

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Výtrusné cévnaté rostliny ve výuce biologie na středních školách

Diplomová práce

Bc. Martina Suchánková

Studijní program: Matematika

Studijní obor: Matematika – Biologie

Forma studia: prezenční

Olomouc 2015

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně dle metodických pokynů vedoucího práce a na základě uvedené literatury.

V Olomouci dne

Podpis:.....

Bc. Martina Suchánková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především vedoucímu práce, panu PaedDr., Ing. Vladimíru Vinterovi, Dr. za jeho trpělivost a cenné rady při tvorbě této diplomové práce.

Další dík patří panu Bořivoji Malcovi, který mi ochotně pomohl při hledání a fotodokumentaci plavuňovitých a také mým blízkým, kteří mě podporovali.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora:	Martina Suchánková
Název práce:	Výtrusné cévnaté rostliny ve výuce biologie na středních školách
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra botaniky, PřF UP
Vedoucí práce:	PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.
Rok obhajoby práce:	2015
Abstrakt:	Tato diplomová práce obsahuje přehled informací o výtrusných cévnatých rostlinách, zvláště pak o recentních rostlinách této skupiny, které se vyskytují na území České republiky. Její praktická část je zaměřena didakticky na prezentování této skupiny na školách středoškolského typu. Jsou zde popsány didaktické typy – vybraní zástupci skupin, které mohou žáci pozorovat v přírodě, dále jsou zde zpracována praktická cvičení, která se mohou zařadit do výuky. Součástí diplomové práce je také CD s výukovou prezentací. Nedílnou součástí práce jsou i fotografie významných zástupců výtrusných rostlin.
Klíčová slova:	kaprad'orosty, systém a vývoj, fotodokumentace, didaktika biologie
Počet stran:	97
Počet příloh:	2
Jazyk:	Čeština

Bibliographic identification:

Autor's first name and surname: Martina Suchánková

Title: Pteridosperm vascular plants in biology education
in secondary schools

Type of thesis: Master Thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science,
Palacký Univerzity in Olomouc

Supervisor: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

The year of presentation: 2015

Abstract: This master thesis contains summary of informations about pteridosperm vascular plants, especially about recent plants of this group, that occur in the Czech Republic. The practical part is didactically focused on presenting of this group on secondary schools. There are described didactic types – selected representatives of groups, that students can observe in nature, there are also prepared practical exercises, that may be incorporated into teaching. CD with educational presentation is also part of this thesis. Furthermore, it includes photographs of important representatives of pteridosperms vascular plants.

Keywords: pteridosperms, systematic and evolution,
photographs, didactic of biology

Number of pages: 97

Number of appendices: 2

Language: Czech

Obsah

1. Cíle práce	- 9 -
2. Teoretická část a přehled literatury	- 10 -
2.1. Obecná charakteristika výtrusných cévnatých rostlin	- 10 -
2.2. Hospodářský význam kapradin	- 11 -
2.3. Systematické členění a evoluce výtrusných tracheofyt	- 11 -
2.3.1 Systematické členění s přihlédnutím k výuce.....	- 15 -
2.4. Botanická charakteristika jednotlivých skupin.....	- 17 -
2.4.1. Oddělení <i>Lycopodiophyta</i> – plavuně (sensu lato).....	- 17 -
2.4.2. Oddělení <i>Psilotophyta</i> – prutovky	- 20 -
2.4.3. Oddělení <i>Equisetophyta</i> – přesličky	- 21 -
2.4.5. Oddělení <i>Polypodiophyta</i> – kapradiny.....	- 24 -
2.5. Zařazení učiva o výtrusných cévnatých rostlinách do RVP	- 31 -
2.6. Vyučovací metody, organizační formy výuky a didaktické zásady	- 32 -
2.6.1. Vyučovací metody	- 32 -
2.6.2. Organizační formy výuky	- 33 -
2.6.3. Didaktické zásady	- 34 -
2.7. Didaktické testy	- 34 -
3. Materiál a metodika práce.....	- 36 -
3.1. Sběr materiálu.....	- 36 -
3.2. Mikroskopování.....	- 36 -
3.3. Fotografování.....	- 37 -
3.4. Vypracování didaktických materiálů.....	- 37 -
4. Výsledky	- 38 -
4.1. Anatomie a morfologie výtrusných cévnatých rostlin.....	- 40 -
4.1.1. Anatomie a morfologie plavuní.....	- 40 -
4.1.2. Anatomie a morfologie přesliček	- 41 -

4.1.3.	Anatomie a morfologie kapradin.....	- 42 -
4.2.	Životní cykly výtrusných cévnatých rostlin	- 43 -
4.2.1.	Životní cyklus izosporických plavuní.....	- 43 -
4.2.2.	Životní cyklus homoiosporických přesliček	- 44 -
4.2.3.	Životní cyklus izosporických kapradin.....	- 45 -
4.3.	Didakticky významní zástupci.....	- 46 -
4.4.	Laboratorní cvičení.....	- 67 -
4.5.	Jiné aktivity do hodiny	- 78 -
4.6.	Didaktický test.....	- 80 -
4.6.1.	Bodové hodnocení didaktického testu a odpovídající klasifikace	- 80 -
5.	Diskuze	- 87 -
6.	Závěr	- 90 -
7.	Literatura.....	- 92 -
8.	Příloha 1	- 95 -

Úvod

S výtrusnými cévnatými rostlinami se můžeme setkat ve flóře ČR poměrně často, i když jsou to spíše nenápadné rostliny, které netvoří dominantní rostlinnou část ekosystémů. Právě tyto rostliny byly jedním z historických milníků v evoluci rostlinné říše, zástupci této skupiny mohou být dokonce pěstováni, aby zkrášlovali domácnosti, skleníky a zahrady, přesto je tato skupina rostlin ve výuce na střední škole dosti opomíjená. Důvodem je příliš málo hodin biologie, do kterých se musí vejít velké množství poznatků. V prvním ročníku středních škol je probírána obecná biologie, biologie virů, bakterií, protist, hub a konečně i biologie rostlin. Z toho důvodu je potřeba výuku zefektivnit, zaměřit na praktické poznatky a přiblížit ji tak žákům středních škol.

Tato diplomová práce je rozdělena do dvou částí. První část je teoretická a seznamuje tak čtenáře s tématem. Je zde uvedeno systematické členění výtrusných cévnatých rostlin, a to s přihlédnutím k novým poznatkům a zároveň k tomu, jak je obvykle tato skupina prezentována ve školách. V textu je také popsána botanická charakteristika jednotlivých skupin a jejich hospodářský význam. V této části jsou shrnuty taktéž důležité poznatky z didaktiky.

Druhá část je zaměřena prakticky. Jsou zde vytvořeny výukové karty (jednotlivé stránky) koncipované tak, aby byly přehledné a prezentovaly důležité poznatky o jednotlivých skupinách, o jejich životních cyklech, o vybraných zástupcích. Karty, věnované zástupcům výtrusných cévnatých rostlin, jsou navíc sestaveny tak, aby mohly být použity jako předloha pro vytvoření stránek e-booku. Dalším didaktickým materiálem je pracovní sešit obsahující rozmanité úkoly, které mají aktivovat žáky v hodinách a přiblížit jim probírané učivo, dále jednoduchá praktická cvičení vhodná pro výuku v laboratoři biologie. V této práci je dále vypracován didaktický test v několika variantách, který může sloužit jako předloha k možnému prověření žakových znalostí z daného tématu. V příloze na CD je pak připravená šablona výukové prezentace k tomuto tématu určená pro výuku na střední škole.

1. Cíle práce

Cíle této diplomové práce lze stručně shrnout takto:

- Vypracování literární rešerše k zadanému tématu (současné názory na systematické členění a evoluci výtrusných tracheofyt, botanická charakteristika jednotlivých skupin, ekologie, rozšíření, hospodářský význam).
- Výběr didakticky významných zástupců.
- Vytvoření detailní fotodokumentace jednotlivých rostlin – celkový vzhled rostliny, detaily morfologických struktur.
- Didaktické zpracování tématu do podoby prezentačního CD pro potřeby výuky na SŠ.
- Vytvoření pracovního sešitu do biologického praktika pro studenty středních škol.
- Konstrukce didaktického testu k problematice výtrusných cévnatých rostlin.

2. Teoretická část a přehled literatury

2.1. Obecná charakteristika výtrusných cévnatých rostlin

Cévnaté rostliny = *Tracheophytae* řadíme do podříše *Viridiplantae (Chlorobionta)*, do vývojové linie *Streptophytae*, která se dále dělí na vývojové větve *Charophytae*, *Bryophytae* a právě *Tracheophytae*. Dle vývojového stupně můžeme třídit cévnaté rostliny na psilofytní, pteridofytní, gymnospermní a angiospermní. První dva jmenované typy rostlin tvoří skupinu výtrusných cévnatých rostlin, jimiž především se budeme podrobně zabývat.

Obecně můžeme o tracheofytech říci, že jsou to fotoautotrofní rostliny, v jejichž tylakoidech se vyskytuje chlorofyl *a* i *b* (Novák et Skalický 2009). Buňky jsou diferencované, vytváří se pravá pletiva. Jednotlivými vegetativními i generativními orgány probíhá vaskulární (vodivý) systém, který je tvořen cévními svazky (odtud odvozen název). Vodivé dráhy v rostlině vznikly jako přizpůsobení se životu na souši. Cévní svazky umožňují vyšší vzrůst oproti primitivnějším skupinám rostlin (řasám a mechům). Dále je u tracheofyt vytvořena většinou pokožka s průduchy, krytá kutikulou. Ve vývojovém cyklu cévnatých rostlin se střídá pohlavní a nepohlavní fáze (tj. gametofyt a sporofyt), tedy je zde rodozměna (metageneze), přičemž v ontogenetickém vývoji sporofyt převažuje nad gametofytem (Hendrych 1979). Morfologická podobnost mezi gametofytem a sporofytem byla pouze u psilofytních rostlin, které jsou již vyhynulé (Vinter et Macháčková 2013).

Kaprad'orosty (*Pteridophyta*), zahrnující v tradičním pojetí plavuně, přesličky a kapradiny, jsou nejdokonalejšími výtrusnými cévnatými rostlinami a tvoří polymorfni skupinu. Většina zástupců je přizpůsobena životu na zemi, někteří jsou však vodní. Kaprad'orosty netvoří květy, proto jsou také řazeny mezi kryptogamní (tajnosnubné) rostliny s mechy a lišejníky. Jejich rozmnožování se děje pomocí nepohlavních výtrusů (spor), ty vyklíčí v drobný gametofyt – prvoklíček (prokel/prothallium). Gametofyt je nenápadný, lupenitý, hlízkovitý či vláknitý. Je zelený, tedy samostatně asimilující, k podkladu je přichycen díky rhizoidům. Na gametofytu se nacházejí pohlavní orgány, a to samčí pelatky (antheridia), v nichž vznikají bičíkaté spermatozoidy, a samičí zárodečníky (archegonia), ve kterých se nachází vaječná buňka (oosféra). Po splynutí, které je do jisté míry stále vázáno na vodu, z pohlavních buněk vzniká sporofyt a prvoklíček se rozpadá. Zygota se vyvíjí v embryo a to v rostlinu, která má dobře vyvinutý kořen, osu (stonek) a listy, na jejichž spodní straně se ve výtrusnicích (sporangiích) nachází výtrusy (spory). Listy s výtrusy nazýváme sporofyly, asimilační listy pak trofofyly. Někteří zástupci mají listy, které jsou určené k asimilaci a

zároveň nesou sporangia, takové listy nazýváme trofosporofyly. Kaprad'orosty jsou především u nás polostinné až stínomilné rostliny, nejčastěji se s nimi tedy setkáme v hlubokých, hustých a vlhkých lesích, především v jehličnatých, případně smíšených (Balabán 1960).

2.2. Hospodářský význam kapradin

Skupina výtrusných cévnatých rostlin je významná především z evolučního a geologického hlediska. V karbonu dala vzniknout černému uhlí, které je i na našem území těženo dodnes. Kromě toho se některé kapradiny využívaly v léčitelství proti parazitům. Při předávkování však hrozila i smrt, a proto se od tohoto užití ustoupilo (Dvorský 2009). V lékařství se ale můžeme setkat s plavuní vidlačkou, jejíž výtrusy se někdy užívají jako pilulkové konspergens (Novák 1950). Kromě toho jsou tyto výtrusy hořlavé, a proto se používaly pro světelné efekty (Mrázek 2010).

Kapradiny především bývají také vysazovány do polostinných až stinných zahrad, parků a skleníků, některé druhy lze pěstovat i v bytě. Můžeme se dokonce setkat i s různými kultivary, např. u papratky samičí. Oddenky osladiče obecného jsou pak využívány v zahradnictví jako přísada do substrátů. Navíc se jich také užívalo k léčení plicních chorob (Hoskovec 2007).

Výtrusné cévnaté rostliny hrají svou roli také v různých ekosystémech. Kapradiny rostoucí v trsech zabraňují vysychání. Ušchlé listy přispívají k tvorbě humusu. Odumírající kořeny pak napomáhají prokypření půdy. Některé druhy můžeme najít na skalách nebo ve skalních puklinách, kde pomáhají udržet humusovou vrstvu a umožňují tak zde případný růst semenných rostlin. Některé druhy kaprad'orostů jsou přizpůsobeny i jiným ekologickým podmínkám, například hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*) je často jediným zeleným pokryvem bylinného vzrůstu v sušších borech (Balabán 1960).

2.3. Systematické členění a evoluce výtrusných tracheofyt

Třídění organismů a vytváření systémů je velmi starou disciplínou. Již před naším letopočtem byly snahy o vytvoření umělé soustavy, nejprve na základě morfologie. Umělé systémy měly za úkol rostliny roztrždit podle některých relativně jednoduchých kritérií (např. kvetoucí a nekvetoucí rostliny). Mezi lety 1686 a 1704 sepsal John Ray dílo *Historia plantarum*, ve kterém se rostliny dělí na *Imperfectae* (zahrnující řasy, houby, mechorosty a výtrusné cévnaté rostliny) a *Perfectae* (semenné rostliny). Později se objevuje snaha o vytvoření přirozených systémů na základě přezkoumání většího souboru znaků. Například roku 1789 byl publikován systém s názvem *Genera plantarum*, který sepsal francouzský

botanik Antoine Laurent de Jussieu. Ten rozdělil rostliny na *Acotyledones* (bezděložné), tato skupina zahrnovala rostliny od řas po kapradiny, dále *Monocotyledones* a *Dicotyledones*.

Na přirozené systémy navazuje soustava s fylogenetickými rysy Pavla F. Gorjaninova z roku 1834, v níž systém rostlin zahrnuje čtyři skupiny: *Sporophorae* – houby, lišejníky, mechorosty, plavuně, přesličky, kapradiny; *Pseudospermae* – nahosemenné; *Coccophorae* – krytosemenné jednoděložné a *Spermophorae* – dvouděložné. Tento botanik také jako první zavedl roku 1841 označení *Pteridophyta* – tedy kaprad'orosty. Gorjaninov se domníval, že původ *Cycadophyt* je mezi kapradinami, což byla velmi pokroková myšlenka. Další systémy již byly ovlivněny Darwinovou evoluční teorií, se kterou předstoupil roku 1859. Snahou následujícího systému tedy bylo seřadit rostliny od jednodušších – původních ke složitějším a dokonalejším.

Roku 1864 byl publikován systém německého botanika Alexandra Brauna. Ten zařadil do prvního stupně řasy, lišejníky a houby a nazval je *Bryophyta*, druhý stupeň tvořila *Cormophyta*, která zahrnovala plavuně, přesličky a kapradiny, třetí stupeň – *Anthophyta* byl pak rozčleněn na *Gymnospermae* a *Angiospermae*. I tento botanik předpokládal odvozenost cykasovitých typů od kapradin, přestože objev fosilií semenných kapradin byl učiněn až roku 1883 slovenským paleontologem Dionýzem Štúrem. V dalších systémech se postavení výtrusných cévnatých rostlin také příliš neměnilo. Spíše byl problém určit příbuznost blízkých skupin. Například roku 1911 vyčlenil Richard Wettstein vyšší rostliny – *Cormophyta* a ty dělil dále na *Archeogoniatae* (zahrnující *Bryophyta* a *Pteridophyta*) a *Anthophyta* (Hendrych 1979).

Postupný trend vyžadující změnu výzkumných metod dále prosazoval kladistiku, která je postavená na principu monofylie. Monofyletický taxon zahrnuje všechny potomky společného předka na rozdíl od parafyletického taxonu, který spolu s některým dalším taxonem měl společného předka. Kladistika se začíná prosazovat koncem 80. let minulého století. Společně s molekulární systematikou vytlačuje předchozí systémy. Základem pro molekulární systematiku je porovnávání určitých úseků DNA (resp. RNA), konkrétně genových sekvencí v těchto úsecích. Díky molekulárním datům se tedy daří potvrdit či poopravit stávající systémy, zařadit problematické skupiny a nebo skupiny, které byly příliš odlišné a specifické z morfologického hlediska.

Jeden ze starších systémů můžeme najít v Květeně ČSR (1988). Zde se dělí výtrusné cévnaté rostliny do tří oddělení, a to *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta* a *Polypodiophyta*. Další členění je znázorněno v následujícím schématu.

Schéma členění výtrusných cévnatých rostlin dle Květeny ČSR:

Lycopodiophyta

Lycopodiales

Huperziaceae

Lycopodiaceae

Selaginellales

Selaginellaceae

Isoëtales

Isoëtaceae

Equisetophyta

Equisetales

Equisetaceae

Polypodiophyta

Ophioglossales

Ophioglossaceae

Osmundales

Osmundaceae

Hymenophyllales

Hymenophyllaceae

Polypodiales

Cryptogrammaceae

Sinopteridaceae

Hypolepidaceae

Thelypteridaceae

Aspleniaceae

Athyriaceae

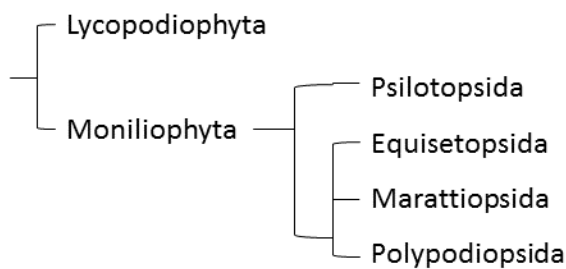
Aspidiaceae

Blechnaceae

Polypodiaceae

Marsileales
 Marsileaceae
 Salviniiales
 Salviniaceae
 Azollaceae

Kladistické studie recentních druhů potvrdily, že plavuně se vyvíjely odděleně od dalších větví cévnatých rostlin. Ostatní výtrusné cévnaté rostliny se dle moderních názorů řadí do skupiny *Moniliophyta* (tedy kaprad'orosty bez plavuní). Moniliofyty se dále rozpadají do 4 tříd, a to *Psilotopsida*, *Equisetopsida*, *Marratiopsida* a *Polypodiopsida* (Hrouda 2008).



