

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Výukové materiály pro středoškolskou biologii: Protozoa

Bakalářská práce

Eliška Švecová

Studijní program: Biologie pro vzdělávání

Studijní obor: Biologie pro vzdělávání maior a ruská filologie minor mezifakultní

Forma studia: prezenční

Olomouc 2024

Vedoucí práce: doc. RNDr. Michaela Sedlářová, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně za odborného vedení doc. RNDr. Michaely Sedlářové, Ph.D. Použité literární a elektronické zdroje jsem řádně citovala a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne

.....

Eliška Švecová

Práce vznikla na KB PŘF UP v rámci projektu IGA UP PrF_2024_001.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Michaele Sedlářové, Ph.D. z Katedry botaniky PŘF UP za vedení, za ochotu, a hlavně za pomoc při psaní bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat paní učitelce Mgr. Monice Hanákové ze Slovanského gymnázia v Olomouci, za čas, kterými mi i se svými studenty věnovala.

V neposlední řadě také děkuji své rodině a příteli, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Eliška Švecová
Název práce: Výukové materiály pro středoškolskou biologii: Protozoa
Typ práce: Bakalářská práce
Pracoviště: Katedra botaniky PŘF UP v Olomouci
Vedoucí práce: doc. RNDr. Michaela Sedlářová, Ph.D.
Rok obhajoby práce: 2024

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá výukou tématu prvoků na středních školách. V literární části jsou shrnuty poznatky o této skupině – jejich charakteristika, morfologie, rozšíření a ekologický význam, ale i historické srovnání zařazení prvoků do taxonomických jednotek. Práce podává základní informace o vybraných zástupcích se zaměřením na parazity, kteří byli vybráni jako didaktické typy.

V rámci bakalářské práce byly provedeny sběr vzorků z terénu a zhotoveny mikrofotografie zástupců. Praktická část obsahuje i návrh projektového dne s tématem prvoci, příslušnou powerpointovou prezentaci a pracovní list. Reakce studentů a učitelů na návrh projektového dne byly ověřeny dotazníkovým šetřením.

Klíčová slova: biologie pro střední školy, Protozoa, parazitičtí prvoci, projektový den

Počet stran: 101

Počet příloh: 4

Jazyk: čeština

Bibliographic identification:

Author's first name and surname: Eliška Švecová

Title: Materials for teaching biology at secondary schools: Protozoa

Type of the thesis: Bachelor thesis

Workplace: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University Olomouc

Supervisor: assoc. prof. Michaela Sedlářová, Ph.D.

The year of presentation: 2024

Abstract:

The bachelor thesis focused on teaching of Protozoa at secondary schools. The literature part include the knowledge about this group-their characteristics, morphology, distribution and ecological importance. The evolution of taxonomic unit is also presented. The bachelor thesis provides basic information on selected representatives with a focus on parasites.

As part of the bachelor thesis, samples were collected from the field and microphotographs of the representatives were taken. The practical part also includes a proposal for a project day with the topic of protozoa, a relevant PowerPoint presentation and a worksheet. The students' and teachers' reactions to project day were checked up by a questionnaire survey.

Keywords: biology for secondary schools, Protozoa, parasitic protists, project day

Number of pages: 101

Number of appendages: 4

Language: Czech

Obsah

1	ÚVOD	8
2	CÍLE PRÁCE.....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Obecná charakteristika buňky prvoků	10
3.2	Rozšíření a ekologie prvoků	11
3.3	Současné pojetí fylogeneze prvoků a srovnání vyučovaných taxonomických systémů.....	15
3.4	Nejvýznamnější zástupci a skupiny.....	16
3.4.1	<i>Trypanosoma</i> spp.	16
3.4.2	Bičenka poševní (<i>Trichomonas vaginalis</i>)	18
3.4.3	Lamblie střevní (<i>Giardia duodenalis</i>).....	19
3.4.4	<i>Leishmania</i> spp.	20
3.4.5	Dřívější skupina nálevníci	21
3.4.6	Měňavky	24
3.4.7	<i>Eimeria</i> spp.	25
3.4.8	Rod zimnička (<i>Plasmodium</i> spp.).....	26
3.4.9	Kokcidie kočičí (<i>Toxoplasma gondii</i>)	28
3.4.10	Dírkonošci (<i>Foraminifera</i> spp.)	31
3.4.11	Mřížovci (<i>Radiolaria</i> spp.).....	32
3.4.12	<i>Naegleria fowleri</i>	32
4	MATERIÁL A METODY	34
4.1	Učebnice pro SŠ	34
4.2	Elektronické materiály pro SŠ	34
4.3	Sběr vzorků v terénu.....	35
4.4	Světelná mikroskopie a fotodokumentace	35
4.5	Didaktické materiály	35
4.6	Hospitace v hodinách biologie	37
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	38
5.1	Analýza RVP	38
5.1.1	Srovnání jednotlivých učebnic.....	39
5.1.2	Srovnání jednotlivých výukových materiálů vytvořených učiteli.....	41
5.1.3	Přehled výukových materiálů volně přístupných na webových stránkách	42
5.2	Fotodokumentace	43
5.3	Výukové materiály	45
5.3.1	Prezentace k projektovému dni	45

5.3.2	Pracovní list pro studenty Slovanského gymnázia v Olomouci.....	47
5.4	Dotazník pro žáky	54
5.5	Dotazník pro učitele.....	62
6	ZÁVĚR.....	68
7	SEZNAM LITERATURY	69
8	SEZNAM TABULEK.....	74
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
10	PŘÍLOHY	77
10.1	Výuková prezentace pro projektový den Biologie– téma prvoci	77
10.2	Hospitační záznam	95
10.3	Vyhodnocení jednotlivých otázek z pracovního listu.....	97
10.4	Náhled do portálu Mentimetr a otázky pro zhodnocení projektového dne	101

1 ÚVOD

Prvoci jsou vysoce heterogenní skupinou organismů, jejichž taxonomie není zcela jednoznačná a dodnes není ustálená. Definice skupiny těchto eukaryotních mikroorganismů je problematická, protože nevykazují téměř žádné společné znaky. Zástupci této skupiny jsou rozšířeni kosmopolitně a mají, spolu s bakteriemi a mikromycetami, určující roli v potravních řetězcích a koloběhu látek. Významnou měrou vstupují do ekologických vztahů. Termín „prvoci“ je zažitý, a i dnes se stále používá i přesto, že dle nejnovějších systémů taxonomická skupina prvoci již neexistuje a jednotliví zástupci byli na základě molekulárních analýz rozřazeni do několika superskupin. Tento fakt byl důvodem, proč jsem se téma rozhodla zpracovat a zjistit, jak se tato kapitola biologie probírá ve školách, především s důrazem na systematiku a s ohledem na nepřesné vymezení tohoto tématu v RVP.

Seznámit studenty s tématem prvoků je důležité především v souvislosti se zdravotními komplikacemi, které zástupci této skupiny mohou působit člověku i zvířatům, ať už v ČR nebo při možných cestách do tropických oblastí, kde se vyskytují původci řady závažných a život ohrožujících parazitárních onemocnění. Zároveň je možné část tématu využít při šíření povědomí o prevenci pohlavních chorob.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat didaktické materiály se zaměřením na skupinu mikroorganismů, dříve označovanou Protozoa. V teoretické části bylo cílem zpracovat literární rešerši o charakteristice, morfologii, ekologii a fylogenezi skupiny Protozoa. Důraz byl kladen na vytvoření přehledu zástupců prvoků, kteří jsou zahrnuti do výuky na SŠ.

V praktické části bylo hlavním cílem navrhnout projektový den, otestovat přípravu a mikroskopovat senné nálevy a vzorky odebraných z přírody, vytvořit powerpointovou prezentaci a pracovní listy pro ověření znalostí z výuky. Dalším cílem bylo otestovat projektový den na Slovanském gymnáziu v Olomouci, vypracovat dotazníkové šetření a ověřit reakce studentů i učitele.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Obecná charakteristika buňky prvoků

Prvoci jsou velice rozmanitá skupina pohyblivých jednobuněčných eukaryotních organismů s chemoorganotrofní výživou. Pro tuto, podle současného poznání i fylogeneticky různorodou skupinu, nelze uplatnit obecný popis – orgány jednotlivých zástupců jsou různorodé z hlediska morfologie, funkce i počtu.

Každý prvok má alespoň jedno jádro, u některých zástupců došlo k trvalému zdvojení (např. rod *Giardia*) nebo došlo k rozrůznění jader (někteří nálevníci). Jako u všech eukaryotických buněk je jejich DNA uspořádána v lineárních chromosomech. Největší genom má *Trichomonas vaginalis*, je to okolo 180 Mbp (megabází). Zároveň jádro trypanosom obsahuje 2 rozdílné typy chromozomů lišící se ve fyzické velikosti. Jsou to klasické chromosomy a chromosomy, které jsou až 100x menší. U některých améb a bičíkovců je unikátní extrachromosomální DNA, která kóduje geny pro rRNA (Volf a Horák et al. 2007, Vrtiška 2021, Hausmann a Hülsmann 2003).

Pro lidstvo možná nejpřínosnější vlastností nálevníků je velký počet jejich telomer, a to kvůli neustálé přestavbě genomu. Díky tomu mohli vědci telomery z jader izolovat, popsat je, dále studovat spolu s proteiny, které se na ně váží a tím významně přispět k poznatkům o lidské kancerogenezi. Také byla u nálevníků poprvé prokázána autokatalytická aktivita (Hausmann a Hülsmann 2003, Volf a Horák et al. 2007).

Na povrchu cytoplazmatické membrány má většina prvoků glykokalyx z proteoglykanů a polysacharidů. Některé druhy parazitických prvoků mohou měnit své povrchové antigeny, zejména pak glykoproteiny, a tím uniknout imunitní odpovědi napadeného organismu. Zároveň může být membrána i velmi plastická a díky tomu rychle zvětšovat svůj povrch a měnit tak svůj tvar (améby). (Hausmann a Hülsmann 2003, Volf a Horák et al. 2007).

Endoplazmatické retikulum a Golgiho aparát byly u převážné většiny druhů prvoků nalezeny, ale u zástupce *Entamoeba histolytica* přítomny dle ultrazvukových snímků nejsou (Hausmann a Hülsmann 2003).

Všichni zástupci prvoků mají mitochondrie, i když někteří v až silně redukovaném nebo pozměněném stavu. Nejvíce redukovanou mitochondrií je mitosom. Zástupci, kteří mají významně změněné mitochondrie, typicky žijí v anaerobním prostředí. U nich je typická přítomnost hydrogenosomu. Ten má stejně jako mitochondrie 2 membrány, jeho součástí ale není vlastní DNA a nemá kristy, navíc obsahuje krystalické inkluze. Funkcí je stejně jako u mitochondrií metabolizace pyruvátu, ale produkce ATP je výrazně nižší. Hydrogenosomy se také nacházejí v buňkách hub (Hausmann a Hülsmann 2003, Volf a Horák et al. 2007).

Obecně buňky mají parazitických prvoků několik dalších zvláštností, kterými se přizpůsobili své životní strategii. Příkladem je přítomnost kinetoplastové DNA v mitochondrii, vyznačující se velkým množstvím DNA. Tuto zvláštní DNA můžeme najít u trypanosom a dalších bičíkovců. Za zmínku také stojí fakt, že rod *Plasmodium* umí nasměrovat své proteiny až do hostitelské krvinky, kde mohou účinně vychytávat železo.

I přesto, že jsou plastidy spojované s fotosyntetickou činností, byl u skupiny Apicomplexa objeven apikoplast, což je pozměněný sekundární plastid původem z ruduch (Hausmann a Hülsmann 2003).

Veliký význam pro trypanosomy a příbuzné bičíkovce mají glykosomy, ve kterých probíhají glykolytické enzymy. Dále se u parazitických bičíkovců a u malarických plasmodií našly acidokalcisomy, jejichž funkce zatím není objasněna.

Buňka prvoka má jednu velice zásadní vlastnost a to kontraktilitu, která je velice důležitá pro pohyb cílů (a tím i celé buňky) a také pro transport látek z buňky nebo do ní. Je založená na 2 dvojicích proteinových systémů, jimiž jsou myozin s aktinem a tubulin s dyneinem (Hausmann a Hülsmann 2003, Volf a Horák et al. 2007).

3.2 Rozšíření a ekologie prvoků

Většina druhů mírného pásma má kosmopolitní rozšíření, jiné druhy obývají pouze některé části světa. Prvoci se díky jejich mikroskopickým rozměrům velmi dobře šíří. Tomu napomáhá osobní přeprava, která je příčinou především zavlékání parazitů do nových oblastí. Klasickým příkladem je rozmach malárie jak v Brazílii během první poloviny 20. století, tak v USA během několika posledních desítek let (Hausmann a Hülsmann 2003).

Stejně jako všechny organismy na Zemi jsou i prvoci ovlivňováni abiotickými a biotickými faktory svého životního prostředí. Nezbytně nutná je voda, pro přežití nepříznivých podmínek některé druhy vytvářejí stádia (cysty nebo sklerocia), která bez vody dokáží přežít. Někteří prvoci umí přečkat i podmínky v zamrzající vodě tím, že se v jejich buňkách netvoří krystaly, které by je narušily, ale přemění složení jejich cytoplazmy nahromaděním cukrů.

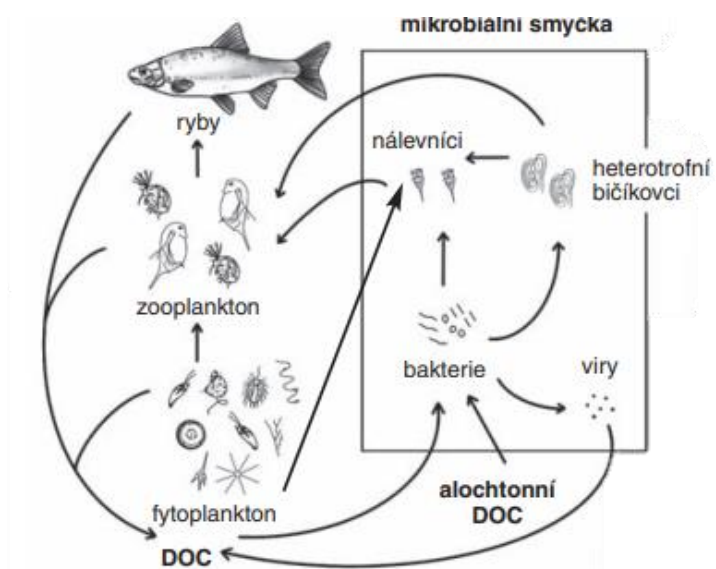
Dalším abiotickým faktorem je teplota. Teplotní optimum většiny prvoků je od 0-40 °C. Existují druhy, které žijí v extrémních podmínkách, na jedné straně v termálních pramenech, či naopak ve slané vodě pod bodem mrazu. Jedním z mnoha příkladů je nálevník *Oxytricha fallax*, který dokáže přežít v termálních pramenech o teplotě 41 °C až 56 °C. Naopak v mořské vodě o teplotě – 2 °C žijí nálevníci z rodu *Euplotes*. V biotopech jako jsou rašeliniště nebo bažinná jezírka dokáží jednotlivé druhy krátkodobě odolat teplotě až 35 °C (Hausmann a Hülsmann 2003).

Kyslík prvoci přijímají rozpuštěný difúzí z okolí, nepotřebují ale tak velké koncentrace. Existují i zástupci žijící v prostředí bez kyslíku. Zástupci ze skupiny Parabasalia, bachořci a jiní anaerobní nálevníci využívají v tomto prostředí hydrogenosom (Hausmann a Hülsmann 2003). Další anaerobní prvoci mají v tomto případě v cytoplazmě metanogenní bakterie, jako je například bakterie *Methanobacterium formicicum* nacházející se v buňkách nálevníka *Metopus paleaformis* (Finlay a Fenchel 1991). Dalšími organismy, které mohou mít prvoci ve své cytoplazmě, jsou zelené řasy rodu *Chlorella*, výhodou je zásobování prvoka fotosyntetickými látkami (Hausmann a Hülsmann 2003).

Co se týká faktorů biotických, existuje mezi prvoky a dalšími organismy hned několik vztahů. Obecně můžeme vymezit místo jejich života na ektobiotický (žijí na povrchu jiného organismu), endobiotický (žijí uvnitř jiného organismu) nebo endocytobiotický (žijí v buňce jiného organismu). Prvním vztahem je komenzalismus, který se vyznačuje pozitivním přínosem pro komenzála (v našem případě prvoka) a neutrálním pro hostitele. Typickým příkladem jsou rournatky nebo kruhobrví nálevníci přisedlí na korýších, vodních broucích nebo vodních plžích, ale i prvoci, podílející se na trávení celulózy u býložravců. Naopak u prvoků, kteří ovlivňují trávení celulózy u termitů nebo švábů se jedná o mutualismus, tedy o vzájemně prospěšný vztah. Prvoci také mohou být parazity, způsobují hned několik onemocnění jak jiných prvoků, tak živočichů a rostlin. Zajímavostí je, že ještě neexistuje

účinná vakcinace proti těmto parazitům, důvodem budou jejich složité vývojové cykly a schopnost měnit svoje antigenní vlastnosti (Hausmann a Hülsmann 2003).

Významným milníkem v ekologii bylo v roce 1983 formulování mikrobiální smyčky (obr. 1), která vychází z bádání týmu vědců ze Scipps Institution of Oceanography v Kalifornii (Azam et al. 1983). Tento koncept vysvětluje, jak funguje rychlý koloběh organického uhlíku a anorganických živin ve vodách, kde společně interagují mikroorganismy, jako jsou bakterie, bičíkovci, nálevníci spolu se sinicemi a drobnými řasami. Mikrobiální smyčka má v některých vodních ekosystémech obzvláště specifickou roli. Klasická představa o mikrobiální smyčce předpokládá, že sinice a řasy v primární produkci využívají oxid uhličitý, který je uvolňován v procesu respirace ostatními mikroorganismy, čímž fytoplankton roste a zároveň je část primární produkce uvolněna do okolí ve formě rozpuštěného organického uhlíku (DOC- Dissolved Organic Carbon). V biomase fytoplanktonu je obsaženo velké množství organického uhlíku, který následně konzumuje zooplankton. Ten poté může vyloučit až 20 % rozpuštěného organického uhlíku do volné vody kvůli nedokonalé konzumaci řasových buněk a exkrecí až 80 % uvolněného DOC. DOC uvolněný zooplanktonem je velmi důležitý zdroj potravy pro bakterie. Zejména heterotrofní bakterie dále zpracovávají DOC spolu s odumřelou organickou hmotou (čímž recyklují i fosfor a dusík). Tuto bakteriální biomasu dále požírají bičíkovci a menší nálevníci, kteří jsou následně sežráni zooplanktonem, a tak se do vyšších trofických úrovní dostává uhlík, dusík a fosfor. Mikrobiální smyčka tedy napomáhá vracet DOC do biomasy, která je konzumovatelná sekundárními producenty. Bez tohoto procesu by byly rozpuštěné látky, včetně DOC, rozptýleny v okolním prostředí a do potravního řetězce by se nedostaly (Rulík 2022).



Obr. 1. Schéma koloběhu uhlíku a role mikrobiální smyčky (Rulík 2022).

3.3 Současné pojetí fylogeneze prvoků a srovnání vyučovaných taxonomických systémů

Studium prvoků se rozvíjelo s objevem světelné mikroskopie od 16. století, později s rozvojem nových zobrazovacích technik a především ve 2. polovině 20. století díky objevu metod molekulární biologie. Jedním z prvních vědců, který přinesl v 18. století ucelený pohled na systematiku organismů, byl Švéd Carl Linné. Jednobuněčné mikroskopické organismy však bylo problematické do systému zařadit. Richard Owen (1858), následovaný Johnem Hoggem (1860) vyčlenili prvoky do samostatné skupiny a nazvali ji Protoctista. Ernst Haeckel (1866) přejmenoval tuto skupinu na Protista, ale po zhruba 80 letech v roce 1947 byla znovu Herbertem Copelandem přejmenována na Protoctista.

Ve 20. století se klasifikace této skupiny dále měnila, zejména díky objevu prokaryotické a eukaryotické buňky Edouardem Chattonem, a následující rozdělení organismů na Prokaryota a Eukaryota. H. Copeland přeřadil prvoky mezi Protoctista. Vědec Robert Whittaker mimo založení nové říše Fungi udělal úplně nový koncept systematiky, používaný následně několik desítek let. Organismy rozdělil na prokaryotické a eukaryotické, přičemž v prokaryotických byla jedna skupina Monera a v eukaryotických hned čtyři a to Protista, Plantae, Fungi, Animalia.

Metody elektronové mikroskopie a následně i molekulární fylogenetiky posouvají náš pohled na systém organismů, zejména u jednobuněčných eukaryot. Významný evoluční biolog Thomas Cavalier-Smith se věnuje klasifikaci i jednobuněčných eukaryot a vymezení hranic mezi jednotlivými vývojovými větvemi (Cavalier-Smith 2022). V jeho prvotním konceptu (Cavalier-Smith 1981) měla Protista svoji říši. V pozdější úpravě (Cavalier-Smith 1993) vymezil další skupinu, kterou pojmenoval Archezoa, což byly organismy převážně anaerobní a patřily do ní trichomonády a giardie. Tuto skupinu ale následně (Cavalier-Smith 1998) zařazuje jak podskupinu ke skupině Protozoa. Zároveň z této říše odebírá Myxozoa a Opalinata. I po nesčetných úpravách byla skupina Protozoa skupinou pro všechny organismy, které se nedaly snadno zařadit.

Následovalo důkladné genové sekvenování a v roce 2005 kanadský biolog Sina Adl s kolektivem představili nový ucelený koncept (tab. 1) – upravená pouze na zástupce „prvoků“).

Tab. 1. Zařazení prvoků do superskupin na základě sekvenace (Adl et al., 2005).

Název superskupiny	Příklady zástupců z „prvoků“
Amoebozoa	lobózní améby
Opisthokonta	trubénky
Rhizaria	mřížovci, dírkonošci
Chromalveolata	výtrusovci, nálevníci
Excavata	diplomonády, oxymonády, trypanozomy

V roce 2012 byl koncept aktualizován a složení některých superskupin se změnilo, popřípadě se některé superskupiny spojily (Macháček et al. 2016, Hausmann a Hülsmann 2003). Dle článku O. Vrtišky (2021) se dnes rozlišuje kolem devíti superskupin, přičemž jedna patří houbám a živočichům (označované jako Obazoa), další rostlinám (Archeplastida) a zbytek patří protistům, přičemž i někteří zástupci jsou řazeni do superskupiny Obazoa nebo Archaeplastida. Důležitou poznámkou je fakt, že systém se neustále mění a v příštích letech se dozajista měnit bude (Čepička 2019).

Systém organismů je vyučován ve školách v různé podobě. Obecně v anglosaských zemích se stává trendem vyučovat dané zástupce zcela odtržené od systému, právě kvůli jeho nepřehlednosti. V českých školách je systematika pro výuku považována za důležitou, i přesto se některé školy snaží zařazovat zástupce bez systému. (Macháček et al. 2016).

3.4 Nejvýznamnější zástupci a skupiny

3.4.1 *Trypanosoma* spp.

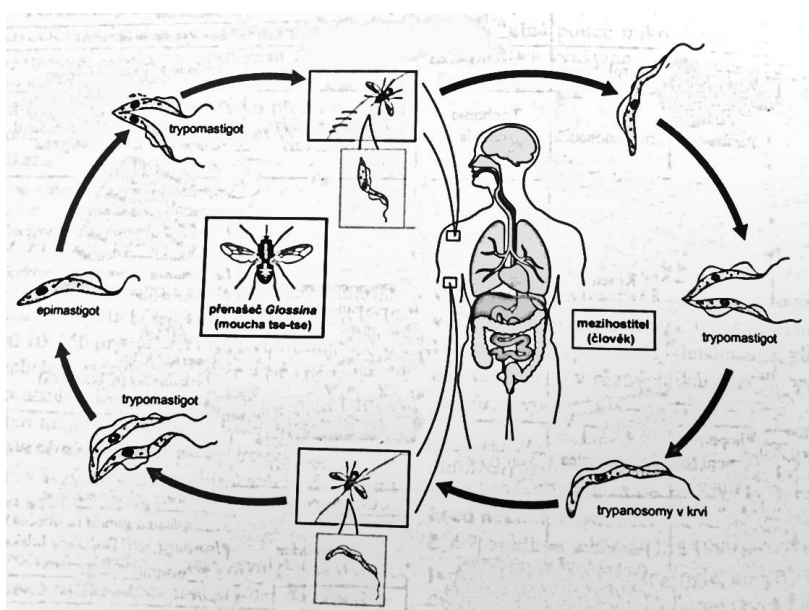
Trypanozomy se dle nejnovějšího systému řadí k superskupině Excavata, zahrnují parazity, dříve řazené k bičíkovcům. Mezi trypanosomy patří zejména původce dvou závažných onemocnění člověka: 1/ spavé nemoci – za původce jsou považované africké trypanosomy a jako přenašeči jsou označeny mouchy tse-tse (*Glossina*); 2/ Chagasovy nemoci – původcem je trypanosoma americká, kterou přenáší ploštice z čeledi *Reduviidae* (Hurych a Štícha 2021).

