

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra učitelství a didaktiky biologie



**Využití Biologické olympiády ve školách a zařazení vybraných úloh
do výuky na gymnáziích.**

Utilization of Biology Olympiad in schools and implementation of selected tasks
into highschool teaching.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Darina Dvořáková

Vedoucí práce: RNDr. Vanda Vilímová

Praha 2012

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Souhlasím, aby byla diplomová práce zpřístupněna ke studijním účelům.

V Praze dne

.....

Darina Dvořáková

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce RNDr. Vandě Vilímové za její trpělivost, cenné rady a připomínky, které mi průběžně poskytovala při realizaci práce. Děkuji také Mgr. Tereze Zbytovské a Mgr. Dagmar Řehákové, které mi umožnily ověřit vytvořené učební materiály v praxi.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá Biologickou olympiádou a přepracováním vybraných úloh krajského kola na úlohy, které mohou najít uplatnění při výuce na vyšším stupni gymnázií. Zahrnuje teoretickou a praktickou část. Teoretická část poskytuje obecné informace o Biologické olympiádě (BiO), mapuje úspěchy českých studentů na Mezinárodní biologické olympiádě, podává literární přehled k jednotlivým tématům vybraných úloh. V praktické části jsou přepracovány čtyři úlohy rozdílných témat: Eukaryotická buňka jako mozaika, Voda v životě živočichů, Areály a rozšíření živočichů, Historie květeny ČR. Jednotlivé úlohy jsou zpracovány formou pracovních listů, byly ověřeny na školách během vyučování a zhodnoceny položkovou analýzou jednotlivých otázek. Znalosti studentů v oblasti vybraných témat byly testovány pomocí vytvořených pretestů a posttestů. Dále diplomová práce zahrnuje výsledky dotazníkového šetření týkající se zapojení škol do BiO a názory učitelů na danou problematiku.

Klíčová slova: biologická olympiáda, endosymbióza, osmoregulace, reliktnost, endemismus, pylová analýza, úlohy, pracovní listy

ABSTRACT

This thesis deals with the Biology Olympiad and remaking of selected tasks of region round. The remaked tasks can be used in highschool education. The thesis includes theoretical and practical part. The theoretical part provides general information about the Biology Olympiad (BiO), charts the achievements of Czech students in International Biology Olympiad (IBO), includes literary review of selected topics. The practical part encompass four remaked tasks of different topics: Eucaryotic cell as a mosaic, Water in life of animals, Animals' areas and their distribution, History of the flora in Czech Republic. The tasks are processed in the form of worksheets. The worksheets were tested at schools. Knowledge of students was tested by using of created pretests and posttests. The practical part also presents the result of research based on a questionnaire survey focused on the involvement of school in BiO and teachers' opinions on these topics.

Key words: The Biology Olympiad, endosymbiosis, osmoregulation, relictism, endemism, pollen analysis, tasks, worksheet

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1. Biologická olympiáda	9
2.1.1. Řízení a struktura BiO v ČR.....	10
2.1.2. Mezinárodní biologická olympiáda	13
2.2. Pokles zájmu o přírodovědné obory jako motivace k výběru úloh.....	16
2.3. Endosymbiotická teorie	18
2.3.1. Původ mitochondrií.....	19
2.3.2. Původ plastidů.....	20
2.4. Voda a osmotická regulace živočichů	23
2.4.1. Hospodaření s vodou u pouštních savců.....	24
2.4.2. Osmoregulační mechanismy sladkovodních a mořských ryb.....	27
2.5. Zoogeografie	30
2.5.1. Areály.....	31
2.5.2. Reliktní výskyt.....	32
2.5.3. Endemismus.....	34
2.6. Vývoj květeny střední Evropy a ČR.....	36
2.6.1. Pylová analýza	37
2.6.2. Vývoj vegetace střední Evropy v kvartéru	38
2.6.3. Reliktnost	39
2.6.4. Endemismus.....	41
3. METODIKA	43
3.1. Dotazníkové šetření	43
3.1.1. Příprava dotazníku	43
3.1.2. Realizace dotazníkového šetření.....	44
3.1.3. Vyhodnocení dotazníků	44
3.1.4. Testování závislosti položek z dotazníkového šetření.....	45
3.2. Přepřacování úloh BiO pro výuku na SŠ.....	46
3.2.1. Tematické plánování.....	46
3.2.2. Tvorba pilotní verze pracovních listů a metodické příručky	46
3.2.3. Testování znalostí studentů.....	49
3.2.4. Pilotní šetření a testování studentů	50
3.2.5. Položková analýza pracovních listů.....	50
4. VÝSLEDKY	51
4.1. Vyhodnocení dotazníkového šetření.....	51
4.1.1. Vyhodnocení jednotlivých položek dotazníku	52
4.1.2. Vybrané názory učitelů na problematiku BiO	67
4.1.3. Shrnutí výsledků dotazníkového šetření	69
4.2. Přepřacované úlohy BiO	70
4.2.1. Pilotní verze pracovních listů	70
4.2.2. Pilotní šetření	71
4.2.3. Položková analýza pracovních listů.....	71
4.3. Testování znalostí	79
5. DISKUZE	81
6. ZÁVĚR	86
7. SEZNAM LITERATURY	87
8. PŘÍLOHY	94
8.1. Statistické údaje o počtu soutěžících BiO.....	94
8.2. Dotazník BiO	95
8.3. Testování závislostí položek z dotazníkového šetření.....	98

8.4. Soubor materiálů pro úlohy	102
8.4.1. Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika	102
8.4.2. Úloha 2 – Voda v životě živočichů.....	113
8.4.3. Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů	123
8.4.4. Úloha 4 – Historie květeny ČR.....	132
8.4.5. Metodická příručka k úlohám.....	144
8.5. Pretesty, posttesty	156
8.6. Zdroje obrázků v pracovních listech.....	164

SEZNAM ZKRATEK

ATP	Adenosintrifosfát
b.	Body
BiO	Biologická olympiáda
cca	Cirka
c.p.	Celkové pořadí
č.	Číslo
ČZU	Česká zemědělská univerzita
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
G	Gymnázium
CHKO	Chráněná krajinná oblast
IBO	The International Biology Olympiad
MBO	Mezinárodní biologická olympiáda
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
n. l.	Našeho letopočtu
NaCl	Chlorid sodný
Obr.	Obrázek
ot.	Otázka
PL	Pracovní listy
př.n.l.	Před naším letopočtem
RMT	Relative medullar thickness (relativní síla dřeně)
RNA	Ribonukleová kyselina
rRNA	Ribozomální RNA
RVP	Rámcový vzdělávací program
Tab.	Tabulka
tRNA	Transferová RNA
sp.	Species (druh)
ÚK	Ústřední komise
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organizace spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu)
ZŠ	Základní škola

1. ÚVOD

V roce 2012 vstoupila soutěž Biologická olympiáda do 46. ročníku. V České republice se pořádá od roku 1964 a řadí se tedy k těm “starším“ přírodovědným soutěžím vyhlášeným Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) pro žáky základních škol a studenty středních škol.

Základní myšlenku společnou této i mnoha dalším podobným soutěžím představuje nejen podnět zájmu o příslušný obor, ale i všestranné rozvíjení schopností zejména nadaných mladých lidí. Je tedy určena pro žáky a studenty, kteří mají zájem zabývat se biologií hlouběji a chtějí porovnat v soutěži úroveň svých znalostí a dovedností s žáky a studenty jiných škol.

Témata jednotlivých ročníků a kategorií Biologické olympiády by měly u mladých lidí vzbuzovat zájem o přírodu a přiblížit vztahy organismů a faktorů životního prostředí. RNDr. Milan Dunder, CSc., ředitel Gymnázia Václava Beneše Třebízského ve Slaném, se o soutěži vyjádřil takto: *„Biologická olympiáda je úžasný fenomén. Díky ní jsem neustále optimistou, když vidím, kolik studentů má v dnešním přetechizovaném světě rádo přírodu, snaží se jí porozumět a zachovat ji pro další generace.“* Doc. RNDr. Petr Pyšek, CSc., zástupce ředitele Botanického ústavu Akademie věd ČR, považuje BiO za soutěž, která dává účastníkům systematický základ: *„Z odborného hlediska považují i dnes po letech za nejdůležitější, že se to všechno, vlastní soutěžní klání i následná letní soustředění, odehrávalo v atmosféře vědomí důležitosti systematiky a terénního výzkumu. Biologie je dnes hodně jiná než v sedmdesátých letech minulého století. Tehdy platilo, že botanik musí poznat kytku, ornitolog ptáka a entomolog brouka. Dnes samozřejmě všichni víme, že biologie se dá dělat kvalitně, aniž by člověk exceloval v poznávání přírodnin, nicméně biologické soutěže vstúpily celým generacím dnešních profesionálů zdravý systematický základ, o tom jsem přesvědčen.“* (Farkač a Božková, 2006)

Během téměř padesátileté historie BiO se v ní objevilo velké množství různě obtížných, mnohdy zajímavých nebo netradičně zadaných soutěžních úloh. Jejich úspěšné řešení, které se neomezuje na osnovami předepsanou látku, předpokládá nemalou samostatnou přípravu. Klade také zvýšené nároky na práci učitelů, bez jejichž pomoci se soutěžící často neobejdou. Mnoho úloh může sloužit jako náměty pro běžnou výuku, praktická či laboratorní cvičení ve školách. Jedním z cílů mé diplomové práce bylo několik úloh vybrat, upravit do podoby využitelné v běžné školní praxi a ověřit je ve výuce na vyšším gymnáziu.

Cíle diplomové práce lze shrnout do následujících bodů:

- přepracovat vybrané úlohy krajského kola biologické olympiády a připravit tak materiály vhodné do výuky na středních školách (gymnáziích)
- provést pilotní šetření, vyhodnocení a následnou úpravu připravených materiálů
- na základě dostupných zdrojů shrnout základní informace o BiO a teoretické poznatky k jednotlivým tématům vybraných úloh
- provést a vyhodnotit dotazníkové šetření mapující zapojení škol do BiO a jejich názory na danou problematiku

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Biologická olympiáda

Biologická olympiáda (BiO) je předmětová dobrovolná soutěž ve znalostech z přírodopisu a z biologie určená žákům základních škol a studentům středních škol. V současné době vychází z obsahu vzdělávacích oborů přírodopis a biologie v rámcových vzdělávacích programech (RVP) a svým pojetím přispívá k dalšímu rozvíjení klíčových kompetencí. Koncepce Biologické olympiády je v souladu s Mezinárodní biologickou olympiádou (MBO) (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace.html).

Jedná se o mimoškolní činnost, jejímž cílem je vyhledávat talenty, rozvíjet jejich nadání a realizovat jejich biologický zájem. Podporuje další vzdělávání v oboru a nejlepší z nich připravuje na reprezentaci v MBO. Žákům a studentům se zájmem o daný obor zároveň nabízí účelné využití volného času. RNDr. Antonín Reiter, Ph.D, současný zástupce koordinátora MBO, z Jihomoravského muzea ve Znojmě se o BiO vyjádřil takto: *„BiO mi dala hlavně široký přehled po různých biologických oborech a jejich souvislostech, který jsem využil při pozdějším vysokoškolském studiu. Umožňuje mi o různých jevech a procesech v přírodě přemýšlet s určitým nadhledem. Dala mi jedinečnou možnost poznat špičkové odborníky, kteří žáky a studenty neberou jako „materiál ke vzdělávání“, ale jako partnery ke společnému odhalování toho, co na přírodě a životě není na první pohled zjevné. Taková možnost podporuje v mladém člověku úctu k lidem, k názoru, toleranci, velkorysost. Zároveň ponechává radost z vlastního poznání a vzbuzuje určitou pokoru před složitostí a velkolepostí života.“* (Farkač a Božková, 2006).

První ročník BiO se pořádal roku 1964 pro žáky tehdejších středních všeobecně vzdělávacích škol v Praze. Od roku 1975 byla BiO rozšířena i pro základní školy. U zrodu Biologické olympiády stál významný přírodovědec a didaktik RNDr. Jan Stoklasa (1938 – 2004), který se stal jejím dlouholetým předsedou a později se podílel i na založení soutěže Natura Super Viva (soutěž samostatných prací s přírodovědným a ekologickým zaměřením) (Farkač a Božková, 2006). RNDr. Jan Stoklasa věnoval celý svůj odborný život výuce středoškolských učitelů na PřF UK v Praze, psaní odborných i didaktických publikací určených ke vzdělávání, aktivně se účastnil BiO mnoho let jako autor úloh a posuzovatel prací.

2.1.1. Řízení a struktura BiO v ČR

Biologická olympiáda je jednotná pro celé území České republiky a koná se každoročně. BiO vyhlašuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (MŠMT ČR). Organizačním zajištěním byla od 1. ledna 2009 pověřena Česká zemědělská univerzita (ČZU) v Praze (organizaci dříve zajišťoval Národní institut dětí a mládeže MŠMT) a odbornou stránku garantuje Ústřední komise Biologické olympiády (ÚK BiO). Ústřední komise, řídicí orgán soutěže, ustavuje předsednictvo, které se zabývá průběžným řízením činnosti a projednáváním běžných záležitostí. Členy ÚK BiO jsou dále předsedové a tajemníci krajských komisí BiO. Přípravou soutěžních úkolů jsou pověřeny pracovní skupiny pro tvorbu úkolů BiO jednotlivých kategorií. Týmy odborníků působících v činnosti BiO jsou sestaveny z kvalifikovaných odborníků – převážně z pedagogů, vědeckých pracovníků, odborníků z praxe a vysokoškolských studentů z celé České republiky (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace.html).

BiO je řízena na následujících úrovních: republikové – Ústřední komise BiO ČR a ČZU; krajské – krajská komise BiO a organizace pověřená krajským úřadem; okresní – okresní komise BiO a organizace pověřená krajským úřadem; školní – ředitel školy a pověřený učitel, případně předmětová komise (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace.html).

Biologická olympiáda je organizována v kategoriích a soutěžních kolech. Závazné termíny konání jednotlivých kol jsou vyhlašovány každoročně v Propozicích BiO, které jsou uveřejněny na stránkách www.biologickaolympiada.cz/sekcia/propozice-bio.html. Zájemci z řad žáků a studentů se přihlásí u pověřeného učitele nebo ředitele školy a dále soutěží v kategoriích, které odpovídají jejich ročníku, případně v kategorii vyšší, ale vždy pouze v jedné z nich. Jedná se o soutěž postupovou, soutěžícího proto není možné zařadit do vyššího soutěžního kola přímo. V průběhu soutěže jsou soutěžícím předkládány k řešení soutěžní úlohy (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace.html).

Kategorie a soutěžní kola BiO:

kategorie D - pro žáky 6. a 7. ročníku základních škol a 1. a 2. ročníků osmiletých gymnázií

- školní a okresní (obvodní) kolo, dle rozhodnutí krajské komise možné i krajské kolo

kategorie C - pro žáky 8. a 9. ročníku základních škol, 3. a 4. ročníku osmiletých gymnázií a 1. a 2. ročníku šestiletých gymnázií

- školní, okresní (obvodní) a krajské kolo

- kategorie B - pro žáky 1. a 2. ročníku středních škol, 5. a 6. ročníku osmiletých gymnázií
a 3. a 4. ročníku šestiletých gymnázií
- školní a krajské kolo
- kategorie A - pro žáky 3. a 4. ročníků středních škol, 7. a 8. ročníků osmiletých gymnázií
a 5. a 6. ročníku šestiletých gymnázií
- školní, krajské a ústřední (republikové) kolo
- (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/kategorie-a-soutezni-kola.html)

Každý ročník soutěže má odlišné tematické zaměření úloh. Témata jsou v příslušném roce shodná vždy pro kategorie A a B a kategorie C a D. Soutěžící mají možnost se připravit na příslušné téma buď z doporučené literatury, nebo jim bývá nabídnut již zpracovaný studijní materiál (přípravné texty pro všechny kategorie jsou zveřejněny na stránkách BiO – www.biologickaolympiada.cz/studijni-materialy/studijni-materialy.html). Případně mají možnost domácí přípravy na základě různých otázek a úkolů. Se zněním úloh se soutěžící seznamují bezprostředně před jejich vlastním řešením. Utajení soutěžních textů je nezbytnou podmínkou regulérnosti soutěže. Řešení úloh se hodnotí anonymně. Náročnost soutěžních úkolů je přiměřená příslušné věkové kategorii. Vyšší kola soutěže jsou svým obsahem i rozsahem náročnější. Přípravné texty k daným tématům, jakož i další studijní materiály, soutěžní úlohy včetně autorských řešení a pokynů pro hodnotící komise vydává pravidelně ÚK ve spolupráci s ČZU. Jednotlivá soutěžní kola jsou rozdělena na teoretickou a praktickou část (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/soutezni-ulohy.html).

Teoretická část kategorie C a D zahrnuje *test vědomostí* s testovými otázkami v kombinaci s teoretickými úkoly, často doplněnými obrázky a schémata. V praktické části potom žáci *určují přírodniny*, nejčastěji typické organismy naší přírody (živé, z preparátu, podle obrázků), a zpracovávají *laboratorní cvičení* většinou zaměřené na práci s mikroskopem nebo lupou. Soutěžící, kteří postupují do okresního kola, zpracovávají *vstupní úkol* na dané téma formou jednoduchého protokolu (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/soutezni-ulohy.html).

Teoretická část kategorie A a B zahrnuje *test všeobecných biologických vědomostí*, dále *teoretické úlohy*, v kterých jsou soutěžícím předkládána schémata, grafy, příklady či obrazová dokumentace, z nichž následně vycházejí otázky a úkoly. V rámci praktické části studenti také *určují přírodniny* jak živé (rostliny, živočichy, houby, atd.), tak objekty anatomické, morfologické, histologické, paleontologické a další. Dále zpracovávají *laboratorní úlohy*, v případě ústředního kola musí plnit ještě *terénní úlohy*, které testují

schopnosti pozorování biologických jevů i schopnost tyto jevy v přírodě rychle vyhledat a správně popsat (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/soutezni-ulohy.html).

Součástí Biologické olympiády jsou rovněž odborná soustředění. Letní dvoutýdenní odborné soustředění, tradičně probíhající ve středisku v Běstvině CHKO Železné hory, je určeno vítězům krajských kol BiO s výjimkou kategorie D. Odborná část programu soustředění se zaměřuje na práci v terénu, kde se studenti věnují především poznávání přírodnin a jejich sběru. Soutěžící se také seznamují s metodami vědecké práce, učí se laboratorním dovednostem a účastní se tematických přednášek (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/odborna-soustredeni_1248430825.html). Postoji studentů k přírodním vědám, vnímáním a úlohou odborných soustředění v životě studentů se ve své případové studii zabývaly Mary Oliver a Grady Venville (2011). Využily skupinu australských studentů ve věku 15 – 17 let, kteří se účastnili letního odborného soustředění, kde se někteří zabývali fyzikou, jiní biologií a jiní chemií. Toto odborné soustředění změnilo jejich postoj k vědě z pozitivního na „nadšený“. Studenti se cítili naprosto ponořeni a zahloubáni do učení díky rychlejšímu tempu, intenzitě a množství informací, čímž se dostali za hranici toho, co zažívali ve vyučovacích hodinách ve školách. Soustředění v nich podnítilo ještě větší zájem o svůj obor. Konečně se zařadili mezi vrstevníky se stejným zájmem, kteří se vzájemně podporují, rozumí si a mohou otevřeně vyjadřovat svoje nápady. Akademické aktivity, které vykonávali během pobytu, v nich vyvolávaly větší pocit úspěšnosti a ovládnutí svých znalostí. U mnoha studentů vedlo soustředění k přehodnocení svých budoucích možností v rámci kariéry a posunulo je k rozhodnutí stát se vědeckými pracovníky (Oliver a Venville, 2011). Tito australští studenti byli také porovnáváni s britskými středoškolskými studenty, kteří se neúčastnili žádného odborného olympijského soustředění (Bennett a Hogarth, 2005). Více než 80% olympijských účastníků považovalo přírodovědné předměty za jejich nejoblíbenější (u britských studentů 27 %). U 60 % probudil zájem o tyto vědy jejich učitel (u britských studentů 31 %) a 70 % nacházelo zaujetí v čtení odborných učebnic (u britských studentů 25 %) (Oliver a Venville, 2011; Bennett a Hogarth, 2005).

Dalším soustředěním je přípravné výběrové soustředění pro Mezinárodní biologickou olympiádu (MBO). Na půdě Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (PřF UK) si prohlubují a rozšiřují své vědomosti soutěžící, kteří v ústředním kole BiO obsadili prvních 12 míst. Zdokonalují se v dovednostech a v řešení biologických problémů a jejich teoretická a praktická příprava je vedena s důrazem na biologické disciplíny klíčové pro MBO. Na základě výsledků testů na tomto soustředění jsou vybráni čtyři reprezentanti ČR na MBO (Farkač a Božková, 2006).

1.1.2. Mezinárodní biologická olympiáda

Mezinárodní biologická olympiáda (MBO), v anglickém překladu *The International Biology Olympiad (IBO)*, je soutěž pro žáky středních škol, při níž je testován rozsah a úroveň všeobecných biologických znalostí soutěžících, jejich dovedností při řešení biologických problémů, invence, tvořivost a vytrvalost. Cílem je zprostředkovat kontakt mezi talentovanými žáky na mezinárodní úrovni, navázání přátelských vztahů, umožnit srovnávání výukových trendů v biologii v mezinárodním měřítku. Rozvíjí nadání mladých talentů a podporuje jejich vědeckou kariéru (www.ibo-info.org/whatis).

Myšlenka založit mezinárodní soutěž pro studenty středních škol v biologii vznikla především na základě kladných zkušeností s pořádáním mezinárodních olympiád v ostatních přírodovědných předmětech a matematice. Mezi státní soutěže Československa a Polska v letech 1985 – 1989, které měly vysokou úroveň, připravily půdu pro vznik vlastní MBO. V roce 1989 UNESCO (Organizace pro výchovu, vědu a kulturu) oficiálně požádalo Československo, jako stát s dlouholetými zkušenostmi v organizování národní biologické soutěže, aby uspořádalo první ročník soutěže mezinárodní. V červenci roku 1990 se Olomouc stala hostitelem účastníků 1. Mezinárodní biologické olympiády (Farkač a Božková, 2006).

Soutěž je pořádána každoročně v červenci v jedné z vybraných účastnických zemí. Jejím organizátorem je ministerstvo školství nebo odpovídající instituce pořádající země. Oficiálním jednacím jazykem je angličtina. Nicméně pořadatelské země také překládají teoretické a praktické úlohy do ruského jazyka. MBO koordinuje Sbor koordinátorů (Board of Coordinators – řídicí orgán soutěže), Poradní sbor MBO (IBO Advisory board- poradní orgán) a Koordinační centrum MBO (Coordinating centre of the IBO – plní funkci sekretariátu soutěže) (www.ibo-info.org/pdf/IBO-Guide.pdf).

MBO je výhradně soutěží jednotlivců. Každou zemi reprezentují čtyři soutěžící, jejichž nominace probíhá na základě výsledků národních soutěží v biologii. Soutěžící jsou vybíráni podle výsledků ústředního kola BiO a průběžných a závěrečných testů Přípravného výběrového soustředění před MBO, přičemž absolutní vítěz ústředního kola se stává členem soutěžního týmu přímo. Na MBO soutěžící doprovázejí koordinátor MBO a jeho zástupce, již jsou na návrh předsednictva voleni členy Ústřední komise BiO (www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace_1248069591.html).

Zdá se, že oblíbenost MBO neustále roste, protože každý rok se zvyšuje počet účastnických zemí (tab. 1). Do MBO se v roce 2012 zapojilo 59 zemí (www.ibo-info.org/ibo-results-and-awards), což je ale stále méně než množství zemí zapojujících se např. do Mezinárodní chemické olympiády (MChO) nebo do Mezinárodní fyzikální

olympiády (MFO). Do MChO v roce 2011 vyslalo své studenty 70 zemí (<http://icho43.metu.edu.tr/>) a do MFO vyslalo studenty 84 států světa (<http://www.ipho2011.org/facts>). Nicméně MBO je velmi úspěšnou soutěží, protože narozdíl od zbývajících dvou olympiád má o více než 20 let kratší historii. První ročník MBO se uskutečnil až v roce 1990, kdežto první ročník MChO v roce 1968 a MFO v roce 1967.

Rok	Místo konání	Počet zúčastněných zemí	1. místo v celkovém pořadí	Úspěchy ČR/ČSFR (počet medailí)*
1990	Československo	6	Československo	2 zlaté (1. a 2. místo v celkovém pořadí), 1 bronzová
1991	Sovětský svaz	9	neuveдено	2 stříbrné, 1 bronzová
1992	Československo	12	Československo	1 zlatá (1. místo v c.p.), 3 stříbrné
1993	Nizozemsko	15	Rakousko	1 zlatá (2. místo v c.p.), 1 stříbrná, 1 bronzová
1994	Bulharsko	18	neuveдено	2 zlaté, 2 bronzové
1995	Thajsko	22	Thajsko	2 zlaté, 1 stříbrná, 1 bronzová
1996	Ukrajina	23	Turecko	1 bronzová
1997	Turkmenistán	28	Turecko	3 stříbrné, 1 bronzová
1998	Německo	33	Čína	1 zlatá (2. místo v c.p.), 2 stříbrné, 1 bronzová
1999	Švédsko	36	Čína	2 stříbrné, 1 bronzová
2000	Turecko	38	Čína	1 stříbrná, 3 bronzové
2001	Belgie	38	Thajsko	3 bronzové
2002	Lotyšsko	40	Čína	1 stříbrná, 2 bronzové
2003	Bělorusko	41	Rusko	2 stříbrné, 2 bronzové
2004	Austrálie	40	Singapur	4 bronzové
2005	Čína	50	Čína	2 stříbrné, 2 bronzové
2006	Argentina	48	Thajsko	1 stříbrná, 2 bronzové
2007	Kanada	49	Thajsko	1 stříbrná, 1 bronzová
2008	Indie	55	Korea	1 stříbrná, 3 bronzové
2009	Japonsko	56	Singapur	3 stříbrné, 1 bronzová
2010	Korea	58	Čína	3 stříbrné, 1 bronzová

Rok	Místo konání	Počet zúčastněných zemí	1. místo v celkovém pořadí	Úspěchy ČR/ČSFR (počet medailí)*
2011	Taiwan (Čínská republika)	58	USA	4 bronzové
2012	Singapur	59	Singapur	1 stříbrná, 3 bronzové

Tab. 1. Přehled Mezinárodních biologických olympiád v letech 1990 – 2012.

* Zlaté medaile se udělují prvním přibližně 10% soutěžících z celkového počtu účastníků, stříbrné medaile dalším 20% soutěžících a bronzové medaile dalším 30 % soutěžících z celkového počtu účastníků.

(www.ibo-info.org/ibo-results-and-awards; Farkač a Božková, 2006).

2.2. Pokles zájmu o přírodovědné obory jako motivace k výběru úloh

Biologická olympiáda by měla motivovat (nejen) prostřednictvím svých tematických úloh žáky a studenty k dalšímu přírodovědnému vzdělávání. Bohužel o studium přírodovědných oborů neprojevují studenti příliš velký zájem. Co se týče počtu absolventů v přírodovědných oborech, řadí se Česká republika mezi země „průměrné“. Absolutní počty studentů v těchto oborech na českých vysokých školách sice mírně narůstají, avšak menším tempem než počty studentů v oborech jiných (zejména ekonomických a humanitních), takže relativní počty vztažené k celkovým počtům studentů klesají (MŠMT, 2011).

Podle průzkumu MŠMT si žáci ZŠ vybírají budoucí studium podle zájmu („toho, co mě baví“) a tento trend je viditelný i na školách středních. Dále z výsledků vyplývá, že přírodovědné obory ztrácejí zájemce mezi žáky, kteří z nich mají špatné známky. Žáci také považují tyto obory za náročné a domnívají se, že k jejich studiu je nutný předpoklad nadání. Studenti také uvažovali uplatnění na trhu práce, které se jim nezdálo v přírodovědné oblasti dostatečné (MŠMT, 2009). Podle projektu ROSE (The Relevance of Science Education) probíhajícího v letech 2001-2004 se liší pohled mezi patnáctiletými studenty v různých zemích na to, zda by se chtěli stát vědci. Žáci z technologicky vyspělých zemí, např. Japonsko či severské státy Evropy, projevují značný nezájem o přírodovědná témata jak ve školní výuce tak v osobním životě. Jejich perspektivy nejsou spjaty s rozvojem moderních technologií. Naopak žáci z rozvojových zemí a zemí s nízkou životní úrovní vidí v přírodních vědách a technologiích výraznou perspektivu svého života a rozvoje společnosti (Schreiner a Sjøberg, 2004).

Podle výsledků výzkumu PISA 2006 došlo u českých žáků k velkému propadu. Čeští žáci mají sice osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a jsou schopni aplikovat vědomosti, ale dělá jim problém samostatně vytvářet hypotézy, získávat a interpretovat data, formulovat a dokazovat závěry (PISA, 2006).

Celkový zájem o přírodní vědy klesá i v jiných evropských zemích (např. v Irsku, Velké Británii, Německu, Itálii). Avšak o biologii bývá prozatím větší zájem než o další přírodovědné obory jako je fyzika či chemie (European Commission, 2004). V ČR se podle oficiálních statistik zveřejněných na stránkách Biologické olympiády do 45. ročníku soutěže (akademický rok 2010/2011) zapojilo 20 350 žáků a studentů (<http://www.biologickaolympiada.cz/clanek/statistick-daje-jednotlivch-ronk-bio.html>), což odpovídá asi 4,5 % z celkového počtu možných účastníků ZŠ a G. Ve srovnání s BiO se např. do školního kola Chemické olympiády (ChO) zapojilo v minulém roce 2011

kolem 3700 studentů (Kotková, 2011) a do školního kola Fyzikální olympiády (FO) 5500 studentů (Vybíral, 2011). Opravdový počet soutěžících je však o trochu vyšší, protože zde nejsou zařazeni žáci těch škol, jejichž žáci neměli zájem o další postupové kolo a tak nehlásily své výsledkové listiny krajským komisím. Celkové počty účastníků BiO jsou v jednotlivých letech od 42. do 45. ročníku téměř shodné (viz tabulka 16 v příloze 8.1.). Údaje k nižším ročníkům jsem neměla k dispozici. Přírodopis či biologie jsou podle celostátního výzkumu z roku 2004 považovány na ZŠ, nižších G i vyšších G za oblíbenější předměty než je fyzika či chemie, ale stále méně oblíbené než např. informatika či různé typy výchov (rodinný výchova, výtvarná výchova atd.). Stejně tak hodnotí žáci přírodopis či biologii za méně obtížné než fyziku či chemii. Informatiku a různé typy výchov považují za nejméně obtížné (Höfer a Svoboda, 2005).

Po školním kole BiO postupují úspěšní řešitelé do vyššího postupového kola, kde ale FO a ChO vykazují větší úspěšnost. Podle oficiálních statistik postoupilo v roce 2011 do dalšího kola BiO celkem 4331 žáků (21 % z celkového počtu účastníků školního kola) (<http://www.biologickaolympiada.cz/clanek/statistick-daje-jednotlivch-ronk-bio.html>). V Chemické olympiádě postoupilo 37 % (1387 studentů) (Kotková, 2011) a ve Fyzikální olympiádě postoupilo 28 % (1550 studentů) (Vybíral, 2011).

Žáci ZŠ a studenti SŠ se zájmem o přírodovědnou oblast mají možnost zapojovat se do různých soutěží, jako jsou např. předmětové olympiády, Středoškolská odborná činnost (SOČ), Soutěže vědeckých projektů („Science Fair“ – konkrétně např. Festival vědy a techniky pro děti a mládež v Pardubickém kraji). V SOČ řeší talentovaní středoškolští studenti odborné problémy formou různých soutěžních přehlídek nejlepších individuálních nebo kolektivních prací, které musí obhájit před porotou (<http://www.soc.cz/o-soc>). Nejtalentovanější studenti se mohou zapojit do Soutěže vědeckých projektů Expo Science AVAMET, kde řeší konkrétní vědecké a technické projekty z různých oborů, které prezentují odborné i široké veřejnosti (<http://amavet.fvtp.cz/?q=node/6>).

Zájem studentů o biologii bych ráda podpořila několika přepracovanými úlohami, které obsahují zajímavá témata a které je možno zařadit do výuky. Vybrala jsem se souhlasem autorů 4 úlohy z kategorií A a B z krajského kola BiO:

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika – autor RNDr. Ivan Čepička, Ph.D.

Úloha 2 – Voda v životě živočichů – autor Mgr. Vojtěch Baláž

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů – autor Mgr. Jan Matějů

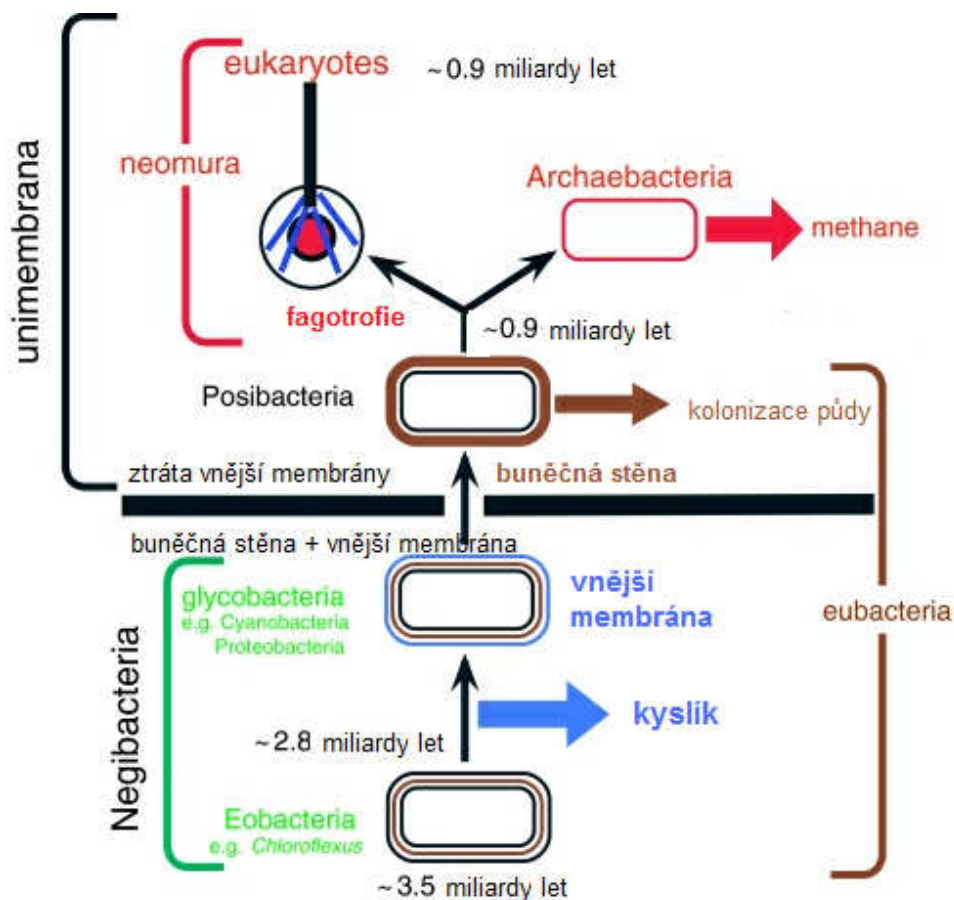
Úloha 4 – Historie květeny ČR – autor Mgr. Petr Pokorný, Ph.D.

V rámci teoretické části diplomové práce jsem zpracovala k jednotlivým tématům úloh literární přehled (viz kapitoly 2.3., 2.4., 2.5., 2.6.)

2.3. Endosymbiotická teorie

Původ mitochondrií a plastidů v buňce popisuje endosymbiotická teorie, která vysvětluje, že předci těchto organel byly dříve volně žijící prokaryotické organizmy. Procesem endosymbiózy se staly součástí (endosymbiontem) hostitelské buňky, která dala základ buňce eukaryotické. Endosymbionti jsou však mnohem redukovanější než jejich buněční předci.

Na základě morfologie buňky se živé organismy rozdělují na Prokaryota a Eukaryota. Rozdělení podle fylogenetických vztahů je již komplikovanější. Nejčastěji se živé organismy rozdělují do 3 domén: Eubakteria (Bakteria), Archaeobakteria (Archea) a Eukaryota. Názory na fylogenetické vztahy mezi těmito skupinami nejsou jednotné. Podle Cavalier-Smitha (obr. 1) stály na počátku vzniku buněčných organismů gramnegativní Eubakterie (Negibacteria), z nichž některé ztratily vnější membránu a daly vznik grampozitivním bakteriím (Posibacteria), z jejichž skupiny Actinobakterií se vyvinula Archaeobakteria a Eukaryota (Cavalier-Smith, 2006). Zdá se, že Archaeobakteria nejsou přímými předky Eukaryot, ale spíše jejich sesterskou skupinou, viz obr. 1 (Yutin et al. 2008, Cavalier-Smith, 2009).



Obr. 1. Schéma vývoje Archeí a Eukaryot z gramnegativních Eubakterií.

(Cavalier-Smith, 2006)

e.g. (exempli gratia) = například

Americká bioložka Lynn Margulisová (manželským jménem Saganová) zformulovala a zpopularizovala teorii sériové endosymbiózy, podle níž se postupným spojováním původně nezávisle žijících mikroorganismů vytvořily eukaryotické buňky umožňující existenci živočišných a rostlinných druhů (Saganová, 1967; Margulisová, 1996). Na počátku linie vedoucí ke vzniku dnešních Eukaryot (cca před 850 miliony let) stály buněčné organismy s vyvinutým endomembránovým systémem a endocytoskeletem, uzpůsobené k mitotickému rozmnožování. Tyto organismy měly také vyvinutou schopnost fagocytózy (fagotrofní výživy), díky níž došlo k procesu endosymbiózy a vzniku nových organel – mitochondrií a plastidů (Cavalier-Smith, 2009).

Mitochondrie i plastidy obsahují genom (DNA) zahrnující některé geny pro replikaci, transkripci a translaci, geny pro ribozomální RNA (rRNA), transferovou RNA (tRNA) a řadu genů pro jejich metabolické dráhy. Genomy dnešních organel obsahují už jen zlomek genů z původních genomů svých volně žijících předků. Většina byla během evoluce eliminována a mnoho genů bylo přeneseno do jádra hostitelské buňky. Drtivá většina proteinů fungujících v těchto organelách je dnes kódována jaderným genomem a transportována do organel důmyslnými mechanismy (přehled např. Hampl, 2012).

2.3.1. Původ mitochondrií

Mitochondrie je organela závislá na kyslíku, jelikož v ní probíhá energetický metabolismus aerobní buňky, např. citrátový cyklus, dýchací řetězec, β -oxidace mastných kyselin, syntéza ATP (Dyall, 2004). Mitochondrii obalují dvě membrány bakteriálního původu. Vznikla z aerobní α -proteobakterie, kterou pohltit primitivní amitochondriální předek eukaryotické buňky (proto-eukaryot). Nejbližší dosud žijící příbuzné organismy mitochondrie představují vnitrobuněční parazité rickettsie (Cavalier-Smith, 2009). Jiná hypotéza říká, že prvním eukaryotem byla arche-bakteriální chiméra, která vznikla v důsledku pohlcení α -proteobakterie archeálním organismem (Yutin et al, 2008). Názory na tuto problematiku nejsou opět jednotné.

U některých eukaryotních organismů byly nalezeny jiné organely bakteriálního původu s dvojitou membránou. Jedná se o mitosomy a hydrogenosomy, které nemají ve většině případů vlastní genom (Martin a Müller, 1998). Tyto organely vznikly přeměnou skutečné mitochondrie (nebo s ní sdílejí aspoň společného předka), ztratily některé původní funkce a naopak získaly i nové vlastnosti. Téměř s jistotou lze tvrdit, že všechna známá eukaryota mají mitochondrii nebo její pozůstatek (Lithgow a Schneider, 2010).

Hydrogenosomy jsou organely obalené dvojitou membránou, probíhá v nich anaerobní metabolismus pyruvátu (kyseliny pyrohroznové) za produkce molekulárního vodíku (Gill et al, 2007). Vyskytují se např. u trichomonády *Trichomonas vaginalis* (bičenka poševní) (Johnson et al., 1990) nebo u anaerobních nálevníků (Ciliata) (Boxma et al., 2005)

Další organelou s dvojitou membránou je mitosom. Mitosomy mají společného předka s mitochondriemi a hydrogenosomy, není v nich však lokalizována syntéza ATP a neobsahují genom. Funkce, kterou si zachovaly po společném předkovi a sdílí ji s mitochondriemi a hydrogenozomy, je tvorba FeS center. FeS centra tvoří komplex železa se sírou a/nebo cysteinem v bílkovinách s klíčovým významem pro řadu redoxních pochodů v buňce (Tovar et al., 1999; Gill et al., 2007). Mitosomy byly nalezeny např. v buňkách některých mikrosporidií, měňavky *Entamoeba histolytica* (měňavka úplavičná) a diplomonády *Giardia intestinalis* (lamblie střevní) (Tovar et al., 2003).

2.3.2. Původ plastidů

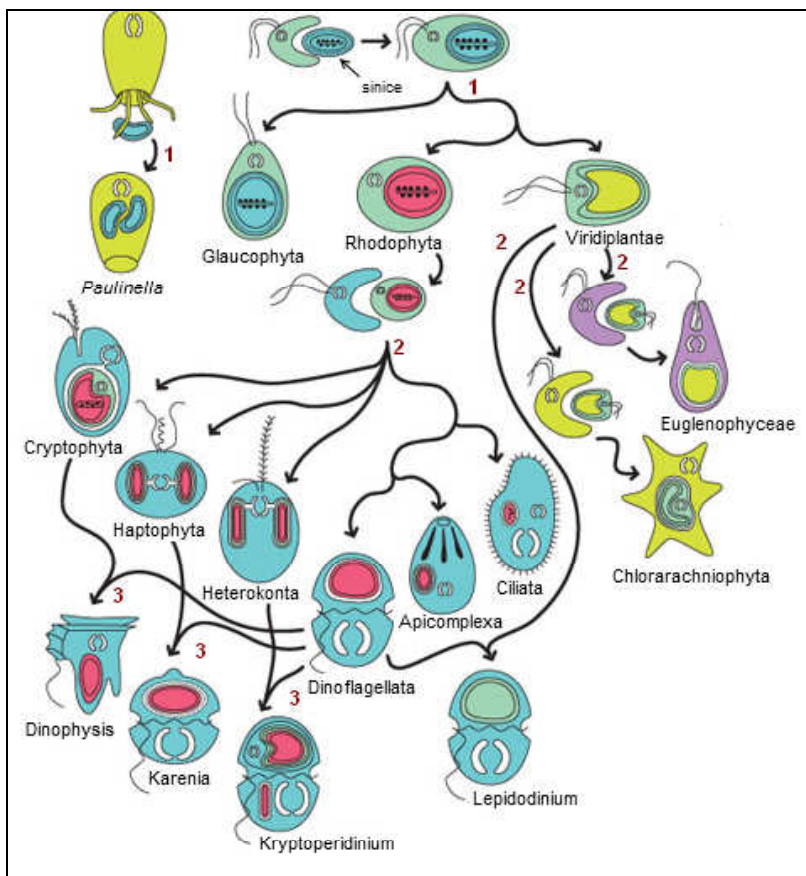
Všeobecně přijímaným názorem je, že plastidy vznikly, stejně jako mitochondrie, z buněčného endosymbionta. Tímto endosymbiontem byla fotosyntetická prokaryotická buňka (sinice = cyanobakterie), kterou pohltil nefotosyntetický eukaryot.

Na přelomu 19. a 20. století si německý botanik a ekolog A. F. W. Schimper (1883) všiml, že se rostlinné plastidy dělí nezávisle na dělení samotné buňky a připomínají tím sinice. Tuto myšlenku rozvedl ruský biolog K. Mereschkowsky (1905), který přirovnal plastidy k malým zeleným otrokům vyrábějícím jídlo pro hostitelskou buňku ze sluneční energie. Mereschkowsky zastával koncept několikanásobné endosymbiózy vedoucí ke vzniku několika různých typů plastidů (Howe et al., 2008). Hypotézy prvních průkopníků o symbiotické povaze plastidů se zkoumaly mnoho let a tato hypotéza je v současnosti podpořena mnoha výzkumy. Nové možnosti výzkumu přinesly metody sekvenování DNA. Po osekvenování kompletního genomu sinice *Synechocystis* sp. PCC6803, která se využívá jako jeden z modelových organismů pro studium cyanobakterií, se ukázalo, že její genové sekvence jsou podobné genomu chloroplastů *Porphyry* (Kaneko et al., 1996). Liší se však v počtu genů. DNA sinice obsahuje přes 3000 genů (Kaneko et al, 1996), v DNA chloroplastu ruduchy jich bylo nalezeno pouze 200 (Reith a Munholland, 1993). Genom endosymbionta tedy prošel značnou redukcí. Některé z chybějících genů se pak objevily v jaderné DNA, jiné geny se úplně ztratily. Ve srovnání s *Porphyrou* obsahují plastidy další červené řasy *Gracilaria* velmi zachovalý genom

sinicového předka, ale během vývoje zde také došlo ke genomovým přestavbám (Hagopian et al., 2004).

V rámci Eukaryot existuje vývojová linie Archaeplastida neboli Plantae, jejichž plastidy vznikly primární endosymbiózou z cyanobakterie. V rámci Archaeplastid se rozlišují 3 skupiny organismů: Glaucophyta, Rhodophyta (červené řasy), Viridiplantae (zelená vývojová linie). S největší pravděpodobností po pohlcení endosymbionta konvergovaly Glaucophyta jako první (Rogers a Keeling, 2003; Hormann et al., 2007).

V buňkách současných organismů se nacházejí různé typy plastidů, které pravděpodobně vznikly důsledkem několika různých endosymbióz (obr. 2). Podle typu původního endosymbionta se rozlišují 3 typy plastidů: primární, sekundární a terciární plastidy.



Obr. 2. Evoluce plastidů. 1 – primární endosymbióza a nezávislá primární endosymbióza u *Paulinella*, 2 – sekundární endosymbióza, 3 – terciární endosymbióza (Keeling, 2004).

Primárním plastidům daly vznik sinice. Tyto plastidy jsou ohraničeny dvěma membránami pocházejícími z endosymbionta. Organismy s tímto chloroplastem, tedy Glaucophyta a ruduchy (říše Plantae, podříše Biliphyta), zelené řasy a jejich potomci zelené rostliny (říše Plantae, podříše Viridiplantae) mají společného předka a jsou fylogeneticky sesterskými skupinami. Podle velmi hrubých odhadů došlo ke vzniku

plastidů před 1,5 až 2 miliardami let. Až donedávna se myslelo, že k této události došlo v historii jen jednou. Druhým známým případem primární endosymbiózy byl vznik plastidu druhu *Paulinella chromatophora*¹, která pohltila také sinici a nikoliv řasu (viz níže) (Marin et al., 2005). Jedná se o zcela nedávnou evoluční událost, protože endosymbiont je začleněn do těla a genomu hostitele méně, než klasické plastidy (Yoon et al., 2006).

Sekundární plastid má původ v buňce zelené nebo červené řasy, kterou pohltila určitá nefotosyntetizující eukaryotní buňka. Tyto chloroplasty nesou na povrchu 3-4 membrány (u 4 membránových chloroplastů: dvě vnitřní membrány pocházejí z původního primárního plastidu (sinice), třetí membrána je odvozena z cytoplasmatické membrány zelené nebo červené řasy a čtvrtá tvoří pozůstatek trávicí vakuoly; u plastidů se 3 membránami není původ třetí membrány jistý), často jsou uloženy ve váčku odvozeném od endoplazmatického retikula. Sekundární plastidy pocházející ze zelených řas mají ve svých buňkách Chlorarachniophyta, některá krásnoočka (Euglenophyceae) a obrněnka *Lepidodinium viride* (nejdříve měla sekundární plastid z ruduch, který nahradila zelenou řasou). Sekundární plastidy původem z ruduch se vyskytují u skrytěnek (Cryptophyta), výtrusovců (Apicomplexa), většiny obrněnek (Dinoflagellata), ciliát, Haptophyt, rozsivek a chaluh (Heterokontophyta). U některých organismů se v prostoru mezi vnějšími membránami nachází nukleomorfy. Jedná se o zbytek jádra endosymbionta (ruduchy, zelené řasy aj.) obsahující DNA (Keeling, 2004).

Extrémním případem jsou **terciární plastidy** nacházející se u některých obrněnek (Dinoflagellata), které vznikly např. ze skrytěnek (Cryptophyta) (Hackett et al., 2004), Haptophyt nebo Heterokontophyt (Koike et al., 2005), tedy z organismů nesoucích v sobě již sekundární plastidy z ruduch.

Kolem původu různých typů plastidů však stále existuje mnoho nejasností.

¹ Fotosyntetická zelená améba z fylogenetické linie Cercozoa.

2.4. Voda a osmotická regulace živočichů

Život se začal vytvářet s velkou pravděpodobností ve vodním prostředí. Živočichové se tak z moře rozšířili do sladkých vod a na souš. U prvotních forem se blížilo vnitřní prostředí jak svým složením, tak i osmotickou hodnotou mořské vodě, s níž bylo v rovnováze. Přejít z moře přes brakické vody do vod sladkých a na souš si však vyžádal vznik různých regulačních mechanismů.

Většinu povrchu Země (71 %) pokrývá slaná voda moří a oceánů, jež tvoří 97 % celého vodstva na naší planetě. Voda obsahuje různé množství solí. Salinita moří se pohybuje v rozmezí 0,4 – 4,2 % (Rudé moře 4,2%), avšak salinita Mrtvého moře (bezodtoké slané jezero) se blíží až 33,7 % (Kössl a Chábera, 1999). Průměrná koncentrace mořské vody pak představuje 3,5 % (35g soli/litr; 1 122 mmol/l) rozpuštěných solí. Hlavní ionty tvoří sodík a chloridy, dále také hořčík, sírany a vápník. Celková koncentrace solí se poněkud mění v závislosti na zeměpisné poloze. Např. Středomořský obsah soli se blíží 4 %, protože odpařování vody zde není vyváжено stejným přítokem sladké vody z řek. V jiných oblastech, především v pobřežních zónách, může být naopak koncentrace rozpuštěných solí nižší než v otevřeném oceánu (Schmidt-Nielsen, 2009).

I sladká voda má značně variabilní obsah solí. Nepatrné množství soli je přítomno již v dešťové vodě. Tím, jak sladká voda proudí přes povrch země či v jejích vrstvách, může se celkový obsah solí zvyšovat a obvykle kolísá v rozmezí od 0,1 mmol/l do 10 mmol/l. Hlavní ionty sladké vody představují vápník, sodík a kyselé uhličitany (Janský a Novotný, 1981).

Brakická voda dosahuje hodnoty salinity v rozmezí 3 – 0,05 %. Vyskytuje se v místech, kde se mísí slaná voda s vodou slanou, nejčastěji při ústí řek do moří. Voda proudící z velkých řek ředí vody oceánu na značné vzdálenosti, a pokud jsou velké vlny a velký příliv, šíří se naopak brakická voda proti proudu řeky. Brakická voda představuje pro organismy fyziologicky velmi důležité prostředí. Vytváří bariéru rozšíření mezi mořskými a sladkovodními živočichy a také formuje zajímavý přechod mezi mořským a sladkovodním habitatem. Pokrývá méně než 1 % zemského povrchu (Schmidt-Nielsen, 2009).