Obrázek č. 1: členění výtrusných cévnatých rostlin podle molekulárních analýz

Trochu jiný systém můžeme najít v publikaci od Mártonfiho (2007). Zde najdeme taktéž dvě oddělení – *Lycopodiophyta* a *Moniliophyta*. Druhé oddělení je členěno do 5 řádů: *Psilotales*, *Ophioglossales*, *Marattiales*, *Equisetales* a *Polypodiales*, tento systém se tedy poněkud liší od předchozího, neboť vyčleňuje *Ophioglossales* do samostatného řádu. Řád *Polypodiales* zahrnuje všechny leptosporangiátní druhy.

Schéma systému recentních zástupců výtrusných cévnatých rostlin dle Mártonfiho:

Lycopodiophyta

Lycopodiales
 Lycopodiaceae
 Selaginellaceae

Moniliophyta

Psilotales
 Ophioglossales
 Marattiales
 Equisetles
 Equisetaceae

Polypodiales

Dennstaedtiaceae

Aspleniaceae

Woodsiaceae

Dryopteridaceae

Polypodiaceae

Podobný systém jako Mártonfi uvádí také Simpson (2010), u něj jsou však řády v rámci moniliofyt odlišně uspořádány. Nejprve do systému řadí *Equisetales*, *Marattiales* a *Polypodiales*. Od těchto řádů se částečně evolučně vzdalují *Ophioglossales* a *Psilotales*, které tvoří sesterské skupiny.

Počátky evoluce kaprad'orostů jsou odhadovány na dobu přibližně před 400 miliony let, ze spodního devonu máme fosilní záznamy. Ve svrchním devonu jsou již rozlišeny základní skupiny – plavuně, přesličky i kapradiny. Největší rozmach nastal v karbonu, kdy kaprad'orosty byly stromovitého vzrůstu a tvořily celé pralesy, po jejich úhynu pak daly vzniknout kamennému uhlí. Později začaly být kaprad'orosty vytlačovány nahosemennými rostlinami, v křídě pak krytosemennými. Recentní druhy jsou jen malým zlomkem tehdejších druhů (Kremer et Muhle 1998).

2.3.1 Systematické členění s přihlédnutím k výuce

Přestože molekulární analýzy ukazují na částečně odlišné příbuzenské vztahy, v učebnicích se setkáváme s členěním systému, které je didakticky zjednodušeno a přizpůsobeno. S přihlédnutím jak k současným názorům na systematické členění, tak k didaktickému hledisku jsem v následujícím textu vytvořila vlastní třídění výtrusných tracheofyt, které je znázorněno na následujícím schématu.

Schéma systému použitého v této práci:

Lycopodiophyta

Drepanophycopsida

Protolepidodendropsida

Cyclostigmatopsida

Lepidodendropsida

Lycopodiopsida

Selaginellopsida

Isoëtopsida

Psilotophyta

Equisetophyta

Hyenopsida

Hyeniales

Pseudoborniales

Sphenophyllopsida

Equisetopsida

Calamitales

Equisetales

Polypodiophyta

Protopteridiales

Marattiales

Ophioglossales

Osmundales

Hymenophyllales

Salviniales

Cyatheales

Polypodiales

Poznámka: šedě – vyhynulé skupiny

Některé druhy výtrusných cévnatých rostlin jsou u nás více nebo méně ohrožené, je zde proto uveden přehled kategorií dle červeného a černého seznamu International Union for Conservation of Nature (IUCN), jehož zkratky jsou uvedeny v následujícím textu.

Černý seznam – A (IUCN: extinct = EX)

A1 Vyhynulé (EX) – tyto druhy nebyly na daném území dlouhodobě pozorovány, a to i na jejich dobře známých lokalitách (přibližně 50 let a více).

A2 Nezvěstné (pravděpodobně vyhynulé) (EX?) – tyto druhy nebyly pozorovány asi 20-30 let na svých známých lokalitách, někdy proto, že jsou to druhy nevýrazné a může dojít k jejich přehlédnutí.

A3 Nejasné případy vyhynulých a nezvěstných (?EX?) – u těchto druhů chybí dostatečné důkazy o jejich nepřítomnosti, někdy způsobeno chybami při určování, tyto druhy je potřeba přezkoumat.

Červený seznam – C Taxony různého stupně ohrožení

C1 Kriticky ohrožené (IUCN: critically endangered = CR) – druhy které se vyskytují jen na velmi malém počtu lokalit, tato stanoviště jsou většinou výjimečná svými ekologickými podmínkami, jde o podstatně ohrožené druhy

C2 Silně ohrožené (IUCN: endangered = EN) – do této skupiny patří druhy, jejichž populace se prokazatelně zmenšují nebo klesá jejich hustota na většině území, počet lokalit, kde se daný druh vyskytuje, je také spíše nízký (asi 5-20)

C3 ohrožené (IUCN: vulnerable = VU) – u druhů je pozorován dlouhodobý ústup, dílčí populace se mohou zmenšovat nebo mizet

C4 Vzácnější taxony vyžadující další pozornost (IUCN: lower risk + data deficient = LR + DD)

C4a Vzácnější taxony – méně ohrožené (IUCN: lower risk = LR) – v brzké době se očekává ústup těchto druhů

C4b Vzácné taxony – dosud nedostatečně prostudované (IUCN: data deficient = DD) – je potřeba prostudovat ohroženost těchto druhů

Od roku 2012 dále přibylo pro kategorie C1 a C2 dooznačení druhů podle toho, proč do těchto kategorií byly zařazeny. Použít tak můžeme označení **r** pro vzácné taxony – vzácnost, **t** pro taxony, které postupně mizí – trend, poslední písmeno je **b** pro kombinaci vzácnosti i trendu (Grulich 2012).

Přehled ohrožených druhů výtrusných cévnatých rostlin vypracovaný dle Procházky a Grulicha viz příloha 1.

2.4. Botanická charakteristika jednotlivých skupin

2.4.1. Oddělení *Lycopodiophyta* – plavuně (sensu lato)

Plavuně známe již ze siluru, jejich rozmanitost začala vzrůstat ve svrchním devonu, největší rozvoj nastal v karbonu. Vývojově navazují plavuně pravděpodobně na

Zosterophyllophyta, skupinu prvních suchozemských rostlin. Vyhynulé druhy plavuní byly i stromového vzrůstu, dnes se však setkáme pouze se zástupci bylinného charakteru. Stonek je nečláňovaný a plný, vidličnatě nebo pseudomonopodiálně větvený (tzn., že jedna větev je hlavní a druhá vedlejší). Typ stéle je různý, od protostéle, přes aktinostéle, sifonostéle až po eustéle. Oddenek je často plazivý hustě pokrytý drobnými listy, zde je pozorovatelné plektostéle. Čárkovité listy bývají uspořádány ve spirále, jsou-li listy spíše šupinovité, můžeme pozorovat pravidelné rozmístění do čtyř řad. V listech je pouze jednoduchý cévní svazek, tento typ listu nazýváme mikrofylní. U plavuní můžeme najít jak rozlišené trofofyly a sporofyly, tak i trofosporofyly. Sporangia jsou tlustostěnná (eusporangiální), nachází se jednotlivě na svrchní straně při bázi listů a praskají příčnou štěrbinou. Sporofyly, případně trofosporofyly se obvykle seskupují do oddělených souborů – vrcholových klasů – strobilů. U plavuní se také někdy vyskytuje pajazýček (lingula), který je derivátem epidermis a nachází se v jamce na svrchní straně při bázi listů. Druhy, které tento pajazýček mají, označujeme jako lingulární, v opačném případě jsou druhy elingulární. Dnes jsou plavuně rozšířeny po celé Zemi, zejména v tropech.

Životní cyklus plavuní probíhá dvěma způsoby, záleží na rozlišení spor. V případě, že jsou spory tvarově i funkčně nerozlišené, jde o izosporii. V takovém případě zralý výtrus vzniklý meiózou (počátek gametofytu) vyklíčí v prokel (prothallium), který je jednodomý a oboupohlavný, takže se na něm vytváří jak archeogonia, tak antheridia. V antheridiích vznikají spermatozoidy (biciliární nebo polyciliární), které později splynou s oosférou. Zde začíná fáze sporofytu – nejprve jde o zygotu, ze které vzniká embryo a nakonec samotná plavuňovitá rostlina. Pokud jsou však spory rozlišené, mluvíme o heterosporii. Ta je vývojově odvozenější (u semenných rostlin je pouze tento typ). U heterosporie tedy rozlišujeme dva typy výtrusů, obvykle menší mikrospory (samčí spory), které vznikají v mikrosporangiu, a větší megaspory (samičí spory) z megasporangia. Mikrospory klíčí v mikroprothallium, na němž se utváří antheridium a v něm vznikají spermatozoidy. Z megaspory vzniká megaprothallium, které neopouští blánu výtrusu. Na megaprothalliu se vyvinou archeogonia a v nich oosféra. Po splynutí spermatozoidu a oosféry opět nastává sporofytická fáze (zygota, embryo, vlastní rostlina).

Oddělení *Lycopodiophyta* zahrnuje sedm tříd: *Drepanophycopsida*, *Protolpidodendropsida*, *Cyclostigmatopsida* a *Lepidodendropsida* jsou třídy, jejichž zástupci jsou již vyhynulí, dále *Lycopodiopsida*, *Selaginellopsida* a *Isoëtopsida*.

Třída *Drepanophycopsida*

Zástupci této skupiny tvořili přechod mezi telomovými rostlinami a plavuněmi a ještě neměli všechny znaky plavuní. Z fosilních záznamů šlo o byliny s dichotomickým větvením, se silnými stonky s protostélickou stavbou. Listy byly šupinovité. Kulovité výtrusnice se nacházely na svrchní straně listů při bázi a byly eusporangiátní. Zástupci této skupiny byli elingulátní a měli nerozlišené výtrusy (izosporie). Dle nalezených a pojmenovaných fosilií sem řasíme rod *Drepanophycus* a *Baragwanathia*.

Třída *Protolpidodendropsida*

Zástupci této třídy připomínaly již dnešní plavuně. Kromě bylin se do této skupiny řadí i zástupci stromovitého vzrůstu, šlo však spíše o nízké stromy, větvení bylo dichotomické. Někteří zástupci byly elingulátní, jiní lingulátní. Rozmnožování se děje izosporicky. Řadíme sem rod *Protolpidodendron* a *Barrandeina*.

Třída *Cyclostigmatopsida*

Tato třída zahrnuje pouze jednoho zástupce – *Cyclostigma*. Šlo o strom dorůstající až 8 metrů výšky.

Třída *Lepidodendropsida*

Zástupci této třídy měli stromovitý vzrůst a utvářeli karbonské pralesy. Objevuje se zde poprvé bipolární růst – rostou i kořeny, aby poskytly stromu větší stabilitu, protože stromy mohly být vysoké až 50 metrů. Řadí se sem druhy lingulátní s heterosporickým životním cyklem. Dle domněnek tyto rostliny vázaly velké množství uhlíku z atmosféry, což nejspíš zapříčinilo změnu klimatu v globálním měřítku, s úbytkem uhlíku v atmosféře přišla doba ledová, na jižní polokouli se utvořil ledovec a hladina oceánu klesla až o 200 m. To vše vedlo k vymírání. Zástupci této skupiny jsou *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Lepidocarpon*, *Lepidostrobus*, *Pleuromeia*, *Nathostiana arborea*.

Třída *Lycopodiopsida* – plavuně (sensu stricto)

Zástupci *Lycopodiopsida* jsou jednoleté nebo oddenkem vytrvalé stálezelené byliny, většinou plazivé, tropické druhy mohou být i liány. Jsou elingulátní s izosporickými sporangii. Stonek je pseudomonopodiálně větvený, hlavní větev je plazivá, slabší větev je vystoupavá až vzpřímená. V České republice se vyskytují čtyři rody – *Huperzia*, *Lycopodium*, *Lycopodiella* a *Diphasiastrum*.

Třída *Selaginellopsida* – vranečky

Vyhybní zástupci byly až stromovitěho vzrůstu, vyskytovali se již v karbonu a zvláště pak v křídě, recentní druhy této třídy jsou stálezelené vytrvalé byliny (připomínající mechy svým drobným vzrůstem) s drobnými jednožilnými listy opatřenými lingulou. Trofofyly a trofosporofyly jsou si tvarově podobné. Výtrusné klasy jsou vytvořeny, typická je zde heterosporie. V dolní části výtrusného klasu se většinou nacházejí megasporangia, v horní části mikrosporangia. Spermatozoidy jsou biciliární. Nezelené prothallium je velmi malé, neopouští blánu výtrusu. U nejdvozenějších druhů došlo ke vzniku primitivních semen díky redukci počtu megaspor až na jednu. Tato skupina obsahuje pouze jeden rod (někdy rozděleno na dva rody) rozdělen do asi 700 druhů, které jsou rozšířeny hlavně v tropech a subtropích (Hendrych 1979). Pro Českou republiku jsou významní zástupci *Selaginella selaginoides* a *S. helvetica*.

Třída *Isoëtopsida* – šídlatky

Fosilní záznamy ukazují, že se druhy spadající do této třídy začaly objevovat až ve spodní křídě. Jde o bažinné nebo vodní druhy s hlízovitě zkráceným, druhotně tloustnoucím stonkem. Listy jsou čárkovité, uspořádané v růžici. Spodní strana listu je objímavá, listem prochází 4 podélné vzdušné kanálky, na svrchní straně listu je lingula. Listy uprostřed růžice bývají sterilní, kolem nich se nacházejí listy nesoucí mikrosporangia, na vnějším okraji růžice jsou pak listy s megasporangii. Sporangia se nacházejí mezi bází listu a lingulou a jsou částečně kryta ostěrou (indusiem). Prothalia neopouští sporu, na megaprothaliu bývá často jediné archegonium. Spermatozoidy jsou u této skupiny polyciliární (Hendrych 1979). U nás se vyskytují pouze 2 druhy, které spadají do kategorie C1 a jsou to *Isoëtes lacustris* a *I. echinospora*.

2.4.2. Oddělení *Psilotophyta* – prutovky

Rostliny tohoto relativně chudého oddělení jsou vysoké přibližně jeden metr a nemají pravé kořeny (je pravděpodobné, že došlo k jejich druhotné ztrátě). Přestože je jisté, že jde o starobylou skupinu, její stáří není paleobotanicky přesněji určeno. Lodyha je dichotomicky větvená a členěná, na bázi druhotně tloustne. Listy jsou buď šupinovité bez cévních svazků, nebo s jedním cévním svazkem, kopinaté a střídavé. Sporofyly zde nejsou vyvinuty, sporangia jsou srostlá po dvou nebo třech a utváří tedy synangia, která jsou izosporní a podepřená párem listů. Drobná prothalia, která jsou inervována cévním svazkem, jsou válcovitá, spermatozoidy jsou polyciliární. Rozšíření recentních zástupců se soustřeďuje především do tropů a subtropů (Hendrych 1979). Významní zástupci patří do rodu *Psilotum* nebo *Tmesipteris*.

2.4.3. Oddělení *Equisetophyta* – přesličky

Nejstarší fosilie přesliček nalezneme ve spodním devonu, jejich největší rozvoj pak nastal ve svrchním karbonu, kdy byly přesličky bylinami, stromy nebo liánami. Vývojově přesličky navazují nejspíše na *Rhyniophyta*. Recentní druhy jsou pouze byliny (vzácně liány). Primitivní skupiny měly nečláňkovaný stonk, byla zde heterosporie. Recentní druhy jsou čláňkované s výraznými internodii. Listy mají jednoduchou stavbu, jsou menší a často přeslenitě uspořádané. Sporofyly a trofofyly jsou velmi odlišné, sporofyly vytváří šišticevitě útvary. Sporangia jsou tlustostěnná (Hendrych 1979). U některých druhů přesliček se můžeme setkat s izosporií, většina recentně žijících druhů má však spory pohlavně rozlišeny i když jsou morfologicky shodné. Tomuto typu se říká homoiosporie (Vinter et Macháčková 2013).

Oddělení *Equisetophyta* se dále člení na tři třídy: *Hyenopsida*, *Sphenophyllopsida* a *Equisetopsida*.

Třída *Hyenopsida*

Tato třída obsahuje pouze vyhynulé zástupce. Byly to nevysoké rostliny s nečláňkovaným nebo čláňkovaným stonkem. Listy byly vidličnatě dělené, střídavé, případně v přeslenech. Sporangia byla buď stopkatá, nebo vyrůstala na spodní straně sporofylu (Hendrych 1979).

Řád *Hyeniales*

Zástupci tohoto řádu se vyznačovali listy do 25 mm, které byly střídavé, někdy téměř vstříčné. Na sporofylech se nacházela 2 nebo více sporangií. Tento řád můžeme dělit do 2 čeledí – *Hyeniaceae* a *Calamophytaceae* (Hendrych 1979).

Čeleď *Hyeniaceae*

Rostliny této čeledi vypadaly jako keřky s nečláňkovanou lodyhou. Listy se několikrát vidličnatě dělily. Na sporofylech bylo větší množství sporangií. Zástupcem byl rod *Hyenia* (Hendrych 1979).

Čeleď *Calamophytaceae*

Zástupci této čeledi byli taktéž keřkovitého vzrůstu, lodyha byla ale čláňkovaná a listy klínovité. Sporangia na sporofylech byla vždy v páru. Řadíme sem rod *Calamophyton* (Hendrych 1979).

Řád *Pseudoborniales*

Jedinou čeledí tohoto řádu jsou *Pseudoborniaceae*. Byly to rostliny s malým kmínkem, který měl asi 1 cm v průměru a byl článkovaný. Listy byly dvakrát dichotomicky dělené, v přeslenech byly vždy 4. Sporofyly byly redukované a vytvářely volný klas, sporangia se nacházela na jejich spodních stranách. Řadíme sem rod *Pseudobornia* (Hendrych 1979).

Třída *Sphenophyllopsida*

Tato třída obsahuje jediný řád *Sphenophyllales* s jedinou čeledí *Sphenophyllaceae*. Jde o byliny nebo liány, které jsou již vyhynulé. Jejich lodyha byla článkovaná, tenká a plná, druhotně tloušťnoucí. Malé listy byly po šesti v přeslenech. Sporofyly byly taktéž přeslenitě uspořádány a vytvářely šištice na koncích větví. Významný rod je *Sphenophyllum* (Hendrych 1979).

Třída *Equisetopsida*

Třída je charakteristická zřetelným článkovaním stonku, který je dutý a přeslenitě větvený nebo nevětvený. Listy jsou úzké, kopinaté nebo šupinovité a jednožilné, přeslenitě uspořádané. Sporofyly tvoří klasy, sporangia mohou být izosporní nebo heterosporní. První zástupci této třídy jsou dokumentováni od karbonu, patří sem i recentní druhy (Hendrych 1979).

