězci?

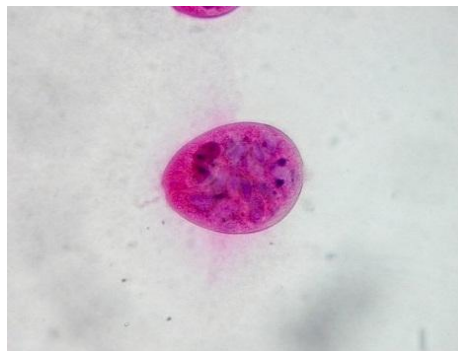
Zamyslete se nad tím, jaké další vztahy symbiotické vztahy organismů znáte?



*Trypanosomaspavičnámezi červenými krvinkami (mikrofotografie)*

Na světě je známo více než 20 000 druhů prvoků. Zelení prvoci s chloroplasty, kteří tvoří fotosyntetizující plankton v mořích a sladkých vodách, jsou **největšími producenty biomasy a kyslíku** na Zemi. Prvoci, kteří se živí se ostatními mikroorganismy jsou jako celek **největšími dravci mikrosvěta** na Zemi. Mnoho prvoků žije v tělech živočichů a rostlin. Takové soužití nazýváme **symbióza**. Někteří symbiotičtí prvoci mohou cizopasit u svého hostitele. Jsou to **paraziti**, kteří **hostiteli škodí** a často způsobují vážná onemocnění. Jiní mu neškodí a živí se jen jinými symbionty v tělních dutinách, např. bakteriemi. Tito prvoci jsou **komezálové**.

Nejznámějšími skupinami prvoků jsou **nálevníci, bičíkatí prvoci, měňavkovci**. Mnohé druhy těchto prvoků žijí ve volné přírodě, ale někteří z nich mohou žít jako paraziti nebo komezálové v těle člověka. Na druhé straně existují výhradně parazitické skupiny prvoků, jako jsou **výtrusovci**.



*Vakovka lidská (nálevníci) (mikrofotografie)*

Nálevníky můžeme sledovat v senném nálevu. Nejznámější z nich je trepka, která se živí hlavně bakteriemi. Na druhé straně, ve znečištěné vodě je hojným nálevníkem **vakovka lidská**. Vakovka parazituje u prasat a člověka. Když se tímto parazitem člověk nakazí, může mu ztrpčit život nepříjemnými průjmy. Onemocnění zabráníme

důkladnou hygienou a patřičnou úpravou především vepřového masa

Krvavé průjmy vyvolává i bičíkatý prvok **lamblie střevní**. Problémy způsobené tímto střevním parazitem jsou v České republice nejčastějším onemocněním způsobeným prvoky. Člověk se může nakazit tímto prvokem při jídle nemyté zeleniny, ovoce či při pití z nedůvěryhodných zdrojů vody. Lamblii si do Čech přivážejí občas turisté ze středomoří. Mezi bičíkaté prvoky patří také **trypanozóma spavičná**. U člověka je zejména krevním parazitem. Přenašečem této nemoci je krevsající moucha bodalka – tzv. moucha tse-tse. Vyskytuje se v tropické Africe, kde způsobuje spavou nemoc, a kde se ji mohou nakazit i turisté přijíždějící z jiných kontinentů.



*Lamblie střevní (bičíkatý prvok) (mikrofotografie)*

**Úkol:**

Diskutujte vývojový cyklus Toxoplasmy obecné

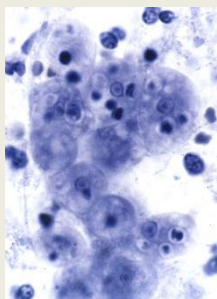


Komár rodu *Anopheles* je přenašečem malárie

**Zajímavosti:**

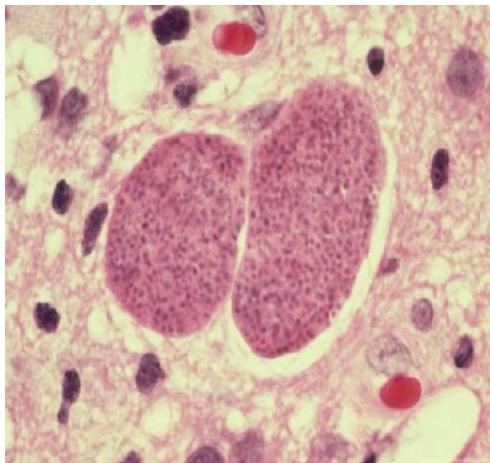
Věděli jste, že...je Česká republika nechvalně známá největší epidemií velmi nebezpečného prvoka, který může proniknout do mozku člověka – Naeglerie zhoubné?

Věděli jste, že...se vědci snaží přijít na využití měňavky zubní pro účelné čištění zubů?