Do skupiny **afrických trypanosom** patří extracelulární parazité trypanosoma spavičná (*Trypanosoma brucei gambiense*) a morfologicky podobná trypanosoma dobytčí

(*Trypanosoma brucei rhodesiense*). Mají štíhlou buňku s jedním bičíkem, který míří dopředu, čímž se kolem něho tvoří undulující membrána. Trypanosomy jsou charakteristické svou schopností přeměňovat glykoproteiny na povrchu buňky. Umí přeskupovat svůj genom a tím syntetizovat nové variabilní povrchové glykoproteiny (VSG-Variant surface glycoprotein). Tento mechanismus jim umožňuje být nerozpoznatelný před imunitním systémem hostitele (Hurych a Štícha 2021, Volf a Horák et al. 2007). Trypanosoma spavičná má pouze jednoho hostitele a tím je člověk. Tento druh je vázán na okolí řek a vodních ploch, je typický pro centrální a západní oblast Afriky. Způsobuje chronickou formu spavé nemoci. Trypanosoma dobytčí napadá ve větší míře zvířata, vyskytuje se především ve východní části Afriky a je vázaná na savany. Způsobuje akutní formu spavé nemoci (Hurych a Štícha 2021).

Životní cyklus (obr. 2):

Ve slinných žlázách mouchy tse-tse se nachází infekční stádium tohoto parazita, které se nazývá trypomastigot. Do krve hostitele se dostanou bodnutím mouchy tse-tse, která tuto krev saje. Utvoří se vřed (trypanosomový šankr) a z tohoto místa putují lymfou, čímž se trypomastigoti šíří cévním systémem. V této fázi buď mohou putovat až do CNS hostitele, kterou poškodí, nebo mohou být znovu nasáti mouchu tse-tse, v jejímž trávicím traktu se rozmnožují. Stávají se z nich formy epimastigotů, které se dostávají do slinných žláz, tam dozrávají v trypomastigoty a mohou vstoupit do nového hostitele (Hurych a Štícha 2021, Volf a Horák et al. 2007, Votava et al. 2003).



Obr. 2. Životní cyklus trypanosomy spavičné (upraveno podle Votava et al. 2003).

Obecně spavá nemoc končí fatálně, vlivem vyčerpání imunitního systému, který je pořád kvůli uvolňování toxinů z rozpadajících se těl trypanosom, aktivován (Volf a Horák et al. 2007). Akutní fáze trvá týdny, chronická až několik let. Pro prokázání této nemoci je odebrán vzorek krve, který je dále zkoncentrován (např. centrifugací), a je obarven podle Giemsy, což je barvivo složené z methylenové modři, eosinu a azuru rozpuštěných v methanolu a glycerolu. Dále se tento roztok může ředit destilovanou vodou (Hurych a Štícha 2021, Julák 2009).

Mezi **americké trypanosomy** se řadí trypanosoma americká (*Trypanosoma cruzi*). Od afrických se liší svojí morfologií, konkrétně tím, že americké trypanosomy mají extracelulární i intracelulární stádium. Stejně jako u předchozího druhu se extracelulární stádium nazývá trimastigot, tvarově štíhlý s bičíkem a undulující membránou. Intracelulární stádium se označuje jako amastigot-tvarově oválný bez bičíku.

Trypomastigot je infekční stádium, nachází se v trávicí soustavě ploštic z čeledi *Reduviidae*, které se živí krví a přitom defekují, to znamená, že společně s krví se do těla, konkrétně do krevního systému, dostávají i trypomastigoti. Amastigoti se z nich stávají ve chvíli, kdy se dostanou až do tkání jako je mozek nebo srdce, kde dochází k odpadnutí bičíku. Tam probíhá binární dělení, až hostitelská buňka praskne, čímž se amastigoti uvolní a napadají další tkáň, nebo se přemění na trypomastigoty a proudí v krvi. Tato forma může být znovu nasátá plošticí a v jejich trávicím traktu se změnit v epimastigoty. Tato trypanosoma se dá přenést i krevní infuzí. (Hurych a Štícha 2021, Gardner et al. 2022, Volf a Horák et al. 2007).

Chagasovou nemocí trpí lidé především ve Střední a Jižní Americe. Infikují se právě poštípáním plošticí. Toto onemocnění může mít asymptomatický, akutní nebo chronický průběh. Lék v dnešní době zatím neexistuje. Příčinou smrti bývá nejčastěji srdeční selhání (Hurych a Štícha 2021). U dětí vlivem této nemoci může docházet k akutnímu zánětu srdeční nitroblány (Volf a Horák et al. 2007).

3.4.2 Bičenka poševní (*Trichomonas vaginalis*)

Tento druh byl dříve řazen mezi bičíkovce, nyní Excavata. Je to kosmopolitně rozšířený prvok, který je přenášen pohlavním stykem. Obecně se zdravotní komplikace spojené s přítomností parazita v těle označují jako trichomoniáza. U žen se projevuje hnisavým zánětem poševní sliznice, u mužů způsobuje uretritidu. Mužům hrozí až sterilita v důsledku zánětů prostaty a

nadvarlat (Hurych a Štícha 2021, Volf a Horák et al. 2007). U žen v těhotenství může akutní trichomoniáza způsobit předčasný porod. Zároveň osoby, které tímto onemocněním trpí, jsou více náchylné k viru HIV. Lékem, proti tomuto parazitovi, jsou 5-nitroimidazolové preparáty, jako je například metronidazol. Některé kmeny už si ale vytvořily vůči tomuto prostředku rezistenci. Je dokázáno, že v oblastech USA, Austrálie a Afriky souvisí vyšší výskyt této nemoci se způsobem sexuálního chování v určitých etnikách (Volf a Horák et al. 2007). Bičenka poševní se vyznačuje typickou morfologií. Má hruškový tvar se 4 bičíky a undulující membránou. Jediná forma tohoto prvka je trofozoit. Trichomoniáza se prokazuje mikroskopicky z výtěru močové trubice nebo z vaginálního výtěru, který se následně barví dle Giemsky, viz výše (Hurych a Štícha 2021, Julák 2009).

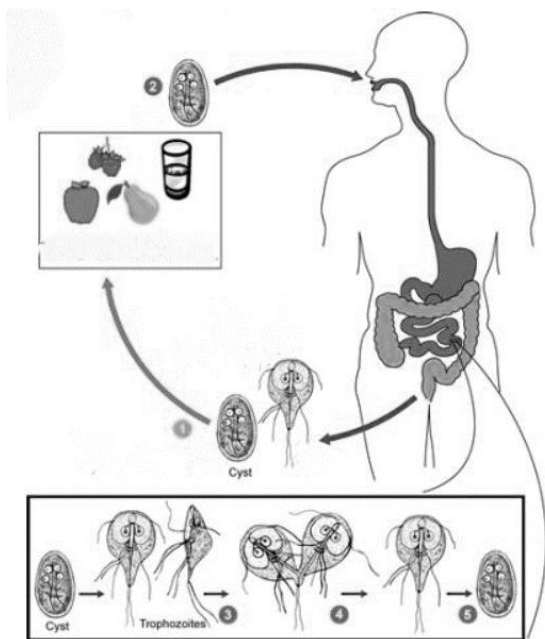
3.4.3 Lamblie střevní (*Giardia duodenalis*)

Lamblie střevní, dříve zástupce bičíkoců, je nyní řazena do superskupiny Excavata. Tento prvek způsobuje průjmové onemocnění zvané giardióza. Lidé se mohou nakazit zejména v oblastech, kde panují zhoršené hygienické podmínky, nejčastěji ze znečištěné vody. Přenáší se fekálně-orální cestou (Hurych a Štícha 2021). Podobné onemocnění u zvířat působí jiné druhy lamblí (Volf a Horák et al. 2007).

Hruškovitým tvarem se podobá bičenke poševní, ale na rozdíl od ní má lamblie střevní přísavný disk, který je vytvořen z pelikuly, pomocí něhož se přichytává na enterocyty v tenkém střevě. Tato forma se označuje trofozoit. Další odlišností je dvoustranná souměrnost lamblie spolu s 8 bičíky a 2 jádry (Hurych a Štícha 2021, Papáček et al. 2000). Zvláštností tohoto rodu je přítomnost rudimentárního pozůstatku mitochondrie, čímž je mitosom (Volf a Horák et al. 2007).

Životní cyklus (obr.3):

Tento parazit se do svého hostitele dostává v podobě cysty, kterou hostitel přijme spolu s kontaminovanou vodou, popřípadě jídlem. Cysta se dostává až do žaludku, kde díky kyselým žaludečním šťávám dochází k počátku excystace, následně se dokončí ve dvanáctníku a takto vzniklí trofozoiti se zde přichytí na enterocyty. Na těchto buňkách se množí binárním dělením. V konci tenkého střeva se parazité znovu encystují a takto vzniklé cysty jsou se stolicí vyloučeny a mohou se šířit na další hostitele (Hurych a Štícha 2021).



Obr. 3 Životní cyklus lamblie střevní (upraveno podle CDC 2006, dostupné z: https://www.cdc.gov/parasites/giardia/images/giardia_lifecycle.gif).

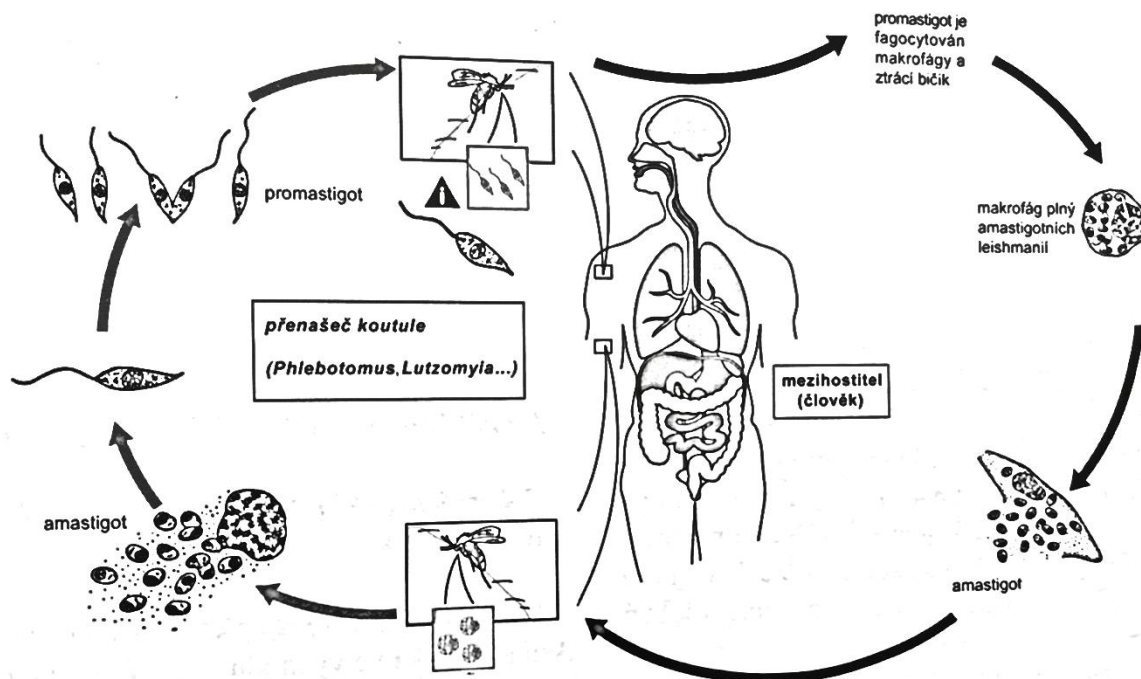
Samotné onemocnění giardiózy probíhá ve většině případů asymptomaticky. V případě, že se jedná o symptomatickou formu, vyznačuje se tato nemoc průjmy, které ale postupně samovolně odezní. Pro děti a oslabené jedince je giardióza závažná a může způsobit až malabsorpční syndrom. Tohoto prvka můžeme diagnostikovat přímým průkazem trofozoita nebo cysty ve stolici (Hurych a Štícha 2021).

3.4.4 *Leishmania* spp.

Leishmanie byly tradičně zařazovány mezi bičíkovce, nově je řazena do superskupiny Excavata. Vyskytují se především v subtropických a tropických oblastech, způsobují nemoc zvanou leishmaniózu. Podle výskytu také můžeme toto onemocnění dělit na leishmaniózy Starého světa (Asie, Afrika, jižní Evropa) a Nového světa (Jižní Amerika). Další dělení leishmanióz je podle místa projevu na kožní, mukokutánní a viscerální. Na člověka se prvek přenáší bodavým hmyzem rodu *Phlebotomus* a *Lutzomyia* (Hurych a Štícha 2021, Volf a Horák et al. 2007).

Životní cyklus (obr. 4):

Morfologicky si jsou jednotlivé druhy leishmanií podobné, v extracelulární fázi mají dlouhý bičík (forma zvaná promastigot), ve fázi intercelulární bičík ztrácejí (forma nazývaná amastigot). Leishmanie se do lidského těla dostane při bodnutí ze slinných žláz hmyzu výše zmíněných rodů. Forma promastigotů je fagocytována makrofágy, a tak se přenáší do monocyto-makrofágového systému. Na amastigoty se mění intracelulárně a množí se binárním dělením. Buňka praskne a prvoci jsou rozptýleni do okolí. Pokud bodavý hmyz nasaje krev z infikovaného člověka, amastigoti se změjí v trávicím traktu na promastigoty a migrují do slinných žláz (Hurych a Štícha 2021, Votava et al. 2003).



Obr. 4. Životní cyklus leishmanie (upraveno podle Votava et al. 2003).

3.4.5 Dřívější skupina nálevníci

Český název této skupiny prvoků vychází z ekologie, jednotlivé zástupce nálevníků je možné spatřit v senném nálevu (při kultivaci několika dní ve vodě se jejich cysty, ulpívající na vegetaci, vyvíjejí v dospělé jedince). Tato skupina byla revidována a jednotliví zástupci byli rozřazeni do jiných skupin, většina z nich do superskupiny Chromalveolata (Papáček et al. 2000).

Mezi základní morfologické znaky nálevníků patří cortex, tvořený vlastním membránovým pokryvem (pelikula) a dalších fibrilárních struktur (infraciliatura). Pelikula se skládá

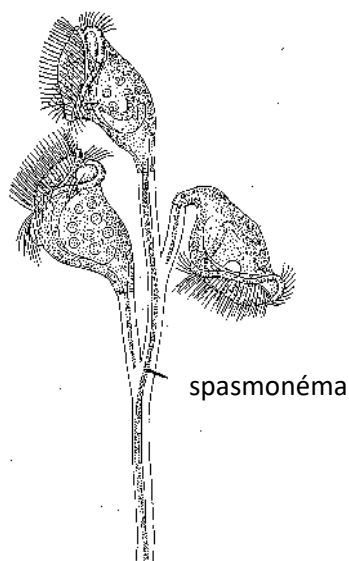
z membrány podél celého těla, a pod níž se nachází membránové měchýřky, které k sobě mozaikovitě přiléhají. Na povrchu těla se nachází zúžená místa, kterými přijímají nebo vylučují potravu- jsou označeny jako buněčná ústa a buněčná řít. Dále jsou v pelikule trichocysty, což jsou orgány obsahující látky na bázi buněčných jedů, které jsou při podráždění vystřeleny do okolí a tuhnou v rosolovité vlákno. Typické jsou také pohybové orgány na povrchu těla, řasinky a brvy (cilie), které se svou stavbou podobají bičíkům. Řasinky jsou spojeny pod pelikulou sítí bílkovinných vláken, která zajišťuje koordinaci pohybu řasinek. Cilie se také mohou spojovat a tvořit složitější útvary. Příkladem je cirrus, který má tvar prstence a většinou se vyskytuje u ústního otvoru. Jedna z nejvýznamnějších znaků je existence dvou typů jader. Velké vegetativní jádro (makronukleus) řídí téměř všechny životní funkce kromě rozmnožování. To má na starost malá generativní jádro (mikronukleus). Poslední jedinečnou organelou je pulzující vakuola (Papáček et al. 2000, Volf a Horák et al. 2007).

Rozmnožování je buď pohlavní, nebo nepohlavní. Při nepohlavním rozmnožování popisujeme příčné dělení. Konjugace je naopak typickým pojmem pro pohlavní rozmnožování. Při tomto procesu dochází k přiložení dvou jedinců (gamontů) svými buněčnými ústy k sobě. V této chvíli se vegetativní jádra obou rozpadají a generativní jádra prodělají meiózu. Následně si jedinci ústy předají každý jedno haploidní jádro, to splyne s haploidním jádrem toho druhého, které nikam nemigrovalo. Na konec se znovu vytvoří jaderný aparát (Papáček et al. 2000). Nálevníci se živí fagocytózou, ať už bakterií, rostlinných vláken nebo jiných nálevníků. Existují ale druhy, kterým vymizel ústní otvor, a tak se živí osmózou nebo pinocytózou (Volf a Horák et al. 2007).

Asi nejznámějším rodem této bývalé skupiny je treпка (*Paramecium* spp.). Nejvýznamnějším zástupcem je treпка velká (*Paramecium caudatum*), která se často vyskytuje v senném nálevu v povrchové blance, kde pohlcují bakterie. V přírodě spolu s dalšími druhy žijí v rybnících, loužích, tůních nebo třeba rašeliništích, obecně ve znečištěnějších vodách. Dalším zajímavým zástupcem tohoto rodu je *Paramecium aurelia*, -který dle článku T.M. Sonnerbornové z roku 1943 pouze svojí přítomností umí zneškodnit příslušníky jiných kmenů na základě vylučování antibiotika paramecinu (Klaban 2011). Morfologicky velice podobné rodu *Paramecium* jsou bobovka (*Colpidium* spp.) a vejcovka (*Glaucoma* spp.) (Volf a Horák et al. 2007, Sedlák 2002).

Další významné rody, které se od trepek liší především přisedlou strategií života, jsou mrskavka (*Stentor* spp.) a vířenka (*Vorticella* spp.). Mrskavky jsou největšími nálevníky, mají brvy dvojího typu, a buňky mají často zbarveny různými pigmenty-(růžové, červené nebo modré). Vířenky mají své brvy seřazené do kruhu. Jednotlivci mají stopku a v ní stažitelné vlákénko (spasmonéma), které je složeno z myoném (obr. 5).

Tito zástupci mají také stádium, které se nazývá telotroch, což je volně pohyblivé stádium (Volf a Horák et al. 2007, Sedlák 2002, Uvíra ústní sdělení 2022).



Obr. 5 Morfologie vířenky (upraveno podle Grell 1973).

Dalším rodem jsou rournatky (*Suctorina*), které se rozmnožují nepohlavním dělením, jejich dospělá stádia postrádají řasinky a žijí přisedle na rostlinách, vodních korýších nebo hmyzu. Jsou to zástupci draví, rourkovitými výrůstky chytají jiné prvky (Papáček et al. 2000). Zajímavým druhem tohoto rodu je rournatka blešivcová (*Dendrocometes paradoxus*), která žije na žaberních plátcích blešivce. Podobnou strategii volí límcovka blešivčí (*Spirochona gemmipara*), které také patří k bývalým nálevníkům (Vávra 2018).

Obzvláště významnou skupinou jsou bachořci (*Entodiniomorpha* spp.). Jsou to velice specializovaní endokomezalové trávicího traktu býložravců, kde se živí střevními bakteriemi a napomáhají štěpit celulózu. Jejich buňky jsou chráněny skeletovými destičkami. Hostitelé na nich ale nejsou zcela závislí. Pravděpodobně se této životní strategii přizpůsobili díky životu ve hnoji a fekáliích (Uvíra ústní sdělení 2022, Sedlák 2002).

Mezi parazity z dřívější skupiny nálevníků patří vakovka lidská (*Balantidium coli*), která způsobuje průjmová onemocnění. K nákaze dochází alimentární cestou při požití infikovaného vepřového masa. Rozšířen je kosmopolitně, obecně převažuje v oblastech s nižším hygienickým standardem (Hurych a Štícha 2021).

3.4.6 Měňavky

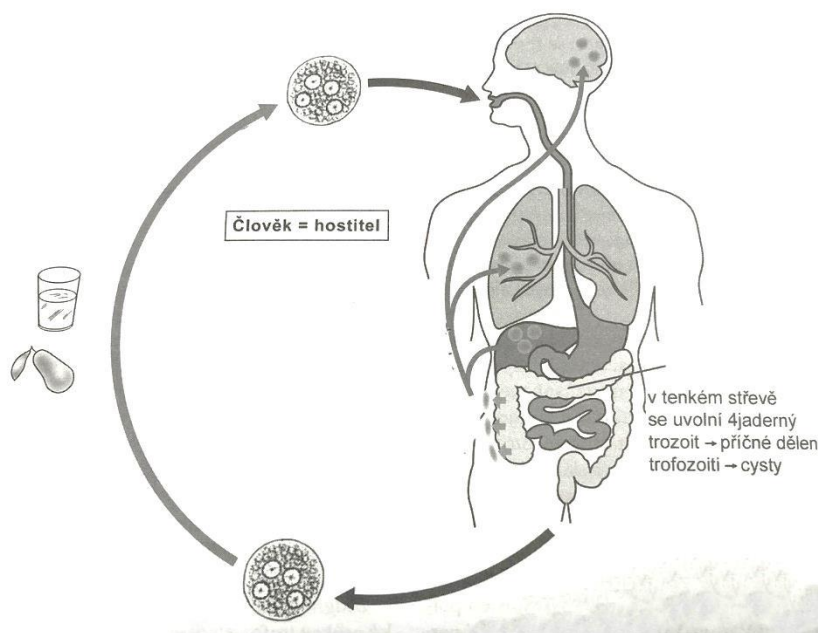
Rod měňavek dříve patřil mezi kořenonožce. V dnešním systému je většina měňavek řazena do superskupiny Amoebozoa. Jejich typickým znakem jsou vychlípitelné výběžky cytoplazmy (panožky), kterými fagocytují potravu, a slabá či chybící pelikula. Měňavky jsou vždy bez schránek a nemají své panožky ničím vyztužené (Volf a Horák et al. 2007, Papáček et al. 2000).

Nejvýznamnější volně žijícím druhem je měňavka bahenní (*Pelomyxa palustris*), známá především ze zahnívající vody nebo v bahna s nedostatkem kyslíku (Papáček et al. 2000). Tento zástupce je známý už od poloviny 20. století, ale i přesto se až v posledních letech prokázalo, že se na jeho těle objevují bičíky, i když pravděpodobně nepohyblivé (Hausmann a Hülsmann 2003).

Jednou z významných měňavek, co se týče parazitologie, je měňavka úplavičná (*Entamoeba histolytica*). Tento prvok způsobuje střevní infekci (amébová úplavice), ale i mimostřevní infekce (jaterní amébový absces), které mohou být velice vážné, až letální, protože prvok vylučuje trávicí enzymy, kterými natráví buňky výstelky střeva a živiny pak pohlcuje (Papáček et al. 2000). Rozšíření je kosmopolitní, vyšší v oblastech s nižším hygienickým standardem, neboť přenos je fekálně-orální cestou. Morfologie tohoto zástupce je specifická. Pokud je prvok ve stádiu trofozoita, což je stádium aktivní, může tvořit dvě formy. Forma minuta je neinvazivní, velikostně menší a je schopná tvořit cysty s 1-4 jádry. Forma magna je naopak invazivní, velikostně větší, ale netvoří cysty. Dále umí produkovat proteolytické enzymy, které dokáží proniknout až do střevní sliznice a dále, čímž může způsobit i mimostřevní infekci (Hurych a Štícha 2021).

Životní cyklus (obr. 6):

Do těla hostitele se měňavka úplavičná dostává ve formě cyst. V žaludku se činností žaludečních kyselých šťáv začíná excystovat a uvolní se ve střevě v podobě formy minuty, kde se binárně dělí a konzumuje bakterie. Následně tvoří cysty, které jsou vylučovány společně se stolicí z těla. V tlustém střevě se může forma minuta přeměnit na formu magnu, za jakých podmínek se zatím neví. Tato invazivní forma se dále může šířit střevní sliznicí, ale i mimo ni do jater (Hurych a Štícha 2021, Votava et al. 2003). Co se týče amébové úplavice, infekce trofozoitem probíhá zpravidla asymptomaticky. Forma magna ale vyvolává onemocnění, pro které jsou typické tyto příznaky: bolesti břicha, křeče a průjem s příměsí hlenu a krve. Pro jaterní amébový absces jsou typické septické horečky, bolesti v pravém podžebří, a hlavně tvorba velkých abscesů. Při diagnostice je důležité kromě přímého pozorování využít také metody PCR, protože mikroskopicky se měňavka úplavičná nedá rozeznat od druhu *Entamoeba dispar*, která je však neinvazivní (Hurych a Štícha 2021).



Obr. 6 Životní cyklus měňavky úplavičné (upraveno podle Votava et al. 2003).

3.4.7 *Eimeria* spp.

Tento rod dříve patřil do skupiny výtrusovců, nově je řazen mezi Chromalveolata. Jedním z významných znaků dřívější skupiny výtrusovců, společná i pro rod *Eimeria*, byla přítomnost apikálního komplexu, díky kterému tito zástupci pronikají do hostitelských buněk. Tento rod je typicky jednohostitelský. Od ostatních rodů se liší tím, že oocysty vychází z těla hostitele

nesporulované a že se jeho sporocysty otevírají rozpuštěním Steidova tělíska. Řada zástupců tohoto rodu patří k parazitům (Volf a Horák et al. 2007). Pokud se jedná o parazita, v hostiteli probíhá prvně asexuální rozmnožování, poté se množí pohlavně a produkují oocysty, které odchází z těla spolu s výkaly (Gardner et al. 2022).

Eimeria tenella způsobuje zánět slepých střev kura domácího. Proti tomuto prvokovi se dá očkovat vakcínou „Livacox“, která byla vyvinutá v České republice. Kokcidie jaterní (*Eimeria steidai*) napadá králíky, konkrétně jejich jaterní buňky a epitely žlučových kanálků. Další druhy parazitují na prasatech-známo 11 druhů nebo na skotu-známo 14 druhů (Volf a Horák et al. 2007).