Řád *Calamitales*

Tento řád zahrnuje již vyhynulé rostliny. Šlo převážně o dřeviny, často stromového vzrůstu, které dosahovaly až 30 metrů výšky a měly 1 metr v průměru. Tyto rostliny druhotně tloušťly, větve byly v přeslenu. U některých docházelo k vytváření primitivních semen. Největší rozvoj nastal ve svrchním karbonu. Známé jsou rody *Calamites*, *Calamostachys* a *Palaeostachys*, které daly vznik černému uhlí (Hendrych 1979).

Řád *Equisetales*

Zástupci tohoto řádu se objevili také v karbonu, největšího rozvoje dosáhli během jury, recentní druhy jsou jen zlomkem původní rozmanitosti tohoto řádu. Mohou to být liány, ty se vyskytují v tropech, nebo byliny většinou do 1 metru vysoké, tenké, oddenkem vytrvalé. Stonek má na povrchu podélné rýhování a je bez druhotného tloušťnutí. Listy jsou drobné, uspořádané v přeslenu. Krátce stopkaté sporofyly jsou uspořádány taktéž přeslenitě (Hendrych 1979). Na článkované lodyze můžeme tedy pozorovat nody (uzly) a internodia

(články). Podzemní plazivý oddenek může tvořit velmi rozsáhlou síť, z jeho nodů vyrůstají adventivní kořeny.

Na příčném řezu internodiem můžeme pozorovat arthrostélé. Vnější obvod je rýhovaný, rýhy (valekuly) se střídají s žebry (karinami), které jsou vyztuženy sklerenchymem. Dále zde můžeme pozorovat 3 typy dutin, uprostřed se nachází jedna centrální dutina, v protoxylému cévních svazků lze pozorovat malou karinální dutinu, do chlorchymu pak zasahují valekulární dutiny, které korespondují s rýhami na povrchu stonku. Díky chlorchymu ve stonku a také ve větvích může rostlina asimilovat.

Epidermis je inkrustována křemíkem, který způsobuje křehkost při vysychání a také hrubost povrchu. Zároveň slouží také jako ochrana proti fytofágnímu hmyzu a houbám. Listy bočně srůstají a vytváří lodyžní pochvu viditelnou nad nody. Špičky listů jsou volné. Sporangia jsou eusporangiátní, nacházejí se na spodní straně štítkovitých sporangioforů (nosičů výtrusnic), které jsou přeslenitě uspořádány do stobilu. Ten se nachází nejčastěji na konci lodyhy, výjimečně na koncích větví. Pod výtrusným klasem můžeme pozorovat prstenec (annulus).

Pro tento řád je typická homoiosporie, kdy spory jsou pohlavně rozlišeny, morfologicky jsou však totožné. Na povrchu zelené spory vznikají z vnější blány 4 haptery (vláhojevná vlákna), které se při změnách vlhkosti proplétají a vytvářejí tak shluky výtrusů. Spory jsou životaschopné, ale pouze na krátkou dobu, během níž se potřebují dostat do vhodných podmínek. Spermatozoidy jsou polyciliátní.

Životní cyklus přesliček je podobný heterosporním plavuním. Ze zelené spory s hapterami, která se otevírá podélnou štěrbinou, vyklíčí buď mikroprothaliu nebo megaprothaliu. Na mikroprothaliu vznikají antheridia a v nich velké množství polyciliátních spermatozoidů. Na megaprothaliu vznikají archegonia a v nich pouze jedna oosféra. Po splynutí spermatozoidů a oosféry ve vlhkém prostředí vzniká sporofyt, tedy zygota, embryo a nakonec rostlina.

Přesličky jsou rozšířeny po celém světě. Recentní jsou pouze dva rody, a to *Equisetum* a *Hippochaete*. Pro rod *Equisetum* je charakteristické, že průduchy jsou ve stejné rovině jako buňky epidermis, zatímco u *Hippochaete* jsou zanořené. Dalším znakem je zakončení výtrusnicového klasu, ten je u rodu *Equisetum* tupý, rod *Hippochaete* jej má zakončen hrotem. Cídivky (*Hippochaete*) i přesličky (*Equisetum*) jsou u nás zastoupeny více druhy.

Z cídivek je to *Hippochaete variegata* (cídivka peřestá/různobarvá), *H. hyemalis* (cídivka zimní) a *H. ramosissima* (cídivka větvenatá). Druhy se mezi sebou mohou vzájemně křížit. Všechny tyto tři druhy cídivek najdeme v červeném seznamu.

U rodu *Equisetum* dochází k odlišení sterilních a fertlních lodyh, a to jak morfologicky, tak fenologicky. Tento jev nazýváme dimorfismus lodyh. Při výuce to může být jeden z aspektů, jak můžeme zástupce přesliček dále rozdělit. Přesličky s dokonalým dimorfismem mají jarní nezelenou fertlní lodyhu. Po vyprášení spor tato lodyha zaniká. Letní sterilní lodyha je zelená a větvená, nenese již strobily. Druhy s dokonalým dimorfismem jsou například *Equisetum arvense* (přeslička rolní) a *E. telmateia* (přeslička největší). Některé druhy mají nedokonalý dimorfismus lodyh, kdy na jaře vyroste fertlní nezelená lodyha, po vyprášení zezelená a rozvětví se. Druhy s nedokonalým dimorfismem jsou *E. sylvaticum* (přeslička lesní) a *E. pratense* (přeslička luční). Některé druhy nemají dvojí typ lodyhy a vytvářejí pouze zelenou lodyhu, na níž vznikají výtrusné klasy. Do této skupiny patří *E. paluste* (přeslička bahenní) a *E. fluviatile* (přeslička pořiční).

Dnes se většinou tyto dva rody již nerozlišují, vše tak spadá do rodu *Equisetum*.

2.4.5. Oddělení *Polypodiophyta* – kapradiny

Kapradiny se na naší planetě vyskytují už od devonu, ve středním devonu až karbonu byly velmi rozmanité, přesto se nedá u této skupiny hovořit o vrcholném období. Jejich původ můžeme hledat mezi ryniofyty.

Listy kapradin mohou být celistvé nebo až několikanásobně zpeřené, střídavě postavené nebo v přeslenu. Mladé lístky jsou stočeny do spirály (circinální vernace). Mezi kapradinami nalézáme druhy častěji pouze s trofosporofyly, nebo mají trofofyly a sporofyly, které jsou odlišné. Sporofyly se neseskupují do souborů. Sporangia jsou na rostlině často ve velkém množství, přisedlá nebo stopkatá, mohou vytvářet synangia a jsou izosporní nebo heterosporní. Pokud se seskupují, mohou utvářet výtrusnicové kupky (sory) nebo i souvislejší útvary (coenosory). Spory často opouští sporangia a až poté klíčí. Prothalia jsou rozmanitého tvaru, mohou být autotrofní i heterotrofní. Kapradiny mají polyciliální spermatozoidy (Hendrych 1979).

Řapíky listů nebo oddenky mohou být kryty plevinami. Při bázi listů se dále mohou vytvářet lupenité nebo kožovité útvary nazývané aflébie. Sporangia jsou eusporangiální (stěna je tvořena z více vrstev buněk, které vznikají z většího počtu buněk protodermu) nebo

leptosporangiální (stěna je tvořena jednou vrstvou buněk a vzniká z pouze jedné buňky protodermy). Přechodným typem jsou pak protoleptosporangiální sporangia, která mají navíc stopku (ta vzniká z několika buněk protodermy). Na sporangiu může být utvořena řada tlustostěnných buněk, které umožňují otevírání sporangia. Tento útvar se nazývá prstenec (annulus). Při dozrávání buňky annulu nerovnoměrně tloustnou a způsobí tak napětí a následně roztržení sporangia (Novák 1950). Výtrusnicové kupky navíc mohou být kryty ostěrou (indusiem) nebo okrajem listů. Spory mohou být žluté, hnědé nebo výjimečně zelené.

Systematické členění tohoto oddělení je velmi obtížné, nové molekulární analýzy se poněkud liší od původních názorů. Zde jsou uvedeny pouze čeledi, které mají významné zástupce v naší flóře nebo jiné zajímavé čeledi.

Řád Protopteridiales

Řád zahrnuje již vyhynulé druhy, které někdy neměly rozlišen stonek a list. Pokud zde rozlišení bylo, stonek byl vidličnatě větvený a listy vějířovité. Sporangia byla eusporangiální a často srůstala v synangia. Tento řád byl asi původem dalších skupin kapradin. Zástupci se objevují ve spodním devonu, největší zastoupení je v karbonu, v permu se objevují naposledy (Hendrych 1979).

Řád Marattiales

Fosilní zástupci tohoto řádu byly až stromového vzrůstu, recentní zástupci mohou mít zkrácený kmen nebo plazivý oddenek. Pokud mohou druhotně tloustnout, tak jen mírně. Listy jsou velké až 6 metrů, vějířovité, někdy až 5krát zpeřené. U báze řapíku jsou dvě pravé aflébie. Častá jsou synangia tvořící sory, izosporické a eusporangiální, vždy zesponu trofosporofylů. Sporangia mají malý náznak prstence. Prothalia jsou zelená a mají dlouhou životnost. Archegonia se vytváří pouze na jejich spodní straně (Hendrych 1979).

Čeď *Psaroniaceae*

Druhy této čeledi byly stromy až deset metrů vysoké s velkými vějířovitými listy několikrát zpeřené, vymřely v triasu (Hendrych 1979).

Čeď *Marattiaceae*

V této čeledi jsou zařazeni zástupci s nízkým kmenem nebo s plazivým oddenkem. Mají až šestimetrové listy, které jsou většinou zpeřené. Sporangia vytváří buď sory a nebo jsou srostlá v synangia. Tyto rostliny se vyskytovaly od svrchního triasu, některé druhy jsou recentní a vyskytují se v tropech, u nás nemá čeď zastoupení.

Řád Ophioglossales

Tento řád zahrnuje rostliny oddenkem vytrvalé, které mohou druhotně tloustnout. Z oddenku vyrůstá často jediný fertilní list se sterilní částí (přeměněnou aflébií). Sporangia jsou izosporní a eusporangiátní, otevírají se terminální skulinou, prstenec zde není. Prothallium je dlouhověké, tvarem hlízovité. Nejhojnější zastoupení tohoto řádu je v tropech. U nás jsou zástupci různě ohrožení. K nalezení (avšak vzácně) jsou u nás *Ophioglossum vulgatum* (hadí jazyk obecný), *Botrychium lunaria* (vratička měsíční) nebo *B. matricariifolium* (vratička heřmánkolistá). Tyto druhy jsou zapsány v červeném seznamu ohrožených rostlin. U nás nezvěstným je druh *Sceptridium multifidum* (vratičkovec mnohoklaný) (Hendrych 1979).

Řád Osmundales

V této čeledi jsou zařazeny byliny nebo nízké stromky. Listy jsou dvakrát zpeřené a až 3 metry velké. Jsou zde zástupci s trofosporofyly nebo s rozlišenými listy, přičemž sporofyly mají redukovanou čepel. Sporangia jsou prototelesporangiátní, izosporické, nachází se na spodní straně listů a nevytváří sory. Výtrusnice mají nedokonalý annulus a nejsou chráněny indusiem. Zelená prothalia jsou dlouhověká. Tyto kapradiny se začaly vyskytovat v karbonu, největšího rozvoje dosáhly v permu, dnes jsou považovány za atlantský relikv a jsou jen ve 4 rodech (Hendrych 1979). Významným zástupcem tohoto řádu je *Osmunda regalis* (podezřeň královská), kterou můžeme nalézt v některých zahradách. Ve volné přírodě je její výskyt nejasný, a proto spadá do kategorie A3 černého seznamu.

Řád Hymenophyllales

Řád zahrnuje malé byliny s tenkými listy bez průduchů, které mohou být jednoduché nebo i vícekrát zpeřené. Sporangia na okraji listu vytvářejí sory a jsou kryta indusiem, mají vyvinutý annulus. První výskyt byl pravděpodobně ve svrchním karbonu. Dnešní druhy obývají tropy, výjimečně až mírný pás. Významným zástupcem je *Hymenophyllum tunbrigense* (blánatec kentský).

Řád Salviniales

Byliny tohoto řádu rostou ve vodě nebo v bahnitém prostředí. Sporangia jsou leptosporangiátní a heterosporní. Často jsou zde vytvářena výtrusnicová pouzdra, která jsou krytá buď dvouvrstevným indusiem nebo přeměněným úkrojkem listu. Tento řád se dále člení na dvě čeledi, a to *Marsileaceae* a *Salviniaceae*.

Čeleď *Marsileaceae*

Tyto rostliny mají drobný oddenek, listy mají dlouhý řapík a jsou čtyřčetné nebo úzké. Sporangia nemají annulus nebo je potlačen, vytváří sory kryté přeměněným listem nebo sporokarpia z většího počtu sorů. V sorech jsou společně mikrosporangia i megasporangia s jednou megasporou. Na megaprothaliu pak vzniká jediné archegonium, na mikroprothaliu vznikají 2 antheridia. Rozšíření je v tropech až mírném pásu (Hendrych 1979). Z této čeledi určitě stojí za zmínku *Marsilea quadrifolia* (marsilka čtyřlístá) a *Pilularia globulifera* (míčovka kulkonosná).

Čeleď *Salviniaceae*

Rostliny v této čeledi plavou ve vodě, nemusí mít vyvinuté kořeny, listy jsou okrouhlé. Sporokarpia obalují buď jen megasporangia nebo mikrosporangia. Na megaprothaliu je více archegonií, na mikroprothaliu jsou pouze dvě nebo jen jedno antheridium (Hendrych 1979). Z této čeledi jsou zajímavými zástupci *Salvinia natans* (nepukalka vzplývající) a *Azolla caroliniana* (azola americká), které mohou být pěstovány ve vodních nádržích.

Řád *Cyatheaales*

V řádu najdeme stromy nebo byliny, které mohou mít jak trichomy, tak pleviny. Listy jsou zpeřené, mohou být a šestimetrové. Sporangia jsou buď přisedlá, nebo krátce stopkatá. Annulus je postaven šikmo. Utváří se sory, které mohou být kryté indusiem. Tento řád zahrnuje více čeledí, zde si uvedeme pouze *Cyatheaceae* a *Dicksoniaceae* (Hendrych 1979).

Čeleď *Cyatheaceae*

Rostliny této čeledi jsou převážně stromovitěho vzrůstu a mohou měřit až 25 m. Listy jsou velké, hojně dělené, s nepravými aflebiemi. Vytváří se většinou sory, annulus na sporangiu je zcela vyvinut, sporangium praská příčným ústím (stomiem). Zástupci tohoto řádu jsou známi z jury, v malém počtu se vyskytují dodnes, a to nejvíce v tropech a subtropích převážně jižně od rovníku. U nás nemá tato čeleď zástupce (Hendrych 1979).

Čeleď *Dicksoniaceae*

Nejvíce druhů této čeledi je stromovitěho vzrůstu, na kmeni jsou zbytky listů a trichomy, ale nejsou zde pleviny. Listy jsou bohaté a několikanásobně zpeřené. Sporangia jsou stopkatá a vytváří sory, jejich annulus je zešikma na sporangiu. První zástupci tohoto kmenu jsou doloženi od jury, největší rozvoj nastal v křídě, vyskytují se až do recentu. Rozšíření je podobně jako u předešlé čeledi v tropech a subtropích s převahou na jižní polokouli (Hendrych 1979).

Řád Polypodiales

Tento u nás nejvíce zastoupený řád zahrnuje velmi rozmanité kapradiny, které mohou být byliny, nízké stromy i liány. Listy mohou mít celistvou čepel, častěji jsou zpeřené, velikostně různorodé. Sporangia jsou stopkatá s částečným podélným prstencem. Otvor, kterým se sporangium otevírá, se nazývá ústí (stomium) a zde je příčné. Sporangia se seskupují do sorů nebo coenosorů, mohou být krytá indusiem nebo okrajem listů, případně nekrytá. Prothallium je zelené a oboupohlavné. Fosilní záznamy ukazují na jejich výskyt s jistotou až od křídy (Hendrych 1979). Tento řád je složitě strukturován a zahrnuje asi 15 čeledí, z nichž pro nás důležité jsou *Dennstaedtiaceae*, *Pteridaceae*, *Aspleniaceae*, *Woodsiaceae*, *Thelypteridaceae*, *Blechnaceae*, *Dryopteridaceae* a *Polypodiaceae*.

Čeď *Dennstaedtiaceae*

Tato čeď zahrnuje především terestrické druhy s plazivým oddenkem. Může zde být pokrytí trichomy či plevinami. Listy jsou 2-4krát zpeřené, liší se velmi tvarově i velikostně u různých druhů. Sory vznikají na okrajích čepele, seskupují se v coenosory, které jsou chráněny okrajem listu nebo vnitřním indusiem. Zástupce čeledi najdeme hojně v tropech, jejich rozšíření zasahuje ale až do mírného pásu (Hendrych 1979). Významným a často vyskytovaným zástupcem této čeledi u nás je *Pteridium aquilinum* (hasivka orličí).

Čeď *Pteridaceae*

Zástupci této čeledi jsou pozemní druhy s jemně chlupatým oddenkem. Listy jsou spíše malé, vícekrát zpeřené. Sory se utváří na koncích žilek nebo podél žilnatiny. Někdy se tvoří coenosorus chráněný ohrnutým listem. Druhy se vyskytují nejčastěji v tropech, v mírném pásu spíše výjimečně (Hendrych 1979). U nás je čeď zastoupena spíše menšími kapradinami, a to druhy *Cryptogramma crista* (jinořadec kadeřavý) a *Notholaena/Cheilantes marantae* (podmrvka hadcová).

Čeď *Aspleniaceae*

Kromě pozemních zástupců zahrnuje tato čeď i epifytické rostliny s mírně vystoupavým oddenkem, výjimečně může být vytvořen malý kmen s plevinami. Listy mohou být jednoduché nebo zpeřené různých velikostí. Sory jsou protažené až čárkovité. Ostěra být může a nemusí. Zástupci této čeledi se vyskytují s převahou na severní polokouli, od tropů až po chladné oblasti (Hendrych 1979). Tato čeď čítá mnoho zajímavých druhů, z nichž některé najdeme běžně, jiné vzácněji. Hojnými jsou například *Asplenium ruta-muraria* (sleziník routička), *A. trichomanes* (sleziník červený) či *A. viride* (sleziník zelený). Vzácnější

druhy jsou *A. adulterinum* (sleziník nepravý), *A. cuneifolium* (sleziník hadcový), *Ceterach officinalis* (kyvor lékařský) a *Phyllitis scolopendrium* (jazyk jelení obecný/celolistý).