Měňavka zubní v klidovém stádiu (mikrofotografie)

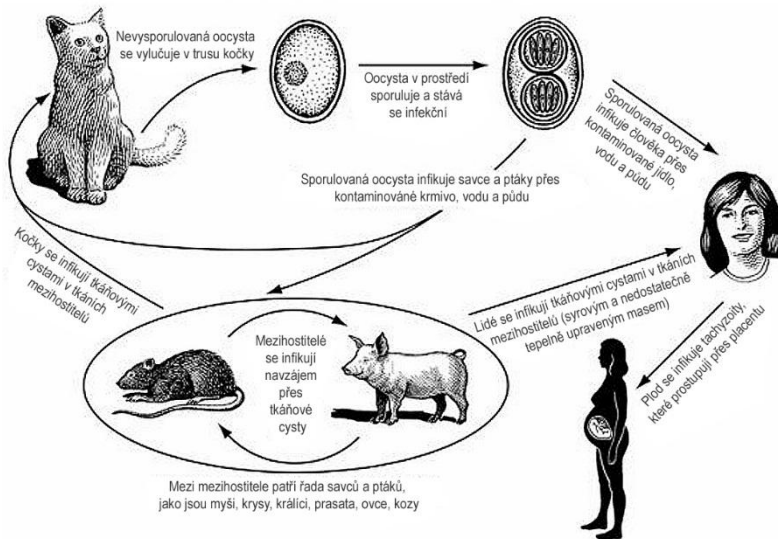
Ve vlhkých tropech a subtropích celého světa způsobují parazitičtí výtrusovci rodu **plasmodium (krvinkovka)** horečnaté smrtelné onemocnění, kterému říkáme **malárie**. Krvinkovky parazitují u volně žijících zvířat a mezi nimi i na člověka je přenášejí krevsající komáři. Krvinkovky se množí nejprve uvnitř jaterních buněk a posléze v červených krvinkách. Působí jejich rozpad a do krve uvolňují látky působící horečky vysoké až 42°C. Malárie není u nás rozšířena, ale můžeme si ji přivést z cest do oblastí, kde se krvinkovky vyskytují.



*Toxoplasma obecná* (výtrusovec) (mikrofotografie)

Významnými evropskými výtrusovci jsou nitrobuněční paraziti - kokcidie a toxoplasmy. **Kokcidie** jsou nebezpečné pro členovce, obratlovce, především králíky a zajíce. Napadají jejich jaterní a střevní buňky a jsou příčinou hromadného úhynu těchto zvířat. **Kokcidie lidská** napadá člověka. Nejrozšířenějším parazitem člověka je **toxoplasma obecná**, která napadá buňky všech tkání a orgánů. Je původcem onemocnění toxoplazmózy, jejímiž příznaky nemoci jsou horečky a zduření mízních uzlin. Je rozšířena u hlodavců a přenášejí ji zejména kočky či kočkovité šelmy. Člověk se může nakazit jejich klidovým stádiem, které sní společně s jídlem. Proto musí být brán zřetel na hygienické zásady chovu koček a styk s nimi.

**Vývojový cyklus Toxoplasmy gondii**



Věděli jste, že...mnoho druhů mořských prvoků si vytváří křemičité a vápenité schránky. Jsou to dírkonožci a mřížovci.



*Různé schránky mřížovců (mikrofotografie)*

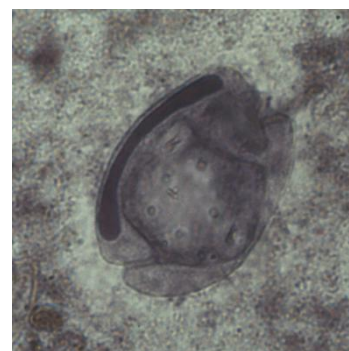
Toxoplazma je pradávým parazitem člověka, který o své nákaze nemusí vůbec vědět, protože v řadě případů jeho obranyschopnost toxoplazmě nedovolí výrazněji se projevit. Skutečně nebezpečná může být nákaza ženy v době těhotenství. V té době, kdy buňky toxoplazmy, čerstvě po nákaze cestují do tkání, se mohou dostat i do těla nově se vyvíjejícího nenarozeného dítěte a mohou způsobit poruchy při jeho vývoji.



*Měňavka střevní – klidové stadium (mikrofotografie)*

**Měňavka střevní** osidluje tlusté střevo člověka a živí se střevními bakteriemi nebo zbytky potravy člověka. U přežvýkavců, jako jsou např. krávy, žijí v jedné části jejich žaludku (bachoru) nálevníci – **bachořci**. Jejich pomoc spočívá v tom, že při trávení rostlinné potravy, pomáhají štěpit celulózu ze stěn rostlinných buněk a jejich buněčná těla mohou být pro svého hostitele i doplňkovým zdrojem bílkovin.