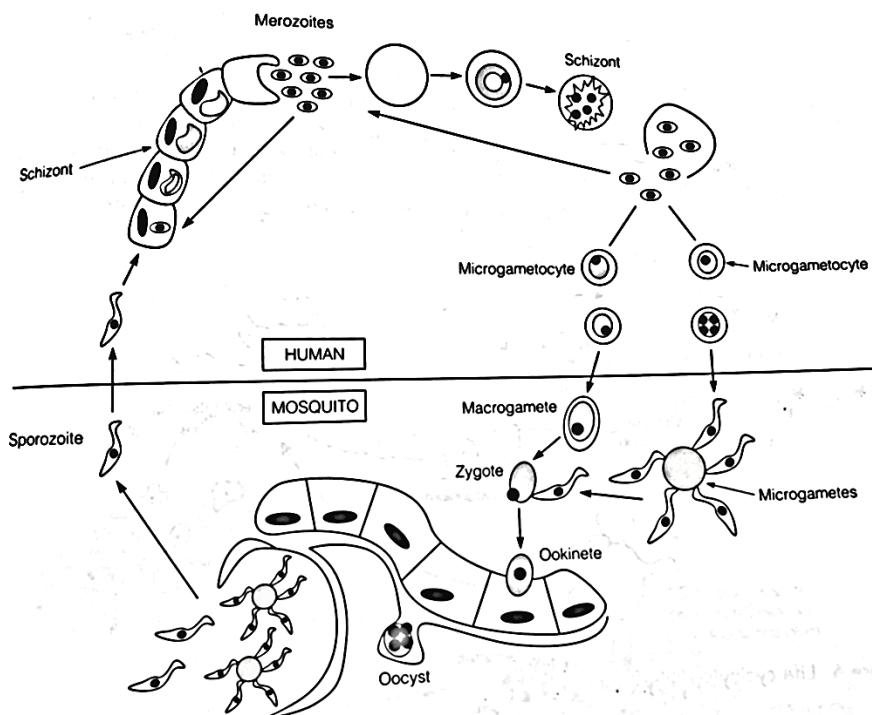
3.4.8 Rod zimnička (*Plasmodium* spp.)

Tento rod prvoků, původně řazený mezi výtrusovce, je dnes řazen do superskupiny Chromista. Zimničky způsobují malárii, která se vyskytuje hlavně v tropických a subtropických oblastech, přičemž 85 % onemocnění je v Africe. Zástupci zimniček mají velice složité životní cykly, během nichž vystřídají mnoho různých forem. Sporozoit je infekční stádium při přestupování z komára na člověka. Trofozoit je forma, která se vyvíjí, nejčastěji v erythrocytech. Schizont je zralá, dospělá forma v erythrocytu nebo hepatocyту, ve které jsou merozoity. Merozoit je stádium, které může napadat další somatické buňky (erythrocyty, hepatocyty), které se uvolňují při rozpadu schizontu. Poslední formou je gametocyt, který je formou sexuální.

Životní cyklus (obr. 7):

Obecně probíhá vývoj ve dvou hostitelích, jimiž jsou komár *Anopheles*, což je zároveň i hostitel definitivní, a obratlovci. Pouze v definitivním hostiteli může proběhnout pohlavní rozmnožování. Další hostitelé jsou infikováni sáním komára *Anopheles*, jehož sliny jsou vpraveny do těla hostitele a obsahují sporozoity prvoka. Dále můžeme jeho následný životní cyklus rozdělit do dvou fází, kterými jsou exoerythrocytární fáze a fáze erythrocytární. Nejprve v exoerythrocytární fázi napadají sporozoiti hepatocyty, ve kterých probíhá jejich dělení, a tím vznikají schizonti s obsahem merozoitů. Infikovaná jaterní buňka praská a merozoiti se uvolní do krve. Následuje erythrocytární fáze, ve které merozoiti, kteří se nacházejí v krvi, napadají erythrocyty a v nich se přeměňují na meronty (také se označují jako prstýnky v erythrocytech). Ty se dělí znovu a znovu, tvoří schizonty plné merozoitů, které po naplnění a prasknutí

červené krvinky napadají další erythrocyty. Po několika erythrocytárních cyklech se vyvinou v krvi mikrogametocyty a makrogametocyty, což jsou pohlavní formy *Plasmodia*. V tento okamžik jsou v těle hostitele jak sexuální, tak asexuální podoby prvoka. Jelikož je člověk pouze mezipostupem a neprobíhá v jeho těle pohlavní rozmnožování, musí být sexuální stádia nasáta komárem *Anopheles*, v jehož pohlavním traktu se dokončí pohlavní rozmnožení, jehož výsledkem je zygota (poté co splyne mikrogametocyt s makrogametocytem). Ta se poté, co opustí trávicí trakt, přemění na oocystu, která je naplněná sporozoity. Ti se po prasknutí cysty znovu šíří do slinných žláz (Hurych a Štícha 2021, Gardner et al. 2022).



Obr. 7 Životní cyklus rodu zimničků (upraveno podle Baker a Nicklin a Griffiths 2011).

Onemocnění, které tento rod prvoků způsobuje, se nazývá malárie. Typickým projevem jsou malarické záchvaty, které jsou spojeny s vyplavováním toxinů do krve, což je zapříčiněno uvolňováním merozoitů z erythrocytů. *Plasmodium* také umí tvořit toxiny jako produkt svého metabolismu, jedná se například o hemozoin. Malarické záchvaty se vyznačují zprvu třesavkou, po ní následují horečky trvající 2-6 hodin a na závěr přichází silné pocení. Po skončení záchvatu má pacient pocit, jako by byl zcela zdravý, ale záchvaty se pravidelně opakují, což vede k rozvoji anémie. Neléčená malárie může skončit fatálně. Na druhou stranu lidé žijící v tropických oblastech jsou neustále infikováni a proti této nemoci jsou zčásti

imunní. Těhotné ženy, děti ale především turisté jsou nejohroženější skupinou (Hurych a Štícha 2021). Odhaduje se, že každý rok zemře okolo 1 milionu pacientů (Volf a Horák et al. 2007).

Podle délky intervalů mezi malarickými záchvaty můžeme rozlišit 3 druhy malárie:

- Malárie terciána: tento druh je způsobený konkrétně zástupci jako *Plasmodium vivax* (v 80 % případů) nebo *Plasmodium ovale*. Jak už název napovídá, malarické záchvaty jsou v tomto případě každý třetí den (Hurych a Štícha 2021). Zajímavostí je, že v polovině 20. století byl druh *Plasmodium vivax* přítomen na jižním a východním Slovensku, kde způsobil endemickou malárii. Podobná situace byla na jižní Moravě v roce 1945, kdy se místní komáři z rodu *Anopheles* nakazili od procházejících vojáků, kvůli tomu onemocnělo několik stovek místních obyvatel (Hausmann a Hülsmann 2003).
- Malárie kvartána je zapříčiněna zástupcem *Plasmodium malariae*. Malarické záchvaty nastupují každý čtvrtý den. Tato forma je nebezpečná především postižením ledvin.
- Malárie tropika: vůbec nejzávažnější typ malárie. Původcem je *Plasmodium falciparum*. Malarické záchvaty se opakují každý den. Úmrtnost je právě zde nejvyšší. Závažnou formou je mozková malárie, kdy nastávají až komatózní stavy. Pokud pacient přežije, do konce života má neurokognitivní následky.

V jihovýchodní Asii je známá také opičí malárie, kterou působí *Plasmodium knowlesi*. Pro člověka je také potenciálně nebezpečná, protože se může také infikovat (Hurych a Štícha 2021).

Toto onemocnění se diagnostikuje přímo z tlusté kapky periferní krve, která se obarví roztokem Giemsa-Romanowski a hledají se změny na erytrocytech (Julák 2009, Hurych a Štícha 2021). Nejznámějším lékem proti malárii jsou antimalarika, např. chlorochin, chinin, působící na různé druhy r. *Plasmodia*. Preventivně by se lidé v endemických oblastech měli před kousnutím chránit moskytiérymi nebo repelenty (Hurych a Štícha 2021). Lidé, kteří trpí srpkovitou anémií a zároveň jsou v tomto znaku heterozygoti, jsou vůči malárii imunní.

3.4.9 Kokcidie kočičí (*Toxoplasma gondii*)

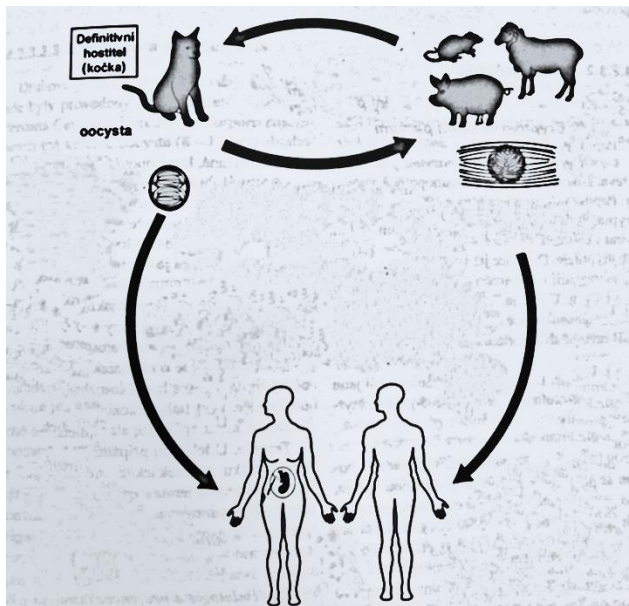
Kokcidie kočičí, dříve ze skupiny výtrusovců, je dle nového systému řazena do superskupiny Chromista. Tento jeden z nejstarších parazitů člověka je kosmopolitně rozšířený. Díky dlouhé

koevoluci si lidé vytvořili určitou míru obranyschopnosti (Hurych a Štícha 2021, Papáček et al. 2000). U většiny infikovaných lidí proběhne promoinfekce jako viróza a dále žádné vážnější problémy nezpůsobuje. Prvok je ale velice nebezpečný pro těhotné ženy, které mohou nákazu přenést na plod, u kterého hrozí vážné poškození v prvním trimestru, a dokonce i potrat. Kokcidie kočičí má také svého definitivního hostitele, čímž jsou kočkovité šelmy. Jako mezihostitele označujeme všechny živočichy kromě kočkovitých šelem.

Jedna z klíčových vlastností tohoto invazivního prvoka je možnost tvořit dvě trofická stádia - tachyzoity a bradyzoity. Tachyzoiti jsou půlměsíčitého tvaru a jsou v těle hostitele, zejména v tělních tekutinách, přítomni v akutní fázi nemoci. V této fázi se prvok dokáže velmi rychle množit v hostitelských buňkách, to také vede k rychlému zamoření hostitelského těla. Naopak bradyzoiti jsou intracelulární klidová stádia. Buňka, ve které se nachází mnoho bradyzoitů, se nazývá tkáňová cysta vyskytující se v kosterním svalstvu nebo v CNS. Dalším morfologickým útvarem je oocysta, což je konečné stádium pohlavního rozmnožování, tato oocysta obsahuje sporozoity (Hurych a Štícha 2021).

Životní cyklus (obr. 8):

Pohlavní rozmnožování kokcidie kočičí se odehrává v enterocytech kočkovitých šelem, vznikají tak oocysty, které se společně se stolicí dostávají do okolí. Oocysty může pozřít mezihostitel (člověk, myš apod.) a v jejich tenkém střevě dojde k uvolnění sporozoitů a ty se dále mění tachyzoity-aktivní stádium. Tachyzoiti dále putují po celém těle a v místech CNS nebo svalů tvoří tkáňové cysty. Tyto tkáňové cysty jsou buňky, které mají parazitoformní vakuolu plnou velkého počtu bradyzoitů. Pokud se bradyzoiti nereaktivují a nepřemění se na tachyzoity, přetrvávají tkáňové cysty v těle až do smrti. K reaktivaci může dojít u imunokompromitovaných osob. Pokud kočkovité šelmy pozřou nakažené maso, infikují se a dojde v jejich těle k pohlavnímu namnožení, tímto se cyklus uzavírá (Hurych a Štícha 2021, Votava et al. 2003).



Obr. 8. Životní cyklus kokcidie kočičí (upraveno podle Votava et al. 2003).

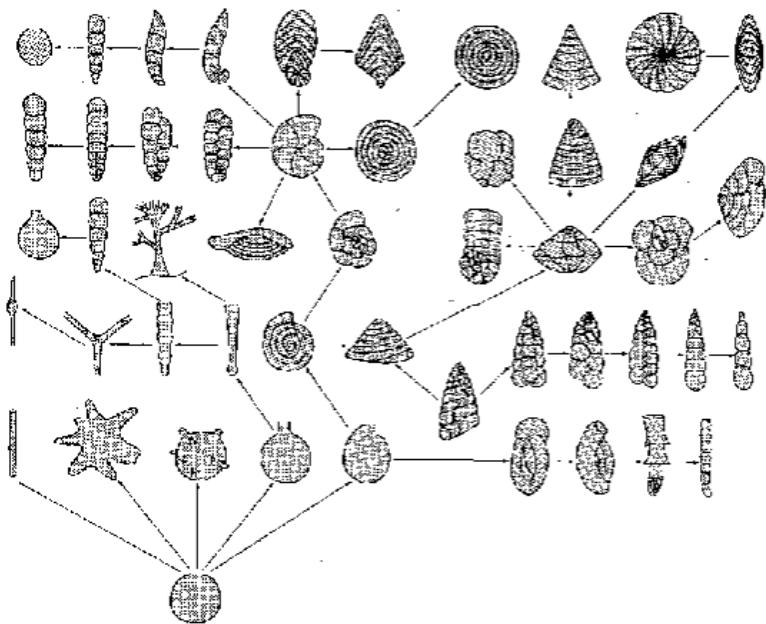
Člověk se může nakazit hned několika způsoby. Jedním z nich je pozření masa (prase, ovce-mezihostitelé), které v sobě obsahuje tkáňové cysty. Tento způsob je pravděpodobně nejčastější příčinou nákazy člověka. Dále může člověk pozřít oocystu z trusu kočkovité šelmy, například ze špatně omyté zeleniny. Také velice častý typ přenosu. Oocystu může člověk pozřít ještě jednou cestou, a to při přímém mazlení se s kočkou. Tento přenos není příliš pravděpodobný, protože kočka je infekční pouze jednou za život a jenom pár týdnů. Posledním způsobem je již výše zmiňovaný přenos z matky na plod. Tato cesta je velmi vzácná, protože k přenosu dochází pouze ve chvíli, kdy matka prodělá aktivní formu tohoto onemocnění v těhotenství (Hurych a Štícha 2021). Většina případů této nemoci proběhne bez jakýchkoliv příznaků. Může ale nastat akutní toxoplazmóza, které se podobá chřipce s horečkami. Vzácně mohou být napadeny orgány jako CNS, játra nebo oči. Onemocnění je života ohrožující u lidí s HIV nebo s AIDS a ve valné většině končí smrtí. Jsou známy i případy, kdy prvok manipuluje chování i psychiku hostitele (Volf a Horák et al. 2007). Pro plod, který se nakazí přes placentu matky, je infekce velice nebezpečná, buď dojde k potratu, nebo se objeví mnohočetné postižení plodu. Typická je Sabinova trias, která obsahuje hydrocefalus, kalcifikaci v mozku a chorioretinitidu (Hurych a Štícha 2021, Gardner et al. 2022). K diagnostice tohoto onemocnění se využívá nepřímý sérologický průkaz protilátek, konkrétně metoda ELISA, pomocí níž se stanovují specifické třídy imunoglobulinů IgG, IgM a IgA (Hurych a Štícha 2021).

3.4.10 Dírkonošci (*Foraminifera* spp.)

Skupina byla dříve řazena do skupiny kořenonožců, dle nového systému se řadí mezi Rhizaria. Všichni zástupci dírkonošců jsou mořské organismy s vápenitými schránkami s mnoha drobnými otvůrkami, kterými vysouvají panožky, a někdy vnitřním labyrintem kanálků. Komůrky i kanálky jsou vyplněné protoplazmou (Hausmann a Hülsmann 2003). Morfologicky jsou jejich schránky různorodé (obr. 9) a je možné je nalézt jako pozůstatek v mořském písku (Papáček et al. 2000).

Jedním z významných vyhynulých zástupců je rod penízek (*Nummulites*). Jeho schránky stočené do spirály mohou v průměru dosahovat až 10 cm. Dnes je známo, že právě jeho schránky tvoří mohutné vrstvy nummulitových vápenců (Papáček et al. 2000). V panožkách některých jedinců se mohou vyskytovat symbiotické zoochlorelly nebo zooxantely a často jsou jejich schránky průsvitné a žijí poblíž povrchu vody. Zástupci bez symbiontů se živí převážně detritem nebo jinými prvky.

Průběh rozmnožování je známý pouze u významných druhů, co bylo ale prokázáno u téměř všech druhů je střídání sexuální a asexuální fáze (Hausmann a Hülsmann 2003).



Obr. 9: Vyobrazení tvarové různorodosti schránek u skupiny dírkonošců (Hausmann a Hülsmann 2003).

Rod *Cycloclypeus*, který dorůstá až 13 cm, je považován za největšího prvoka. Vyskytuje se v Indickém a Tichém oceáně (Uvíra ústní sdělení 2022).

Další, taktéž horninotvorný zástupce, je kulovinka (*Globigerina*). Ta žije dodnes a na dně moří se její schránky usazují, tvoří se globigerinové bahno a z něj se poté tuhnutím tvoří křídové nebo vápencové vrstvy (Papáček et al. 2000).

3.4.11 Mřížovci (*Radiolaria* spp.)

Mřížovci, dříve zařazení mezi kořenonožce, dnes patří do superskupiny Rhizaria. Vyskytují se pouze v mořích. Jsou typičtí tvorbou svých radiálně symetrických až ozdobných schránek z oxidu křemičitého. Od schránek dírkonošců se jejich schránky liší velkými otvory. Po odumření těla prvoka se schránky usazují na dně moří a vzniká tak radiolariové bahno (Papáček et al. 2000).

Ektoplazma mřížovců, která je vakualizovaná, často obsahuje symbiotické obrněnky rodu *Zooxanthella* (Volf a Horák et al. 2007). Mikroskopická pozorování ukázala, že jedna radiolariální buňka může obsahovat až několik tisíc symbiontů řas (Anderson 1980). I proto jsou mřížovci jednou ze skupin mořského planktonu, která hostí jednu z největších diverzit eukaryotních symbiontů. Stávají se tak klíčovou skupinou pro výzkum diverzity mořských symbiontů v oceánech (Bráte et al. 2012).

3.4.12 *Naegleria fowleri*

Tento prvok byl dříve řazen mezi améby, nyní je součástí superskupiny Excavata. Způsobuje fatální onemocnění se 97 % mortalitou. Člověk se může infikovat při koupání v teplých stojatých vodách nebo v horkých pramenech. Parazit proniká přes nosní sliznici (podél čichového nervu) až do centrální nervové soustavy a tady způsobuje primární amébovou meningoencefalitidu (Hurych a Štícha 2021, Volf a Horák et al. 2007).

Ve svém životním cyklu tento prvok vytváří 3 stádia, kterými jsou měňavka, bičíkovec se 2 bičíky a cysta. Člověk se ale nakazí z jakékoliv formy (Hurych a Štícha 2021). Průběh nemoci je velice rychlý, pár dní po nákaze člověk pociťuje prudké bolesti hlavy, nevolnost, horečky, křeče a zvracení. Poměrně rychle přichází kómatózní stav a v průběhu několika dní zemře. Vzhledem k rychlému progresu nemoci pacienta téměř nelze léčit. Lékem je amfotericin B, který se podává přímo do míšního kanálu. I přesto se podařilo zachránit pouze 6 lidí z asi 200. Jedna z největších epidemií se odehrála v Ústí nad Labem v letech 1963–1965, kdy zemřelo

16 dětí a mladých lidí. Důvodem byl špatně udržovaný plavecký bazén (Volf a Horák et al. 2007). Za posledních 50 let bylo v USA zaznamenáno více než 130 případů primární amébové meningoencefalitidy (PAM), z nichž přežili pouze 3 nakažení (Pugh a Levy 2016).

4 MATERIÁL A METODY

Ve své bakalářské práci jsem srovnala učebnice, používané ve výuce biologie na SŠ. Dále jsem nasbírala vzorky prvoků z různých lokalit a vytvořila fotodokumentaci, zpracovala jsem návrh projektového dne a pracovní list. Materiály lze využít pro výuku tématu prvoků na středních školách, ať už v běžných hodinách nebo v seminářích biologie.

4.1 Učebnice pro SŠ

Informace o učebnicích, které se na jednotlivých školách používají, jsem získávala několika způsoby. Od svých spolužáků a z jejich zkušeností z gymnázií, dále prostřednictvím emailové korespondence s jednotlivými učiteli z různých škol po České republice a v neposlední řadě jsem hledala informace na jednotlivých webových stránkách škol. Analyzovala jsem následující učebnice: Obecná biologie (Jelínek a Zicháček 2007), Zoologie (Zicháček 2012), Biologie v kostce (Hančová a Vlková 2004), Nový přehled biologie (Rozsypal et al. 2003), Biologie v souvislostech I (Šíma 2023), Odmaturuj z biologie (Benešová et al. 2013), Biologie živočichů (Smrž 2004). V nich jsem se zaměřila a porovnála systematiku, která je v učebnicích uvedena.

4.2 Elektronické materiály pro SŠ

Pro ucelení výukových materiálů, která se na SŠ používají, jsem vyhledala i vhodné materiály volně dostupné na internetu. Jednou skupinou byly výukové materiály, které byly vytvořené učiteli konkrétních škol a zveřejněné na jejich webových stránkách: Gymnázium Havlíčkův Brod, Slovanské gymnázium Olomouc, Gymnázium Milady Horákové (Praha), Gymnázium J.K.Tyla Hradec Králové, Gymnázium Kutná Hora, Gymnázium Praha, Voděradská. Druhou skupinou byly weby, které nebyly vztažené k žádné škole a materiály mohou využít všichni.

Jsou to webové stránky jako: <https://www.umimefakta.cz/cviceni-prvoci>,
<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://dumy.cz/nahled/47482>,
<https://edisco.cz/biologie/prvoci.php>, <https://biomach.cz/biologie-protist/prvoci>,
<https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=68769&view=10242>,
<https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/92>, <https://orgpad.com/o/B4mb1XGEJN1bhqa2PC9X2g>,
<https://youtube.com/watch?v=0v2wYWc6IPc&t=7s>,
<https://youtube.com/watch?v=KhizWub8LRE>.

4.3 Sběr vzorků v terénu

Vzorky pro mikroskopické studium prvoků jsem sbírala na podzim roku 2023 v okolí Havlíčkova Brodu a v okolí Olomouce - 2 senné nálevy a 11 vzorků vody z přírody (tab. 2, 3).

Tab. 2. Lokace senných nálevů

	popis místa	GPS
1. senný nálev	chovný návesní rybník v obci Věž	49.563342894235646, 15.458064174528694
2. senný nálev	chovný návesní rybník v obci Věž	49.563342894235646, 15.458064174528694

Tab. 3. Lokace vzorků

	popis místa	GPS
1. vzorek	kaluž v parku Flora Olomouc	49.587215180463474, 17.24986178407407
2. vzorek	víko kanálu v parku Flora Olomouc	49.58746625246708, 17.25086871785467
3. vzorek	jezírko ve Smetanových Sadech v Olomouci	49.586507067266275, 17.253357723403212
4. vzorek	vypuštěné jezírko na sídlišti na ulici Karafiátova v Olomouci	49.58788857361846, 17.231216066524972
5. vzorek	kaluž z vyjetých kolejí na lesní cestě v jehličnatém lese	49.578158588424394, 15.42833455791812
6. vzorek	kaliště u slepého ramene Křivoláčského potoka v jehličnatém lese	49.577742794598905, 15.430110894263962
7. vzorek	kaluž na travnaté cestě do vykáčeného jehličnatého lesa	49.57897459199482, 15.428479236697685
8. vzorek	rameno Křivoláčského rybníka v jehličnatém lese	49.58057093950109, 15.425463882127072
9. vzorek	chovný rybník v blízkosti pole mezi obcemi Mozerov a Jedouchov	49.57421428172014, 15.449922325356637
10. vzorek	chovný rybník v obci Leština	49.55851417446729, 15.428594015040563
11. vzorek	louže na poli u radiovysílače v obci Věž	49.567647955615215, 15.456633306314963

4.4 Světelná mikroskopie a fotodokumentace

Z každého vzorku jsem zhotovila několik preparátů, odebírala jsem hlavně povrchovou vrstvu u hladiny. Kapku vzorku jsem přenesla na podložní sklo a přikryla krycím sklíčkem. Preparát jsem pozorovala mikroskopem Olympus BX60 a dokumentovala CCD kamerou DP73 prostřednictvím software FV10-ASW 3.0 Viewer (Olympus) ve fytopatologické laboratoři KB PŘF UP v Olomouci. Vytvořila jsem několik mikroskopických fotek a videí, které mohou sloužit jako ilustrace různých druhů prvoků pro žáky.