Čeleď Woodsiaceae

Rostliny patřící do této skupiny jsou oddenky vytrvalé a vytváří sory kryté indusiem, které není vždy vytvořeno. Rozšíření této čeledi je po celém světě. U nás má zastoupení ve 4 rodech (Novák et Skalický 2009). Tato čeleď čítá mnoho zajímavých druhů, velmi hojným druhem je *Athyrium filix-femina* (paprátka samičí), významným rodem je rod *Cystopteris* (puchýřník), patří sem taktéž kapradina často okrasně pěstovaná *Matteuccia struthiopteris* (pérovník pštrosí). Dalšími rody jsou *Gymnocarpium dryopteris* (bukovník kaprad'ovitý) a *Woodsia ilvensis* (kapradinka skalní).

Čeleď Thelypteridaceae

Tato čeleď zahrnuje byliny s oddenkem pokrytým trichomy nebo plevinami. Listy jsou zpeřené. Sory mohou být kryté ostěrou, která později opadáva. Největší zastoupení má tato čeleď v tropech a subtropích. U nás pouze 3 rody (Novák et Skalický 2009). Zástupci této čeledě jsou například *Lastrea limbosperma* (pérnatec horský), *Thelypteris palustris* (kapradiník bažinný) a *Phegopteris connectilis* (bukovinec osladičovitý).

Čeleď Blechnaceae

Byliny, vzácně liány nebo s malým nadzemním kmenem a plevinami mají většinou jen jedenkrát zpeřené, dlouhé listy. Rostlina vytváří trofofyly a sporofyly, na nich jsou sporangia s vertikálně utvářeným prstencem na tlusté stopce. Coenosory podél okraje listu mohou být kryty i ostěrou. Nejčastěji najdeme rostliny této čeledi v tropech a subtropích, u nás pouze jeden druh (Hendrych 1979). Typickým zástupcem je *Blechnum spicant* (žebrovice různolistá/klasnatá).

Čeleď Dryopteridaceae

Tato čeleď je tvořena bylinami, které mají vytrvalý oddenek. U některých zástupců jsou výtrusnicové kupky kryty ostěrou. Prothalamium je často srdčitého tvaru. Se zástupci čeledi se můžeme setkat po celé Zemi (Novák et Skalický 2009). Nejhojnějším zástupcem je *Dryopteris filix-mas* (kaprad' samec), dále sem patří *Dryopteris carthusiana* (kaprad' osténkatá), *D. pseudomas* (kaprad' rezavá) a *Polystichum aculeatum* (kapradina laločnatá).

Čeleď Polypodiaceae

Zástupci této čeledi jsou menší až středně velké kapradiny s plevinami. Trofosporofyty jsou spíše dělené. Sory mohou být okrouhlé či protáhlé a nejsou kryty ostěrou. U některých zástupců jsou sporangia na celé ploše spodní strany listu. Rozšířena je od tropů až do mírného pásu (Hendrych 1979). Běžně můžeme najít druh *Polypodium vulgare* (osladič obecný), méně hojným je pak *Polypodium interjectum* (osladič přehlížený).

2.5. Zařazení učiva o výtrusných cévnatých rostlinách do RVP

V rámci nové koncepce vzdělávací politiky v České republice vznikly nové kurikulární dokumenty, které odpovídají Národnímu programu rozvoje vzdělávání ČR (tzv. Bílé knize) a zákonu č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělání. Státní úroveň kurikulárních dokumentů tvoří Národní program vzdělávání (NVP) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Kurikulární dokumenty na školské úrovni se nazývají školské vzdělávací programy (ŠVP), tyto dokumenty si na základě Manuálu a metodiky pro tvorbu ŠVP vytvářejí jednotlivé školy samostatně a podle zásad stanovených v příslušném RVP. V této kapitole jsem čerpala z RVP pro gymnázia (RVP G), který je veřejně dostupným dokumentem.

Důležitými kapitolami RVP jsou Pojetí a cíle vzdělávání, Klíčové kompetence a Vzdělávací oblasti a Průřezová témata. Základními cíli dle RVP G je vybavit žáky klíčovými kompetencemi, širokým vzdělanostním základem na určité úrovni a připravit je k celoživotnímu učení, výkonu profese a občanskému i osobnímu uplatnění.

Podle RVP rozumíme klíčovými kompetencemi soubor vědomostí, schopností, dovedností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě. Klíčovými kompetencemi, které by si měl žák osvojit během studia na gymnáziu, jsou kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanská a kompetence k podnikavosti, a to na úrovni, která je stanovena v RVP G.

Obsah vzdělávání je v rámci RVP rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí, které tvoří jeden vzdělávací obor nebo více obsahově blízkých vzdělávacích oborů. Biologie je zařazena do oblasti Člověk a příroda společně s fyzikou, chemií, geografii a geologií. Tato vzdělávací oblast si klade za úkol seznámit žáky s vybranými empirickými a teoretickými metodami přírodovědného výzkumu a zákonitostmi, jimiž se řídí přírodní procesy. Vzdělávací obsah biologie je rozdělen do několika bloků, těmi jsou obecná biologie, biologie virů, biologie bakterií, biologie protist, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, genetika, ekologie. Téma výtrusné cévnaté rostliny zařadíme tedy do biologie rostlin, do tematických celků anatomie a morfologie rostlin, fyziologie rostlin, systém a evoluce rostlin, rostliny a prostředí.

Průřezová témata jsou aktuální témata, která vstupují do celého vzdělávání. Zařazení těchto témat ovlivňuje postoje, hodnoty a jednání žáků. Tato témata musí být povinně

zařazena do výuky, pomáhají ji propojit a doplnit. Taktéž jsou zaměřena na rozvoj osobnosti žáka. Konkrétními průřezovými tématy jsou osobnostní a sociální výchova, výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, multikulturní výchova, mediální výchova a environmentální výchova. Poslední zmiňované téma je biologii nejbližší a dá se tak snadno začlenit do jejího vzdělávacího obsahu, neboť zahrnuje tematické okruhy Problematika vztahů organismů a prostředí, Člověk a životní prostředí, Životní prostředí regionu a ČR. Tyto okruhy jsou velmi úzce spjaty s ekologií, která je součástí biologie.

2.6. Vyučovací metody, organizační formy výuky a didaktické zásady

2.6.1. Vyučovací metody

Výukovou metodou se rozumí postup, který si učitel zvolí, aby dosáhl stanoveného výukového cíle. Dle Vintera (2009) lze výukovou metodu také definovat jako záměrné uspořádání výuky, koordinovanou činnost učitele a žáků směřující k dosažení výukového cíle.

V odborné literatuře lze najít velké množství klasifikací výukových metod, z hlediska typu poznatků se dle Maňáka (1997) mohou výukové metody třídit na slovní, názorně – demonstrační a praktické. Do slovních metod se pak řadí vysvětlování, přednáška, výklad, dialog, diskuze, kompozice, písemné cvičení či práce s knihou a učebnicí. Slovní názorně – demonstrační metody zahrnují pozorování, předvádění a demonstraci. Mezi praktické výukové metody se řadí nácvik, laborování, pracovní činnosti a výtvarné a grafické činnosti. Maňák také uvádí aktivizující metody, do nichž řadí diskuzní metody, situační metody, inscenační metody, didaktické hry a speciální metody.

Nejčastěji využívané základní modalitty výukových metod ve výuce jsou dle Vintera (2009) výklad, přednáška, rozhovor, práce s literaturou, pozorování, experiment. Tyto metody bývají kombinovány, v rámci jedné vyučovací hodiny se běžně užívá více metod, které se střídají nebo překrývají (např. žákovský experiment doprovázený výkladem učitele). Při výkladu či přednášce je kladen důraz na učitele, který žákům předává již utříděné informace. Pro práci s literaturou, pozorování či experiment je důležitá aktivita žáka, který sám vyhodnocuje důležitost informací a souvislosti mezi pojmy. Výhodou rozhovoru nebo také diskuze je okamžitá zpětná vazba pro učitele. Každá z metod je tedy vhodná v různých fázích výuky. Dalšími modalitami jsou instruktáž, simulace, řešení úloh nebo případová studie (Nezvalová 2008).

2.6.2. Organizační formy výuky

Vinter (2009) definuje organizační formu jako uspořádání podmínek k realizaci výuky, které vymezuje vzdělávací proces časově, prostorově, obsahově, použitými prostředky, ale také mírou individualizace, diferenciací a kooperací žáků.

Na základě různých aspektů můžeme organizační formy výuky různě třídit. Dle časového omezení se rozlišuje vyučovací hodina, lekce, seminář, kurz a jiné, podle místa realizace můžeme dělit organizační formy na výuku ve třídě, speciálně vybavené učebně nebo laboratoři, v dílně, na školním pozemku či mimo školu. Důležitým hlediskem může být také způsob řízení učební činnosti žáka, kdy se dělí organizační formy na hromadné, skupinové nebo individuální vyučování (Navrátilová 2013).

Základním typem organizační formy výuky je bezesporu výuka ve třídě či specializované učebně probíhající jako vyučovací hodina (45 neb 90 minut), kdy učitel sděluje poznatky žákům ve výkladu, rozhovoru, diskuzi nebo v přednášce (frontální výuky, hromadné vyučování). Tuto formu můžeme nazvat také jako hodinu základního typu (Vinter 2009). Při podobném časovém a prostorovém vymezení lze také zařadit skupinovou či párovou výuku, kdy jsou žáci rozděleni do skupin po dvou a více. V rámci skupiny řeší žáci určitou úlohu či problém, tím se stávají při výuce aktivnější a zlepšují také své sociální dovednosti.

Do biologie bývají zařazena také praktická cvičení, která vyžadují vybavenou laboratoř. Časově se jedná taktéž o vyučovací hodinu (45, častěji 90 minut). Výuka tohoto typu se často opírá o samostatnou práci žáků (individuální, párovou, výjimečně skupinovou). Laboratorní cvičení musí být předem dobře připraveno ze strany vyučujícího, především po materiální stránce (zajištění nezbytných pomůcek). Tyto hodiny jsou náročnější na dodržování bezpečnosti práce.

Exkurze je odlišnou organizační formou výuky. Zpravidla je časově náročnější a koná se mimo školní pozemek. Tato forma by měla být při výuce biologie zařazována, neboť je nenahraditelná. V rámci biologie můžeme exkurze dle obsahu rozdělit na botanickou, zoologickou, ornitologickou, ekologickou, smíšenou apod. (Vinter 2009).

Velmi oblíbenou formou se stalo také projektové vyučování, které je zaměřeno na komplexní řešení problému vycházející z praktického života za aktivní účasti žáka. Projekty jsou často navrženy jako náplň několika vyučovacích hodin nebo mohou být určeny

k samostatné domácí práci. Při této formě si tak žák může sám rozplánovat činnost, hledat vhodné zdroje informací a prezentovat výsledky své činnosti. Projekty mohou být zpracovávány ve skupinách, jejich součástí je pak diskuze a sebereflexe (Nezvalová 2008).

Dalšími formami mohou být například týmová výuka (na výuce se podílí několik vyučujících, může tak dojít k integraci předmětů), diferencovaná výuka (vytvoření homogenních skupin s přizpůsobenou obtížností úkolu), individuální výuka (jeden učitel se věnuje jednomu žákovi), individualizovaná výuka (učitel přihlíží k individuálním potřebám žáků, vyučuje celou třídu) (Navrátilová 2013).

2.6.3. Didaktické zásady

Didaktické zásady jsou nepsaná pravidla, která by se při výuce měla dodržovat. Neplatí pouze v biologii, ale jsou důležitá ve všech předmětech.

Stručný seznam těchto zásad uvádí ve své práci Lovászová (2010). Řadí sem **zásadu vědeckosti**, kdy se předpokládá, že informace žákovi předávané jsou správné nebo jsou mu předkládány jako teorie a hypotézy. Druhou zásadou je **zásada názornosti**, pro jejíž naplnění by mělo být zapojeno žakových smyslů (sluch, zrak, hmat, ale i čich nebo chuť). Zásada uvědomělosti a aktivity je zaměřena na žakovu aktivní účast při výuce a vytváření jeho kladného postoje k učivu. Učivo by mělo být přizpůsobeno žakovým schopnostem a jiným omezením – zásada přiměřenosti. **Zásadou soustavnosti** se rozumí předávat informace systematicky, logicky seřazené, **zásada trvalosti** pak učitelovi ukládá, aby pro trvalé uchování rozlišoval důležité informace od nepodstatných. Z žakova pohledu je velmi motivující také dodržování **zásady spojení teorie s praxí**. Poslední zásadou dle Lovászové je **zásada výchovnosti vyučování**, která platí nejen ve „výchovách“, ale při všech hodinách a závisí především na osobnosti učitele.

Malach (2003) řadí navíc mezi důležité zásady také **zásadu komplexního rozvoje žáka**, **zásadu individuálního přístupu**, **zásadu emocionálnosti** a **zásadu zpětné vazby**. Vinter (2009) tyto zásady ještě doplňuje o **zásadu respektování mezipředmětových vztahů** a **zásadu bezpečnosti práce a hygieny**.

2.7. Didaktické testy

K výuce neodmyslitelně také patří zjišťování výsledků vzdělávání žáků a jeho hodnocení. Na základě výsledků učitel získá zpětnou vazbu, tedy přehled o tom, zda byla výuka pro žáka přínosná, obsahovala důležité informace a naplnila další cíle výuky. Také

pomůže určit efektivnost zvolených metod výuky a napomáhá tak sebereflexi učitele. Žákovi se díky zjišťování výsledků výuky dostane informace, do jaké míry zvládl naplnit požadavky stanovené ve školním vzdělávacím programu, zároveň může být také motivací k dalšímu učení. Hodnocení je taktéž důležitou informací pro rodiče žáka.

K zjišťování výsledků vzdělávání lze použít několik metod. Základními metodami je ústní zkoušení a didaktický test, dále analýza výsledků činnosti žáka, méně častou metodou je studentské portfolio či sebehodnocení studenta. Všechny metody mají své výhody a nevýhody.

Ústní zkoušení může být individuální nebo hromadné. Pro opakování na začátku či v závěru hodiny je hromadné ústní zkoušení vhodnou volbou, přičemž je většinou bez klasifikace (orientační) a slouží učiteli k ověření výukových cílů hodiny. Individuální ústní zkoušení je pak většinou klasifikační, u žáků tato metoda pomáhá rozvíjet komunikativní schopnosti. Učitel může klást doplňující otázky a zjistit tak rozsah žakových poznatků. Tato metoda je však náročná časově, učitel si hůře zachovává objektivitu při hodnocení žáka. Pro některé žáky může být tato metoda stresující (Vinter 2009).

K písemnému ověřování výsledků vzdělávání žáka se využívá především didaktický test. Ten může být různě zaměřen. Můžeme tak sestavit testy zjišťující úroveň žakových poznatků nebo rychlost, s jakou se mu poznatky vybaví, didaktickými testy se dále pozoruje dosažení kognitivních nebo psychomotorických cílů výuky. Tyto testy mohou být vstupní (ověřují se žakovy prekoncepty), průběžné či výstupní. Průběžné testy bývají většinou monotematické, výstupní polytematické. Didaktické testy mohou být standardizované nebo nestandardizované. Didaktické testy obsahují různé testové úlohy, ty mohou být buďto uzavřené (dichotomické – 2 možnosti, výběr z více odpovědí, přiřazovací, uspořádací) nebo otevřené (s širokou odpovědí – esej, se stručnou odpovědí) (Macháčková 2012).

Výhodou didaktických testů jsou jejich předem stanovená pravidla hodnocení, která by měl mít učitel připravena již při plánování tohoto testu. Učitel takto může vyzkoušet větší množství žáků, odbourá se taktéž případný stres, který žáci mohou prožívat při ústním zkoušení. Didaktické testy napomáhají objektivitě hodnocení, žáci mají stejné podmínky. Nevýhodou je, že jejich příprava pro učitele není jednoduchá a žáci ztrácí možnost kontaktu s učitelem (Vinter 2009).

3. Materiál a metodika práce

Při vypracování diplomové práce bylo potřeba pořídit jak mikroskopické fotografie, pak také makrofotografie morfologických a anatomických struktur a dále fotografie částí rostliny i celku pro další zpracování. Fotografie byly dále upravovány. Při tvorbě didaktických materiálů bylo použito Microsoft PowerPointu, Wordu či Malování.

3.1. Sběr materiálu

Pro mikroskopování i případné focení detailů bylo potřeba nasbírat některé rostliny či části rostlin. S běžnými druhy se lze setkat i ve městě či přilehlých lesích. Jiné druhy jsou ekologicky náročnější. Některé druhy jsem tedy sbírala přímo v Olomouci (kaprad' samec, sleziník routička, přeslička rolní). Jiné druhy jsem našla mimo Olomouc a nebo jsem využila exponátů v mikroskopické učebně katedry botaniky (plavuň, osladič obecný).

Pro fotografování zástupců pteridofytních rostlin bylo zapotřebí navštívit mnoho lokalit. Osvědčilo se mít fotoaparát stále po ruce. Nejprve jsem fotografovala výtrusné cévnaté rostliny v okolí Olomouce a svého bydliště – Napajedel. Dále jsem využila cestování do Jeseníků (Zlaté Hory a okolí), Orlických hor (Slatina nad Zdobnicí a okolí), pomezí Jizerských hor a Krkonoš. Méně časté druhy jsem pak také nafotila v botanických zahradách.

3.2. Mikroskopování

Při pozorování pletiv jednotlivých rostlin jsem využila mikroskopie v procházejícím světle ve světelném poli. Využívala jsem různého zvětšení dle potřeby. Při mikroskopování jsem využívala mikroskopickou soupravu zahrnující preparační jehlu, pinzetu, skalpel či žiletku, nůžky, kapátko, krycí a podložní sklíčka a Petriho misky. Pro zhotovení otiskového preparátu bylo dále zapotřebí bezbarvého laku na nehty a izolepy. Preparáty byly dočasné (přechodné) nebo otiskové (mikroreliefová metoda). Některé objekty nebylo třeba upravovat, toto pozorování nazýváme *in toto* (vcelku). Takto lze pozorovat například sporangia se sporami. U jiných objektů bylo potřeba zhotovit tenké řezy. Pro vytvoření otiskového preparátu při pozorování buněk epidermis a průduchů jsem nanesla tenkou vrstvu na spodní stranu listu a nechala jej zaschnout, pak jsem pomocí izolepy tuto vrstvu opatrně strhla. Část izolepy s vrstvou laku jsem pak přilepila na podložní sklíčko a pozorovala.

Při pozorování některých preparátů bylo přehledné užít barvení. Využila jsem barvení Lugolovým roztokem, což je roztok 1 g jodidu draselného a 0,2 g jódu v 50 ml destilované vody. Tento roztok barví cytoplazmu hnědě a škrob tmavě fialově (Vinter 2008). Dále jsem

použila barvení safraninem, tento roztok je růžový a barví sklerifikované a lignifikované buněčné stěny červeně (Vinter, 2008).