Prvoci žijící v lidských tělech ale nemusí být jen nebezpečnými parazity. Mnoho z nich jsou pro jiné živočichy i člověka prospěšní. Pomáhají mu především snižovat množství symbiotických bakterií, kterými se živí. Komenzální prvoci **měňavka zubní** a **bičenka zubní**, které mohou žít v jeho ústech, se živí zubními bakteriemi. Vyskytují se především u menších dětí a starších lidí, kteří příliš nedbají na zubní hygienu.



*Bachořec (nálevníci) (mikrofotografie)*

#### 4.4.1 Podklady a zdůvodnění návrhu učebního textu pro učitele

Předložený návrh učebního textu je sestaven pro žáky 6. ročníku základní školy anebo primy nižšího víceletého gymnázia. Podle RVP patří tematika prvků do kapitoly „Člověk a příroda“ následovaná podkapitolou „Přírodopis“ a zde do oblasti obsahu „Biologie živočichů“. Konkrétně v učebnici by tento text měl být dále zařazen do kapitoly jednobuněčných organismů v návaznosti na rostlinná jednobuněčná eukaryota. Pro širší informací by ideálně měla být věnována učivu alespoň tříhodinová dotace. S ohledem na ostatní témata je však text koncipován tak, aby nepřesáhl dvě hodiny i se zařazením laboratorní práce.

Text je zpracován tak, aby co nejvíce odpovídal požadavkům RVP a uvedených tří vzorů ŠVP. Je sestaven tak, aby jednotlivé oddíly učiva na sebe logicky navazovaly, ale při tom byla možnost otevřené diskuze s žáky a jejich aktivity při hodině. Tomu slouží menší část předkládaného textu, kde jsou umístěny opakování, otázky, úkoly a zajímavosti. Obsah této části návrhu je složen tak, aby doplňoval chybějící informace v části druhé. V teoretické větší části jsou zdůrazněny ty oblasti, kterými se prvoci odlišují. Je zde vynechán přehled systému pro svou náročnost a neustále se měnící obsah a jsou zde uvedeny jen důležité „skupiny“.

Ty jsou pak rozděleny dle nejnovějšího ekologického pojetí symbiózy na parazitické a komenzální zástupce, přičemž je brán zřetel na pravděpodobnější setkání s parazitem. I přesto jsou zmíněni exotičtí zástupci pro jejich neoddiskutovatelný význam. Celý text je doplněn převážně mikroskopickými snímky z důvodu reálné představy žáků, jak daný prvek vypadá.

Internetové zdroje, ze kterých byly přejímány obrázky pro návrh učebního textu:

Bachořec (nálevníci) (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015] Dostupné z: [http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%20102%20Chromalveolata/Obr.%2010212.bachorec.Entodinium.OS\\_zmensenina.jpg](http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%20102%20Chromalveolata/Obr.%2010212.bachorec.Entodinium.OS_zmensenina.jpg)

Komár rodu Anopheles [online]. [1. 6. 2015]. Dostupné z: [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS-8SoWAuSAGRGtzgUKrfmMFGrbrRoK\\_1UkW71NnBVWzafx15Qu](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS-8SoWAuSAGRGtzgUKrfmMFGrbrRoK_1UkW71NnBVWzafx15Qu)

- Lamblie střevní (bičíkatý prvok) (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.minutobiomedicina.com.br/uploads/posts/337/giardia-lamblia.jpg>
- Měňavka střevní – klidové stadium (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli\\_cyst\\_wtmt2.jpg](http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli_cyst_wtmt2.jpg)
- Měňavka zubní v klidovém stádiu (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.k-state.edu/parasitology/625tutorials/FIGgingivalis02.jpg>
- Různé schránky mřížovců (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://mikro.jaknahmyz.cz/media/pictures/mrizovci1\\_10..1.jpg](http://mikro.jaknahmyz.cz/media/pictures/mrizovci1_10..1.jpg)
- Schéma buňky měňavky [online]. [1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://www.kbi.zcu.cz/OB/studium/invert/obra/1\\_amoe.gif](http://www.kbi.zcu.cz/OB/studium/invert/obra/1_amoe.gif)
- Schéma buňky trepky [online]. [1. 6. 2015]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Trapka\\_velka\\_Paramecium\\_caudatum.jpg/400px-Trapka\\_velka\\_Paramecium\\_caudatum.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Trapka_velka_Paramecium_caudatum.jpg/400px-Trapka_velka_Paramecium_caudatum.jpg)
- Toxoplasma obecná (výtrusovec) (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://parasites.czu.cz/food/\\_data/282.jpg](http://parasites.czu.cz/food/_data/282.jpg)
- Trepka s obarvenými buněčnými ústy (mikrofotografie) [online]. [1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://mikro.jaknahmyz.cz/media/pictures/trepka\\_s\\_modrym\\_cytostomem.jpg](http://mikro.jaknahmyz.cz/media/pictures/trepka_s_modrym_cytostomem.jpg)
- Trepka s viditelnou pulzující vakuolou (mikrofotografie)[online]. [1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://mikro.jaknahmyz.cz/media/pictures/trepka.jpg>
- Trypanosoma spavičná mezi červenými krvinkami (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma\\_sp.\\_PHIL\\_613\\_lores.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma_sp._PHIL_613_lores.jpg)
- Vakovka lidská (nálevníci) (mikrofotografie) [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/17359.jpg>
- Vývojový cyklus *Toxoplasma gondii* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://www.naceradska.cz/wp-content/uploads/2014/11/304409\\_437233416328410\\_461871787\\_n.jpg](http://www.naceradska.cz/wp-content/uploads/2014/11/304409_437233416328410_461871787_n.jpg)