4.5 Didaktické materiály

Návrh projektu Den s prvoky byl zpracován v powerpointové prezentaci; jako hlavní aktivitu zahrnuje mikroskopování, které má v biologii malou hodinovou dotaci. Důraz jsem kladla také na zakreslování pozorovaných objektů kvůli rozvoji koordinace ruka-oko. Účelem je přiblížit

studentům postup tvorby senného nálevu a pozorovat prvky komplexně v přirozeném prostředí s ostatními organismy. Tím si studenti mohou uvědomit např. velikostní rozdíly mezi mikroskopickými organismy. Na úvod a také na závěr ve zpětné vazbě jsem zařadila techniku brainstormingu. V úvodu jako připomenutí si znalostí o prvocích a v závěru jako otestování si nově nabytých informací. Pro zpětnou vazbu jsem využila portál Mentimetr. Prezentaci jsem obohatila o fotografie, jak vlastní, tak přejaté, a také o vlastní video.

Pracovní list k projektovému dni jsem vytvořila k opakování již získaných informací o prvocích. Při tvorbě otázek jsem vycházela z poznatků, které jsou uvedeny v učebnicích, které jsem analyzovala. Pracovní list jsem zpracovávala na základě teorie o testových položkách. Využila jsem uzavřené položky přiřazovací, které mají dobrou edukometrickou hodnotu a od žáka vyžadují složité myšlenkové operace. Ve větší míře jsem použila otevřené položky, ať už otevřené položky doplňovací nebo otevřené položky se stručnou odpovědí (Chocholoušková a Müllerová 2019).

Pro studenty Slovanského gymnázia v Olomouci jsem pracovní list obsahově pozměnila. Jako základ jsem použila pracovní list, který je součástí projektového dne. Úpravy byly nutné, protože po hospitaci v hodině paní učitelky Hanákové jsem se dozvěděla, že některé otázky by žáci nebyli schopni z informací z hodiny vyplnit. Dále jsem chtěla dát v pracovním listu důraz na poznávání organismů z fotografií, na to také paní učitelka při hodině kladla velký důraz. Proto je jako poslední otázka zařazena křížovka, společně s poznáváním zástupců a se slovní nápovědou, aby měli žáci větší možnost organismus rozpoznat. Tento pracovní list byl rozdán žákům třídy, ve které probíhala moje hospitace. Následně jsem pracovní listy opravila a vyhodnotila. Po domluvě s paní učitelkou jsem brala v potaz i informace nad rámec látky, která byla probrána a udělila za ně bonusové body. Vyučující to takto ve své třídě praktikuje také.

Při tvorbě všech didaktických materiálů jsem brala v potaz obecné didaktické zásady jako je zásada názornosti, zásada přiměřenosti a srozumitelnosti a také zásada vědeckosti (Dostál, 2011).

4.6 Hospitace v hodinách biologie

Na hospitační hodině, kterou jsem absolvovala na Slovanském gymnáziu v Olomouci dne 7.11.2023 pod vedením Mgr. Moniky Hanákové, jsem si chtěla ověřit, jak je realizována výuka prvků. Výstup z této hodiny jsem popsala do hospitačního záznamu (viz příloha 2).

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky mé bakalářské práce jsou návrh projektového dne formou powerpointové prezentace Den s prvky, pracovní list a vlastní fotodokumentace.

5.1 Analýza RVP

V dokumentu, nazvaném Rámcový vzdělávací program (RVP), jsou pro jednotlivé učební celky všech předmětů uvedeny body očekávaných výstupů a konkrétního učiva. V RVP pro gymnázia z roku 2021 je uvedeno: „Podle očekávaných výstupů by měl žák charakterizovat protista z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska. Učivem je poté stavba a funkce protist.“ Tímto pokynem se musí řídit všechny školy, které tyto body dále upravují a rozvíjejí ve svém dokumentu nazvaném Školní vzdělávací program (ŠVP). V těchto dokumentech lze většinou najít více konkrétních pokynů pro výuku daných témat. Nutno dodat, že výuka biologie se bude v nejbližší době revidovat a lze očekávat velké změny právě u mikroskopických organismů.

5.1.1 Srovnání jednotlivých učebnic

Na základě průzkumu, ve kterém jsem zjišťovala, dle jakých materiálů se v jednotlivých školách učí, jsem vybrala těchto 7 učebnic (tab. 4).

Tab. 4. Učebnice používané na vybraných gymnáziích.

	Obecná biologie (Jelínek a Zicháček 2007)	Zoologie (Zicháček 2012)	Biologie v kostce (Hančová a Vlková 2004)	Nový přehled biologie (Rozsypal et al. 2003)	Biologie v souvislostech I (Šíma 2023)	Odmaturuj z biologie (Benešová et al. 2013)	Biologie živočichů (Smrž 2004)
Gymnázium Chotěboř		+				+	
Gymnázium Eliška Krásnohorské v Praze		+					
Gymnázium Wichterleho Poruba v Ostravě	+	+	+	+		+	+
Gymnázium Ústí nad Labem	+				+		
Gymnázium F.X.Šaldy Liberec	+		+	+		+	+
Gymnázium Třinec	+						
Gymnázium Pardubice		+			+	+	
Gymnázium Děčín		+				+	
Gymnázium Humpolec							+
Gymnázium Ludka Pika v Plzni	+						
Gymnázium Ostrov	+						
Gymnázium Jakuba Škody v Přerově						+	
Gymnázium Šumperk	+						
Malostranské gymnázium v Praze							+
Gymnázium Vlašim						+	
Gymnázium Třeboň	+				+		
Gymnázium Sušice	+						
Gymnázium Aš							+
Gymnázium Hořice							+
Gymnázium Josefa Ressela							+
Gymnázium Zábřeh							+
Gymnázium Dr. Emila Holuba Holice	+				+	+	
Gymnázium Otrokovice	+						
Gymnázium Uherské Hradiště	+						
Gymnázium Uherský Brod	+	+				+	
Gymnázium Velehrad	+						
Gymnázium Zlín Lesní čtvrť	+						
Gymnázium Havířov Podlesí	+	+					
Gymnázium Petra Bezruče ve Frýdku-Místku	+						
Gymnázium Jevíčko							+

Dle tabulky je patrné, že nejpoužívanější učebnicí je Obecná biologie (Jelínek a Zicháček 2007), méně využívané jsou Biologie v kostce (Hančová a Vlková 2004) a Nový přehled biologie (Rozsypal et. al 2003). Mnoho učitelů mi v emailové korespondenci sdělilo, že plánují do výuky postupně zařadit i poměrně novou učebnici Biologie v souvislostech I (Šíma 2023).

Podle všech zkoumaných učebnic se nadále vyučuje systematika. Dle článku (Macháček et al. 2016) se začíná rozvíjet i v našich zemích výuka zástupců bez jejich systémového zařazení, ale z mých výsledků vyplývá, že se tento trend zatím neprojevil a potvrdil část článku, která hovoří o důležitosti systematiky na českých školách.

Tab. 5. Výčet jednotlivých zástupců prvků uvedených ve vybraných učebnicích.

	Obecná biologie (Jelínek a Zicháček 2007)	Zoologie (Zicháček 2012)	Biologie v kostce (Hančová a Vlková 2004)	Nový přehled biologie (Rozsypal et al. 2003)	Biologie v souvislostech I (Šíma 2023)	Odmaturuj z biologie (Benešová et al. 2013)	Biologie živočichů (Smrž 2004)
bachořci	+	+	+	+	+		
bičenka poševní	+	+	+	+	+	+	+
bodo skákavý							+
brvitka				+	+		
dírkonošci	+	+	+	+			+
hlenky	+			+			
hmyzomorka bourcová		+					
hmyzomorka včelí		+					
hromadinky				+	+		
chobotěnka husí	+	+					
keřenka				+	+		
kokcidie jaterní	+	+	+	+	+	+	+
kožovec rybí				+			+
krásnoočka	+		+	+	+	+	
krvinkovky				+			+
krytenky				+			
lamblie střevní	+	+	+	+	+	+	+
leishmania					+		
měňavka půdní				+			
měňavka úplavičná	+	+	+	+	+	+	+
měňavka velká	+	+	+		+	+	+
měňavka zemní	+						
měňavka zubní						+	
mrskavka	+	+	+	+	+	+	+
mřížovci	+	+	+	+	+	+	
nádorovka kapustová	+		+	+	+		
obrněnky			+	+	+	+	
opalinky					+		
panoženka měňavková	+	+					
pazderky					+		
penízek					+	+	
plazívka				+			
prvočenky		+					
rod zimnička	+	+	+			+	
rournatky	+	+	+	+	+		
rozlítka	+	+	+	+	+	+	+
rybomorka parmová		+					
rybomorka pstruží		+					
slávinka obecná	+	+	+			+	+
slizovka práškovitá				+	+		
slizovka tříslivá			+			+	
slunivky	+	+	+	+	+	+	
svítilka			+		+		
štitovka	+	+		+		+	
toxoplazma gondii	+	+	+	+	+	+	+
trepka velká	+	+	+	+	+	+	+
trojrožec	+		+				
truběnka Haeckelova	+	+		+		+	
trypanosoma dobytčí							+
trypanosoma spavičná	+	+	+	+	+	+	+
vířenka			+	+	+	+	+
vlčí mléko			+	+	+	+	

Dle průzkumu se na SŠ (tab. 5) nejvíce vyučují parazitičtí zástupci a zástupci nálevníků. Kořenonožci jsou v rámci výuky zmiňováni a charakterizováni buď jako skupina celkově, nebo jsou popisováni pouze jednotliví zástupci. Ostatní druhy nebo rody nejsou v učebnicích tak frekventované.

5.1.2 Srovnání jednotlivých výukových materiálů vytvořených učiteli

Dle emailové korespondence s jednotlivými učiteli jsem se dozvěděla, že mnoho z nich nevyužívá striktně učebnice, ale učí ze svých vlastních materiálů, které jsou většinou syntézou hned několika učebnic a ostatních zdrojů (tab. 6).

Tab. 6 Výčet zástupců, kteří jsou na jednotlivých gymnáziích vyučování na základě vlastních výukových materiálů.

	Gymnázium Havlíčkův Brod	Slovanské gymnázium Olomouc	Gymnázium Milady Horákové (Praha)	Gymnázium J.K.Tyla Hradec Králové	Gymnázium Kutná Hora	Gymnázium Praha, Voděradská
bachořci	+	+	+	+	+	
bičenka poševní	+	+	+	+	+	+
bobovka	+			+		
bodo	+			+		
brvitky	+			+	+	
dírkonošci		+	+		+	
chobotnatka		+				
keřenka	+					
kocidie jaterní	+	+	+	+	+	
kožovec rybí		+	+	+		
krásnoočka	+			+		
krytenky	+	+	+	+		
lamblie střevní	+	+	+	+	+	+
leishmania	+					+
měňavka bahenní	+					
měňavka půdní				+		
měňavka střevní		+	+	+		
měňavka úplavičná	+	+	+	+	+	+
měňavka ústní		+				
měňavka velká	+	+	+	+	+	
měňavka zubní			+			
mrskavka	+			+		
mřížovci	+	+	+	+	+	
nádorovka kapustová	+			+		
obrněnky	+					
opalinky	+					
penízek	+			+		
plazivenka				+		
rod zimnička	+	+	+	+	+	+
rournatky	+					
rozlítka hrušková	+					
slávinka				+		
slizovka práškovitá				+		
slunivka	+			+		
toxoplasma gondii	+	+	+	+	+	+
trepka velká	+	+	+	+	+	
trubénka Haeckelova	+	+	+			
trypanosoma dobytčí				+	+	
trypanosoma spavičná	+	+	+	+	+	+
vejcovka	+					
vířenka	+	+	+	+	+	
vličí mléko	+			+		

Stejně jako u výsledků analýzy učebnic se nejvíce učí o parazitických zástupcích a nálevnicích. Obecně lze říci, že počet vyučovaných zástupců je zde menší než v učebnicích. Ve školách, kde učitelé využívají vlastní materiály a zmiňuje se pouze několik zástupců, je upřednostněna charakteristika celé skupiny a také je kladen větší důraz na obecné morfologické znaky a ekologii prvoků.

5.1.3 Přehled výukových materiálů volně přístupných na webových stránkách

Na webové stránce <https://www.umimefakta.cz/cviceni-prvoci> se nachází informace o způsobu života, stavby buněk a příklady druhů. Součástí jsou také úkoly jako rozhodovačka, kartičky s definicemi nebo krátké příběhy pro lepší zapamatování. Na této stránce je pozitivní to, že si každý student může vybrat vlastní metodu, jak si látku procvičit nebo naučit.

Aktivita, která je volně přístupná na <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://dumy.cz/nahled/47482>, je hra AZ kvíz s tematikou prvoků. Tato činnost se hodí jako doplněk k probírané látce a zároveň ozvláštňuje průběh vyučovací hodiny.

Všechny tyto následující webové stránky mohou sloužit jako přehled základních informací ve formě výpisků, z nichž se mohou žáci učit nebo učitelé použít jako podklad pro svůj výklad.

<https://edisco.cz/biologie/prvoci.php>, <https://biomach.cz/biologie-protist/prvoci>,
<https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=68769&view=10242>,
<https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/92>.

Webová stránka <https://orgpad.com/o/B4mb1XGEJN1bhqa2PC9X2g> je výborným doplňkem výuky, která je zpracována jako myšlenková mapa a slouží zejména pro přehlednost učiva.

Dalším vhodným materiálem pro rozšíření výuky jsou videa z mikroskopování a jsou doplněna o výklad. Mohou to být například tyto videa:

<https://youtube.com/watch?v=0v2wYWc6IPc&t=7s>,
<https://youtube.com/watch?v=KhizWub8LRE>.

5.2 Fotodokumentace

Při pozorování vzorků jsem pořídila následující fotografie (obr. 10, 11) a videa prvoků.



Obr. 10: Zástupce nálevníků. Zdroj vlastní.



Obr. 11: Zástupce nálevníků. Zdroj vlastní.

Během mikroskopování jsem nezaznamenala mnoho prvoků. Příčinou malého výskytu prvoků mohl být sběr, který jsem realizovala až pozdě na podzim, kdy už bylo chladno a většina zástupců tak už mohla být ve svých klidových stádiích. Proto jsem se rozhodla nechat nějaké vzorky týden navíc při pokojové teplotě v laboratoři. V senném nálevu se výrazně zvýšil počet nálevníků.

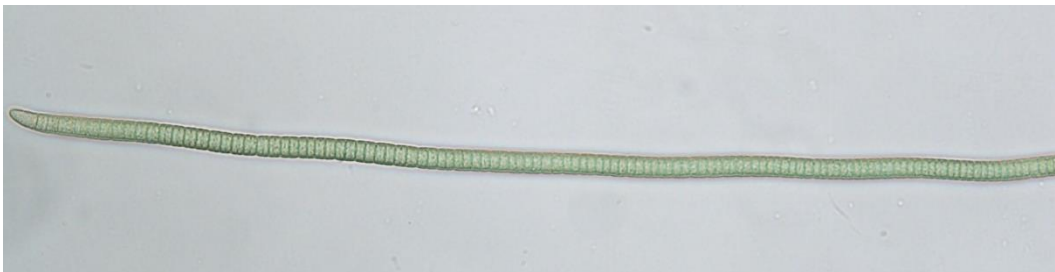
Ve vzorcích jsem objevila i jiné druhy organismů. Pozorovala jsem rozsivku (Baccillaneophyceae) z rodu *Navicula* (obr. 12), dále řasu, ze skupiny řas zelených (Chlorophyta), rodu *Desmodesmus* (obr. 13) a sinici (Cyanobacteria) *Oscillatoria* (obr. 14). Zástupci sinic a řas byli určeni pomocí knihy Průvodce mikrosvětlem sinic a řas (Pouličková et al. 2015). Také jsem pozorovala zástupce z kmene vířníků (Rotifera) viz (obr. 15). Ve všech preparátech jsem našla velké množství kokálních a tyčinkovitých bakterií.



Obr. 12: *Navicula* ze skupiny rozsivek (Bacillaneophyceae). Zdroj vlastní.



Obr. 13: *Desmodesmus* ze skupiny zelených řas (Chlorophyta). Zdroj vlastní.



Obr. 14: Drkalka (*Oscillatoria*) ze skupiny sinic (Cyanobacteria). Zdroj vlastní.



Obr. 15: Zástupce z kmene vířníků (Rotifera). Zdroj vlastní.

5.3 Výukové materiály

5.3.1 Prezentace k projektovému dni

Jako návrh projektu Den s prvky jsem vytvořila powerpointovou prezentaci (viz příloha 1). Po zopakování přípravy senného nálevu následuje brainstorming zapsaný na tabuli do podoby myšlenkové mapy na dané téma, což slouží jako úvod do problematiky a zároveň jako připomínka informací z běžné frontální výuky. Mezi další klady, jak uvádí Vaňková (2014), patří zpřehlednění struktury vědomostí, rozvoj abstraktního učení a kreativity a také umožňuje vnímat problematiku komplexně a utvářet si mezi informacemi vztahy. Potom si představíme harmonogram dne. Následuje krátký blok s teorií, která poukazuje na změny v systému prvků a dále podává charakteristiku nálevníků, jejíž zástupce budeme pozorovat pod mikroskopem. Studenti mají za úkol připravit preparáty z vlastního senného nálevu a pokusit se zakreslit struktury, které tam vidí, popřípadě vyfotit pro účely společné diskuze. Posledním úkolem je vyplnění 10 různě náročných otázek pracovního listu. Tyto různorodé úkoly byly vytvořeny v souladu s metodikou popsanou v knize Didaktika biologie ve vztahu mezi obecnou a oborovou didaktikou (Chocholoušková a Müllerová 2019). Kromě správné odpovědi jsou v prezentaci uvedeny doplňující informace, ilustrace a video. Nejdůležitější poznatky jsem shrnula do 5 bodů v jednom snímku. Závěrečnou aktivitou je vyhodnocení celého projektového dne a zpětná vazba, která je realizovaná přes portál Mentimetr (konkrétní otázky viz příloha 4).

Tento projektový den by se dal využít také v badatelsky orientované výuce, například tak, že by si studenti podle klíčů (např. biolib.cz, Encyklopedie hydrobiologie-https://e-learning.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=P039, Atlas mikroorganismů-<https://docplayer.cz/15322316-Univerzita-jana-evangelisty-purkyne-fakulta-zivotniho-prostredi-atlas-mikroorganismu-jana-rihova-ambrozova.html>). Také by bylo možné v rámci takto orientované výuky rozdělit studenty do několika skupin a každá skupina by si mohla zkusit připravit nálev jiného druhu, např. nálev z vody z rybníku, salátový nálev, nálev z lesního humusu nebo mechový nálev. Následně by mohli porovnávat, zda se organismy žijící v těchto prostředí nějak liší.

Po diskuzi s několika vyučujícími biologie na středních školách mi bylo doporučeno pozorovat obarvené preparáty, na kterých podle typu barviva vyniknou určité struktury a orgánové soustavy. Například při barvení neutrální červení se zvýrazní potravní vakuoly. Pro zobrazení

mitochondrií je vhodné použít Janusovu zeleň. Golgiho aparát můžeme obarvit trypanovou modří a cytoplazmu kongo červení.

5.3.2 Pracovní list pro studenty Slovanského gymnázia v Olomouci

Pracovní list na téma Protozoa

1. Co je to jaderný dualismus a u jakého prvoka bychom ho našli?
2. Jaké typy pohlavního rozmnožování jsou u prvoků známé?
Prvním typem je, které je typické pro trepku
Druhým typem je, která se vyznačuje.....
3. Popište trypanozomu spavičnou (kde se vyskytuje, speciální organela, jakou nemoc způsobuje, kdo je přenašečem) a napište další tři parazitické zástupce ze skupiny bičíkvců
Trypanozoma spavičná se vyskytuje na kontinentu Žije v
a následně napadá soustavu. Má, která slouží k pohybu. Způsobuje onemocnění....., které přenáší
.....
Do stejné skupiny patří ještě tyto zástupci, a
4. Popište měňavku úplavičnou (co způsobuje, kde žije, životní formy) a zařadte ji do skupiny
5. Kteří zástupci ze skupiny kořenonožců jsou významnými fosiliemi a čím je tvořena jejich schránka?

6. Spojte jednotlivé zástupce s náležitými kmeny

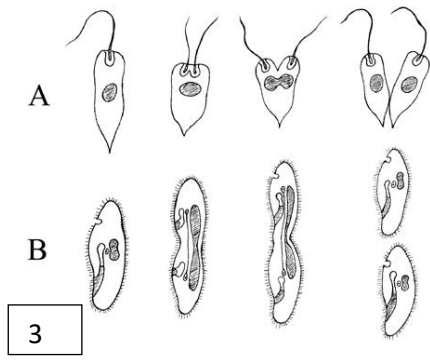
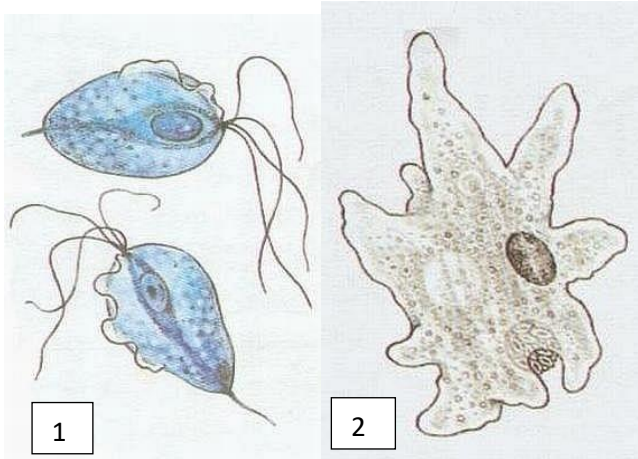
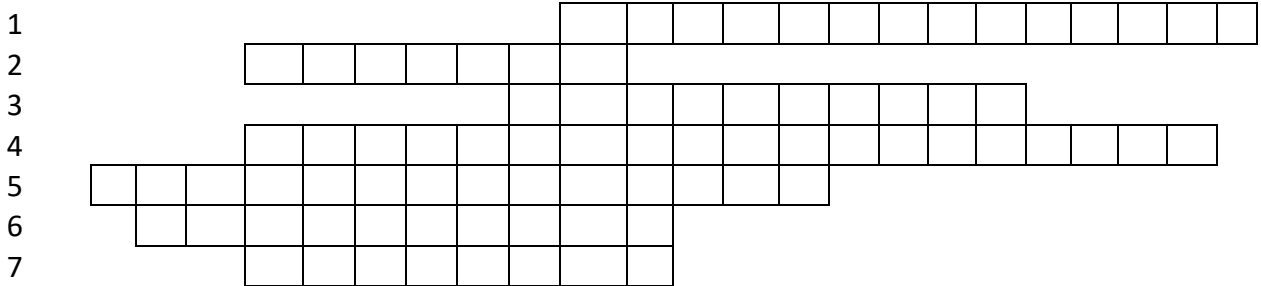
- | | |
|------------------|-------------|
| Slunivky | Nálevníci |
| Kokcidie jaterní | Kořenonožci |
| Bachořci | Bičíkovci |
| Lamblie střevní | Výtrusovci |

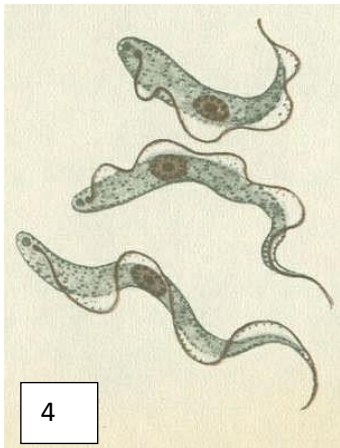
7. Popište životní cyklus toxoplasmy gondii.

8. Popište rod zimnička, zařaďte do skupiny a popište nemoc, kterou způsobují

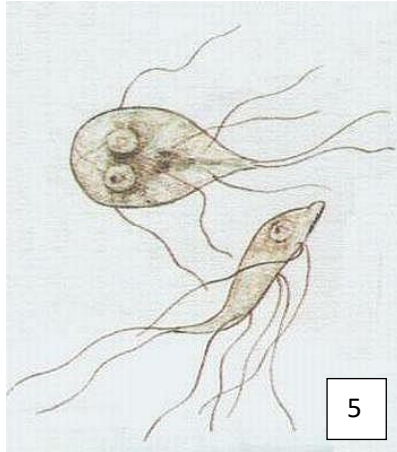
9. Vypište alespoň tři přisedlé zástupce ze skupiny nálevníků

Poznejte následující prvky a vyluštěte následující křížovku:





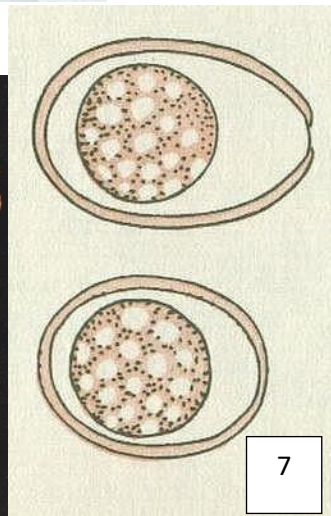
4



5



6



7

Nápověda:

Prvok na obrázku číslo 1 – přenáší se pohlavním stykem

Prvok na obrázku číslo 2 – má parapodia

Prvok na obrázku číslo 3 – jeden z možných způsobů rozmnožování

Prvok na obrázku číslo 4 - způsobuje spavou nemoc

Prvok na obrázku číslo 5 – způsobuje nevolnost a průjemy

Prvok na obrázku číslo 6 – nalezené otisky ve vápenci

Prvok na obrázku číslo 7 – mohou napadat například králíky

TAJENKA:

Co víte o této skupině prvoků?

Pracovní list na téma Protozoa – autorské řešení

1. otázka:

Co je to jaderný dualismus a u jakého prvoka bychom ho našli?

Jaderný dualismus je přítomnost dvou jader-mikronukleus (generativní) a makronukleus (vegetativní) (1 bod), každé z nich má jinou funkci. Nachází se u trepky velké (1 bod).