Pro pozorování a fotografování jsem využívala školní mikroskop Olympus CX40, fotografie přes kameru AXIOCAM ERe5s umístěnou na tomto mikroskopu jsem zpracovala pomocí programu AxioVision. Ten umožňoval částečnou úpravu obrazu z mikroskopu, případné přeměření struktur a vložení měřítka na fotografii. Fotografie jsem ukládala ve formátu .zvi, který umožňoval i pozdější úpravu pomocí stejného programu a dále ve formátu .jpg pro náhledy a zpracování na vlastním počítači.

3.3. Fotografování

Pro pořízení makroskopických fotografií morfologických struktur a pro fotografování celých rostlin jsem použila vlastního fotoaparátu značky Panasonic Lumix DMC-FZ8, dále pak zapůjčený fotoaparát značky Canon EOS 60D spolu s redukcí, objektivem Industar 3,5/50 a makrokroužky. Druhým zapůjčeným fotoaparátem byl Pentax K5 II, k němuž jsem potřebovala ještě mezikroužky a objektiv SMC Takumar 30/3,5. Při fotografování a určování plavuní s. l. mi pomohl pan Bořivoj Malec, který mi poradil, kde plavuně hledat, jak je určit a také mi ukázal některé další funkce digitálních fotoaparátů.

Fotografie jsem dále upravovala pomocí programu IrfanView Adobe Photoshop CS6 nebo Adobe Photoshop Lightroom 5.5 64-bit.

3.4. Vypracování didaktických materiálů

Při vytvoření didaktických materiálů jsem brala ohled na to, co potřebují učitelé při výuce nejvíce, ale také na to, aby dané materiály výuku vhodně doplňovaly a byly pro žáky zajímavé. Při tvorbě těchto materiálů jsem využila běžně dostupných softwarů, jako je PowerPoint, Word a Malování. Tím je umožněna dodatečná úprava ze stran samotného vyučujícího. Při tvorbě výukových karet k tématu anatomie a morfologie výtrusných cévnatých rostlin jsem nejvíce využila Word, do nějž jsem zakomponovala fotografie a obrázky vytvořené v Malování. Podobně tomu bylo i u vytváření výukových karet k životním cyklům kaprad'orostů, výukových karet o didakticky významných zástupcích a jiných aktivit do hodiny. Pracovní listy a didaktické testy k laboratornímu cvičení byly vytvořeny taktéž ve Wordu. Výuková prezentace vhodná k projekci při výkladu byla vytvořena v PowerPointu.

4. Výsledky

Následující část je didakticky zaměřena. Jsou to vypracované podpůrné materiály pro výuku. Částečně jsou tyto materiály seskupeny do výukových karet (anatomie a morfologie výtrusných cévnatých rostlin; životní cykly kaprad'orostů, didakticky významní zástupci), další části jsou připraveny pro praktické využití ve výuce. Jsou zde zařazeny další aktivity vhodné do hodiny k zopakování pojmů a laboratorní cvičení. Poslední část se věnuje didaktickým testům. Součástí této didaktické části je také powerpointová výuková prezentace, která je k práci přiložena ve formě elektronické přílohy.

Anatomie a morfologie výtrusných cévnatých rostlin

Výukové karty v této části slouží k seznámení se s novými pojmy, s kterými se u plavuní, přesliček a kapradin setkáme. K většině pojmů jsou přiřazeny fotografie nebo obrázky pro větší názornost.

Životní cykly kaprad'orostů

Na těchto výukových kartách je znázorněn životní cyklus vybraných zástupců největších skupin výtrusných cévnatých rostlin. Je zde barevné odlišení gametofytu a sporofytu. Tyto dvě fáze musí žáci dobře rozlišovat.

Didakticky významní zástupci

Výukové karty o jednotlivých nejvýznamnějších zástupcích prezentují danou rostlinu pomocí fotodokumentace, ale také jsou zde uvedeny nejdůležitější informace a botanická charakteristika. Právě tyto karty by měly sloužit jako předloha pro užití v e-booku.

Laboratorní cvičení z biologie

Protože nedílnou součástí výuky by mělo být vlastní pozorování, jsou zde zařazena některá laboratorní cvičení, která by mohla pomoci žákům se seznámením se s výtrusnými cévnatými rostlinami. Jejich náročnost je různá, a proto je vhodná i pro žáky méně zkušené v laboratořích.

Jiné aktivity do hodiny

V této kapitole jsou navrženy zábavné a interaktivní úkoly, které mají žákům pomoci se zapamatováním si nových pojmů. Jsou spíše kratšího charakteru pro zpestření hodiny a zopakování pojmů.

Didaktické testy

V této části jsou navrženy tři varianty didaktického testu, které různě konstruovanými testovými úkoly ověřují znalosti žáků. Předpokládá se, že žáci budou seznámeni s tématem v rozsahu uvedeném v didaktické části. Spolu s testy je zde také uveden návrh na bodové hodnocení, dle něhož je možné udělit klasifikaci.

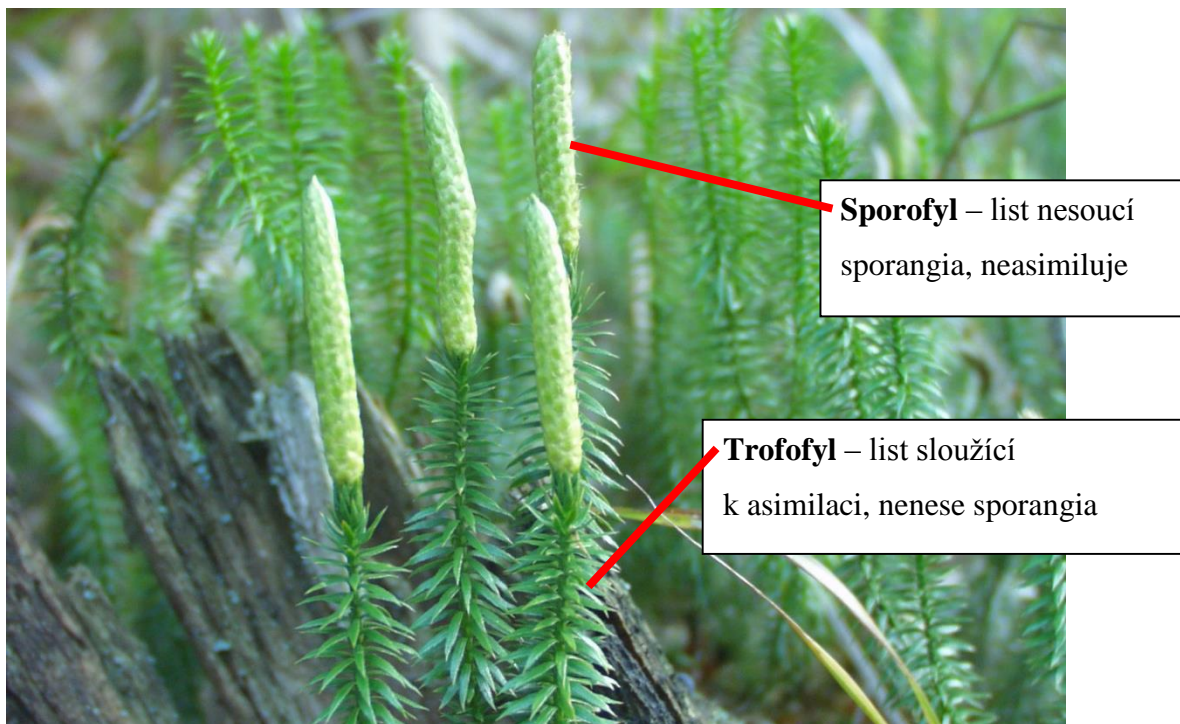
Powerpointová výuková prezentace

V podobě elektronické přílohy je k této diplomové práci přiložena také šablona prezentace, která by měla být oporou pro výuku. Prezentace je zaměřena na důležité základní informace, především na recentní druhy a naše nejvýznamnější zástupce a jejich fotodokumentaci. U prezentace se předpokládá, že bude upravena dle potřeb vyučujícího.

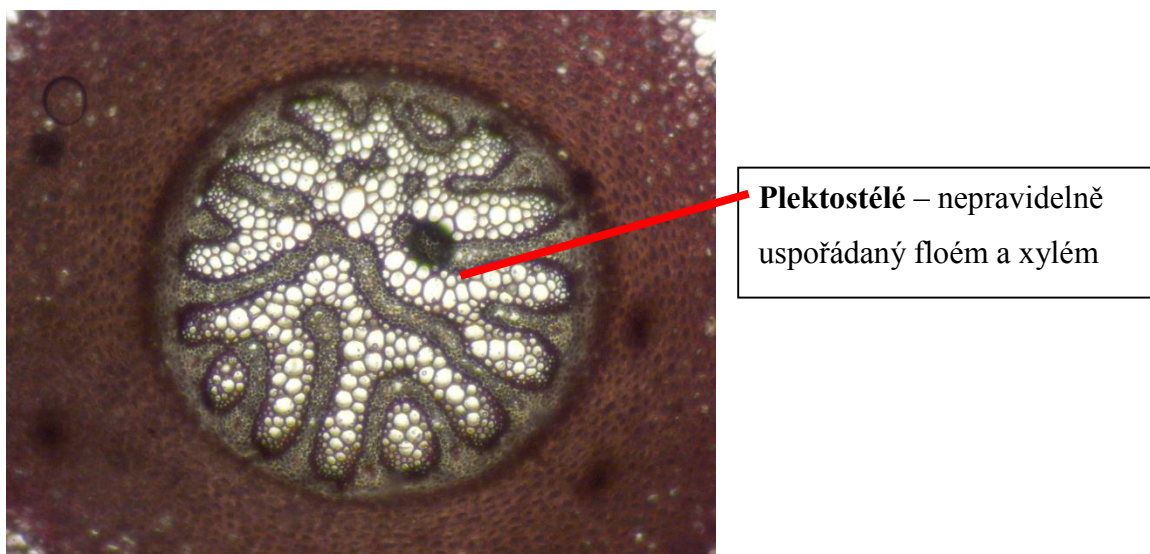
4.1. Anatomie a morfologie výtrusných cévnatých rostlin

4.1.1. Anatomie a morfologie plavuní

Největší rozmanitost plavuní byla v devonu a karbonu, kdy byly i stromovitého vzrůstu. Recentní druhy jsou byliny s nečláňkovaným stonkem, který je většinou pokrytý drobnými listy. U plavuní můžeme najít jak rozlišené sporofyly a trofofyly, tak i sporotrofofyly. Listy nesoucí výtrusnice (sporangia) utváří často vrcholové klasy (strobily). Vranečky a šídlatky mají při bázi listu pajazýček (lingulu).



Obrázek č. 1: *Lycopodium annotinum*



Obrázek č 2: *Lycopodium clavatum* – příčný řez stonkem

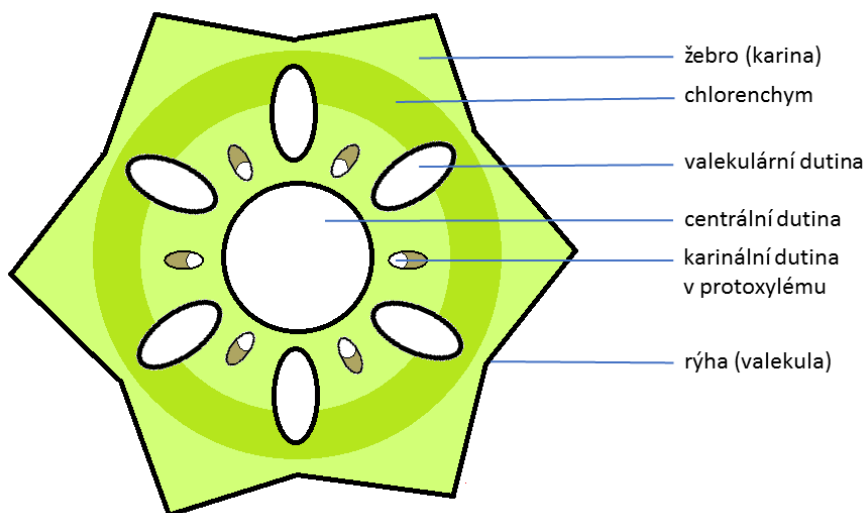
4.1.2. Anatomie a morfologie přesliček

Největšího rozšíření dosáhly přesličky v karbonu, kdy byly bylinami, stromy i liánami. Recentní druhy jsou většinou bylinného vzrůstu. Stonek je článkovaný, na jeho příčném řezu můžeme pozorovat arthrostélé. Po obvodu lodyhy se střídají žebra (kariny) a rýhy (valekuly). Na lodyze lze pozorovat lodyžní pochvu se zuby. Listy jsou jednoduché, většinou přeslenitě uspořádané. Sporofyly jsou přeměněné na sporofory (nosiče výtrusnic), které vytváří šišticevitě útvary (strobily). U výtrusů přesliček lze pozorovat 4 vláhojevna vlákna (haptery). U druhů s dokonalým dimorfismem rozlišujeme jarní a letní lodyhu.



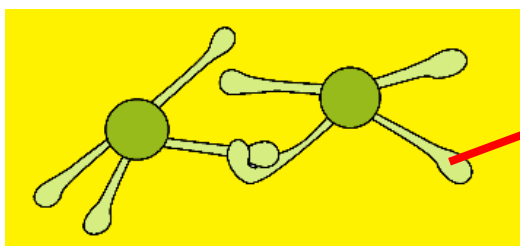
Lodyžní pochva – objímá lodyhu přesliček v místě nodů

Obrázek č. 3: *Equisetum arvense* – letní lodyha



Arthrostélé – typ stélé se třemi typy dutin (centrální, karinální, valemkulární), na povrchu lodyhy se střídají žebra

Obrázek č. 4: Schéma arthrostélé na příčném řezu přesličkou



Haptery – pentlicovité útvary na sporách reagující na vlhkost, udržují spory pohromadě

Obrázek č.5: Znázornění spor s hapterami

4.1.3. Anatomie a morfologie kapradin

Kapradiny se na Zemi vyskytují od devonu, je to velmi různorodá skupina. Mohou být bylinného nebo stromovitého vzrůstu. Listy jsou celistvé až vícenásobně zpeřené. Mladé listy jsou stočeny do spirály (circinální vernace). Oddenky či řapíky listů mohou být kryty plevinami. Jsou-li sporofyly a trofify, jsou většinou rozlišné. Výtrusnice (sporangia) se často seskupují do výtrusnicových kopek (sor) nebo mohou vytvářet i souvislejší útvary (coenosory). Sory mohou být kryty ostěrou (indusiem) nebo okrajem listu.



Výtrusnicové kupy = sory

– nahločená sporangia

Ostěra = indusium – blanitá

ochrana výtrusnicových

kupek

Obrázek č. 6: *Dryopteris filix-mas* – sory



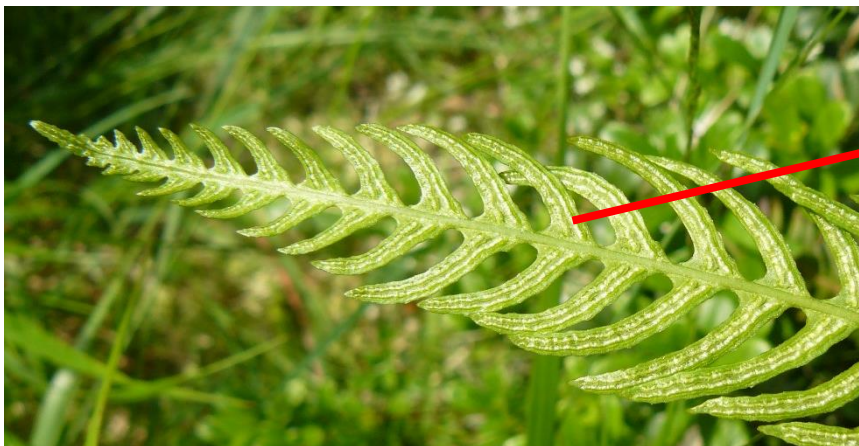
Prstenec = annulus –

řada tlustostěnných buněk

na sporangiu, pomáhá při

jeho praskání

Obrázek č. 7: *Asplenium ruta-muraria* – sporangium



Coenosorus –

souvisle spojené

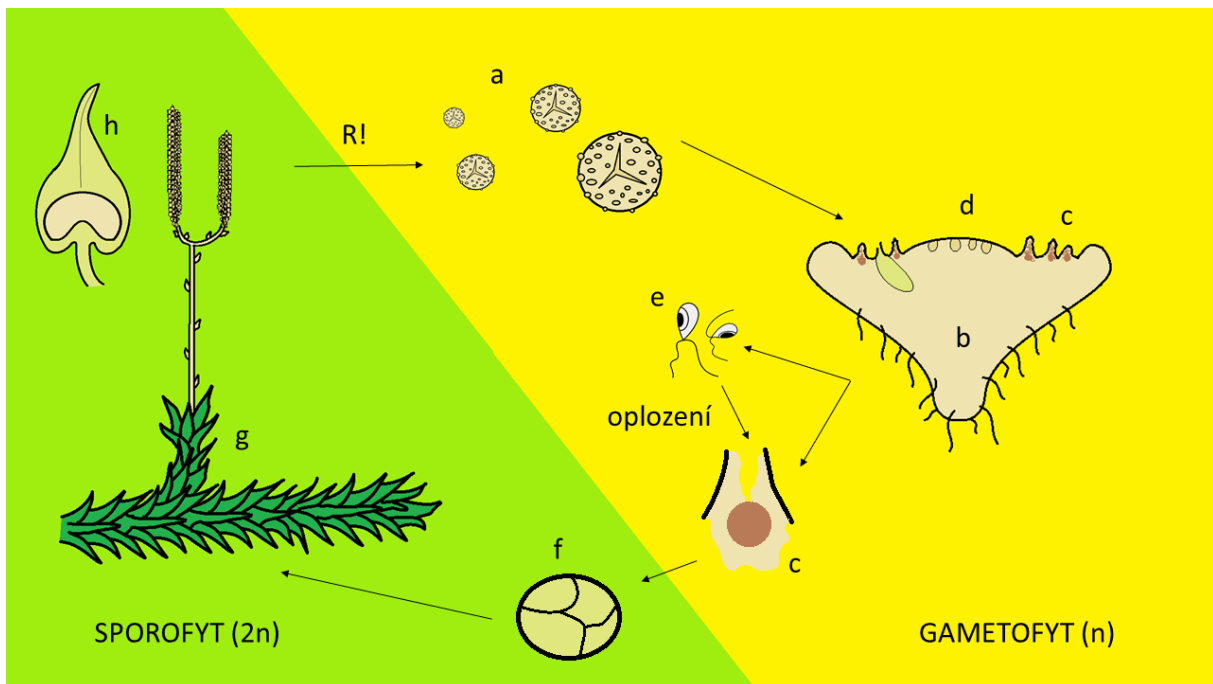
výtrusnicové

kupy

Obrázek č. 8: *Blechnum spicant* – spodní strana sporofyly

4.2. Životní cykly výtrusných cévnatých rostlin

4.2.1. Životní cyklus izosporických plavuní



Obrázek č. 9: a) spory; b) oboupohlavný prvoklíček (prothallium); c) archegonia s vaječnou buňkou (oosférou); d) antheridia; e) biciliátní spermatozoidy; f) embryo; g) sporofytická rostlina; h) sporofil se sporangiem; R! – meióza; žlutá část – haploidní gametofyt, zelená část – diploidní sporofyt.