## 5. Diskuze

### Vývoj systému protist a současný pohled na ekologické vztahy organismů

Hlavním cílem systematické biologie obecně je stanovení vztahů mezi taxony, přiblížení fází vývoje organismů a vysvětlení základních pochodů a příčin fylogenetického vývoje. K návrhům moderní klasifikace se kromě morfologických a elektronoptických metod využívají molekulárně fylogenetické metody, evoluční biologie, genomika, genetika aj. Návrh úplného kladistického systému prvoků není dnes ještě ustálený, a to zejména z důvodu sdílení společných znaků některých skupin prvoků. Konkrétně to jsou ty skupiny, které jsou vyznačeny v šedé zóně u schématu podle Adla (2012) (viz Obr. 3).

Jak je v předchozích kapitolách této práce naznačeno, klasifikace protist jsou ještě neustálené a v řadě případů zčásti kontroverzní. Někteří autoři jejich fylogenetická schémata vůbec neuvádějí. Z této skutečnosti vzniká i problém pro podobu transformace „systému prvoků“ do vzdělávání přírodopisu na úrovni základní školy. Na jedné straně by měl být učební text věcně (vědecky) správný a aktuální, na druhé straně přiměřený věku a schopnostem žáků a cílům jejich všeobecného vzdělání. Je nutné i eliminovat rizika možnosti, že by žák na základě nepřiměřené transformace do didaktického systému mohl špatně domýšlet souvislosti a mohl by si celé učivo špatně vyložit. Řada autorů zabývajících se systematickými resp. fylogenetickými vztahy prvoků využívá pro znázornění těchto vztahů různých kombinovaných přehledů. Ne jinak je tomu i v případě této práce.

Je velice pravděpodobné, že v době sepsání této práce vznikly další návrhy klasifikace prvoků, kde jsou navrženy nové taxony nebo zrušeny či sloučeny jiné – více či méně tradiční či netradiční. Neustále dochází také k vertikálním a horizontálním posunům skupin ve fylogenetických schématech a nalézání nových znaků vypovídajících o jejich příbuznosti či naopak nepříbuznosti. Jsou definovány a ustanovovány taxony nové.

Z výše uvedených důvodů nelze pokládat systematické hledisko pro uspořádání učiva o prvocích na základní škole za vhodné. Např. tradiční „bičíkovci“ (taxon Flagellata, Mastigophora či pozdější Scomastigophora) se v aktuální klasifikaci prvoků „ukrývají“ v několika taxonech na úrovni říší či kmenů. Pro učivo by bylo proto vhodnější je označovat jako morfologický typ podle pohybové organely trofontů, resp. trofozoitů –

„bičíkatí prvoci“. Paralely uvedeného problému lze nalézt i v případě tradičního taxonu Kořenonožci, aj.

Protista jako vzdělávací obsah lze ovšem také strukturovat ne jen podle morfologických znaků ale i podle jejich rolí v ekosystémech nebo podle životních strategií, čehož primárně využívá návrh učebního textu uvedený v této práci. Po dlouhá léta byl ve výukových systémech přírodopisu vnímán parazitický organismus – škodlivý cizopasník – jako protiklad k prospěšnému symbiotickému organismu. Symbióza je ale v nynější podobě vnímání pojmem nadřazeným všem ostatním vztahům mezi organismy (Townsend et al., 2010). Zahrnuje tak všechny typy vztahů mezi organismy včetně protist a členů je na mutualismus, komenzálismus a parazitismus. Jako symbionti člověka se vyskytuje druhá a třetí skupina organismů (paraziti a mutualisti).

### **Konfrontace vzdělávacího obsahu učebnic, RVP, ŠVP a dotazníkového šetření**

Každá učebnice by měla odpovídat předem daným vzdělávacím cílům uvedeným v dokumentu Rámcový vzdělávací program (RVP) popřípadě Školní vzdělávací program (ŠVP), dodržovat didaktické zásady a zároveň respektovat aktuální stav vědeckého poznání. Dle RVP by měla učebnice obsahovat informace přímo o prvocích jako skupině organismů, náležitě je popsat, uvést důležité zástupce, zařadit je do systému a podněcovat žáky k diskuzi. Ve všech analyzovaných učebnicích jejich autoři toto téma uvádějí. Avšak v různé podobě. Téma „prvoci“, je vzhledem k jejich počtu a rolím v ekosystémech nesmírně objemné. Nelze jej jako celek transformovat do výuky přírodopisu. Lze pouze vybrat a navrhnout takové učivo, které může žákům nabídnout minimalistickou informaci a povědomí o diverzitě a ekologických funkcích této skupiny organismů v rámci jejich všeobecného vzdělávání.