Vodní prostředí má tedy rozdílné iontové složení a osmotické vlastnosti než tělní tekutiny většiny živočichů (především obratlovců), jejichž osmotická koncentrace se pohybuje kolem 300 mmol/l. Živočichové si tedy museli v průběhu evoluce vytvořit různé adaptační (osmoregulační) mechanismy, které jim umožňovaly šířit se do nových prostředí s odlišným osmotickým potenciálem.

Mnozí bezobratlí mají tělní tekutiny o stejném osmotickém tlaku jako vodní prostředí, v němž se pohybují. Takové organismy jsou izoosmotické. Pokud dojde ke změně obsahu solí v prostředí, živočichové mohou odpovědět dvěma způsoby – osmokonformně i osmoregulačně. **Osmokonformisté** mění složení svých tělních tekutin podle osmolarity prostředí, např. někteří mořští bezobratlí (ježovky, krabi, sliznatky, olihně a další). U **osmoregulatorů** (většiny obratlovců) se v průběhu evoluce vyvinula schopnost selektivně vyměňovat některé ionty mezi tělem a prostředím, čímž udržují své vnitřní prostředí stálé (Janský a Novotný, 1981).

Sladkovodní ryby mají tělní tekutiny osmoticky více koncentrované než okolní prostředí, proto spadají do skupiny **hyperosmotických** organismů. Pokud je však koncentrace tělních tekutin nižší než okolního prostředí, jedná se o **hypoosmotické** organismy (např. mořské kostnaté ryby). Někteří vodní živočichové tolerují širokou škálu změn v obsahu solí ve vodě, tzv. **euryhalinní** organismy, naopak **stenohalinní** organismy výkyvy v obsahu solí nesnášejí (Janský a Novotný, 1981; Randall et al., 2002).

2.4.1. Hospodaření s vodou u pouštních savců

Jedno z přizpůsobení se k suchozemskému životu je vyvinutí mechanismů zamezujících ztrátám vody vypařováním. Konkrétní přizpůsobení mohou vypadat různě, ale u všech živočichů, kteří jsou dokonale přizpůsobeni pobytu na souši, je povrch těla velmi málo propustný pro vodní páry. Ztráty vody dýcháním se snižují již stavbou dýchacích orgánů suchozemských živočichů. Tyto orgány jsou vchlípené, duté a členěné dovnitř těla. Jejich vnitřní povrch vystýlá tenký epitel, který se udržuje trvale vlhký. Ztráty vody pak setrvávají na nízkých hodnotách, protože se v těchto orgánech udržuje právě taková výměna vzduchu, která stačí potřebám dýchání. Úbytky vody trávicí soustavou se snižují vstřebáváním vody v posledních odstavcích trávicí trubice. Konečné ztráty vody vylučovacími orgány se udržují na nízké hodnotě tím, že se vytváří hypertonická moč. Ledvina savců může vytvořit moč, jejíž osmotický tlak je několikanásobně vyšší než osmotický tlak tělních tekutin. Na tom, do jaké míry bude moč koncentrovaná, se významně podílí délka a stavba Henleovy kličky (Kubišta, 1978).

Při adaptaci na pouštní prostředí je ledvina jeden ze základních orgánů, které se musí přizpůsobit. Konkrétní adaptace závisí na studovaném taxonu, fyziologických i behaviorálních mechanismech, které napomáhají řešit nedostatek vody a vysoké teploty. Například někteří pouštní hlodavci se vyhýbají extrémním denním teplotám tím, že jsou aktivní především v noci, kdy teplota vzduchu klesá. Jako zdroj vody jim slouží potrava (např. u myši bodlinaté *Acomys russatus* se jedná o slimáky s vysokým obsahem vody).

Rostlinná potrava skladovaná v doupatech absorbuje vlhkost ovzduší. Často jako hlavní zdroj tekutin slouží tvorba metabolické vody (voda vznikající v průběhu biochemických reakcí v protikladu k vodě přijaté potravou a pitím). Některé živočišné druhy dokážou pít vodu s vysokým obsahem solí (lama guanako, pouštní zajáci), a přijímat šťávu z halofytních rostlin tolerujících vysoké zasolení půdy či vody (pštros dvouprstý, pískomilové rodu *Gerbillus*, křečci rodu *Neotoma*) (Randall et al., 2002).

Ledvina přispívá k řešení problémů tím, že pomáhá šetřit vodou a zároveň umožňuje vylučování přebytku anorganických iontů a organických látek. Nejvíce studovanou funkcí ledvin ve vztahu k adaptaci na prostředí pouště je regulace osmolality² moči. (Schmidt-Nielsen, 1961) Produkce hypertonické tekutiny umožňuje živočichovi eliminovat přes ledvinu přebytek iontů a rozpustných dusíkatých látek při zachování vody v těle. Nicméně tímto způsobem jsou schopni vylučovat hypertonickou moč jen ptáci a savci.

U savců je schopnost koncentrovat moč již dlouho spojována s přítomností nefronů s dlouhou Henleovou kličkou uspořádanou rovnoběžně s přímými cévami v ledvině a sběrnými kanálky ve dřeni ledviny. Protože je v oblasti Henleových kliček hypertonické prostředí, dochází v sestupném raménku k pasivnímu přechodu vody (osmóze) z tubulární tekutiny do okolní tkáně. Vedle toho zde dochází k pasivní difúzi iontů Na^+ dovnitř tubulů. Při těchto pochodech se primární moč zahušťuje a do vzestupného raménka Henleovy kličky přechází hypertonická moč. Zde dochází k resorpci iontů Na^+ Cl^- z tubulu do okolní tkáně. Ve sběrném kanálku nastává opět aktivní přesun sodíku ven z kanálků a tekutina se dále zahušťuje (Schmidt-Nielsen, 1961).

Při výzkumech a pozorování hlodavců z aridních oblastí se zjistilo, že jejich ledviny vykazují silnější vrstvu dřene, tzn., že mají prodloužené renální papily s Henleovými kličkami, ve srovnání s nepouštními hlodavci. Na délce Henleovy kličky a sběracích kanálků tedy závisí schopnost koncentrovat moč. Henleovy kličky zasahují hluboko do dřene a jejich maximální délky mohou být přímo úměrné síle dřene (Geluso, 1978). Dále se zjistilo, že ledvinové tubuly aridních hlodavců jsou více propustnostné pro sodné a chloridové ionty (Jamison et al. 1979).

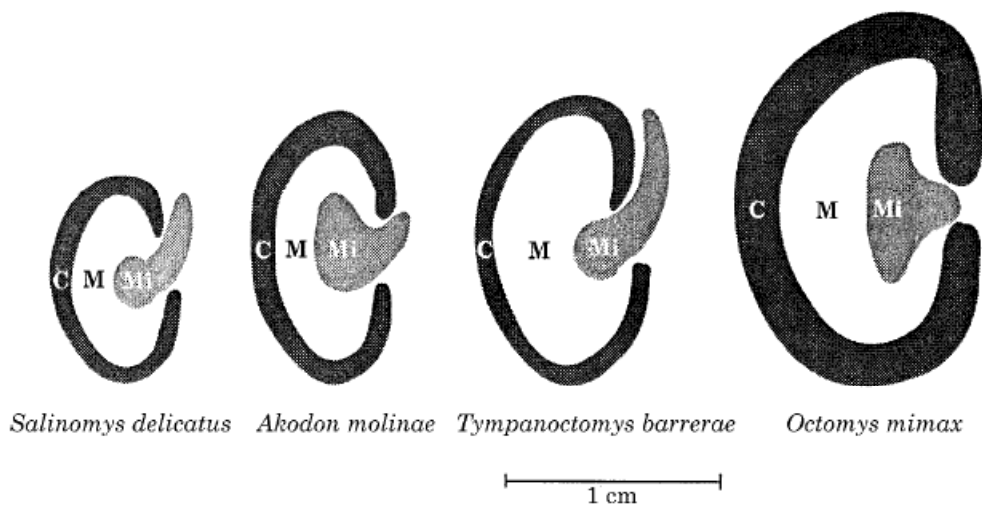
Rozdíly ve struktuře ledvin souvisí také s tělesnou hmotností, čím je hmotnost větší, tím mají menší schopnost koncentrovat moč. Absolutní síla (tloušťka) dřene se zvětšuje s rostoucí tělesnou hmotností, naopak relativní síla dřene (RMT) se snižuje s rostoucí tělesnou hmotností, tzn., že obecně ledviny malých druhů výkonněji koncentrují moč (Lawler a Geluso, 1986; Diaz et al., 1998). RMT savců z aridních oblastí (obr. 3) je větší než u stejně velkých jedinců z nepouštních oblastí. Nicméně na rozdílnosti ve struktuře

² Osmolalita - koncentrace osmoticky aktivních látek v jednotce hmotnosti rozpouštědla (mosmol/kg).
Osmolarita - celkové látkové množství rozpuštěných částic v 1 l roztoku.

ledvin se nepodílí jen tělesná hmotnost, ale i stravovací návyky a konkrétní podmínky obývaného stanoviště (Greegor, 1975; Diaz et al., 2006).

Adaptace k životu v poušti byla také studována na zajíci hnědém (*Lepus capensis*) z Negevské pouště v Izraeli. Pouštní zajíci byli schopni pít roztok kuchyňské soli (NaCl) o koncentraci až 6% a jejich maximální koncentrace moči pak dosáhla 4,47 mosmol.kg⁻¹. Ve srovnání s tím, zajíci z mírné oblasti jižní Francie spotřebovali roztok o koncentraci 2,5% soli a jejich maximální koncentrace vyloučené moči byla 2,50 mosmol.kg⁻¹ (Kronfeld a Shkolnik, 1996).

Obecně lze říci, že aridní savci hospodaří s vodou efektivněji než živočichové z nepouštního prostředí. Adaptační mechanismy savců žijících na poušti dovolují zadržovat více vody, tvořit velmi hypertonickou moč, a tím vylučovat velké množství nepotřebných iontů.



Obr. 3. Struktura ledviny vybraných argentinských pouštních hlodavců.

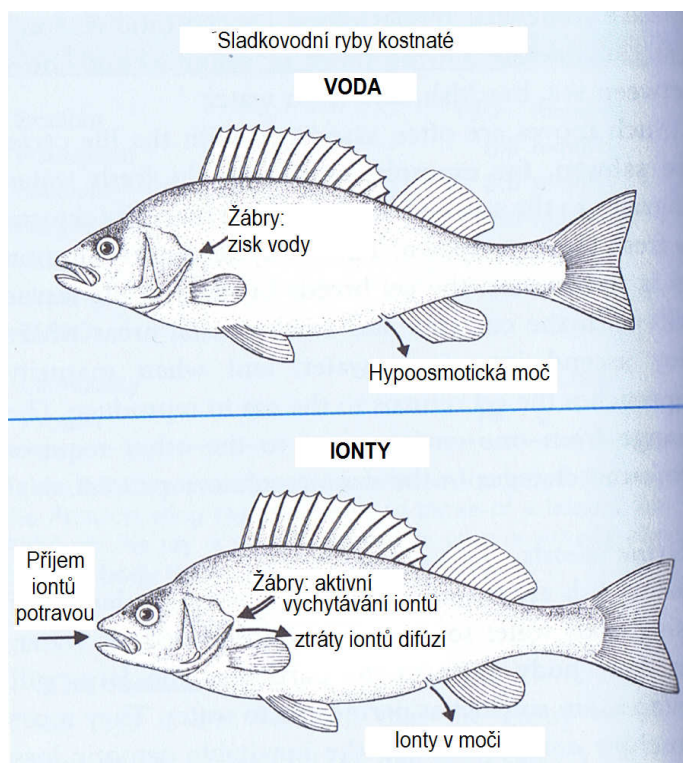
Obrázek znázorňuje velkou relativní sílu dřeně vůči kůře (RMT). Tato struktura ledvin vznikla jako přizpůsobení se aridním podmínkám. Hlodavci z mírných podmínek vykazují menší RMT.

C (cortex) – kůra, **M** (medulla) – vnější dřeň, **Mi** (inner medulla) – vnitřní dřeň.

Salinomys delicatus – křeček; *Akodon molinae* – křeček Molinin; *Tympanoctomys barrerae* – osmák pouštní; *Octomys mimax* – viskačovec (Diaz et al., 1998)

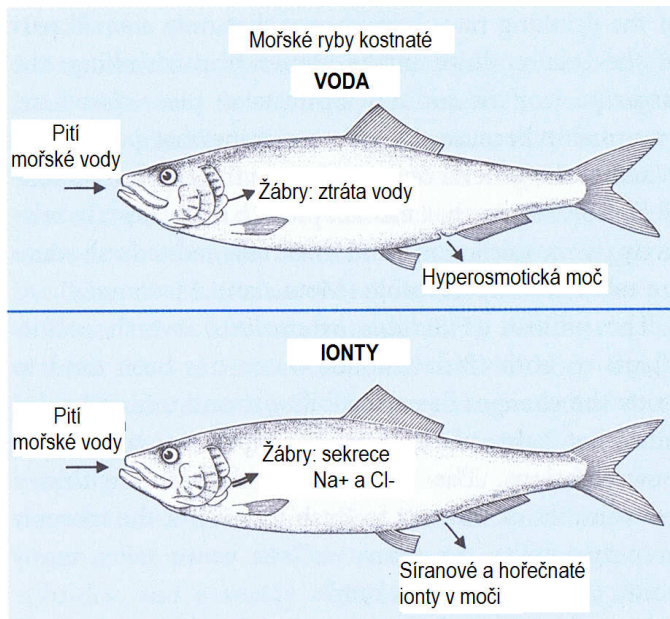
2.4.2. Osmoregulační mechanismy sladkovodních a mořských ryb

Sladkovodní živočichové se zřejmě vyvinuli z živočichů mořských. Tělní tekutiny těchto sladkovodních odpovídají asi 0,8 % roztoku NaCl, ale tato koncentrace stále převyšuje obsah solí v okolním prostředí, ryby se tak stávají hyperosmotickými. Musí se bránit tomu, aby se rozpuštěné látky neztrácely do vnějšího prostředí, a aby nevnikala nadbytečná voda dovnitř těla (především přes žábry). Přebytek vody v těle je vyrovnáván produkcí hypoosmotické moči, s níž může odcházet i určité množství iontů (obr. 4). K největším ztrátám iontů však dochází difúzí přes žaberní epitel. Jejich ztráty jsou vyrovnávány příjmem v potravě a aktivním vychytáváním z prostředí žábrami - proti koncentračnímu spádu (Janský a Novotný, 1981, Schmidt-Nielsen, 2009).



Obr. 4. Přesuny vody a iontů u sladkovodních kostnatých ryb.
(Schmidt-Nielsen, 2009)

Mořské ryby, které se dostaly do moře druhotně ze sladkých vod, mají naopak tělní tekutiny vůči prostředí hypoosmotické. Z jejich těla se tak neustále ztrácí voda, k čemuž může docházet především žábry a ledvinami (obr. 5). Aby tyto ztráty snížily, produkují malé množství vysoce koncentrované moči. Ani to pro udržení vodní rovnováhy nestačí, a tak pijí velké množství mořské vody. Ionty z vypité vody se vstřebávají ve střevě. Tím se však zvyšuje množství solí v těle, které se musí odstranit žábry, kde jsou sodík a chloridy vylučovány z těla aktivním transportem. Hořčík a sírany odcházejí močí (Kubišta, 1978; Randall et al., 2002).



Obr. 5. Přesuny vody a iontů u mořských kostnatých ryb.
(Schmidt-Nielsen, 2009)

Většina kostnatých ryb má omezenou schopnost pohybu mezi sladkou a slanou vodou. Existují však ryby, které v rámci svého životního cyklu migrují mezi sladkovodním a mořským prostředím. **Anadromní** ryby žijí většinu života ve slané vodě, tady se také odehrává větší část jejich životního cyklu. Za účelem reprodukce vstupují do sladkých vod nejčastěji ve stádiu pohlavní dospělosti. Ve sladkých vodách se pouze třou a už prakticky nevyhledávají potravu. Do této skupiny patří např. losos obecný (*Salmo salar*), jeseter velký (*Acipenser sturio*). Naopak většina ontogenetického vývoje **katadromních** ryb probíhá ve sladké vodě. Do moře migrují pouze za účelem rozmnožování, např. úhoř říční (*Anguilla anguilla*). Konečně **amfidromní** ryby migrují do moře bezprostředně po vylíhnutí, odtud se juvenilní stádia přesouvají zpět do sladkých vod, kde dospívají a reprodukují se, např. hlavačka mramorovaná (*Proterorhinus marmoratus*) (Lellák a Kubíček, 1991). Tyto ryby si musely vytvořit fyziologické adaptace, díky nimž se vyrovnávají s různými osmotickými tlaky během svých migračních cest.

Když katadromní úhoři migrují mezi sladkými a mořskými vodami, musí se vyrovnávat jak s hypotonickým tak hypertonickým prostředím a to tak, že buňky jejich žaberního epitelu střídají směr aktivního transportu iontů podle potřeby, dále se mění iontová propustnost jícnu (esophagus), žaludku a střeva (Keys, 1933; Hirano a Mayer-Gostan, 1976).

U anadromních ryb byly pozorovány druhově specifické rozdíly v načasování vývojových změn, vedoucích ke změně hyperosmotické regulace na hypoosmotickou regulaci. U anadromních lososovitých ryb dochází ke změnám ve fyziologii v různých načasováních: 1) v nejranějších fázích vývoje, kdy odplouvají ze sladké vody ještě jako potěr; 2) zůstávají ve sladké vodě nejméně jeden rok a během migrace do moře dojde ke smoltifikaci (viz níže), která je pod fotoperiodickou kontrolou; 3) ve sladké vodě setrvávají déle než 3 roky a k rozvoji hypoosmoregulačních mechanismů dochází až během kontaktu se slanou vodou (Duston a Saunders, 1990; McCormick, 1994).

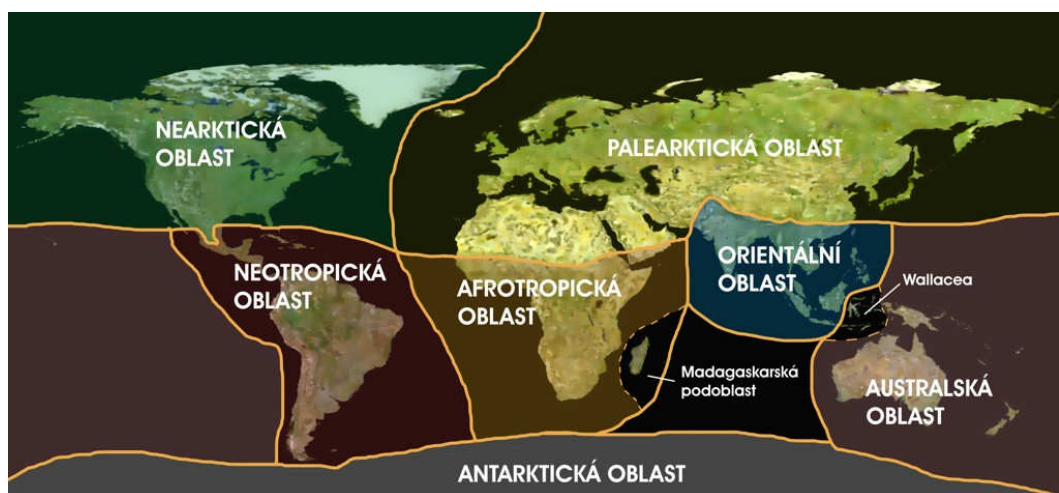
Smoltifikace spočívá ve změně zbarvení, metabolismu a chování u juvenilních lososů. Jejich povrch se pokrývá stříbrnou vrstvou purinů (guanin a hypoxantin), tělo se zeštíhluje a jejich ploutve tmavnou. Zvyšuje se endokrinní aktivita některých hormonů např. růstový hormon, kortizol, tyroxin, prolaktin (Fuentes a Eddy, 1997). Ryby ještě ve sladké vodě více pijí a v moři vodu přijímají jen v omezené míře. Změnám se přizpůsobuje také žaberní aparát a epitel ústní dutiny. Zvětšuje se velikost i množství chloridových buněk žaberního epitelu, které ve sladké vodě absorbují monovalentní ionty (Na^+ , Cl^- , K^+) a ve slanejším prostředí je naopak vylučují. Zvyšuje se absorpce střev pro vodu a monovalentní ionty, vzrůstá Na^+K^+ -ATPázová aktivita žaberních buněk, naopak se snižuje glomerulární filtrace v ledvinách (McCormick a Saunders, 1987; Daborn et al., 2001).

Konkrétní podoba těchto adaptačních mechanismů závisí na druhu jedince, jeho stáří, tělesné velikosti, fotoperiodě, teplotě a koncentraci vody.

2.5. Zoogeografie

Zoogeografie spadá pod vědní obor biogeografie, který se zabývá studiem rozšíření organismů na Zemi, hledající přirozené zákonitosti podmiňující změny v rozšíření druhů a nadřazených taxonů (rodů, čeledí, řádů atd.) a jiných supraorganismálních celků (společenstev, vegetačních či faunových typů apod.). Tento obor zohledňuje geografický aspekt globální biodiverzity a uvádí poznatky o výskytu organismů a struktuře bioty do kontextu poznatků geografických, geologických, klimatologických, ekologických a evolučně biologických. Tradičně bývá biogeografie členěna na fytogeografii (rozšíření rostlin) a zoogeografii (rozšíření živočichů) (Brown a Lomolino, 1998; Cox a Moore, 2000).

Na základě ekologických a geografických analýz se vymezuje několik biogeografických oblastí podle úrovně endemizmu a celkové biotické podobnosti. Rozlišuje se sedm zoogeografických oblastí (obr. 6) pevninského biocyklu: 1. *palearktická* (většina Eurasie, severní Afrika), 2. *nearktická* (Severní Amerika), 3. *neotropická* (střední a Jižní Amerika), 4. *etiopská* (afrotropická; Afrika na jih od Sahary), 5. *orientální* (indomalajská; jižní a jihovýchodní Asie na jih od Himalájí), 6. *australská* (Austrálie, Nový Zéland, Nová Guinea, Polynésie), 7. *antarktická* (Antarktida a přilehlé ostrovy). Nearktická a palearktická oblast bývají spojovány do jednoho celku - *holarktická* oblast. Jednotlivé oblasti nejsou zcela ostře vymezeny, zejména mezi australskou a orientální oblastí je široká přechodová zóna (Wallacea), kde se překrývají areály druhů s původem z obou oblastí. Hranice zoogeografických oblastí jsou rámcově podobné vymezení hranic oblastí fytogeografických. Mohou se lišit terminologií a ve fytogeografii je samostatně oddělovaná kapská oblast na jihu Afriky, která je velmi druhově bohatá a v níž jsou zastoupeny rody, které se nevyskytují jinde v africké oblasti (např. čeleď *Proteaceae* má v Kapsku jiné rody než ve zbytku Afriky) (Darlington, 1957; Brown a Lomolino, 1998) .



Obr. 6. Zoogeografické členění Země.

(www.biolib.cz/cz/image/id11479/)

2.5.1. Areály

Základním předmětem biogeografického výzkumu jsou areály, tj. soubory všech míst, v nichž se daný taxon vyskytuje. Výskyt určité populace organismů a ekologické faktory životních podmínek jsou v rámci areálu značně heterogenní. Obecně lze území se zvláště příznivou kombinací životních podmínek nazvat jako specifické optimum. Od tohoto optima až po pesimus, které leží za hranicemi areálu, se existenční podmínky zhoršují. Tento mezilehlý prostor je označován jako pejus. Populace obývající pejus se mohou značně odlišovat od obyvatel optima (Buchar, 1983). Takto obecně popsany model ale nemusí vždy v lokálních podmínkách platit.

Velikost areálu je velice rozmanitá a navíc se může časem měnit. Makroareály, zaujímají území více než jedné geografické oblasti. Tato území obývají především kosmopolitně rozšíření živočichové (myš domácí *Mus musculus*, vrabec domácí *Paser domesticus*). Vedle vlastních kosmopolitních makroareálů náleží do této kategorie areály cirkumtropické (červoři *Gymnophiona*), cirkumpolární (sovice sněžní *Nyctea scandiaca*), bipolární (delfíni čeledi *Ziphiidae*). Mezoareály zahrnují dosti rozsáhlé areály v hranicích jediné zoogeografické oblasti (klokani v australské oblasti). Mikroareály představují relativně malá území – ostrovy v oceánu (pěnkavy na Galapágách) nebo izolované biotopy uvnitř zcela odlišných podmínek (jezero, horský masív) suchozemského biocyklu (Darlington, 1957; Buchar, 1983; Ruggiero, 1994).

Podle tvaru areálu se rozdělují druhy na dvě skupiny. Druhy, u nichž je zachován kontakt mezi všemi populacemi, mají areál souvislý (kontinuitní), např. rozšíření krtka obecného (*Talpa europea*), zatímco druhy rozpadlé do několika geograficky izolovaných populací mají areál nesouvislý (disjunktivní), např. rejsek horský (*Sorex alpinus*). Disjunktivní areály se skládají z více subareálů, které jsou často považovány za reliktní (zbytky někdejšího souvislého areálu) (Brown, 1998).

Rozšíření jednotlivých taxonů se zobrazuje do kartografické mapy příslušného území. Ideální zobrazení areálu každého živočišného druhu by mělo vycházet z polohy všech zeměpisných míst, na nichž se v určité době rozmnožuje. Jednotlivé lokality jsou vyjadřovány prostřednictvím bodů, jejichž soubor tvoří bodovou mapu areálu (s konkrétním zobrazením všech známých lokalit výskytu), která je výchozím předpokladem pro vytvoření mapy obrysové či plošné (shrnující schematicky areál u hojnějších druhů) (Buchar, 1983).

Při zobrazování výskytu na rozsáhlých územích se často používá síťové mapování, hodnotící výskyt druhu ve čtvercové síti. Pro území ČR se používá síť čtverců o délce stran přibližně 12 x 11,2 km, odvozené od sítě poledníků a rovnoběžek (Anděra, 2005).

2.5.2. Reliktní výskyt

Živé svědky dávných dob minulých představují relikty. Jedná se o druhy (nebo jiné taxony), které se zachovaly na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření. Rozlišují se dva typy reliktních – absolutní a relativní. Absolutní relikty byly dříve rozšířeny na velkém území a v současnosti žijí jen v určité oblasti a celý jejich areál se považuje za reliktní. Příkladem je haterie novozélandská (*Sphenodon punctatus*), která byla rozšířená na větším území zejména v druhohorách a dnes přežívá jen na několika málo ostrovech okolo Nového Zélandu. Relativní reliktní taxon představuje reliktní taxon pouze v určité oblasti, na jiných územích se vyskytuje hojně, např. zajíc běláček (*Lepus timidus*). Zajíc běláček obýval v době ledové severní i střední Evropu, ale postupným oteplováním se ve střední Evropě dochoval pouze v Alpách. Představuje tedy reliktní taxon pouze v Alpské oblasti (Cox a Moore, 2000).

Nejpočetnější skupinou reliktních v Evropě jsou glaciální relikty. Tyto druhy se v době ledové šířily ze severu směrem na jih do nových oblastí. Po oteplení a ústupu ledovce se druhy zachovaly na místech, které připomínají severské lokality. Jedná se tedy o chladnomilné druhy, které po oteplení nevyhynuly, ale naopak zůstaly na lokalitách vzdálených od svého původního areálu. Všechny glaciální relikty nemusí být severského původu, jsou to někdy i původně střeoevropské horské druhy, které se v glaciálech přesunuly do nižších poloh a po oteplení se vracely zpět do hor (Hendrych, 1983).

Na území ČR také nalezneme druhy s reliktním výskytem (výběr viz tab. 2), nejčastěji přežívají v oblastech horských pásem, inverzních chladných biotopech rašelinišť, sutí a jeskyní (Dvořák, 2011).

Reliktní druhy	Taxon: Třída	Oblast výskytu
kulík hnědý (<i>Charadrius morinellus</i>)	Ptáci (<i>Aves</i>)	Krkonoše
tetřev hlušec (<i>Tetrao urogallus</i>)	Ptáci (<i>Aves</i>)	Šumava
jeřábek lesní (<i>Bonasa bonasia</i>)	Ptáci (<i>Aves</i>)	Jeseníky, Šumava
kos horský (<i>Turdus torquatus</i>)	Ptáci (<i>Aves</i>)	Krkonoše, Jeseníky, Šumava
myšivka horská (<i>Sicista betulina</i>)	Savci (<i>Mammalia</i>)	Jeseníky
hraboš mokřadní (<i>Microtus agrestis</i>)	Savci (<i>Mammalia</i>)	Krkonoše, Jeseníky
vrkoč severní (<i>Vertigo modesta</i>)	Plži (<i>Gastropoda</i>)	Krkonoše
slíďák vrchovištní (<i>Arctosa alpigena lamperti</i>)	Pavoukovci (<i>Arachnida</i>)	Krkonoše
leskllice horská (<i>Somatochlora alpestris</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Krkonoše
šídlo horské (<i>Aeshna caerulea</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Krkonoše, Šumava

plachetnatka žlutavá (<i>Bolyphantes luteolus</i>)	Pavoukovci (<i>Arachnida</i>)	Krkonoše
střevlík (<i>Patrobus assimillis</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Krkonoše, Šumava
brouk hnojník (<i>Aphodius limbolarius</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Jeseníky
mrchožrout (<i>Silpha tyrolensis</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Jeseníky
pavouk (<i>Wubanooides uralensis</i>)	Pavoukovci (<i>Arachnida</i>)	Krkonoše, Jeseníky
mravenec boreální (<i>Formica aquilonia</i>)	Hmyz (<i>Insecta</i>)	Šumava, Novohradské hory

Tab. 2. Přehled nejznámějších reliktních druhů živočichů na území ČR.

(<http://www.krnep.cz/severska-raseliniste/>

<http://www.krnep.cz/fauna/>

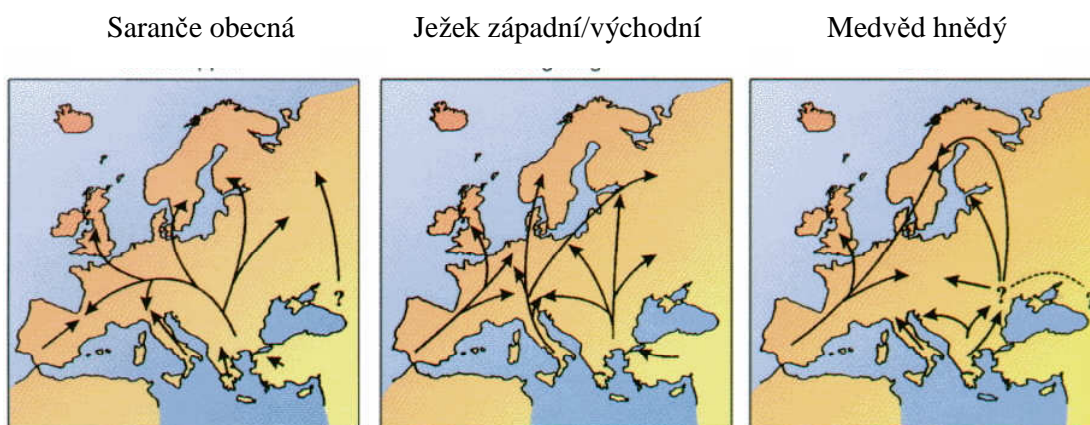
<http://rymarovsko.cz/chranena-krajinna-uzemi/prirodni-rezervace/76-narodni-pirodu-rezervace-pradd.html>

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=CHKO_jeseniky_cz

<http://www.npsumava.cz/cz/1410/sekce/zivocisstvo/>

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=fauna&site=CHKO_blansky_les_cz#)

Území rozšíření (nejen) reliktních se označuje jako refugium (útočiště). Jedná se o zmenšené území (oproti původnímu areálu), kde druh přežívá období nepříznivých podmínek a odkud se po jejich zlepšení může zase rozšířit. Během doby ledové migrovaly některé teplomilné druhy (např. saranče obecná) na jih do Středomoří. Jejich refugia představovala oblasti Iberského, Apeninského a Balkánského poloostrova (Cox a Moore, 2000). Po oteplení (cca před 10 000 lety) tyto druhy rekolonizovaly území střední i severní Evropy (obr. 7). Rozšíření některých reliktních může být endemické, tj. nevyskytují se nikde jinde.



Obr. 7. Zobrazení tří modelů postglaciální kolonizace vybraných druhů z jižní Evropy - saranče obecná (*Chorthippus parallelus*), ježek západní/východní (*Erinaceus europaeus/concolor*), medvěd hnědý (*Ursos arios*). Do střední a severní Evropy se šířili z Iberského, Apeninského a Balkánského poloostrova a Kavkazu (Hewitt, 2000)

2.5.3. Endemismus

Endemity, respektive endemicky se vyskytující organismy, představují taxony vázané svým areálem výlučně k určité oblasti, mimo kterou se nikde přirozeně nevyskytují. Rozsah areálu se může velmi lišit. Stenoendemity obývají malá až monotopní území, např. motýl huňatec žlutopásý (*Psodos quadrifaria sudetica*) vyskytující se v Krkonoších. Naopak areál rozšíření euryendemitů (klokani – endemity Austrálie) je rozsáhlý, i když často nesouvislý a fragmentovaný (Peterson a Watson, 1998).

Z hlediska původu (stáří vzniku) se endemity rozlišují na dva typy. Paleoendemity pocházejí z doby starší, než jsou čtvrtohory (např. haterie novozélandská *Sphenodon punctatus*). Většinou se dá předpokládat, že jsou zároveň zbytkem většího rozšíření, a tak se často označují jako endemity regresivní (reliktní) (Hendrych, 1983). Většina zástupců ČR patří mezi neoendemity (tab. 3), kterým se přisuzuje vznik mladší, čtvrtohorní. Z toho vyplývá, že ve vývoji představují něco geohistoricky nedávno vzniklého, teoreticky jsou tedy zastiženi ve stádiu progresivního vývoje, a proto se označují jako endemity progresivní (Gerža, 2009).

Endemity	Taxon: Řád	Oblast výskytu
motýl huňatec žlutopásý (<i>Psodos quadrifaria sudetica</i>)	Motýli (<i>Lepidoptera</i>)	Krkonoše
okáč menší (<i>Erebia sudetica sudetica</i>)	Motýli (<i>Lepidoptera</i>)	Jeseníky
okáč horský (<i>Erebia epiphron silesiana</i>)	Motýli (<i>Lepidoptera</i>)	Jeseníky
jepice krkonošská (<i>Rhithrogena corcontica</i>)	Jepice (<i>Ephemeroptera</i>)	Krkonoše
střevlík (<i>Leistus montanus corconticus</i>)	Brouci (<i>Coleoptera</i>)	Krkonoše
střevlík (<i>Parazuphium chevrolatii rebli</i>)	Brouci (<i>Coleoptera</i>)	České středohoří
krasec váleček český (<i>Cylindromorphus bohemicus</i>)	Brouci (<i>Coleoptera</i>)	České středohoří
saranče skalní (<i>Stenobothrus eurasius bohemicus</i>)	Rovnokřídlí hmyz (<i>Orthoptera</i>)	České středohoří
mravenec (<i>Bothriomyrmex corsicus mohelensis</i>)	Blanokřídlí hmyz (<i>Hymenoptera</i>)	jižní Morava
bejlmorka (<i>Rhopalomyia simulans</i>)	Dvoukřídlí hmyz (<i>Diptera</i>)	jižní Morava
vřetenovka utajená krkonošská (<i>Cochlodina dubiosa corcontica</i>)	Plicnatí plži (<i>Pulmonata</i>)	Krkonoše
žížala (<i>Allolobophora moravica</i>)	Žížaly (<i>Opisthoptera</i>)	jižní Morava
korýš (<i>Parastenocaris moravica</i>)	Plazivky (<i>Harpacticoida</i>)	Litovelské Pomoraví
myšice malooká (<i>Apodemus uralensis cimrmani</i>)	Hlodavci (<i>Rodentia</i>)	České středohoří

Tab. 3. Přehled nejznámějších endemitů žijících na území ČR. (Gerža, 2009)

Míra zastoupení endemických druhů je v různých zemích velmi různorodá. Některá území mají endemitů velmi málo nebo v nich zcela scházejí. Jiná mají endemitů naopak více až velmi mnoho (Kerr, 1997). Nejvíce endemitů žije na ostrovech, což se považuje za jeden z dokladů platnosti evoluční teorie. Podle ní je totiž nezbytným předpokladem vzniku nových druhů reprodukční izolace, tedy znemožnění vzájemného křížení mezi dvěma populacemi, aby nedocházelo k vzájemnému křížení a výměně genetického materiálu. Populace na ostrovech jsou od sebe vzájemně fyzicky a tedy i reprodukčně izolované, čímž je znemožněno vzájemné křížení mezi dvěma populacemi. Na ostrovech tak poměrně rychle vznikají nové druhy. Endemické druhy navíc vznikají přednostně v těch taxonomických skupinách, které se nepadno šíří, což dále přispívá k jejich izolaci od jiných populací (Štorch, 1998). Základním předpokladem pro vznik endemického taxonu i na kontinentu je dlouhá časová, geografická i genetická izolovanost. Proto má řada horských masivů (např. jihoamerické stolové hory Tepui) bohaté zastoupení endemických taxonů. Míra endemismu rovněž stoupá s nižší zeměpisnou šířkou, tedy čím blíže jsme rovníku, tím více endemických taxonů se v takových oblastech vyskytuje. Distribuce endemitů souvisí i s migrací živočichů během střídání dob ledových a meziledových. Na severněji položených evropských ostrovech, kde je sice splněna podmínka izolace, ale které byly několikrát překryty ledovcovým příkrovem, je počet zejména endemitů velmi nízký, nebo se zde žádní nevyskytují (např. Velká Británie, Island). Ze stejného důvodu se poměrně málo endemitů vyskytuje i na území České republiky. Endemity se mohou stát také taxony, jejichž populace v jiných oblastech vymizely (Gerža, 2009).

2.6. Vývoj květeny střední Evropy a ČR

Rozšíření a stanovištní nároky vyšších rostlin jsou známy v průměru mnohem lépe než u živočichů, protože rostliny jsou nápadnějším prvkem v krajině a jsou snadno přístupné pozorování. Rekonstrukcí vývoje rostlin v minulosti a jejich životního prostředí se zabývá vědní obor paleobotanika, jejíž možnosti jsou však do značné míry určovány způsobem zachování rostlinných zbytků (Hendrych, 1983).

Velmi příznivé podmínky pro paleobotanickou analýzu vykazují organické sedimenty, zejména kyselé (rašeliny), obsahující dostatek dobře zachovaného pylu i větších zbytků rostlinných těl včetně plodů. Jelikož naprostá většina povrchových rašelin spadá do období holocénu (10 500 let až současnost), poskytl jejich výzkum podklad pro poznání vegetace především v tomto období. Obraz vývoje flóry v pleistocénu poskytly výzkumy v jezerních uloženinách a slatinách (mokřadech, bažinách), které se tvořily především v teplých obdobích (obr. 8). Významným nalezištěm rostlinných zbytků jsou travertiny a strukturní pěnovce, obsahující otisky různých rostlinných částí, zejména listů a plodů. Klasické sedimenty a půdy jsou v zásadě nepříznivým prostředím pro zachování rostlinných zbytků. Nejlépe se v nich uchovávají dřevěné uhlíky, zuhelnatělá dřeva a kmeny, které však představují jen nepatrný zlomek druhového bohatství někdejší vegetace (Ložek, 1973; Jankovská, 1997).

Čas (př.n.l)	kvartér		horské zalednění Alp		pevninské zalednění (Skandinávský ledovec)	
	oddělení	pododdělení	glaciály	interglaciály	glaciály	interglaciály
8 300	holocén					
130 000		svrchní	würm		weichsel	
			riss / würm			eem
788 000	pleistocén	střední	riss		saal	
			mindel / riss			holstein
			mindel		elster (halštrovský)	
			günz / mindel		cromer (několik glaciálů a interglaciálů)	
1 650 000	spodní	günz		bavel (několik glaciálů a interglaciálů)		
		donau / günz		menap		
			donau		waal	
					eburon	

Obr. 8. Stratigrafické členění kvartéru.

Během pleistocénu se vystřídalo několik dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů).

(http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/11_kapitola.htm)

2.6.1. Pylová analýza

Velký význam při studiu vývoje flóry má právě pyl, který se do rašelin dostává ze širšího okolí a prozrazuje tak celkový ráz vegetace, zatímco větší zbytky (makrozbytky) pocházejí přímo z druhů rostoucích na rašelinách.

Pylová zrna mají několik důležitých vlastností: 1. Jsou specifická pro jednotlivé taxony – liší se velikostí, tvarem, typy a počty otvorů, různou modelací buněčné stěny apod.; 2. Jejich obal tvoří velmi odolný sporopolenin (nedusíkatý biopolymer složený z mastných kyselin), který nezvětrává, nerozruší ho bakterie ani houby, pyl tak v prostředí bez kyslíku a spíše kyselém pH vydrží bez porušení po tisíce až miliony let. Odolný obal vydrží i velmi razantní chemické postupy, jimiž jsou pylová zrna preparována z organických i anorganických sedimentů (Fægri a Iversen, 1989; Jankovská, 1997).

Materiál vhodný pro pylovou analýzu se získává především z chronologicky uložených sedimentů rašelinišť, bývalých jezer a rybníků, slatinišť, lesního humusu, některých půdních profilů. Celý proces začíná odebráním vzorků, z nichž se musí získat pylová zrna (spóry a další objekty) chemickou preparací – pomocí kyselin se odstraňují karbonáty, silikáty, nežádoucí organická složka, především celulóza. Po celém chemickém procesu zůstane na dně zkumavky usazenina obsahující nejen pyl a spory, ale také např. některé řasy, zbytky vířníku a drobných korýšů, schránky kořenonožců, vajíčka želvušek. Soubor všech nálezů determinovaných pod mikroskopem (potřebné zvětšení 400 – 1000krát) se nazývá pylové spektrum. Pylová spektra jednotlivých chronologicky odebraných vzorků se dále analyzují tak, že se procentuelně vyhodnotí zastoupení jednotlivých druhů, grafické znázornění tvoří tzv. pylový diagram. Z něho již může odborník vyčíst změny, ke kterým ve vegetačním krytu v určité oblasti a v určité době docházelo. Konečným výstupem pylové analýzy je však až vyhodnocení výsledků pylové analýzy z pylového diagramu. Většinou lze pylová zrna determinovat pouze do rodů, někdy je lze rozlišit i druhově (Fægri a Iversen, 1989; Jankovská, 1997).

Tato metoda má i svá úskalí. Procentuelní pylový diagram neodráží skutečné zastoupení rostlin ve vegetačním krytu. Rostliny se totiž liší silou pylové produkce. Borovice produkují pylu velmi mnoho, naproti tomu mnohé byliny velmi málo, a tak se s nimi paleobotanik v pylovém spektru prakticky neseťkává (Terasmae, 1968). Další zkreslení představuje proměnlivý způsob rozmnožování některých druhů, protože v chladnějším klimatu kvetly mnohé rostliny pouze sporadicky a rozmnožovaly se vegetativně (trávy, Poaceae; lomikámeny, *Saxifraga*), naproti tomu v klimatickém optimu kvetly rostliny, které se v současnosti množí hlavně vegetativně (břečťany, *Hedera*). Pylová zrna mají také různý dolet. Pyl se vzdušnými vaky větrosnubných jehličnanů (jedle,

Abies; smrk, *Picea*; borovice, *Pinus*) se šíří stovky i tisíce kilometrů. Pyl hmyzosubných rostlin (vrba, *Salix*) naopak padá většinou nedaleko mateřské rostliny. U pylu některých taxonů dochází zase brzy k poškození méně odolné buněčné blány (modřín, *Larix*), tudíž se dobře nezakonzervují. Dalším závažným faktorem při posuzování mohou být tzv. plodná léta vedoucí k možnému zvýhodnění dané rostliny (Fægri a Iversen, 1989; Jankovská, 1997).

Aby se dosahovalo co nejmenšího zkreslení reality, zabývají se palynologové nejen studiem skladby pylového spektra, ale skutečným složením určitého rostlinného společenstva, které toto pylové spektrum vyprodukovalo (např. pylové hodnoty borovice a lísky se dělí asi 4x, aby se dospělo ke skutečnému podílu těchto dřevin v porostech). Není-li přesvědčivě dokázáno, že se daná rostlina v místě vyskytovala, přistoupí se k analýze makroskopické, při níž se v usazeninách hledají makrozbytky - plody, semena, jehlice, kůra, listy apod. Pylová analýza, doplněná analýzou makrozbytkovou, poskytuje údaje o vegetačním krytu studované oblasti pro určitý časový úsek, ve kterém se vytvořil paleobotanicky zpracovaný sediment (Jankovská, 1997).

2.6.2. Vývoj vegetace střední Evropy v kvartéru

Nejstarší kvartér (před 1,8 miliony let) začal ochlazením. Druhově bohaté smíšené lesy s prvky náročnějších dřevin (tisovec, *Taxodium*; liliovník, *Liriodendron*; ořechovec, *Carya*; jedlovec, *Tsuga*; korkovník, *Phellodendron*) byly nahrazeny mnohem odolnějšími porosty s převahou jehličnanů (borovice, smrk), střídajících se s volnými plochami. Následují teplá období s drobnými podružnými výkyvy, v nichž se znovu objevují náročné dřeviny, jež však nemají výraznější převahu. Porosty tvoří dnešní dřeviny z rodů dub (*Quercus*), lípa (*Tilia*), buk (*Fagus*), jilm (*Ulmus*), jasan (*Fraxinus*), olše (*Alnus*).

Ve studených obdobích převládají porosty odolných jehličnanů (borovice, smrk) a listnáčů (bříza, *Betula*; vrba, *Salix*; topol, *Populus*). Ve třetím velkém teplém období (cromerském interglaciálu) připomínají vegetační poměry současnou dobu. V lesích plně převládají duby, lípy, jasan, jilmy, javory (*Acer*), habry (*Carpinus*) a jiné běžné dřeviny (Ložek, 1973).

Následuje další velké ochlazení provázené rozsáhlým zaledněním severní Evropy, jež zasahuje až na úpatí Karpat a česko-německých středohor. Teplomilné prvky ustupují daleko k jihu nebo mizí a nezaledněnou část střední Evropy ovládají otevřené formace rázu studené kontinentální stepi, popřípadě tundry, zpočátku i vřesovišť. Stepím dominují druhy čeledi merlíkovité (*Chenopodiaceae*), chrpy (*Centaurea*), pelyňky (*Artemisia*), různé světlomilné keříčky (devaterník, *Helianthemum*; chvojníky, *Ephedra*, aj.), místy snad také

trávy (lunicovité, *Poaceae*). Na příznivých místech se udržují některé dřeviny, zejména bříza (*Betula*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), pravděpodobně v trpasličích formách (Ziegler, 2004).

Na sklonku předposledního glaciálu (před 150 000 lety) pokrývají střední Evropu otevřené formace chladné stepi, místy roztroušené nejodolnější dřeviny (borovice, rakytník, bříza). V následujícím posledním pleistocéním interglaciálu se vytvářejí březo-borové háje, porosty dubu, jilmu, jasanu, olše, lísky, habru, smrku. V klimatickém optimu interglaciálu dosahovaly průměrné teploty nejteplejšího měsíce o 2-3 °C více než dnes, takže i zimy byly mnohem mírnější (Davis et al., 2003). Objevují se roztroušené exotické prvky jako zimoztráz (*Buxus*), cesmína (*Ilex*), *Brasenia*, *Dulichium*. Interglaciál končí ústupem lesa, který je vystřídán opět parkovitou krajinou s otevřenými plochami rázu chladné stepi až tundry (Ložek, 1973).

Navazující poslední glaciál (75 000 – 10 500) vykazuje mnohem složitější průběh, což souvisí s dílčími výkyvy teplot (interstadiály) i vlhkosti. Během tohoto období se střídají jehličnaté lesy, parkovitá krajina s boro-březovými porosty a sprašové stepi (Ložek, 1973).

Počátek holocénu (před 10 500 lety) je charakterizován postupným zalesněním. Rychle se šíří líska, stále více se prosazují smíšené doubravy s hojným jilmem, lípou a olší. Stepí se zachovávají jako menší ostrovy jen v nejsušších oblastech. V hornatých oblastech na východě střední Evropy se stále více rozšiřuje smrk, v jižnějších oblastech se objevuje jedle a buk. Později dochází k výraznému ústupu borovice a lísky, ve vyšších polohách se snižuje horní hranice lesa. Nejmladší období (subrecent – 600 n. l. až současnost) je silně ovlivněno lidským osídlením pronikajícím do oblastí dříve nezalidněných. Na vzestupu jsou opět světlomilné dřeviny jako dub, líska, olše, místy i borovice. Šíří se smrk, na pastvinách jalovec a byliny vázané na otevřené plochy, jež mohou pronikat i tam, kde pro ně nejsou přirozené podmínky. Středověké kácení lesů zasahuje zalesněné horské oblasti a vede k vysušení. Nejnovější doba je ve znamení rozmachu umělých lesních kultur, které změnilly rozsáhlé oblasti a zcela potlačily původní květenu. Jedná se zejména o kultury borovice, smrku, v některých teplých oblastech pak akátu (Roberts, 1998; Ložek, 2007).

2.6.3. Reliktnost

Relikty představují taxony, jejichž areál výskytu se dochoval jako zbytek dřívějšího podstatně rozsáhlejšího území (Hendrych, 1983).

Jeden z nejvýznamnějších jevů, které formovaly naši květenu, bylo střídání

chladných glaciálů a teplejších interglaciálů. V dobách ledových se šířil alpínský ledovec a ze severu ledovec pevninský, s nimi migrovaly na jih i severské druhy rostlin. Naše území tak pokrývala vegetace podobná severským tundrám, jak je známe dnes. V období před 15 000 - 10 000 lety byl poslední glaciál vystřídán dobou poledovou (postglaciálem). Na našem území docházelo k postupnému oteplování, zvlhčování klimatu, ústupu alpínského a pevninského ledovce, severské bezlesé tundry a migraci druhů zpět na sever. Některé druhy z dřívějších období přežívají do současnosti v klimaticky vhodných podmínkách právě jako relikty. Například ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*) je hojně rozšířen v severní Evropě, ale jeho populace v Krkonoších představuje relikv z období, kdy k nám pronikl ze severu jako součást tundrové flóry (Hendrych, 1983; Willis a Niklas, 2004).

Na naší planetě existují rostlinné relikty druhohorní a třetihorní, avšak v české flóře třetihorní relikty nejsou známy. K reliktvům mladšího stáří patří relikty glaciální, pocházející z pleistocénu, a relikty postglaciální, jejichž přítomnost je zbytkem rozsáhlejšího rozšíření z jednotlivých období holocénu (Hendrych, 1983). V tabulce 4 jsou uvedeny druhy, jejichž přirozené biotopy lze označit za reliktní nebo jejichž izolovaný výskyt na našem území je reliktního charakteru.