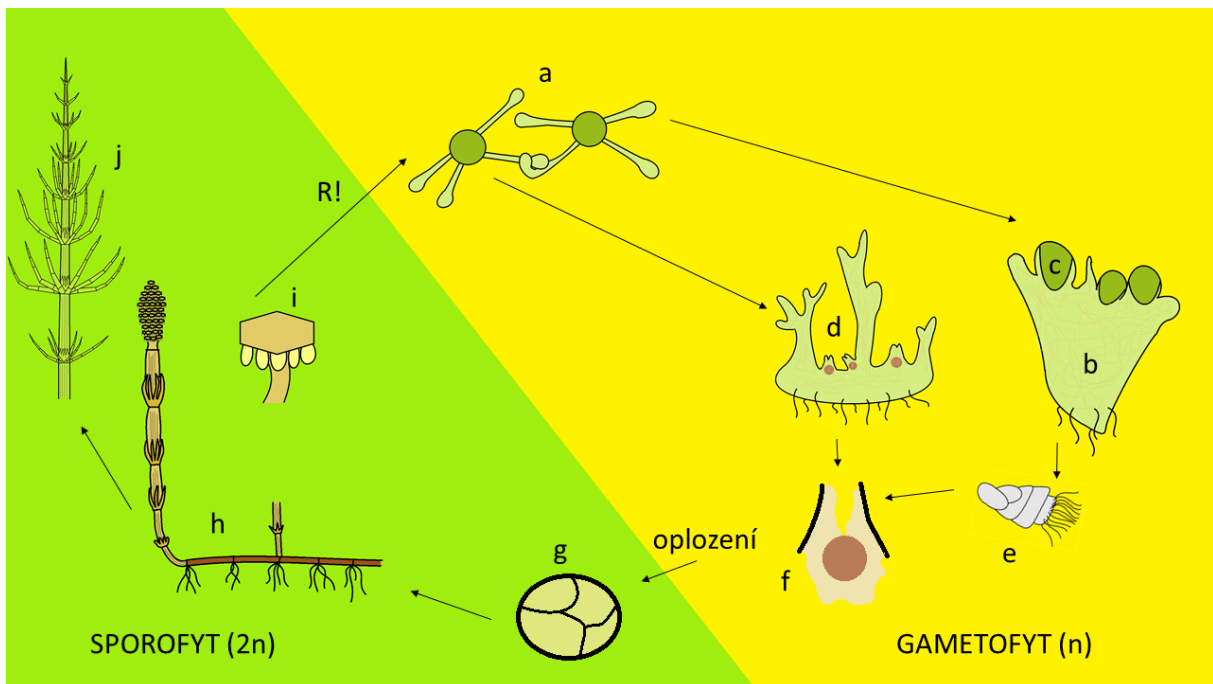
Popis životního cyklu plavuní:

Ve sporangiu vznikají meiózou výtrusy, které jsou haploidní. To je počátek gametofytu. Z výtrusů vzniká prothallium, které je oboupohlavné. Na něm se utváří archegonia a antheridia. V antheridiu vznikají biciliátní spermatozoidy, které se ve vlhkém prostředí šíří do archegonia, pronikají k vaječné buňce (oosféře), dojde k oplození a vzniká zygota. Ta je již diploidní a je tak počátkem gametofytu. Ze zygoty se vyvíjí embryo, z něj pak celá rostlina. Na ní se utvoří strobilus se sporangii, v nichž vznikají opět nové spory.



Obrázek č. 10: Soubor sporofylů vytářející výtrusnicový klas u plavuně vidlačky

4.2.2. Životní cyklus homoiosporických přesliček



Obrázek č. 11: a) spory s hapterami; b) mikroprothaliu; c) antheridium; d) archegonia na megaprothaliu; e) polyciliátní spermatozoidy; f) archegonium s vaječnou buňkou; g) embryo; h) sporofytická rostlina; i) šestiboký sporofor se sporangii; j) letní zelená lodyha; R! – meióza; žlutá část – haploidní gametofyt, zelená část – diploidní sporofyt.

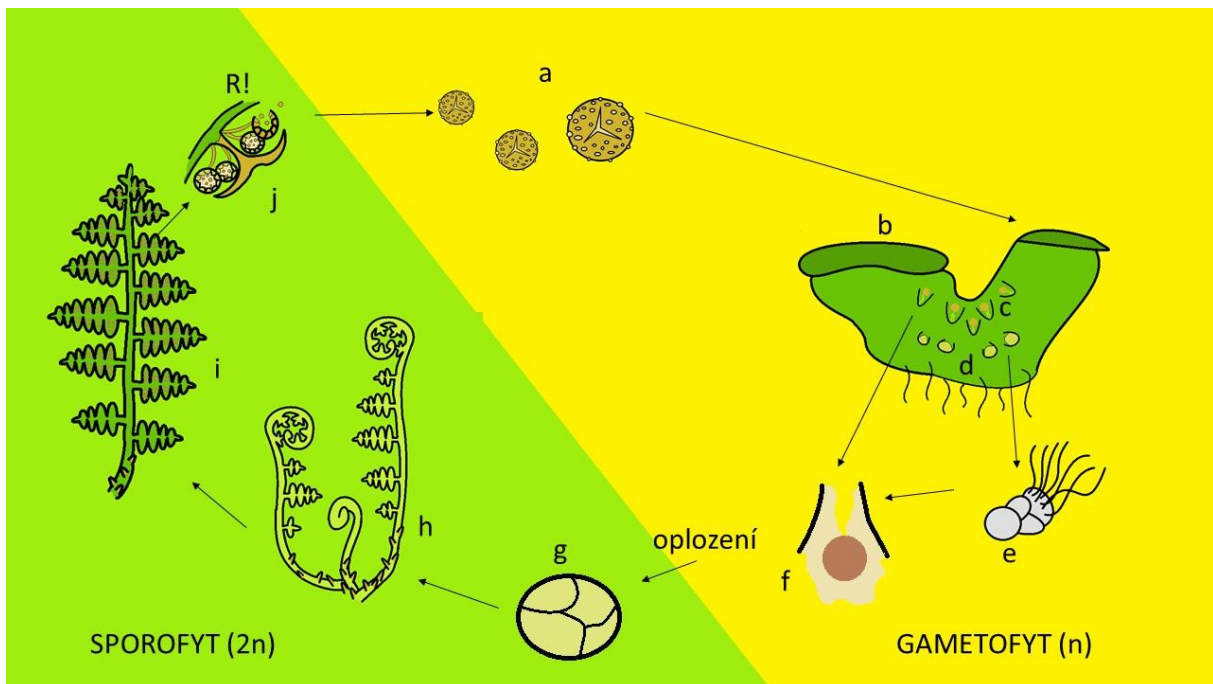
Popis životního cyklu přesliček:

Ve sporangiu vznikají meiózou haploidní spory (vznik sporofytu), které na sobě mají haptery. Haptery reagují na vlhkost, jejich úkolem je udržet spory u sebe, protože prothalia jsou jednopohlavná, aby došlo k oplození, musí si být tedy nablízku. Z mikrospory vzniká mikroprothaliu s antheridiem, z megaspory vzniká megaprothaliu s archegoniem. V antheridiu se utváří polyciliátní spermatozoidy, které se ve vlhkém prostředí dostávají do archegonia. Poté splynutím spermatozoidu s oosférou vznikne zygota (gametofyt), ta se dále vyvíjí v několikabuněčné embryo a dále pak v celou rostlinu. Na ní pak vzniká strobilus s šestiúhelníkovými sporofory, na jejichž spodní straně se nachází sporangia. Při dozrání v nich opět vznikají meiózou spory. Fertilní lodyha v případě dimorfismu buďto zaniká nebo zezelená.



Obrázek č. 12: Strobilus přesličky rolní se šestiúhelníkovými sporofory (nosiče sporangii), na jejichž spodní straně jsou sporangia.

4.2.3. Životní cyklus izosporických kapradin



Obrázek č. 13: a) spory; b) oboupohlavné prothallium, c) archegonia; d) antheridia; e) polyciliární spermatozoidy; f) archegonium s oosférou; g) embryo; h) mladá rostlina; i) sporofyly se sorami krytými ostěrou; j) praskající výtrusnice; R! – meióza; žlutá část – haploidní gametofyt, zelená část – diploidní sporofyt.

Popis životního cyklu suchozemských kapradin:

Ve sporangiu vznikají meiózou haploidní spory, které jsou počátkem gametofytu. Ty se vyvíjí v zelené prothallium, na jehož spodní straně vznikají archegonia a antheridia. V antheridiích se vytvoří polyciliární spermatozoidy, které se později dostanou do archegonií a splynou s oosférou. Po oplození vzniká diploidní zygota, která představuje sporofyt. Zygota se dále vyvíjí v embryo a to v rostlinu kapradiny. Později se na sporofytech nebo na sporofylech (jsou-li listy rozlišeny) utvářejí výtrusnicové kupky složené z jednotlivých sporangií. Ve sporangiu vznikají meiózou nové haploidní spory.



Obrázek č. 14 – vlevo: Výtrusnicová kupka na rubu listu kapradě samce krytá ostěrou

Obrázek č. 15 – vpravo: Sporangium se sporami, po obvodu s annulem

4.3. Didakticky významní zástupci

Plavuň vidlačka (*Lycopodium clavatum*)

Čeleď: plavuňovité (*Lycopodiaceae*)

Rozšíření a ekologie: Tato plavuň se vyskytuje v sušších světlých lesech, podél lesních cest, na vřesovištích případně na suchých loukách či pastvinách nebo na rašelinných půdách. Výskyt v celé Evropě kromě Středozeří. Zralost výtrusů trvá od července do srpna (Kremer et Muhle 1998).

Botanická charakteristika: Plavuň vidlačka je víceletá rostlina, může mít až jeden metr dlouhou plazivou lodyhu. Kopinaté trofofyly jsou protáhlé ve vlasovitou špičku, sporofyly jsou ve spodní části okrouhlé, dále protažené ve špičku. Strobily rostou po 2 až 5 na společné méně olistěné žlutozelené části stonku, tato fertilní lodyha může měřit až 25 cm.

Zajímavosti: Výtrusy plavuně vidlačky byly dříve uváděny v lékopise pro své využití jako zasýpací prášek, taktéž mohou sloužit jako pilulkové konspergens (prášek pro obalování pilulek) (Novák 1950). Výtrusy této plavuně obsahují až 50% oleje, proto jsou hydrofobní (plavou na vodě) a navíc velmi hořlavé.



↑ Obrázek A:
Plavuň vidlačka –
celkový vzhled
rostliny



↑ Obrázek B:
Trofofyly jsou
zašpičatělé



↑ Obrázek C:
Sporofyly jsou seskupeny do
strobilů, které rostou po dvou až
pěti



← Obrázek D:
Příčný řez oddenkem plavuně -
plektostělý, barveno safraninem

Vranec jedlový (*Huperzia selago*)

Čeleď: vrancovité (*Huperziaceae*)

Rozšíření a ekologie: Vranec se vyskytuje v humózních jehličnatých lesích nebo na alpinských loukách, v horských oblastech, někdy také mezi kameny. Doba zralosti je od července do října (Kremer et Muhle 1998). Rozšířen je v severní části Evropy, Asie a Severní Ameriky a na jihu Jižní Ameriky, mimo tyto oblasti jej můžeme najít pouze v horských polohách (Hoskovec 2007).

Botanická charakteristika: Vranec jedlový je vytrvalá rostlina, 5-15 cm vysoká. Vranec nemá tvarově rozlišené sporofyly a trofofyly. Listy jsou tmavě zelené, kopinaté. Výtrusnicové klasy nejsou odlišeny. Větve jsou přibližně stejně dlouhé. (Kremer et Muhle 1998). Tento druh spadá do kategorie C3.

Zajímavosti: Kromě rozmnožování sporami se vranec může množit také vegetativně ulomením koncových částí lodyh, které pak mohou zakořenit.



← Obrázek A:

Vranec jedlový může mít 5 až 30 cm výšky, listy jsou tmavě zelené nebo žlutozelené, hustě pokrývají lodyhu

Obrázek B: →

Vranec nemá vytvořen výtrusnicový klas, samostatná sporangia se tvoří v paždí listů na konci lodyhy, při zralosti sporangia hnědnou



Vraneček brvitý (*Selaginella selaginoides*)

Čeleď: vranečkovité (*Selaginellaceae*)

Rozšíření a ekologie: Vraneček brvitý se vyskytuje na travnatých horských svazích a skalkách. Tento vraneček je rozšířen na severu Evropy, Asie a Severní Ameriky, dále se vyskytuje ve velehorách střední i jižní Evropy. U nás jej můžeme najít v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a na Králickém Sněžníku (Sekerka 2008).

Botanická charakteristika: Vraneček brvitý je vytrvalá rostlina s tenkou plazivou a větvenou lodyhou tvořící trsy. Trofofyly jsou kopinaté a zašpičatělé (špička připomíná brvu), sporofyly jsou světlejší a větší. Sterilní lodyhy jsou hustě olistěné a menšího vzrůstu než fertily. Megasporengia jsou větší než mikrosporengia. Výtrusy dozrávají od července do srpna (Kremer et Muhle 1998). Řadí se do kategorie C2.

Zajímavosti: Tento druh vranečku má listy spirálovitě na lodyze, jiné druhy vranečků mohou mít však trofofyly ve čtyřech podélných řadách a to tak, že postranní řady jsou tvořeny většími listy, svrchní řady tvoří jen velmi drobné listy. K takovým druhům patří například vraneček švýcarský (*S. helvetica*) nebo *Selaginella apoda*, který lze zakoupit v květinářstvích.



↑ Obrázek A:
Sporofyly jsou větší, na konci lodyhy

← Obrázek B:
Rostlina je asi 5 cm vysoká, její větve vytváří často trsy

Šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*)

Čeleď: šídlatkovité (*Isoëtaceae*)

Rozšíření a ekologie: Tato šídlatka se vyskytuje ve studené stojaté vodě s písčítým nebo štěrkovitým povrchem dna. Typická je spíše pro arktickou či subarktickou oblast (Kremer et Muhle 1998). U nás se vyskytuje v Černém jezeru na Šumavě v hloubce 3-8 metrů (Novák et Skalický 2009).

Botanická charakteristika: Šídlatka jezerní je vytrvalá vodní rostlina, která může být vysoká 5 až 20 cm. Stonek je podzemní, 2,5 cm široký. Tmavozelené listy jsou vzpřímené, šídlovité, do 25 mm široké, při bázi rozšířené. Vnější listy trsu nesou megasporangia, směrem dovnitř jsou pak listy s mikrosporangii, uprostřed trsu jsou pak listy sterilní. Spolu s šídlatkou ostnovýtrusou patří do kategorie C1 červeného seznamu. Výtrusy dozrávají až v září a říjnu (Gutzerová 2010).

Zajímavosti: Tato šídlatka se u nás může zaměnit jedině s šídlatkou ostrovýtrusou. Rozhodující je přítomnost ostnů na megasporách. Šídlatka ostnovýtrusá roste v Plešném jezeře v hloubce kolem dvou metrů (Novák et Skalický 2009).



← Obrázek A:

Šídlatka je vodní rostlina, její listy jsou šídlovité, na bázi rozšířené

Převzato z

<http://www.bihrmann.com/caudiciforms/FOTO/iso-lac.JPG>

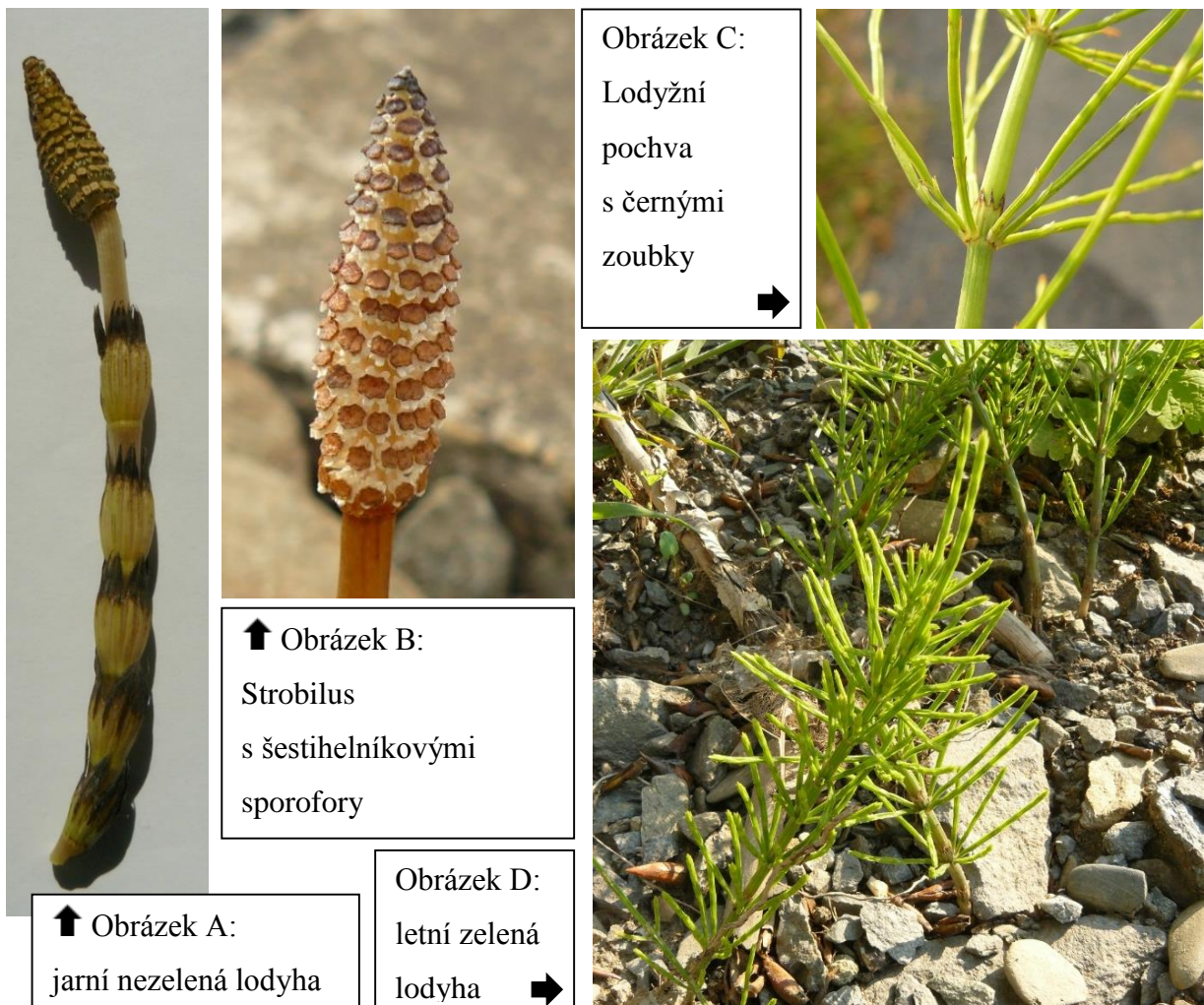
Přeslička rolní (*Equisetum arvense*)

Čeleď: přesličkovité (*Equisetaceae*)

Rozšíření a ekologie: Přeslička rolní je hojným druhem, který se vyskytuje na polích, podél cest a v příkopech. Tento druh je poměrně ekologicky nenáročný a proto se velmi dobře šíří. Díky plazivému oddenku, který je hluboko pod zemí, se často může stát plevelem zahrad. Její rozšíření je po celé Evropě, na severu Asie a Afriky a také v Severní Americe. Zplanělá je však také na Novém Zélandě, v Austrálii, v Jižní Americe, na Madagaskaru i Mauritiu (Prančl 2012).