Nejstručněji se prvoky zabývá učebnice nakladatelství Fortuna (Kvasničková, 1997), která se dotýká prvoků jen zběžně. Důvodem tohoto nedostatku je zaměření učebnice na obecnou ekologii. Dotazníkové šetření však ukázalo, že tato řada je pro výuku poměrně často využívána, zřejmě pro přehlednost danou jasným zaměřením.

Obsažněji informací disponují učebnice Černíka a kol. (2004), Čabradové (2003) a Dobroruky (1999), a jsou tedy vhodnější pro využití ve výuce. S tím víceméně souhlasí i respondenti, kteří nejvíce využívají první dvě učebnice. Třetí je však využívána



minimálně. To může mít příčinu ve starším datu vydání, a tedy neatraktivitu pro žáky a nelze tedy objektivně posoudit, nakolik se názory respondentů shodují s výsledkem analýzy učebnic a nakolik jsou dané menším povědomím o posledně uvedené řadě.

Jak je uvedeno v kapitole 4.3 Dotazníkové šetření, až 70% respondentů je s kvalitou informací v učebnicích spokojeno. Zbýlých 30 % považuje informace za méně dostačující. Jsou to právě ti vyučující, kteří využívají řady učebnic od nakladatelství Fortuna (Kvasničková, 1997) a Nová škola (Vlk, 2007), kde jsou informace strohé. Proto výuku doplňují informacemi z jiných zdrojů, nejčastěji z internetu.

V otázce ekologických vztahů prvoků s ostatními organismy jako symbiontů, ani jedna řada učebnic neuvádí přesnou informaci. Kromě jedné řady Kočárek (1998) se všechny ostatní zmiňují jen o parazitech. Z odpovědí respondentů je zřejmé, že pojmy symbióza a parazitismus řadí na stejnou úroveň, přičemž podle aktuálního poznání je pojem parazitismus podřadný pojmu symbióza (Townsend et al., 2010). Z toho důvodu byly otázky v dotazníku na tuto oblast pokládány v tradičním přežívajícím duchu vnímání uvedených pojmů ve školské praxi.

V případě konkrétních poznatků je informovanost žáků ovlivněna především obsahem užívané učebnice, časovými možnostmi, subjektivním názorem učitele a délkou jeho praxe.

Na základě srovnání výsledků analýzy a dotazníkového šetření lze usoudit, že by bylo vhodné rozšířit dotazník o další konkrétní otázky pro zpřesnění odpovědí a lepší vyvození celkových souvislostí. Větší reliabilitu by pak vyřešilo oslovení většího počtu respondentů.

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo předložit základní aktuální informaci o symbiotických prvocích. Na základě odborné literatury byl sepsán literární přehled o daném tématu. Dále pak byl srovnáván obsah informací v různých řadách učebnic podrobnou analýzou a srovnáním s RVP a vybranými ŠVP. Bylo zjištěno, že obsah učiva o prvocích není plně odpovídající předepsaným požadavkům vzdělávacích programů.

Na základě analýzy učebnic, pedagogické dokumentace a provedeného dotazníkového šetření byl sestaven návrh vzdělávacího textu, který se řídí požadavky RVP popř. ŠVP a uvádí informace, které jsou žáci 6. třídy základní školy či primy víceletého gymnázia schopni pochopit.

Jako rozšíření tohoto textu lze do budoucna uvažovat o vytvoření interaktivního programu či počítačové hry. Toto by umožnilo stále se zvyšující technická vybavenost škol ať počítači či interaktivními tabulemi. Jako lepší využití financí dodaných školám je pořízení mikroskopů, a s tím související pořízení mikroskopických preparátů.