Celkem: 2 body

2. otázka:

Jaké typy pohlavního rozmnožování jsou u prvoků známé?

Prvním typem je konjugace-spájení, které je typické pro trepku. (1 bod)

Druhým typem je gametogonie, která se vyznačuje splýváním celých jedinců. (1 bod)

Celkem: 2 body

3. otázka:

Popište trypanozomu spavičnou (kde se vyskytuje, speciální organela, jakou nemoc způsobuje, kdo je přenašečem) a napište další tři parazitické zástupce této skupiny bičíkovců.

Trypanozoma spavičná se vyskytuje na kontinentu Afrika (1 bod). Žije v krevní plazmě (1 bod) a následně napadá nervovou soustavu. (1 bod) Má undulující membránu (1 bod), která slouží k pohybu. Způsobuje onemocnění spavá nemoc (1 bod), které přenáší moucha tse-tse (1 bod).

Do stejné skupiny patří ještě tito zástupci: brvitka (1 bod), bičenka poševní (1 bod) a lamblie střevní (1 bod).

Celkem: 9 bodů

4. otázka:

Popište měňavku úplavičnou (co způsobuje, kde žije, životní formy) a zařadte ji do skupiny.

**Původce onemocnění úplavice, která je typická horečkami a krvavými průjmy. (1 bod)
Měňavka úplavičná žije ve znečištěné vodě a poté v tenkém střevě. (2 bod) Životní formy: forma minuta (forma cyst) a forma magna (napadá buňky). (1 bod)**

Zařazení do systému: kořenonožci (1 bod)

Celkem: 5 bodů

5. otázka:

Kteří zástupci ze skupiny kořenonožců jsou významnými fosiliemi a čím je tvořená jejich schránka?

Mřížovci-schránky z oxidu křemičitého (1 bod)

Dírkonosci-schránky z uhlíčanu vápenatého (Numellites) (1 bod)

Celkem: 2 body

6. otázka:

Spojte jednotlivé zástupce s náležitými kmeny.

Slunivky

Kokcidie jaterní

Bachořci

Lamblie střevní

Nálevníci

Kořenonožci

Bičíkovci

Výtrusovci

(za každou správnou dvojici 0,5 bodu)

Celkem: 2 body

7. otázka:

Popište životní cyklus toxoplasmy gondii.

Kočka je definitivní hostitel, kde proběhne pohlavní rozmnožování-gamogonie, poté kočka v podobě trusu vyloučí oocystu → nakazí se jiná zvířata-mezihostitelé (myš, prase, člověk), kteří se nepohlavně rozmnoží rozpadem, buňky se dostanou do svalů a vytvoří tam klidové cysty

Celkem: 4 body

8. otázka:

Popište rod zimnička, zařadte do skupiny a popište nemoc, kterou způsobují.

Tito zástupci žijí v erythrocytech obratlovců, způsobují nemoc malárii, jejímž přenašečem je samička komára Anophela (2 bod)

Zařazení: třída-krvinkovky, kmen-výtrusovci (1 bod)

Celkem: 3 body

9. otázka:

Vypište alespoň 3 přisedlé zástupce ze skupiny nálevníků.

Vířenka, keřenka, mrskavka (každý zástupce za 1 bod)

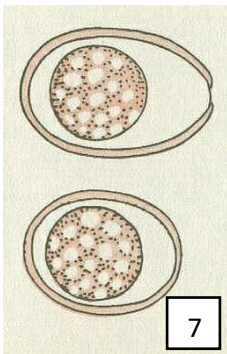
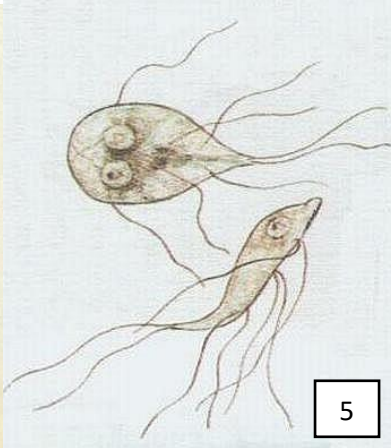
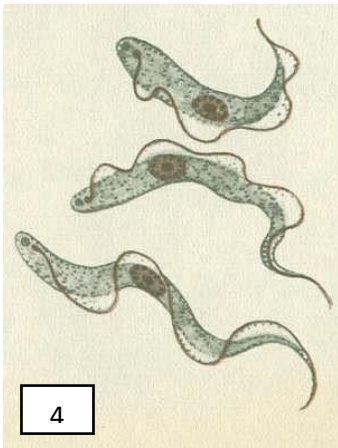
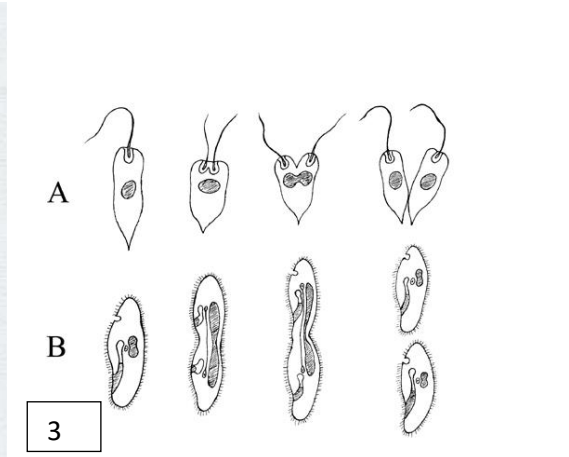
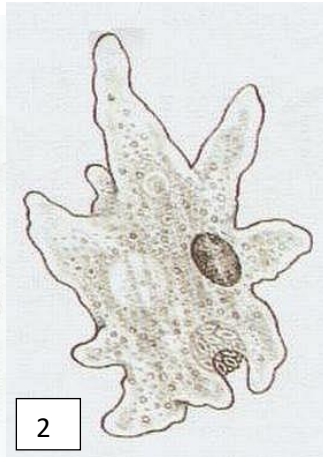
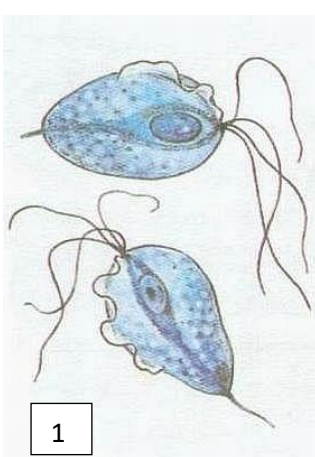
Celkem: 3 body

10. otázka:

Poznej následující prvky a vyluštěte následující křížovku.

1
2
3
4
5
6
7

								B	I	Č	E	N	K	A	P	O	Š	E	V	N	Í
		M	Ě	Ň	A	V	K	A													
							S	CH	I	Z	O	G	O	N	I	E					
			T	R	Y	P	A	N	O	S	O	M	A	S	P	A	V	I	Č	N	Á
L	A	M	B	L	I	E	S	T	Ř	E	V	N	Í								
	P	E	N	Í	Z	K	O	V	C	I											
		K	O	K	C	I	D	I	E												



Nápověda:

Prvok na obrázku číslo 1 – přenáší se pohlavním stykem

Prvok na obrázku číslo 2 – má parapodia

Prvok na obrázku číslo 3 – jeden z možných způsobů rozmnožování

Prvok na obrázku číslo 4 - způsobuje spavou nemoc

Prvok na obrázku číslo 5 – způsobuje nevolnost a průjemy

Prvok na obrázku číslo 6 – nalezené otisky ve vápenci

Prvok na obrázku číslo 7 – mohou napadat například králíky

TAJENKA: **bachořci** (Za každý řádek v křížovce 1 bod)

Co víte o této skupině prvoků?

Nachází se v tělech přežvýkavců a napomáhají jim rozkládat celulózu. (1 bod)

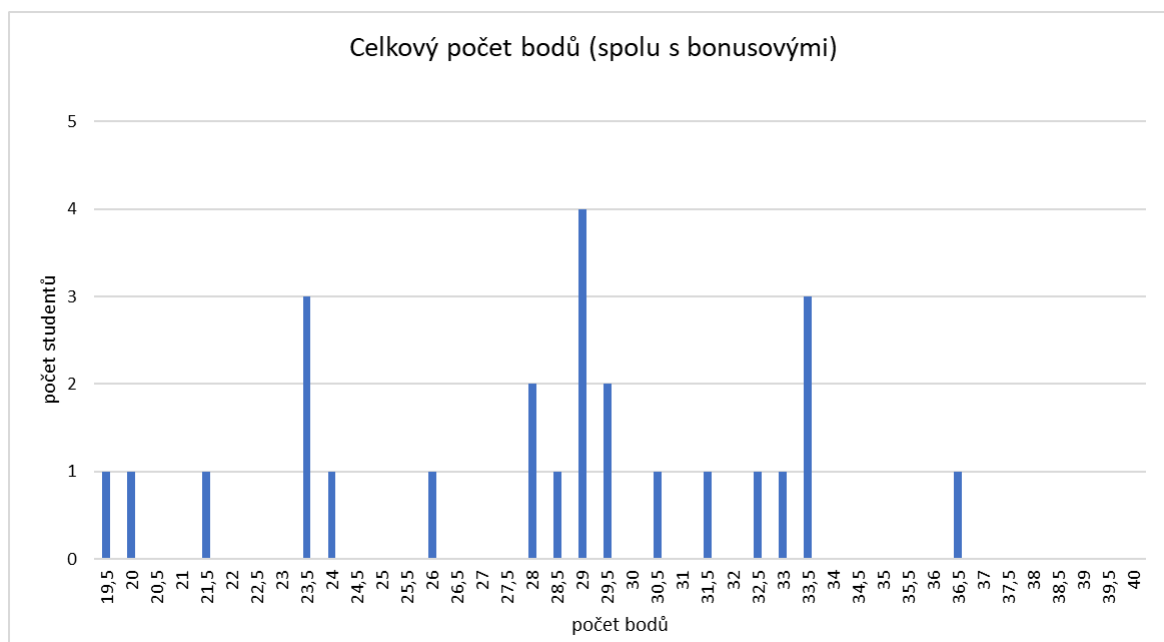
Celkem: 8 bodů

Poznámka: U některých otázek lze připustit i jiné správné varianty, než jsou zde uvedeny.

Maximální zisk bodů z tohoto pracovního listu je 40 bodů.

Tento pracovní list byl rozdán žákům třídy, ve které probíhala moje hospitace. Následně jsem ho vyhodnotila. Po domluvě s paní učitelkou jsem brala v potaz i informace nad rámec látky, která byla probrána, a udělila za ně bonusové body. Vyučující to takto ve své třídě praktikuje také.

Výsledky vyhodnocení pracovního listu:



Obr. 16: Graf znázorňující celkový počet bodů. Zdroj vlastní.

Obecně byl největší problém s otázkou 2, kde si nejčastěji žáci pletli dva typy pohlavního rozmnožování a také otázka 4, kde nikdo nedokázal popsat formy měňavky úplavičné. Naopak nejspěšnější otázkou byla otázka 6, ve které všichni žáci získali plný počet bodů. Také křížovka nebyla nijak problematická. Jednotlivé otázky a jejich grafy jsou součástí přílohy č. 3.

5.4 Dotazník pro žáky

Pro ověření reakcí na připravený projektový den na téma Protozoa jsem využila dotazník z portálu Google Forms, který se sestával z 11 otázek. Osloveni byli žáci hned z několika gymnázií potažmo středních škol. Byli to studenti z Gymnázia Havlíčkův Brod, ze Slovanského gymnázia v Olomouci, z Wichterlova gymnázia v Ostravě, z Gymnázia v Třebíči a z Gymnázia v Třinci. Dále to byly střední školy jako FARMEKO v Jihlavě, Střední škola průmyslová v Jihlavě a Střední odborná škola pedagogická v Čáslavi.

Na úvod dotazníku byl popsán průběh celého projektového dne, co bychom dělali, co by bylo naším úkolem a jak bychom celý den zakončili a ohodnotili.

Dotazník:

Ve své bakalářské práci se zabývám tématem výuky Protozoa na středních školách. V jedné části představuji svůj návrh projektového dne, při kterém by si studenti mohli lépe představit, jak tito zástupci vypadají, zároveň by je mohli vidět v jejich přirozeném ekosystému a také velikostně porovnat s ostatními organismy.

Jak by takový projektový den vypadal?

Nejprve bychom se společnými silami pokusili o vytvoření myšlenkové mapy, vypsal bychom si všechny pojmy, které nás k tomuto tématu napadnou a zkusili si je zasadit do logických svazků. Dále by přišlo na řadu samotné mikroskopování vlastních senných nálevů. Součástí je také pracovní list, který by studenti v průběhu mikroskopování vyplňovali. Na závěr bychom společně prodiskutovali, kdo co viděl ve svém mikroskopu, společně bychom se pokusili určit zástupce, co možná nejpřesněji (v průběhu mikroskopování by bylo možné fotit svoje objevy). Po diskuzi bychom si vyplnili pracovní list a na úplný závěr bychom provedli zhodnocení celého našeho dne anonymně v prostředí Mentimeteru.

Otázky:

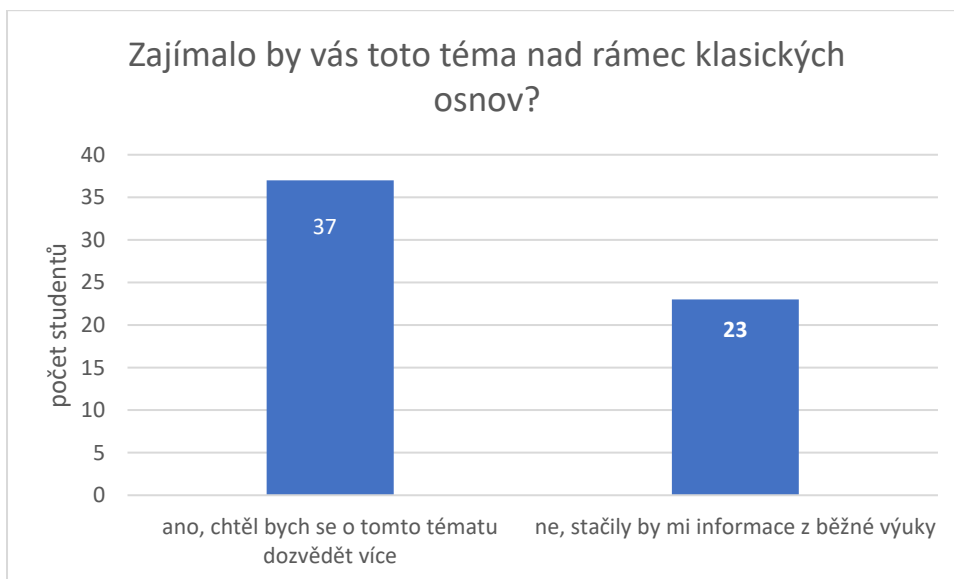
- 1) Líbil by se vám takový projektový den na vaší škole?
- 2) Zajímalo by vás toto téma více nad rámec klasických osnov?
- 3) Myslíte, že byste si poté dokázali lépe představit prostředí ve kterém zástupci Protozoí žijí?
- 4) Jaké organismy mikroskopické velikosti (neviditelné pouhým okem) podle vás žijí v prostředí prvoků?
- 5) Měli jste v rámci biologie laboratorní cvičení?
- 6) Pokud ano, mikroskopovali jste senný nálev?
- 7) Zkoušeli jste si přípravu senného nálevu samostatně?
- 8) Využíváte ve škole techniky brainstorming?
- 9) Děláte běžně zpětnou vazbu, případně využíváte některou z aplikací (např. Mentimeter)?
- 10) Máte ve škole projektové dny na jakékoliv téma?
- 11) Chtěli byste ve škole takovéto projektové dny na různá témata?

1. Otázka:



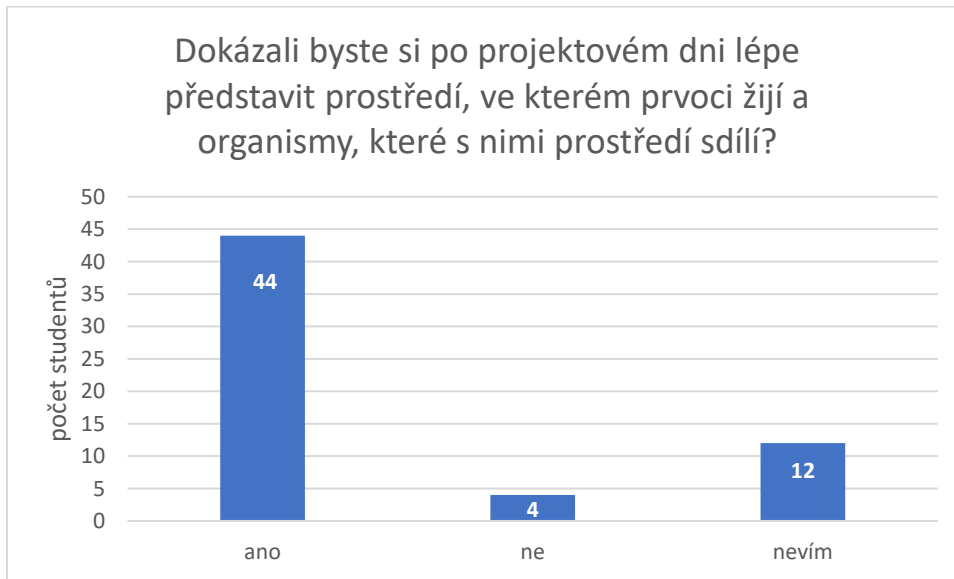
Obr. 17 Graf zobrazující odpovědi na otázku 1. Zdroj vlastní.

2. Otázka:



Obr. 18 Graf zobrazující odpovědi na otázku 2. Zdroj vlastní.

3. Otázka:



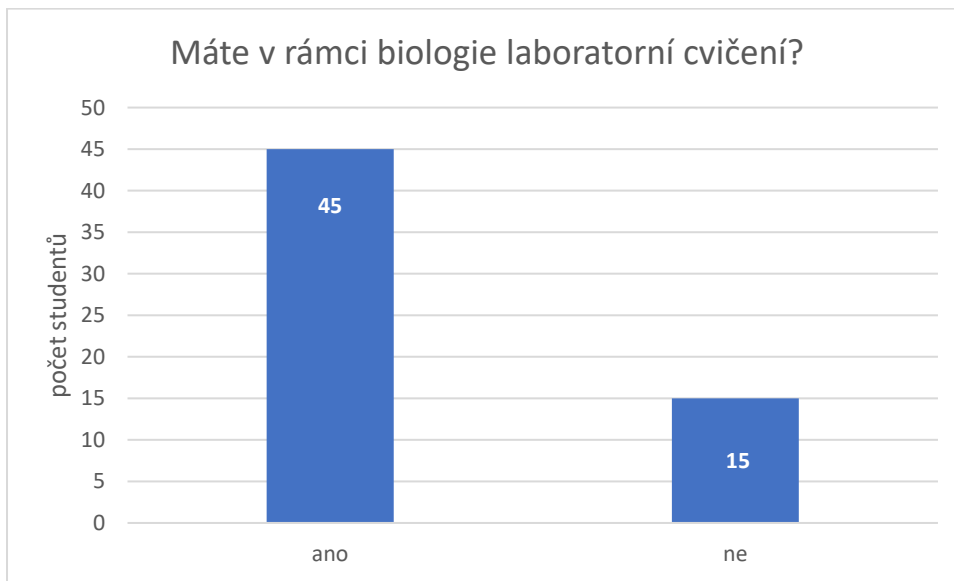
Obr. 19 Graf zobrazující odpovědi na otázku 3. Zdroj vlastní.

4. Otázka:



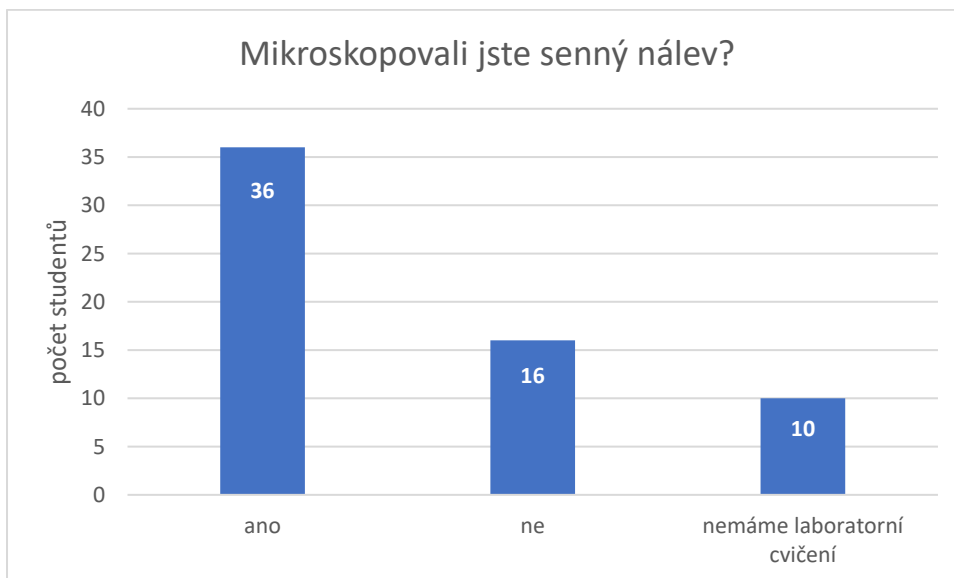
Obr. 20 Graf zobrazující odpovědi na otázku 4. Zdroj vlastní.

5. Otázka:



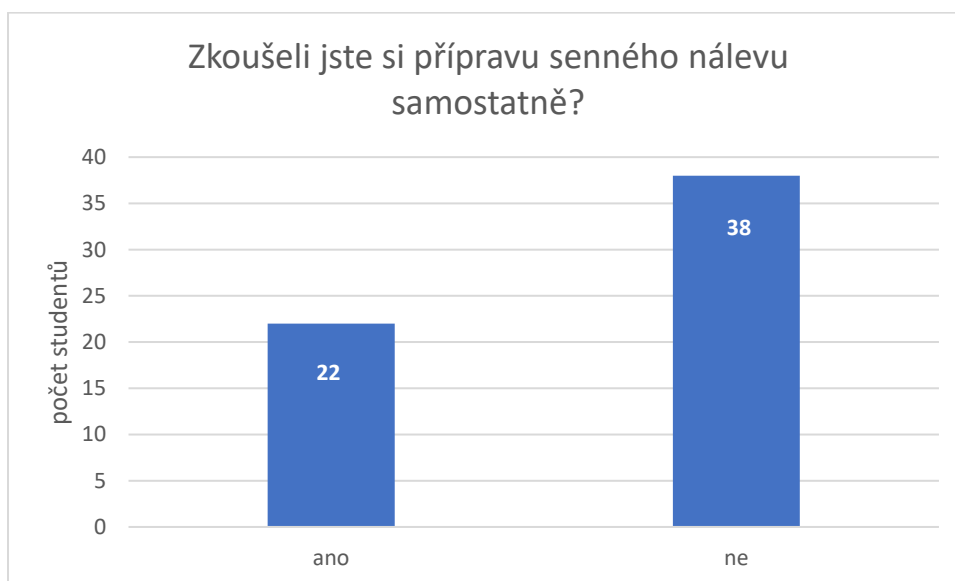
Obr. 21 Graf zobrazující odpovědi na otázku 5. Zdroj vlastní.

6. Otázka:



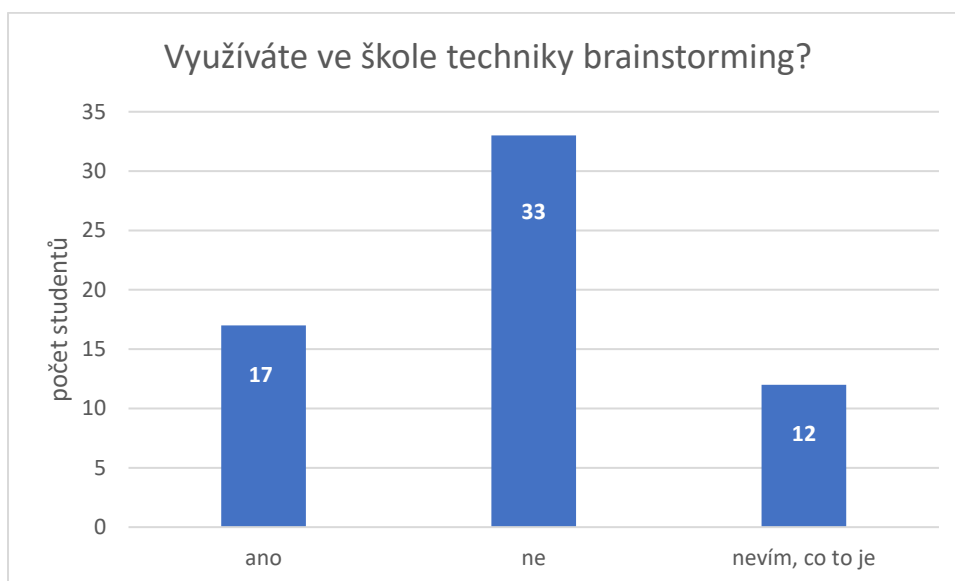
Obr. 22 Graf zobrazující odpovědi na otázku 6. Zdroj vlastní.