<i>Allium strictum</i> - česnek tuhý	<i>Nuphar pumila</i> - stulík malý
<i>Anemone narcissiflora</i> - sasanka narcisokvětá	<i>Orobanche coerulescens</i> - záraza namodralá
<i>Artemisia pancicii</i> - pelyněk Pančičův	<i>Pedicularis exaltata</i> - všivec statný
<i>Aster alpinus</i> - hvězdnice alpská	<i>Phleum rhaeticum</i> - bojínek švýcarský
<i>Betula nana</i> - bříza trpasličí	<i>Pinus mugo</i> - borovice kleč
<i>Carex limosa</i> - ostřice mokřadní	<i>Plantago maritima</i> - jitrocel přímořský
<i>Dianthus superbus</i> - hvozdík pyšný	<i>Primula minima</i> - prvosienka nejmenší
<i>Diphysastrum alpinum</i> - plavuník alpský	<i>Pulsatilla vernalis</i> - koniklec jarní
<i>Eriophorum gracile</i> - suchopýr štíhlý	<i>Rosa gallica</i> - růže keltská
<i>Festuca pallens</i> - kostřava sivá	<i>Rubus chamaemorus</i> - ostružiník moruška
<i>Gentiana pannonica</i> - hořec šumavský	<i>Salix lapponum</i> - vrba laponská
<i>Isoetes lacustris</i> - šídlatka jezerní	<i>Saxifraga nivalis</i> - lomikámen sněžní
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i> - jalovec obecný nízký	<i>Stipa borysthena</i> - kavyl písečný
<i>Ligularia sibirica</i> - popelivka sibiřská	<i>Viola biflora</i> - violka dvoukvětá
<i>Linum flavum</i> - len žlutý	<i>Woodsia ilvensis</i> - kapradinka skalní

Tab. 4. Příklady rostlin s reliktním rozšířením na území ČR.
(<http://www.naturabohemica.cz/relikty-endemity-cr/>)

2.6.4. Endemismus

Na našem území rostou také druhy, které považujeme za endemity – jsou vázané svým areálem výlučně k určité oblasti, mimo níž se nikde přirozeně nevyskytují. Základním předpokladem pro vznik endemitických druhů je izolovanost populace a stále přírodní podmínky, umožňující sociální procesy izolovaných populací (Linder, 2001). Velkým počtem a podílem endemitů v květeně se často vyznačují ostrovy nebo členitější pohoří. Roviny bývají na endemity velmi chudé, ale to nelze brát jako pravidlo. Endemismus a jeho zastoupení je přímo závislé na geologickém stáří území, na velikosti území a délce jeho izolace od jiných území a také na tom, nakolik klimatické změny, jež určité území postihovaly, dovolily přetrvání původním druhům (Hendrych, 1983).

Vedle endemitů rozlišujeme ještě subendemity. Za takové se označují druhy, které jsou téměř výlučně vázané k určitému území, avšak velmi omezeně se vyskytují jinde, např. kopretina okrouhlostá (*Chrysanthemum rotundifolium*) roste téměř jen v Karpatech, ale mimo ně ještě v malé části Bosny (Hendrych, 1983).

V Evropě vzrůstá počet endemitických taxonů rostlin směrem od severu k jihu, velký nárůst začíná od 46. – 47. rovnoběžky. V evropské květeně je přibližně 75 rodů a 3500 druhů endemických, většina žije v horách jižní Evropy. Podle současných poznatků se na území ČR a blízkém pohraničí sousedních států vyskytuje necelá stovka endemických a subendemických druhů a poddruhů cévnatých rostlin. Největší zastoupení endemických druhů najdeme v Krkonoších, kde jich roste či rostlo přes dvě desítky. Mnohem méně jich nalezneme v Hrubém Jeseníku a zbytek endemických druhů se vyskytuje pouze na izolovaných lokalitách (Gerža, 2009). Některé druhy endemitů na území ČR jsou uvedeny v tabulce 5 (viz strana 42).

<i>Aconitum firmum</i> subsp. <i>moravicum</i> - oměj tuhý moravský	<i>Gentianella praecox</i> subsp. <i>bohemica</i> - hořeček mnohotvarý český
<i>Aconitum plicatum</i> - oměj šalamounek	<i>Knautia arvensis</i> subsp. <i>pseudolongifolia</i> - chrastavec rolní krkonošský
<i>Campanula bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> - zvonek český pravý	<i>Knautia arvensis</i> subsp. <i>serpentinicola</i> - chrastavec rolní hadcový
<i>Campanula bohemica</i> subsp. <i>gelida</i> - zvonek český jesenický	<i>Minuartia corcontica</i> - kuřička krkonošská
<i>Campanula gentilis</i> - zvonek jemný	<i>Minurtia smejkalii</i> - kuřička hadcová
<i>Campanula rotundifolia</i> subsp. <i>sudetica</i> - zvonek okrouhlostý sudetský	<i>Pedicularis sudetica</i> subsp. <i>sudetica</i> - všivec krkonošský pravý
<i>Carex derelicta</i> - ostřice krkonošská	<i>Pinguicula vulgaris</i> subsp. <i>bohemica</i> - tučnice obecná česká
<i>Carlina biebersteinii</i> subsp. <i>sudetica</i> - pupava Biebersteinova jesenická	<i>Plantago atrata</i> subsp. <i>sudetica</i> - jitrocel černavý sudetský
<i>Cerastium alsinifolium</i> - rožec kuřičkolistý	<i>Poa crassipes</i> - lipnice tlustonohá
<i>Dactylorhiza bohemica</i> - prstnatec český	<i>Poa riphaea</i> - lipnice jesenická
<i>Dactylorhiza carpatica</i> - prstnatec karpatský	<i>Primula elatior</i> subsp. <i>corcontica</i> - prvosenka vyšší krkonošská
<i>Dianthus arenarius</i> subsp. <i>bohemicus</i> - hvozdík písečný český	<i>Salix lapponum</i> var. <i>daphneola</i> - vrba laponská krkonošská
<i>Dianthus carthusianarum</i> subsp. <i>Sudeticus</i> - hvozdík kartouzek sudetský	<i>Saxifraga rosacea</i> subsp. <i>Steinmannii</i> - lomikámen trsnatý vlnatý
<i>Dianthus moravicus</i> - hvozdík moravský	<i>Scilla bifolia</i> subsp. <i>rara</i> - ladoňka dvoulistá vzácná
<i>Galium sudeticum</i> - svízel sudetský	<i>Tephrosieris longifolia</i> subsp. <i>moravica</i> - starček dlouholistý moravský

Tab. 5. Příklady endemických rostlin vyskytujících se na území ČR. (Gerža, 2009)

3. METODIKA

Jedním z hlavních cílů diplomové práce bylo prozkoumat účast škol v Biologické olympiádě (BiO), vyhodnotit názory pedagogů na BiO a připravit na základě proběhlých úloh BiO materiál vhodný do výuky na gymnáziích.

Předpokladem pro dosažení těchto cílů bylo jednak použití kvantitativní metody pedagogického průzkumu – dotazníkové šetření, které zahrnovalo tvorbu, rozeslání a vyhodnocení dotazníků, jednak přepracování vybraných úloh krajského kola BiO a jejich ověřování v praxi.

3.1. Dotazníkové šetření

3.1.1. Příprava dotazníku

Cílem dotazníkového šetření bylo provést průzkum týkající se zapojení škol do soutěže BiO, vyhodnotit její přínosy a zjistit hlavní důvody, proč se některé školy do BiO nezapojují. Cílovou skupinou dotazníkového šetření se stali učitelé přírodopisu na základních školách a biologie na gymnáziích v České republice.

Dotazníkové šetření obsahovalo následující části: průvodní sdělení s informacemi o mé diplomové práci a nabídkou poskytnutí vytvořených materiálů, kontakt na mou osobu, dotazník s otázkami k vyplnění.

Samotný dotazník jsem vytvořila v základní internetové aplikaci Google - tvorba formuláře. Předpokládala jsem, že takto vytvořený formulář bude pro oslovené učitele technicky i časově méně náročný. Také jsem se domnívala, že tyto předpoklady motivují více učitelů k vyplnění dotazníku.

Jednotlivé položky dotazníku jsou označovány jako otázky. Dotazník obsahuje celkem 11 otázek. Otázky 1-8 nabízejí uzavřené odpovědi. Umožňují snadné a rychlé odpovídání, nevyžadují od respondenta hlubší analýzu problému a formulování odpovědi, nasměrují respondenta na to, co nás zajímá. Jejich nevýhoda spočívá v tom, že jednoznačné formulace mohou příliš zjednodušit problém, ovlivnit volbu respondenta a nemusí vystihnout názor respondenta (Gavora, 2000). U některých otázek si mohli respondenti vybrat možnost *Jiné* a napsat vlastní odpověď.

Otázky 9 a 11 jsou koncipované jako polouzavřené. Vedle výběru z odpovědí poskytují respondentovi možnost vyjádřit i jinou odpověď. Otázka 10 nabízí možnost výběru na posuzovací škále. Posuzovací škála je nástroj vhodný ke zjišťování míry vlastností jevu nebo jeho intenzity (Gavora, 2000). Vytvořila jsem posuzovací škálu s pěti

stupni. Respondent zatrhne to číslo, s nímž se nejvíce ztotožňuje. V závěru dotazníkového formuláře je vymezen další prostor pro poznámky, připomínky a jiná vyjádření.

3.1.2. Realizace dotazníkového šetření

S žádostí o spolupráci a vyplnění dotazníků jsem se obrátila na učitele druhého stupně základních škol a víceletých i čtyřletých gymnázií. Z různých internetových stránek zveřejňujících kontakty jsem získala webové a emailové adresy škol. Na jejich webových stránkách jsem pak hledala emailové kontakty přímo na učitele biologie. Bohužel na většině stránek tyto kontakty uvedeny nebyly, tudíž jsem musela nejdříve oslovit vedení škol s prosbou o přeposlání dotazníků učitelům biologie.

Průzkum probíhal v zimě roku 2012. Během tohoto období jsem elektronické dotazníkové formuláře odeslala na 960 základních škol s druhým stupněm (z celkového počtu cca 2700 ZŠ s druhým stupněm v ČR) a 309 gymnázií (z celkového počtu cca 370 G v ČR) do všech krajů České republiky (MŠMT ČR, 2010). Školy jsem vybírala podle dostupnosti emailových kontaktů uvedených v internetových databázích. Dotazník byl přístupný od prosince 2011 do května 2012. Jeho vyplnění trvalo 5-10 minut.

3.1.3. Vyhodnocení dotazníků

Při vyhodnocování získaných dat jsem použila především kvantitativní metody, které je možno statisticky vyhodnotit. Kvalitativním vyhodnocením jsou slovní hodnocení a komentáře – jedná se o názory dotazovaných pedagogů, kteří měli možnost vyjádřit se vlastními slovy k otázkám 9, 10, 11 a v závěru také k celému dotazníku. Jejich poznámky jsou přiloženy v závěru vyhodnocení dotazníkového šetření. Ke zpracování údajů jsem použila program MS Excel, ve kterém jsem data z dotazníků převedla na procenta a zhotovila tabulky a grafy k jednotlivým otázkám.

3.1.4. Testování závislosti položek z dotazníkového šetření

Několik položek z dotazníku jsem dále otestovala základní statistickou metodou, abych zjistila, zda je mezi nimi určitá závislost – závislost toho, zda dělají/nedělají BiO na typu školy, velikosti školy, délce praxe. Využila jsem Chí-kvadrát testu v programu Microsoft Excel. Funkce CHITEST umožňuje výpočet pozorované hladiny významnosti. Stanovila jsem 2 hypotézy. Nulová hypotéza (H_0) tvrdí, že sledované znaky jsou nezávislé, naopak alternativní hypotéza (H_1) představuje hypotézu o jejich závislosti. Během ověřování hypotéz je nutné vzít v úvahu chyby, které testováním vznikají (tab. 6).

	Skutečnost H_0 platí	Skutečnost H_0 neplatí
Rozhodnutí H_0 zamítnout	chyba 1. typu (α)	správné rozhodnutí ($1 - \beta$)
Rozhodnutí H_0 přijmout	správné rozhodnutí ($1 - \alpha$)	chyba 2. typu (β)

Tab. 6. Možné chyby při testování statistických hypotéz.

Chyba 1. druhu (α) je rozhodnutí zamítnout nulovou hypotézu H_0 , když platí (tj. falešně prokázat alternativní hypotézu H_1).

Chyba 2. druhu (β) je rozhodnutí nezamítnout nulovou hypotézu H_0 , když platí H_1 . (Zvára, 2008)

Maximální dovolená pravděpodobnost chyby 1. druhu se volí před ověřováním hypotéz a označuje se jako hladina testu α (zpravidla 5 % nebo 1 %). Zvolila jsem hladinu testu 5%. Funkce CHITEST vypočítala dosažené hladiny významnosti testu, tzv. p-hodnoty. P-hodnota je za platnosti H_0 určená pravděpodobnost, že data podporují hypotézu H_0 . Pokud byla p-hodnota menší než 5 % (0,05), zamítla jsem nulovou hypotézu H_0 .

Výsledky Chí-kvadrát testu jsou uvedeny v příloze 8.3.

3.2. Přepřacování úloh BiO pro výuku na SŠ.

3.2.1. Tematické plánování

Mým hlavním cílem při přípravě úloh bylo předat studentům i učitelům pomocí pracovních listů nové rozšiřující informace zajímavých biologických témat.

Zaměřila jsem se na střední školy, především gymnázia, a vybrala jsem úlohy kategorie A a B z krajského kola Biologické olympiády z různých ročníků. Samotné tvorbě materiálů předcházelo nastudování dostupné literatury o daných tématech. Prostudovala jsem si také Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání a zjišťovala jsem, v jakém rozsahu jsou vybraná témata zpracována ve středoškolských (gymnaziálních) učebnicích.

Na základě těchto informací jsem se souhlasem autorů vybrala 4 úlohy:

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Úloha 4 – Historie květeny ČR

K jednotlivým tématům jsem zpracovala úvodní prezentace, samotné pracovní listy a metodickou příručku pro učitele.

3.2.2. Tvorba pilotní verze pracovních listů a metodické příručky

Jednotlivé vybrané úlohy obsahují množství otázek. Některé z nich jsem ponechala v původní podobě, ale většinu z nich jsem se snažila přepřacovat tak, aby byly použitelné ve výuce na střední škole (gymnáziu) a nebyly příliš obtížné a demotivující. K otázkám jsem doplnila obrázky, přidala nápovědy, přeformulovala a zjednodušila jejich zadání a přidala několik vlastních otázek. V úlohách jsem kombinovala otevřené i uzavřené otázky. Konkrétně jsem pracovní listy upravila následovně:

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Otázky:

1.a – vlastní přidaná ot.

1.b – vlastní přidaná ot.

2.a – zjednodušené a přeformulované zadání (původně ot. 1.a)

2.b – k původnímu zadání přidán obrázek (původně ot. 1.b)

2.c – upravené zadání, přidaná nápověda (původně ot. 1.c)

2.d – zjednodušené zadání, přidaná nápověda (původně ot. 1.d)

- 2.e – přeformulované zadání s více informacemi, přidaná nápověda (původně ot. 1.e)
 - 3.a – k zadání přidán obrázek (původně ot. 2.a)
 - 3.b – zadání ponecháno (původně ot. 2.b)
 - 3.c – přeformulované zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědi, přidán obrázek (původně ot. 2.c)
 - 3.d – k zadání přidaná nápověda (původně ot. 2.d)
 - 3.e – upravené a zjednodušené zadání, přidané schéma, přidán výběr odpovědí (původně ot. 2.e)
 - 4. – zadání ponecháno
- Otázky 1.f, 1.g, 1.h z originálu jsem v mých pracovních listech vynechala z důvodu příliš velké náročnosti.

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Otázky:

- 1.a – zadání ponecháno (původně ot. 1)
- 1.b – vlastní přidaná ot.
- 2.a – vlastní přidaná ot.
- 2.b – zadání ponecháno (původně ot. 2.a)
- 2.c – zadání ponecháno (původně ot. 2.b)
- 2.c – zadání ponecháno (původně ot. 2.c)
- 2.e – zjednodušené zadání, výběr pouze ze dvou grafů, nikoliv ze tří (původně ot. 3.a)
- 2.f – zadání ponecháno (původně ot. 3.b)
- 3.a – vlastní přidaná ot.
- 3.b – vlastní přidaná ot.
- 3.c – vlastní přidaná ot.
- 3.d – zadání téměř ponecháno, odstraněna osmoregulace u ježovky (původně ot. 4)
- 3.e – vlastní přidaná ot.
- 3.f – vlastní přidaná ot.

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Otázky:

- 1.a – jiná formulace zadání (původně ot. 1.b)
- 1.b – k zadání přidaná nápověda (původně ot. 1.c)
- 2.a – vlastní přidaná ot. i obrázek
- 2.b – zadání ponecháno (původně ot. 2.b)
- 2.c – zadání ponecháno (původně ot. 2.c)

- 3.a – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědi (původně ot. 3.a)
 - 3.b – zadání ponecháno (původně ot. 3.b)
 - 3.c – zadání ponecháno (původně ot. 3.c)
 - 3.d – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědi (původně ot. 3.d)
 - 4.a – vlastní přidaná otázka
 - 4.b – zadání ponecháno (původně ot. 4.c)
 - 4.c – zadání ponecháno (původně ot. 4.d)
 - 4.d – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědi, přidaná schémata (původně ot. 4.e)
 - 5.a – přidaná jiná mapa světa, sloučeny původní ot. 5.a, 5.b, 5.c, přeformulované a zjednodušené zadání
 - 5.b – vlastní přidaná otázka inspirovaná původní ot. 5.d
- Otázky 1.a, 2.a, 4.a, 4.b z originálu jsem v mých pracovních listech vynechala z důvodu příliš velké náročnosti.

Úloha 4 – Historie květeny ČR

Otázky:

- 1.a – vlastní přidaná otázka
- 1.b – přidané obrázky pylu místo zakreslení mikroskopického preparátu, sloučení 2 otázek (původně ot. 1.a a 1.b)
- 2.a – upravené zadání, přidaná nápověda (původně ot. 2.a)
- 2.b – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědí (původně ot. 2.b)
- 3.a – vlastní přidaná ot.
- 3.b – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědí (původně ot. 3)
- 4. – přeformulované zadání (původně ot. 4)
- 5.a – vlastní přidaná ot.
- 5.b – vlastní přidaná ot.
- 5.c – vlastní přidaná ot.
- 5.d – jiná formulace a zjednodušení zadání, souvislost s 5.b a 5.c (původně ot. 6)
- 6.a – vlastní přidaná otázka
- 6.b – do zadání přidáno více informací, upravený výběr z možných odpovědí (původně ot. 5)
- 7. – přidána slepá mapa (původně ot. 7)

8. – upravené zadání z otevřené do uzavřené otázky s výběrem odpovědí ANO/NE (původně ot. 8)
- 9.a – přidáno doplňování slov do textu (původně ot. 9.a)
- 9.b – přidány charakteristiky a druhová jména reliktních (původně ot. 9.b)
- 9.c – vlastní přidaná ot.
- 9.d. – vlastní přidaná ot.
- 10.a – vlastní přidaná ot.
- 10.b – vlastní přidaná ot.
- 10.c – vlastní přidaná ot.
- 10.d – upravené zadání z otevřené do uzavřené ot. s výběrem odpovědí (původně ot. 10)
11. – upravené zadání s přidanými informacemi (původně ot. 11)

K samotným pracovním listům jsem ještě vytvořila krátké úvodní prezentace, které přibližují studentům daná témata a zahrnují základní informace a důležitou terminologii. K tomuto účelu jsem využila PowerPointovou prezentaci, která by měla více motivovat studenty k následné práci na pracovních listech.

Jako doplňující a informační materiál pro učitele by měla sloužit metodická příručka, která obsahuje informace, organizační prvky a odborný text k tématům úloh.

Metodická příručka zahrnuje následující části:

- Obecné organizační informace (čas, doporučený ročník...)
- Vzdělávací cíle
- Doplňující odborný text

3.2.3. Testování znalostí studentů

Mým záměrem bylo také vyšetřit, jaké jsou znalosti studentů ještě před zahájením mého působení v rámci pilotního šetření na škole. Ke každému tématu (úloze) jsem vytvořila pretest s 10 otázkami, který testuje vstupní znalosti studentů. Prvních 5 otázek je otevřených. V nich jsem se zaměřila především na schopnost vysvětlit základní pojmy. Dalších 5 otázek zahrnuje stejné zadání jako předchozích pět otázek, ale tentokrát jsou koncipovány jako uzavřené s výběrem odpovědí. Tímto bych ráda srovnala úspěšnost odpovědí mezi prvními pěti a dalšími pěti otázkami.

Zadání pretestu jsem také použila k tomu, abych zjistila, co si žáci po mém působení ve výuce (po vyslechnutí prezentace a vyplnění pracovních listů) pamatují a zda jsou tedy pracovní listy přínosné. Tento test bude dále označován jako posttest a odpovídá otázkám pretestu.

3.2.4. Pilotní šetření a testování studentů

Hlavním cílem pilotního šetření bylo ověřit, zda jsou pracovní listy dostatečně srozumitelné, přiměřené věkové kategorii a pro studenty zajímavé. Splnění tohoto cíle jsem vyhodnotila na základě položkové analýzy pracovních listů, diskuze se studenty i učiteli a pozorování studentů při práci.

Pilotní šetření a testování studentů probíhalo od prosince 2011 do dubna 2012 na Gymnáziu Postupická v Praze a Gymnáziu Říčany. Ověřování se účastnili studenti 3. a 4. ročníků vyššího gymnázia. Každá úloha byla zadána ve 2 třídách.

Testování studentů a pilotní šetření bylo naplánováno v následujícím pořadí. Na začátku výuky zadat studentům prvních 5 otevřených otázek pretestu, vybrat je a zadat dalších 5 uzavřených otázek pretestu. Poté studenti vyslechnou úvodní prezentaci a vyplní pracovní listy. Po týdnu od ověření následuje zadání posttestu studentům.

3.2.5. Položková analýza pracovních listů

Abych zjistila úspěšnost jednotlivých položek (otázek) pracovních listů, porovнала jsem je s odpověďmi uvedenými v řešení. Odpovědi na otázky jednotlivých úloh jsem rozdělila do tří kategorií - *správná odpověď*, *částečně správná odpověď* a *chybná odpověď*. Poté jsem sečetla všechny správné odpovědi u jednotlivých otázek. K součtu správných odpovědí jsem přičetla počet částečně správných odpovědí vydělený dvěma. Tento celkový součet jsem vztáhla k celkovému počtu zúčastněných studentů ve třídě a převedla jej na procenta.

Zaměřila jsem se na otázky, které vykazovaly úspěšnost rovnou 50 % nebo menší. Tyto otázky jsem se snažila blíže prozkoumat, určit důvod neúspěšnosti a rozhodnout, zda je ponechám či upravím jejich zadání.

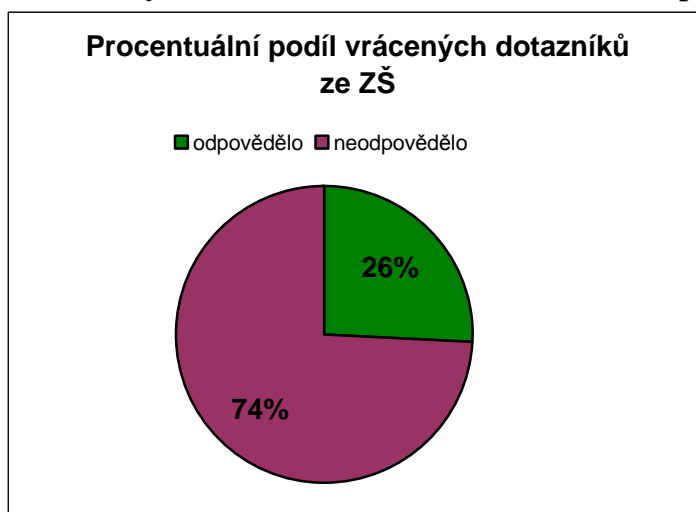
4. VÝSLEDKY

4.1. Vyhodnocení dotazníkového šetření

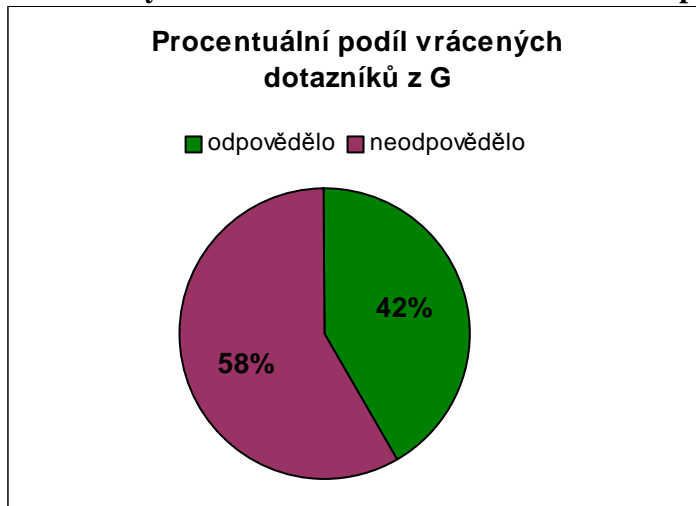
Cílem dotazníkového šetření bylo provést průzkum mezi učiteli biologie, kteří působí na druhém stupni základních škol a víceletých i čtyřletých gymnáziích. Dotazníkové šetření probíhalo v zimě 2012. Celkem jsem oslovila 960 základních škol a 309 gymnázií ze všech krajů České republiky. Dotazník jsem vytvořila a distribuovala v elektronické podobě. Na jednotlivé emailové kontakty jsem tedy odesílala pouze odkaz na webovou adresu, na níž mohli respondenti dotazník vyplnit.

Do vlastního šetření se zapojilo 248 respondentů ze základních škol (26 % z celkového počtu dotazovaných, viz **graf č. 1**) a 129 respondentů z gymnázií (42 % z celkového počtu dotazovaných, viz **graf č. 2**).

Graf č. 1. Vyhodnocení návratnosti dotazníků od respondentů ze ZŠ.



Graf č. 2. Vyhodnocení návratnosti dotazníků od respondentů z gymnázií.



Samotný dotazník obsahuje celkem 11 otázek. Otázky 1 až 5 jsem orientovala na faktografické údaje jednotlivých respondentů, které jsou sledovány pomocí identifikačních dat. Vyhodnocení identifikačních dat těchto otázek je zaměřeno na délku pedagogické praxe učitelů, délku jejich pedagogického působení na současné škole, typ a velikost školy, kraj, v němž se škola nachází. Vyhodnocení otázek 6 – 11 se týká pohledu respondentů na problematiku biologické olympiády.

Většina učitelů vybírala v dotazníku z nabídky odpovědí. Někteří ale využili možnost vyjádřit se k problematice vlastními slovy. Celkem tak učinilo 46 respondentů (31 ze ZŠ a 15 z gymnázií). Jednalo se často o učitele, kteří projevovali hlubší zájem a přáli si být informováni o výsledcích dotazníkového šetření nebo dokonce žádali o zaslání konečné verze diplomové práce.

4.1.1. Vyhodnocení jednotlivých položek dotazníku

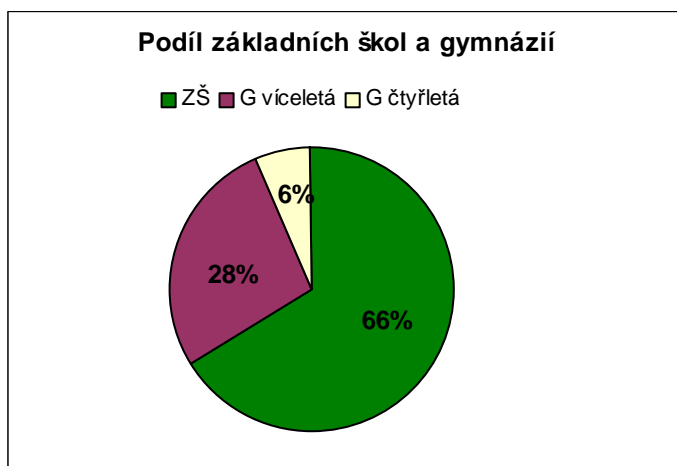
1. Typ školy, na které učíte:

Tato otázka odděluje učitele základních od učitelů gymnázií proto, aby bylo možné vyhodnocovat jejich odpovědi zvlášť a porovnávat je mezi sebou. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

- a) ZŠ
- b) víceleté gymnázium
- c) čtyřleté gymnázium

Z celkového počtu pedagogů, kteří odpověděli, vyučuje 248 respondentů (66 %) na základních školách, 105 (28 %) na víceletých gymnáziích a 24 (6 %) na čtyřletých gymnáziích (viz **graf č. 3**). Většina gymnázií se v současné době prezentuje jako víceleté, proto malý počet respondentů pochází pouze ze čtyřletých gymnázií.

Graf č. 3. Procentuální podíl respondentů ze základních škol a z gymnázií.



Jednotlivé položky dotazníku jsem dále vyhodnocovala zvlášť pro základní školy a zvlášť pro gymnázia. Odpovědi respondentů z odlišných typů gymnázií jsem však již v dalších otázkách nerozlišovala a vyhodnocovala dohromady.

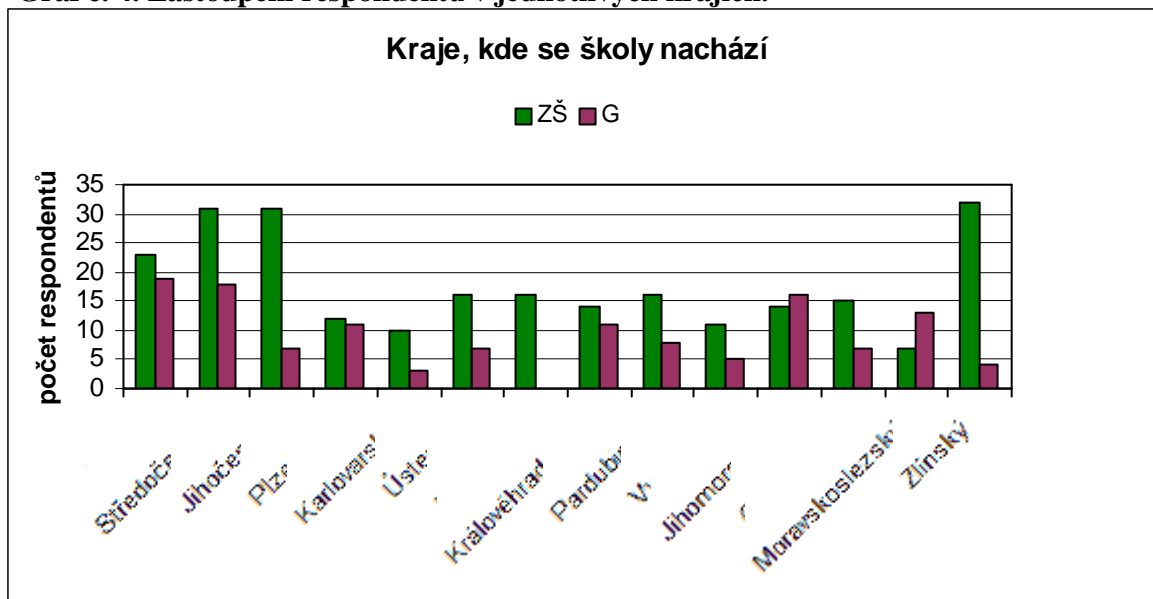
2. Vaše škola se nachází v kraji:

Mým záměrem bylo shromáždit odpovědi od učitelů ze všech krajů ČR. Tato otázka zjišťuje, zda jsou všechny kraje zastoupeny alespoň malým počtem respondentů. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

Praha, Středočeský, Jihočeský, Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Liberecký, Královéhradecký, Pardubický, Vysočina, Jihomoravský, Olomoucký, Moravskoslezský, Zlínský

Kromě středoškolských učitelů v Libereckém kraji odpověděli na dotazník učitelé ze všech ostatních krajů. V absolutním počtu mají největší zastoupení respondenti ZŠ ze Středočeského (31), Jihočeského (31) a Zlínského kraje (32), respondenti G z Prahy (19) a Středočeského kraje (18), viz graf č. 4.

Graf č. 4. Zastoupení respondentů v jednotlivých krajích.



Na rozdílech v absolutním počtu se podílí nejen odlišný zájem učitelů ale i to, že jsem nerozesílala stejné množství dotazníků do každého kraje. Proto jsem ještě spočítala procentuální podíl vrácených dotazníků z každého kraje vztahený k celkovému počtu odeslaných dotazníků do daného kraje (viz tab. 7). Největší ochotu odpovídat měli učitelé ZŠ z Pardubického kraje (40 % vrácených dotazníků z celkového počtu odeslaných do daného kraje) a učitelé G v Plzeňském kraji (90% vrácených dotazníků). Obecně

respondenti z gymnázií téměř ve všech krajích projevovali větší zájem o dotazník a problematiku BiO než učitelé ZŠ, což je zaznamenáno v tab. 7.

Tab. 7. návratnost dotazníků z jednotlivých krajů v % zaslaných dotazníků.

	ZŠ (%)	G (%)
Praha	26	38
Středočeský	34	60
Jihočeský	26	35
Plzeňský	24	92
Karlovarský	20	30
Ústecký	29	32
Liberecký	27	0
Královéhradecký	17	50
Pardubický	40	28
Vysočina	28	28
Jihomoravský	18	40
Olomoucký	25	43
Moravskoslezský	14	39
Zlínský	32	27

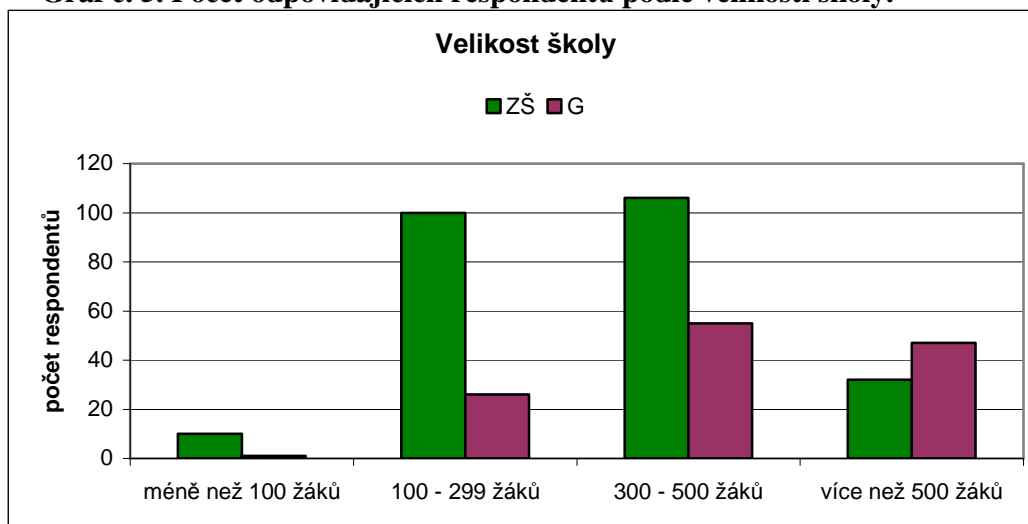
3. Velikost školy:

Otázka zjišťuje, zda má velikost školy vliv na zapojení se do Biologické olympiády. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

- a) méně než 100 žáků
- b) 100 – 299 žáků
- c) 300 – 500 žáků
- d) více jak 500 žáků

Z čísel vyplývá, že počet žáků na základních školách se pohybuje nejčastěji v rozmezí 100 – 500 žáků (206 respondentů). Základní školy s menším počtem žáků než 100 příliš zastoupeny nejsou, a to hlavně proto, že jsem rozesílala dotazníky na ZŠ s druhým stupněm, které jsou větší. Na prvním stupni BiO neprobíhá. Naopak množství studentů gymnázií nejčastěji přesahuje počet 300 (102 respondentů), viz **graf č. 5**.

Graf č. 5. Počet odpovídajících respondentů podle velikosti školy.



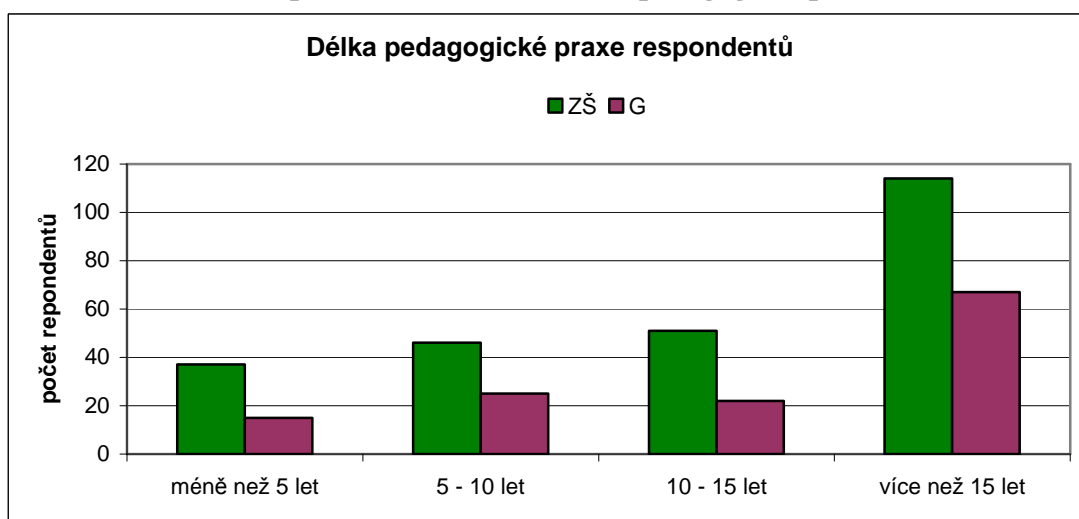
4. Délka Vaší pedagogické praxe:

Důležitým ukazatelem v šetření je také délka pedagogické praxe respondentů. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

- a) méně než 5 let
- b) 5 – 10 let
- c) 10 – 15 let
- d) více než 15 let

Dotazníkového šetření se účastnili ve zvýšené míře učitelé, jejichž pedagogická praxe přesahuje 15 let. Konkrétně 114 učitelů ZŠ (46 %) a 67 učitelů G (52 %) uvedlo praxi delší než 15 let. Praxí v rozmezí 10-15 let disponuje 51 učitelů ZŠ a 22 učitelů G. Podobné počty vychází i u respondentů s 5-10letou praxí, kterých odpovědělo 46 ze ZŠ a 25 z G. Celkem 37 respondentů ZŠ a 15 respondentů G působí jako pedagogové v časovém období kratším 5 let (viz graf č. 6).

Graf č. 6. Počet respondentů s různou délkou pedagogické praxe.



Převaha učitelů s více jak 15letou praxí možná napovídá, že tito zkušenější učitelé se nebojí zapojovat své studenty do Biologické olympiády. Disponují zřejmě i většími didaktickými a odbornými znalostmi než učitelé, kteří nepůsobí na pedagogickém poli příliš dlouho, a proto mohou své studenty při soutěži lépe vést. Také tito učitelé v dotazníku více vyjadřovali vlastní názory na problematiku BiO, bohužel spíše negativní.

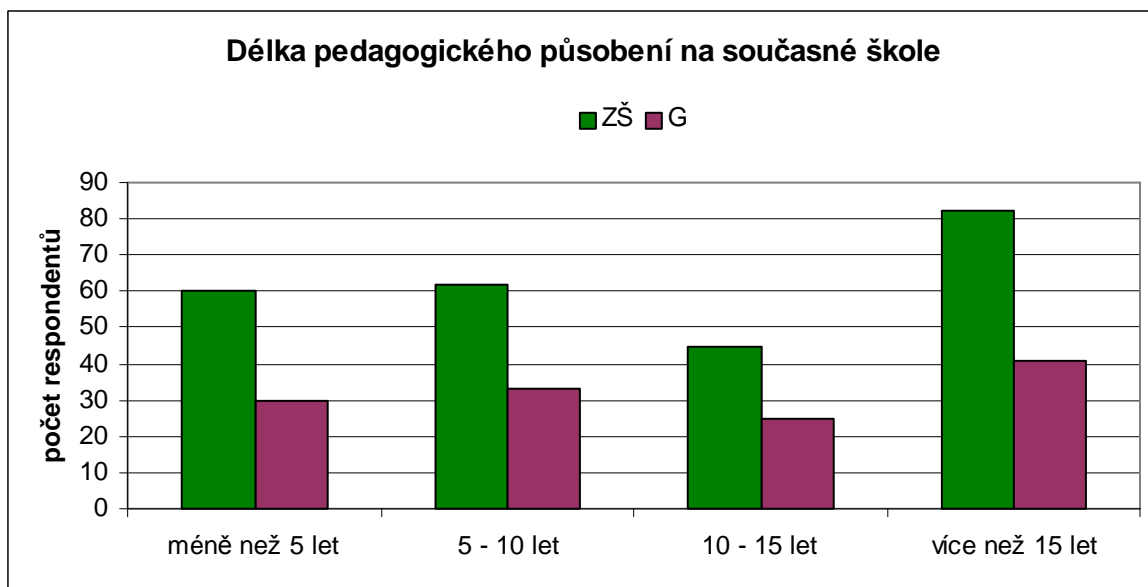
5. Délka Vašeho pedagogického působení na současné škole:

Tuto otázku jsem položila proto, abych zjistila, zda má délka působení učitele na škole vliv na zapojení se do soutěže BiO. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

- a) méně než 5 let
- b) 5 – 10 let
- c) 10 – 15 let
- d) více než 15 let

Na současné škole působí 82 učitelů ZŠ a 41 učitelů G déle než 15 let, což odpovídá největšímu zastoupení respondentů (viz **graf č. 7**). To souvisí i s tím, že dotazníku se zúčastnilo nejvíce respondentů, kteří se učitelství věnují přes 15 let (viz otázka 4).

Graf č. 7. Počet respondentů s různou délkou pedagogické praxe.



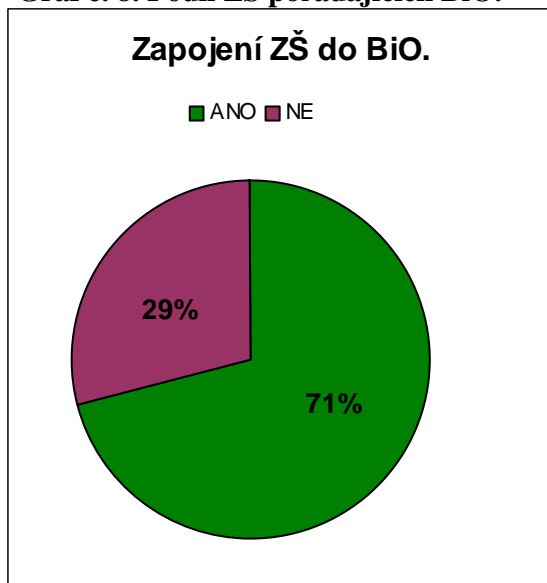
6. Pořádá Vaše škola Biologickou olympiádu (BiO)?

Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem z následujících možností:

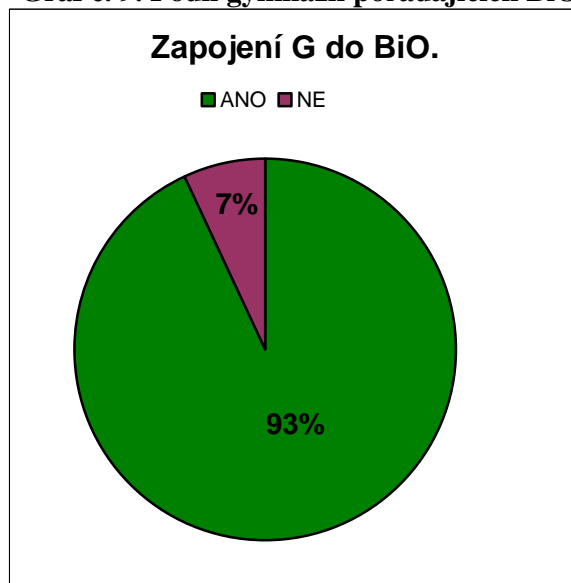
- a) *Ano.*
- b) *Ne. (Pokračujte, prosím, otázkou 11.)*

Celkem 176 respondentů ZŠ (71 %) a 120 (93 %) respondentů z G se zapojuje do BiO. Naopak 72 dotazovaných ze ZŠ (29 %) a 9 z G (7 %) se BiO nezúčastňuje (viz **graf č. 8** a **graf č. 9**)

Graf č. 8. Podíl ZŠ pořádajících BiO.



Graf č. 9. Podíl gymnázií pořádajících BiO.



V absolutním počtu pořádají nejvíce BiO ZŠ i G o velikosti 300-500 žáků (celkem 81 respondentů ZŠ a 54 respondentů G).

Vyhodnocení otázky v závislosti na délce pedagogické praxe učitelů přinesla zajímavý výsledek. Většina učitelů ZŠ s praxí delší než 15 let (91 respondentů - 80 % z celkového počtu učitelů s praxí delší než 15 let) pořádá BiO, což odpovídá celkem 52 % všech respondentů ZŠ pořádajících BiO. Naopak pouze 20 učitelů s praxí kratší než 5 let odpovědělo kladně (54 % z celkového počtu respondentů s praxí menší než 5 let), což odpovídá 11 % všech respondentů ZŠ pořádajících BiO. Výsledky dotazníkového šetření ukazují, že zkušenější učitelé pořádají BiO častěji než učitelé s kratší pedagogickou praxí.

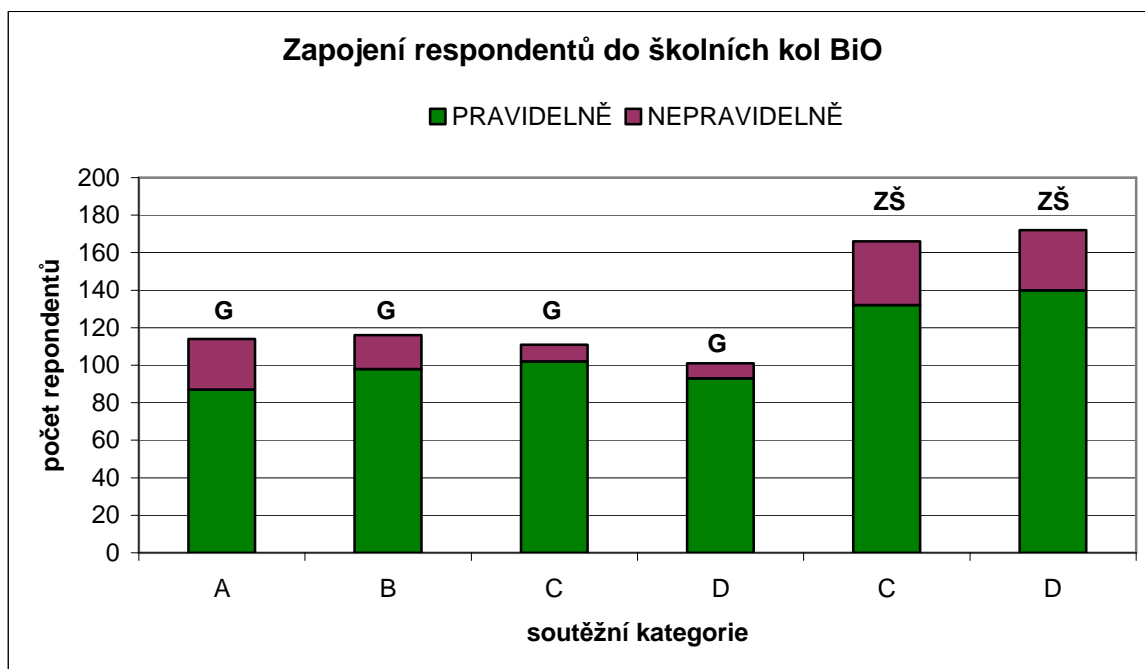
7. Prosím, označte v tabulce, zda Vaše škola pořádá pravidelně nebo nepravidelně daná školní kola BiO v některé z kategorií.

Otázka zjišťuje, kolik škol se pravidelně zapojuje do soutěže a zda je některá z kategorií upřednostňována více než ostatní. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem možností zaznamenaných v tabulce:

	<i>Pravidelně</i>	<i>Nepravidelně</i>
<i>A</i>		
<i>B</i>		
<i>C</i>		
<i>D</i>		

Většina škol, pořádá Biologickou olympiádu pravidelně (viz **graf č. 10**). Podle grafu vypadá oblíbenost na G mezi jednotlivými kategoriemi poměrně vyrovnaná, což ale trochu zkresluje fakt, že jsem čtyřletá a víceletá G zaznamenala dohromady. Z dotazníkového šetření totiž vyplývá, že na víceletých G pořádají BiO častěji v kategoriích C a D než ve vyšších kategoriích A a B.

Graf č. 10. Porovnání respondentů, kteří pořádají školní kolo BiO pravidelně a nepravidelně.



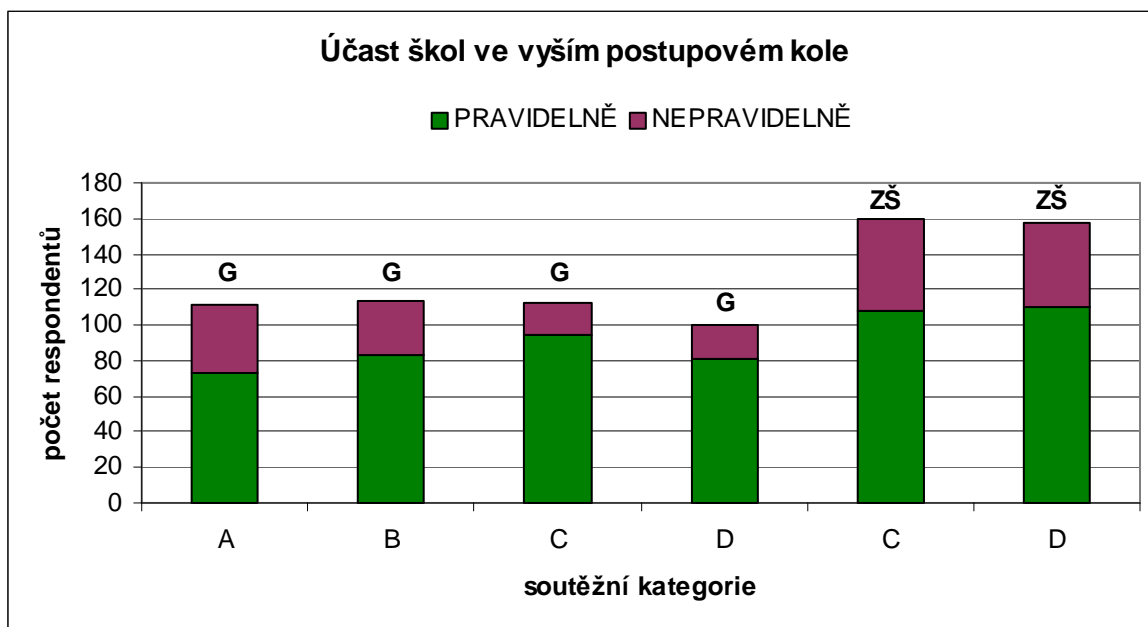
8. Prosím, zaškrtněte v tabulce, zda se vybraní žáci po absolvování školního kola účastní pravidelně či nepravidelně dalšího postupového kola (krajského pro kategorie A, B; okresního pro kategorie C, D).