## 7. Seznam literatury

- Achcar F., Kerkhoven E. J., Barrett M. P., 2014:** Trypanosoma brucei: meet the system. *Current Opinion in Microbiology*, 20: 162-169 p.
- Adamcová G., 2010:** Mikroflóra trávicího systému člověka. Bakalářská práce. Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická; 49 s.
- Adl S. M. et al., 2012:** The Revised Classification of Eukaryotes. *J. Eukaryot. Microbiol.* 59/5: 429-493 p.
- Alberts B., Bray D., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P., 2005:** Základy buněčné biologie – Úvod do molekulární biologie buňky. Espero Publishing, Praha, 740 s.
- Baird J. K., Maguire J. D., Price R. N., 2012:** Chapter four – Diagnosis and treatment of Plasmodium vivax malaria. *Advances in Parasitology*, 80: 203-270 p.
- Bednář M., Fraňková V., Schindler J., Souček A., Vávra J., 1996:** Lékařská mikrobiologie, Bakteriologie, Virologie, Parazitologie. Marvil, Praha. 558 s.
- Bouzid M., Hunter P. R., Chalmers R. M., Tyler K. M., 2013:** Cryptosporidium pathogenicity and virulence. *Clin. Microbiol. Rev.*, 26/1: 115-134 p.
- Cavalier-Smith T., 2002:** The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic classification of Protozoa. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 52/2: 297-354 p.
- Chelsea M., Petri A. P., 2014:** Regulation of Virulence of Entamoeba histolytica. *Annual Review of Microbiology*, 68: 493-520 p.
- Čabradová V. a kol., 2003:** Přírodopis 6: učebnice pro ZŠ a víceletá gymnázia. Fraus, Plzeň. 120 s.
- Čermáková Z., Valenta Z., Buchta V., 2009:** Parazitičtí helminti člověka. *Folia Gastroenterol Hepatol*, 7/1: 21-24 s.
- Černík V. a kol., 2004:** Přírodopis 1: pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia. SPN, Praha. 104 s.

- Dobroruka L. J., 1999:** Přírodopis I. pro 6. ročník ZŠ. Scientia, Praha. 122 s.
- Fayer R., Esposito D. H., Dubey J. P., 2015:** Human infections with Sarcocystis species. Clin. Microbiol. Rev., 28/2: 295-311 p.
- Fenchel T., 1987:** Ecology of protozoa: the biology of free-living phagotrophic protists. Aarhus, Denmark. 197 p.
- Gavora P., 2000:** Úvod do pedagogického výzkumu. Paido, Brno. 208 s.
- Harker K. S., Ueno N., Lodoen M. B., 2015:** Toxoplasma gondii dissemination: a parasite's journey through the infected host. Parasite Immunology, 37/3: 141-149 p.
- Hausmann K., Hülsmann N., 2003:** Protozoologie. Academia, Praha. 347 s.
- Chalupa P., Vaništa J., Burget I., Starý J., Suková M., Nohýnková M., 2001:** Přehled importovaných viscerálních leishmanióz v České republice. Bratisl Lek Listy, 102/2: 84-91 s.
- Jíra J., 2009:** Lékařská protozoologie. Galén, Praha. 567 s.
- Jírovec O., 1953:** Protozoologie. ČSAV, Praha. 643 s
- Jírovec O., 1977:** Parasitologie pro lékaře. Avicenum, Praha. 800 s.
- Jurčák J., Froněk J. a kol., 1997:** Přírodopis 6. Prodos, Olomouc. 127 s.
- Katz A. L., Bhattacharya D., 2006:** Genomics and evolution of microbial eukaryotes. Oxford University Press, Oxford. 243 p.
- Kissinger P., 2015:** Epidemiology and treatment of trichomoniasis. Curr. Infect Dis Rep, 17/6: 30-39 p.
- Kočárek E., Kočárek E., 1998:** Přírodopis pro 6. ročník základní školy. Jinan, Praha. 95 s.
- Kvasničková D. a kol., 1997:** Ekologický přírodopis 6: pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Fortuna, Praha. 128 s.
- Levendowsky M., 2012:** Biochemistry and physiology of Protozoa. Academic press INC, London. 440 p.

- Lindsay D. S., Dubey J. P., Blagburn B. L., 1997:** Biology of *Isospora* spp. from humans, nonhuman primates, and domestic animals. *Clin. Microbiol. Rev.*, 10/1: 19-34 p.
- Lom J., 2001:** Protozoan Symbioses. eLS; DOI: 10.1038/npg.els.0001932
- Maleninský M., 2004:** Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií. Česká geografická společnost, Praha. 104 s.
- Marciano-Cabral F., Puffenbarger R., Cabral G. A., 2000:** The increasing importance of *Acanthamoeba* infections. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 47/1: 29-36 p.
- Papáček M. a kol., 2000:** Zoologie. Scientia, Praha. 285 s.
- Rajkov I. B., 1978:** Jadro prostějích: morfologija i evoljucija. Izd nauka, Leningrad. 326 p.
- Ready P. D., 2014:** Epidemiology of visceral leishmaniasis. *Clinical Epidemiology*, 6: 147-154 p.
- Ryšavý B. a kol., 1988:** Základy parazitologie. SPN, Praha. 215 s.
- Schuster F. L., Ramirez-Avila L., 2008:** Current world status of *Balantidium coli*. *Clin. Microbiol. Rev.*, 21/4: 626-638 p.
- Soulsby E. J. L., 1982:** Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. Seventh edition. University of Cambridge, UK. 809 p.
- Townsend C. R., Begon M., Harper J. L., 2010:** Základy ekologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 505 s.
- Trabelsi H., Dendana F., Sellami A., Sellami H., Cheikhrouhou F., Neji S., Makni F., Ayadi A., 2012:** Pathogenic free-living amoebae: Epidemiology and clinical review. *Pathologie Biologie*, 60/6: 399-405 p.
- Vlk R., Kubešová S., 2007:** Přírodopis – Bezobratlí živočichové – učebnice, 2. díl. Nová škola, Brno. 96 s.
- Volf P., Horák P. a kol., 2007:** Paraziti a jejich biologie. Triton, Praha, Kroměříž. 318 s.