7. Otázka:



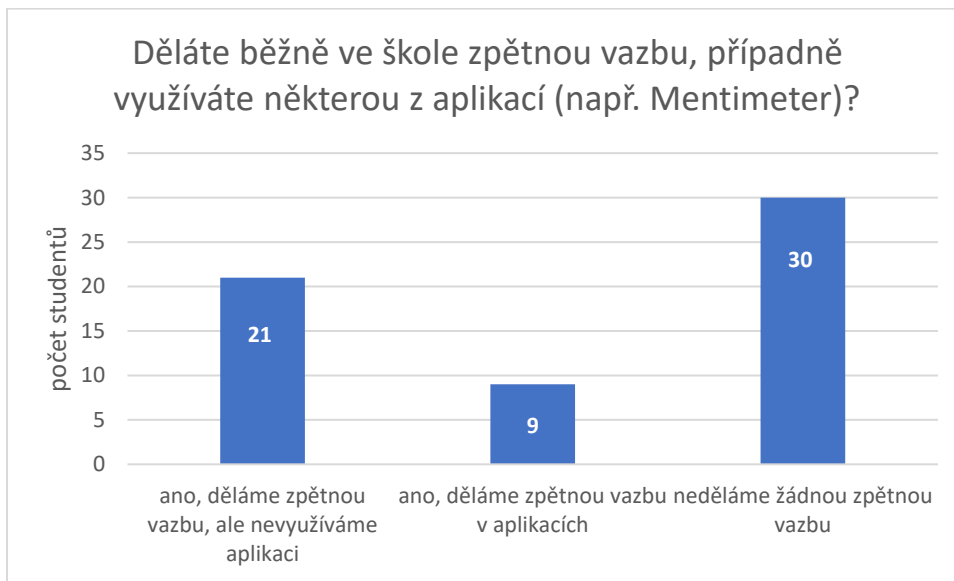
Obr. 23 Graf zobrazující odpovědi na otázku 7. Zdroj vlastní.

8. Otázka:



Obr. 24 Graf zobrazující odpovědi na otázku 8. Zdroj vlastní.

9. Otázka:



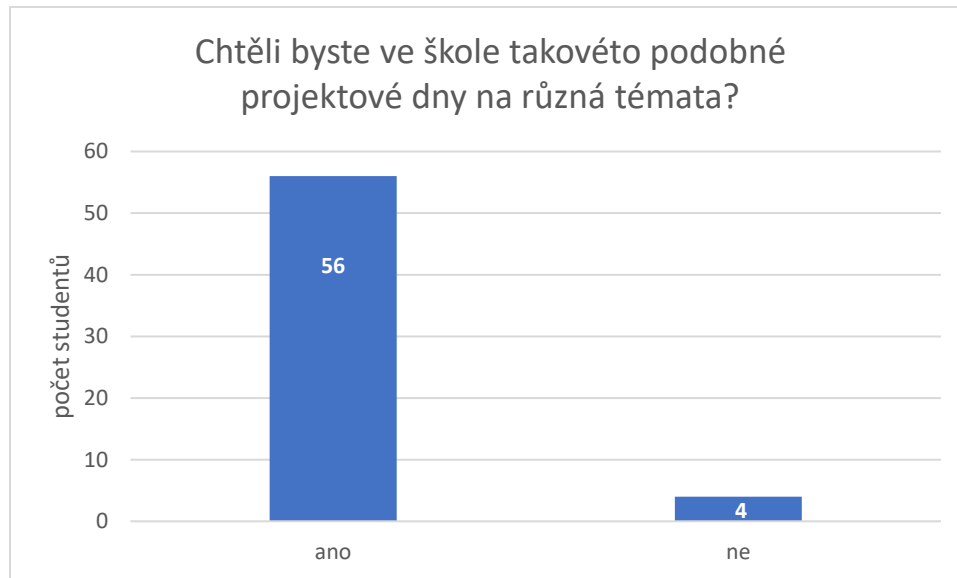
Obr. 25 Graf zobrazující odpovědi na otázku 9. Zdroj vlastní.

10. Otázka:



Obr. 26 Graf zobrazující odpovědi na otázku 10. Zdroj vlastní.

11. Otázka:



Obr. 27 Graf zobrazující odpovědi na otázku 11. Zdroj vlastní.

Z mého průzkumu vyplývá, že by studenti chtěli takovýto projektový den zažít a že by je toto téma zajímalo více, než se běžně probírá. Příjemně mě překvapilo, že téměř všichni studenti prokázali znalost o prostředí, ve kterém prvoci žijí. Další část mého dotazníku směřovala k laboratorním cvičením. Většina žáků laboratorní cvičení má a zároveň na nich tato většina mikroskopovala senný nálev. Bohužel senný nálev si většinově žáci nepřipravovali samostatně, takže si nemohli osvojit techniku přípravy. Dále jsem se zaměřila na problematiku brainstormingu. Dozvěděla jsem se, že se ve školách téměř vůbec nevyužívá. Z tohoto důvodu by mohl vyplývat fakt, že téměř čtvrtina respondentů tuto techniku vůbec nezná. Také jsem se zabírala tématem zpětné vazby. Polovina odpověděla, že žádnou zpětnou vazbu nedělají a ve zbytku převažovala zpětná vazba bez využití nějaké aplikace. V poslední části dotazníku jsem zjišťovala, jestli ve školách probíhají projektové dny a jestli o ně žáci mají zájem. V obou případech byla odpověď kladná.

5.5 Dotazník pro učitele

Pro ověření reakcí na projektový den jsem využila dotazník vytvořený na portálu Google Forms, který se skládá z 8 otázek. Oslovila jsem učitele z několika gymnázií a středních škol. Konkrétně z Gymnázia Havlíčkův Brod, z Gymnázia dr. Aleše Hrdličky v Humpolci, z Gymnázia v Hořicích, z Gymnázia v Pardubicích, ze Slovanského gymnázia v Olomouci a ze střední školy FARMEKO v Jihlavě.

Dotazník:

Ve své bakalářské práci se zabývám tématem výuky Protozoí na středních školách. V jedné části představuji svůj návrh projektového dne, při kterém by si studenti mohli lépe představit, jak tito zástupci vypadají, zároveň by je mohli vidět v jejich přirozeném ekosystému a také velikostně porovnat s ostatními organismy.

Jak by takový projektový den vypadal?

Nejprve bychom se se žáky pokusili společnými silami o vytvoření myšlenkové mapy, vypsali bychom si všechny pojmy, které nás k tomuto tématu napadnou a zkusili si je zasadit do logických svazků. Dále by přišlo na řadu samotné mikroskopování vlastních senných nálevů společně se zakreslováním objektů z mikroskopu. Součástí je také pracovní list, který by studenti v průběhu mikroskopování vyplňovali. Na závěr bychom společně prodiskutovali, kdo co viděl ve svém mikroskopu, společně bychom se pokusili určit zástupce, co možná nejpřesněji (v průběhu mikroskopování by bylo možné fotit svoje objevy). Po diskuzi bychom si vyplnili pracovní list a na úplný závěr bychom provedli zhodnocení celého našeho dne anonymně v prostředí Mentimetru.

Otázky:

- 1) Uvítali byste tento projektový den na své škole?
- 2) Myslíte, že by byl takový den pro žáky užitečný?
- 3) Bylo by ho možné zrealizovat v plné verzi (1 den) nebo ve verzi zkrácené (zakomponování do výuky)?
- 4) Viděli byste realizaci tohoto projektového dne v rámci seminářů nebo běžné výuky?
- 5) Co byste na projektu vylepšili?
- 6) Využíváte v hodinách techniku brainstormingu?
- 7) Jakou formou běžně děláte zpětnou vazbu od žáků?
- 8) Pořádají se u Vás ve škole projektové dny?

1. Otázka



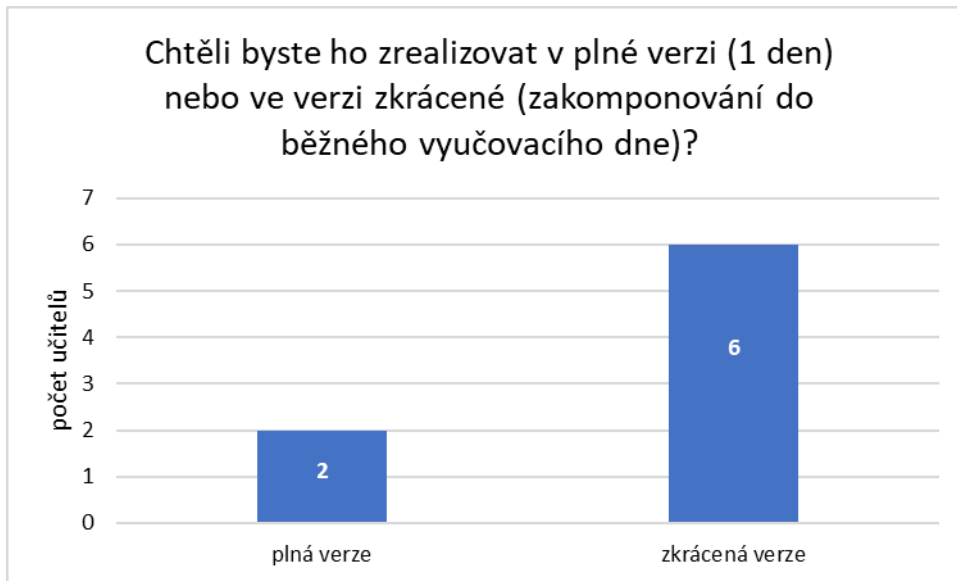
Obr. 28 Graf zobrazující odpovědi na otázku 1. Zdroj vlastní.

2. Otázka



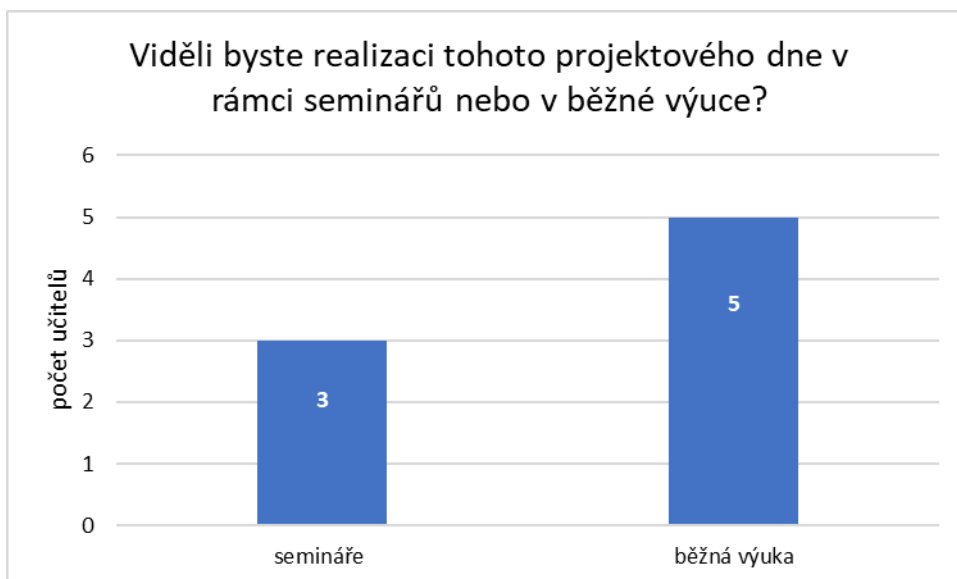
Obr. 29 Graf zobrazující odpovědi na otázku 2. Zdroj vlastní.

3. Otázka



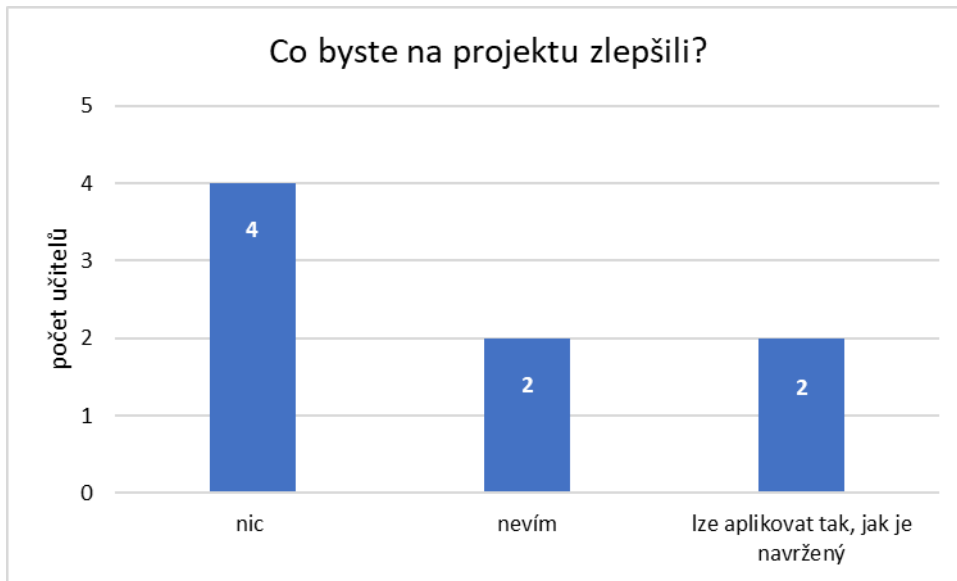
Obr. 30 Graf zobrazující odpovědi na otázku 3. Zdroj vlastní.

4. otázka



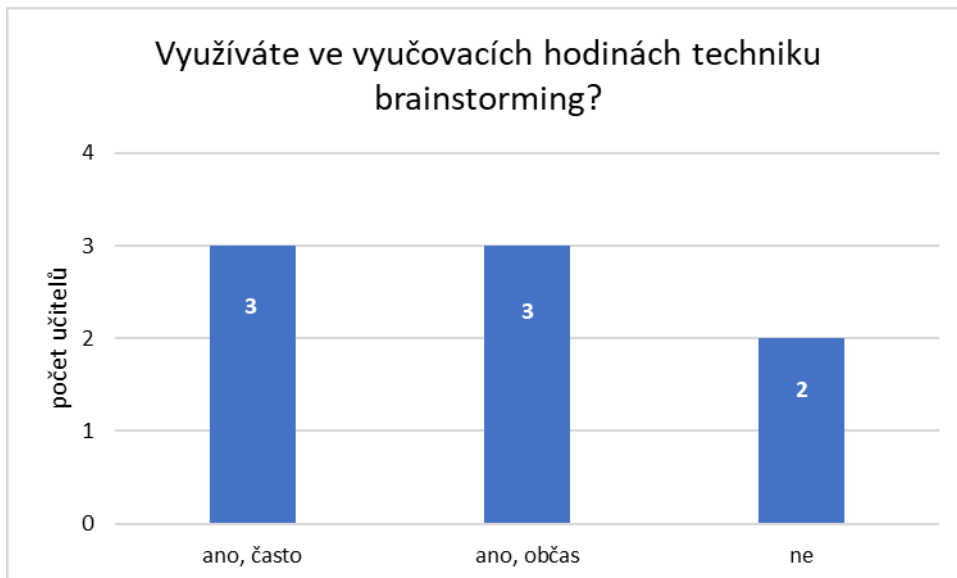
Obr. 31 Graf zobrazující odpovědi na otázku 4. Zdroj vlastní.

5. Otázka



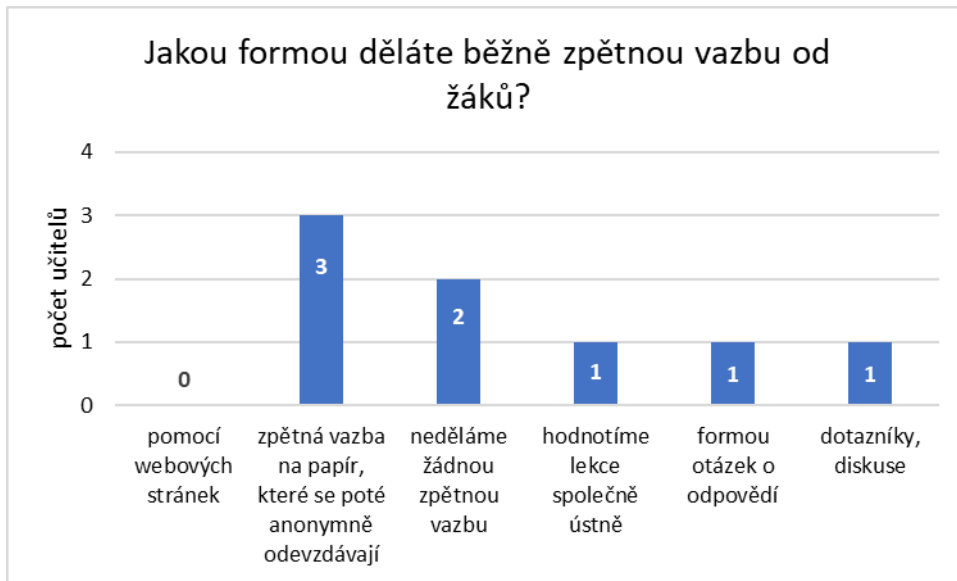
Obr. 32 Graf zobrazující odpovědi na otázku 5. Zdroj vlastní.

6. Otázka



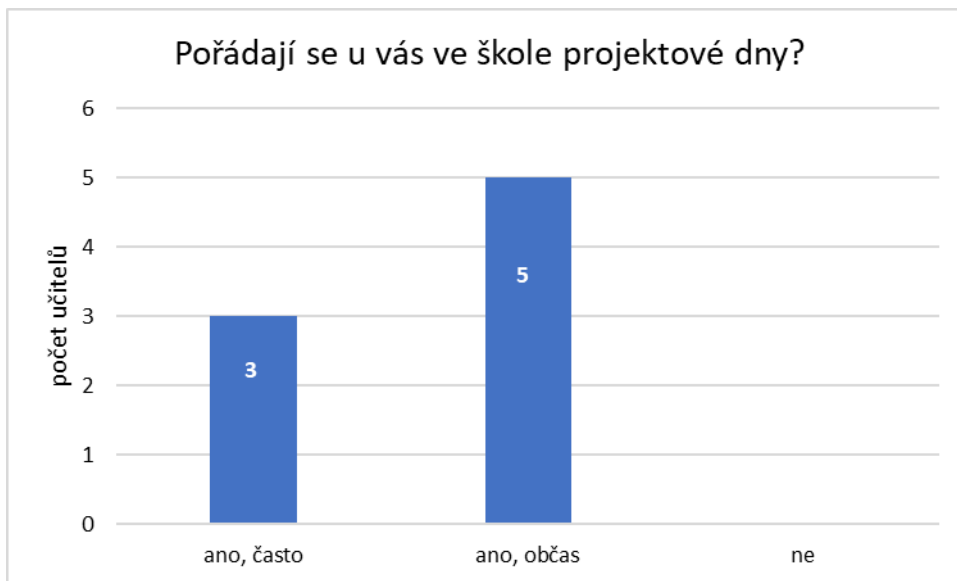
Obr. 33 Graf zobrazující odpovědi na otázku 6. Zdroj vlastní.

7. Otázka



Obr. 34 Graf zobrazující odpovědi na otázku 7. Zdroj vlastní.

8. Otázka



Obr. 35 Graf zobrazující odpovědi na otázku 8. Zdroj vlastní.

Na základě mého průzkumu jsem zjistila, že by tento projektový den dle oslovených učitelů mohl být přínosem. Dále mě zajímalo, v jakém rozsahu a v rámci jaké výuky by jej popřípadě chtěli realizovat. Z dotazníku vyplynulo, že by upřednostnili zkrácenou verzi, která by proběhla v běžné výuce. Tato informace mě velice překvapila, protože toto téma má být z větší části z osnov odebráno. Žádný z pedagogů nepřispěl nápadem na vylepšení. Dále jsem položila otázku týkající se brainstormingu. Pouze dva dotazovaní učitelé tuto techniku nevyužívají. Co se týče zpětné vazby, je nejčastěji provedena písemně a anonymně. Z poslední otázky vyplynulo, že na všech školách, kde pedagogové působí, probíhají více či méně projektové dny.

6 ZÁVĚR

Bakalářská práce v literárním přehledu shrnuje obecné charakteristiky a ekologii skupiny Protozoa a jejich využití ve výuce na středních školách. Největší důraz jsem kladla na konkrétní zástupce, s aktuálním zařazením, kteří se dle mého průzkumu nejčastěji vyučují na středních školách. Parazitickým druhům jsem věnovala nejvíce pozornosti, jelikož jsou nejvíce zmiňováni v učebních a jednotlivých výukových materiálech. U každého zástupce jsem popsala jeho morfologii, výskyt a životní cyklus a v případě parazitů průběh nemoci, kterou způsobují, její diagnostiku a léčbu.

V praktické části BP jsou powerpointová prezentace pro Den s prvky, která může sloužit jako podklad pro realizaci projektového dne (v běžné výuce či v rámci seminářů biologie na středních školách). Prezentaci jsem doplnila svými mikroskopickými fotografiemi a videi. Součástí je také pracovní list, který je vhodný k ucelení a ověření znalostí studentů. Upravené pracovní listy, které jsem měla vyplněné od studentů Slovanského gymnázia, jsem opravila a vyhodnotila. Zároveň jsem formou dotazníku korespondenčně ověřila reakce žáků a učitelů na mnou navržený projektový den.

7 SEZNAM LITERATURY

- Anderson O.R. (1980): Radiolaria. Biochemistry and Physiology od Protozoa, Academic Press, New York, 355 pp.
- F. Azam, T. Fenchel, J. G. Field, J. Gray, L. Meyer-Reil, F. Thingstad (1983): The ecological role of water-column microbes in the sea. Marine ekology progress series, 10: 257–263.
- Baker S., Nicklin J., Griffiths C. (2011): BIOS Instant Notes in Microbiology. Taylor & Francis, New York, 360 pp.
- Benešová M. et al. (2013): Odmaturuj! Z biologie. Didaktis, Brno, 256 pp.
- Bråte J, Krabberød AK, Dolven JK, Ose RF, Kristensen T, Bjørklund KR, Shalchian-Tabrizi K. (2012): Radiolaria Associated with Large Diversity of Marine Alveolates. Protist, 163(5): 767-777.
- Cavalier-Smith T. (1981): Eukaryote kingdoms: seven or nine? Biosystems, 14(3-4): 461–481.
- Cavalier-Smith T. (1993): Kingdom protozoa and its 18 phyla. Microbiol Rev., 57(4): 953–994.
- Cavalier-Smith T. (1998): A revised six-kingdom system of life. Biol Rev Camb Philos Soc., 73(3): 203–266.
- Cavalier-Smith T. (2022): Ciliary transition zone evolution and the root of the eukaryote tree: implications for opisthokont origin and classification of kingdoms Protozoa, Plantae, and Fungi. Protoplasma, 259, 487–593.
- Čepička I. (2019): Diverzita protist. Živa, 2019(5): 220–223.
- Dostál J. (2011): Tvorba výukových materiálů. Univerzita Palackého, Olomouc, 83 pp.
- Finlay B. J., T. Fenchel (1991): An anaerobic protozoon, with symbiotic methanogens, living in municipal landfill material. FEMS Microbiology Letters, 85(2): 169–179.
- Gardner L. S., Diamond J., Racz G. (2022): Parasites. The inside story. Princeton University Press, Princeton, 189 pp.
- Grell K. G. (1973): Protozoology. Springer Verlag, Berlin, 556 pp.
- Hančová H., Vlková M. (2004): Biologie II. v kostce: pro střední školy. Fragment, Havlíčkův Brod, 150 pp.
- Hausmann K., Hülsmann N. (2003): Protozoologie. Academia, Praha, 347 pp.
- Hurych J., Štícha R., et al. (2021): Lékařská mikrobiologie: repetitorium. Triton, Praha, 637 pp.