Botanická charakteristika: Přeslička rolní má dimorfismus lodyh. Jarní lodyha je nevětvená světle hnědá až načervenalá. Zuby na lodyžních pochvách jsou tmavé, lodyžní pochva může mít až 2 cm. Výtrusný klas je na konci lodyhy a měří 2-3,5 cm. Výtrusy dozrávají v březnu či dubnu a pak lodyha odumírá. Letní lodyha je sterilní, zelená a bohatě větvená. I zde jsou zuby lodyžních pochev tmavé. Důležitou vlastností je také to, že první článek větve je delší než lodyžní pochva (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Přeslička rolní má léčivé účinky, užívá se formou odvarů či kašovitých obkladů z letní lodyhy. Přeslička pomáhá při hojení ran, zmírňuje krvácení a působí protizánětlivě. Lodyha obsahuje křemičitany, proto někdy bývá použita při čištění mincí nebo nádobí při pobytu v přírodě (Prančl 2012).



Přeslička lesní (*Equisetum sylvaticum*)

Čeleď: přesličkovité (*Equisetaceae*)

Rozšíření a ekologie: Přeslička lesní se vyskytuje na vlhkých, kyselých půdách v lesích, někdy na loukách, spíše ve vyšších polohách. Rozšířena je na severu severní polokoule (Kremer et Muhle 1998).

Botanická charakteristika: Přeslička lesní má dva typy lodyh, oba však rostou současně. Fertilní lodyhy jsou ve spodní části zelenavé, horní část je nahnědlá. Po dozrání výtrusů, které se děje v období od dubna do května, se tyto lodyhy rozvětví, protáhnou a zezelenají zcela. Neplodné lodyhy jsou od počátku světle zelené s mnoha přesleny větví. Špičky zubů lodyžní pochvy jsou tmavé (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Přestože je tato přeslička velmi dekorativní, nebývá pěstována, neboť má vysoké nároky na prostředí. V přírodě může vytvářet celé porosty (Studnička 2009).



◀ Obrázek A:

Fertilní lodyha se zasychajícím strobilem, která již zelená

Obrázek B: ▶

Sterilní lodyha může mít až 80 cm, její vzhled působí křehce a bohatě; sterilní lodyhy rostou ve stejnou dobu jako fertlilní, nikdy však nenesou srotilus



Přeslička bahenní (*Equisetum palustre*)

Čeleď: přesličkovité (*Equisetaceae*)

Rozšíření a ekologie: Přeslička bahenní je hojná na vlhkých loukách a mokřadech. Rozšířena je v Evropě, střední a východní Asii a v severní části Severní Ameriky (Mrázek 2011).

Botanická charakteristika: Přeslička bahenní je bez dimorfismu lodyh. Lodyha je spíše hladká, asi 3 mm tlustá a až 60 cm vysoká. Rýhy na lodyze jsou výrazné, valem dutiny jsou poměrně široké. Zuby pochvy jsou na špičkách černavé, ale světle lemované. Větve jsou jednoduché. Doba zrání spor trvá od května do července (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Tato přeslička obsahuje alkaloid palustrin, který je jedovatý. Jeho účinky nemizí ani po usušení (Mrázek 2011).



← Obrázek A:

Tato přeslička nemá rozlišení sterilní a fertlní lodyhu, větve jsou jednoduché

Převzato z

http://www.kvetena.com/fullimages/preslickovite/preslicka_bahenni_1.jpg

Obrázek B: →

Lodyžní pochvy mají tmavé zoubky se světlým lemem

Převzato z

http://www.kvetena.com/fullimages/preslickovite/preslicka_bahenni_2.jpg



Cídivka zimní (*Hippochaete hyemalis*)

Čeleď: přesličkovité (*Equisetaceae*)

Rozšíření a ekologie: Cídivku zimní můžeme najít ve vlhkých řídkých lesích, podél vodních toků, spíše v pahorkatinách a horských polohách. Kromě Středozeří je rozšířena celoevropsky až po Ural, roztroušeně se vyskytuje i v Severní Americe (Dítě 2009).

Botanická charakteristika: Tato cídivka je robustní, její lodyha je vzpřímená, tmavě zelená a roste i v zimě. Povrch je drsný, lodyha může dosahovat výšky až 150 cm. Lodyžní pochva poměrně dlouhá, přiléhavá. Na spodním kraji je příčný černý pruh, zbytek pochvy je pak spíše světlé barvy. Strobilus zasazen do poslední lodyžní pochvy. Zrání výtrusů probíhá v srpnu (Kremer et Muhle 1998). Patří mezi rostliny z kategorie C3.

Zajímavosti: Cídivky nebývají někdy označovány jako samostatný rod, proto přeslička zimní je pouze synonymním označením pro tento druh. Cídivka zimní má z našich zástupců tohoto řádu největší centrální dutinu.

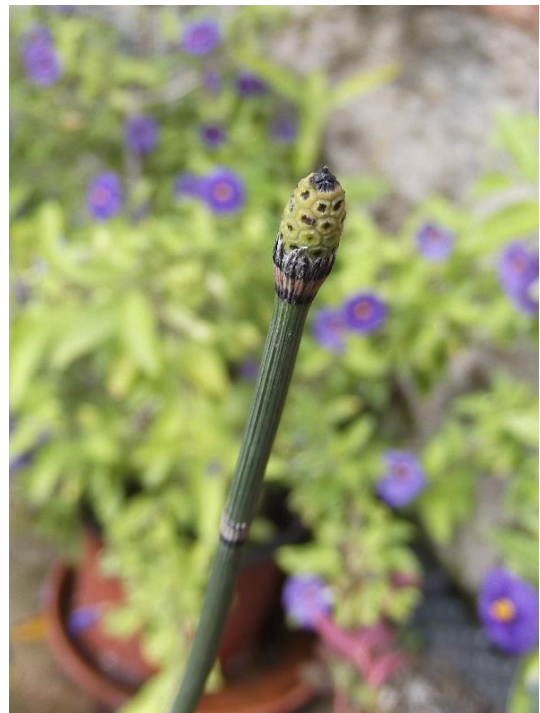


◀ Obrázek A:

Lodyha je drsná, lodyžní pochvy mají na spodu příčný černý pruh, nad ním je pochva světlá

Obrázek B: ▶

Strobilus je zasazen do poslední lodyžní pochvy a je zašpičatělý, podobně jako přesličky jsou na něm šestiúhelníkové sporofory (nosiče sporangií)



Hadí jazyk obecný (*Ophioglossum vulgatum*)

Čeleď: jazykovité (*Ophioglossaceae*)

Rozšíření a ekologie: Hadí jazyk se vyskytuje na vlhkých loukách, v travním zamokřeném porostu. Rozšířen je ve většině Evropy, v Asii, Africe a v Severní Americe, také v severní části Patagonie (Hoskovec 2008).

Botanická charakteristika: Hadí jazyk obecný je velký 5-30 cm. Podzemní oddenek není výrazně rozrostlý, ale přetrvává. Na jaře z oddenku vyroste jediný list. Jeho sterilní část je celokrajná se síťovitou žilnatinou, fertální část je tvořena výtrusným klasem na dlouhé stopce. Sporangia jsou vytvářena ve dvou řadách, při dozrání (od června do srpna) žloutnou. (Kremer et Muhle 1998). Kvůli odvodňování a hnojení je dle červeného seznamu u nás tento druh zařazen do kategorie C2.

Zajímavosti: Hadí jazyk obecný bývá někdy též nazýván jako hadilka obecná (Hoskovec 2008). Tento druh má blíže k prutovkám nežli ke kapradinám odvozenějším čeledí. Mladé listy nejsou spirálně stočeny jako je tomu u jiných druhů kapradin (Studnička 2009).



← Obrázek A:

Sterilní část listu je celokrajná, fertální část ji převyšuje a je vzpřímená

Převzato z

<http://www.kvetena.com/fullimages/jazykovite/hadilka.jpg>



Obrázek B: →

Fertální část vytváří klas ze dvou řad sporangií

Převzato z

<http://www.kvetena.com/fullimages/jazykovite/hadilka1.jpg>

Podezřeň královská (*Osmunda regalis*)

Čeled': podezřeňovité (*Osmundaceae*)

Rozšíření a ekologie: Podezřeň má ráda vlhká stinná místa i louky, roste spíše na chudých kyselých půdách. Podezřeň je nesouvisle rozšířena v Evropě, jižní Africe a částečně i v Asii (Möllerová 2007).

Botanická charakteristika: Podezřeň královská je výrazná kapradina vysoká až 1,5 metru. Oddenek je rozvětvený a vyrůstá z něj větší počet listů. Listy mají velmi rozlišnou sterilní a fertílí část. List je 2krát zpeřený, ve spodní části jsou sterilní listy 2. řádu. V horní části najdeme plodné úkrojky, přeměněné v nosiče sporangií. Při zralosti je tato část rezavě zbarvená, přestože samotné spory jsou zeleně zbarveny a přežívají ve vlhčím prostředí. Výtrusy dozrávají v červnu a červenci (Kremer et Muhle 1998). Červený seznam řadí podezřeň do kategorie A3.

Zajímavosti: U nás se s ní můžeme setkat jedině v zahradách, kde bývá pěstována. V kombinaci s mechem může tvořit neobvyklé zákoutí. Ostatní podezřeň se v Evropě nevyskytují (Möllerová 2007).



← Obrázek A:

Fertílí část je výrazně odlišná, při dozrávání je tato část rezavě hnědá

Převzato z

http://floranaza.hrade.coex.cz/wp-content/uploads/2014/06/Kapradiny_4.jpg

Nepukalka vzplývající (*Salvinia natans*)

Čeleď: nepukalkovité (*Salviniaceae*)

Rozšíření a ekologie: Nepukalky se vyskytují na hladinách jezer, rybníků a slepých ramen. Rozšířeny jsou ve Středozeří, ale i v severovýchodní Evropě a Asii. U nás jsou původní pouze na severní Moravě (Eliáš 2007).

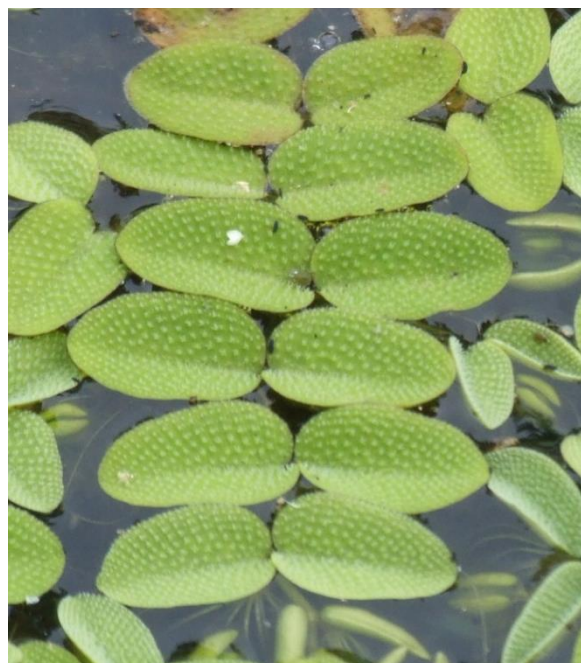
Botanická charakteristika: Nepukalka vzplývající je jednoletá splývající rostlina dosahující délky až 30 cm. Kořeny nejsou vyvinuty. Listy jsou po třech v přeslenu, přičemž 2 listy jsou lupenité a zelené, velké asi 15 mm, třetí list je přeměněn v kořenový úkrojek. Na zelených listech jsou hrbolky, které zajišťují jejich nesmočitelnost, ve vnitřní stavbě listu jsou vzdušné komůrky. Sporokarpy jsou asi 3 mm velké a shlukují se. Spory (rozlišené na samčí a samičí) dozrávají od srpna do zří (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Některé nepukalky mají díky svým výrůstkům pokrytým voskovými šupinkami superhydrofóbní povrch. Této vlastnosti se snaží vědci využít a vytvořit tak speciální povrch pro zaoceánské lodě, které by tak ušetřily až 10 % paliva (Pazdera 2010)



◀ Obrázek A:
Nepukalka vzplývající nebo též plovoucí dostala svůj název díky splývání na hladině, gramaticky je její druhový název poněkud matoucí

Obrázek B: →
Tato vodní kapradina má speciální povrch listu s výrůstky, které zabraňují smáčení, tomu se říká salvinia efekt



Hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*)

Čeleď: hasivkovité (*Dennstaedtiaceae*)

Rozšíření a ekologie: Hasivku můžeme nalézt ve světlých lesích, na pastvinách nebo písčitých půdách, které jsou spíše kyselé. Rozšířena je téměř kosmopolitně, chybí v pouštích a arktických oblastech (Hoskovec 2010).

Botanická charakteristika: Hasivka orličí je naše poměrně hojná velká kapradina. Z rozvětveného oddenku listy vyrůstají jednotlivě a mohou mít až 2 metry, v obrysu jsou trojboké, 2-3krát zpeřené, tuhé, řapík je žlutavý s podélnou brázdou. List působí zvadlým dojmem, protože je obloukovitě prohnutý. Sory jsou chráněny okrajem listu. Výtrusy dozrávají od srpna do září. Častěji se však rozrůstá oddenkem a tvoří proto celé porosty. Na podzim list nejprve zežloutne, pak zhnědne a nakonec odumírá. (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Hasivka orličí dostala název díky svým cévním svazkům, které na příčném řezu bázi řapíku připomínají heraldického orla (Hoskovec 2012). Druh se vyskytuje v několika varietách. Rostlina obsahuje jedovaté látky (Hoskovec 2010).



↑ Obrázek A:
Řez řapíkem, kresba cévních svazků připomínající orlici



↑ Obrázek B:
Část listu



◀ Obrázek C:
Sporotrofofyl působí povadlým dojmem, protože je prohnutý; může být až 2 metry dlouhý a v obrysu je trojboký

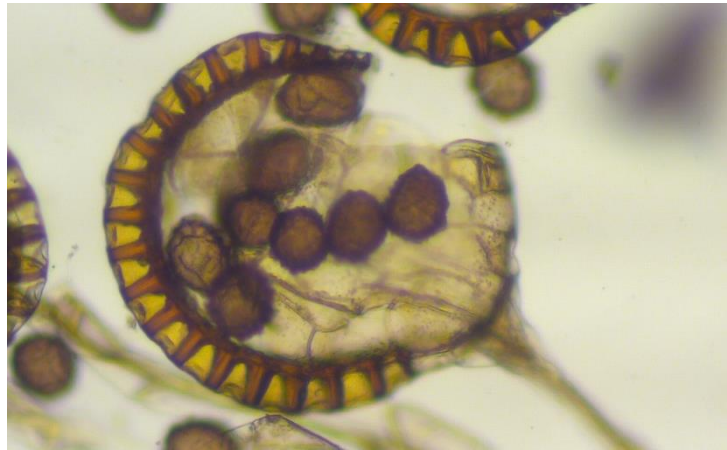
Sleziník routička (*Asplenium ruta-muraria*)

Čeled': sleziníkovité (*Aspleniaceae*)

Rozšíření a ekologie: Tento sleziník můžeme nalézt nejčastěji ve skalních štěrbinách na vápenitém podkladu. Rozšířen po celé Evropě, v severozápadní Africe, částečně v Asii a na východě Severní Ameriky (Hoskovec 2007).

Botanická charakteristika: Sleziník routička je poměrně hojná kapradina vysoká až 10 cm. Listy vytváří trsy, řapík je při bázi hnědý, čepel v obrysu trojúhelníkovitá, 2-3krát zpeřená. Úkrojky jsou na bázi klínovitě zúžené, sory utváří nejprve pruhy, později splývají. Výtrusy dozrávají od července do září (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Této kapradině se daří dobře šířit, protože je vápnomilná. Užíváním vápenné malty při stavbách poskytlo tomuto sleziníku vhodné místo pro život, a tak jej hojně najdeme na starších zídkách. Sleziník routička snáší dobře i vysychání (Dvořák 2014).



↑ Obrázek B:

Prasklá výtrusnice s oválnými výtrusy

↑ Obrázek A:

Rub listu
s nedozrálými
výtrusnicovými
kupkami
čárkovitého tvaru



Obrázek B: →

Kapradina
vyrůstající na zídce

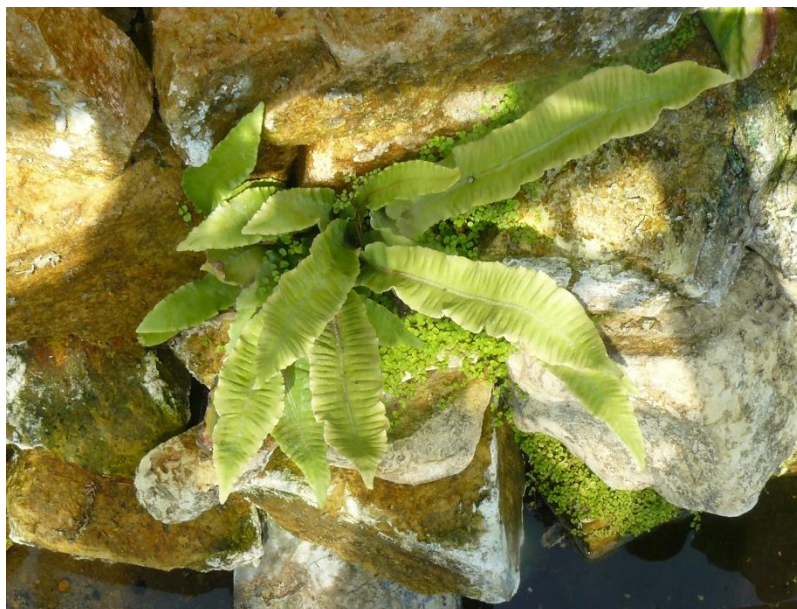
Jazyk jelení (obecný/celolistý) (*Phyllitis scolopendrium*)

Čeleď: sleziníkovité (*Aspleniaceae*)

Rozšíření a ekologie: Jelení jazyk roste na stinných vlhkých místech, často ve skalních štěrbinách na vápencovém podkladu. Rozšíření jeleního jazyku je po celé Evropě, hlavně na západě, v severní Africe a střední Asii. U nás roste jen na několika lokalitách a je řazen do kategorie C1 (Hoskovec 2007).