Žáci škol ne vždy postupují po absolvování školního kola do dalšího postupového kola. Otázka zjišťuje, kolik škol se zapojuje do dalšího postupového kola. Tato otázka byla koncipována jako uzavřená s výběrem možností zaznamenaných v tabulce:

	<i>Pravidelně</i>	<i>Nepravidelně</i>
<i>A</i>		
<i>B</i>		
<i>C</i>		
<i>D</i>		

Většina škol posílá své žáky i do vyššího postupového kola pravidelně (viz **graf č. 11**). Podle dotazníkového šetření postupují studenti nižšího gymnázia (kategorie C a D) do dalšího kola častěji a pravidelněji než žáci základních škol. To může být způsobeno tím, že na gymnázia dochází výběroví studenti, kteří jsou ambicióznější, disponují většími odbornými znalostmi a chutí učit se novým věcem. Pro ně je pak jednodušší splnit podmínky pro postup do dalšího kola.

Graf č. 11. Počet škol, jejichž žáci se pravidelně i nepravidelně účastní vyššího postupového kola.



9. Pokud jste pořádali školní kolo, ale již se žáci neúčastnili dalšího postupového kola (krajského/okresního), jaké k tomu vedly důvody?

Záměrem otázky bylo zjistit, proč škola po absolvování školního kola již nepošle žáky do vyššího postupového kola. Otázka byla koncipována jako polouzavřená s výběrem z následujících možností. Učitelé mohli vybrat více variant.

- a) *Nedostatečný zájem žáků o postup do dalšího kola.*
- b) *Omezené časové možnosti žáků.*
- c) *Omezené časové možnosti učitele.*
- d) *Vzdálenost pořádajícího města - problematické dopravní spojení.*
- e) *Nízké bodové hodnocení dosažené ve školním kole.*
- f) *Náročnost podmínek pro vstup do dalšího postupového kola.*
- g) *Jiné důvody:*

Na tuto otázku odpovědělo celkem 58 respondentů ze ZŠ a 24 z gymnázií. Jako nejčastější důvod, proč se žáci i jejich učitelé neúčastní dalšího kola, uvedlo 36 respondentů ZŠ (62 %) a 17 respondentů G (71 %) *nízké bodové hodnocení žáků dosažené ve školním kole* (viz **graf č. 12**). Další častou odpovědí byl *nedostatečný zájem žáků o postup do dalšího kola* a *náročnost podmínek pro vstup do dalšího postupového kola*. Nejmenší překážkou v postupu do dalšího kola je *vzdálenost pořádajícího města* a *omezené časové možnosti učitele*. Pouze 5 respondentů ZŠ využilo možnost j) *jiné důvody*, mezi něž patřila „*nemoc soutěžícího a nezájem o kvalitní provedení vstupních úloh do okresního kola*“.

K této otázce dostali učitelé možnost vyjádřit se v připomínkách. Nejvíce se vyjadřovali k bodu f) *náročnost podmínek pro vstup do dalšího postupového kola*, a to především k vstupním úkolům, které jim připadají „*příliš náročné*“. Zde jsem vybrala konkrétní připomínky, které se v dotazníku opakují:

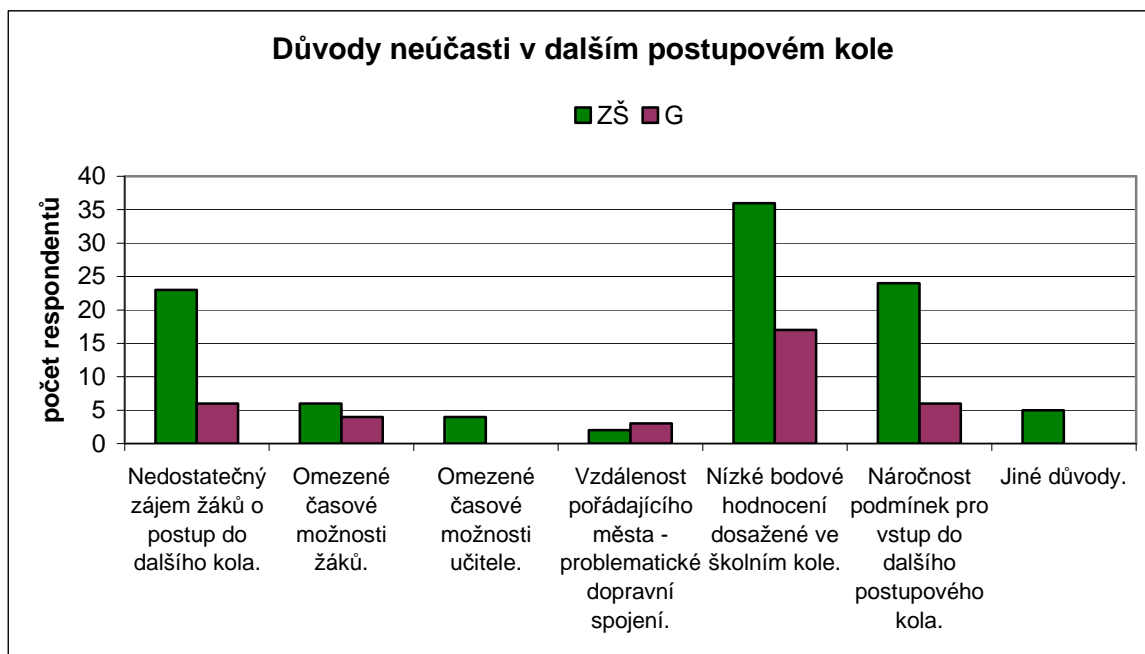
učitel G s více než 15letou praxí:

„Postup do okresního kola je podmíněn vypracováním samostatné žákovské práce na předem zadaná témata. Po školním kole však pro vítěze zůstává poměrně krátký čas na její vypracování - většinou měsíc. Ne každé dítě je však schopné a ochotné témata zpracovat. Často, zejména v kategorii C, se žák devátého ročníku raději věnuje přípravě na přijímací zkoušky na gymnázium nebo zvolí jinou olympiádu, kde postup není touto prací podmíněn.“

učitel ZŠ s praxí 10-15 let:

„Pořádáme téměř každý rok školní kolo, ale nikam jinam žáky neposíláme. Jeli by totiž ti samí žáci jako na olympiády z jiných předmětů a ti by byli na roztrhání těla. Přírodopis je vzhledem k výzkumným pracím časově dost náročný.“

Graf č. 12. Důvody, které vedou k neúčasti žáků v dalším postupovém kole.



10. Vyberte na hodnotící škále 1-5 míru jednotlivých přínosů BiO.

(1 – mimořádně přínosné, 2 – velmi přínosné, 3 – středně přínosné, 4 – málo přínosné, 5 – nevýznamné)

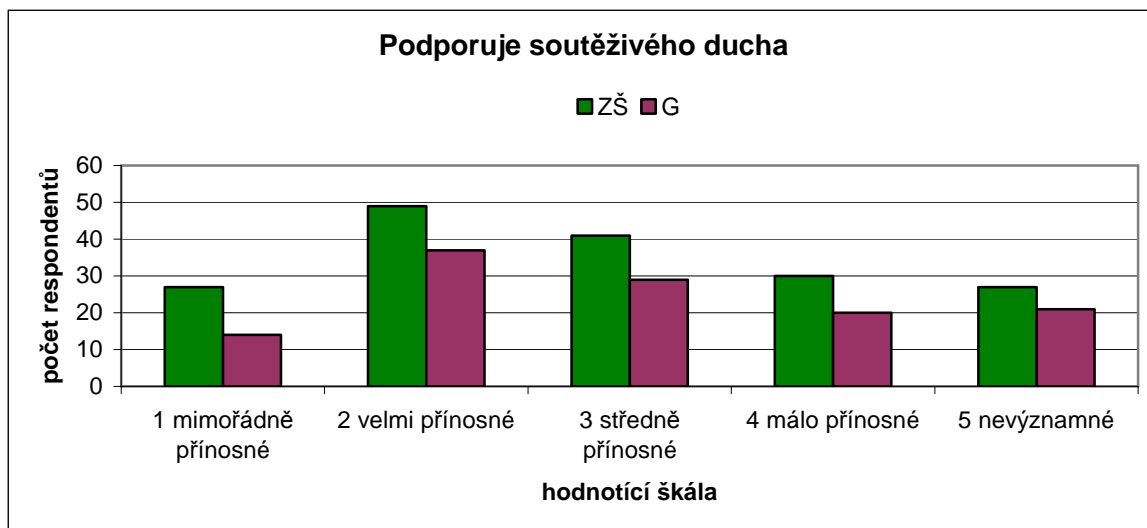
Otázka zjišťuje míru vybraných přínosů Biologické olympiády. Dotazovaní učitelé někdy vynechávali některé položky, jindy nevyplňovali hodnotící škály vůbec. Do hodnocení jednotlivých bodů se zapojili i někteří učitelé, kteří BiO nepořádají. Otázka je koncipovaná jako výběr na posuzovací škále:

Podporuje soutěživého ducha.	1	2	3	4	5
Rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků.	1	2	3	4	5
Doplňuje odborné znalosti učitelů.	1	2	3	4	5
Nabízí žákům účelné využití volného času.	1	2	3	4	5
Umožňuje srovnání schopností a znalostí mezi žáky.	1	2	3	4	5
Umožňuje talentovaným studentům a biologickým nadšencům realizovat své zájmy.	1	2	3	4	5

• Podporuje soutěživého ducha

Položku vyplnilo 174 respondentů ZŠ a 121 respondentů G. Celkový průměr hodnocení je 2,9. Nejvíce učitelé hodnotili položku 2. stupněm – 49 respondentů ZŠ (28 %) a 37 respondentů G (31 %), viz **graf č. 13**.

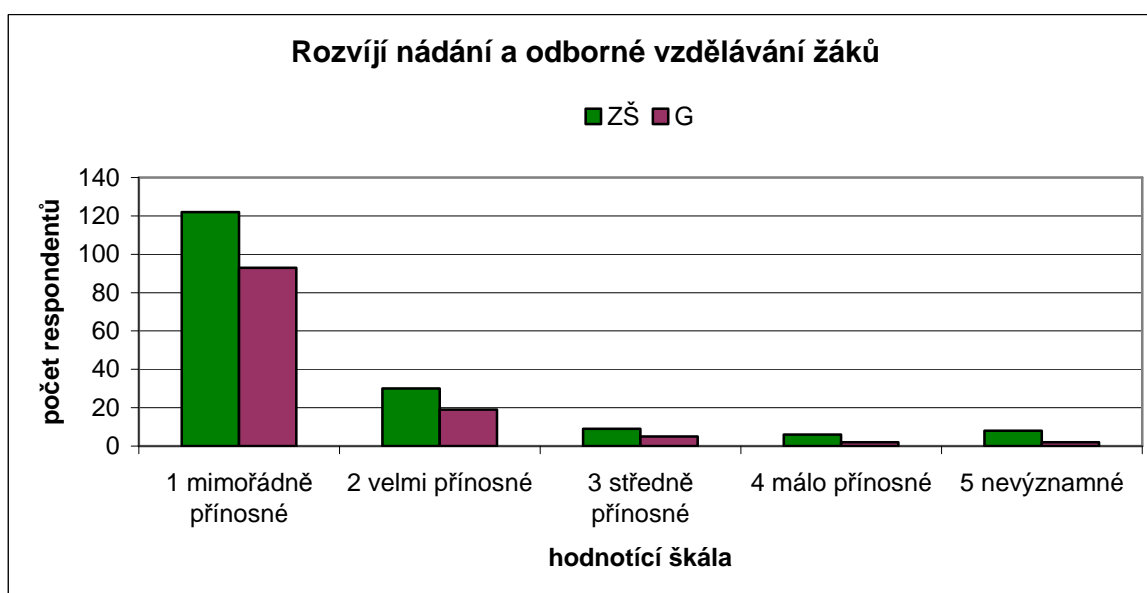
Graf č. 13. BiO podporuje soutěživého ducha (hodnocení učitelů).



• Rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků

Položku vyplnilo 175 respondentů ZŠ a 121 respondentů G, kteří se ve svém hodnocení poměrně shodují. Celkový průměr hodnocení je 1,4. Drtivá většina respondentů přisoudila této položce 1. stupeň (mimořádný přínos). To odpovídá 122 respondentů ZŠ (70 %) a 93 (77 %) respondentů G, viz **graf č. 14**. Žádná jiná položka v této otázce nedosáhla tak pozitivního hodnocení.

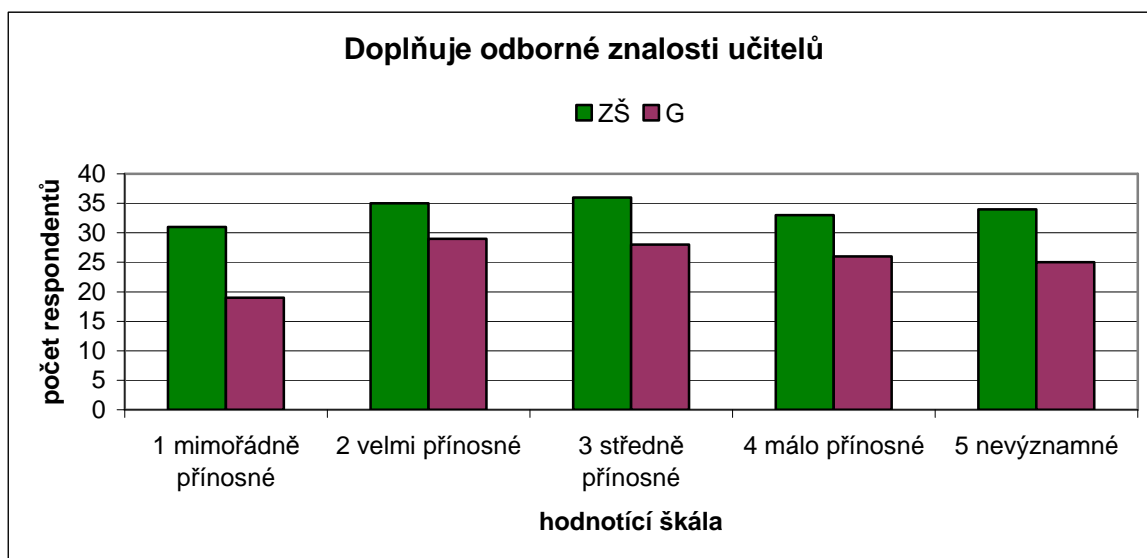
Graf č. 14. BiO rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků (hodnocení učitelů).



• Doplnuje odborné znalosti učitelů.

Položku vyplnilo 169 respondentů ZŠ a 127 respondentů G. Celkový průměr hodnocení dosahuje 3,5. Rozložení stupňů bylo v této položce velmi vyrovnané (viz graf č. 15). Posuzování jednotlivými učiteli bylo tedy velmi rozdílné, protože zde žádný stupeň výrazně nedominoval. Každý posuzovací stupeň je zastoupen průměrně 33 respondenty ZŠ a 25 respondenty G.

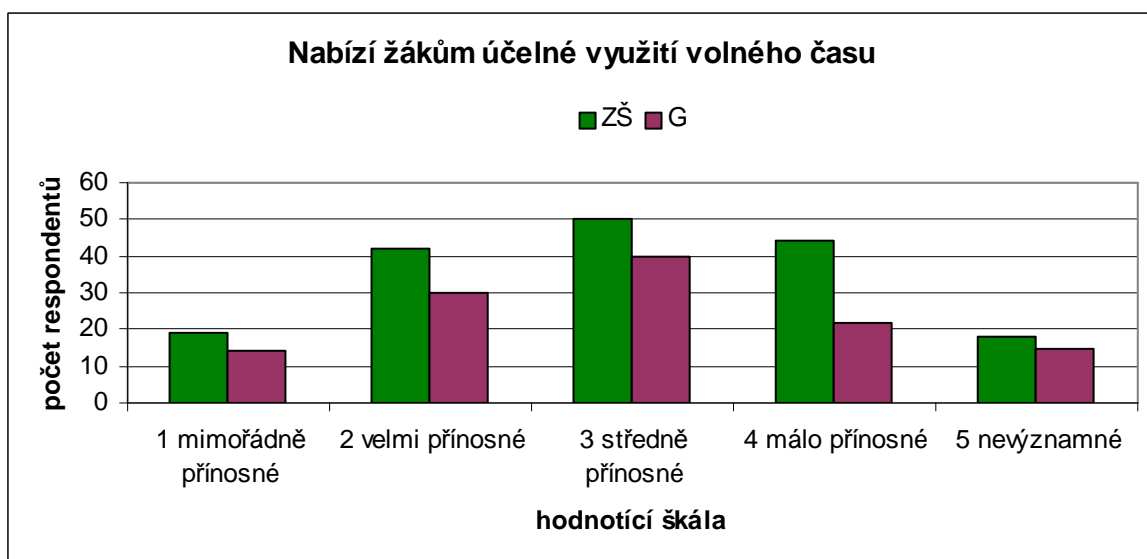
Graf č. 15. BiO doplňuje odborné znalosti učitelů (hodnocení učitelů).



• Nabízí žákům účelné využití volného času

Položku vyplnilo 173 respondentů ZŠ a 121 respondentů G. Celkový průměr hodnocení dosahuje 3,0. Učitelé považují tuto položku nejčastěji za středně přínosnou (viz graf č. 16).

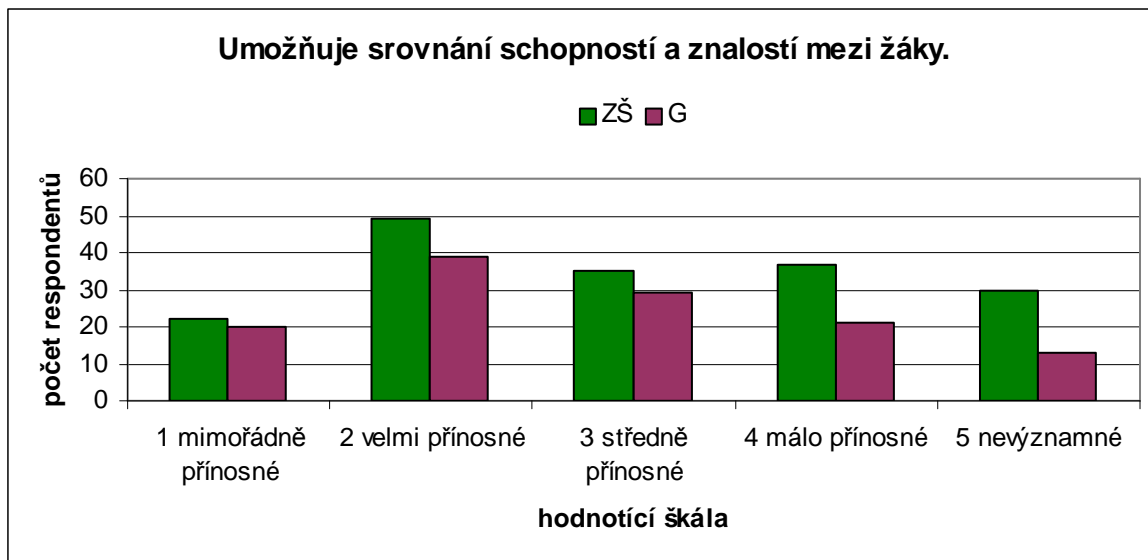
Graf č. 16. BiO nabízí žákům účelné využití volného času (hodnocení učitelů).



• **Umožňuje srovnání schopností a znalostí mezi žáky**

Položku vyplnilo 173 respondentů ZŠ a 122 respondentů G. Celkový průměr hodnocení je 2,7. Nejčastěji považovali respondenti *srovnání schopností a znalostí* za velmi přínosné. Takto odpovědělo 49 respondentů ZŠ (28 %) a 39 respondentů G (32 %), viz **graf č. 17**.

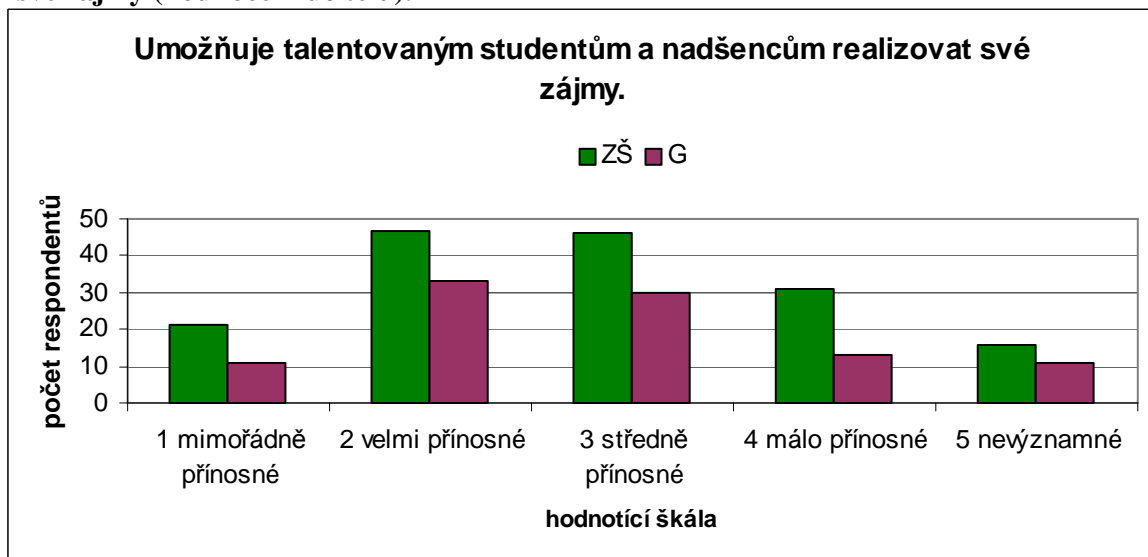
Graf č. 17. BiO nabízí srovnání schopností a znalostí mezi žáky (hodnocení učitelů).



• **Umožňuje talentovaným studentům a nadšencům realizovat své zájmy**

Ve srovnání s ostatními, vyplnilo tuto položku nejméně učitelů – 161 ze základních škol a 98 z gymnázií. Celkový průměr hodnocení je 2,8. Nejvíce vybírali učitelé 2. a 3. stupeň. Celkem 47 respondentů ZŠ (29 %) a 33 respondentů G (34 %) ji považuje za velmi přínosnou, 46 respondentů ZŠ (29 %) a 30 respondentů G (31 %) za středně přínosnou (viz **graf č. 18**).

Graf č. 18. BiO umožňuje talentovaným studentům a biologickým nadšencům realizovat své zájmy (hodnocení učitelů).



Podle vyhodnocení celé otázky 10 je pořadí přínosů BiO dle učitelů následující:

1. Rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků (celkový průměr hodnocení 1,4)
2. Umožňuje srovnání schopností a znalosti mezi žáky (2,7)
3. Umožňuje talentovaným studentům a nadšencům realizovat své zájmy (2,8)
4. Podporuje soutěživého ducha (2,9)
5. Nabízí žákům účelné využití volného času (3,0)
6. Doplnuje odborné znalosti učitelů (3,5)

Učitelé také doplňovali k otázce vlastní poznámky. Přiložené komentáře:

učitel ZŠ s více než 15letou praxí:

„Za přínosy BiO považuji prohloubení znalostí a zájmu žáků o biologii, zopakování a propojení znalostí žáků, možnost žáků ověřit si své schopnosti a porovnat je s jinými žáky. Porovnání výuky předmětu mezi školami a získání zajímavých materiálů pro praktika apod.“

učitel ZŠ s více než 15letou praxí:

„Jako největší přínos olympiády beru motivaci pro výběr budoucí profese. Mám řadu bývalých žáků, kteří se některému oboru souvisejícímu s biologii věnují.“

učitel G s více než 15letou praxí:

„Jde o ověřenou a dlouhodobě kvalitní cestu, jak studentům nabídnout cestu k biologii výrazně nad rámec běžné výuky (a jak sám nezakrňt).“

11. Pokud Vaše škola BiO nepořádá, jaký je/jsou pro to důvod/y?

Na otázku odpovídali i někteří učitelé pořádající BiO nepravidelně. Otázka byla koncipována jako polouzavřená s výběrem z následujících možností. Učitelé mohli vybrat více variant:

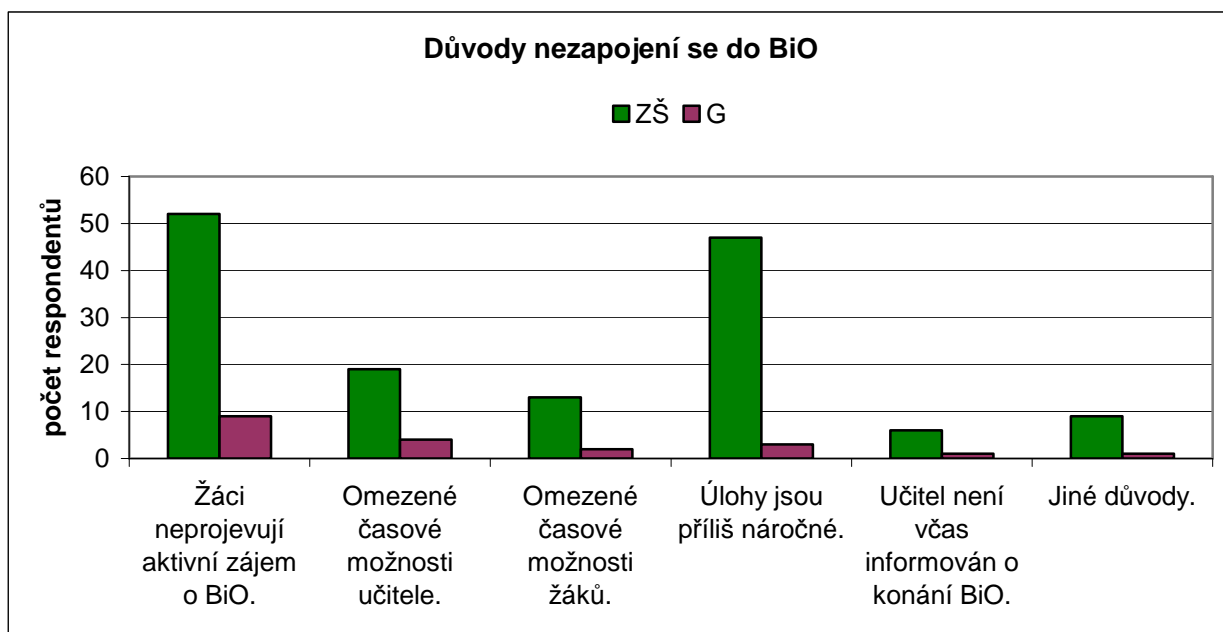
- a) Žáci neprojeví aktivní zájem o BiO.
- b) Omezené časové možnosti učitele.
- c) Omezené časové možnosti žáků.
- d) Úlohy jsou příliš náročné.
- e) Učitel není včas informován o konání BiO.
- f) Jiné důvody:

Celkem odpovědělo 88 učitelů ZŠ a 13 učitelů G. Z tohoto počtu se BiO neúčastní 72 respondentů ZŠ a 9 respondentů G (viz otázka č. 6). Respondenti ZŠ se nezapojují do BiO především proto, že *a) žáci neprojevují aktivní zájem a d) soutěžní úlohy jsou příliš náročné*. Bohužel vzorek gymnaziálních učitelů je příliš malý, nelze z něj tedy nic usuzovat. Variantu *a)* vybralo 52 učitelů ZŠ (59 %) a 9 učitelů G (69 %). Variantu *d)* vybralo 47 respondentů ZŠ (53 %) a 3 respondenti G (23 %), viz **graf č. 19**.

Jako nejmenší překážku představuje to, že učitel *není včas informován o konání BiO*, i když v poznámkách někteří uvedli, že jim nebyly včas nebo vůbec zaslány propozice a zadání Biologické olympiády.

Variantu *f) jiné důvody* využilo 9 respondentů ZŠ a 1 respondent G. Jako jiné důvody uváděli *nedostatečné vybavení školy a pořádání soutěží v jiných předmětech, které nejsou tak náročné*.

Graf č. 19. Důvody, které vedou respondenty k tomu, nezapojit se do BiO.



K náročnosti úloh se respondenti opakovaně vyjadřovali i v komentářích. Vybrané komentáře:

učitel ZŠ s praxí 5-10 let:

„Několikrát jsme se chtěli BiO zúčastnit, ale po přečtení zadání jsme se rozhodli, že to není v našich silách. Museli bychom vybrané žáky speciálně zvlášť připravovat, což je náročné jak pro ně tak pro nás. Uvítali bychom spíše soutěž v praktickém poznávání přírodnin.“

učitel G s praxí 10-15 let:

„Zadání školních kol bývá tak náročné, že i žáci, kteří mají Bi rádi, nemají šanci dosáhnout kvalitních výsledků bez náročného samostudia přípravných textů. Zadání obsahují i učivo, které žáci v rámci výuky nemají probrané (např. učivo genetiky).

Zadání školních kol jsou pro žáky spíše demotivující a hrubě odporují mým představám.“

učitel ZŠ s praxí více než 15 let:

„Systematická dlouhodobá práce je pro naše děti náročná, dlouhodobé úkoly většinou nezvládaly plnit. Asi před 8 lety jsme přestali Biologickou olympiádu pořádat. Zatím nemyslím, že ji obnovíme.“

učitel ZŠ s praxí více než 15 let:

„Školní i další kola Bio olympiády jsou pro žáky ZŠ velmi náročná a žáky tato skutečnost od účasti v soutěžích odrazuje.“

Z vyhodnocení otázky a přiložených komentářů od jednotlivých učitelů se zdá, že jako největší úskalí BiO shledávají v tom, že úlohy jsou náročné nejen pro žáky, ale vyžadují i pracnou přípravu od učitele.

4.1.2. Vybrané názory učitelů na problematiku BiO

Na konci dotazníku měli učitelé možnost vyjádřit vlastní názor k celému dotazníku a k problematice BiO. Většina respondentů tento prostor nevyužila. Někteří učitelé ale připsali i zajímavé poznámky, z čehož usuzuji, že se o danou problematiku více zajímají.

učitel ZŠ s praxí více než 15 let:

„Některá kola Bio jsou dost náročná, žáci mají potíže s porozuměním studijnímu textu. Testy dávám vždy celé třídě, do okresního kola plní vstupní úkoly pouze zájemci. Vstupní úkoly jsou často inspirující hlavně pro mne jako učitele - pravidelně je zařazuji do běžné výuky. Za nápady a inspiraci moc děkuji.“

učitel ZŠ s praxí 5-10 let:

„Pracuji na ZŠ a pro žáky ZŠ je zadání náročné a moc odborné. Tito žáci se teprve začínají seznamovat s biologií a hned mají pracovat se syntézou všech oborů v biologii a něco vyvozovat. Kdyby byl aspoň čas na škole se dětem věnovat. Na ZŠ se soutěže

zúčastňují především děti, které jsou bez ambicí se v oboru vzdělávat a chtějí soutěžit pouze zkusit (i když minimum výjimek se najde, tak 1% dětí).“

učitel ZŠ s praxí 10-15 let:

„Nadání a odborné znalosti rozvíjí BiO pouze u žáků se zájmem. Čím dál víc se setkávám s nezájmem o přírodu. Využití volného času by BiO nabízela, dobře, leč u nás bezúspěšně. Hromada informací naráz děti spíše odradí. Chce to přírodovědné badatelské kroužky a větší časovou dotaci hodin přírodopisu při výuce. Jedna hodina týdně - opravdu moc děti nemotivuje a hlavně se moc věcí nestihne.“

učitel ZŠ s praxí více než 15 let:

„Již několikrát jsme řešili v rámci okresu mezi učiteli časovou a odbornou náročnost vstupních úkolů, žáci musí vypracovat samostatnou práci- někdy je komise velmi náročná, menší děti nemají zkušenosti s vypracováním, a některé práce se blíží pracím bakalářským. Proto myslím, že by žáci měli postupovat bez práce - jako je to u všech jiných předmětů.“

učitel ZŠ s praxí více než 15 let:

„Základní škola by měla být v soutěži oddělena od víceletých gymnázií v samostatné kategorii. Témata pro samostatnou práci studentů kategorie C a D jsou často neproveditelná - např. letos v únoru a březnu studium hálek na listech, loni v témže časovém období studium hlemýžďe. Nedokážu si to vysvětlit.“

učitel G s praxí více než 15 let:

„U kategorií A a B je v posledních letech minimální zájem (korespondující s poklesem zájmu o přírodovědné obory jako takové) a to především z důvodů vysoké náročnosti. Humanitní obory jsou preferovanější. V přírodních vědách (a především v biologii) je nutné naučit se velké množství informací a pak o nich přemýšlet. Učit se (nedej bůh něco navíc!) a přemýšlet není pro drtivou část studentů příliš atraktivní :-).“

učitel G s praxí více než 15 let:

„Studenti nemají zájem o soutěže, musíme je prosit a nakonec se stejně třeba vymluví a na soutěž nedorazí. Je to pro učitele velmi demotivující, navíc to mimo jiné zabere hodně času, který přijde neúčastí vniveč. Máme pár dobrých dětí, které "vymetají" většinu olympiád a ostatní jsou bez zájmu. Proto jsem se rozhodla Biologickou olympiádu letos nepořádat.“

4.1.3. Shrnutí výsledků dotazníkového šetření

Do dotazníkového šetření se zapojilo 248 základních škol a 129 gymnázií. Respondenti pochází ze všech krajů České republiky. Největší zájem o dotazník a problematiku BiO projevovali učitelé s délkou pedagogické praxe delší než 15 let. Tito zkušenější učitelé také neváhali více projevovat vlastní názory v komentářích.

Do biologické olympiády se z celkového množství respondentů zapojuje 176 učitelů ZŠ a 120 učitelů G. Učitelé základních škol i gymnázií se v odpovědích na jednotlivé otázky velmi shodují. Většina z nich pořádá školní kolo BiO pravidelně. Bohužel ne vždy po absolvování školního kola se účastní i vyššího postupového kola. Zájem o postup do okresního (v případě kategorie C a D) či krajského kola (v případě kategorie A a B) je menší než pořádání školního kola. Jako hlavní důvody respondenti uvedli *nízké bodové hodnocení dosažené ve školním kole, náročnost podmínek pro postup do dalšího kola a nedostatečný zájem žáků*. Negativně se vyjadřovali především k vstupním úkolům, které musí žáci vypracovávat, aby splnili podmínky postupu do okresního či krajského kola. Vypracování vstupního úkolu, hlavně u nižších kategorií C a D, přijde některým učitelům zbytečné a náročné.

Jako největší přínos biologické olympiády respondenti podle výběru uvedli, že soutěž *rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků*. Opravdový zájem o další sebevzdělávání podle jejich názoru ale vykazuje jen minimum žáků. Dále někteří učitelé oceňují nápady a materiály (soutěžní úkoly), které jim soutěž nabízí a které využívají při běžné výuce i laboratorních cvičeních.

Bohužel mnoho škol pořádání soutěže BiO nepodporuje a staví se k ní negativně. Jako hlavní důvody uvedli, že sami *žáci neprojevují aktivní zájem* zapojit se do soutěže a že *jsou soutěžní úlohy příliš náročné*. Nezájem přisuzují hlavně změně volnočasových aktivit dětí, které tráví více času u počítačových a mobilních her, sociálních sítí, televizních programů. Toto samozřejmě není vina jen samotných dětí, ale i rodičů a jejich přístupu k dětem.

Náročnost úloh ve srovnání s jinými olympiádami vytýkali učitelé Biologické olympiády i ve vlastních přidaných poznámkách. Pokud nejsou žáci biologickými nadšenci, jsou pro ně příliš těžké úlohy demotivující. Dají pak raději přednost olympiádě z jiného předmětu, kde mají větší šanci uspět a postoupit do dalšího kola. Mnoho učitelů by jistě ocenilo, aby se soutěžní úlohy zjednodušily a staly se přístupnějšími a zábavnějšími pro větší množství žáků.

4.2. Přepřacované úlohy BiO

K 4 úlohám vybraným z krajského kola BiO jsem vytvořila úvodní prezentace a metodickou příručku pro učitele a přepřacovala samotné pracovní listy.

4.2.1. Pilotní verze pracovních listů

Krátké úvodní prezentace jsem vytvořila proto, abych studentům přiblížila daná témata a motivovala je do vyplňování pracovních listů. Slouží jako zdroj nových informací, ale pro některé žáky i jako opakování již nabytých znalostí. V prezentacích se objevují především základní terminologie a schematické obrázky s popisky. Prezentace je možné najít v přílohách.

Pracovní listy slouží spíše jako doplňkové učivo do volitelných předmětů, protože jejich témata nejsou většinou zařazována do základního učiva a výuky (kromě tématu úlohy 2). Pokud ano, tak spíše okrajově.

Přepřacovala jsem následující 4 úlohy:

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Úloha 4 – Historie květeny ČR

Pracovní listy jsem sestavila z následujících typů otázek:

- Otevřené se stručnou odpovědí – jednoslovnou, či jednou větou
- Otevřené s rozsáhlejší odpovědí – vyžaduje komplexnější myšlení
- Uzavřené s nabídkou odpovědí – typ 1 správná odpověď
- Uzavřené s nabídkou odpovědí – typ více správných odpovědí
- Uzavřené dichotomické – výběr ze 2 alternativ
- Uzavřené přiřazovací
- Vpisování, zakreslování do obrázků a map

Každá úloha obsahuje několik položek - otázek a podotázek, které jsem vyhodnotila v položkové analýze. Úloha 1 zahrnuje celkem 13 položek, úloha 2 zahrnuje 14 položek, úloha 3 má 18 položek a úloha 4 obsahuje 24 položek.

4.2.2. Pilotní šetření

Realizace výuky s ověřováním přepracovaných pracovních listů probíhala od prosince 2011 do dubna 2012 se studenty Gymnázia Říčany a Gymnázia Postupická v Praze. Jednalo se o studenty 3. a 4. ročníků vyššího gymnázia, kteří se účastnili této výuky především v rámci volitelných biologických předmětů. Každou úlohu jsem ověřovala ve 2 třídách (2 skupinách). Učitelé na každou úlohu poskytli časovou dotaci 90 minut.

Celé pilotní šetření probíhalo v naprostém pořádku. Krátká úvodní prezentace trvala cca 10 minut. Neprobíhala pouze formou monologu, ale studenti aktivně odpovídali na mé dotazy.

Vyplňování pracovních listů probíhalo také v pořádku. Studenti pracovali jednotlivě a přistupovali k řešení zadaných úloh zodpovědně. Vyplnění jedné úlohy trvalo v rozmezí 35 – 50 minut v závislosti na množství položek v úloze a rychlosti práce samotného studenta.

Ve zbylém časovém úseku jsme se zabývali správným řešením úloh. Studenti mi také poskytovali zpětnou vazbu, tzn., upozornili mě na otázky, které nepochopili nebo jim připadali příliš složité apod. To mi také pomohlo k vytvoření definitivní verze materiálů.

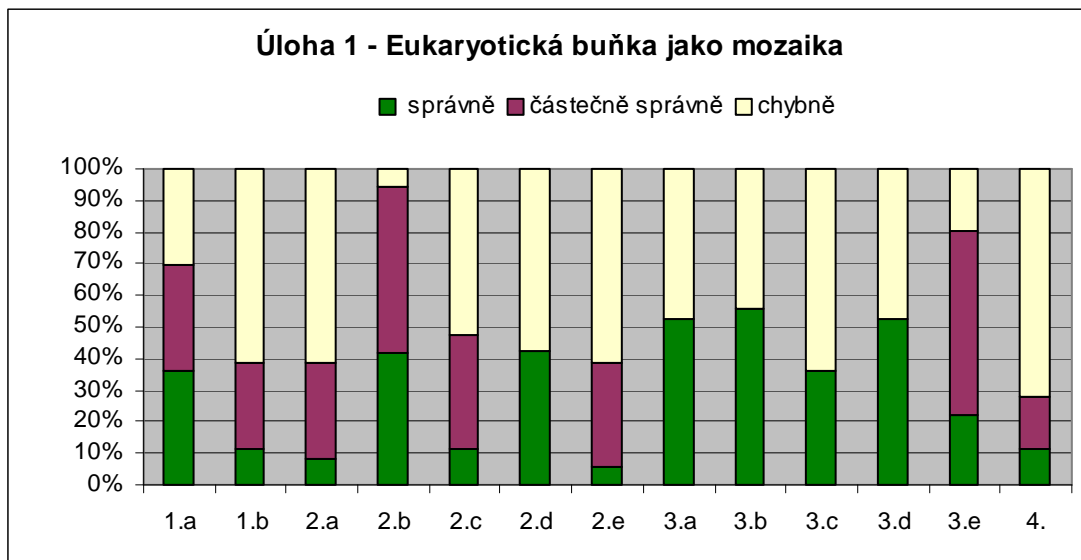
4.2.3. Položková analýza pracovních listů

Výsledky pilotního šetření úloh jsem zpracovala ve formě grafů a tabulek. Grafy porovnávají procentuální příspěvek každé hodnoty (správná, částečně správná a chybná odpověď) k celkovému součtu odpovědí (100%). V tabulkách jsem uvedla úspěšnost řešení jednotlivých otázek pracovních listů. V rámci položkové analýzy jsem se zaměřila na otázky s úspěšností řešení 50 % a menší. Tyto otázky jsem poté okomentovala.

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Pracovní listy vyplnilo celkem 36 studentů ze 4. ročníku. Podle výsledků položkové analýzy (viz graf č. 20 a tab. 8) a reakce studentů usuzuji, že úloha je poměrně náročná, především na soustředění. Studenti museli usilovně přemýšlet, což mnohým působilo obtíže a ani se nepokusili některé otázky řešit. Ignorance některých otázek zvýšila neúspěch v hodnocení položkové analýzy. Tato úloha se setkala s nejmenším úspěchem a nepředstavovala pro studenty příliš atraktivní téma. Jen 46 % otázek (6 položek z 13) vykazovalo úspěšnost vyšší než 50 %.

Graf č. 20. Výsledky řešení jednotlivých otázek v PL úlohy 1.



Číslo otázky		Úspěšnost řešení celkem v %
1.	a)	53
	b)	25
2.	a)	39
	b)	68
	c) R	30
	d) R	31
	e)	22
3.	a)	53
	b)	56
	c) R	36
	d) R	53
	e)	51
4.		20

Tab. 8. Úspěšnost jednotlivých otázek v PL úlohy 1.
R – rozšiřující úlohy

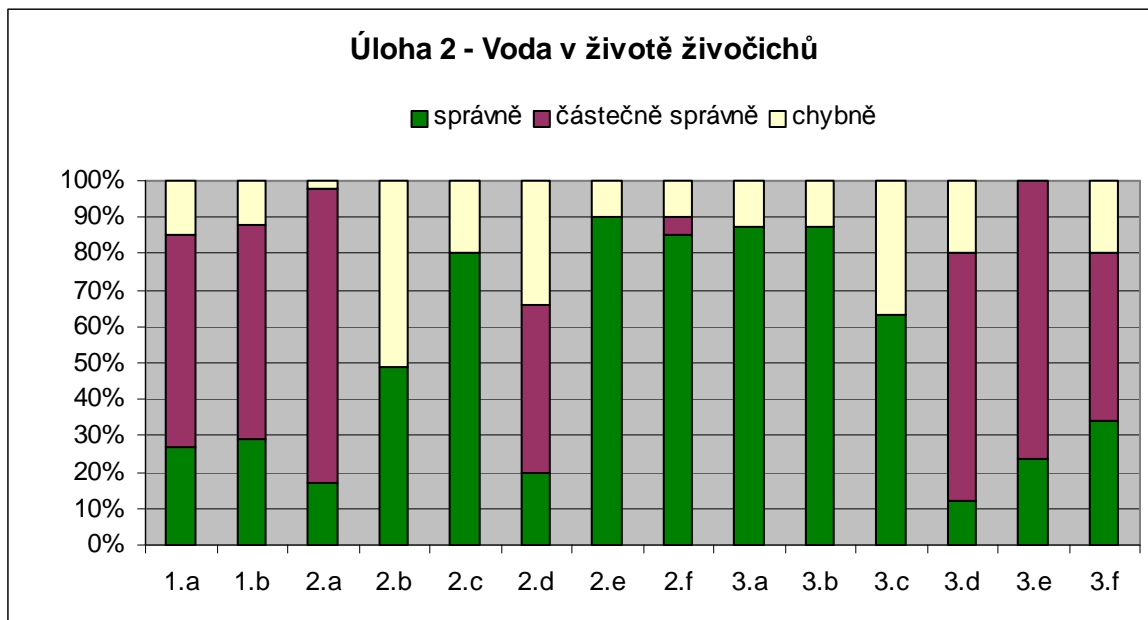
1. b) V otázce vybarvovali v obrázku sekundárního plastidu část prokaryotickou a část eukaryotickou. V sekundárním plastidu jsou zakresleny 4 membrány. Studenti především nebyli schopni rozlišit, které membrány jsou ještě prokaryotického původu. Mnozí studenti se touto otázkou vůbec nezabývali. Otázku jsem ponechala v původní podobě.
2. a) Studenti nejčastěji nechápali a nevěděli, v jakém čtvrtém kompartmentu se nachází genom *Chorarachnionu*. Upravila jsem tedy zadání na vyjmenování pouze tří genomových organel.

2. c) Jelikož je otázka označená jako rozšiřující, nepředpokládala jsem, že by většina studentů znala řešení. Otázka byla koncipována jako doplňování slov do textu. Nicméně ze zadání nebylo zcela jasné, jaké pojmy požadují do textu vyplnit, proto jsem otázku rozšířila o výběr z několika možných termínů.
2. d) Otázka má též rozšiřující charakter. Zjišťuje, jakým nepříbuzným organismům patří další geny v genomu *Chlorarachnionu*. Ukázalo se, že jsem zadání i nápovědu příliš překombinovala, proto jsem otázku i nápovědu přeformulovala a zjednodušila.
2. e) Studenti určovali, v jakých buněčných kompartmentech se nacházejí ribozomy. K dispozici měli i nápovědu. Jelikož se jedná o otázku, která vyžaduje zapamatování a znalost buňky, studenti si ze školní výuky na výskyt ribozomů nevpomněli. Otázku jsem ponechala v původní podobě.
3. c) Rozšiřující otázka s výběrem odpovědí se zaměřuje na původ vnější membrány sekundárního plastidu. Jako hlavním úskalím se po diskuzi se studenty ukázala jedna z možných odpovědí obsahující výraz „de novo“. Většina studentů netušila jeho význam, proto jsem doplnila vysvětlení.
4. Na schematickém obrázku buňky *Chlorarachnionu* měli studenti najít špatně zakreslenou organelu a určit, jaká struktura jí chybí (druhá jaderná membrána). Otázka vyžadovala znalost stavby buněčných organel, kterou bohužel studenti nedisponovali. Někteří psali, že nejsou v jádře zakresleny chromosomy, což jsem uznávala jako částečně správnou odpověď. Otázku jsem ponechala v původní podobě.

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Pracovní listy vyplnilo celkem 41 studentů z 3. ročníku. Podle výsledků položkové analýzy (viz graf č. 21 a tab. 9) a reakce studentů usuzuji, že úloha nebyla příliš náročná a představovala pro ně poměrně zajímavé téma. Během společné kontroly řešení mě totiž zahrnovali ještě otázkami na dané téma. Nezbytnou podmínku pro efektivní řešení otázek představuje znalost stavby a funkce ledviny, což tento vzorek studentů splňoval. Celkem 79 % položek (11 otázek ze 14) vykazovalo úspěšnost vyšší než 50 %.

Graf č. 21. Výsledky řešení jednotlivých otázek v PL úlohy 2.



Číslo otázky		Úspěšnost řešení celkem v %
1.	a)	56
	b)	59
2.	a)	57
	b)	49
	c)	80
	d) R	43
	e)	90
	f)	88
3.	a)	83
	b)	83
	c)	63
	d)	46
	e)	51
	f) R	57

Tab. 9. Úspěšnost jednotlivých otázek v PL úlohy 2.
R – rozšiřující úlohy

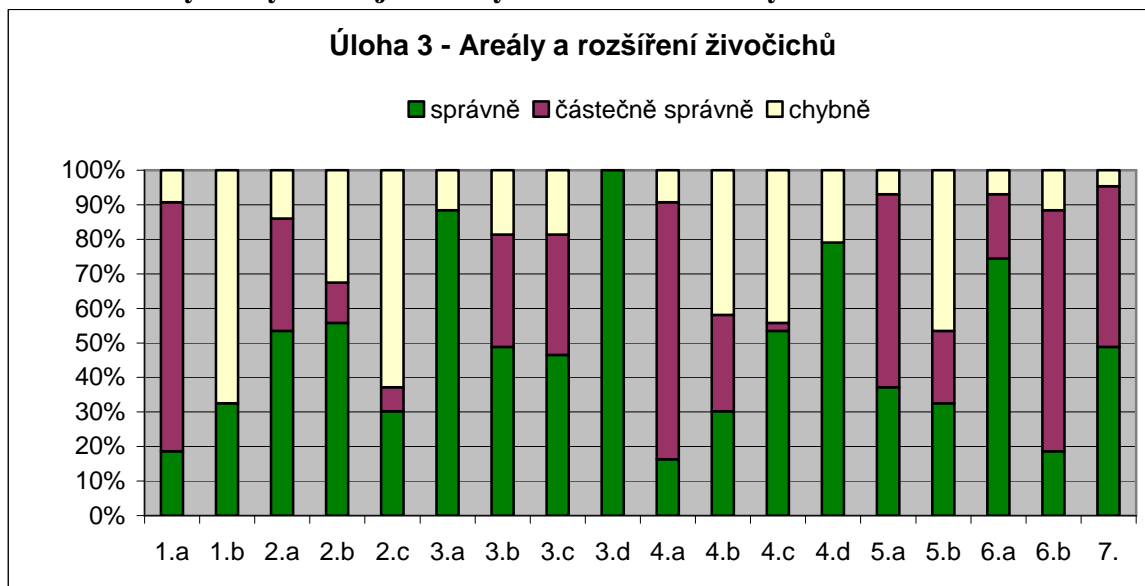
2. b) V této otázce mnoho studentů nedalo dohromady souvislost mezi vzhledem (funkcí) ledviny živočicha a jeho životním prostředím. Zadání představuje důležité zamyšlení a pochopení souvislostí, proto otázku ponechávám v nezměněné formě.
2. d) Studenti měli napsat 3 přizpůsobení, která pomáhají přežít podmínky aridního klimatu. Neúspěch je zvyšován podmínkou vyjmenování tří přizpůsobení. Nejčastěji vyjmenovávali pouze 2, což jsem uznávala jako částečně správnou odpověď. Otázku jsem dále neupravovala.

3. d) V otázce studenti vyplňovali tabulku s 16 polí. Jen málo z nich ale vyplnilo správně všech 16 polí. Pokud zaznamenali správné odpovědi alespoň do 9 polí, považovala jsem řešení za částečně správné. Otázku jsem ponechala v nezměněné podobě.

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Pracovní listy vyplnilo celkem 43 studentů z 3. ročníku. Úloha vyžadovala jen minimální vstupní znalosti. Otázky byly většinou koncipovány jako odvozuující – ze zadání, grafu, mapy, obrázku. Z výsledků položkové analýzy (viz graf č. 22 a tab. 10) lze vyvodit, že byla tato úloha nejúspěšnější. Celkem 83 % položek (15 otázek z 18) vykazovalo úspěšnost vyšší než 50 %. Studenti pracovali se zájmem a v diskuzi mi sdělili, že je jednotlivé otázky velmi bavily a představovaly pro ně atraktivně strávenou výuku.

Graf č. 22. Výsledky řešení jednotlivých otázek v PL úlohy 3.