- Chocholoušková Z., Müllerová L.H. (2019): Didaktika biologie ve vztahu mezi obecnou a oborovou didaktikou. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 270 pp.
- Jelínek J., Zicháček V. (2007): Biologie pro gymnázia. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 575 pp.
- Julák J. (2009): Praktická cvičení a semináře z lékařské mikrobiologie. Karolinum, Praha, 113 pp.
- Klaban V. (2011): Ekologie mikroorganismů. Galén, Praha, pp. 549.
- Macháček T. et al. (2016): Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. *Živa*, 2016(1): 27–30.
- Papáček M. et al. (2000): Zoologie. Scientia, Praha, 285 pp.
- Poulíčková A., Dvořák P., Hašler P. (2015): Průvodce mikrosvětlem sinic a řas. Univerzita Palackého, Olomouc, 46 pp.
- Pugh J.J., Levy R.A., (2016): *Naegleria fowleri*: Diagnosis, Pathophysiology of Brain Inflammation, and Antimicrobial Treatments. *ACS Chemical Neuroscience*, 7(9), 1178–1179.
- Rosypal S. et al. (2003): Nový přehled biologie. Scientia, Praha, 799 pp.
- Rulík M. (2022): Mikrobiální smyčka a její význam ve vodních ekosystémech. *Živa*, 2022(5): 128–130.
- Sedlák E. (2002): Zoologie bezobratlých. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 179 pp.
- Smrž J. (2004): Biologie živočichů pro gymnázia. Fortuna, Praha, 208 pp.
- Šíma P. (2023): Biologie v souvislostech I. Eduko, Praha, 248 pp.
- Vaňková P. (2014): Pojmové mapy ve vzdělávání. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha, 48 pp.
- Vávra J. (2018): Život na tom, co se pohybuje – symforiontní nálevnici. *Živa*, 2018(5): 162–164.
- Volf P., Horák P. et al. (2007): Paraziti a jejich biologie. Triton, Praha, 318 pp.
- Votava M. et al. (2003): Lékařská mikrobiologie speciální. Neptun, Praha, 495 pp.
- Vrtiška O. (2021): Ani zvíře, ani kytka, ani houba. *Vesmír*, 2021(7-8): 432–434.
- Zicháček V. (2012): Zoologie. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 560 pp.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, Praha: MŠMT, 2022, [citováno dne 10.4.2024] dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>

Čepička I., Škaloud P., Hampl V., [citováno dne 10.4.2024], dostupné z: <http://www.protistologie.cz/>

CDC (2006): Giardia LifeCycle.gif, [citováno dne 10.4.2024], dostupné z: https://www.cdc.gov/parasites/giardia/images/giardia_lifecycle.gif

Orgpad.com, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://orgpad.com/o/B4mb1XGEJN1bhqa2PC9X2g>

Biomach.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://www.biomach.cz/biologie-protist/prvoci>

Edisco.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://edisco.cz/biologie/prvoci.php>

Dumy.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://dumy.cz/nahled/47482>

Umimefakta.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://www.umimefakta.cz/cviceni-prvoci>

Eluc.ikap.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/92>

Digifolio.rvp.cz, [citováno dne 11.4.2024], dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=68769&view=10242>

Gymnázium Aš, gymas.cz, [citováno dne 15.4.2024], dostupné z: <https://www.gymas.cz/cs/seznamy-ucebnic-pomucek>

Gymnázium Chotěboř, gch.cz, [citováno dne 15.4.2024], dostupné z: https://www.gch.cz/userfiles/file/gymnazium-chotebor/u%C4%8Debnice/2023_6V.pdf

Gymnázium Elišky Krásnohorské, gekom.cz, [], dostupné z: <https://www.gekom.cz/biologie/ucebnice.html>

Wichterlovo gymnázium, wigym.cz, [], dostupné z: <https://www.wigym.cz/predmety/biologie/>

Gymnázium Ústí nad Labem Jateční, gymjat.cz, [], dostupné z: <https://www.gymjat.cz/studium/ucebnice>

Gymnázium F.X.Šaldy Liberec, gfix.cz, [], dostupné z: <https://sites.google.com/a/gfix.cz/biologie/v%C3%BDuka/doporu%C4%8Den%C3%A1-literatura>

Gymnázium Třinec, gymtri.cz, [], dostupné z: <https://www.gymtri.cz/?s=seznam+u%C4%8Debnic>

Gymnázium Pardubice, gypce.cz, [], dostupné z: <https://www.gypce.cz/2023/06/20/seznam-ucebnic-pro-skolni-rok-2023-2024/>

Gymnázium Děčín, gymnaziumdc.cz, [], dostupné z: <https://www.gymnaziumdc.cz/stranky-predmetu/biologie>

Gymnázium dr. Aleše Hrdličky Humpolec, gymhu.cz, [], dostupné z: <https://www.gymhu.cz/files/pages/ucebnice/2023-24/mapa-ucebnic-2023-24-2a-6o.pdf?b91de09bc5>

Gymnázium Ostrov, gymostrov, [], dostupné z: <http://www.gymostrov.cz/biologie/>

Gymnázium Jakuba Škody v Přerově, gjs.cz, [], dostupné z: <https://www.gjs.cz/ucebnice-bi>

Malostranské gymnázium v Praze, malostranskeskoly.cz, [], dostupné z: <https://malostranskeskoly.cz/ucebnice-2>

Gymnázium Třeboň, gymtrebon.cz, [], dostupné z: <https://www.gymtrebon.cz/download.php?id=3690>

Gymnázium Sušice, gymsusice.cz, [], dostupné z: <https://www.gymsusice.cz/ucebnice#>

Gymnázium Zábřeh, gyza.cz, [], dostupné z: <https://gyza.cz/storage/dokumenty/ucebnice-vg.pdf>

Gymnázium Otrokovice, gyotr.cz, [], dostupné z: <https://www.gyotr.cz/dokumenty-a-formulare/studijni-materialy/>

Gymnázium Uherské Hradiště, guh.cz, [], dostupné z: https://www.guh.cz/dokumenty/2018_2019/1r_ucebnice.pdf

Stojanovo gymnázium Velehrad, sgvcz, [], dostupné z: <https://sgvcz.cz/student/formulare/>

Gymnázium J. A. Komenského Uherský Brod, gjak.cz, [], dostupné z: https://gjak.cz/wp-content/uploads/2023/06/Final_Ucebnice_2023_2024.pdf

Gymnázium Havířov Podlesí, gsh.cz, [], dostupné z: <https://gsh.cz/predmety/biologie>

Gymnázium Petra Bezruče ve Frýdku-Místku, gpbfm.cz, [], dostupné z: <https://www.gpbfm.cz/studium/predmety/>

Gymnázium Jevíčko, gymjev.cz, [], dostupné z: <https://www.gymjev.cz/o-skole/dokumenty-ke-stazeni/>

Gymnázium Luďka Píka Plzeň, gop@glp.cz, [], dostupné z: <https://www.gop.pilsedu.cz/biologie>

Gymnázium Šumperk, gymspk.cz, [], dostupné z:

<https://www.gymspk.cz/studium/predmety/prirodovedne/biologie-a-evvo/>

Gymnázium Vlašim, gymvla.cz, [], dostupné z: https://www.gymvla.cz/?page_id=9934

Zemědělská akademie a Gymnázium Hořice, zaghorice.cz, [], dostupné z:

<https://www.zaghorice.cz/zak/ucebnice/>

Gymnázium Dr. Emila Holuba, gyholi.cz, [], dostupné z: <https://www.gyholi.cz/student/ucebnice.html>

Gymnázium Zlín lesní čtvrť, gymzl.cz, [], dostupné z: <https://www.gymzl.cz/25022-pouzivana-literatura>

Gymnázium Milady Horákové Praha, gymh.cz, [], dostupné z:

https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/3zoo_02_prvoci.pdf

Nasprtej.cz, [], dostupné z:

http://www.nasprtej.cz/sites/default/files/user_files/user46/Prvoci/prvoci.pdf

Gymnázium Praha Voděradská, gymvod.cz, [], dostupné z:

<https://www.gymvod.cz/vp/kurz/116/vyuka/6/>

Gymnázium Jiřího Ortena Kutná Hora, unium.cz, [], dostupné z:

<http://www.unium.cz/materialy/0/0/zoologie-od-pvoku-m37923-p1.html>

Fakulta pedagogická ZČU v Plzni (2021). In: Youtube. [citováno dne 11.4.2024], dostupné z:

<https://www.youtube.com/watch?v=0v2wYWc6IPc>

Fakulta pedagogická ZČU v Plzni (2021). In: Youtube. [citováno dne 11.4.2024], dostupné z:

<https://www.youtube.com/watch?v=KhizWub8LRE&t=4s>

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Zařazení prvoků do superskupin na základě sekvenace (Adl et al., 2005).	16
Tab. 2. Lokace senných nálevů.....	35
Tab. 3. Lokace vzorků.....	35
Tab. 4. Učebnice používané na vybraných gymnáziích.....	39
Tab. 5. Výčet jednotlivých zástupců prvoků uvedených ve vybraných učebnicích.	40
Tab. 6 Výčet zástupců, kteří jsou na jednotlivých gymnáziích vyučováni na základě vlastních výukových materiálů.	41

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma koloběhu uhlíku a role mikrobiální smyčky (Rulík 2022).	14
Obr. 2. Životní cyklus trypanosomy spavičné (upraveno podle Votava et al. 2003).	17
Obr. 3 Životní cyklus lamblie střevní (upraveno podle CDC 2006, dostupné z: https://www.cdc.gov/parasites/giardia/images/giardia_lifecycle.gif).	20
Obr. 4. Životní cyklus leishmanie (upraveno podle Votava et al. 2003).	21
Obr. 5 Morfologie vířenky (upraveno podle Grell 1973).	23
Obr. 6 Životní cyklus měňavky úplavičné (upraveno podle Votava et al. 2003).	25
Obr. 7 Životní cyklus rodu zimničků (upraveno podle Baker a Nicklin a Griffiths 2011).	27
Obr. 8. Životní cyklus kokcidie kočičí (upraveno podle Votava et al. 2003).	30
Obr. 9: Vyobrazení tvarové různorodosti schránek u skupiny dírkonošců (Hausmann a Hülsmann 2003).	31
Obr. 10: Zástupce nálevníků. Zdroj vlastní.	43
Obr. 11: Zástupce nálevníků. Zdroj vlastní.	43
Obr. 12: <i>Navicula</i> ze skupiny rozsivek (Baccillaneophyceae). Zdroj vlastní.	44
Obr. 13: <i>Desmodesmus</i> ze skupiny zelených řas (Chlorophyta). Zdroj vlastní.	44
Obr. 14: Drkalka (<i>Oscillatoria</i>) ze skupiny sinic (Cyanobacteria). Zdroj vlastní.	44
Obr. 15: Zástupce z kmene vířníků (Rotifera). Zdroj vlastní.	44
Obr. 16: Graf znázorňující celkový počet bodů. Zdroj vlastní.	54
Obr. 17 Graf zobrazující odpovědi na otázku 1. Zdroj vlastní.	56
Obr. 18 Graf zobrazující odpovědi na otázku 2. Zdroj vlastní.	56
Obr. 19 Graf zobrazující odpovědi na otázku 3. Zdroj vlastní.	57
Obr. 20 Graf zobrazující odpovědi na otázku 4. Zdroj vlastní.	57
Obr. 21 Graf zobrazující odpovědi na otázku 5. Zdroj vlastní.	58
Obr. 22 Graf zobrazující odpovědi na otázku 6. Zdroj vlastní.	58
Obr. 23 Graf zobrazující odpovědi na otázku 7. Zdroj vlastní.	59
Obr. 24 Graf zobrazující odpovědi na otázku 8. Zdroj vlastní.	59
Obr. 25 Graf zobrazující odpovědi na otázku 9. Zdroj vlastní.	60
Obr. 26 Graf zobrazující odpovědi na otázku 10. Zdroj vlastní.	60
Obr. 27 Graf zobrazující odpovědi na otázku 11. Zdroj vlastní.	61
Obr. 28 Graf zobrazující odpovědi na otázku 1. Zdroj vlastní.	63
Obr. 29 Graf zobrazující odpovědi na otázku 2. Zdroj vlastní.	63
Obr. 30 Graf zobrazující odpovědi na otázku 3. Zdroj vlastní.	64
Obr. 31 Graf zobrazující odpovědi na otázku 4. Zdroj vlastní.	64

Obr. 32 Graf zobrazující odpovědi na otázku 5. Zdroj vlastní.	65
Obr. 33 Graf zobrazující odpovědi na otázku 6. Zdroj vlastní.	65
Obr. 34 Graf zobrazující odpovědi na otázku 7. Zdroj vlastní.	66
Obr. 35 Graf zobrazující odpovědi na otázku 8. Zdroj vlastní.	66

10 PŘÍLOHY

10.1 Výuková prezentace pro projektový den Biologie– téma prvoci



Jak připravit vlastní senný nálev?

- Žáci si na daný projektový den zkusí připravit každý svůj senný nálev
- Návod:
 1. Do malé skleničky nabereme vodu ze stojaté vody (rybník, kaluž) a do ní přidáme malou hrstku sena
 2. Skleničku přikryjeme víčkem, ale nešroubujeme
 3. Necháme stát alespoň 10 dnů, ideálně 2 týdny
- Důležité - začít s přípravou včas!
 - psací potřeby a papíry

Ilustrace senného nálevu



Skupiny prvoků, kterými se budeme zabývat

Nálevníci

Výtrusovci

Bičíkovci

Kořenonožci

Moderní řazení námi zmíněných skupin

Amoebozoa:
- měňavky
(měňavka
bahenní)

Rhizaria:
- ostatní
kořenonožci
(dírkonošci,
mřížovci)

Excavata:
- bičíkovci
(*Trypanozoma*
spavičná, *Bodo*,
lamblie střevní,
bičenka poševní,
brvitka)
- *Naegleria*
fowleri

Chromalveolata:
- nálevníci
(trepka,
mrskavka,
bobovka)
- výtrusovci
(*Toxoplasma*
gondii, rod
zimnička)

Harmonogram projektového dne

- 8:00-8:20 příprava pomůcek pro mikroskopování, zkontrolování mikroskopických soustav, kontrola nálevů žáků
- 8:20-8:30 brainstorming na téma prvoci-společné tvoření myšlenkové mapy
- 8:30-8:45 vysvětlení postupu mikroskopování:
 1. Na podložní sklíčko pomocí pipety kápneme 1 menší kapku senného nálevu
 2. Poté pomocí preparační jehly přikryjeme krycím sklíčkem
 3. Dáme do mikroskopu a postupně zvětšujeme, až na velikost 40x10
 4. Každý žák nakreslí 2 struktury, které v mikroskopu vidí
 5. Dále všichni žáci najdou v mikroskopu trepku, kterou zakreslí na papír o velikosti A4 s detailním popisem všech struktur

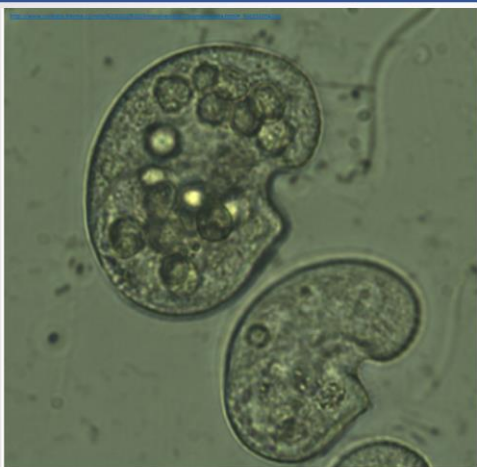
Harmonogram projektového dne

- 9:00-10:15 samotné mikroskopování a zakreslování, žáci pracují samostatně, popřípadě si ukazují se spolužáky navzájem nalezené objekty
- 10:15-10:45 kontrola prací žáků
- 10:45-11:00 kreslení trepky na tabuli, popis všech struktur a popis skupiny - všechny její charakteristiky atd.
- 11:00-12:00 vyplňování pracovních listů na základě předchozího vyučování, diskuze o aktivitě - kolik objektů bylo v mikroskopu. Vyjasnění si všech nesrovnalostí.

Morfologické variace buňky trepky



Jaké další prvky můžeme najít v senném nálevu?



bobovka



vejcovka

Jaké další prvky můžeme najít v senném nálevu?

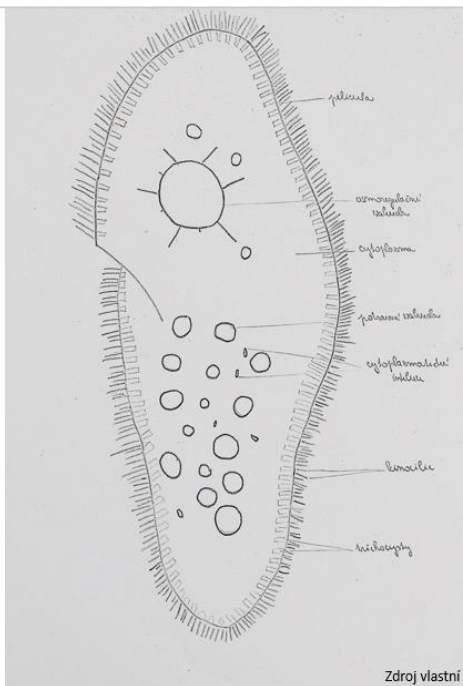
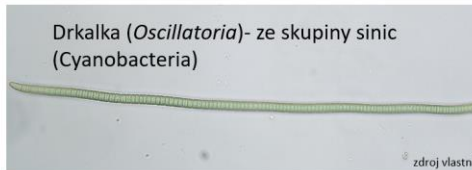
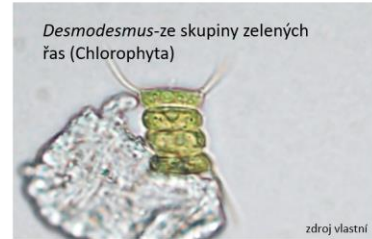


mrskavka



vířenka

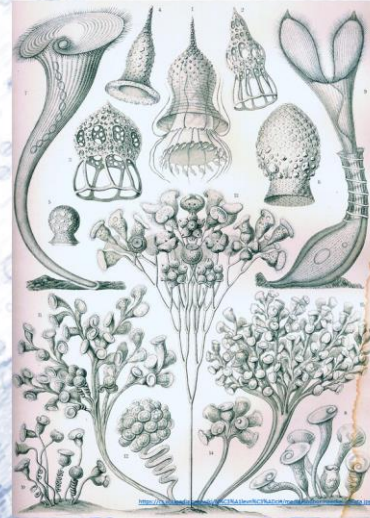
Co dalšího můžeme najít v senném nálevu?



Detailní popis trepky se základními strukturami

Skupina nálevníci

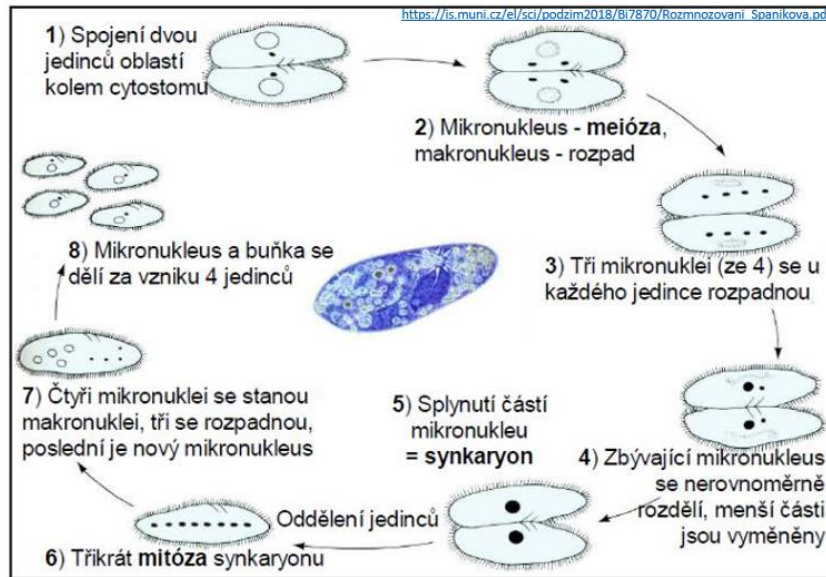
- Nyní v systému Chromalveolata
- Pohybují se pomocí brv na povrchu těla
- Živí se bakteriemi
- Při nepříznivých podmínkách tvoří klidová stádia=cysty=spory



Charakteristika trepky velké

- Na povrchu pelikula, kterou pronikají brvy, díky kterým se pohybují
- Pod pelikulou síť bílkovinných vláken, které řídí pohyb brv
- Má jaderný dualismus, pulzující a potravní vakuoly
- Rozmnožuje se konjugací

Konjugace trepky



Pracovní list

- Vypracujte pracovní list na základě informací, které máte z předešlých hodin

1. Buňky prvoků jsou eukaryotické nebo prokaryotické?

Buňky eukaryotické

- Rozdíl mezi buňkami eukaryotickými a prokaryotickými?
- Prokaryotická nemá pravé jádro, nemá vnitřek členěný na orgány, jednodušší
- Eukaryotická má pravé jádro s membránou, má vnitřek členěný na orgány, složitější

2. Co je to jaderný dualismus a u jakého prvoka bychom ho našli?

- Existují 2 jádra, jedno malé - generativní (slouží k rozmnožování) a druhé velké - vegetativní (udržování životních funkcí), jaderný dualismus je typický pro trepku

Další znaky prvoků:

- Zásobní látka glykogen
- Pohyb zajišťují panožky - pseudopodia, bičíky, řasinky, brvy, undulující membrána
- Na povrchu složitější membrána (pelikula)
- Speciální orgány jako potravní a pulzující vakuola

3. Jaké pohlavní rozmnožování je u prvoků známé?

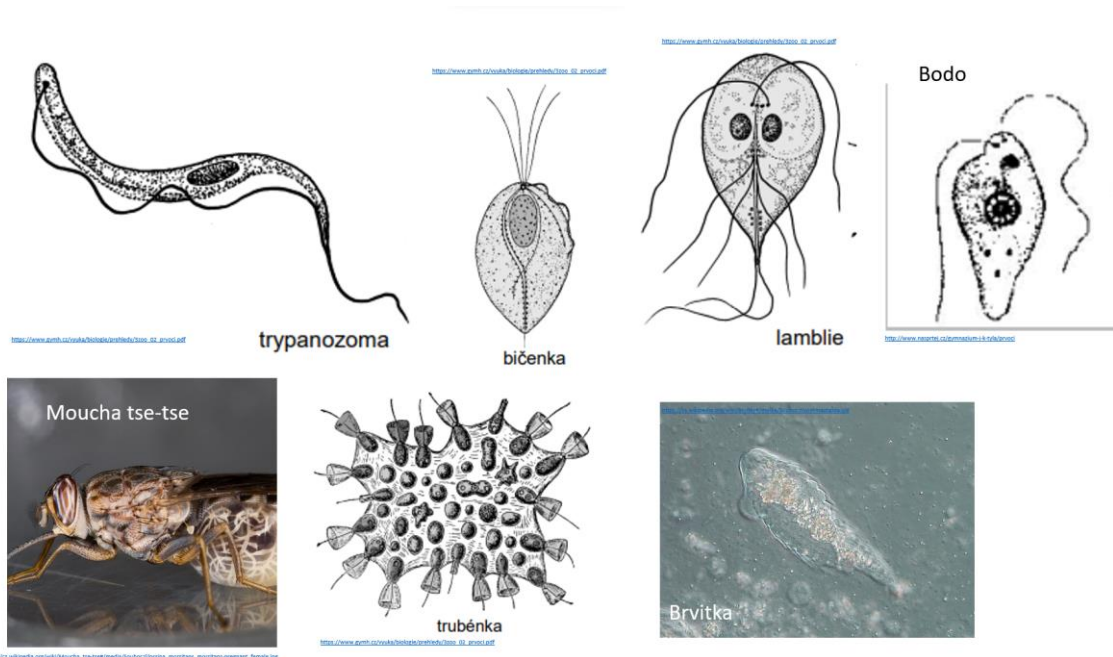
- ☑ Spájení - konjugace (typické pro trepku)
- ☑ Gametogonie - splývání celých jedinců

- Převažuje ale rozmnožování nepohlavní - příčné a podélné dělení, pučení, rozpad - schizogonie
- Pokud se obě rozmnožování střídají, jedná se o rodozměnu - metagenesi
- U parazitů složité vývojové cykly

4. Detailně popište trypanozomu spavičnou a vypište další 3 parazitické zástupce bičíkovců

- ☑ Trypanozoma spavičná: výskyt v krvi a dalších tělních tekutinách hostitele (následně napadá nervovou soustavu), má undulující membránu, způsobuje spavou nemoc, kterou přenáší moucha tse-tse (moucha bodalka), výskyt hlavně v Africe
- ☑ 3 další zástupci: bičenka poševní, lamblie střevní, brvitka

- Pohyb pomocí bičíků
- Existují také volně žijící bičíkovci jako jsou trubénky nebo bodo



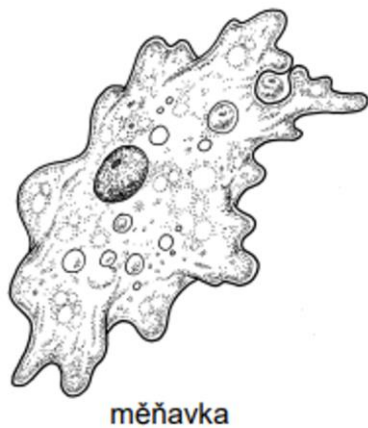
5. Popište měňavku úplavičnou a zařaďte do skupiny

Měňavka úplavičná patří do skupiny kořenonožců. Tato měňavka způsobuje úplavici. Žije v lidském tenkém střevě. Má dvě formy:

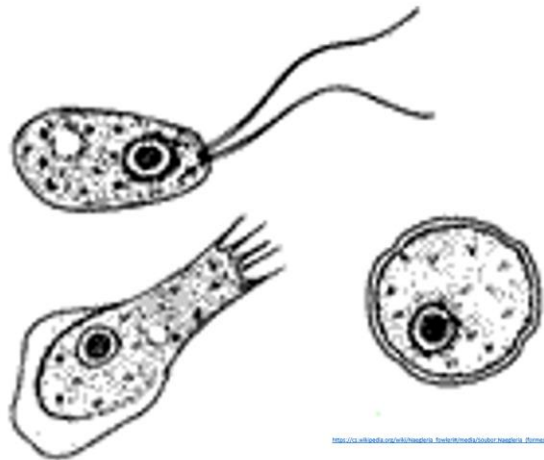
- 1) forma minuta: forma cyst vylučované stolicí
- 2) forma magna: napadá buňky a způsobuje úplavici

Podle moderního pojetí patří měňavka do skupiny Amoebozoa

➤ Dále jsou známy měňavky jako měňavka velká, měňavka bahenní nebo měňavky skupiny Limax (*Naegleria fowleri*-v bazénu)



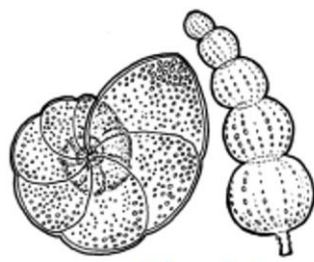
Naegleria fowleri



6. Kterí zástupci ze skupiny kořenonožců jsou významnými fosiliemi a čím je tvořena jejich schránka?

- ☑ Jsou to zástupci ze skupiny dírkonošců (dle moderního systému Rhizaria)
- ☑ Schránka je tvořena CaCO_3 → tvoří horniny, zejména vápenec

- Mají ve schránce mnoho otvorů, nimi vysouvají tenké panožky
- Podle jejich schránek se dá najít naleziště ropy
- Významná skupina penízovců, kteří vymřeli ve třetihorách