**Williams A. G., Coleman G. S., 1997:** The rumen protozoa. The Rumen Microbial Ecosystem. 73-139 p.

**Internetové zdroje, ze kterých byly přejímány obrázky:**

Mikrofoto *Acanthamoeba castellani* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [https://thescinder.files.wordpress.com/2014/02/image\\_727.jpg?w=730&h=548](https://thescinder.files.wordpress.com/2014/02/image_727.jpg?w=730&h=548)

Mikrofoto *Babesia divergens* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://previews.figshare.com/1116665/preview\\_1116665.jpg](http://previews.figshare.com/1116665/preview_1116665.jpg)

Mikrofoto *Balantidium coli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/17359.jpg>

Mikrofoto *Cryptosporidium parvum* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://a.abcnews.com/images/Health/GTY\\_cryptosporidium\\_parasite\\_jef\\_150626\\_16x9\\_992.jpg](http://a.abcnews.com/images/Health/GTY_cryptosporidium_parasite_jef_150626_16x9_992.jpg)

Mikrofoto *Entamoeba coli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: [http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli\\_cyst\\_wtmt2.jpg](http://www.cdc.gov/dpdx/images/intestinalAmebae/Ecoli_cyst_wtmt2.jpg)

Mikrofoto *Entamoeba gingivalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.k-state.edu/parasitology/625tutorials/FIGgingivalis02.jpg>

Mikrofoto *Entamoeba histolytica* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.biology-resources.com/images/parasitic-entamoeba-big.jpg>

Mikrofoto *Giardia intestinalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.minutobiomedicina.com.br/uploads/posts/337/giardia-lambliia.jpg>

Mikrofoto *Isospora belli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.atlas-protozoa.com/it/gallery/ISOSP/Imm72/4.jpg>

Mikrofoto *Leishmania donovani* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://photos1.blogger.com/blogger/1556/3701/1600/L.donovani-promastigote.png>

Mikrofoto *Naegleria fowleri* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.fujita-hu.ac.jp/~tsutsumi/image/106/3.jpg>

- Mikrofoto *Plasmodium vivax* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[http://atlas.or.kr/donation/donation\\_files/pvr6.jpg](http://atlas.or.kr/donation/donation_files/pvr6.jpg)
- Mikrofoto *Sarcocystis spp.* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://www.pasozyty.com/wp-content/uploads/2011/12/sarcocystis.jpg>
- Mikrofoto *Toxoplasma gondii* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[http://parasites.czu.cz/food/\\_data/282.jpg](http://parasites.czu.cz/food/_data/282.jpg)
- Mikrofoto *Trichomonas tenax* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Trichomonas\\_gingivalis.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Trichomonas_gingivalis.png)
- Mikrofoto *Trichomonas vaginalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://heartdr.koreasme.com/eng/img/rimg35.gif>
- Mikrofoto *Trypanosoma brucei* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma\\_sp.\\_PHIL\\_613\\_lores.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Trypanosoma_sp._PHIL_613_lores.jpg)
- Schéma buňky *Balantidium coli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<https://o.quizlet.com/LPwh5JQnYcvuCht9DAQY1Q.png>
- Schéma buňky *Entamoeba coli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://html.rincondelvago.com/000614580.png>
- Schéma buňky *Entamoeba gingivalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://www.medicosecuador.com/libro-coloproctologia/imagenes/temas/caract4.jpg>
- Schéma buňky *Entamoeba histolytica* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://www.biology-resources.com/images/parasitic-entamoeba-big.jpg>
- Schéma buňky *Giardia intestinalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip\\_image002\\_thumb172.jpg](http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip_image002_thumb172.jpg)
- Schéma buňky *Isospora belli* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/preclini/index/assoc/HASH421a.dir/fig02a92.png>

- Schéma buňky *Leishmania donovani* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[http://www.phsource.us/PH/PARA/Chapter\\_11\\_files/image022.jpg](http://www.phsource.us/PH/PARA/Chapter_11_files/image022.jpg)
- Schéma buňky *Naegleria fowleri*[online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Naegleria\\_%28formes%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Naegleria_%28formes%29.png)
- Schéma buňky *Plasmodium vivax* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://www.biologydiscussion.com/wp-content/uploads/2014/09/image18.png>
- Schéma buňky *Toxoplasma gondii* [online.]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://mibr.asm.org/content/64/3/607/F2.medium.gif>
- Schéma buňky *Trichomonas tenax*[online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://html.rincondelvago.com/000244172.jpg>
- Schéma buňky *Trichomonas vaginalis* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
[http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip\\_image002\\_thumb170.jpg](http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2014/01/clip_image002_thumb170.jpg)
- Schéma buňky *Trypanosoma brucei* [online]. [cit. 1. 6. 2015]. Dostupné z:  
<http://www.fao.org/docrep/006/x0413e/X0413E06.gif>