Číslo otázky		Úspěšnost řešení celkem v %
1.	a)	55
	b)	33
2.	a)	70
	b)	62
	c) R	34
3.	a)	88
	b)	65
	c) R	64
	d)	100
4.	a)	53
	b) R	44
	c)	55
	d)	79
5.	a)	65
	b)	53
6.	a)	84
	b)	53
7.		72

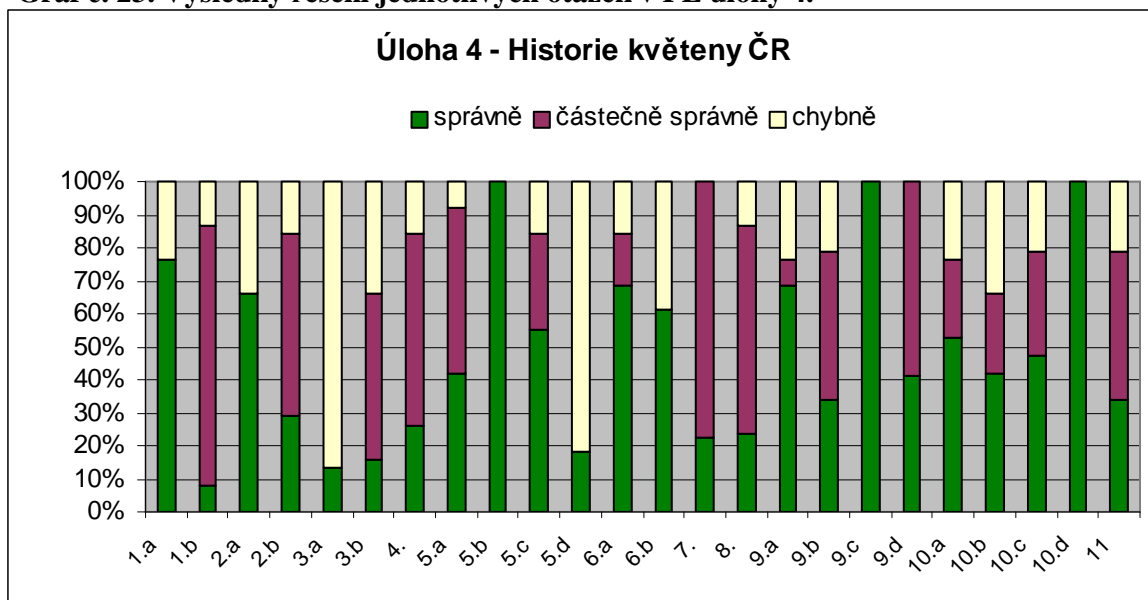
Tab 10. Úspěšnost jednotlivých otázek v PL úlohy 3.
R – rozšiřující úlohy

1. b) V otázce studenti vybírali z nabídky ptačí druh odpovídající popsané charakteristice v zadání. Neúspěch přičítám především tomu, že nevěděli, že pišťucha patří mezi savce a také neznali ptáka dropa velkého. Otázku jsem dále neupravovala.
2. c) V této rozšiřující otázce většina studentů neuspěla, jelikož se nepamatovala, v jaké geologické éře ještě existovaly spojené kontinenty. Otázku jsem ponechala v nezměněné podobě.
4. b) Řešení otázky je obtížné, vyžaduje hlubší zamyšlení, a proto jsem jí označila jako rozšiřující. Nicméně téměř polovina studentů vyřešila otázku správně, proto jsem nepřidávala žádnou nápovědu.

Úloha 4 – Historie květeny ČR

Pracovní listy vyplnilo celkem 38 studentů ze 4. ročníku. Řešení některých otázek vyžadovalo určité vstupní znalosti. Výsledky položkové analýzy (viz graf č. 23 a tab. 11) předstihly má očekávání, protože jsem netušila, zda historie květeny bude představovat dostatečně atraktivní téma. Celkem 71 % položek (17 otázek z 24) vykazovalo úspěšnost vyšší než 50 %. Domnívám se však, že délka pracovních listů ovlivnila soustředění studentů na práci. To mohlo mít negativní vliv i na celkovou úspěšnost úlohy.

Graf č. 23. Výsledky řešení jednotlivých otázek v PL úlohy 4.



Číslo otázky	Úspěšnost řešení celkem v %	
1.	a)	71
	b)	44
2.	a)	61
	b)	52
3.	a)	12
	b)	38
4.		51
5.	a)	62
	b)	49
	c) R	65
	d) R	17
6.	a)	71
	b)	54
7.		46
8.		51
9.	a)	67
	b)	52
	c) R	10
	d)	59
10.	a)	60
	b)	50
	c)	59
	d) R	51
11		52

Tab. 11. Úspěšnost jednotlivých otázek v PL úlohy 4.
R – rozšiřující úlohy

1. b) Studenti popisovali struktury zobrazené v obrázku pylu. Vzdušné vaky pylového zrna borovice rozpoznali velmi dobře, klíční otvory pylového zrna lísky obecné nikoliv. Otázku jsem ponechala.
3. a) Pyl se uchovává především v sedimentech bez přístupu kyslíku. Studenti měli určit další důležitou vlastnost pro uchování pylových zrn v sedimentech. Kvůli velmi malé úspěšnosti jsem do zadání přidala nápovědu.
3. b) Správné řešení otázky souvisí se správným vyřešením otázky 3.a). Úspěšnost otázky 3.b) je ale vyšší než u 3.a), protože studenti vybírali z nabídnutých odpovědí. Otázku jsem ponechala.
5. d) Podle pohoří zakreslených v mapě měli studenti vysvětlit, proč měla Evropa menší šanci dočovat svou třetihorní flóru, Uvědomila jsem si, že jsem špatně formulovala otázku. Proto jsem upravila zadání.
7. V této otázce měli studenti vyznačit do mapy ČR oblasti výskytu pevninského a horského ledovce. Zásah pevninského ledovce zobrazili na mapě většinou dobře, ale vyznačení horského ledovce jim činilo potíže. Otázku jsem ponechala.
9. c) Studenti měli napsat, jaký znají relikv vyskytující se v ČR. Otázka je velmi obtížná a vyžaduje předchozí znalost. Proto jsem ji označila jako rozšiřující.
10. b) Otázka vyžadovala zakreslení oblasti výskytu glaciální tundry v Evropě do mapy. Mnoho studentů vyšrafovalo oblast severní Evropy, neuvědomilo si rozdíl mezi glaciální a současnou tundrou. Otázku jsem ponechala.

Na základě pilotního šetření, vyhodnocení úspěšnosti jednotlivých úloh, diskuze se studenty a konzultací s učiteli jsem vytvořila finální verzi materiálu k úlohám. V pracovních listech jsem přeformulovala některá zadání otázek či doplnila nápovědy.

Finální verze materiálů k jednotlivým úlohám jsou uvedeny v přílohách.

4.3. Testování znalostí

Před samotným ověřováním pracovních listů, bylo mým záměrem zjistit, zda studenti disponují alespoň základními poznatky daného tématu úlohy. Zadala jsem tedy nejdříve na začátku výuky studentům krátký test (viz kapitola 3.2.3) zaměřený především na základní pojmy (pretest). Totéž zadání testu (posttest) vyplňovali stejní studenti týden po ověřování pracovních listů. Cílem bylo zjistit, zda se přiučili něco nového a jestli test vyplní s větší úspěšností.

Otázky 1-5 jsou otevřené, otázky 6-10 uzavřené, ale obsah otázek je stejný, jako u otázek 1-5. Předpokládala jsem, že otázky 6-10 budou vykazovat vyšší úspěšnost.

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Úspěšnost pretestu 1 byla velmi malá (viz tab. 12). Studenti nedokázali vysvětlit původ plastidů a mitochondrií. Bohužel ani po vyslechnutí prezentace a vyplnění pracovních listů se situace příliš nezlepšila. Neúspěch přisuzuji především obtížnosti tématu a celkovému nezájmu a přístupu ze strany studentů.

Tab. 12. Úspěšnost pretestu 1 a posttestu 1.

Otázky	Průměrný počet bodů na žáka		Úspěšnost	
	Pretest 1	Posttest 1	Pretest 1	Posttest 2
1. – 5.	1,3 (z 9b.)	3,1 (z 9b.)	14 %	34 %
6. – 10.	2,5 (ze 7b.)	4,9 (ze 7b.)	36 %	70 %

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Úspěšnost pretestu 2 je velmi dobrá (viz tab. 13). To je pravděpodobně ovlivněno tím, že studenti probírali systém vylučovací soustavy 3 týdny před mým působením ve škole. I posttest 2 vykazuje velkou úspěšnost. Studenti si především ujasnili a zapamatovali rozdíl mezi hypertonickým a hypotonickým prostředím.

Tab. 13. Úspěšnost pretestu 2 a posttestu 2.

Otázky	Průměrný počet bodů na žáka		Úspěšnost	
	Pretest 2	Posttest 2	Pretest 2	Posttest 2
1. – 5.	3,4 (ze 7b.)	5,8 (ze 7b.)	49 %	84 %
6. – 10.	6,0 (ze 7b.)	7,0 (ze 7b.)	86 %	100 %

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Pretest 3 vykazuje absolutně nejlepší úspěšnost (viz tab. 14). Někteří z nich probírali s učitelem zoogeografické základy 3 měsíce před mým působením ve škole, což se zřejmě podepsalo i na výsledcích. V posttestu 3 se zlepšili zejména ve vysvětlení pojmů speciace a reliktu.

Tab 14. Úspěšnost pretestu 3 a posttestu 3.

Otázky	Průměrný počet bodů na žáka		Úspěšnost	
	Pretest 3	Posttest 3	Pretest 3	Posttest 3
1. – 5.	2,7 (z 5b.)	4,4 (z 5b.)	54 %	88 %
6. – 10.	4,8 (z 5b.)	5,0 (z 5b.)	96 %	100 %

Úloha 4 - Historie květeny ČR

V pretestu 4 se studenti nejvíce potýkali s pojmem reliktu a neznali využití pylových zrn v pylové analýze. Nicméně posttest 4 vykazuje zlepšení v této oblasti (viz tab. 15).

Tab 15. Úspěšnost pretestu 4 a posttestu 4.

Otázky	Průměrný počet bodů na žáka		Úspěšnost	
	Pretest 4	Posttest 4	Pretest 4	Posttest 4
1. – 5.	2,1 (z 5b.)	3,8 (z 5b.)	42 %	76 %
6. – 10.	3,9 (z 5b.)	4,9 (z 5b.)	78 %	98 %

5. DISKUZE

Žáci základních škol a studenti středních škol se zájmem o přírodovědnou oblast mají možnost rozvíjet své teoretické znalosti a praktické dovednosti v aktivitách, které přímo nesouvisí s běžnou školní výukou. Mezi takové aktivity patří např. různé předmětové olympiády.

V rámci diplomové práce jsem provedla dotazníkové šetření, týkající se soutěže Biologická olympiáda (BiO). V relativním počtu mi na dotazník odpovědělo více učitelů z gymnázií, přestože jsem dotazník rozesílala na mnohem více základních škol. To může být způsobeno tím, že gymnázia projevují o BiO větší zájem než ZŠ, a tak ti učitelé, kteří BiO pořádají, měli potřebu se k problematice soutěže vyjádřit. Lidé se totiž spíše vyjadřují k problematice, která je zajímavá a čemu se věnují, než k věcem, které je neinteresuje. To dokládá i fakt, že mi odpovídali především učitelé, kteří do školního kola BiO své žáky a studenty zapojují.

Podle výsledků dotazníkového šetření závisí pořádání BiO na typu školy. V relativním počtu se zapojují více gymnázia než základní školy. Domnívám se, že víceletá gymnázia poskytují vyšší úroveň vzdělání než ZŠ a studují tam výběroví studenti, kteří disponují většími znalostmi a schopnostmi učit se novému a dostatečně se věnovat přípravě na výuku. Jsou asi ambicióznější a kladou si vyšší vzdělávací cíle. Mezi takovými studenty se častěji najdou zájemci o zapojení se do soutěže než mezi žáky ZŠ. I učitelé pak mají větší motivaci uspořádat pro tyto děti školní kolo BiO. Také stoupá i šance uspět ve vyšších postupových kolech.

Podle dotazníku nejvíce učitelů pořádajících školní kola BiO působí jako pedagogové déle než 15 let. Převaha učitelů s delší praxí možná napovídá, že tito učitelé se nebojí zapojovat své studenty do Biologické olympiády. Díky svým mnohaletým zkušenostem v oboru je pro ně zřejmě jednodušší připravit a uspořádat školní kolo BiO než pro jejich kolegy, kteří tolik zkušeností nemají. Disponují zřejmě většími didaktickými a odbornými znalostmi, umí žáky i lépe motivovat a kladou důraz spíše na zájem a zaujetí pro obor i výuku a ne pouze na výsledky, na které se možná soustředí méně zkušenější kolegové. Předpokládám, že respondenti s delší pedagogickou praxí jsou i věkově starší a tudíž mají méně rodinných povinností (např. starší a tím samostatnější děti), a tak mohou věnovat více času přípravě BiO.

Podle odpovědí v dotazníku jsem také zjistila, že pořádání BiO závisí na velikosti školy. Školy, kam dochází větší počet žáků, pořádají BiO častěji. Do velkých škol dochází velké množství dětí a s tím vzrůstá pravděpodobnost, že se mezi nimi najde někdo se

zájmem o BiO. Zřejmě je tu vyšší šance vybrat do soutěže takové žáky, kteří by se svými schopnostmi měli možnost postoupit do dalšího kola. Pořádání BiO ale nesouvisí jen se zájmem dětí ale také se zájmem učitele jim tuto soutěž nabídnout a věnovat se jí i ve svém volném čase. Větší školy disponují rovněž větším učitelským sborem a více pedagogy přírodopisu či biologie. Tím také vzrůstá pravděpodobnost, že někdo z učitelů projeví zájem o pořádání školního kola BiO, případně se o jednotlivé úkony podělí.

Některé školy pořádají školní kolo pravidelně, jiné nepravidelně. Podle dotazníkového šetření se gymnázia v porovnání se základními školami zapojují pravidelněji. Domnívám se, že to souvisí opět s tím, že na gymnáziu studují výběroví studenti s většími znalostmi a schopnostmi, kteří projevují aktivnější zájem o soutěž. Stejně tak gymnaziální studenti postupují do dalšího kola pravidelněji než žáci ZŠ. Pro studenty gymnázií je zřejmě jednodušší splnit podmínky vstupu do dalšího kola. Gymnaziální studenti bývají asi častěji lépe připraveni než žáci ZŠ, mají tedy větší šanci na úspěch, což je může motivovat. V dotazníku někteří učitelé negativně komentovali to, že spolu společně soupeří G a ZŠ v kategoriích C a D a navrhovali, aby G a ZŠ soutěžily samostatně a nikoliv dohromady. Podle mého názoru stojí tento návrh rozhodně za promyšlením, protože žáci i učitelé ZŠ se cítí znevýhodněni a považují gymnaziální studenty za „chytřejší“, což je může odrazovat od snahy uspět a neprojevují pak maximální úsilí zapojit se do úkolů BiO. Jako velmi demotivující prvek pro postup do dalšího kola se jeví vstupní úkol (forma protokolu), který s sebou žáci do vyššího postupového kola vezou, a kde je hodnotí okresní/krajská komise. Někteří jej vypracovávají sami a u jiných se velkou měrou podílí učitel či rodič a vstupní úkoly se pak vyznačují velmi rozdílnou úrovní zpracování. Nad vstupním úkolem musí strávit děti i učitelé čas navíc, upadá tak jejich zájem o BiO a možná raději zvolí jinou soutěž, např. Chemická, Fyzikální, Matematická ani Zeměpisná olympiáda vstupní úkoly nevyžadují. Podle oficiálních statistik postoupilo v roce 2011 do dalšího kola BiO 21 % žáků a studentů z celkového počtu účastníků školního kola, což je méně než např. v Chemické či Fyzikální olympiádě (<http://www.biologickaolympiada.cz/clanek/statistick-daje-jednotlivch-ronk-bio.html>).

V Chemické olympiádě postoupilo 37 % (Kotková, 2012) a ve Fyzikální olympiádě postoupilo 28 % (Vybíral, 2012). To může být způsobeno tím, že do BiO se celkově hlásí více dětí a to i takových, kteří zaujímají postoj „jdu to jen zkusit“. Do ChO a FO se hlásí sice méně studentů, ale domnívám se, že disponují větším zájmem o dané předměty a jsou úspěšnější. Dále je možná jednou z příčin již zmíněný vstupní úkol. Žáci ne vždy projevují maximální snahu vypracovat úkol kvalitně. Učitelé jim je pak opakovaně vrací, radí, pomáhají s vypracováním, ale bohužel mnozí žáci si rady a připomínky neberou příliš k srdci. Takováto špatná spolupráce učitele demotivuje a vidí vstupní úkol jako

nepříjemnou překážku pro postup do dalšího kola. Na druhou stranu si myslím, že tyto úlohy obsahují zajímavá témata, se kterými by se žáci třeba neměli možnost seznámit v běžných vyučovacích hodinách. Jeho vypracováním tak děti nabudou další znalosti a naučí se novým praktickým dovednostem. Dalším pozitivem je, že mohou sloužit jako náměty pedagogům na laboratorní práci využitelnou ve výuce. Ve větším rozsahu však pravděpodobně úlohy využívány nejsou. U některých laboratorních úloh z vyšších regionálních nebo národních kol, to může být kromě omezené dostupnosti zadání (nutnost vyžádání zadání od hodnotící komise apod.) také např. materiální, technická či časová náročnost. U teoretických úloh to může být dáno jejich „nastavbovým“ nebo „rozšiřujícím“ charakterem učiva, a proto nejsou začleňovány do standardního vyučování. Úlohy pak mohou sloužit jako inspirace například pro badatelsky orientovaného vyučování, kde žáci a studenti vykazují odlišný styl práce než v běžné výuce (Petr, 2010).

Některé školy pořádají Biologickou olympiádu pravidelně, jiné nepravidelně a mnoho škol se do školního kola Bio vůbec nezapojuje. V dotazníku jako nejčastější důvody nezapojení se do soutěže respondenti uváděli, že „žáci neprojevují aktivní zájem“ o BiO a „přílišnou náročnost úloh“. Domnívám se, že tyto dva body spolu úzce souvisí. Pokud dítě není zrovna nadšenec pro biologii (či obecně přírodní vědy), nemá zájem účastnit se soutěže, jejíž úlohy a úkoly jsou příliš náročné. Žáci nemají šanci dosáhnout kvalitních výsledků bez náročného samostudia přípravných textů a mimoškolní příprava nepatří u mnohých žáků mezi příliš oblíbenou činnost. Biologická olympiáda by měla nejen vyhledávat a podporovat talenty, ale úlohy školního kola by měly i ostatní děti motivovat k činnosti a vzbuzovat u nich zájem o přírodu. Podle výsledků dotazníkového šetření je zřejmé, že BiO některé žáky a učitele demotivuje, odrazuje a prohlubuje negativní postoj žáka k biologii. Nepochybuji, že nejběžnějším důvodem pro nezapojování se do BiO je nezájem ze strany žáků, ale na druhou stranu může v mnoha případech hrát roli i nezájem učitele. Ne každý pedagog je nadšenec do biologie a ne pro každého představuje jednu z jeho hlavních zálib trávení svého volného času se žáky, a proto soutěž raději ignorují. Svou roli může hrát i fakt, že jsou některé školy velmi špatně vybavené pomůckami pro laboratorní práce, což učitele také demotivuje. Poněkud dětinským důvodem (uvedeným v dotazníku) k neuspořádání soutěže se mi zdá neobdržení propozic k BiO, protože v takovém případě o ně mohou učitelé zažádat u pověřených pracovníků organizujících BiO.

Celá problematika nezájmu o BiO může souviset s celkovým poklesem zájmu o přírodní vědy nejen v ČR (MŠMT, 2011) ale i dalších státech (European Commission, 2004). Žáci a studenti z různých zemí mají odlišnou motivaci ke studiu přírodních věd a technologií a k volbě povolání. Silnou motivaci stát se přímo vědeckými pracovníky mají

žáci z rozvojových zemí, naproti tomu je motivace dětí z vyspělých zemí poměrně nízká (i u českých žáků) (Schreiner a Sjøberg, 2004). Oblíbenost předmětů ve škole závisí i na obtížnosti daného předmětu. Velmi často platí, že čím je předmět pro žáky obtížnější, tím je méně oblíbený, což dokazuje i celostátní výzkum, z nějž plyne výrazně špatné postavení chemie a fyziky v žebříčku oblíbenosti, biologie vykazovala průměrný zájem. Na oblíbenosti se také podílí osobnost učitele (Höfer, 2005). Žáci se při volbě dalšího studia a volbě povolání zaměřují nejen na to, co je baví, ale i na finanční stránku budoucí profese. Podle studií společnosti Scio (společnost, jejímž polem působnosti je zejména zjišťování a hodnocení výsledků vzdělávání), jsou v dnešní době populární spíše ekonomické a právnické obory, v nichž studenti vidí lepší uplatnění a vyšší finanční ohodnocení. Oblíbené jsou i různé sociální obory a pedagogické obory (Kleňhová a Vojtěch, 2011).

Nicméně mnoho nadaných studentů se zájmem o biologii zaujímá k soutěži velmi pozitivní postoj a úspěšně postupují do vyšších kol. Vítězové krajských kol BiO se účastní letního odborného soustředění ve středisku v Běstvině v CHKO Železné hory. Takováto soustředění mají mnoho pozitiv. Například podle případové studie Mary Oliver a Grady Venville (2011) z Austrálie změnilo odborné soustředění postoj studentů k vědě z pozitivního na „nadšený“ až k „pocitu vášně k vědě“. Ráda bych zdůraznila také sociální význam soustředění, který popsal prof. RNDr. Stanislav Komárek, Dr.: *„Na nějakém celostátním soustředění se člověk setká se sobě podobnými, řídce, ale velmi pravidelně rozestými po celé ploše Čech. Náhle oživne, rozradostní se a zahájí korespondenci a spolupráci na všechny světové strany.“* (Farkač, 2006). Velmi podobný názor zastávají i australští účastníci „Science Fair“ Přírodovědné olympiády, kteří pocítovali, že se na podobném soustředění konečně zařadili mezi vrstevníky se stejným zájmem, kteří se vzájemně podporují a otevřeně vyjadřují své nápady a názory (Oliver a Venville, 2011). Zdá se, že sociální význam těchto soustředění hraje opravdu důležitou roli. Každý člověk potřebuje cítit, že někam patří a že mu někdo rozumí. Mladí sportovci se scházejí ve sportovních klubech a na sportovištích, herecky nadané děti v divadelních kroužcích a mladí přírodovědci nacházejí „svět“, do kterého zapadají, na různých odborných soustředěních a setkáních. Nacházejí zde pochopení a ztrácí pocit osamělosti, a to je, myslím, často motivuje do dalšího úsilí rozvíjet své zájmy a stát se vědeckými pracovníky.

Čeští studenti se z mezinárodních olympiád sice většinou vracejí s medailemi, ale mezi nejúspěšnější řešitele BiO, ale i Chemické a Fyzikální olympiády, patří nejčastěji studenti z asijských zemí jako je Čína, Korea, Singapur, Tchaj-wan, Thajsko. Podle výsledků těchto soutěží se zdá, že asijské studenti disponují takovými odbornými znalostmi a dovednostmi, které jim přináší v soutěžích úspěchy a více vyhovují podmínkám

a průběhu soutěže. Domnívám se, že je to dáno především velkou podporou (nejen) přírodovědných oborů. Například Singapur má v současnosti jeden z nejlepších výchovně-vzdělávacích systémů na světě (zpráva společnosti McKinsey & Company, 2010). Biologická olympiáda má také vyhledávat a podporovat talenty. Možná, že právě asijské země podporují a pečují o své talenty lépe než jiné státy. Velkou roli ale bude jistě hrát také odlišná povaha Asiatů, kteří bývají disciplinovanější, ambicióznější a jsou zřejmě ochotni věnovat svému vzdělání více volného času, což se mezi dětmi ČR v dnešní době příliš „nenosí“. Jan Černý, Antonín Reiter a Tomáš Soukup se k této problematice vyjadřují ve svém článku vydaném k 22. ročníku MBO 2011 takto: *„Výchova mladých biologů s šancí na úspěch při mezinárodních soutěžích je dlouhodobý proces, který bohužel nezahrnuje pouze nadání studentů, ale díky specifice oboru vyžaduje získání rozsáhlého množství informací a praktických zkušeností. Zde mají obrovskou výhodu země, které věnují přírodním vědám a biologii značný prostor, kladou důraz na obecné principy místo speciálních aspektů (biosystematika, morfologie), jak je tomu u nás. Naše Biologická olympiáda je navíc zaměřena výrazně širěji, než je tomu u IBO (poznávání přírodnin, terénní úlohy) a přitahuje tak kromě laboratorních obecných biologů i biology terénní, kteří mohou doma velmi dobře uspět. Na mezinárodní soutěži však mají se svými znalostmi a praktickými návyky jen malou šanci probojovat se mezi ty nejlepší“* (Černý et al., 2011).

Nejen Biologická Olympiáda ale i ostatní předmětové soutěže mají jistě své nezastupitelné místo v systému školství, nejen našeho, což dosvědčuje i skutečnost, že se do takovýchto soutěží zapojuje mnoho států světa, a je tedy zřejmé, že tomuto typu zájmové činnosti přisuzují jednotlivé země velký význam.

6. ZÁVĚR

Biologická olympiáda (BiO) motivuje děti a studenty ke vztahu k poznávání přírody, k práci s biologickým materiálem, pobízí k chápání vztahů mezi organismy a také ukazuje možnosti vědecké práce.

V praktické části diplomové práce jsem se souhlasem autorů přepracovala 4 úlohy krajského kola Biologické olympiády z kategorií A i B. Jedná se o následující témata: Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika; Úloha 2 – Voda v životě živočichů; Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů; Úloha 4 – Historie květeny ČR. Tyto úlohy jsem zpracovala formou pracovních listů, které by měly najít uplatnění ve výuce na vyšším gymnáziu. K pracovním listům jsem ještě vytvořila úvodní PowerPointovou prezentaci. Úlohy obsahují jak základní učivo stanovené Rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia, tak učivo rozšiřující a nadstavbové. K úlohám jsem také sepsala metodickou příručku pro učitele.

Upravené úlohy jsem ověřovala ve výuce na vyšších gymnáziích, konkrétně v 3. a 4. ročnících. Na základě vyplněných pracovních listů jsem vyhodnotila úspěšnost jednotlivých otázek pomocí položkové analýzy. Zaměřila jsem se na otázky s úspěšností 50 % a méně. Ty jsem pak dle uvážení ještě upravila nebo ponechala.

V rámci diplomové práce jsem se také zaměřila na znalosti testování studentů týkající se témat úloh. Ke každé úloze jsem zpracovala pretest, který sloužil i jako posttest. Na základě vyhodnocení pretestu jsem zjistila úroveň znalostí studentů dané tematické oblasti ještě před ověřováním úloh ve výuce. Vyhodnocení posttestu realizovaného po ověřování úloh mi ukázalo, zda se úroveň znalostí zvýšila či nikoliv.

V teoretické části jsem k jednotlivým tématům úloh podle dostupných zdrojů zpracovala literární přehled. Do teoretické části jsem také zařadila základní informace o Biologické olympiádě a Mezinárodní biologické olympiádě (MBO). K MBO jsem doplnila přehled jednotlivých ročníků a úspěchy českých reprezentantů.

V diplomové práci jsem vytvořila dotazník a uskutečnila na základních školách a gymnáziích v ČR dotazníkové šetření, které bylo zaměřeno především na zapojení škol do BiO, přínosů BiO i důvody neúčasti v soutěži. Z vyhodnocení dotazníkového šetření vyplývá, že školy mají zájem o pořádání školního kola BiO, ale zároveň by mnozí ocenili zjednodušení zadání, čímž by se motivovalo větší množství žáků a studentů.

Závěrem mohu říci, že z hlediska cílů, které jsem v úvodu stanovila, považují práci za splněnou. Doufám, že Biologická olympiáda bude v budoucnu motivovat ještě širší spektrum zájemců a její vzdělávací potenciál školy maximálně využijí.

7. SEZNAM LITERATURY

- **Abernathy, T.V., Vineyard, R.N. 2001.** Academic Competitions in Science. What Are the Rewards for Students? *The Clearing House*, **74/5**: 269-276
- **Bennett, J., Hogarth, S. 2005.** „Would YOU want to talk to a scientist at a party?: Students attitudes to school science and science. Research paper 2005/08. York: The University of York, 113 s.
- **Boxma, B. 2005.** An anaerobic mitochondrion that produces hydrogen. *Nature*, **434**: 74-79
- **Brown, J.H., Lomolino, M.V. 1998.** *Biogeography*. Sunderland: Sinauer Associates, 691 s.
- **Buchar, J. 1983.** *Zoogeografie*. Praha: SPN, 199 s.
- **Cavalier-Smith, T. 2006.** Rooting the tree of life by transition analyses. *Biology Direct*, **1/19**: 1-83
- **Cavalier-Smith, T. 2009.** Predation and eukaryote cell origin: A coevolutionary perspective. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, **41/2**: 307-322
- **Cox, B.C., Moore, P.D. 2000.** *Biogeography: An ecological and evolutionary approach*. Oxford: Blackwell science, 298 s.
- **Černý, J., Reiter, A., Soukup, T. (2011).** 22. Mezinárodní biologická olympiáda 2011 – Taipei, Tchaj-wan. *Živa* **5**: 84-85
- **Daborn, K., Cosi, R.R.F, Marshall, W.S. 2001.** Dynamics of pavement cell-chloride cell interactions during abrupt salinity change in *Fundulus Heteroclictus*. *Journal of Experimental Biology*, **204**: 1889-1899
- **Darlington, P.J. 1957.** *Zoogeography: the geographical distribution of animals*. New York: John Wiley & Sons, 675 s.
- **Davis, B.A.S., Brewer, S., Stevenson, A.C., Guiot, J. 2003.** The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary Science Reviews*, **22**: 1701–1716
- **Diaz, G.B., Ojeda, R.A. 1998.** Kidney structure and allometry of Argentine desert rodents. *Journal of Arid Environments*, **41**: 453–461
- **Diaz, G.B., Ojeda, R.A., Rezende, E.L. 2006.** Renal morphology, phylogenetic history and desert adaptation of South American hystricognath rodents. *Functional Ecology*, **20**: 609–620
- **Duston, J., Saunders, R.L. 1990.** The entrainment role of photoperiod on hypoosmoregulatory and growth-related aspects of smolting in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Zoology*, **68**: 707-715.

- **Dyall, S. D., Brown, M. T., Johnson P. J. 2004.** Ancient invasions: from endosymbionts to organelles. *Science*, **304**: 253-257
- **Fægri, K., Iversen, J. 1989.** *Textbook of pollen analysis*. New York: John Wiley & Sons, 328 s.
- **Farkač, J., Božková, H. 2006.** *Biologická olympiáda*. Praha: nakladatelství Jan Farkač, 166 s.
- **Fuentes, J., Eddy, F.B. 1997.** Drinking in Atlantic salmon presmolts a smolts in response to growth hormone and salinity. *Comp. Biochem. Physiol*, **117A/4**: 487-491
- **Gavora, P. 2000.** *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido
- **Geluso, K.N. 1978.** Urine concentrating ability and renal structure of insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, **59**: 312-323
- **Gerža, M. 2009.** Endemismus v České Republice I. *Ochrana přírody*, **2**: 12-15
- **Gerža, M. 2009.** Endemismus v České Republice II. *Ochrana přírody*, **3**: 22-25
- **Gill, E. E., Diaz-Triviño, S., Barberà, M. J., Silberman, J. D., Stechmann, A., Gaston, D., Tamas, I., Rour, A. J. 2007.** Novel mitochondrion-related organelles in the anaerobic amoeba *Mastigamoeba balamuthi*. *Molec. Microbiology*, **66**: 1306-1320
- **Gregor, D.H. 1975.** Renal capabilities of an Argentine desert armadillo. *Journal of Mammalogy*, **56**: 626-632.
- **Hackett, J.D., Anderson, D.M., Erdner, D.L, Bhattachayra, D. 2004.** Dinoflagellates: A Remarkable Evolutionary Experiment. *American Journal of Botany*, **91/10**: 1523–1534
- **Hagopian, J. C., Reis, M., Kitajima, J. P., Bhattacharya, D., de Oliveira, M. C. 2004.** Comparative analysis of the complete plastid genome sequence of the red alga *Gracilaria tenuistipitata* var. *liui* provides insights into the evolution of rhodoplasts and their relationship to other plastids. *Journal of Molecular Evolution*, **59**: 464-477
- **Hampl, V. 2012.** Kontroverzní a nebojácná dáma. *Vesmír*, **91**: 103-105
- **Hendrych, R. 1983.** *Fytogeografie*. Praha: SPN, 220 s.
- **Hewitt, G. 2000.** The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature*, **405**: 907–913
- **Hirano, T., Mayer-Gostan, N. 1976.** Eel esophagus as an osmoregulatory organ (ion and water permeabilities/dilution of sea water/seawater adaptation). *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **73/4**: 1348-1350
- **Hormann, F., Soll, J., Bolter, B. 2007.** The chloroplast protein import machinery: a review. *Meth. Mol. Biol.*, **390**: 179-193

- **Howe, C.J., Barbrook, A.C., Nisbet, E.R., Lockhart, P.J., Larkum, A.W.D. 2008.** The origin of plastids. *Philosophical Transation of the Royal Society B: Biological Science*, **363**: 2675-2685
- **Jamison, R.L., Roinel, N., Rouffignac, C. 1979.** Urinary concentration mechanism in the desert rodent *Psammomys obesus*. *American Journal of Physiology*, **236**: F448-F453
- **Janský, L., Novotný, I. 1981.** *Fyziologie živočichů a člověka*. Praha: Avicenum, 384 s.
- **Johnson, P.J., D'Oliviera, Ch.E., Gorell, T.E., Müller, M. 1990.** Molecular analysis of the hydrogenosomal ferredoxin of the anaerobic protist *Trichomonas vaginalis*. *Proc. Nati. Acad. Sci.*, **87**: 6097-6101
- **Kaneko, T., Sato, S., Kotani, H., Tanaka, A., Asamizu, E., Nakamura, Y., Miyajima, N., Hirose, M., Sugiura, M., Sasamoto, S., Kimura, T., Hosouchi, T., Matsuno, A., Muraki, A., Nakazaki, N., Naruo, K., Okumura, S., Shimpo, S., Takeuchi, Ch., Wada, T., Watanabe, A., Yamada, M., Yasuda, M., Tabata, S. 1996.** Sequence Analysis of the Genome of the Unicellular Cyanobacterium *Synechocystis* sp. Strain PCC6803. II. Sequence Determination of the Entire Genome and Assignment of Potential Protein-coding Regions. *DNA Research* **3**: 109-136
- **Keeling, P.J. 2004.** Diversity and evolutionary history of plastids. *American Journal of Botany*, **91**: 1481-1493
- **Kerr, J.T. 1997.** Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology*, **11/5**: 1094-1100
- **Keys, A., 1933.** The mechanism of adaptation to varying salinity in the common eel and the general problem of osmotic regulation in fishes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, **112/776**: 184-199
- **Koike, K., Sekiguchi, H., Kobiyma, A., Takishita, K., Kawachi, M., Koike, K., Ogata, T. 2005.** A Novel Type of Kleptoplastidy in Dinophysis (Dinophyceae): Presence of Haptophyte-type Plastid in *Dinophysis mitra*. *Protist*, **156**: 225-237
- **Kössl, R., Chábera, S. 1999.** *Základy fyzické geografie: přehled hydrogeografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 159 s.
- **Kotková, Z. 2012.** Interní informace o počtu zapojených žáků do ChO.
- **Kronfeld, N., Shkolnik, A. 1996.** Adaptation to Life in the Desert in the Brown Hare (*Lepus capensis*). *Journal of Mammalogy*, **77/1**: 171-178
- **Kubišta, V. 1978.** *Fyziologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 144 s.
- **Lawler, R.M., Geluso, K.N. 1986.** Renal structure and body size in heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, **67**: 367-372
- **Lellák, J., Kubíček, F. 1991.** *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 256 s.

- **Linder, H.P. 2001.** On Areas of endemism, with an example from the African Restionacea. *Systematic Biology*, **50/6**: 892-912
- **Lithgow, T., Schneider, A. 2010.** Evolution of macromolecular import pathways in mitochondria, hydrogenosomes and mitosomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **365**: 799-817
- **Ložek, V. 1973.** *Příroda ve čtvrtohorách*. Praha: Academia, 372 s.
- **Ložek, V. 2007.** *Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Praha: Dokořán, 198 s.
- **Margulis, L. 1996.** Archaeal--Eubacterial Mergers in the Origin of Eukarya: Phylogenetic Classification of Life. *National Academy of Science*, **93/3**: 1071-1076
- **Marin, B., Nowack, E.C.M., Melkonian, M. 2005.** A Plastid in the Making: Evidence for a Second Primary Endosymbiosis. *Protist*, **156**: 425-432
- **Martin, W., Müller, M. 1998.** The Hydrogen Hypothesis for The First Eukaryote. *Nature*, **392**: 37-42
- **McCormick, S., 1994.** Ontogeny and evolution of salinity tolerance in anadromous Salmonids. *Estuaries*, **17/1A**: 26-33
- **McCormick, S., Saunders, R.L. 1987.** Preparatory physiological adaptations for marine life of Salmonids: osmoregulation, growth, and metabolism. *American Fisheries Society Symposium*, **1**: 211-229
- **Mereschkowsky, C. 1905.** Ueber Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. *Biol. Centralbl.* **25**: 593–604 *ex* **Howe, C. J. et al. 2008.** The Origin of Plastids. *The Royal Society*, **363**: 2675–2685
- **Oliver, M., Venville, G. 2011.** An Exploratory Case Study of Olympiad Students' Attitudes towards and Passions for Science. *International Journal of Science Education*, **33/16**: 2295-2322
- **Peterson, A.T., Watson, D.M. 1998.** Problems with areal definitions of endemism: The effects of spatial scaling. *Diversity and Distribution*, **4/4**: 189-194
- **Randall, D., Burggren, W., French, K. 2002.** Eckert Animal Physiology: Mechanismus and Adaptations. In: *Ionic and Osmotic Balance*. New York: W. H. Freeman and Company, 5. vydání, 579-631 s.
- **Reith, M., Munholland, J. 1993.** A High-Resolution Gene Map of the Chloroplast Genome of the Red Alga *Porphyra purpurea*. *The Plant Cell*, **5**: 465-475
- **Roberts, N. 1998.** *The Holocene an environmental history*. Oxford: Blackwell Publishers
- **Rogers, M. B., Keeling, P. J. 2003.** Lateral gene transfer and re-compartmentalisation of Calvin cycle enzymes in plants and algae. *Journal of Molecular Evolution*, **58**: 367-375

- **Ruggiero, A. 1994.** Latitudinal correlates of the sizes of mammalian geographical ranges in South America. *Journal of Biogeography*, **21/5**: 545-559
- **Sagan, L. 1967.** On the Origin of Mitosing Cells. *Journal of Theoretical Biology*, **14**: 225-274
- **Schimper, A. F. W. 1883.** Ueber die entwicklung der chlorophyllkoerner und farbkoerper. *Bot. Zeit.*, **41**: 105–113. *ex* **Howe, C. J. et al. 2008.** The Origin of Plastids. *The Royal Society*, **363**: 2675–2685
- **Schmidt-Nielsen, B., O'Dell, R., Osaki, H. 1961.** Structure and concentrating mechanism in the mammalian kidney. *American Journal of Physiology*, **200**: 1119-1124
- **Schmidt-Nielsen, K. 2009.** Animal Physiology: Adaptation and Environment. In: *Water and Osmotic Regulation*. USA: Cambridge University Press, 301-355 s.
- **Štorch, D. 1998.** Madagaskar a endemizmus: O endemizmu a ostrovech. *Vesmír*, **77/7**: 362
- **Terasmae, J. 1968.** Quaternary palynology: Its scope, problems and potential uses. *American Association of Stratigraphic Palynologists*, **1**: 23-27
- **Tovar, J., Fischer, A., Graham, C. 1999.** The mitosome, a novel organelle related to mitochondria in the amitochondrial parasite *Entamoeba histolytica*. *Molecular Mikrobiology*, **32**: 1013–1021
- **Tovar, J., León-Avila, G., Sánchez, L.B., Sutak, R., Tachezy, J., van der Giezen, M., Hernández, M., Miller, M., Lucocq, J.M. 2003.** Mitochondrial remnant organelles of *Giardia* function in iron-sulphur protein maturation. *Nature*, **426**: 172-176
- **Vybíral, B. 2012.** Interní informace o počtu zapojených žáků do FO.
- **Willis, K.J., Niklas, K.J. 2004.** The Role of Quaternary environmental change in plant macroevolution: The Exception or the rule? *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*, **359/1442**: 159-172
- **Yoon, H. S., Reces-Prieto, A., Melkonian, M., Bhattachayra, D. 2006.** Minimal Plastid Genome Evolution in the *Paulinella* Endosymbiont. *Current Biology*, **16/17**: R670-2
- **Yutin, N., Makarova, K.S., Mekhedov, S.L., Wolf, Y.I., Koonin, E. 2008.** The Deep Archael Rous of Eukaryotes. *Molecular Biology and Evolution*, **26/8**: 1629-1630
- **Ziegler, V. 2004.** *Naše příroda ve čtvrtohorách*. Praha: UK Pedagogická fakulta, 44 s.
- **Zvára, K. 2008.** *Biostatistika*. Praha: Karolinum, 213 s.

Internetové zdroje

- **Anděra, M. 2005.** Mapování výskytu savců ČR [online]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/article/id1/> [cit 2012-02-20]
- **Dvořák, V. 2011.** Reliktnost a endemismus na území České Republiky [online]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/relikty-endemity-cr/> [cit 2012-02-20]
- **European Commission, 2004.** Europe Needs More Scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe [online]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf [cit 2012-06-13]
- **Höfer, G., Svoboda, E. 2005.** Některé výsledky celostátního výzkumu "Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky". In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference: Srní 2005.* Plzeň: Západočeská univerzita, 52-70 s. [online]. Dostupné z: http://www.kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/svoboda_e/srni.doc
- **Jankovká, V. 1997.** Možnosti využití pylové analýzy [online]. Dostupné z: <http://www.archeologicke.misto.cz/clanky/jankovska/analyza.htm> [cit 2012-02-28]
- **Kartouz, B. 2011.** Největší šance na uplatnění v informatice, ekonomických a technických profesích [online]. Dostupné z: <http://studentworld.cz/volba-vs-oboru/nejvetsi-sance-na-uplatneni-v-informatice-ekonomickych-a-technickych-profesich-180> [cit 2012-07-18]
- **Kleňhová, M., Vojtěch, J. 2011.** Přechod absolventů středních škol do terciárního vzdělávání [online]. Dostupné z: http://www.nuov.cz/uploads/Vzdelavani_a_TP/Prechod_do_tercieru_2010_pro_www.pdf [cit 2012-07-18]
- **McKinsey & Company, 2010.** Klesající výsledky českého základního a středního školství: fakta a řešení [online]. Dostupné z: http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/2010_09_02_McKinsey&Company_Klesajici_vysledky_cestskych_zakladnich_a_strednich skol_fakta_a_reseni.pdf [cit 2012-08-10]
- **MŠMT ČR, 2009.** Podpora technických a přírodovědných oborů: Důvody nezájmu žáků a přírodovědné a technické obory [online]. Dostupné z: <http://ptpo.reformy-msmt.cz/soubory-ke-stazeni/studie/> [cit 2012-06-12] Ř
- **MŠMT ČR, 2010.** Statistická ročenka školství 2010 [online]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/21814> [cit 2012-04-26]
- **Palečková, J. 2007.** Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006 [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání. Dostupné z: <http://www.uiv.cz/clanek/240/1869> [cit 2012-06-12]
- **Petr, J. 2010.** Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: sborník příspěvků semináře.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, 136-144 s. [online]. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf> [cit 2012-08-01]

- **Schreiner, C., Sjøberg, S. 2004.** Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education [online].
Dostupné z: <http://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/> [cit 2012-07-22]

www.biologickaolympiada.cz [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/clanek/statistick-daje-jednotlivch-ronk-bio.html

[cit 2012-05-12]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/propozice-bio.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/kategorie-a-soutezni-kola.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/studijni-materialy/studijni-materialy.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/soutezni-ulohy.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/soutezni-ulohy.html [cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/odborna-soustredeni_1248430825.html

[cit 2012-04-05]

www.biologickaolympiada.cz/sekcia/zakladni-informace_1248069591.html

[cit 2012-04-05]

www.ibo-info.org/whatis [cit 2012-04-06]

www.ibo-info.org/pdf/IBO-Guide.pdf [cit 2012-04-06]

www.ibo-info.org/ibo-results-and-awards [cit 2012-04-06]

<http://icho43.metu.edu.tr/> [cit 2012-05-29]

<http://www.ipho2011.org/facts> [cit 2012-05-29]

<http://www.naturabochemica.cz/relikty-endemity-cr/> [cit 2012-03-14]

http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/11_kapitola.htm [cit 2012-03-01]

<http://www.biolib.cz/cz/image/id11479/> [cit 2012-02-17]

<http://www.krnap.cz/severska-raseliniste/> [cit 2012-03-05]

<http://www.krnap.cz/fauna/> [cit 2012-03-03]

<http://rymarovsko.cz/chranena-krajinna-uzemi/prirodni-rezervace/76-narodni-pirodni-rezervace-pradd.html> [cit 2012-03-03]

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=CHKO_jeseniky_cz

[cit 2012-03-01]

<http://www.npsumava.cz/cz/1410/sekce/zivocisstvo/> [cit 2012-03-01]

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=fauna&site=CHKO_blansky_les_cz#

[cit 2012-03-01]

<http://www.soc.cz/o-soc> [cit 2012-06-12]

<http://amavet.fvtp.cz/?q=node/6> [cit 2012-06-12]

8. PŘÍLOHY

8.1. Statistické údaje o počtu soutěžících BiO

Tab. 16. Statistické údaje o počtu soutěžících BiO.

(http://www.biologickaolympiada.cz/article-add/files/45_BiO_statistika.pdf)

Statistické údaje o počtu soutěžících v jednotlivých soutěžních kolech a kategoriích 45. ročníku Biologické olympiády

Kraj	kategorie A		kategorie B		kategorie C			kategorie D			celkem školní kola
	školní kolo	krajské kolo	školní kolo	krajské kolo	školní kolo	okresní kolo	krajské kolo	školní kolo	okresní kolo	krajské kolo *	
Praha	129	29	133	33	785	143	26	812	135	30	1.859
Středočeský	166	44	203	37	1.009	238	35	1.207	257	34	2.585
Ústecký	131	33	156	32	917	154	21	908	152	21	2.112
Liberecký	82	27	99	32	364	90	11	384	90	12	929
Píseňský	89	17	122	21	534	106	17	522	124	19	1.267
Karlovarský	64	18	71	22	413	77	8	489	93	9	1.037
Jihočeský	91	21	155	37	801	147	20	697	162	-	1.744
Vysočina	75	21	106	29	654	140	15	121	19	-	956
Královéhradecký	93	31	142	39	266	112	38	399	122	33	900
Pardubický	129	30	117	30	298	66	12	337	76	12	881
Jihomoravský	258	33	365	30	265	125	28	314	187	30	1.202
Moravskoslezský	286	34	329	35	918	166	23	1.047	161	23	2.580
Olomoucký	75	25	126	25	367	91	15	433	105	-	1.001
Zlínský	132	27	142	26	635	129	12	388	46	-	1.297
celkem 45. ročník	1.800	390	2.266	428	8.226	1.784	281	8.058	1.729	223	20.350
celkem 44. ročník	1.961	380	2.518	411	7.982	1.821	276	8.745	1.668	201	21.206
celkem 43. ročník	2.461	393	3.018	405	7.059	1.385	278	7.522	1.421	106	20.060
celkem 42. ročník	1.693	373	2.138	400	7.188	1.668	260	7.984	1.717	94	19.633

*krajské kolo kategorie D je pořádáno na doporučení ÚK BiO dle rozhodnutí příslušné KK BiO
Pozn.: v závěru tabulky pro srovnání uvedeny údaje několika předcházejících ročníků BiO

8.2. Dotazník BiO

DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ – Biologická olympiáda

Vážená paní učitelko, vážený pane učiteli,

dovoľte, abych Vás požádala o spolupráci v rámci realizace mé diplomové práce, která se zabývá tematikou biologické olympiády (BiO). Součástí DP jsou přepracované zajímavé úlohy krajského kola BiO, které mohou učitelé využít ve výuce na SŠ (gymnáziích). Pokud budete mít zájem, tyto úlohy Vám velmi ráda poskytnu.

Děkuji předem za spolupráci a Váš čas věnovaný pročetí a vyplnění dotazníku.

Email: dvodarina@seznam.cz

Bc. Darina Dvořáková
Katedra učitelství a didaktiky biologie
Přírodovědecká fakulta UK

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Vanda Vilímová
Katedra učitelství a didaktiky biologie
Přírodovědecká fakulta UK

Prosím, vyznačte v nabídkách Vaše odpovědi.

1. Typ školy, na které učíte:

- a) ZŠ
- b) víceleté gymnázium
- c) čtyřleté gymnázium

2. Vaše škola se nachází v kraji:

Praha, Středočeský, Jihočeský, Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Liberecký, Královéhradecký, Pardubický, Vysočina, Jihomoravský, Olomoucký, Moravskoslezský, Zlínský

3. Velikost školy:

- a) méně než 100 žáků
- b) 100 – 299 žáků
- c) 300 – 500 žáků
- d) více jak 500 žáků

4. Délka Vaší pedagogické praxe:

- a) méně než 5 let
- b) 5 – 10 let
- c) 10 – 15 let
- d) více než 15 let

5. Délka Vašeho pedagogického působení na současné škole:

- a) méně než 5 let
- b) 5 – 10 let
- c) 10 – 15 let
- d) více než 15 let

6. Pořádá Vaše škola Biologickou olympiádu (BiO)?

- a) Ano.
- b) Ne. *(Pokračujte, prosím, otázkou 11.)*

7. Prosím, označte v tabulce, zda Vaše škola pořádá pravidelně nebo nepravidelně daná školní kola BiO v některé z kategorií.

Pokud se v některých z kategorií školní kolo nepořádá, zanechte prázdná pole.

	Pravidelně	Nepravidelně
A		
B		
C		
D		

8. Prosím, zaškrtněte v tabulce, zda se vybraní žáci po absolvování školního kola účastní dalšího postupového kola (krajského pro kategorie A, B; okresního pro kategorie C, D).

Pravidelně - po školním kole se účastní vždy dalšího postupového kola.

Nepravidelně - ne vždy po školním kole absolvují vyšší postupové kolo.

	Pravidelně	Nepravidelně
A		
B		
C		
D		

9. Pokud jste pořádali školní kolo, ale již se žáci neúčastnili dalšího postupového kola (krajského/okresního), jaké k tomu vedly důvody? Více možných odpovědí.

Pokud se Vás tato otázka netýká, pokračujte otázkou 10.