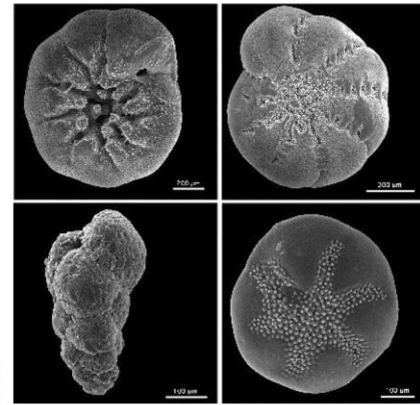


dírkonošči

<http://www.zem.cz/vlada/biologicko-geograficky-portal>



<http://en.wikipedia.org/wiki/Paramecium>



dírkonošči

<http://en.wikipedia.org/wiki/Paramecium>

penízovci

7. Co je apikální komplex a u jaké skupiny prvoků ho najdeme?

- ☑ Výtrusovci pomocí něho pronikají do hostitele a zničí tím jeho buňky
- ☑ Dle nového systému skupina Chromalveolata

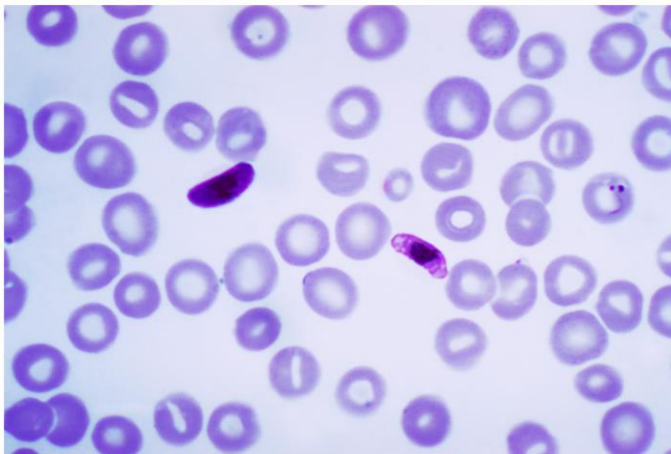
Obecně výtrusovci:

- Nemají pohybové orgány
- Způsobují vážná onemocnění
- Mají redukované tělo
- Patří mezi ně kokcidie a krvinkovky

9. Popište rod zimnička, zařadte do skupiny a popište nemoc, kterou způsobují

- ☑ Rod zimnička patří do výtrusovců (dle nového systému Chromalveolata)
- ☑ Způsobují bahenní zimnici=malárii, což je tropická nemoc, neexistují proti ní očkování, přenašečkami jsou samice komára *Anophela*
- ☑ Samičky sají krev z nemocného člověka, v člověku se zimničky množí nepohlavně rozpadem (rozpadají se i červené krvinky), v střevech komára proběhne pohlavní rozmnožování, přesun do slinných žláz a nákaza při dalším sání

➤ Heterozygoti srpkovité anémie jsou vůči malárii odolní



zimnička tropická



komár *Anopheles*

10. Vypište alespoň 3 přisedlé zástupce ze skupiny nálevníků

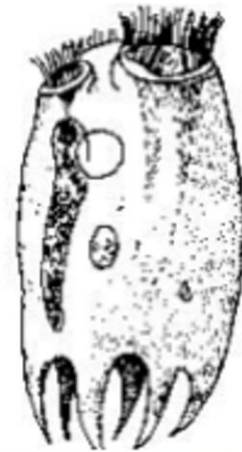
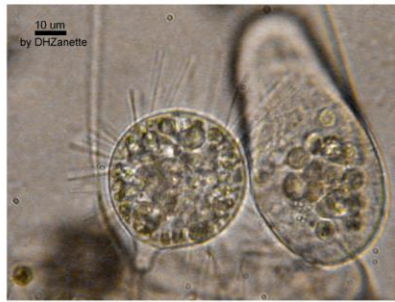
- ☑ Mrskavka
- ☑ Rournatky
- ☑ Bahořci

- Mrskavka má brvy v kruzích, má členěné velké jádro
- Rournatky v dospělosti nemají brvy, tvoří rourkovité výběžky a pomocí nich chytají kořist
- Bahořci žijí v bachoru přežvýkavců, brvy pouze na určitých místech, žijí jako symbionti (rozkládají celulózu)



mrskavka

rournatky



bahořci

Video ze senného nálevu



zdroj: vlnka1

Shrnutí Take home message

1. Prvoci jsou mikroskopické organismy s eukaryotickou buňkou
2. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně
3. Žijí přisedle nebo volně ve slané nebo sladké vodě, půdě a organismech
4. Někteří zástupci parazitují a způsobují závažná onemocnění (malárie, spavá nemoc)
5. Někteří zástupci jsou významnými fosiliemi (penízkovci)

Hodnocení



<https://www.menti.com/alppqceufgud>

Zdroje-obrázky

- Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/fotografie/prvoci-pod-mikroskopem-gm610843006-10496145>
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trepka_velk%C3%A1#/media/Soubor:Paramecium_caudatum_Ehrenberg_1833.jpg
- Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Trepka#/media/Soubor:Paramecium.jpg>
- Dostupné z: <https://www.cojeco.cz/trepka>
- Dostupné z: http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200102%20Chromalveolata/Chromalveolata.htm#_Toc251054203
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1levn%C3%ADci#/media/Soubor:Haeckel_Ciliata.jpg
- Dostupné z: http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Ciliophora/Glaucoma/sp_02.jpg
- Dostupné z: http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200102%20Chromalveolata/Chromalveolata.htm#_Toc251054203
- Dostupné z: https://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/3zoo_02_prvoci.pdf
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Moucha_tse-tse#/media/Soubor:Glossina_morsitans_morsitans-pregnant_female.jpg
- Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Brvitky#/media/Soubor:Hypermastigida.jpg>
- Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Naegleria_fowleri#/media/Soubor:Naegleria_\(formes\).png](https://cs.wikipedia.org/wiki/Naegleria_fowleri#/media/Soubor:Naegleria_(formes).png)
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%ADrkon%C5%A1ci#/media/Soubor:Benthic_foraminifera.jpg
- Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nummulite#/media/File:Nummulitids.jpg>
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Toxoplasma_gondi#/media/Soubor:Toxoplasmosis_life_cycle_en.svg
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_falci-parum#/media/Soubor:Plasmodium_falci-parum_01.png
- Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Anofeles#/media/Soubor:Anopheles_gambiae_mosquito_feeding_1354_p_lores.jpg
- Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Suctoria1_wiki.jpg
- Dostupné z: <http://www.nasprtej.cz/gymnazium-j-k-tyla/prvoci>
- Dostupné z: <https://www.biovetapets.cz/zajimavosti/toxoplazmoza-%E2%80%93-kdo-by-se-mel-mit-na-pozoru>
- Dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/podzim2018/Bi7870/Rozmnozovani_Spanikova.pdf

10.2 Hospitační záznam

Záznam o hospitaci

Vyučující: Mgr. Monika Hanáková

Hospitující: Eliška Švecová

Škola/Třída: Slovanské gymnázium Olomouc/ 2.C

Předmět: biologie

Datum: 7.11.2023

1. Téma hodiny: téma prvoci, druhá část systému

2. Struktura hodiny:

- Na začátku hodiny vyučující pozdravila studenty, zeptala se na absenci a upozornila na uklizení si telefonů. Ve třídě létalo zlatoočko, vyučující se zeptala, jestli někdo ví, co to je. Poté říkala o tomto bezobratlém nějaké zajímavosti.
- Následně šla zadat dodatečnou písemku jednomu studentovi, který na řádném termínu chyběl. Mezitím ostatní žáci v klidu seděli a připravovali se věci na hodinu.
- Poté se chvíli věnovala protokolům ze cvičení, informovala je o tom, kdo má a nemá odevzdáno a také jim sdělila termín odevzdání.
- Všechny tyto části zabrali dohromady zhruba 10-15 minut.
- Následně už přešla vyučující na převažující frontální výuku. Nejprve se žáků ptala, co si pamatují z minulé hodiny a snažila se jim připomenout, na co dnes budou navazovat.
- Poté už následoval výklad prokládaný četnými dotazy, na které žáci aktivně odpovídali a snažili se na odpověď přijít.
- Také vyučující do výuky zapojila aktivity jako hlasování ano/ne nebo hádej, co myslím. Dále do výuky zapojila otázky z jiných ročníků a také testovala znalosti z chemie. Na to, na co studenti neznají odpověď a pedagog ví, že je to podstatné, se ptala i několikrát v hodině. Frontální výuka doprovázená častými trvala asi 20 minut.
- Na konci vyučující zadal závěrečné opakování toho, co si žáci z hodiny zapamatovali.

3. Analýza vyučovací hodiny z hlediska:

a) Odborného

Učivo bylo srozumitelné, přiměřené úrovni žáků a plně odpovídalo ŠVP. Vyučující čerpala ze svých poznámek z VŠ a vyučuje ze svých připravených prezentací.

b) Metodického

Pedagožka využívala zejména ústního projevu, ze kterého si studenti vypisovali poznámky (není povinné). Nejzákladnější informace a termíny byly součástí prezentace. Vyučující také využívala mezipředmětové vztahy (hlavně s chemií).

c) aktivity žáků

Studenti byli aktivní, na otázky odpovídali bez problémů. V případě, že někdo něčemu nerozuměl, nebál se přihlásit a zeptat se. Všichni žáci respektovali pravidlo o zákazu telefonů.

d) znalostí žáků, klasifikace

V této hodině psal test pouze jeden student. Test měl 5 otevřených otázek za různý počet bodů.

e) ostatní: (text a úprava na tabuli, práce s učebnicí, hlasový projev apod.)

Prezentace připravená vyučující byla promítaná na tabuli a obsahovala všechny důležité informace.

Všechny potřebné obrázky byly součástí prezentace. Vyučující ani žáci nepoužívali učebnice.

Hlasový projev byl srozumitelný a přiměřený.

4. Připomínky:

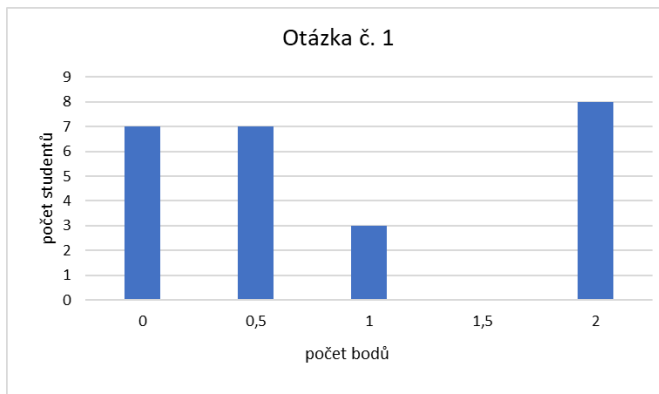
Ztráta času při zadávání dodatečného testu.

5. Závěr a hodnocení

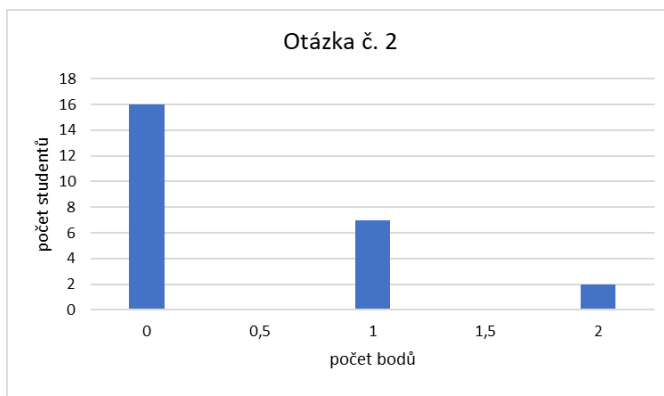
Tato vyučovací hodina proběhla v přátelském duchu. Pedagožka žáky aktivizovala svými početnými dotazy a úkoly. Čas v hodině byl téměř plně využit (kromě zadání testu). Na této hodině se mi velice líbil přístup vyučující, která nejenom že žáky aktivizuje, ale také jím říká spoustu zajímavostí a využívá mezipředmětových vztahů. Celkově bych tuto hodinu považovala za poklidnou, ve třídě jsem se cítila velice dobře.

10.3 Vyhodnocení jednotlivých otázek z pracovního listu

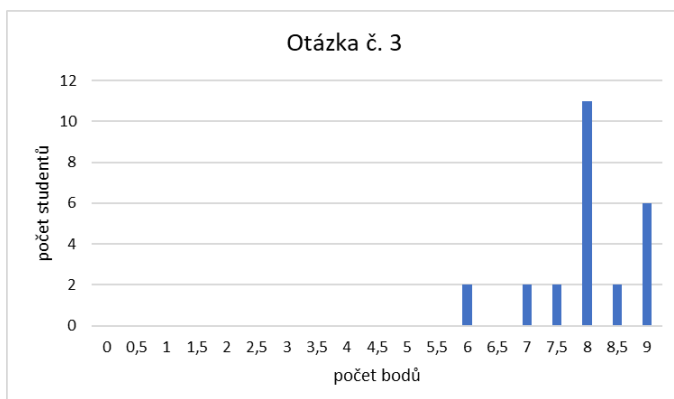
1. Otázka: Co je jaderný dualismus a u jakého prvoka bychom ho našli?



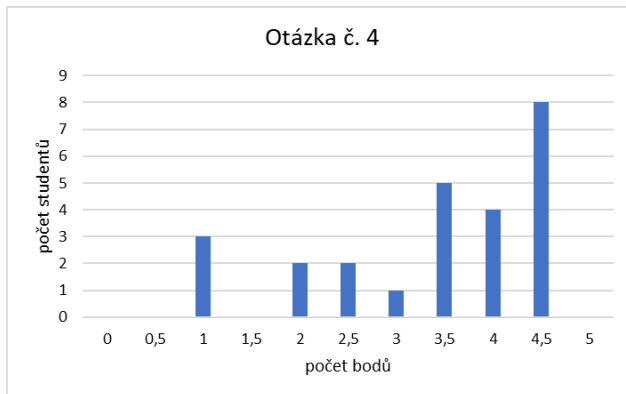
2. Otázka: Jaké typy pohlavního rozmnožování jsou u prvoků známy?



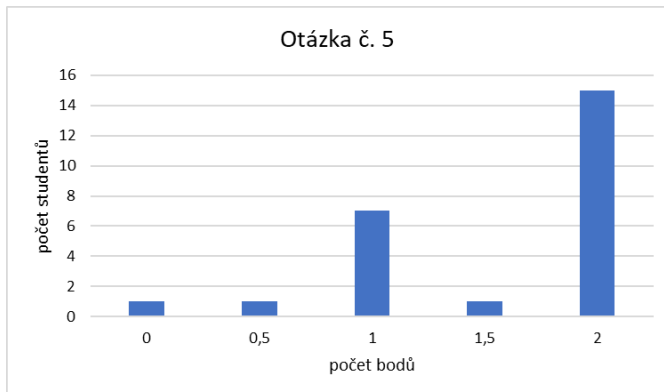
3. Otázka: Popište trypanozomu spavičnou (kde se vyskytuje, speciální organela, jakou nemoc způsobuje, kdo je přenašečem) a napište další tři parazitické zástupce ze skupiny bičíkvců.



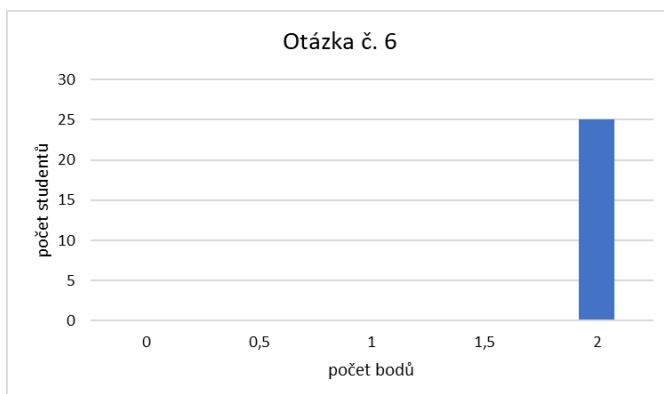
4. Otázka: Popište měňavku úplavičnou (co způsobuje, kde žije, životní formy) a zařadte ji do skupiny.



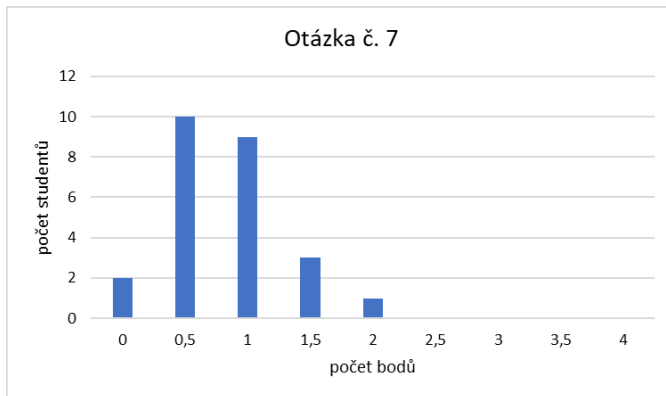
5. Otázka: Kterí zástupci ze skupiny kořenonožců jsou významnými fosiliemi a čím je tvořená jejich schránka?



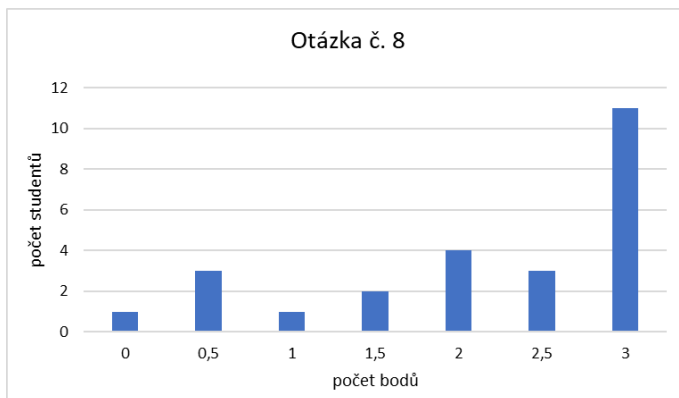
6. Otázka: Spojte jednotlivé zástupce s náležitými kmeny.



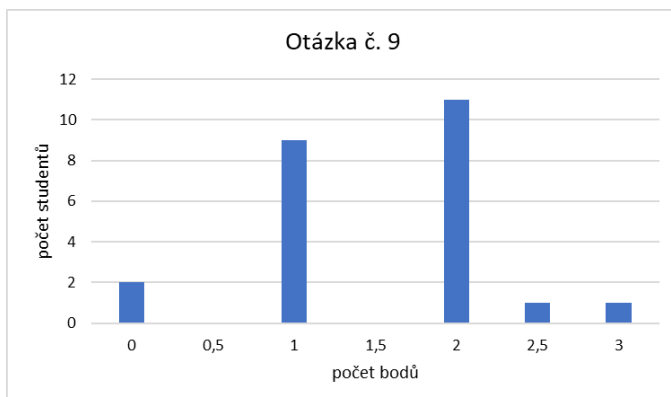
7. Otázka: Popište životní cyklus toxoplasmy gondii.



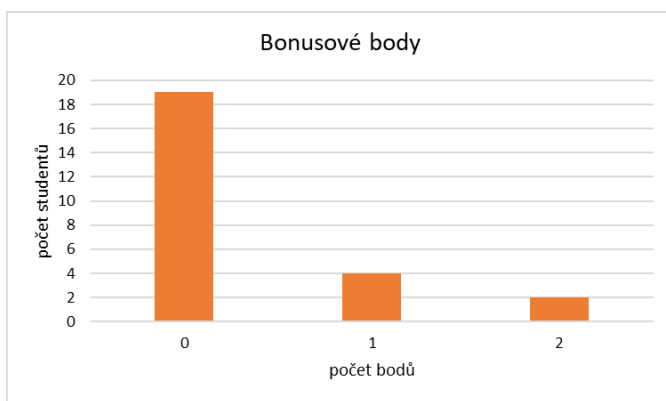
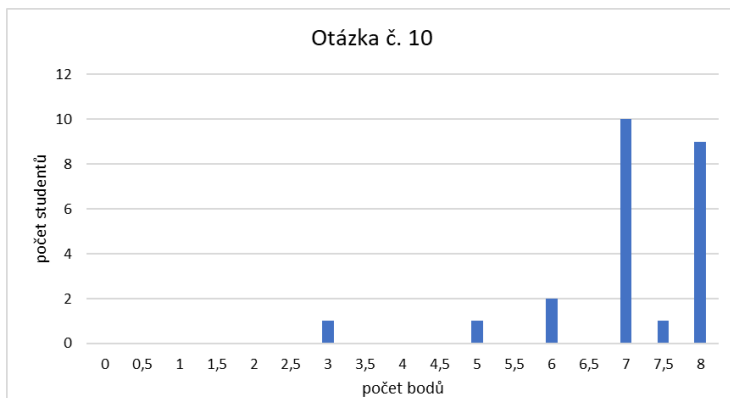
8. Otázka: Popište rod zimnička, zařadte do skupiny a popište nemoc, kterou způsobují



9. Otázka: Vypište alespoň tři přisedlé zástupce ze skupiny nálevníků:




10. Otázka: Vyluštěte křížovku + co víte o skupině prvoků z tajeňky?



Graf četnosti bonusových bodů

10.4 Náhled do portálu Mentimetr a otázky pro zhodnocení projektového dne

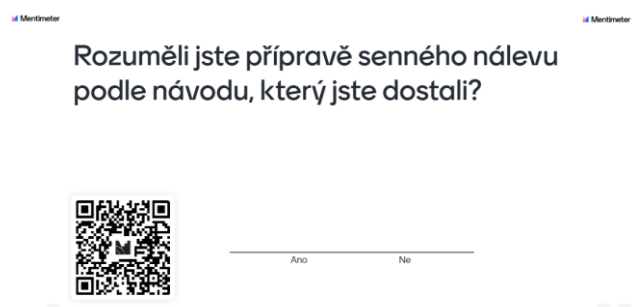


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Líbil se vám dnešní projekt?

Ano Nevím Ne

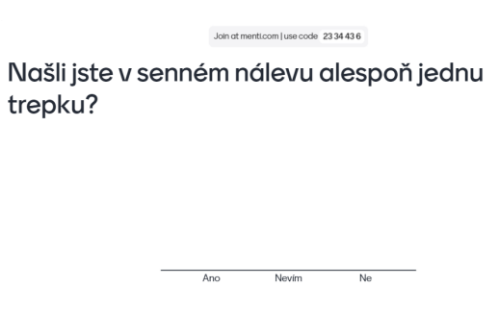


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Rozuměli jste přípravě senného nálevu podle návodu, který jste dostali?

Ano Ne

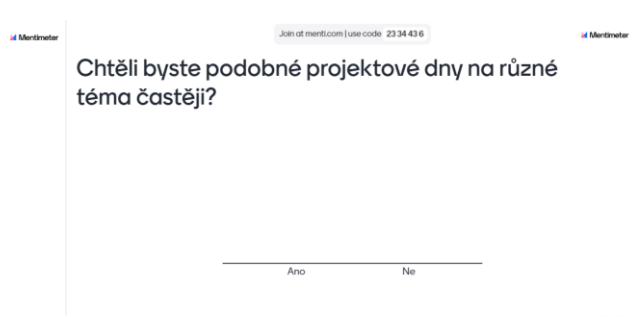


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Našli jste v senném nálevu alespoň jednu treпку?

Ano Nevím Ne

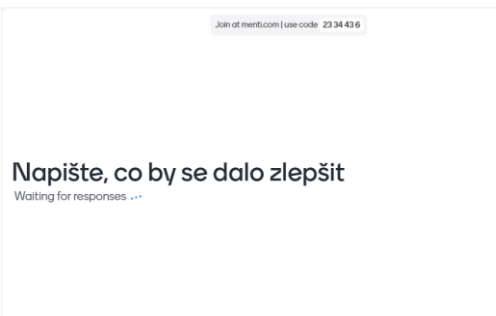


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Chtěli byste podobné projektové dny na různé téma častěji?

Ano Ne

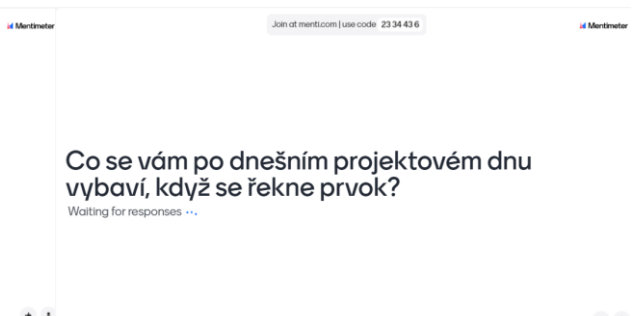


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Napište, co by se dalo zlepšit

Waiting for responses ...

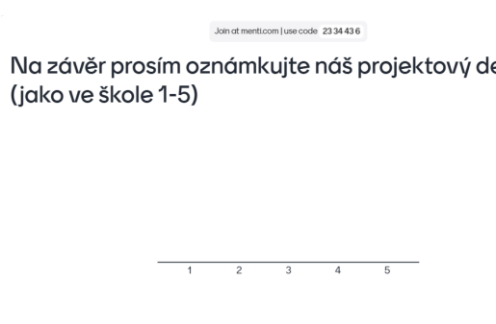


Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Co se vám po dnešním projektovém dnu vybaví, když se řekne prvok?

Waiting for responses ...



Join at menti.com | Use code 23 34 43 6

Mentimeter

Na závěr prosím oznámkujte náš projektový den (jako ve škole 1-5)

1 2 3 4 5