## 8. Příloha

- **Příloha 1: Dotazník**

Vážená paní učitelko, vážený pane učiteli,

jmenuji se Lukáš Holer, jsem studentem Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a obracím se na Vás s prosbou. V rámci řešení mé bakalářské práce provádím šetření zabývající obsahem a rozsahem učiva přírodopisu s tematikou prvků. Z toho důvodu mě pochopitelně zajímají i názory učitelů z praxe. Dovoluji si Vás tímto požádat o pár minut Vašeho času a o vyplnění krátkého dotazníku, který bude jedním z podkladů bakalářské práce „Prvoci jako paraziti a symbionti člověka v Evropě: obraz ve vzdělání v učebnicích přírodopisu pro základní školy versus zasvěcená informace“. Dotazník je anonymní. Předem děkuji za Váš čas a vyplnění dotazníku (Vaši odpověď prosím tučně zvýrazněte, popř. dotazníkem navrženou alternativu odpovědi doplňte podle svého uvážení). Prosím vyplněné dotazníky mi zašlete na e-mail [L.Holer@email.cz](mailto:L.Holer@email.cz).

Ještě jednou Vám děkuji za pochopení a případnou pomoc.

*Lukáš Holer*

---

### **Dotazník:**

- 1) Respondent je?
  - a) muž
  - b) žena
  
- 2) Délka učitelské praxe respondenta(ky)?
  - a) 1 – 5 let
  - b) 6 – 10 let
  - c) 11 – 20 let
  - d) 21 a více let

- 3) Kterou řadu učebnic (od kterého nakladatele) využíváte pro výuku přírodopisu?
- a) Česká geografická společnost
  - b) Fortuna
  - c) Fraus
  - d) Jinan
  - e) Nová škola
  - f) Prodos
  - g) Scientia
  - h) SPN
  - i) Jinou (jakou?)
- 4) Využíváte i jiné informační zdroje pro zkvalitnění výuky než učebnice?
- a) ano (jaké?)
  - b) ne
- 5) V učebnicích, které využíváte, jsou uvedeny informace
- a) o parazitických prvocích
  - b) o symbiotických prvocích
  - c) o obou skupinách
- 6) Pokládáte informace uvedené v učebnicích za dostačující?
- a) ano
  - b) spíše ano
  - c) spíše ne
  - d) ne
- 7) Informujete žáky při výuce tématu o chorobách způsobovaných parazitickými prvoky?
- a) podrobně
  - b) stručně
  - d) neinformuji
- 8) Informujete žáky při výuce tématu o možnostech léčení chorob způsobených parazitickými prvoky?
- a) podrobně
  - b) stručně
  - c) neinformuji

- 9) Informujete žáky při výuce tématu o prevenci vzniku nákazy způsobené parazitickými prvky?
- a) podrobně
  - b) stručně
  - d) neinformuji
- 10) Informujete žáky při výuce tématu o možné prospěšnosti symbiotických prvků pro člověka?
- a) podrobně
  - b) stručně
  - c) neinformuji
- 11) Informujete žáky při výuce tématu o možnosti využití symbiotických prvků člověka v lékařství (např. stomatologie)?
- a) podrobně
  - b) stručně
  - d) neinformuji

- **Příloha 2: Slovníček pojmů**

Amastigot – prvek bez bičíku, nebo se silně redukováným bičíkem

Bradyzoit – stadium merozoitů s pomalým vývojem

Epimastigot – prvek s bičíkem vycházejícím s kinetosomu v přední polovině buňky a undulující membránou

Foront – prvek, žijící na povrchu hostitele

Gamont – samčí, samičí nebo obojpohlavní buňka produkující haploidní jednotky (gamety nebo jádra)

Mastigont – kinetida s bičíky a přidruženými organelami

Meront (schizont) – mnohjaderné stadium

Merozoit – buňka vzniklá dělením merontu, předchází gamontu

Oocysta – vnější schránka, obsahující zygotu, později sporocysty a sporozoity

Promastigot – prvek s volným bičíkem vycházejícím z přední části těla

Sporocysta – cystovitý útvar uvnitř oocysty

Sporozoit – pohyblivá infekční buňka, uvolněná ze sporocysty

Tachyzoit – stadium merozoitů s rychlým vývojem

Trofont – vzrostlý sporozoit, jeho rozpadem vznikají trofozoiti

Trofozoit – rostoucí buňka, málo diferenciované vegetativní stadium