- a) Nedostatečný zájem žáků o postup do dalšího kola.
- b) Omezené časové možnosti žáků.
- c) Omezené časové možnosti učitele.
- d) Vzdálenost pořádajícího města - problematické dopravní spojení.
- e) Nízké bodové hodnocení dosažené ve školním kole.
- f) Náročnost podmínek pro vstup do dalšího postupového kola.
- g) Jiné důvody:

Poznámky:

10. Vyberte na hodnotící škále 1-5 míru jednotlivých přínosů BiO.

(1 – mimořádně přínosné, 2 – velmi přínosné, 3 – středně přínosné, 4 – málo přínosné, 5 – nevýznamné)

Podporuje soutěživého ducha.	1	2	3	4	5
Rozvíjí nadání a odborné vzdělávání žáků.	1	2	3	4	5
Doplňuje odborné znalosti učitelů.	1	2	3	4	5
Nabízí žákům účelné využití volného času.	1	2	3	4	5
Umožňuje srovnání schopností a znalostí mezi žáky.	1	2	3	4	5
Umožňuje talentovaným studentům a biologickým nadšencům realizovat své zájmy.	1	2	3	4	5

Poznámky:

11. Pokud Vaše škola BiO nepořádá, jaký je/Jsou pro to důvod/y?

Více možných odpovědí.

- a) Žáci neprojevují aktivní zájem o BiO.
- b) Omezené časové možnosti učitele.
- c) Omezené časové možnosti žáků.
- d) Úlohy jsou příliš náročné.
- e) Učitel není včas informován o konání BiO.
- f) Jiné důvody:

Poznámky k danému dotazníku:

Děkuji Vám za vyplnění dotazníku.

Bc. Darina Dvořáková

8.3. Testování závislostí položek z dotazníkového šetření

K otestování vztahů mezi několika vybranými položkami jsem použila základní statistickou metodu: Chí-kvadrát test, protože proměnné jsou kategorické. Na základě výsledku tohoto testu jsem rozhodovala o platnosti či zamítnutí stanovených hypotéz. Při chí-kvadrát testu nezávislosti tvrdí nulová hypotéza (H_0), že sledované znaky jsou nezávislé, alternativní hypotézu (H_1) představuje hypotéza o jejich závislosti. Výsledkem testu je vypočtená signifikace, tedy vypočtená chyba prvního druhu. Bude-li tato hodnota menší než 0,05 mohu se domnívat, že mezi proměnnými v kontingenční tabulce je statisticky významný vztah, jsou závislé a H_0 mohu na hranici 5% pravděpodobností, že vztah je náhodný, zamítnout.

• Typ školy → pořádají/nepořádají BiO

H_0 : Pořádání BiO nezávisí na typu školy (ZŠ, G).

H_1 : Pořádání BiO závisí na typu školy (ZŠ, G).

	ANO	NE
ZŠ	176	72
G	120	9

Chí-kvadrát = 24,47

p = 0,0000

⇒ **H_0 zamítnuta**

Na hladině významnosti 5 % bylo prokázáno, že pořádání BiO závisí na typu školy.

Podle výsledku dotazníkového šetření pořádají Biologickou olympiádu v relativním počtu více gymnázia. Víceletá gymnázia poskytují vyšší úroveň vzdělání než na ZŠ. Na G studují výběroví žáci a studenti s větším zájmem o vzdělání, proto se mezi nimi najde i větší počet těch, kteří se účastní olympiád.

V absolutním počtu pořádají BiO častěji základní školy. Základních škol je v ČR více a dotazník byl rozeslán většímu počtu ZŠ než G.

• **Velikost školy → pořádají/nepořádají BiO**

H₀: Pořádání BiO nezávisí na velikosti školy.

H₁: Pořádání BiO závisí na velikosti školy.

ZŠ

	ANO	NE
Méně než 100 žáků	4	6
100 – 299 žáků	62	38
300 – 499 žáků	81	25
Více než 500 žáků	29	3

Chí-kvadrát = 16,06
p = 0,0011

G

	ANO	NE
Méně než 100 žáků	1	0
100 – 299 žáků	19	7
300 – 499 žáků	54	1
Více než 500 žáků	46	1

Chí-kvadrát = 19,97
p = 0,0002

⇒ H₀ zamítnuta

Na hladině významnosti 5 % bylo prokázáno, že pořádání BiO závisí na velikosti školy.

Nejvíce jsou zastoupeny odpovědi učitelů ze ZŠ, jejichž počet žáků se pohybuje v rozmezí 100-500. Velikost gymnázií přesahuje nejčastěji počet 300 žáků. Předpokládám, že tato rozložení odpovědí v dotazníku jsou způsobena především tím, že v ČR existuje nejvíce ZŠ se 100-500 žáky a nejvíce gymnázií s více než 300 studenty. BiO pořádají spíše větší ZŠ i větší G. Celkem 76 % respondentů ZŠ s počtem žáků 300-499 a 62 % respondentů ZŠ s počtem žáků 100 - 299 se zapojují do školního kola BiO.

• **Délka pedagogické praxe → pořádají/nepořádají BiO**

H₀: Pořádání BiO nezávisí na délce pedagogické praxe učitele.

H₁: Pořádání BiO závisí na délce pedagogické praxe učitele.

ZŠ

	ANO	NE
Méně než 5 let	20	17
5 – 10 let	30	16
10 – 15 let	35	16
Více než 15 let	91	23

Chí-kvadrát = 10,35
p = 0,0158

G

	ANO	NE
Méně než 5 let	13	2
5 – 10 let	24	1
10 – 15 let	21	1
Více než 15 let	62	5

Chí-kvadrát = 1,50
p = 0,6823

⇒ **ZŠ: H_0 zamítnuta**
Na hladině významnosti 5 % bylo prokázáno, že pořádání BiO závisí na délce pedagogické praxe učitele.

G: H_0 nezamítnuta
Výsledek není statisticky významný.

Nejvíce jsou zastoupeni učitelé ZŠ, kteří disponují délkou pedagogické praxe větší než 15 let. Tito respondenti měli možná větší potřebu vyjádřit své názory na tuto problematiku, protože se s ní setkávají ve školství již delší dobu a mají s ní tedy více zkušeností. Učitelé s touto delší pedagogickou praxí pořádají také BiO více než ostatní. Díky svým mnohaletým zkušenostem v oboru je pro ně zřejmě jednodušší připravit a uspořádat školní kolo BiO než pro jejich kolegy, kteří tolik zkušeností nemají.

Gymnázia jsou také nejvíce zastoupena respondenty s praxí delší než 15 let. Nicméně výsledek testování závislosti a rozložení odpovědí vyšel jako statisticky nevýznamný.

• **Délka pedagogického působení na současné škole → pořádají/nepořádají BiO**

H_0 : Pořádání BiO nezávisí na délce pedagogického působení učitele na současné škole.

H_1 : Pořádání BiO závisí na délce pedagogického působení učitele na současné škole.

ZŠ

	ANO	NE
Méně než 5 let	35	25
5 – 10 let	45	15
10 – 15 let	29	16
Více než 15 let	67	15

Chí-kvadrát = 10,69
 $p = 0,0135$

G

	ANO	NE
Méně než 5 let	26	4
5 – 10 let	32	1
10 – 15 let	24	1
Více než 15 let	38	3

Chí-kvadrát = 3,01
 $p = 0,3903$

⇒ **ZŠ: H_0 zamítnuta**
Na hladině významnosti 5 % bylo prokázáno, že pořádání BiO závisí na délce pedagogické působení učitele na současné škole.

G: H_0 nezamítnuta
Výsledek není statisticky významný.

Základní školy jsou zastoupeny největším počtem respondentů, kteří působí na současné škole déle než 15 let. To logicky souvisí s největším zastoupením učitelů s délkou pedagogické praxe delší než 15 let.

U gymnázií je rozložení odpovědi respondentů ve všech kategoriích délky působení na škole shodné. Neproázala se tedy žádná souvislost mezi pořádáním BiO a délkou působení na škole.

8.4. Soubor materiálů pro úlohy

8.4.1. Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Náhled prezentace

Endosymbiotický původ mitochondrií a plastidů

3 domény organismů

Stáří planety – 4,6 miliardy let
Život se začal vyvíjet před 3,5 – 3,7 miliardami let.

■ Společný předek všech živých organismů
■ Společný předek Archei a Eukaryi

Převzato a upraveno z: <http://www.genetika.cz/obrazky/3-domeny-organismu.html>

Vznik Eukaryot, mitochondrií a plastidů

- jaderné buňky – 2,7 miliardy let staré
- mitochondrie a plastidy vznikly procesem endosymbiózy = vztah 2 organismů, z nichž jeden (endosymbiont) žije uvnitř buňky druhého (hostitelského) organismu
- v bezkyslíkatém prostředí se spojila archebakterie a bakterie a vznikl celek → ten pohltil aerobní bakterii, z níž se stala **mitochondrie** → některé z nově vzniklých anaerobních buněk pak pohltily sinice, z nichž se vyvinul **plastid**

Převzato a upraveno z: <http://www.genetika.cz/obrazky/vznik-eukaryot-mitochondrii-a-plastidu.html>

Původ plastidů – 3 cesty vzniku:

- **Primární endosymbióza**
- eukaryotická buňka pohltila sinici (prokaryot) → **primární plastid**

zelené řasy
červené řasy
zelené rostliny

Převzato a upraveno z: <http://www.genetika.cz/obrazky/puvod-plastidu-3-cesty-vzniku.html>

- **Sekundární endosymbióza**
- nefotosyntetizující eukaryotní buňka pohltila buňku zelené či červené řasy → **sekundární plastid**

obrněnky
krásnoočka

rozsívky
chaluhy
skrytěnky

Převzato a upraveno z: <http://www.genetika.cz/obrazky/sekundarni-endosymbioza.html>

- **Terciární endosymbióza**
- nefotosyntetizující eukaryotní buňka pohltila buňku se sekundárním plastidem (např. skrytěnku) → **terciární plastid**

terciární plastid
obrněnky

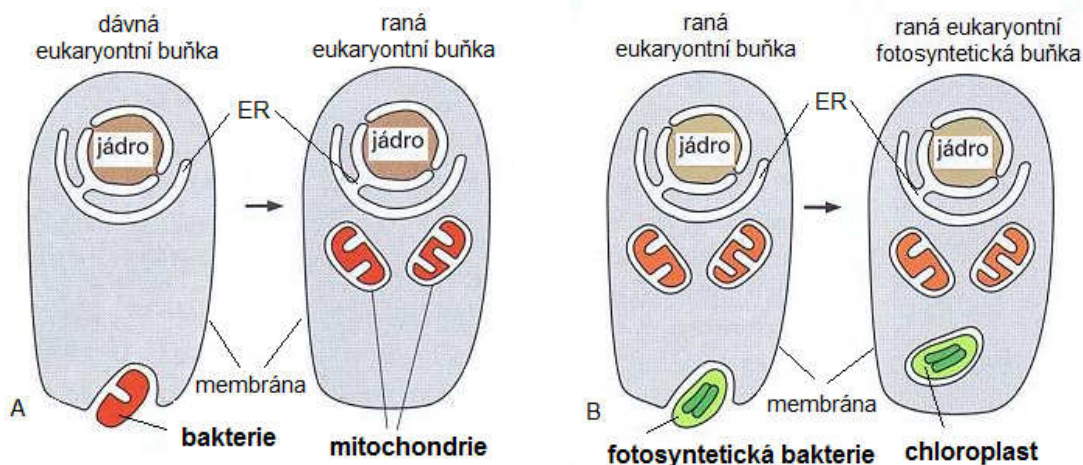
Mitochondrie a plastidy mají vlastní genom (DNA).

Převzato a upraveno z: <http://www.genetika.cz/obrazky/terciarni-endosymbioza.html>

Eukaryotická buňka jako mozaika

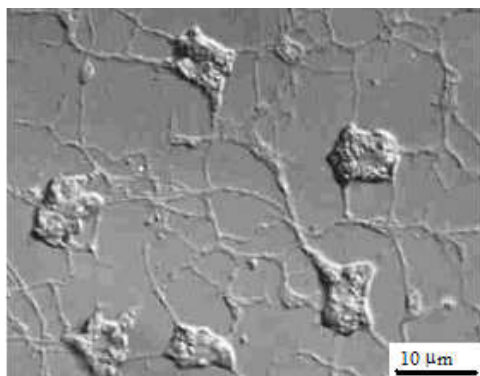
Eukaryotická buňka obsahuje mnoho organel obalených membránami. Vznik eukaryotické buňky je zahalen tajemstvím, nicméně je jisté, že některé její součásti existovaly v minulosti jako samostatné živé organismy a jiné vznikly až v průběhu evoluce „uvnitř“ buňky. **Mitochondrie a plastidy vznikly procesem endosymbiosy**, tzn. původně existovaly jako samostatně žijící prokaryotické organismy, které byly pohlceny jinými eukaryotickými organismy. Během evoluce se staly nepostradatelnou součástí buňky.

Mitochondrie obsahují svou vlastní DNA a v mnoha ohledech se podobají bakteriím, proto si myslíme, že se vyvinuly právě z bakterií (představujících endosymbionta) pohlcených předkem dnešních eukaryotních buněk (hostitelské buňky), (obr. 1A). Plastid má také vlastní DNA a vznikl velmi podobným procesem jako mitochondrie. Endosymbiontem, který pronikl do jiné eukaryotické buňky a z něhož vznikl primární plastid, byla sinice (obr. 1B). V následující úloze je pozornost věnována právě této mozaikovitosti, která představuje podíl odlišných organismů na vytvoření dnešní eukaryotní buňky, a to na příkladu buňky řasy druhu *Chlorarachnion reptans*.



Obr. 1. Schematické znázornění primární endosymbiosy. A – pohlcení bakterie eukaryotní buňkou a následný vznik mitochondrie; B – pohlcení fotosyntetické bakterie eukaryotní buňkou a vznik chloroplastu. ER – endoplazmatické retikulum

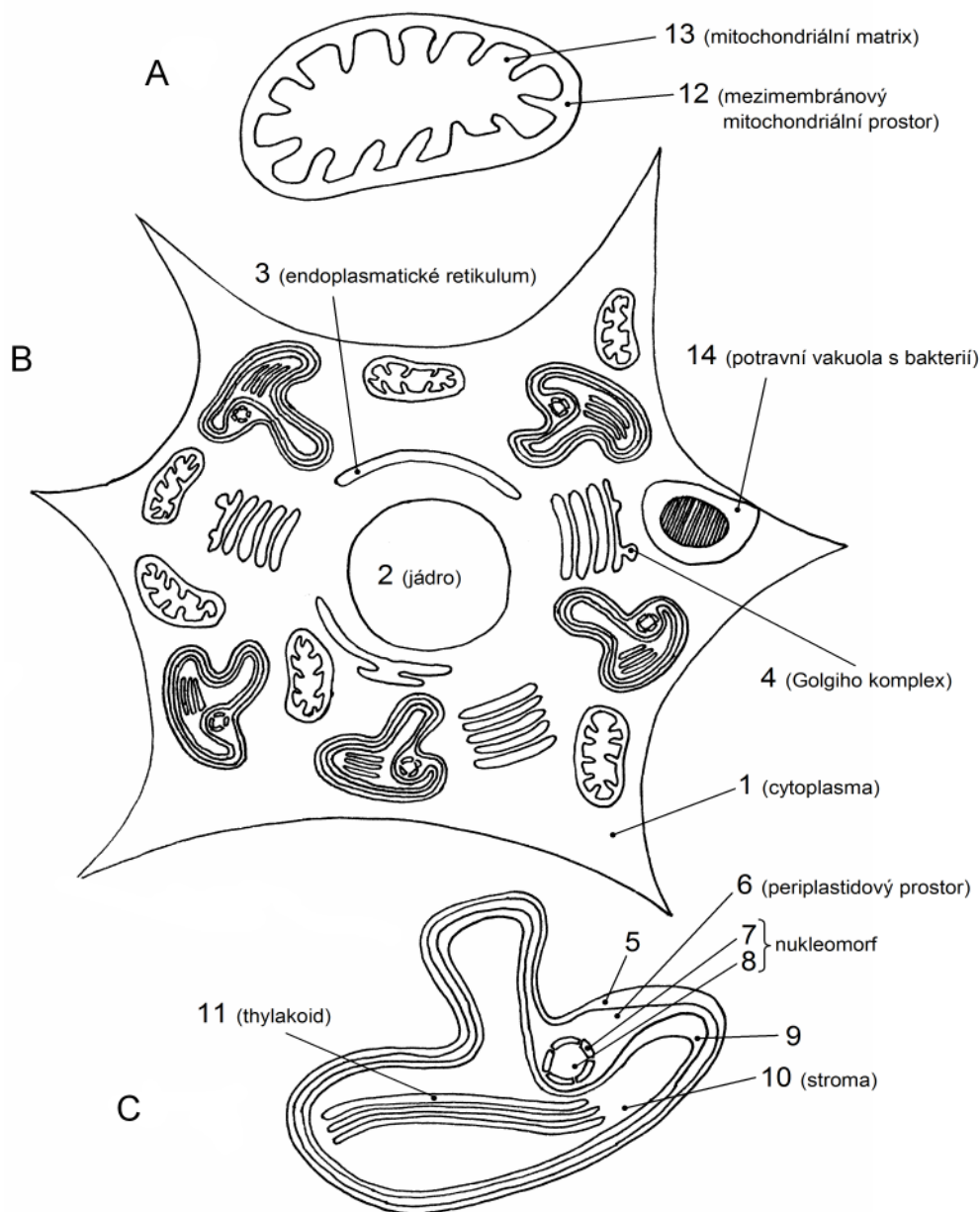
Jednou malou ale pro poznání evoluce významnou skupinou řas jsou Chlorarachniophyta. Jedná se o mořské bičíkovce nebo měňavky, kteří fotosyntetizují a zároveň fagocytují bakterie. Druh *Chlorarachnion reptans*, tvoří na mělkém mořském dně síť amébovitých buněk propojených panožkami (obr. 2).



Obr. 2. Síť buněk *Chlorarachnion reptans*

S pomocí obr. 3 si pozorně prostudujte následující text. Na obr. 3 je schematicky znázorněna struktura buňky druhu *Chlorarachnion reptans*. *Chlorarachnion* má poměrně složitou buňku, která zahrnuje mnoho kompartmentů (tj. prostorů oddělených biologickými membránami - organel), např. **cytoplasmu** (1), **jádro** (2), **endoplasmatické retikulum** (3), **Golgiho komplex** (4), **sekundární plastid** (5 – 11) a **mitochondrii** (12 – 13). Kompartment 14 je **potravní vakuola** (fagosom).

Během evoluce eukaryotický organismus pohltil jiný eukaryotický organismus (ten měl již primární plastid), a tak z tohoto organismu s primárním plastidem vznikl sekundární plastid (obr. 3C). Strukturami sekundárního plastidu jsou **periplastidový prostor** (6; jedná se o zbytek cytoplasmu symbionta), **nukleomorf** (zbytek jádra symbionta; 7 – 8) a **původní primární plastid symbionta** (9 – 11). Nejvnitřnějším kompartmentem plastidu (11) jsou **tylakoidy**, okolo nich se nachází **stroma** (10). Mitochondrie se skládá ze dvou kompartmentů, **mezimembránového prostoru** (12) a **matrix** (13).



Obr. 3. Schéma struktury měňavkovité buňky *Chlorarachnion reptans*. A – detail mitochondrie; B – celkový přehled; C – detail sekundárního plastidu.

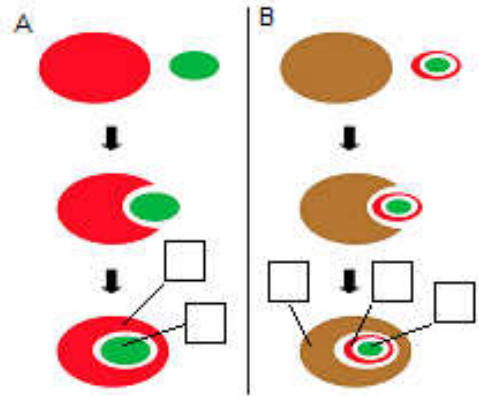


Doufám, že jste si pozorně prohlédli schéma buňky *Chlorarachnionu* a pečlivě prostudovali celý text. Jsou v něm umístěny nápovědy k některým z následujících otázek:

R – otázky označené tímto písmenem rozšiřují daná témata

1.

- a) Na obr. 4 vidíte schematicky znázorněn vznik primárního a sekundárního plastidu. Rozlište a vepište do rámečků, zda jsou buňky a nově vzniklé organely eukaryotického (pište **E**) či prokaryotického původu (pište **P**).



Obr. 4. Vznik plastidů. A – primární endosymbióza; B – sekundární endosymbióza. (Reálný poměr velikostí buněk není zachován.)

- b) Nyní si prohlédněte detail sekundárního plastidu *Chlorarachnionu* (obr. 3C) a vybarvěte **červeně** úsek **prokaryotického** původu a **zeleně** úsek **eukaryotického** původu.

2.

Celkový **genom** (soubor molekul DNA, ve kterých je uložena genetická informace) je u drtivé většiny eukaryotických organismů uložen v buňkách v několika různých organelách (kompartimentech). Například v živočišných buňkách je genom uložen ve dvou kompartimentech, což dokazuje, že dva organismy spolu vytvořily jediný nedělitelný organismus.

- a) V buňce *Chlorarachnionu* se genom (DNA) vyskytuje celkem ve 3 organelách. Tyto genomy mohou být eukaryotického (E) nebo prokaryotického (P) původu. *Doplňte do tabulky, v kterých organelách jsou tyto genomy uloženy a jakého jsou původu.*

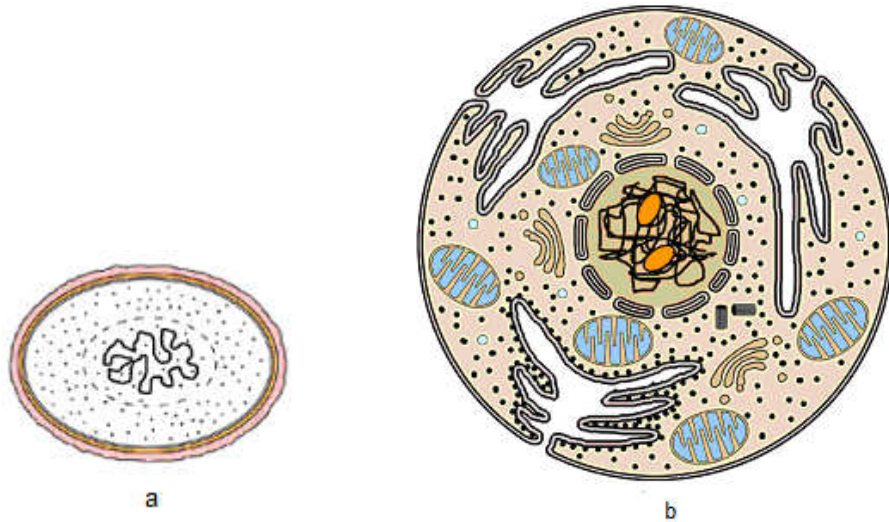
	Organela	Původ genomu E nebo P
1.		
2.		
3.		

b) Jak se vlastně liší typický eukaryotický a prokaryotický genom? *Napište 3 nejdůležitější rozdíly. Obr. 5 vám napoví.*

1.

2.

3.



Obr. 5. Schéma buněk. a – prokaryotická buňka; b – eukaryotická buňka (živočišná)

c) **R** Jeden z genomů *Chlorarachnionu* kóduje veliký počet genů, které byly původně uloženy v genomech jiných organel. Do tohoto genomu se dostaly horizontálním genovým přenosem – jedná se o proces, při němž jeden organismus přijímá DNA od jiného jedince. *O který genom se jedná? Z nabídky vyberte správné pojmy a doplňte větu.*

*mitochondriální, plastidový, jaderný, virový
mitochondrie, plastidy, viry, ribozomy, Golgiho komplex, endoplazmatické retikulum*

Do genomu se přenesla část genů, které byly původně uloženy v těchto dvou organelách: a

d) **R** Jaderný genom v sobě obsahuje také některé geny jiných absorbovaných nepříbuzných organismů.

*Geny jakých dalších organismů ještě získala buňka **Chlorarachnionu**?*

.....

(nápověda: Tato skupina organismů není schopna se množit bez hostitelské buňky. Hostitelská buňka z nich nemá mnoho užitku, spíše naopak.)

- e) Genetická informace (**DNA**) je přepisována procesem transkripce do **mRNA**. Podle **mRNA** je dále překládána procesem translace do **proteinu**. S každým typem genomu souvisí „jeho“ **ribozomy** zajišťující přepis mRNA do proteinu. *V jakých buněčných kompartmentech se ribozomy nacházejí?*

	Kompartment
1.	
2.	
3.	
4.	

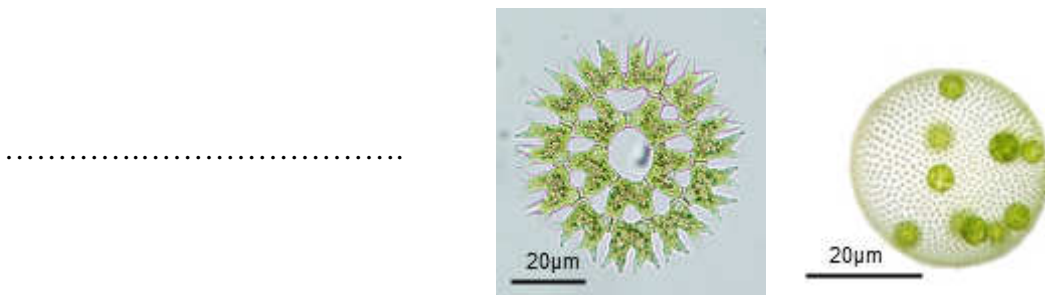
Nápověda:

1. V tomto kompartmentu (organele) ribozomy vznikají.
2. Z organely 1 jsou transportovány do tohoto oddílu 2, kde se vyskytují buď volně, nebo nasedají na endoplazmatické retikulum.
3. a 4. Tyto dvě organely obsahují ribozomy vykazující podobnost s bakteriálními ribozomy.

3.

Jak je vám již známo, eukaryotický předek rodu *Chlorarachnion* pohltit buňku jiného eukaryotického organismu a tím vznikl **sekundární plastid**.

- a) Na obr. 6 vidíte zástupce organismů, kteří patří do stejné skupiny jako pohlcený eukaryotický organismus. *O jakou skupinu, z níž vznikl sekundární plastid, se jedná? (Napovím, že hlavními fotosyntetickými pigmenty této skupiny jsou chlorofyl a a b.)*

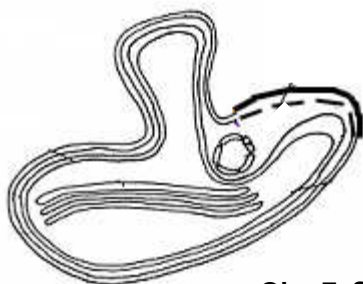


Obr. 6. Vlevo – rod *Pediastrum*; vpravo – rod *Volvox* (váleč).

- b) Tento v minulosti pohlcený organismus již obsahoval **primární plastid**. *Jaký byl původ tohoto plastidu, tzn., do jaké skupiny bakterií patřil?*

.....

- c) **R** Membrána (čárkovaně vyznačena na obr. 7) byla v minulosti pravděpodobně cytoplasmatická membrána eukaryotického symbionta (zelené řasy). *Jakého původu je vnější membrána plastidu (tučně vyznačena na obr. 7)? Zakroužkujte správnou odpověď:*



1. Vnější membrána plastidu patřila také zelené řase.
2. Vnější membrána vznikla pravděpodobně z trávicí vakuoly hostitelské buňky.
3. Vytvořila se „de novo“ (nově, z buněčných látek; předtím nebyla součástí žádné organely ani symbionta).

Obr. 7. Schéma sekundárního plastidu.

- d) Plastidy plní v buňce řadu nezastupitelných funkcí. Zřejmě nejvýznamnější funkcí plastidu je **fotosyntéza**. *Chlorarachnion „zdělil“ sinicový (rostlinný) typ fotosyntézy. Tato fotosyntéza se odlišuje od několika dalších typů fotosyntéz známých u jiných prokaryot (např. u některých skupin bakterií). Jeden rozdíl je velice významný pro světový ekosystém. O který rozdíl se jedná?*

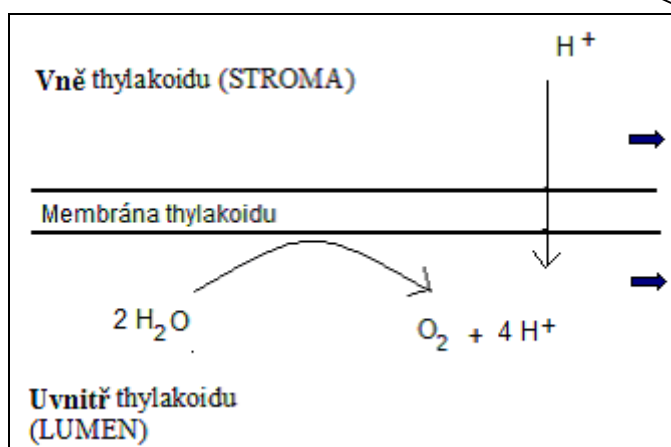
(Napovím, že při tomto sinicovém typu fotosyntézy vzniká prvek důležitý pro existenci většiny organismů.)

.....

e) **Thylakoidy** (obr. 3C, kompartment 11) jsou pro plastid velmi důležité. Probíhají zde fotosyntetické reakce, jejichž součástí je i fotolýza vody (obr. 8). Během fotolýzy jsou molekuly vody pomocí světelné energie rozkládány na kyslík, elektrony a protony (H^+). Jelikož fotolýza vody probíhá pouze na straně membrány směřující dovnitř thylakoidů, **koncentrace** volných protonů (H^+) se **vně** a **uvnitř** thylakoidů **liší**. Tento rozdíl koncentrací je dále zvyšován aktivním transportem protonů (H^+) ze stromatu do lumen thylakoidu.

Z daných informací a obr. 8 snadno určíte, které prostředí je kyselější a které zásaditější (stroma či lumen thylakoidu).

V každém z následujících 6 řádků vpravo od obrázku vyberte (podtrhněte či zakroužkujte) správnou odpověď:



- více H^+ - méně H^+
- zásaditější - kyselější prostředí.
- vyšší pH - nižší pH

Membrána thylakoidu

- více H^+ - méně H^+
- zásaditější - kyselější prostředí.
- vyšší pH - nižší pH

Obr. 8. Schéma fotolýzy vody v thylakoidu.

Podtrhněte správnou nerovnici:

pH (stroma) > pH (thylakoidy)

pH (stroma) < pH (thylakoidy)

4.

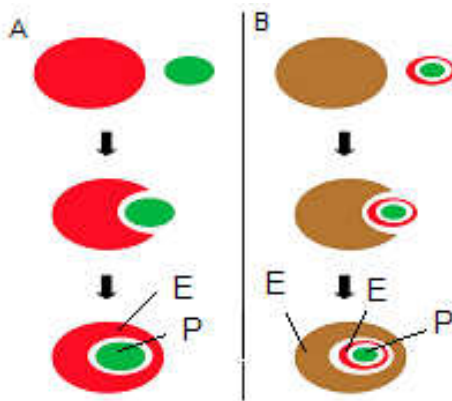
R Na schématu buňky *Chlorarachnionu* (obr. 3B) je jedna z organel nakreslena špatně a nejspíš by takto nemohla fungovat. Autor schématu by měl být za tento nedostatek pokárán. Najděte tuto organelu a napište, která struktura jí chybí.

.....

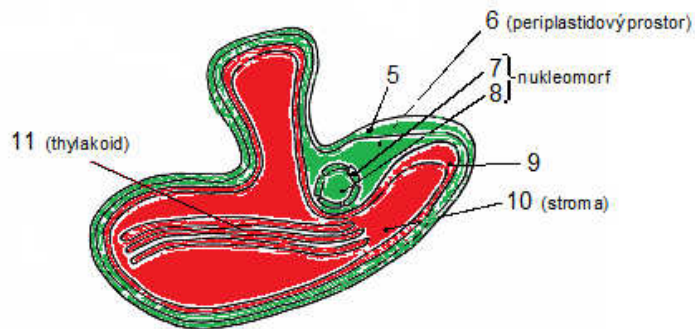
ŘEŠENÍ – Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

1.

a)



- b) červeně – prokaryotický původ
zeleně – eukaryotický původ



2.

a)

	Kompartment	Původ genomu E nebo P
1.	JÁDRO	E
2.	MITOCHONDRIE	P
3.	STROMA PLASTIDU	P

- b) **Velikost** [eukaryotický genom bývá mnohem větší než prokaryotický], **počet chromosomů** [prokaryotický je na jednom, eukaryotický je na více chromosomech], **uspořádání chromosomu** [u prokaryot je kruhovitý, cirkulární, u eukaryot je lineární], **členění chromosomu** [u eukaryot DNA rozlišena na euchromatin a heterochromatin, na chromosomu jsou centromery, telomery, u prokaryot nic z toho] **oblaněnost chromosomů** [u prokaryot leží volně v cytoplasmě, u eukaryot leží v jádře], **kompaktnost** [málo nekódujících sekvencí u prokaryot, kdežto u eukaryot tvoří obvykle značnou část genomu], **odlišné typy intronů**, **počet intronů**, **přítomnost histonů** [u eukaryot je histonů více typů a jsou základní složkou nukleosomů, u prokaryot je histonů méně typů a jsou vzácnější], **(ne)přítomnost organel** [prokaryota neobsahují plastidy a mitochondrie...].

- c) Do **JADERNÉHO** genomu se přenesla část genů, které byly původně uloženy v těchto dvou kompartmentech: **MITOCHONDRII** a **PLASTIDU**.
- d) **Viry**. Mnohé viry se přímo zainkorporují do genomu a mohou být později opět vystřiženy. Jedná se o normální součást životního cyklu těchto virů.
- e)

	Kompartiment
1.	JÁDRO
2.	CYTOPLASMA
3.	PLASTID
4.	MITOCHONDRIE

U eukaryot vznikají ribozomy v jádře, dále jsou transportovány do cytoplasmy, kde se vyskytují volně v cytoplasmě nebo přisedlé k ER. Tyto ribozomy se uplatňují při translaci. Podle pořadí trojic bází v m-RNA přichází k ribozomu na základě genetického kódu jednotlivé aminokyseliny napojené na tRNA. Tyto aminokyseliny jsou následně díky ribozomu spojeny v jeden polypeptid, resp. protein, který pak vykonává svou funkci v organismu.

Mitochondrie a plastidy obsahují vlastní DNA i RNA a proto si nesou i ribozomy, které se uplatňují při syntéze proteinů.

3.

- a) zelená řasa (Chlorophyta)
- b) sinice (cyanobakterie) – fotosyntetizující bakterie
- c) 2. Vnější membrána plastidu se vytvořila z membrány hostitelské buňky při pohlcení zelené řasy předkem *Chlorarachnionu*, konkrétně z **trávicí vakuoly (fagosomu)**.
- d) Při fotosyntéze sinicového typu se uvolňuje **kyslík**. Při fotosyntézách jiných typů (u některých bakterií) se kyslík neuvolňuje.

Sinice jsou fotoautotrofní organismy vyznačující se fotosyntézou oxygenního typu, při níž je donorem elektronů voda, oxid uhličitý je fixován na organické sloučeniny a jako vedlejší produkt se **uvolňuje kyslík**.

U některých bakterií dochází k fotosyntéze anoxygenního typu, při níž je donorem elektronů místo vody sirovodík nebo organické kyseliny. Neuvolňuje se při tom kyslík.

- e) Stroma – méně H^+ , zásaditější prostředí, vyšší pH
Lumen – více H^+ , kyselejší prostředí, nižší pH
 $pH(\text{stroma}) > pH(\text{thylakoidy})$

4.

Na obrázku (3B) **chybí druhá jaderná membrána** hlavního jádra. (U nukleomorfu, druhého jádra v buňce, jsou správně zakresleny dvě.) Dále chybí jadérko.

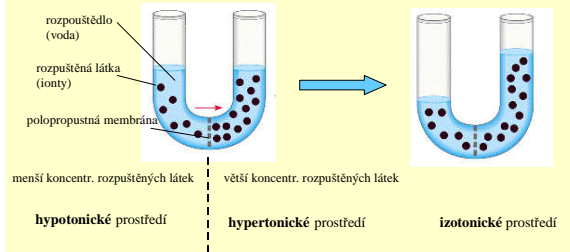
8.4.2. Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Náhled prezentace

Osmoregulační mechanismy

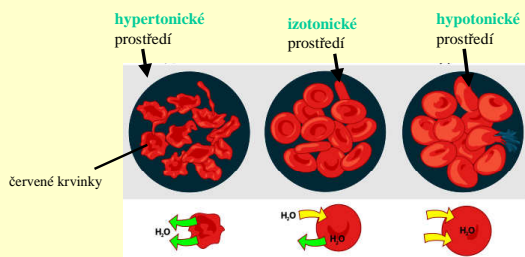
OSMÓZA – děj, při kterém přestupuje rozpouštědlo (nejčastěji voda) přes polopropustnou membránu z prostoru s méně koncentrovaným roztokem do prostoru s více koncentrovaným roztokem

• přestup vody z **hypotonického** do **hypertonického** prostředí



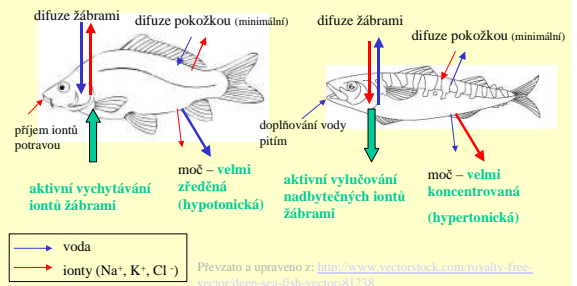
Převzato a upraveno z: http://www.peritonejska.diploma.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=1

Osmoregulace – děj, který zajišťuje v tělních tekutinách udržování přibližně stále stejné koncentrace iontů a objemu vody



Převzato a upraveno z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Osmoregulace>

- **Sladkovodní živočichové**
 - sladká voda ~ hypotonické prostředí
 - voda se neustále nasává do těla a ionty naopak do zředěného prostředí unikají
- **Mořské ryby**
 - slaná voda ~ hypertonické prostředí
 - z těla se neustále odsává voda do vnějšího prostředí



Převzato a upraveno z: <http://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/deep-sea-fish-vector-81238>

- **Suchozemští živočichové**
 - ztráta vody do prostředí:
 - > vypařováním (z povrchu těla a dýchacích orgánů) → povrch těla málo propustný pro vodní páru
 - > trávicí trubici → vstřebávání vody do těla v trávicí trubici
 - > močí → zpětné vstřebávání vody v ledvinách a tvorba velmi koncentrované (hypertonické) moči

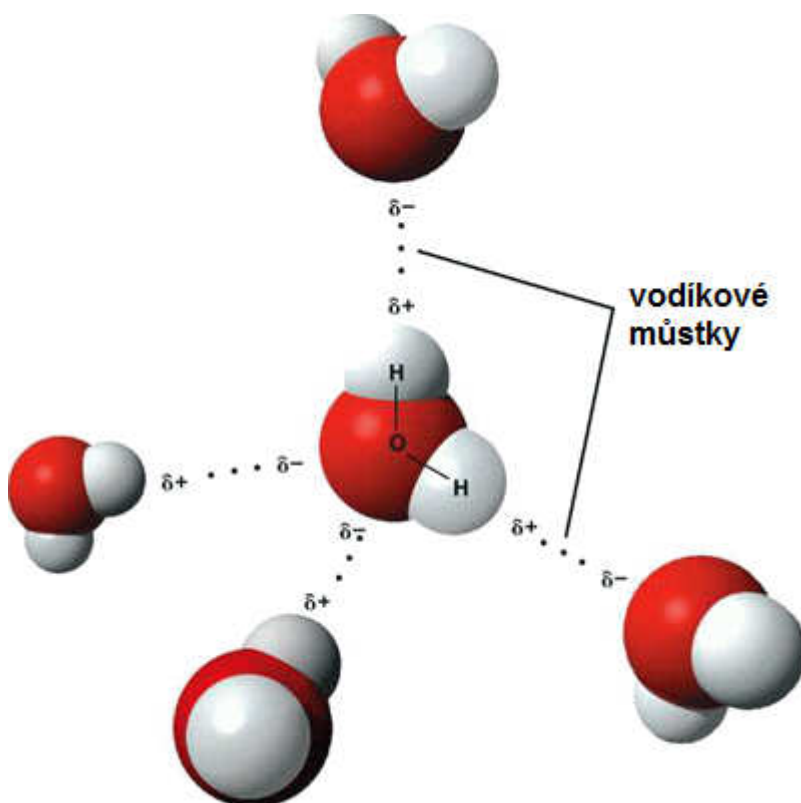
Voda v životě živočichů

Voda je jednoduchá chemická látka, kterou zná i malé dítě (obr. 1). Nikdo z nás jistě nepochybuje o tom, jak zásadní význam má pro život na Zemi, který začal právě v oceánech. Voda představuje 70% hmotnosti většiny buněk a mnoho procesů uvnitř buňky se tedy odehrává ve vodním prostředí. Je jasné, že při nedostatku vody by každého čekal nemilý konec. Avšak ani výrazný nadbytek čisté vody (s minimálním obsahem iontů) není pro naše tělo žádoucí. Kdybyste například vypily rychle 0,5 l destilované vody (bez iontů), riskujete osmotický šok a celkový kolaps organismu. Tato voda by rychle pronikala dovnitř buněk, čímž by se zvětšoval jejich objem. Cytoplazmatická membrána buněk by pak mohla prasknout a došlo by k vylití jejich obsahu.

Mnoho dějů v organismu je neustálým zápasem o udržení rovnováhy mezi kritickými hranicemi obou těchto nebezpečných extrémů - smrti z nedostatku a nadbytku vody. Všechny organismy se musely svému prostředí přizpůsobit tak, aby dokázaly řešit životně důležité děje osmoregulace.

Nyní se podívejte na to, jak se živočichové vyrovnávají s potížemi při nedostatku i přebytku vody.

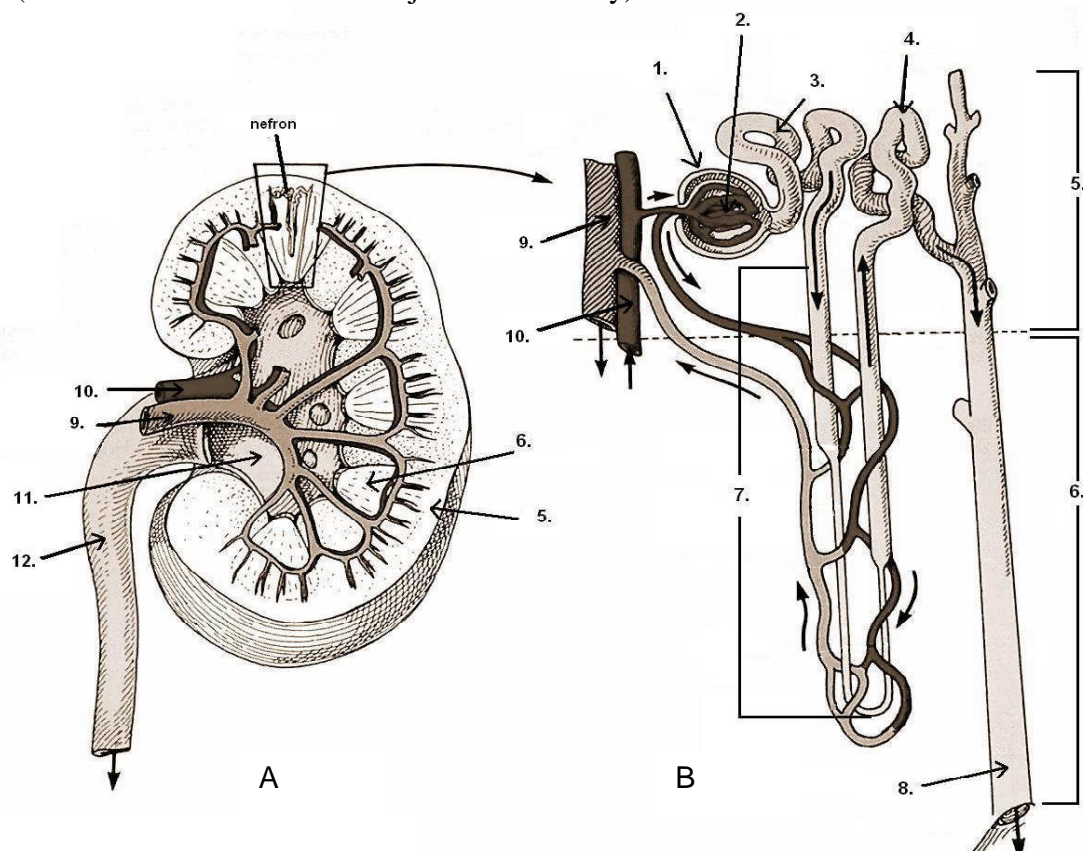
R – otázky označené tímto písmenem rozšiřují daná témata



Obr. 1. Struktura vody. Jednotlivé molekuly H_2O jsou mezi sebou spojeny vodíkovými můstky.

1.

- a) Orientace v struktuře ledvin je zásadní pro pochopení jejich fungování a možných úprav v průběhu evoluce. Na obrázku je v hrubých rysech zobrazena **ledvina** a **nefron** (= základní stavební a funkční jednotka ledviny).



Obr. 2. Stavba ledviny. A – podélný průřez ledvinou; B - nefron

V horní části tabulky přiřaďte čísla z obr. 2 k pojům v tabulce a v dolní části tabulky přiřaďte k číslům název struktury: dřeň (medulla), tepna (přívodná tepénka), žíla (odvodná tepénka), Bowmanův váček, ledvinná pánvička, močovod

Číslo	Název struktury
	kůra = kortex
	glomerulus
	proximální tubulus = vinutý kanálek 1. řádu odvodný kanálek
	Henleova klička
	distální tubulus = vinutý kanálek 2. řádu
	odvodný kanálek
1.	
6.	
9.	
10.	
11.	
12.	

- b) Krev přitékající do nefronu musí projít řadou úprav, aby se z ní vytvořila definitivní moč a tím se vyloučily odpadní látky z těla ven.

Víte, k čemu slouží děje probíhající v **Henleově kličce**? Zakroužkujte správnou odpověď.

- A • děje v Henleově kličce přispívají k **zahušťování moči** → H₂O se resorbuje zpět do těla → definitivní moč je pak oproti krevní plazmě **koncentrovanější** (hypertonická)
- B • děje v Henleově kličce přispívají ke **zředění moči** → H₂O se nevstřebává zpět do těla → definitivní moč je oproti krevní plazmě **méně koncentrovaná** (hypotonická)

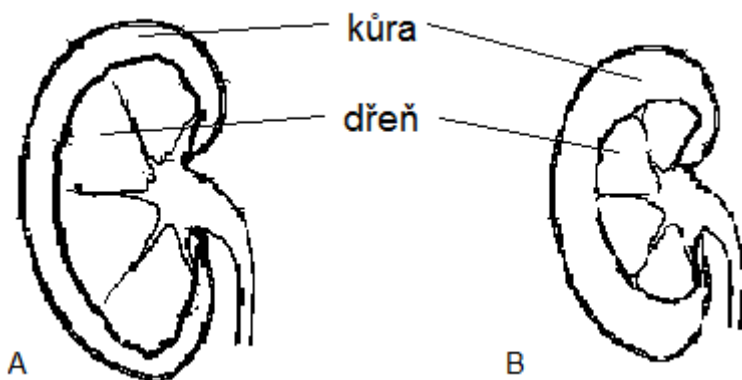
Je Henleyova klička součástí (zakroužkuj správnou odpověď)

a) dřeneň

b) kůry ledvin?

2.

Způsobů, jak si zvýšit šance na přežití v extrémních podmínkách, je mnoho. Na obr. 3 jsou zakresleny ledviny zajíce Mahmuta z Káhiry (celá jeho rodina už mnoho generací žije v poušti) a jeho příbuzného Pepy z Prahy.



Obr. 3. Schéma ledviny zajíce z Káhiry a z Prahy.

- a) Pozorně si ledviny na obr. 3 prohlédněte a napište, čím se od sebe liší.

A -

B -

- b) Která ledvina patřila Mahmutovi a která Pepovi?

A: B:

- c) Který zajíc měl **koncentrovanější** moč (méně H₂O, více solí)?

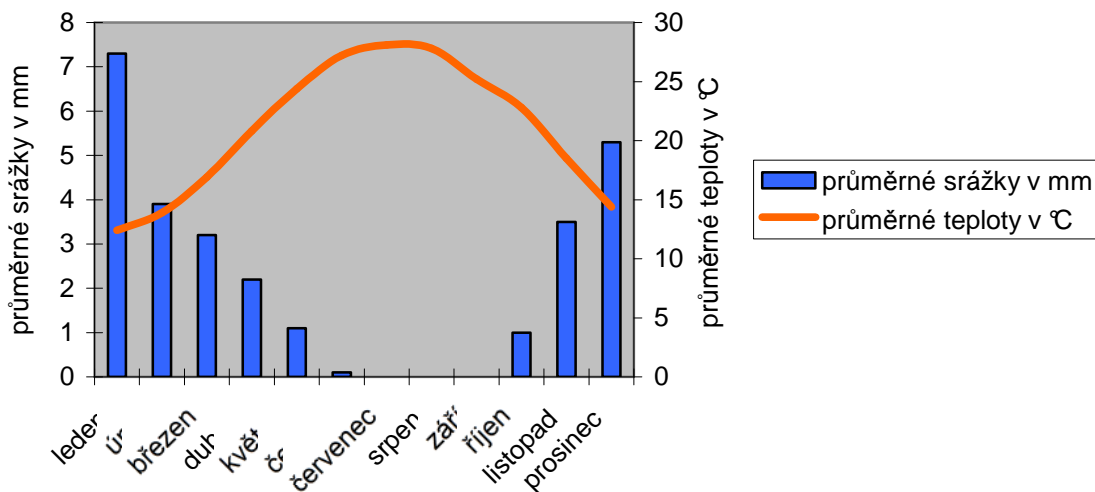
.....

- d) **R** Je ještě mnoho dalších přímých i nepřímých způsobů, jak se živočichové mohou vypořádat s nedostatkem vody v poušti. Napište alespoň 3 z nich.

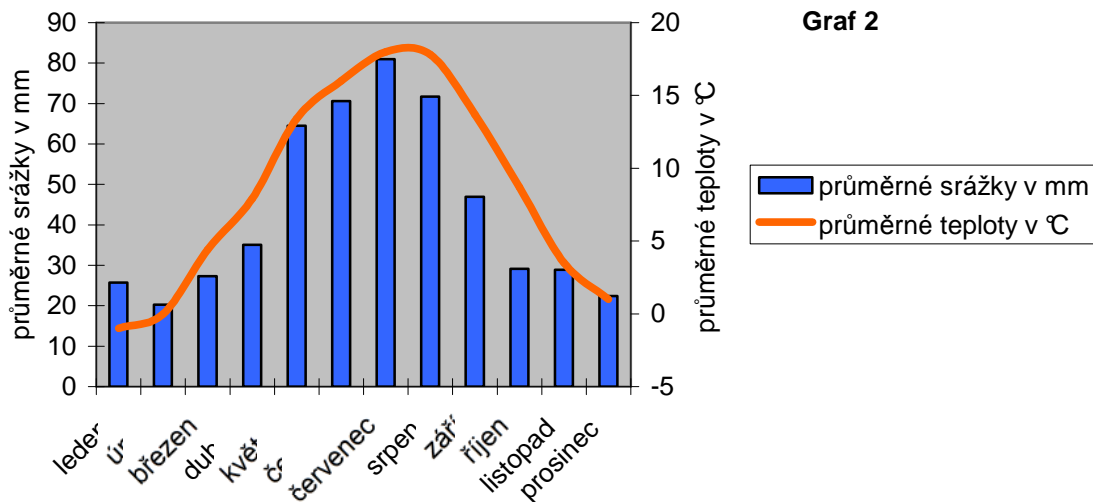
.....

Jak jste zjistili, fungování ledvin dvou zajíců z odlišných podmínek (mírného podnebí Prahy a vyprahlého okolí Káhiry) se může lišit. To, jaké klima vládne v průběhu roku na určité lokalitě, se dá zaznamenat pomocí **klimadiagramu** (graf 1, graf 2). V této úloze je použit nejprimitivnější typ, který zobrazuje jen průměrné teploty a průměrné srážky bez jejich vzájemného porovnání.

1.



2.



e) Přiřaďte jeden z klimadiagramů životním podmínkám Pepy a jeden Mahmutovi.

Pepa: Mahmut:

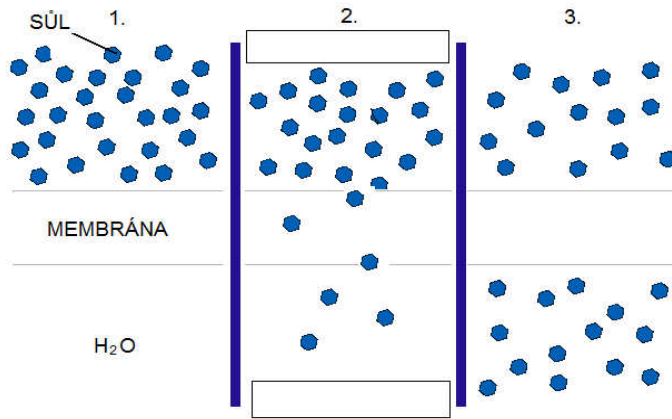
f) *Které tři měsíce jsou pro Mahmuta nejkritičtější? Vysvětlete svůj názor.*

.....

3.

Jistě víte, že osmoregulace zajišťuje v těle přibližně stále stejné koncentrace solí a objemu vody. Osmoregulační děje souvisí s difuzí, při níž látky (solí, ionty,...) z **koncentrovaného** prostředí (**hypertonického**) přecházejí do prostředí **zředěného** (**hypotonického**, méně koncentrovaného) až se nakonec koncentrace vyrovnají (obr. 4).

Samotná osmóza je specifickým případem difuze, kdy přes polopropustnou membránu procházejí pouze molekuly vody.

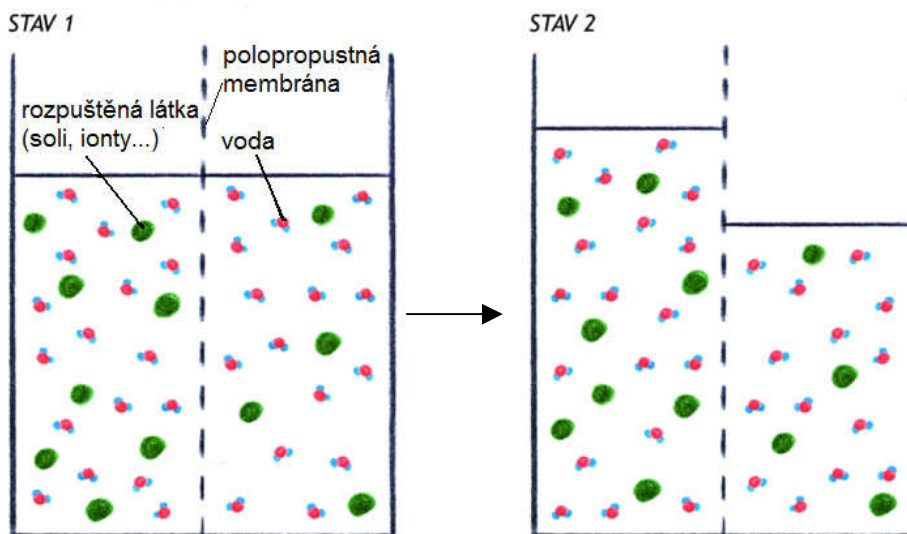


Obr. 4. Difuze. Na obrázku jsou 3 stadia tohoto děje (zleva 1.-3.). Při difuzi je membrána propustná pro dané látky, zde pro sůl i vodu. Obojí tedy přes membránu prochází. Na konci tohoto děje se koncentrace na obou stranách membrány vyrovnají.

a) Do prázdných políček v obr. 4 vepiš, na které straně propustné membrány se jedná o prostředí **hypotonické**, a na které straně o **hypertonické**. Naznačte šipkami, kterým směrem proudí voda a kterým sůl.

b) Podívej se na obr. 5 a vyber správné tvrzení:

1. Při osmóze přechází *rozpuštěné látky* přes polopropustnou membránu do *méně* koncentrovaného prostředí.
2. Při osmóze přechází *voda* přes polopropustnou membránu do *méně* koncentrovaného prostředí.
3. Při osmóze přechází *voda* přes polopropustnou membránu do *více* koncentrovaného prostředí.
4. Při osmóze přechází *rozpuštěné látky* přes polopropustnou membránu do *více* koncentrovaného prostředí.



Obr. 5. Osmóza.

- c) Pro správné fungování osmoregulace je pro vodní živočichy důležité, zda žijí ve slané nebo sladké vodě.

*Doplňte do následujících vět, zda se jedná o prostředí **hypertonické** či **hypotonické**.*

Sladká voda představuje vůči tělním tekutinám prostředí

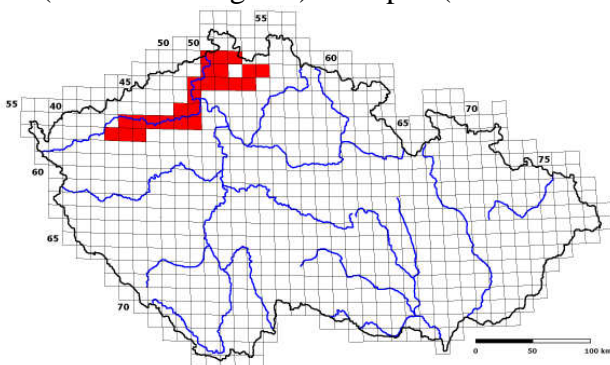
Slaná voda představuje vůči tělním tekutinám prostředí

- d) *Správně určete, s jakými typy problémů se setkávají mořské a sladkovodní želvy a jak se s nimi vyrovnávají. Pro porovnání totéž doplňte údaje pro želvu suchozemskou.*

Znakem + označte, že tvrzení platí; znakem – označte, že neplatí.

	Vodu ztrácí do prostředí.	Voda z prostředí proniká do těla.	Difuze iontů z těla do prostředí.	Difuze iontů z prostředí do těla.	Moč je konzentrovaná (hypertonická).	Moč je ředěná (hypotonická).
sladkovodní želva						
mořská želva						
suchozemská želva						

- e) Některé druhy ryb migrují během svého života ze slané prostředí do sladké vody (anadromní migrace) a naopak (katadromní migrace).

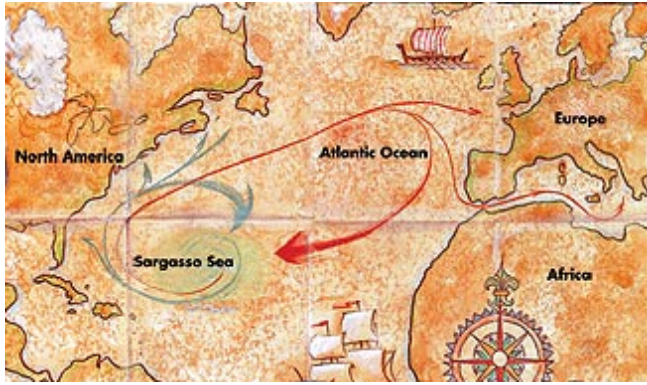


Obr. 6. Výskyt dravé tažné ryby ze skupiny paprskoploutvých na území ČR v roce 2006.

Na obr. 6 je znázorněn výskyt tažné dravé ryby žijící v oblasti Atlantského oceánu, která migruje z moře i na území ČR. *O jaký rod se jedná?*

Za jakým účelem tyto ryby migrují do řek?

Znáte ještě jinou skupinu ryb migrující za stejným účelem ze slaných vod do sladkých? Pokud ano, napište rodové jméno.



Obr 7. Tah skupiny paprskoploutvých ryb ze sladkých do slaných vod. Katadromní migrace.

S pomocí obr. 7 určete rodové jméno ryby, která migruje naopak z řek do Atlantského oceánu směrem k Severní Americe.

V jaké oblasti se tyto živočichové rozmnožují?

- f) R** Představte si, že jste ztroskotali na pustém na ostrově. Nemůžete najít pramen sladké vody. *Je možné dlouhodobě doplňovat tekutiny slanou vodou? Co se při požívání slané vody stane s vašimi buňkami? (Zamyslete, jaké prostředí představuje slaná voda vůči buňce.)*

.....

ŘEŠENÍ – Úloha 2 – Voda v životě živočichů

1.

a)

Číslo	Název struktury
5.	kůra = kortex
2.	glomerulus
3.	proximální tubulus = vinutý kanálek 1. řádu
7.	Henleova klička
4.	distální tubulus = vinutý kanálek 2. řádu
8.	odvodný (sběrací) kanálek
1.	Bowmanův váček
6.	dřeň = medulla
9.	žíla (odvodná tepénka)
10.	tepna (přívodná tepénka)
11.	ledvinná pánvička
12.	močovod

- b) A • děje v Henleově kličce přispívají k **zahušťování moči** → H₂O se resorbuje zpět do těla → definitivní moč je pak oproti krevní plazmě **koncentrovanější** (hypertonická)

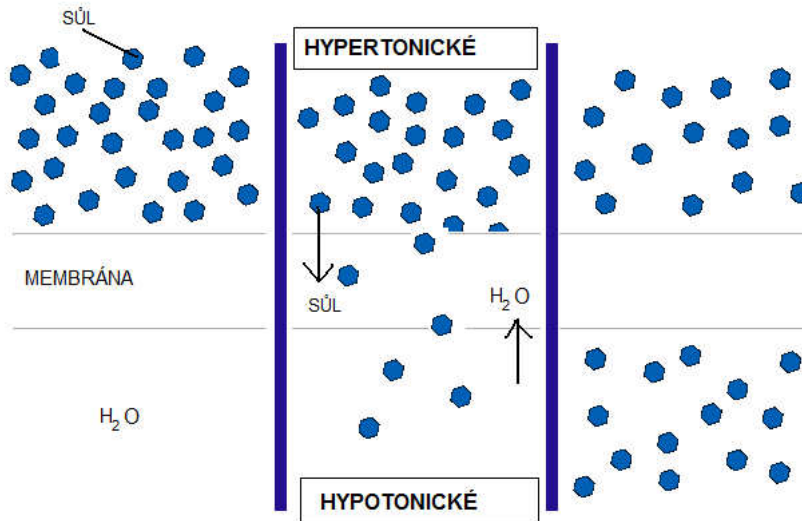
Henleova klička je součástí dřeně.

2.

- a) A – větší, objemnější, masivnější dřeň v poměru ke kůře – delší Henleovy kličky
B – menší, menší objem dřeně vůči kůře
- b) A – Mahmut
B – Pepa
- c) Mahmut má koncentrovanější moč.
- d) Voda v potravě, metabolická voda, estivace (letní spánek, v němž někteří živočichové přečkávají nepříznivé podmínky v horkém a suchém období) , migrace, zahrabání, noční aktivita, zásoby tuku jako zdroj vody, apod.
- e) Pepa: 2, Mahmut: 1
- f) Červenec, srpen, září – letní měsíce s minimálními srážkami a maximálními teplotami → nedostatek vody a vegetace, tj. potravy.

3.

a)



b) 3.

- c) **Sladká** voda představuje vůči tělním tekutinám prostředí **HYPOTONICKÉ**.
Slaná voda představuje vůči tělním tekutinám prostředí **HYPERTONICKÉ**.

d)

	<i>Vodu ztrácí do prostředí.</i>	<i>Voda z prostředí proniká do těla.</i>	<i>Ionty unikají z těla do prostředí.</i>	<i>Ionty z prostředí pronikají do těla.</i>	Moč je koncentrovaná (hypertonická).	Moč je ředěná (hypotonická).
sladkovodní želva	-	+	+	-	-	+
mořská želva	+	-	-	+	+	-
suchozemská želva	+	-	-	-	+	-

- e) Obr. 5 znázorňuje výskyt **lososa** (losos obecný neboli atlantský), který migruje do řek za účelem **rozmnožování**. Dalším anadromním živočichem je **jeseter**.

Obr. 6 ukazuje katadromní migraci **úhoře**, který se rozmnožuje v **Sargasovém moři**.

Životu ve vodě o různé salinitě přizpůsobili tito živočichové i své osmoregulační mechanismy, kdy ve sladké vodě zadržují soli a vylučují velké množství vody. Ve slaneém prostředí se jim tvoří velmi koncentrovaná moč, zadržují vodu a vylučují přebytky solí, a to nejen ledvinami, ale i žábami.

- f) Slaná voda nemůže nahradit příjem jiných tekutin. Při požívání slané vody se zvyšuje koncentrace iontů v extracelulárním prostoru, v rámci rovnováhy pak voda uniká z buněk, což má za následek pocit žízně a následnou dehydrataci organismu.

8.4.3. Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Náhled prezentace

Areály a rozšíření živočichů

Areál

- základní předmět biogeografie (fyto geografie, zoogeografie)
- = soubor všech míst, kde se daný taxon (druh) nachází

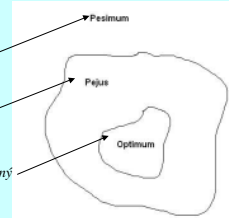


- struktura areálu:

Území, za hranicí areálu, kde se daný druh již nevyskytuje

Území se zhoršujícími se podmínkami

Území s nejlepšími podmínkami pro daný druh



Převzato a upraveno z: http://www.ekologie.sk/?id_cat=16&cbmk=6047
<http://chobotneci.blog.cz/1103/slon-africky>

Areály se popisují a klasifikují dle:

- Ekologické lokalizace – typ prostředí (př. mořské, suchozemské – savany, tundra, tajga,...)
- Geografické lokalizace – biogeografické oblasti



Převzato a upraveno z: <http://www.zoochem.cz/flora.php>

- Velikosti



- Tvaru a spojitosti



Převzato a upraveno z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_\(legu%C3%A1n\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_(legu%C3%A1n))
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_\(mammal\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_(mammal))
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_\(mammal\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_(mammal))
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_\(mammal\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_(mammal))
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_\(mammal\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Souber_Castor_(mammal))

ENDEMIT - organismus (taxon), který se vyskytuje pouze na určitém území (obvykle malém) a nikde jinde



Kiwi jižní – endemit Nového Zélandu



Převzato a upraveno z: <http://www.inflow.cz/blizim-se-letem-trachu-exotiky-novy-zealand>

RELIKTY – taxony, které byly kdysi rozšířeny na větším území a do současnosti se zachovaly jen zbytky

- **refugium** (útočiště) – území rozšíření (nejen) reliktní

- zmenšené území (oproti původnímu areálu), na němž druh přežívá období nepříznivých životních podmínek a odkud se po zlepšení podmínek může šířit opět šířit

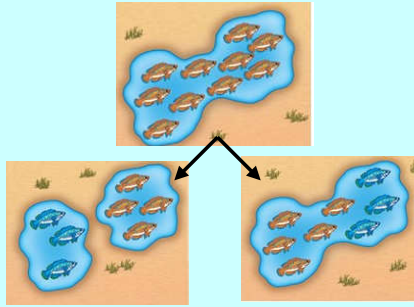


Kulík hnědý - glaciální relikv Alpského pohorí



Převzato a upraveno z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kul%C3%ADk_hn%C4%99d%C3%BD

SPECIACE – štěpení vývojových linií vedoucí ke vzniku nových druhů



Alopatrická speciace - původní populace se vyvine ve dva oddělené druhy vlivem geografické bariéry, kdy je zabráněno výměně genů mezi populacemi.

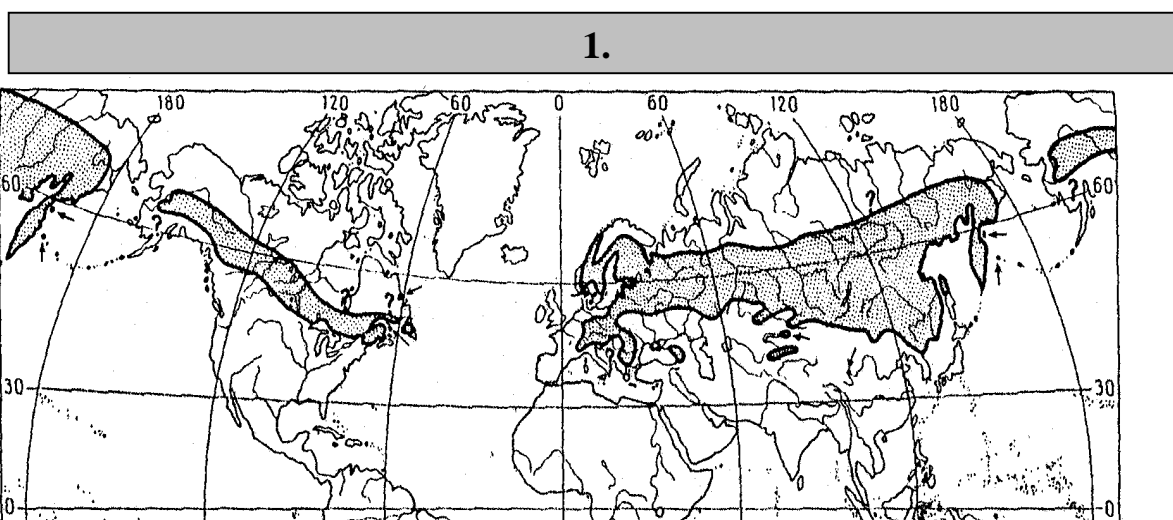
Sympatrická speciace - původní populace se vyvine ve dva oddělené druhy vlivem mutací (bez zeměpisné izolace).

Převzato a upraveno z: http://sagan.blog.cz/0810/vznik_druhu

Areály a rozšíření živočichů

Rozšíření organismů na zemském povrchu není, jak by se mohlo zdát na první pohled, náhodné. Je dáno jak historickým vývojem Země, tak i podmínkami konkrétního prostředí, adaptabilitou (přizpůsobivostí) daného druhu a v neposlední řadě také jeho schopností šíření. Velkou část z výše uvedených skutečností dokáže zkušený biogeograf odvodit již z pouhého tvaru areálu rozšíření zvoleného druhu a jeho případné proměnlivosti v určitém časovém období. V následujících příkladech se v roli biogeografů ocitnete právě Vy.

R – otázky označené tímto písmenem rozšiřují daná témata



Obr. 1. Areál rozšíření jednoho ptačího druhu, vyskytujícího se i na území ČR.

- a) Na obr. 1 je vyznačen areál rozšíření jednoho ptačího druhu, který se vyskytuje i na našem území. *Popište několika slovy, jak by mělo vypadat prostředí (biom), ve kterém se druh vyskytuje. (Např. zda se jedná o poušť v tropickém pásu.)*

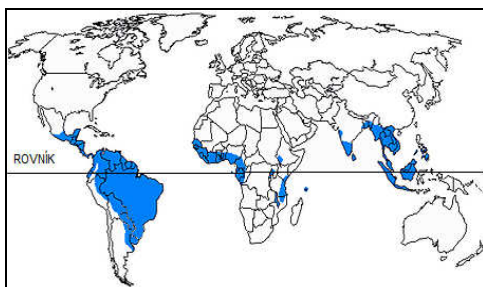
.....

- b) Vyznačený areál (obr. 1) by mohl platit pro druh s následujícím popisem:
Tento ptačí druh se vyskytuje v tajgách a horských lesích, loví drobné obratlovce, hraboše, myši, rejsky a ptáky.

Podtrhněte druh, o který by se mohlo jednat:

- hrdlička zahradní • sýc rousný • drop velký • pišťucha severní

2.



- a) Na obr. 2 vidíte, cirkumtropické rozšíření červorů. *Pokuste se vysvětlit, co znamená cirkumtropické rozšíření druhu.*

.....
.....

Obr. 2. Areál rozšíření červorů (Gymnophiona) na Zemi.

- b) Červoři představují starobyrou skupinou obojživelníků, jejich schopnosti šíření (aktivního či pasivního) jsou nevalné. *Jak tedy jejich areál výskytu vznikl?*

.....

- c) **R** *Kdy nejpozději (v jaké geologické éře) ještě mohl existovat společný předek všech současných skupin červorů? (Odvoďte z tvaru areálů.)*

.....

3.



- a) Areál bělokura (obr. 3) horského v Evropě je možné, označit za nesouvislý (disjunktní). *Z areálu odvoďte, o jaký typ disjunkce se jedná, a podtrhněte správnou odpověď:*

- arкто-karpatská disjunkce
- arкто-alpínská disjunkce
- alpínsko-nevadská disjunkce

Obr. 3. Areál bělokura horského (Lagopus mutus).

- b) *Co (jaký jev) v minulosti způsobilo, že se současný areál bělokura zformoval do této podoby?*

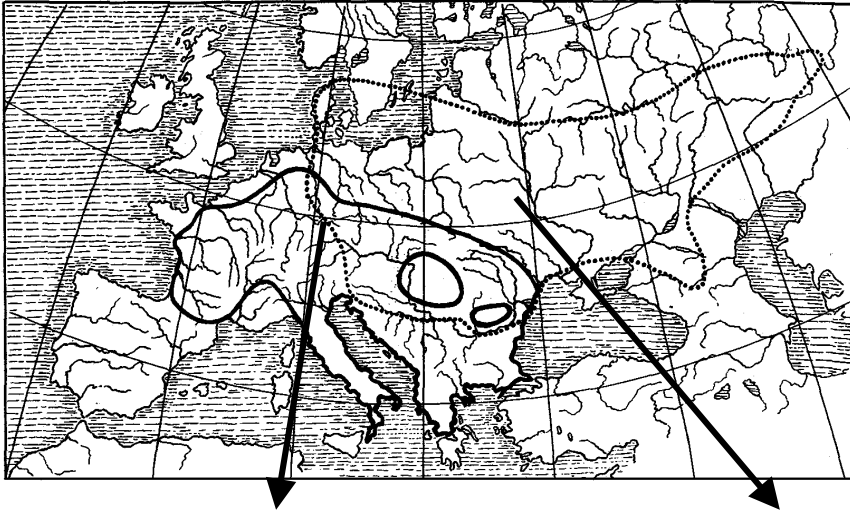
.....

- c) **R** *Pokuste se popsat průběh vzniku tohoto areálu.*

.....
.....


- d) Dříve byl bělokur rozšířen na větším a souvislejším území. Do současnosti se z někdejšího areálu zachovaly jen zbytky. *Jak se nazývá tento typ rozšíření bělokura v horách střední Evropy? Podtrhněte správnou odpověď:*


- kosmopolitní
- reliktní
- cirkumpolární





Obr. 4. Areál rozšíření dvou druhů žab Evropy.

- a) Na obr. 4 jsou znázorněny areály rozšíření 2 druhů jednoho rodu žab (v ČR žijí pouze tyto 2 druhy daného rodu). K obrázkům žab napište společné rodové jméno těchto obojživelníků. Dále tyto zástupce žab přiřaďte s pomocí nápovědy k jejich areálům (k šipkám v obr. 4).

1.  obecná

2.  žlutobřichá

 Tento druh můžete potkat blízko Uralu.

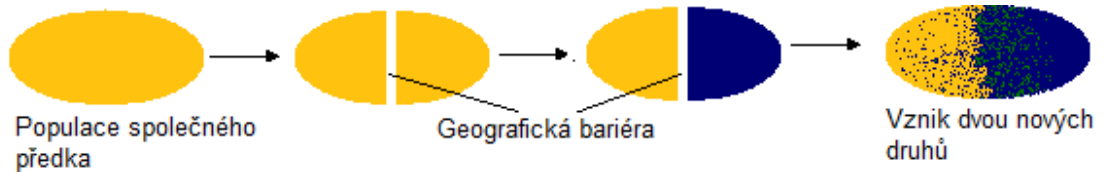
 Tato žába je výhradně evropským druhem.

- b) **R** Dnešní areály obou druhů obojživelníků se překrývají. Přesto pouze výjimečně naleznete oba druhy na jedné lokalitě, druhy si tedy vzájemně nekonkurují. *Pokuste se vysvětlit, proč je pravděpodobnost setkávání minimální.*
-
-

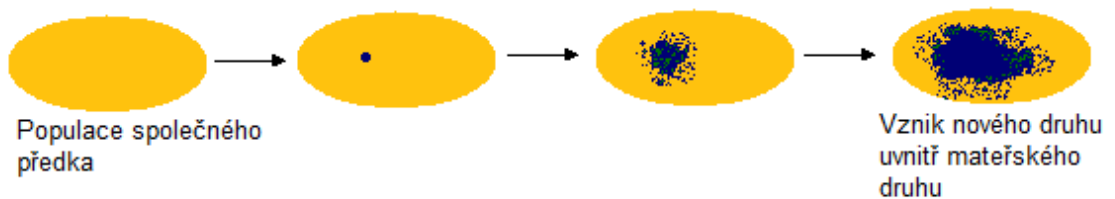
- c) Druh s areálem označeným plnou čarou se vyskytuje na Apeninském i Balkánském poloostrově, ale nerozšířil se na Pyrenejský poloostrov. *Proč tomu tak je?*
-

d) Vznik těchto dvou druhů žab ze společného předka je přímo učebnicovým příkladem tzv. **alopatrické speciace**. Víte, co tento pojem znamená a jak tedy došlo k vytvoření jejich dvou areálů rozšíření znázorněných na obr. 4? Zakroužkujte správnou odpověď.

1. Populace společného předka rozdělila na dvě části vznikem geografické bariéry (např. vodní tok), takže na obou stranách bariéry vznikají nové druhy s novým areálem rozšíření.



2. Nový druh se vyvíjel uvnitř mateřského druhu, mezi nimi však neexistují geografické bariéry.



5.



Obr. 5. Mapa světa.

a) Na základě vlastností 3 hypotetických organismů různě vyšrafujte v obr. 5 jejich areály.



1. Široce rozšířená opadavá listnatá dřevina, která se dobře šíří, je relativně náročná na vláhu a její semena potřebují před vyklíčením přejít mrazem.



2. Pelagiální mořská ryba, která optimálně prospívá při teplotě vody alespoň 20° C.



3. Agama vázaná na pouštní zónu Etiopské zoogeografické oblasti.

b) Pokud organismus obývá velké areály na více kontinentech (např. člověk), říkáme, že je rozšířen

6.

a) S areálem rozšíření určitého rodu teplokrevných živočichů může souviset i velikost těla (Bergmanovo pravidlo). U každé dvojice vyberte, který ze zástupců daného rodu je větší a mohutnější (použij znaménka $<$, $>$). Dále pod každého zástupce napište, zda jeho areál rozšíření leží severněji či jižněji oproti druhému zástupci z dvojice.

• medvěd lední medvěd malajský • tygr sibiřský tygr sumaterský

Nyní se pokuste jednoduše zformulovat Bergmanovo pravidlo:

.....

b) Dalším pravidlem souvisejícím se zeměpisnou šířkou areálů a morfologií teplokrevných živočichů je Allenovo pravidlo, které je demonstrováno na níže uvedeném příkladu. Zamyslete se, v jakých zeměpisných šířkách tyto příbuzní živočichové žijí a jaký je mezi nimi nápadný morfologický rozdíl.



Pokus se zformulovat Allenovo pravidlo:

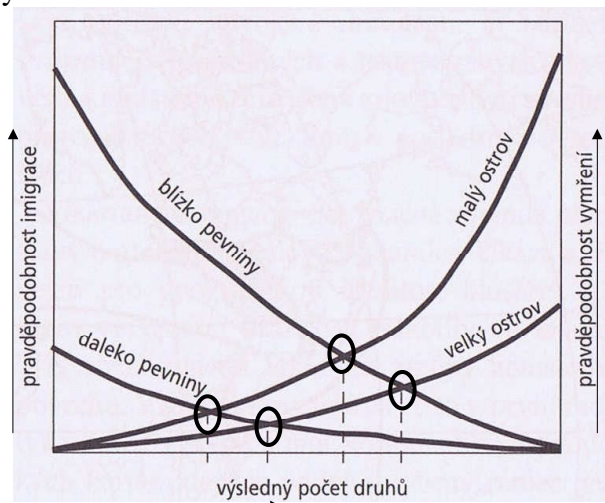
.....

7.

Prohlédněte si schematický graf (obr. 6) týkající se rozšíření druhů na ostrovech a rozhodněte o správnosti daných tvrzení. (U prvních dvou tvrzení se zaměřte na vyzn. body.)

1. Velký ostrov blízko pevniny osidluje více druhů než malý ostrov blízko pevniny. **ANO – NE**
2. Velký ostrov daleko od pevniny osidluje více druhů než malý ostrov daleko od pevniny. **ANO – NE**
3. Čím větší ostrov, tím větší pravděpodobnost vymření druhu. **ANO – NE**
4. Pravděpodobnost kolonizace ostrova živočichy (imigrace z pevniny) se zvyšuje s rostoucí vzdáleností ostrova od pevniny. **ANO – NE**

Obr. 6. Druhové bohatství ostrova je výsledkem rovnováhy mezi imigrací a vymíráním. Závisí na vzdálenosti ostrova od pevniny a jeho velikosti.



ŘEŠENÍ – Úloha 3 - Areály a rozšíření živočichů

1.

- a) jehličnaté lesy mírného pásu (tajga)
- b) sýc rousný (*Aegolius funereus*)

2.

- a) cirkumtropické rozšíření – areál rozšíření kolem rovníku v oblasti tropického pásu
- b) K rozšíření červorů na více kontinentech došlo rozdělením původně jednotného areálu v důsledku kontinentálního driftu (pohybu světadílů).
- c) jura (před 200 – 140 miliony let, druhohory)

3.

- a) arкто-alpínská disjunkce
- b) doba ledová
- c) Při zalednění (postupem ledovce ze severu na jih) byl bělokur vytlačen do jižních oblastí. S ústupem ledovce se bělokur vracel na sever nebo ustupoval do vyšších poloh. V některých velehorských oblastech našel vhodné prostředí a udržel se tam dosud.
- d) reliktní

4.

- a) 1. Kuňka obecná (*Bombina bombina*, k. ohnivá) – hlava mírně zašpičatělá; méně než 50% plochy břicha pokrývají tmavě žluté, oranžové až červené skvrny a četné bílé tečky; bradavky na svrchní straně těla jsou na dotek hladké.
- její areál v obr. 4 značen tečkovaně

2. Kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*) – hlava plochá, široká, okrouhlá; žluté skvrny převládají nad tmavým podkladem; bradavky na svrchní straně jsou na dotek drsné.
- areál v obr. 4 značen plnou čarou
- b) Druhy mají odlišné biotopové nároky. Kuňka obecná žije po celé ČR v nadmořské výšce 150 – 500 m n. m., v létě převážně ve vodě, ve stálých přirozených i umělých stojatých vodách. Kuňka žlutobřichá obývá spíše vyšší polohy (450 – více než 1200 m n. m.). Její výskyt je úzce spjat s lesními ekosystémy.




c) Není schopna překročit pohoří Pyreneje, a tak osídlit Pyrenejský poloostrov.

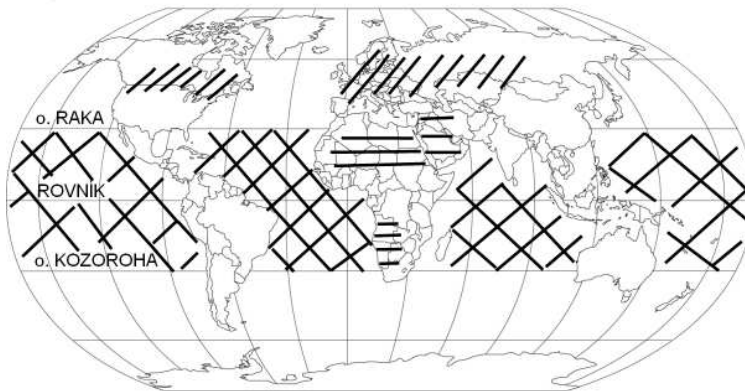
d) 1.

Alopatrická speciace – vývoj druhu bez přímého kontaktu s mateřským druhem. Tento nepřímý kontakt je dán geografickou (prostorovou) bariérou. Pokud bude populace dostatečně dlouho reprodukčně izolována od populace mateřské, mohou se v jejím genofondu postupně hromadit genetické změny, které nakonec povedou k fenotypovému a následně i ekologickému rozrůznění obou populací.

5.

a)

-  1. cirkumboreální pás – oblast lesů mírného pásma severní polokoule
-  2. pantropický mořský pás – moře mezi obratníky
-  3. Sahara, Kalahari, Namib a poušť Arabského poloostrova



b) kosmopolitně

6.

- a) • medvěd lední > medvěd malajský • tygr usurijský > tygr sumaterský
severněji jižněji severněji jižněji

Bergmanovo pravidlo říká, že příbuzné formy teplotních živočichů jsou v chladnějších oblastech větší a hmotnější než v oblastech teplejších.

b) Allenovo pravidlo říká, že teplotní živočichové mají v chladných oblastech kratší tělní přívěsky (uší, ocase, končetiny, zobáky) než jejich příbuzné formy v teplejších oblastech.

7.

1. ANO, 2. ANO, 3. NE, 4. NE

8.4.4. Úloha 4 – Historie květeny ČR

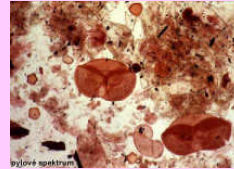
Náhled prezentace

Vývoj vegetace střední Evropy ve čtvrtohorách

Pylová analýza

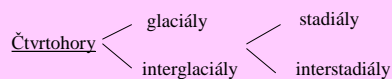
Vlastnosti pylu:

- Specifičnost pylových zrn pro jednotlivé taxony
- Schopnost přetrvávat bez poškození v sedimentech po dlouhou dobu
- Odolnost vůči chemickým postupům
- kyselé prostředí s omezeným přístupem kyslíku - rašeliniště, slatiniště, bývalá jezera, lesní humus



Převzato z: <http://www.archeologické.museo.cz/ankvjan/ankovskianaalzya.htm>

Vývoj flóry střední Evropy



PLEISTOCÉN (1,8 milionů let – 11 500 BP)

HOLOCÉN (11 500 BP až současnost)

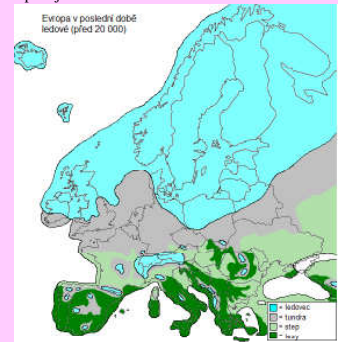


Převzato z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pleistocén>

- Konec třetihor – flóra podobná současnosti, ale chudší
→ ochlazení – ústup na jih

PLEISTOCÉN

- **Glaciály**
 - suché kontinentální klima
 - vyšší teplotní výkyvy během roku
 - pokles hladiny oceánů
 - spráše
 - merlíky, pelyňky, zakrslé břízy, borovice
- **Interglaciály**
 - teplo, dostatek srážek
 - zapojení lesa



Převzato a upraveno z: <http://www.globální.pl/obrazování/evropa-v-dobe-ledovy.gif>

HOLOCÉN

Preboreál (11 500 – 9 000 BP)	Subboreál (2 800 – 2 400 BP)
Boreál (9 000 – 7 500 BP)	Subatlantik (2 400 – 1000 BP)
Atlantik (7 500 – 5 200 BP)	Subrecent (1000 BP – současnost)
Epialantik (5 200 – 2 800 BP)	

Zformování vegetace během holocénu



Převzato a upraveno z: <http://www.esd.cnr.it/evolucion/tema/tema.htm>

Starší holocén

- oteplování a zvlhčování podnebí → vegetaci zpočátku dominují stepi a lesostepi
- postupné zalesňování – borovice lesní, bříza bělokorá, teplomilnější líska či smrk v horských oblastech
- smíšené doubravy - jilm, lípa, javor, jasan, dub



Boreální les (Kanada)

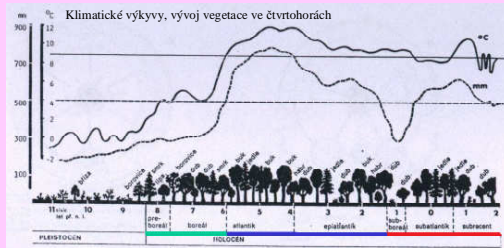
Střední holocén

- oceánské klima – srážek o 60-70% více než dnes
- průměrná roční teplota o 1-3 °C vyšší
- horní hranice lesa o 300-400 m nad současnou úrovní
- habr, jedle, buk
- zemědělství – obilí, polní plevle
- devastace lesa pastvou

Převzato z: <http://www.biosciences.com/les/boreal-forest/>

Mladší holocén

- oteplení a sucho
- chladné výkyvy (829 n.l. – zamrznutí Nilu; 17.-19. st. n.l. – „malá doba ledová“)
- zalesňování – stěhování národů
- odlesňování (17. – 18. St.) – moderní lesnictví, méně lesů než dnes



Převzato a upraveno z: <http://www.lesnictvi.cz/17-18-stoleti-odlesneni-lesovna-pri-konci-17-ti-lety>

RELIKTY – taxony, které byly kdysi rozšířeny na větším území a do současnosti se zachovaly jen zbytky

- **refugium** (útočiště) – území rozšíření (nejen) reliktv

- zmenšené území (oproti původnímu areálu), na němž druh přežívá období nepříznivých životních podmínek a odkud se po zlepšení podmínek může šířit opět šířit



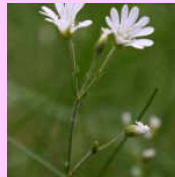
Koniklec jarní

Převzato a upraveno z: <http://www.naturhistorikum.cz/19-20-stoleti-odlesneni-lesovna-pri-konci-17-ti-lety>

ENDEMIT - organismus (taxon), který se vyskytuje pouze na určitém území a nikde jinde



Zvonek jesenický – endemit ČR



Rožec kuříčkolistý – endemit ČR

Převzato z: <http://www.naturhistorikum.cz/endemity-dominiflorum/>
http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvonek_jesenick%C3%BD

Historie květeny ČR

Skladba vegetace určitého území je dána nejen pouhými podmínkami prostředí, ale i historickými událostmi, které toto území ovlivnily. Proto je třeba znát také vývoj daného území z pohledu klimatických a geologických změn, které vytvářely různé bariéry či naopak organismům umožnily migrovat do vhodného prostředí. V následující úloze se budete zabývat vývojem květeny střední Evropy, kterou nejvíce ovlivnila přítomnost kontinentálního a alpského ledovce, které dosahovaly až na okraj našeho území.

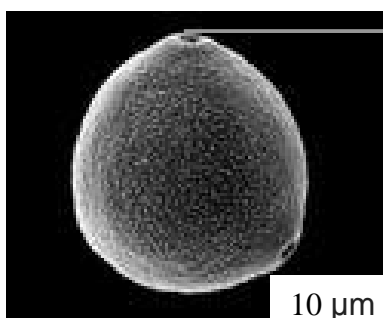
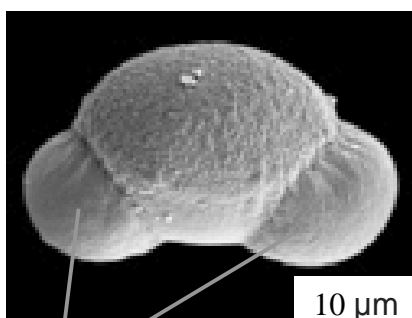
Podle pylu nalezeného např. v rašelině ze starších geologických období lze usuzovat na květenu, která se v té době na Zemi vyskytovala. Pylová analýza je nejosvědčenější a dosud nejvíce používanou metodou studia vývoje vegetace v minulosti.

1.

Důležitým zdrojem informací o vývoji květeny určitého území je palynologický (pylový) záznam. Na obrázcích vidíte pylová zrna dvou významných dřevin České republiky - lísky obecné (*Corylus avellana*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*).

a) Přiřaďte k obrázkům pylu (obr. 1) názvy dřevin. (Dopište na řádky nad obrázky.)

b) Doplňte k šipkám popis pylu.



Obr. 1. Pylová zrna.



K čemu tyto zvláštní útvary slouží?

2.

- a) Využití pylových zrn v archeobotanice umožňuje především obsah jedné zvláštní látky, která tvoří součást vnějšího obalu zrna. *O jakou látku se jedná? Vyhledejte a vyznačte její název v následujícím řádku:*

NEVOSLYCHITINAZALISPOROPOLENINKREMVOS

Jakou funkci tato látka v pylových zrnech plní?

.....

- b) Jaké jsou dvě důležité vlastnosti pylových zrn, kvůli kterým je výhodné využívat pyl při zjišťování vývoje vegetace na určitém území.

1. snadno se rozpadají
2. jsou produkovány ve velkém množství
3. jsou produkovány v malém množství
4. jsou druhově specifické
5. jsou druhově nespecifické

3.

Pylová zrna jsou citlivá na oxidaci, proto se nejčastěji uchovávají v sedimentech, kde nedochází k přístupu kyslíku.

- a) *Jakou další důležitou vlastnost by mělo splňovat prostředí, v němž se pyl zachovává?(Nápověda: jedna vlastnost souvisí s množstvím vody v sedimentech a druhá vlastnost s pH.)*

.....

- b) *Z těchto sedimentů vyberte tři, které představují ideální prostředí pro zachování pylových zrn vhodných pro pylovou analýzu.*

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| a) jezerní sedimenty | d) jemné jílovité sedimenty |
| b) pískovce | e) štěrkovité nánosy |
| c) rašeliniště | f) písky |

4.

Mimo pylových zrn se v rámci určování historického vývoje přírody hledají i jiné důležité přírodniny. *Jaké další nálezy byste využili pro studium evoluce a fylogeneze organismů? Uveďte 2 příklady u rostlin a 3 u živočichů.*

Rostliny:

.....

.....

Živočichové (člověk):

.....

.....

.....

5.

Organismy se vyvíjejí již miliony let. Pokud tuto jejich samotnou fylogenezi necháme stranou, zjistíme, že pro pochopení formování přírody (nejen ČR) je důležitý jen nepatrný zlomek geologické historie čtvrtohor.

- a) *Jak se nazývá nejmladší geologické období čtvrtohor, v němž se nyní formuje naše příroda?*

.....

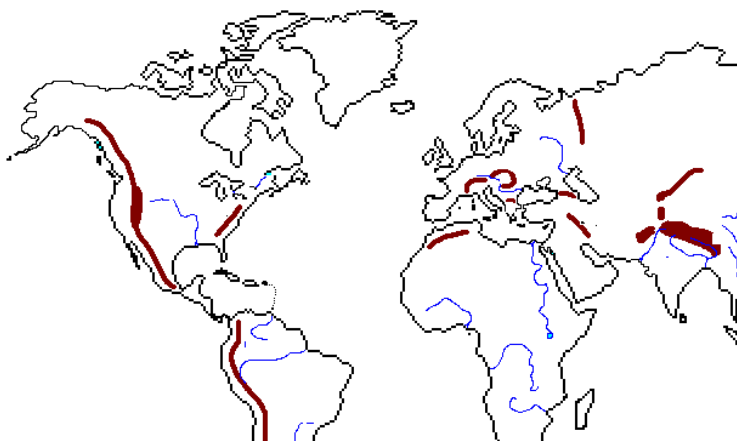
Jak dlouho již trvá? Vyberte správnou odpověď:

- a) 50 000 – 100 000 let
- b) 20 000 – 50 000 let
- c) 10 000 – 12 000 let
- d) 2000 let

- b) *Z flóry (i fauny) třetihor se nedochovalo prakticky nic. Jaké globální klimatické změny odehrávající se ve čtvrtohorách nebyla třetihorní flóra schopna do současnosti přestát?*

.....

- c) **R** Tyto globální změny klimatu čtvrtohor nejsilněji ovlivnily Evropu. Na našem kontinentu měly totiž za následek vymření mnohem většího počtu druhů než v Americe i Asii. Jednou z hlavních příčin je uspořádání směru pohoří na kontinentech. *Podívejte se na mapu (obr. 2) a popište rozdíl v postavení horských pásmech Evropy a Ameriky.*



Obr. 2. Mapa horských pásem.

Evropa:

Amerika:

- d) **R** *Na základě postavení pohoří a znalostí o migraci organismů během čtvrtohor se nyní pokuste vysvětlit, proč měl americký kontinent větší šanci dočkat více ze své třetihorní flóry.*

6.

Z analýzy pylu nalezeného v usazeninách lze usoudit, kdy se začal druh na obr. 3 vyskytovat na našem území.

a) Jaké je rodové i druhové jméno rostliny na obrázku?



.....

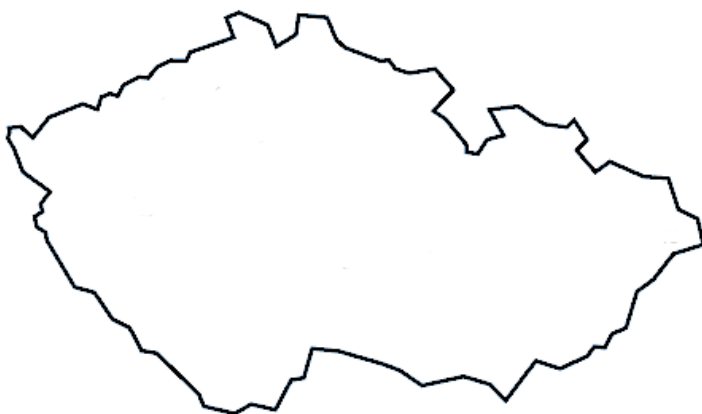
Obr. 3. Listy, květy, plody vybraného druhu rostliny.

b) Tato rostlina je součástí naší květeny již odedávna. Rostla nejčastěji jako příměs listnatých porostů s převahou dubu zimního. Zaujímalá významné postavení v postglaciálním vývoji lesů, kdy docházelo k jejímu rychlému šíření. Ze kterého období pochází její nejstarší nálezy na území ČR? Podtrhněte správné období.

prvohory – holocén – jura – glaciál - třetihory

7.

Ačkoli území dnešní České republiky nebylo v dobách ledových souvisle překryto ledovcem, **horské ledovce** se u nás objevily. V předposlední době ledové k nám pronikl i **pevninský (skandinávský) ledovec**. Znázorněte do mapy (obr. 4) oblasti výskytu horských ledovců (alespoň 2 území) a oblasti, do nichž zasahoval ledovec pevninský.



Obr. 4. Slepá mapa ČR.

8.

Flóru střední Evropy celkově ochudil výskyt dob ledových, avšak druhy donucené v těchto obdobích migrovat některá území naopak obohatily.

U každého tvrzení zakroužkujte, zda je správné či nikoliv.

Během dob ledových k nám migrovaly:

- druhy ze severu. **ANO – NE**
- druhy ze Středomoří **ANO – NE**
- druhy tundry a tajgy **ANO – NE**
- teplomilné druhy **ANO – NE**
- druhy kontinentálních stepí **ANO – NE**
- vysokohorské druhy **ANO – NE**

9.

- a) V naší přírodě najdeme rostliny, které jsou živými svědky dávných dob minulých a jejichž areál rozšíření se po období glaciálu výrazně zmenšil. *Jakým názvem označujeme tyto rostliny? Doplňte následující slova do textu:*

severské, glaciální, relikv, severní Evropa, glaciál, ledovec

Rostlinu (nebo živočicha), který se zachoval na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření, označujeme jako (pozůstatek). Součástí květeny ČR jsoudruhy, které u nás rostly v období....., kdy je zatlačil až na naše území. Zástupci těchto druhů mají dnes areál v, ale některé populace přežili ve vysokých pohořích od doby ledové až po současnost, proto se označují jako relikty.

- b) Mezi glaciální relikty flóry ČR patří i následující 2 druhy. *Podle uvedených charakteristik doplňte jejich rodová jména, která velmi dobře znáte.*

..... zakrslá → Jedná se o keřovitý druh, který se dochoval jako pozůstatek na rašelinných půdách Šumavy, Jizerských, Krušných a Orlických hor. Na rozdíl od sesterských druhů nemá bělavou borku.

..... moruška → Tato vytrvalá bylina se žlaznatě chlupatým stonkem se od jiných druhů tohoto rodu odlišuje – stonek bez trnů, plod šťavnatý, mírně nakyslý, bohatý na vitamin C. Plody se využívají např. k výrobě marmelád.

- c) **R** *Znáte ještě jiné glaciální rostlinné relikty vyskytující se na území ČR? Pokud ano, napište je.*

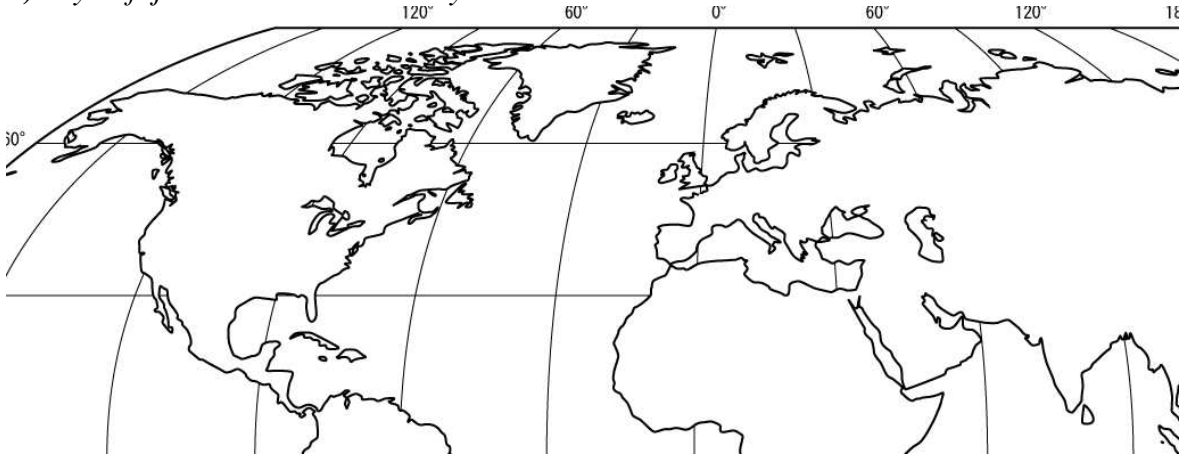
- d) Pod zadáním vidíte vypsané zástupce rostlin. *Vyberte a podtrhněte 2 druhy, které představují endemity ČR.*

hvozdík kartouzek – lípa srdčitá – borovice vejmutovka – jeřáb milský – jitrocel velký

10.

Vegetaci v době ledové popisujeme jako tzv. glaciální tundru. V této tundře však panovaly jiné podmínky, než jaké známe z dnešních evropských tundrových oblastí.

a) Vyšrafujte oblasti dnešní tundry.



Obr. 5. Severní polokoule.

b) Vyznačte tečkovaně v mapě (obr. 5) oblast glaciální tundry v Evropě.

c) Popište skladbu vegetace tundry.

.....

.....

d) **R** Čím se glaciální tundra lišila z pohledu klimatu od dnešní tundry? Vyberte správnou odpověď:

1. sušším, více kontinentálním klimatem
2. vlhčím, více kontinentálním klimatem
3. sušším, více oceánským klimatem
4. vlhčím, více oceánským klimatem

Po několika teplých a chladných výkyvech konce glaciálu přišlo definitivní oteplení zhruba okolo 10300 BP¹. Tím končí pleistocén (starší čtvrtohory) a začíná holocén (mladší čtvrtohory).

Přiřadte následující pojmy k jednotlivým obdobím mladších čtvrtohor (po skončení poslední doby ledové) ve střední Evropě:

- *příchod prvních zemědělců,*
- *nástup dubu, lípy*
- *stepi a lesostepi,*
- *největší antropogenní odlesnění*

preboreál (10300 – 9800 BP) – oteplování a zvlhčování podnebí

.....

boreál (9800 – 8000 BP) – teplejší podnebí než dnes, zmenšování plochy bezlesí

.....

atlantik (8000 – 6000 BP) – klimatické optimum, příliv mnoha nových druhů

.....

subatlantik (2750 BP – současnost) – vlhčí období ve srovnání s předchozím, ale s většími teplotními výkyvy

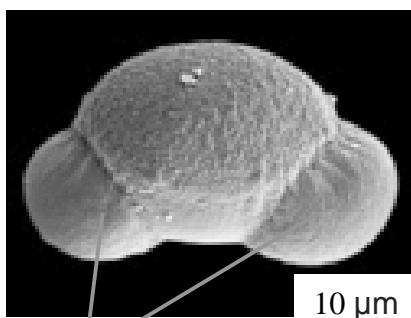
.....

¹ BP = before present = před rokem 1950

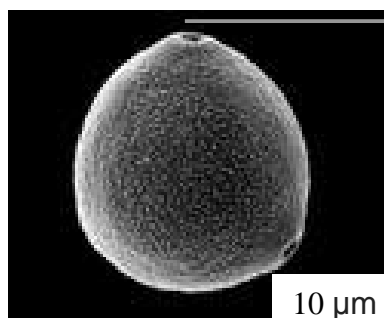
ŘEŠENÍ - Úloha 4 – Historie květeny ČR

1.

a) borovice lesní



líška obecná



klíční otvor (líška má 3)

b) vzdušné vaky – adaptace na přenos a opylování větrem

- vaky jsou naplněny vzduchem, pyl je lehký a snadno se přenáší i na dlouhé vzdálenosti

2.

a) sporopolenin – odolný biopolymer ve vnější obalové vrstvě (exině)

- chrání pylové zrno před nežádoucími vnějšími vlivy, nerozpustný v kyselinách a loužích

b) 2. a 4.

Velkou výhodou pylových je, že se zachovávají v sedimentech po dlouhou dobu a jsou produkovány ve velkém množství. Za další důležitou vlastnost se považuje jejich druhová specifita, podle níž poznáme, jak se příroda v průběhu času měnila.

3.

a) vlhké, kyselé

b) a - jezerní sedimenty, c - rašelině, d – jemné jílovité sedimenty

4.

Rostliny – fosilní makrozbytky (části květů, listů, stonků), semena, schránky řas, otisky

Živočichové - nejčastěji se dochovaly tvrdé části organismů: zuby, kosti, schránky (ulity...), skořápky vajec, krunýře..., dochované nástroje člověka (Homo) a jeho předchůdců

5.

a) holocén, C – 10 000 až 15 000 let

b) střídání dob ledových a meziledových

c,d) Evropa – největší pohoří jsou tu uspořádána v rovnoběžníkovém směru, a proto představovala bariéru druhům, které musely během chladných období migrovat do jižněji položených refugií a při oteplení zase zpět

Amerika – pohoří jsou uspořádána spíše v poledníkovém pásu, takže netvořily bariéru druhům migrujícím v poledníkovém směru

6.

a) líska obecná

b) glaciál

7.



8.

Během dob ledových k nám migrovaly druhy ze severu, tundry, tajgy a vysokohorské druhy.

9.

a) Rostlinu (nebo živočicha), který se zachoval na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření, označujeme jako **relikt**.

Součástí květeny ČR jsou **severské** druhy, které u nás rostly v období **glaciálu**, kdy je **ledovec** zatlačil až na naše území. Zástupci těchto druhů mají dnes areál v **severní Evropě**, ale některé populace přežili ve vysokých pohořích od doby ledové až po současnost, proto se označují jako **glaciální** relikty.

b) bříza zakrslá (*Betula nana*), ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*)

c) vrba bylinná (*Salix herbacea*), violka dvoukvětá (*Viola biflora*), všivec sudetský (*Pedicularis sudetica*), kruhatka Mathioliho (*Cortusa matthioli*), jeřáb sudetský (*Sorbus sudetica*), kaprad' hřebenitá (*Dryopteris cristata*), koniklec jarní (*Pulsatilla*)

vernalis), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), kulík hnědý (*Charadrius morinellus*), ostřice krkonošská (*Carex derelicta*) atd.

d) hvozdík kartouzek, jeřáb milský

10.

a)



b) V nejchladnějších obdobích u nás převládala vegetace tundry doplňovaná kamenitou tundrou na hřebenech hor a studenou stepí v nížinách.



c) Vegetace je zastoupena nízkými a plazivými keříky dřevin, travinobylinnými porosty, mechy, lišejníky.

d) 1. sušším, více kontinentálním klimatem

11.

preboreál- *stepi a lesostepi*

boreál- *nástup dubu, lípy*

atlantik- *příchod prvních zemědělců*

subatlantik- *největší antropogenní odlesnění*

8.4.5. Metodická příručka k úlohám

Metodická příručka slouží jako informační materiál pro Vás, učitele. V příručce naleznete k jednotlivým úlohám jejich časovou náročnost, doporučený ročník, klíčová slova, vzdělávací cíl, doporučení, poznámky a teorii k výkladu s pomocí PowerPointové prezentace.

Úlohy obsahují otázky různého stupně náročnosti využitelné ve výuce na vyšším gymnáziu. Jejich tematická náplň nespadá vždy do základního a běžného učiva. Jsou vhodné především do seminářů, cvičení, volitelných předmětů. Doporučuji před zadáním každého pracovního listu nejprve využít připravenou prezentaci a uvést studenty do problematiky daného tématu.

Úloha 1 – Eukaryotická buňka jako mozaika

Doporučený ročník: 4. r. vyššího gymnázia

Časová dotace: prezentace 10 - 15 minut, pracovní listy 50 - 60 minut

Klíčová slova: endosymbióza, mitochondrie, plastidy, ribozomy, genom, *Chlorarachnion*, bakterie, sinice

Vzdělávací cíl: Student: - definuje proces endosymbiózy
- objasní vznik mitochondrií a plastidů
- porovná původ primárního a sekundárního plastidu
- vysvětlí příčinu mozaiky genů v jaderném genomu

Poznámky: Doporučuji vyplňovat pracovní listy ve dvojicích, protože úloha je poměrně náročná.

Doporučená literatura:

- Hampl, V. 2012. **Kontroverzní a nebojácná dáma.** *Vesmír*, 91: 103-105
- Cavalier-Smith, T. 2009. **Predation and eukaryote cell origin: A coevolutionary perspective.** *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 41/2: 307-322
- Howe, C.J., Barbrook, A.C., Nisbet, E.R., Lockhart, P.J., Larkum, A.W.D. 2008. **The origin of plastids.** *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, 363: 2675-2685

Teorie k prezentaci:

Vznik Eukaryot

Země nejspíše vznikla před 4,6 miliardami let. Podle většiny teorií se život začal tvořit před 3,5 – 3,8 miliardami let. Zásadních okamžiků při vývoji života je mnoho, např. přítomnost biogenních prvků (C, H, O, N, S, Fe...), složitých organických látek (zejména aminokyselin – stavebních jednotek bílkovin), vznik molekuly dědičnosti DNA a selektivní membrány.

Mezi živými organismy se rozlišují 3 domény: Archea (Archaeobakteria), Bakteria (Eubakteria) a Eukarya (Eukaryota).

Archea většinou obývají extrémní stanoviště (hlubokomořské průduchy, horké prameny, slaniska, metanogenní endosymbionti ve střevech živočichů). Buněčná stěna pseudopeptidoglykanová nebo zcela chybí. Složky translace a enzymy metabolismu DNA jsou zčásti typické pro bakterie, zčásti pro Eukarya (blíže Eukaryotům). Od ostatních domén se liší typem fosfolipidů v membráně.

Bakteria jsou volně žijící, symbiotické i parazitické bakterie s anoxygenní i oxygenní fotosyntézou. Buněčná stěna peptidoglykanová. Enzymy energetického metabolismu příbuznější Eukaryotům než Archeím, lipoproteinová membrána stejná jako u

Eukaryot. Podle povrchu se dělí na Grampozitivní (1 membrána a 1 stěna) a Gramnegativní (2 membrány) bakterie.

Nejstarší stopy jaderných buněk (**Eukarya**) jsou pravděpodobně 2,7 miliardy let staré. Od ostatních domén se liší těmito základními eukaryotickými novinkami – mitochondrie, plastidy, jádro, endomembránový systém (ER, Golgiho komplex, lyzozómy), cytoskeleton, centrioly, bičíky a s ním spojené molekulární motory, organely typu microbodies (př. peroxizómy), rozdílná kontrola buněčného cyklu a mitóza, fagocytóza, pohlavní rozmnožování (meióza, splývání gamet a jader), znaky na genomu (introny...).

Americká bioložka Lynn Margulisová zformulovala a zpopularizovala **teorii sériové endosymbiózy**, podle níž se postupným spojováním původně nezávisle žijících mikroorganismů vytvořily buňky umožňující existenci živočišných a rostlinných druhů. Nejdříve se v anaerobním (bezokyslíkatém) prostředí spojily v symbiotickém vztahu archaebakterie s pohyblivou buňkou eubakteriální (spirochétou) a vytvořily spolu celek, tzv. nukleoplazmu, s plovoucím aparátem. Poté byla pohlcena aerobní eubakterie, díky níž mohl celek přežít v kyslíkatém prostředí a z níž se později stala mitochondrie. Později někteří tito nově vzniklí aerobové „pohltili“ fotosyntetické eubakterie (sinice) z nichž se v průběhu evoluce vyvinuly plastidy.

Původ mitochondrií

Mitochondrie vznikla z aerobní α -proteobakterie, jejíž nejbližší dosud žijící příbuzné organismy představují vnitrobuněční parazité rickettsie. Mitochondrii obalují dvě membrány bakteriálního původu. Tato organela je závislá na kyslíku, jelikož v ní probíhá energetický metabolismus buňky, např. citrátový cyklus, dýchací řetězec, β -oxidace mastných kyselin, syntéza ATP.

Původ plastidů

V buňkách současných organismů se nacházejí různé typy plastidů, které pravděpodobně vznikly důsledkem několika různých endosymbióz. Podle typu původního endosymbionta se rozlišují 3 typy plastidů: primární, sekundární a terciární plastidy.

Primárním plastidům daly vznik sinice. Jsou ohraničeny 2 membránami pocházejícími z endosymbionta. Organismy s tímto chloroplastem, tedy Glaucophyta a ruduchy (říše Plantae, podříše Biliphyta), zelené řasy a jejich potomci zelené rostliny (říše Plantae, podříše Viridiplantae) mají společného předka a jsou fylogeneticky sesterskými skupinami. Podle velmi hrubých odhadů došlo ke vzniku plastidů před 2 miliardami let. Až donedávna se myslelo, že k této události došlo v historii jen jednou, ale...

Sekundární plastid má původ v buňce zelené nebo červené řasy, kterou pohltila určitá nefotosyntetizující eukaryotní buňka. Tyto chloroplasty nesou na povrchu 3-4 membrány (u 4 membránových chloroplastů: dvě vnitřní membrány pocházejí z původního primárního plastidu (sinice), třetí membrána je odvozena z cytoplasmatické membrány zelené nebo červené řasy a čtvrtá tvoří pozůstatek trávicí vakuoly; u plastidů se 3 membránami není původ třetí membrány jistý) a často jsou uloženy ve vakuole odvozené od endoplasmatického retikula. Sekundární plastidy pocházející ze zelených řas mají ve svých buňkách Chlorarachniophyta, některá krásnoočka (Euglenophyceae) a obrněnka *Lepidodinium viride* (nejdříve měla sekundární plastid z ruduch, který nahradila zelenou řasou). Sekundární plastidy původem z ruduch se vyskytují u skrytěk (Cryptophyta), výtrusovců (Apicomplexa), většiny obrněnek (Dinoflagellata), ciliát, Haptophyt, rozsivek a chaluh (Heterokontophyta). U skrytěk se v prostoru mezi vnějšími membránami

nachází nukleomorf. Jedná se o zbytek jádra endosymbionta (ruduchy, zelené řasy aj.) obsahující DNA.

Extrémním případem jsou **terciární plastidy** nacházející se u některých obrněnek, které vznikly např. ze skrytěnek, haptophyt nebo heterekontophyt, tedy z organismů nesoucích v sobě již sekundární plastidy z ruduch.

Mitochondrie i plastidy obsahují genom (DNA) zahrnující geny pro replikaci, transkripci a translaci, geny pro ribozomální RNA (rRNA) a transferovou RNA (tRNA). Některé geny mitochondrií a plastidů se pak během evoluce procesem horizontálního genového transferu staly součástí jaderného genomu.

Úloha 2 – Voda v životě živočichů

Doporučený ročník: 3. a 4. r. vyššího gymnázia

Časová dotace: prezentace 10 - 15 minut, pracovní listy 50 - 60 minut

Klíčová slova: ledvina, Henleova klička, osmoregulace, difuze, osmóza, hypertonické a hypotonické prostředí

Vzdělávací cíle: Student: - popíše stavbu ledviny

- objasní funkci Henleovy kličky
- vyvodí souvislosti mezi stavbou ledviny a životním prostředím živočichů
- prokáže znalost osmoregulačních procesů v těle živočicha
- rozliší základní osmoregulační mechanismy živočichů z odlišných životních prostředí

Poznámky: K této úloze by bylo možné realizovat i praktické cvičení, při němž by se mohla pozorovat stavba opravdové ledviny např. králíka či prasete.

Doporučená literatura:

- Janský, L., Novotný, I. 1981. *Fyziologie živočichů a člověka*. Praha: Avicenum, 384 s.
- Kubišta, V. 1978. *Fyziologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 144 s.
- Randall, D., Burggren, W., French, K. 2002. **Eckert Animal Physiology: Mechanismus and Adaptations. In: Ionic and Osmotic Balance.** New York: W. H. Freeman and Company, 5. vydání, 579-631 s
- Schmidt-Nielsen, K. 2001. **Animal Physiology: Adaptation and Environment. In: Water and Osmotic Regulation.** USA: Cambridge University Press, 301-355 s.

Teorie k prezentaci:

Osmóza

Osmóza představuje typ pasivního transportu, při kterém přestupuje rozpouštědlo (nejčastěji voda) přes polopropustnou (semipermeabilní) membránu z prostoru s méně koncentrovaným roztokem do prostoru s více koncentrovaným roztokem, tzn., voda přestupuje z hypertonického do hypotonického prostředí. Koncentrace látek se na obou stranách vyrovnají a nastane izotonický stav. V tomto případě je semipermeabilní membrána propustná pro rozpouštědlo a málo propustná či nepropustná pro ostatní látky. Pokud je membrána alespoň částečně propustná pro rozpuštěné látky, může s sebou voda přestupující přes membránu strhávat i molekuly rozpuštěné látky (tah rozpouštědla).

Velikost osmózy je dána rozdílem osmotických tlaků (tlak toku rozpouštědla pronikajícího přes semipermeabilní membránu) na obou stranách membrány. Prostředí s vyšším osmotickým tlakem se označuje jako **hypertonické**, prostředí s nižším osmotickým tlakem jako **hypotonické**, prostředí se stejnými tlaky se označuje jako **izotonické**.

Osmóza se uplatňuje při osmoregulačních procesech (regulace koncentrace rozpuštěných látek) v tělech organismů. Cytoplazmatická membrána buněk je semipermeabilní. Jestliže budou osmotické tlaky v intracelulárním a extracelulárním prostoru rozdílné, začne probíhat osmóza. Pokud bude osmotický tlak extracelulárního prostředí vyšší než intracelulární tlak, bude voda vystupovat ven z buňky, buněčný objem se sníží a buňka se smrští. V obráceném případě, kdy bude osmotický tlak extracelulárního prostředí nižší než intracelulárního, buňka se naopak zvětší a může dojít k jejímu prasknutí (osmotická lýza).

Osmoregulace

V závislosti na typu prostředí regulují živočichové svůj obsah vody a rozpuštěných látek různými způsoby.

Sladkovodní živočichové se zřejmě vyvinuli z živočichů mořských. Jejich tělní tekutiny odpovídají asi 0,8 % roztoku NaCl, ale tato koncentrace stále převyšuje obsah solí v okolním prostředí, ryby se tak stávají hyperosmotickými. Musí se bránit tomu, aby se rozpuštěné látky neztrácely do vnějšího prostředí, a aby nevnikala nadbytečná voda dovnitř těla (především přes žábry). Přebytek vody v těle je vyrovnáván produkcí hypoosmotické moči, s níž může odcházet i určité množství iontů (obr. 4). K největším ztrátám iontů však dochází difúzí přes žaberní epitel. Jejich ztráty jsou vyrovnávány příjmem v potravě a aktivním vychytáváním z prostředí žábrami - proti koncentračnímu spádu.

Mořské ryby, které se dostaly do moře druhotně ze sladkých vod, mají naopak tělní tekutiny vůči prostředí hypoosmotické. Z jejich těla se tak neustále ztrácí voda, k čemuž může docházet především žábrami a ledvinami (obr. 5). Aby tyto ztráty snížily, produkují mořské ryby malé množství vysoce koncentrované moči. Ani to pro udržení vodní rovnováhy nestačí, a tak pijí velké množství mořské vody, jejíž ionty se vstřebávají ve střevě. Tím se však zvyšuje množství solí v těle, které se musí odstranit žábrami, kde jsou sodík a chloridy vylučovány z těla aktivním transportem. Hořčík a sírany odcházejí močí.

V těle **mořských bezobratlých**, kteří jsou izosmotičtí s mořskou vodou se však koncentrace iontů obvykle liší od koncentrace iontů v prostředí. Znamená to, že i tito živočichové jsou již nadáni schopností řídit aktivně přesun iontů přes buněčnou membránu a určité ionty si vybírat (iontová regulace). Tato schopnost se objevuje např. u žahavců a koryšů. Pouze ostnokožci nevykazují žádné regulační iontové schopnosti.

Suchozemští živočichové získávají vodu s potravou, případně pitím. Určité množství vody se vytváří i při oxidaci živin při látkové přeměně. Vodu ztrácejí odpařováním z povrchu těla, z povrchu dýchacích orgánů, trávicí soustavou a vlastními vylučovacími orgány.

Přizpůsobení suchozemskému životu je vždy spojeno s omezením ztrát vody vypařováním. U suchozemských živočichů je povrch těla velmi málo propustný pro vodní páry. Ztráty vody z dýchacích orgánů se snižují již jejich stavbou (vchlípené, duté, členěné dovnitř) a výměna vzduchu se v nich omezuje na minimum nutné pro výměnu plynů. Ztráty vody trávicí soustavou se snižují vstřebáváním vody v posledních odstavcích trávicí trubice. Ztráty vody vylučovacími orgány se udržují na nízké hodnotě tím, že se vytváří hypertonická moč. Na tvorbě takto koncentrované moči se významně podílí Henleova klička v ledvině, kde dochází k přestupu vody do okolní tkáně. Ledvina savců může vytvořit, jejíž osmotický tlak je několikanásobně vyšší než osmotický tlak tělních tekutin. Málo vody ztrácejí vylučovacími orgány ti živočichové, kteří jako přizpůsobení podmínkám embryonálního vývoje vytvářejí kyselinu močovou. Jejich kašovitá moč obsahuje málo vody v poměru k obsahu dusíku.

Úloha 3 – Areály a rozšíření živočichů

Doporučený ročník: 3. a 4. r. vyššího gymnázia

Časová dotace: prezentace 10 minut, pracovní listy 35 - 45 minut

Klíčová slova: areál, endemit, relik, glaciál, interglaciál, speciace

Vzdělávací cíle: Student: - vyvodí z obrázků typy rozšíření (areálů) živočichů a popíše

jejich životní prostředí

- určí jevy, které ovlivnily vývoj a vznik areálů v Evropě

- navrhne možnosti vzniku a vývoje areálů živočichů

- vysvětlí pojmy: endemit, relik, speciace

- odvodí souvislosti mezi morfologickými znaky živočichů a zeměpisnou šířkou

- vybere a odvodí z grafu základní pravidla ostrovní biogeografie

Doporučená literatura:

- Buchar, J. 1983. *Zoogeografie*. Praha: SPN, 199 s.
- Gerža, M. 2009. **Endemismus v České Republice I.** *Ochrana přírody*, 2: 12-15
- Gerža, M. 2009. **Endemismus v České Republice II.** *Ochrana přírody*, 3: 22-25
- Štorch, D. 1998. **Madagaskar a endemismus: O endemismu a ostrovech.** *Vesmír*, 77/7: 362

Teorie k prezentaci:

Zoogeografie a areály

Zoogeografie spadá pod vědní obor biogeografie, který se zabývá studiem rozšíření organismů na Zemi. Tradičně bývá biogeografie členěna na fytogeografii (rozšíření rostlin) a zoogeografii (rozšíření živočichů). Základním předmětem biogeografického výzkumu jsou **areály**, které představují soubor všech míst, v nichž se daný taxon vyskytuje. Výskyt určité populace organismů a ekologické faktory životních podmínek jsou v rámci areálu značně heterogenní. Obecně lze území se zvlášť příznivou kombinací životních podmínek nazvat specifické optimum. Od tohoto optima až po pesimus, které leží za hranicemi areálu, se existenční podmínky zhoršují. Tento mezilehlý prostor je označován jako pejus.

Pro potřeby srovnávání se areály podle různých hledisek popisují, klasifikují a třídí. Zohledňuje se zejména jejich: ekologická lokalizace (typ prostředí, v němž se organismus vyskytuje – biocykly, biochory, biomy...), geografická lokalizace (zoogeografické oblasti), velikost areálu, tvar a spojitost, případně konkrétní limitní faktory vymezující areál. Termín **biocyklus** se používá pro nejzákladnější typy prostředí, které se svými fyzikálními podmínkami liší natolik, že potřebná přizpůsobení vzájemně vylučují. Většina organismů je proto schopna obývat pouze jeden z nich. Základní typy prostředí se v rámci jednotlivých biocyklů označují termínem **biochory**.

Biocykly a jejich základní biochory:

mořský – litorál, pelagiál, bathyál, vysál, hadál

sladkovodní – tekoucí vody, stojaté vody

suchozemský – les (arboreál), suché teplé bezlesí (eremit), studené bezlesí (oreotundrál; vysokohorské – oreál, subarktické – tundrál)

V rámci jednotlivých biochorů lze rozlišovat různé ekosystémové typy - biomy, např. opadavé lesy mírného pásma, stepy, tundra, tajga, deštné pralesy.

Na základě ekologických a geografických analýz se vymezuje několik oblastí podle úrovně endemizmu a celkové biotické podobnosti. Rozlišuje se sedm **zoogeografických oblastí** pevninského biocyklu: 1. *palearktická* (většina Eurasie, severní Afrika), 2. *nearktická* (Severní Amerika), 3. *neotropická* (střední a Jižní Amerika), 4. *etiopská* (afrotropická; Afrika na jih od Sahary), 5. *orientální* (indomalajská; jižní a jihovýchodní Asie na jih od Himalájí), 6. *australská* (Austrálie, Nový Zéland, Nová Guinea, Polynésie), 7. *antarktická* (Antarktida a přilehlé ostrovy). Nearktická a palearktická oblast bývají spojovány do jednoho celku - *holarktická* oblast. Jednotlivé oblasti nejsou zcela ostře vymezeny, zejména mezi palearktickou a orientální oblastí je široká přechodová zóna (Wallacea), kde se překrývají areály druhů s původem z obou oblastí.

Velikost areálu je velice rozmanitá a navíc se může časem měnit. **Makroareály**, zaujímají území více než jedné geografické oblasti. Tato území obývají především kosmopolitně rozšíření živočichové (myš *Mus musculus*, vrabec *Paser domesticus*). Do této kategorie náleží také areály cirkumtropické (červoři *Gymnophiona*), cirkumpolární (sovice sněžní *Nyctea scandiaca*), bipolární (delfíni čeledi *Ziphiidae*). **Mezoareály** zahrnují dosti rozsáhlé areály v hranicích jediné zoogeografické oblasti (klokani v australské oblasti). **Mikroareály** představují relativně malá území – ostrovy v oceánu (pěnkavy na Havajských ostrovech) nebo izolované biotopy (jezero, horský masív) uvnitř zcela odlišných podmínek suchozemského biocyklu.

Podle tvaru areálu se rozdělují druhy na dvě skupiny. Druhy u nichž je zachován kontakt mezi všemi populacemi, mají areál **souvislý** (kontinuitní), např. rozšíření krtka obecného (*Talpa europea*), zatímco druhy rozpadlé do několika geograficky izolovaných populací mají areál **nesouvislý** (disjunktivní), např. rejsek horský (*Sorex alpinus*).

Endemismus

Endemity, respektive endemicky se vyskytující organismy, představují taxony vázané svým areálem výlučně k určité oblasti, mimo kterou se nikde přirozeně nevyskytují. Rozsah areálu se může velmi lišit. Stenoendemity obývají malá až monotopní území, např. motýl huňatec žlutopásý (*Psodos quadrifaria sudetica*) vyskytující se v Krkonoších. Naopak areál rozšíření euryendemitů (klokani – endemity Austrálie) je rozsáhlý, i když často nesouvislý a fragmentovaný.

Z hlediska původu (stáří vzniku) se endemity rozlišují na dva typy. Paleoendemity pocházejí z doby starší, než jsou čtvrtohory (haterie novozélandská *Sphenodon punctatus*). Většinou se dá předpokládat, že jsou zároveň zbytkem většího rozšíření, a tak se často označují jako endemity regresivní (reliktní). Většina zástupců ČR patří mezi neoendemity, kterým se přisuzuje vznik mladší, čtvrtohorní.

Reliktnost

Živé svědky dávných dob minulých představují **relikty**. Jedná se o druhy (nebo jiné taxony), které se zachovaly na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření. Rozlišují se dva typy reliktních – absolutní a relativní. Absolutní relikty byly dříve rozšířeny

na velkém území a v současnosti žijí jen v určité oblasti a celý jejich areál se považuje za reliktní. Příkladem je haterie novozélandská, která byla rozšířená na větším území zejména v druhohorách a dnes přežívá jen na několika málo ostrovech okolo Nového Zélandu. Relativní reliktní představuje reliktní taxon pouze v určité oblasti, na jiných územích se vyskytuje hojně, např. zajíc bělák (*Lepus timidus*). Zajíc bělák obýval v době ledové severní i střední Evropu, ale postupným oteplováním se ve střední Evropě dochoval pouze v Alpách. Představuje tedy reliktní taxon pouze v Alpské oblasti.

Nejpočetnější skupinou reliktních v Evropě jsou **glaciální relikty**. Tyto druhy se v době ledové šířily ze severu směrem na jih do nových oblastí. Po oteplení a ústupu ledovce se druhy zachovaly na místech, které připomínají severské lokality. Jedná se tedy o chladnomilné druhy, které po oteplení nevyhynuly, ale naopak zůstaly na odlehlých lokalitách od svého původního areálu. Všechny glaciální relikty nemusí být severského původu, jsou to někdy i původně střeoevropské horské druhy, které se v glaciálech přesunuly do nižších poloh a po oteplení se vracely zpět do hor. Území rozšíření (nejen) reliktních se označuje jako **refugium** (útočiště).

Speciace

Speciace znamená vznik nových druhů, tedy štěpení vývojových linií vedoucí ke vzniku nových druhů. Dvěma základními kritérii studia speciace jsou: a) zda speciace probíhala v geografické izolaci (alopatrie) nebo v sympatrii; b) zda šlo o postupnou transformaci předka ve dva či více potomků, nebo o náhlou sociální událost, při níž potomek současně existoval s nezměněným předkem.

V rámci **alopatrické speciace** dochází k prostorové izolaci (řekou, pohořím...) subpopulací. Subpopulace se pak samy nezávisle geneticky vyvíjejí a po jejich dalším spojení už nejsou jedinci schopni se zkřížit.

Sympatrická speciace představuje vývoj subpopulací (vznik nového druhu) bez prostorové izolace, např. na základě ekologické nebo potravní specializace. Sympatricky nejspíše speciovaly ryby rodu *Cichlida* ve Velkých afrických jezerech.

Úloha 4 – Historie květeny ČR

Doporučený ročník: 3. a 4. r. vyššího gymnázia

Časová dotace: prezentace 15 minut, pracovní listy 40 - 50 minut

Klíčová slova: pyl, pylová analýza, endemit, relik, glaciál, interglaciál, holocén

Vzdělávací cíle: Student: - odvodí vlastnosti pylových zrn

- zhodnotí důležitost pylu ve výzkumu vývoje flóry
- určí jevy, které ovlivnily vývoj flóry v Evropě ve čtvrtohorách
- objasní, jakou roli hrály klimatické změny ve formování přírody
- vysvětlí pojmy: endemit, glaciální relik
- popíše výskyt, vegetaci a klima glaciální tundry

Poznámky: Místo popisu obrázku pylových zrn, by bylo možné pozorovat nasbíraný pyl borovice či lísky. Líska kvete brzy zjara od konce února do dubna, borovice kvete od dubna do června (ne však každý rok). Pyl se nejlépe uchovává na chladnějším a suchém místě ve tmě, např. v ledničce zabalený v hliníkové fólii.

Doporučená literatura:

- Hendrych, R., 1983. *Fytogeografie*. Praha: SPN, 220 s.
- Jankovká, V. 1997. **Možnosti využití pylové analýzy**. Dostupné z: <http://www.archeologicke.misto.cz/clanky/jankovska/analiza.htm>
- Ložek, V. 1973. **Příroda ve čtvrtohorách**. Praha: Academia, 372 s.
- Ložek, V. 2007. **Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru**. Praha: Dokořán, 198 s.

Teorie k prezentaci:

Velmi příznivé podmínky pro paleobotanickou analýzu vykazují organické sedimenty, zejména kyselé (rašeliny), obsahující dostatek dobře zachovaného pylu i větších zbytků rostlinných těl včetně plodů. Jelikož naprostá většina povrchových rašelin spadá do období holocénu (10 500 let až současnost), poskytly jejich výzkum podklad pro poznání vegetace v tomto období. Obraz vývoje flóry v pleistocénu poskytly výzkumy v jezerních uloženinách a slatinách (mokřadech, bažinách), které se tvořily především

v teplých obdobích. Významným nalezištěm rostlinných zbytků jsou travertiny a strukturní pěnovce, obsahující otisky různých rostlinných částí, zejména listů a plodů.

Pylová analýza

Jedná se o pracovní metodu, která využívá skutečnosti, že povrch pylových zrn je charakteristický pro každou rostlinu, stejně jako otisky prstů. Podle nich lze zjistit ve vrstvách rašeliny a limnických sedimentech, které druhy rostlin se vyskytovaly v určité době ve vegetaci oblasti.

Pylová zrna mají několik důležitých vlastností:

1. Jsou specifická pro jednotlivé taxony – liší se velikostí, tvarem, typy a počty otvorů, různou modelací buněčné stěny, apod.
2. Jejich obal tvoří velmi odolný sporopolenin (nedusíkatý biopolymer složený z mastných kyselin), který nezvětrává, nerozrušují ho bakterie ani houby, pyl tak v prostředí bez kyslíku a spíše kyselém pH vydrží bez porušení po tisíce až miliony let.
3. Odolný obal vydrží i velmi razantní chemické postupy, jimiž jsou pylová zrna preparována z organických i anorganických sedimentů

Vhodný materiál se získává především z chronologicky uložených sedimentů rašelinišť, bývalých jezer a rybníků, slatinišť, lesního humusu, některých půdních profilů. Nejdříve se odeberou vzorky, z nichž se musí získat pylová zrna (spóry a další objekty) chemickou preparací – pomocí kyselin se odstraňují karbonáty, silikáty, nežádoucí organická složka, především celulóza. Po celém chemickém procesu zůstane na dně zkumavky usazenina obsahující nejen pyl a spory, ale také např. některé řasy, zbytky drobných korýšů. Soubor všech nálezů determinovaných pod mikroskopem (potřebné zvětšení 400 – 1000krát) se nazývá pylové spektrum. Pylová spektra jednotlivých chronologicky odebraných vzorků se dále analyzují tak, že se procentuelně vyhodnotí zastoupení jednotlivých druhů, grafické znázornění tvoří tzv. pylový diagram. Z něho již může odborník vyčíst změny, ke kterým ve vegetačním krytu v určité oblasti a v určité době docházelo. Konečným výstupem pylové analýzy je však až vyhodnocení výsledků pylové analýzy z pylového diagramu. Většinou lze pylová zrna determinovat pouze do rodů, někdy je lze rozlišit i druhově.

Tato metoda má i svá úskalí. Procentuelní pylový diagram neodráží skutečné zastoupení rostlin ve vegetačním krytu. Rostliny se totiž liší silou pylové produkce – některé produkují velmi mnoho pylu a jiné velmi málo. Další zkreslení představuje proměnlivý způsob rozmnožování některých druhů – v chladném klimatu kvetly některé málo a jiné v teplejším více. Pylová zrna mají také různý dolet. Pyl se vzdušnými vaky větrosnubných jehličnanů se šíří stovky i tisíce kilometrů. Pyl hmyzosnubných rostlin naopak padá většinou nedaleko mateřské rostliny. U pylu některých taxonů dochází zase brzy k poškození méně odolné buněčné blány, tudíž se dobře nezakonzervují. Dalším závažným faktorem při posuzování mohou být tzv. plodná léta vedoucí k možnému zvýhodnění dané rostliny.

Aby se dosáhlo co nejmenšího zkreslení reality, využívá se vedle palynologické analýzy ještě analýza nalezených makrozbytků (plody, semena, kůra, listy...).

Vývoj flóry střední Evropy ve čtvrtohorách

Nejstarší kvartér (před 1,8 miliony let) začal ochlazením. Druhově bohaté smíšené lesy s prvky náročnějších dřevin (tisovec, liliovník, ořechovec, jedlovec, korkovník) byly nahrazeny mnohem odolnějšími porosty s převahou jehličnanů (borovice, Pinus; smrk,

Picea), střídajících se s volnými plochami. Pro chladná období pleistocénu jsou charakteristické borovice, smrky, břízy, vrby, topoli. Při velkých ochlazeních provázených rozsáhlým zaledněním Evropy ustupovaly teplomilné prvky daleko na jih nebo zmizely a nezaledněnou část střední Evropy ovládaly hlavně studené kontinentální stepi, popřípadě tundry. Stepím dominují druhy čeledi merlíkovité, chrpy, pelyňky, různé světlomilné keříčky, místy snad taky trávy. Na některých místech se udržovaly zakrslé břízy a borovice.

Teplá období se vyznačovala duby, lípami, buky, jilmy, jasany, olšemi, javory, habry. V klimatickém optimu interglaciálu dosahovaly průměrné teploty nejteplejšího měsíce o 2-3 °C více než dnes, takže i zimy byly mnohem mírnější. Pleistocén končí posledním glaciálem.

Počátek holocénu (před 10 500 lety) je charakterizován postupným oteplením a zalesněním. Rychle se šíří líska, stále více se prosazují smíšené doubravy s hojným jilmem, lípou a olší. Stepí se zachovávají jako menší ostrovy jen v nejsušších oblastech. V hornatých oblastech na východě střední Evropy se stále více rozšiřuje smrk, v jižnějších oblastech se objevuje jedle a buk. Později dochází k výraznému ústupu borovice a lísky, ve vyšších polohách se snižuje horní hranice lesa. Nejmladší období (subrecent – 600 n. l. až současnost) je silně ovlivněno lidským osídlením pronikajícím do oblastí dříve nezalesněných. Na vzestupu jsou opět světlomilné dřeviny jako dub, líska, olše, místy i borovice. Šíří se smrk, na pastvinách jalovec a byliny vázané na otevřené plochy, jež mohou pronikat i tam, kde pro ně nejsou přirozené podmínky. Středověké kácení lesů zasahuje zalesněné horské oblasti a vede k vysoušení. Nejnovější doba je ve znamení rozmachu umělých lesních kultur, které změnily rozsáhlé oblasti a zcela potlačily původní květenu. Jedná se zejména o kultury borovice, smrku, v některých teplejších oblastech pak akátu.

8.5. Pretesty, posttesty

Pretest 1, posttest1

1. Do jakých tří skupin se v současné době rozdělují všechny živé organismy?
 2. Jaký je *původ mitochondrií*? (Jak vznikly?)
 3. Jaký je *původ chloroplastů*? (Jak vznikly?)
 4. Vysvětli termín *endosymbióza*.
 5. V jakých buněčných organelách je uložen genom buňky? (genom = soubor molekul DNA)?
-

6. Do jakých tří skupin se v současné době rozdělují všechny buněčné organismy?
 - a) Eukaryota, Prokaryota, Viry
 - b) Rostliny, živočichové, houby
 - c) Eukaryota, Eubacteria (Bakteria), Archaeobakteria
 - d) Eukaryota, prvoci, houby
7. Jaký je *původ mitochondrií v buňce*?
 - a) Mitochondrie vznikla z volně žijící bakterie, kterou pohltila dávná eukaryotní buňka.
 - b) Mitochondrie se vytvářela v eukaryotní buňce „de novo“ (nově, od počátku) stejně jako ostatní organely.
 - c) Mitochondrie je původem spora houby, kterou pohltila eukaryotní buňka a přetvořila ji do současné podoby.
 - d) Žádná z těchto odpovědí není správná.
Správná odpověď:.....
8. Jaký je *původ chloroplastů*?
 - a) Chloroplast se vytvořil v eukaryotní buňce „de novo“.
 - b) Chloroplast je původem virový patogen, kterého si napadená buňka přetvořila do současné podoby.
 - c) Chloroplast vznikl z volně žijící sinice, kterou pohltila dávná eukaryotní buňka.
 - d) Žádná z těchto odpovědí není správná.
Správná odpověď:.....
9. Co označuje *endosymbióza*?
 - a) Vztah dvou organismů, kdy jeden žije na povrchu toho druhého a škodí mu.
 - b) Vztah dvou vedle sebe žijících organismů, kteří si navzájem pomáhají, např. rostlina a opylovač.
 - c) Soužití dvou organismů, z nichž jeden žije uvnitř těla toho druhého.
 - d) Endosymbióza = parazitismus.
10. Vyber (podtrhni) z nabídky organely, v nichž je uložena DNA buňky.

Golgiho komplex mitochondrie ribozomy jádro lysozomy chloroplasty
peroxizomy endoplazmatické retikulum

ŘEŠENÍ:

1. Eukaryota, Bakterie (Eubakterie), Archebakterie
2. Bakterie byla pohlcena předkem dnešní eukaryotické buňky
3. Eukaryotní buňka pohltila sinici
4. Endosymbióza označuje soužití dvou organismů, z nichž jeden žije uvnitř těla toho druhého
5. Jádro, mitochondrie, plastidy (chloroplasty)
6. C
7. A
8. C
9. C
10. Mitochondrie, jádro, chloroplasty.

1. Jak se nazývá typ difuze, při níž přestupuje rozpouštědlo (nejčastěji voda) přes polopropustnou membránu z prostoru s méně koncentrovaným roztokem do prostoru s více koncentrovaným roztokem?
2. Co znamená pojem *osmoregulace*?
3. Co označuje pojem *hypertonické prostředí*?
4. Co označuje pojem *hypotonické prostředí*?
5. Vyjmenuj alespoň 3 orgány, které se u suchozemských obratlovců podílejí na udržování konstantního objemu vody v těle? (Tzn., zabraňují jejím nadměrným ztrátám nebo hromaděním.)

6. Co je *osmóza*?

- a) výměna tepla mezi organismem a prostředím
- b) přestup vody přes polopropustnou membránu z prostředí s menší koncentrací rozpuštěných látek do prostředí s vyšší koncentrací rozpuštěných látek
- c) přestup vody přes polopropustnou membránu z prostředí s vyšší koncentrací rozpuštěných látek do prostředí s nižší koncentrací rozpuštěných látek
- d) výměna CO₂ a O₂ přes plicní epitel

7. Vyber správnou charakteristiku pojmu *osmoregulace*?

- a) děj, při němž se pomocí vody udržuje stálá teplota těla organismu
- b) obranyschopnost organismu
- c) proces, při němž tělo udržuje konstantní množství kyslíku a oxidu uhličitého v těle
- d) proces uvnitř těla organismu, který zajišťuje v tělních tekutinách přibližně stále stejné množství vody a iontů

8. *Hypertonické prostředí obklopující buňku označuje:*

- a) prostředí s vyšším obsahem iontů, v němž buňka vodu *ztrácí*
- b) prostředí s vyšším obsahem iontů, v němž buňka vodu *přijímá*
- c) prostředí s nižším obsahem iontů, v němž buňka vodu *ztrácí*
- d) prostředí s nižším obsahem iontů, v němž buňka vodu *přijímá*

9. *Hypotonické prostředí obklopující buňku označuje:*

- a) prostředí s vyšším obsahem iontů, v němž buňka vodu *ztrácí*
- b) prostředí s vyšším obsahem iontů, v němž buňka vodu *přijímá*
- c) prostředí s nižším obsahem iontů, v němž buňka vodu *ztrácí*
- d) prostředí s nižším obsahem iontů, v němž buňka vodu *přijímá*

10. Podtrhni z nabídky 3 orgány, které se nejvíce podílejí na udržování konstantního objemu vody v těle.

játra plíce svaly kosti ledviny žlučník kůže gonády

ŘEŠENÍ:

1. Osmóza
2. Osmoregulace – regulace osmotického tlaku
- regulace koncentrace iontů a objemu vody
3. Hypertonické prostředí – prostředí s vyšším obsahem iontů (osmoticky aktivních látek) oproti zkoumané buňce
4. Hypotonické prostředí – prostředí s nižším obsahem iontů
5. Možnosti: ledviny, kůže, plíce, hypothalamus
6. B
7. D
8. A
9. D
10. Plíce, ledviny, kůže

1. Čím se zabývá vědní obor *biogeografie*?
 2. Vysvětli pojem *endemit*?
 3. Co označuje pojem *relikt*?
 4. Co označuje pojem *speciace*?
 5. Jaké opakující se klimatické cykly (změny) odehrávající se ve čtvrtohorách výrazně ovlivnily rozšíření živočichů a velikost jejich areálů?
-

6. Čím se zabývá *biogeografie*?

- a) studuje vznik a vývoj krajinných prvků, přírodních či uměle vytvořených člověkem
- b) zabývá se rozšířením organismů na Zemi, vznikem a vlastnostmi jejich areálů
- c) studuje proces reprodukce lidských populací
- d) zabývá se sestavováním map důležitých pro zobrazení zemského povrchu

7. Pojem *endemit* označuje:

- a) organismus (taxon), který se vyskytuje pouze na určitém území a nikde jinde
- b) rostliny rostoucí na jiných rostlinách, ale vyživující se samostatně
- c) půdní společenstvo
- d) organismy rozšířené jen v oblasti rovníku

8. Pojem *relikt* označuje:

- a) biom vyznačující se pouštními klimatickými podmínkami
- b) druh rostliny nebo živočicha, který se zachoval na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření
- c) organismus (taxon), který se vyskytuje pouze na určitém území a nikde jinde
- d) pouze savce vyskytující se v Austrálii

9. Pojem *speciace* označuje:

- a) geologický proces, při němž vznikají nové krajinné prvky
- b) schopnost rostlin šířit se na dlouhé vzdálenosti
- c) střídání gametofytu a sporofytu u mechů
- d) evoluční proces vzniku nových druhů

10. Jaké klimatické cykly odehrávající se ve čtvrtohorách výrazně ovlivnily rozšíření živočichů a velikost jejich areálů?

- a) limnické biocykly
- b) střídání chladných a suchých dob ledových s teplejšími a vlhčími dobami meziledovými
- c) různé klimatické cykly, během nichž však nedocházelo ke změnám v rozšíření živočichů
- d) žádné cykly, během čtvrtohor se udržovalo konstantní klima

ŘEŠENÍ:

1. Biogeografie – vědní obor zabývající se rozšířením organismů na Zemi (prostorový výskyt taxonů, společenstev,.....)
- studuje rozdělení biodiverzity v prostoru a čase
2. Endemit – organismus (druh), který vznikl a je rozšířen jen na určitém omezeném území a nikde jinde se nevyskytuje
3. Relikt - taxony, které byly kdysi rozšířeny na větším území a do současnosti se z někdejšího areálu zachovaly už jen zbytky
- taxony, které se zachovaly z dávných dob vývoje přírody
4. Speciace – evoluční proces vzniku nových druhů
- štěpení linií
5. Střídání dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů)
6. B
7. A
8. B
9. D
10. B

1. **Jak staré jsou čtvrtohory a na které dvě období se rozlišují?**
2. **Jaké opakující se klimatické cykly (změny) odehrávající se ve čtvrtohorách výrazně ovlivnily vývoj a rozšíření flóry (nejen) v ČR?**
3. **Analýzou přírodních materiálů získaných ze sedimentů je možné usuzovat, jak se vegetace formovala do současné podoby. Jaký nalezený rostlinný materiál se v sedimentech uchovává velmi dlouhou dobu a nejvíce se využívá ke studiu historického vývoje flóry?**
4. **Co označuje pojem rostlinný relikť?**
5. **Co označuje pojem rostlinný endemit?**

-
6. **Jak staré jsou čtvrtohory, a na která dvě období se rozlišují?**
 - a) asi 2 miliony let, zahrnují terciér a kvartér
 - b) asi 6 milionů let, zahrnují křídú a juru
 - c) asi 2 miliony, zahrnují pleistocén a holocén
 - d) asi 15 000 let, zahrnují pleistocén a holocén
 7. **Jaké opakující se klimatické cykly (změny) odehrávající se ve čtvrtohorách výrazně ovlivnily vývoj a rozšíření flóry (nejen) v ČR?**
 - a) monzunové cykly
 - b) střídání chladných a suchých dob ledových s teplejšími a vlhčími dobami meziledovými
 - c) různé klimatické cykly, během nichž však nedocházelo ke změnám v rozšíření vegetace
 - d) žádné cykly, během čtvrtohor se udržovalo konstantní klima
 8. **Jaký nalezený rostlinný materiál se v sedimentech uchovává velmi dlouhou dobu v téměř nezměněné podobě a nejvíce se využívá ke studiu historického vývoje flóry?**
 - a) pylová zrna
 - b) zdřevnatělé stonky
 - c) kořenový systém
 - d) otisky listů
 9. **Co označuje pojem rostlinný relikť?**
 - a) biom, v němž se vyskytují pouze rostliny
 - b) druh rostliny, který se zachoval na malém území jako pozůstatek dřívějšího velkého rozšíření
 - c) rostlinu, která se vyskytuje pouze na určitém území a nikde jinde
 - d) vymřelé rostlinné druhy

10. Co označuje pojem rostlinný endemit?

- a) vegetaci vyskytující se pouze v deštných pralesech
- b) rostliny rostoucí na jiných rostlinách, ale vyživující se samostatně
- c) půdní společenstvo
- d) rostlinu, která se vyskytuje pouze na určitém území a nikde jinde

ŘEŠENÍ:

- 1. Čtvrtohory – stáří přibližně 2 miliony let (podle různých zdrojů 3 – 1,8 milionů let)
- 2. Střídání dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů)
- 3. Pylová zrna
- 4. Rostlinný relikv – taxony rostlin, které byly kdysi rozšířeny na větším území a do současnosti se z někdejšího areálu zachovaly už jen zbytky.
- taxony, které se zachovaly z dávných dob vývoje přírody
- 5. Rostlinný endemit - rostlina (druh), která vznikla a je rozšířena jen na určitém omezeném území a nikde jinde se nevyskytuje
- 6. C
- 7. B
- 8. A
- 9. B
- 10. D

8.6. Zdroje obrázků v pracovních listech

Úloha 1

- Obr. 1: **Alberts et al. 2005.** *Základy buněčné biologie*. Espero Publishing
Obr. 2: Zadání krajského kola, 42. ročník, kategorie A
Obr. 3: Zadání krajského kola, 42. ročník, kategorie A
Obr. 4: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/9/393/figure/F1?highres=y>
[cit 2011-03-05]
Obr. 5: <http://www.cod.edu/people/faculty/fancher/ProkEuk.htm> [cit 2011-03-05]
Obr. 6: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/Chlorophyta> [cit 2011-03-05]
Obr. 7: Zadání krajského kola, 42. ročník, kategorie A
Obr. 8: Autorské schéma

Úloha 2

- Obr. 1: <http://www.biology.arizona.edu/biochemistry/tutorials/chemistry/page3.html>
[cit 2011-04-12]
Obr. 2: Zadání krajského kola, 41. ročník
Obr. 3: Vlastní tvorba
Graf 1 a 2: Zadání krajského kola, 41. ročník
Obr. 4: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Difuze> [cit 2011-04-12]
Obr. 5: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Osm%C3%B3za.png>
[cit 2011-04-14]
Obr. 6:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Salmo_salar_CZ_distribution_grid_map_2006.png
[cit 2011-04-14]
Obr. 7: <http://www.harunyahya.com/books/science/migration/migration04.php>
[cit 2011-04-12]

Úloha 3

- Obr. 1: Zadání krajského kola, 39. ročník, kategorie B
Obr. 2: Zadání krajského kola, 39. ročník, kategorie B
Obr. 3: Zadání krajského kola, 39. ročník, kategorie B
Obr. 4: Zadání krajského kola, 39. ročník, kategorie B
Obr. v otázce 4a: <http://piskovna-jh.ic.cz/obojzivelnici.html> [cit 2011-06-17]
<http://kolibos.rajce.idnes.cz/Obojzivelnici/> [cit 2011-06-17]
Obr. 5: www.freeusandworldmaps.com/html/World_Projections/WorldPrint.html
[cit 2011-06-17]
Obr. v otázce 6b: **Papáček, M. 2002.** *Zoologie*. Praha: Scientia
Obr. 6: **Rosypal, S. 2003.** *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia

Úloha 4

- Obr. 1: <http://www.paldat.org/index.php?nav=s3#> [cit 2011-09-04]
Obr. 2: <http://hq.scisdragons.net/passportclub/how-it-works/2011-2012-study-maps>
[cit 2011-09-04]
Obr. 3: http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Illustration_Corylus_avellana0_clean.jpg
[cit 2011-09-04]
Obr. 4: http://www.medin.cz/images/cz/engine/mapa_cr.gif [cit 2011-09-04]
Obr. 5: http://mapasveta.info/svet/mapa_sveta_slepa_mapa.html [cit 2011-09-04]
Řešení otázky 10a: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:800px-Map-Tundra.png>
[cit 2011-09-04]