Botanická charakteristika: Jelení jazyk je trsnatá kapradina, jejíž řapíkaté listy mohou dosahovat až do výšky 45 cm. Na bázi jsou listy srdčité, jsou celokrajné, úzké, zakončené špičkou. Mají výrazné střední žebro, sory jsou podlouhlé, vytváří se podél žilek ze dvou rovnoběžných pruhů výtrusnicových kupek, zpočátku jsou sporangia kryta ostěrou, která přes léto opadá. Výtrusy dozrávají od července do září (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Tato kapradina byla dříve používána do salátů. Dnes se s ní můžeme setkat v zahradách v mnoha formách. Kdysi se věřilo, že se člověk může stát neviditelným díky jejím výtrusům (Hoskovec 2007).



← Obrázek A:

Jazyk jelení může být pěstován i na zahradě; jeho listy jsou celokrajné a téměř půl metru dlouhé

Obrázek B: →

Na rubu listu se utváří velmi výrazné protáhlé výtrusnicové kupky, jejich ostěra mizí při dozrávání



Sleziník hnízdovitý (*Asplenium nidus*)

Čeleď: sleziníkovité (*Aspleniaceae*)

Rozšíření a ekologie: Tento sleziník je tropickým druhem. Roste zejména epifyticky nebo na skalách v tropických deštých lesech ve stínu. Rozšířen je v Asii, Tichomoří, východní Africe.

Botanická charakteristika: Celokrajné sporotrofofyly mohou mít až 150 cm, rostou v růžici. Na jejich rubu se vytvářejí sory, které tvoří linie jdoucí od středního nervu. Stonek je široký, krátký a dřevnatější. Tato kapradina bývá často pěstována ve sklenících, může být pěstována i v bytech s vyšší vlhkostí.

Zajímavosti: Protože do nálevkovité růžice často padají listy jiných rostlin a další odpad, připomíná tato kapradina vystlané hnízdo. Podle této vlastnosti byl sleziník hnízdovitý pojmenován (Studnička 2009).

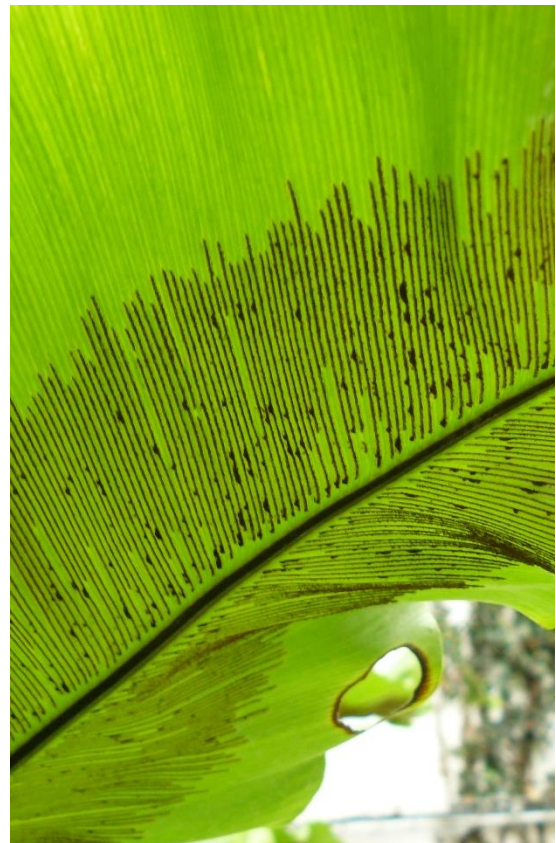


← Obrázek A:

Kapradina tvoří hustou růžici velkých celokrajných listů;
dobře se jí daří ve sklenících

Obrázek B: →

Na rubu listu se tvoří pravidelné linie výtrusnicových kupek, které jsou tenké a poměrně blízko u sebe



Papratka samičí (*Athyrium filix-femina*)

Čeleď: papratkovité (*Woodsiaceae*)

Rozšíření a ekologie: Papratku najdeme v lesích, v horách na pastvinách s polostínem či stínem. Rozšířena je kosmopolitně (Kremer et Muhle 1998).

Botanická charakteristika: Papratka samičí je poměrně hojná větší kapradina, jejíž listy mohou mít délku kolem jednoho metru, v obrysu jsou dlouze eliptické se zužující se špičkou a jsou 2-3krát zpeřené. Listy 1. řádu nasedají na větveno střídavě, listy 2. řádu mají pilovitý okraj. Podlouhlé či podkovovité sory jsou zakryty brvitou ostěrou. Výtrusy dozrávají od července do září (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Papratka může být pěstována v zahradách či parcích. Rozlišujeme několik jejích variet.



↑ Obrázek A:
Nápadně zahnuté sory kryté ostěrou



Obrázek B: →
Pleviny na bázi řapíku

Obrázek C: →
Detail sporotrofofylu,
jemně zoubkované
úkrojky přisedají přímo
na větveno



Pérovník pštrosí (*Matteuccia struthiopteris*)

Čeleď: paprkatkovité (*Woodsiaceae*)

Rozšíření a ekologie: Pérovník se vyskytuje ve vlhkých, lužních lesích, poblíž vod. Rozšířen je spíše ve východní části Evropy, na Sibiři, v Japonsku a Číně, v Severní Americe (Krása 2007).

Botanická charakteristika: Pérovník pštrosí je trsnatá kapradina, jejíž listy mohou měřit až 150 cm. Listy jsou rozlišeny na sporofyly a trofofyly. Trofofyly jsou světle zelené, v obrysu až kosočtverečné, 2krát zpeřené a nepřezimující. Sporofyly vyrůstají uvnitř růžice, jsou kratší, jen jednou zpeřené, později hnědnou a připomínají pštrosí péra, přes zimu vytrvávají. Výtrusy dozrávají v druhé polovině roku (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Tato kapradina bývá často vysazována jako okrasná v zahradách a parcích. U nás je její výskyt nejspíše druhotný.



↑ Obrázek A:

Trofofyl pérovníku pštrosího

Obrázek C: →

Sporofyly ve středu růžice



↑ Obrázek B:

Zužující se báze trofofylu



Žebrovice různolistá/klasnatá (*Blechnum spicant*)

Čeleď: žebrovcovité (*Blechnaceae*)

Rozšíření a ekologie: Žebrovice se vyskytuje v zastíněných, spíše horských lesech. Rozšířena je v Evropě, Asii a na západě Severní Ameriky (Krása 2007).

Botanická charakteristika: Tato kapradina má listy vyrůstající v růžici. Krátké řapíky listů jsou dosti tmavé, čepel je jednoduše zpeřená. Úkrojky jsou tupě zakončeny a jsou celokrajné, na bázi široce nasedají na vřeteno. Trofosporofyly se poměrně liší, vyrůstají ve středu růžice, úkrojky jsou vzdálenější a jsou zelené pouze během léta. Na úkrojkou jsou dvě řady sporangií, které jsou velmi blízko u sebe. Spory jsou zralé mezi červencem a zářím (Kremer et Muhle 1998). U nás patří k vzácnějším druhům a proto je řazena do kategorie C4a červeného seznamu (Krása 2007).

Zajímavosti: I tato kapradina může být pěstována, má však velké nároky na prostředí.



◀ Obrázek A:
Žebrovice má rozlišené sporofyly a trofofyly, fertilní listy vyrůstají ve středu růžice



◀ Obrázek B:
Trofofyly vyrůstající v růžici

Obrázek C: ▶
Rub dozrávajícího sporofylu



Kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*)

Čeleď: kaprad'ovitě (*Dryopteridaceae*)

Rozšíření a ekologie: Roste hojně v lesích a na zastíněných místech, podél vodních toků, ale ne na příliš podmáčených půdách. Rozšířena je na celé severní polokouli (Dvorský 2009).

Botanická charakteristika: Kaprad' samec má poměrně velké, 2krát zpeřené, nepřezimující listy vyrůstající v růžici. Na řapíku najdeme světlé šupiny. Úkrojky mají víceméně zubatý okraj. Sory jsou okrouhlé a ve dvou řadách, ostěra má fazolovitý až podkovitý tvar. Výtrusy zrají od července do září (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Kaprad' samec je velmi hojnou kapradinou, která je oblíbena i jako dekorativní druh. Z oddenku kapradě samce býval získáván extrakt, který se užíval proti střevním parazitům. Při předávkování hrozily závažné obtíže, a proto se dále takto nevyužívá (Spektrum zdraví 2012).



↑ Obrázek A:

Sory jsou chráněny ledvinitou ostěrou



↑ Obrázek B:

Líc listu, úkrojky jsou zubaté

Obrázek C: →

Celkový vzhled
kapradiny;
až metrové trofosporofyly
utvářejí růžici



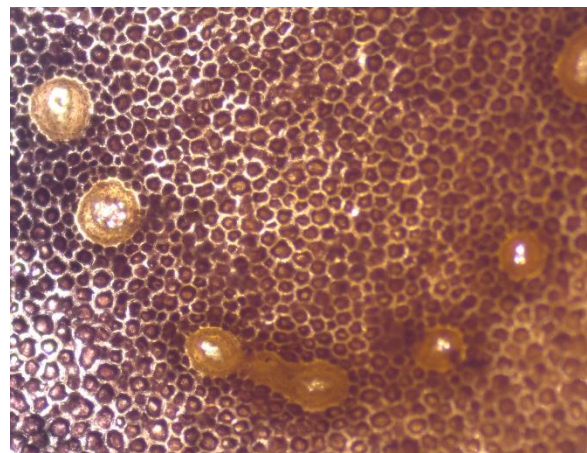
Osladič obecný (*Polypodium vulgare*)

Čeleď: osladičovité (*Polypodiaceae*)

Rozšíření a ekologie: Osladič se vyskytuje na středně suchých či vlhkých místech a ve stinných lesích. Rozšířen je po celé Evropě, v Africe, roztroušeně v Asii a v Severní Americe (Hoskovec 2007).

Botanická charakteristika: Osladič obecný vyrůstá po jednotlivých listech, které mohou mít až 40 cm. Řapík může být tak dlouhý jako čepel, která je lesklá a lysá. List je jednou zpeřený s úkrojky nepravidelně zubatými směrem ke špičce pravidelně se zmenšujícími. Sory jsou okrouhlé, doba zrání je od července do září (Kremer et Muhle 1998).

Zajímavosti: Oddenky mají nasládlou chuť. Užívaly se dříve k léčbě kašle a astmatu. Dnes mohou být oddenky využity jako přísada do substrátu (Hoskovec 2007).



↑ Obrázek B:
Příčný řez oddenkem, barveno
Lugolovým roztokem

↑ Obrázek A:

Rub listu s výtrusnicovými
kupkami, které nejsou
chráněny ostěrou

Obrázek C:

Listy rostoucí jednotlivě
z oddenku, úkrojky listu
jsou celokrajné



Ledviník ztepilý (*Nephrolepis exaltata*)

Čeleď: *Lomariopsidaceae*

Rozšíření a ekologie: Ledviník ztepilý je druhem rostoucím roztroušeně v tropech a subtropích celého světa. Může růst jako epifyt nebo v půdě. Má rád polostín nebo stín a mírně kyselou půdu.

Botanická charakteristika: Listy ledviníku ztepilého vytvářejí růžici. Nešlechtěné druhy nemají tak dlouhé sporotrofofyly jako nejrůznější kultivary. U těch mohou měřit listy až 120 cm. Úkrojky jsou většinou zubaté, list je jednoduše zpeřený.

Zajímavosti: Tento druh bývá často hojně pěstován, nemá rád kroupení ani mlžení. Raději snese i kancelářské prostředí, kde je přes zimu velmi suchý vzduch. V květinářstvích běžně k sehnání (Studnička 2009).



◀ Obrázek A:

Celkový vzhled rostliny; ta může být pěstována v bytech, kancelářích či sklenících

Obrázek B: ➡

Detail špičky listu; úkrojky jsou zubaté, na větenu umístěny těsně vedle sebe

Různé kultivary mohou mít však listy utvářeny výrazně jinak



4.4. Laboratorní cvičení

Základní formou pro učení se nových poznatků je pozorování. Proto by mělo být pozorování nedílnou součástí výuky. Jednou z možností je zařazení laboratorních cvičení, kde se žáci seznámí s reálnými rostlinami a mohou je dále prozkoumat. K tomu by jim mohla sloužit níže uvedená laboratorní cvičení. Jejich obtížnost je různá, záleží na tom, kolik hodin mohou žáci v laboratoři strávit a jaké jsou jejich dovednosti v mikroskopování.

Pro mikroskopování musí mít škola k dispozici laboratoř či mikroskopický sál. Žáci pak musí mít k dispozici další nezbytné vybavení. Důležitou roli zde hraje mikroskopická souprava. Ta by měla obsahovat podložní a krycí sklíčka, preparační jehlu, pinzetu, skalpel nebo žiletku, nůžky, válečky bezové duše, kapátko, plátěný hadřík. Další pomůcky se odvíjí dle konkrétního úkolu.

Žáci se nejprve musí seznámit s mikroskopem, jeho částmi a s jeho použitím. Dále se také musí naučit vypracovat protokol, který je zásadně na nelinkovaném papíru A4. Důležitou dovedností je také zakreslení pozorovaných objektů, které se žákům může dařit více či méně.

Mikroskopování má určitý postup. Nejprve je potřeba odebrat materiál, v některých případech jej zajišťuje učitel, jindy si materiál mohou žáci zajistit sami. V případě potřeby se materiál zafixuje či konzervuje pro pozdější pozorování. Před samotným pozorováním je většinou potřeba objekt upravit (zhotovit řez, odejmout část, obarvit), pokud materiál neupravujeme, pak jej pozorujeme *in toto*. Po nachystání materiálu již následuje jeho umístění na podložní sklíčko a překryjeme krycím sklíčkem tak, že jej postavíme na hranu a postupně sklápíme, aby nevnikaly v preparátu vzduchové bubliny.

Preparáty mohou být dočasné nebo trvalé (např. zafixované v pryskyřici či parafinu). Dočasné preparáty, kde pozorujeme živé buňky, se označují jako nativní (Vinter 2008).

Laboratorní cvičení č. 1

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: Pozorování plavuně vidlačky

Úkol č. 1: Příčný řez oddenkem plavuně vidlačky

Úkol č. 2: Srovnání sporofylu a trofofylu plavuně vidlačky

Pomůcky: mikroskopická souprava, safranin, lupa

Biologický materiál: plavuň vidlačka (*Lycopodium clavatum*)

Úkol č. 1:

Pracovní postup: Na oddenku plavuně vidlačky provedeme srovnávací řez, poté za pomoci bezové duše zhotovíme několik příčných tenkých řezů, z nichž vybereme jeden. Přeneseme jej na podložní sklíčko a provedeme barvení safraninem. Poté překryjeme krycím sklíčkem a pozorujeme.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Zařad'te plavuň vidlačku do systému.

Jaké další druhy plavuní u nás rostou?

Jak působí safranin? Které struktury barví?

Jaký typ stéle můžeme v oddenku plavuně vidlačky pozorovat?

Úkol č. 2:

Pracovní postup: Z rostliny plavuně vidlačky pinzetou odtrhneme jeden trofofyl z lodyhy a jeden sporofyl ze strobilu. Oba listy položíme na tmavý podklad a pozorujeme pomocí lupy.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Popište, jak vypadá trofofyl plavuně vidlačky.

Popište, jak vypadá sporofyl plavuně vidlačky.

Porovnejte oba typy listů u plavuně vidlačky.

Závěr:

Laboratorní cvičení č. 2

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: Pozorování přesličky rolní

Úkol č. 1: Příčný řez lodyhou přesličky rolní

Úkol č. 2: Pozorování sporoforu přesličky rolní

Pomůcky: mikroskopická souprava, lupa

Biologický materiál: přeslička rolní (*Equisetum arvense*)

Úkol č. 1:

Pracovní postup: Na lodyze přesličky rolní provedeme srovnávací řez, poté za pomoci bezové duše zhotovíme několik příčných tenkých řezů, z nichž vybereme jeden. Přeneseme jej na podložní sklíčko a v kapce vody jej uzavřeme mezi podložní a krycí sklíčko.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Zařad'te přesličku rolní do systému.

Jaké další druhy přesliček u nás rostou?

Jaký typ stéle můžeme v lodyze přesličky rolní pozorovat?

Kolik typů dutin toto stéle zahrnuje a jak se nazývají?

Jak by se lišil příčný řez lodyhou cídivky zimní?

Úkol č. 2:

Pracovní postup: Z dozrávajícího strobilu přesličky rolní žiletkou odřízneme jeden sporofor. Ten položíme na tmavý podklad a pod lupou pozorujeme.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Co je obecně sporofor?

Popište, jak vypadá sporofor přesličky rolní.

Jakým typem dělení zde vznikají spory? Kolik sad chromozomů má jedna spora?

Závěr:

Laboratorní cvičení č. 3

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: Důkaz přítomnosti křemíku v letní lodyze přesličky rolní

Úkol č. 1: Důkaz kyseliny křemičité v letní lodyze přesličky rolní – demonstrační pokus

Úkol č. 2: Čištění mincí pomocí přesličky rolní

Pomůcky: mikroskopická souprava, kádinka, Erlenmeyerova baňka, nálevka, filtrační papír, kahan, trojnožka, azbestová síťka, nůžky, hodinové sklíčko, digitální fotoaparát, špinavá mince

Chemikálie: 20 ml 5% roztoku kyseliny chlorovodíkové (HCl), 100 ml nasycený roztok uhličitanu sodného (sody) Na_2CO_3

Biologický materiál: přeslička rolní (*Equisetum arvense*)

Úkol č. 1:

Pracovní postup: Nejprve vytvoříme v kádince nasycený roztok uhličitanu sodného. Do něj pak vložíme nadrobno nastříhanou letní lodyhu přesličky rolní. Kádinku přiklopíme hodinovým sklíčkem a pozvolna vaříme 1 – 2 hodiny nad kahanem. Takto vzniklý roztok necháme zchladit a přefiltrujeme do Erlenmeyerovy baňky. Poté postupně přidáváme 20 ml 5% roztoku kyseliny chlorovodíkové a pozorujeme (Baer 1968).

Pozorování:

Popište, co vzniklo v konečném roztoku.

Jakou funkci plní křemík v přesličkách?

Úkol č. 2:

Pracovní postup: Špinavou minci vyfoťte. Pomocí letní lodyhy přesličky rolní minci drhněte na obou stranách. Poté mince opět vyfoťte a porovnejte snímky před a po čištění.

Pozorování:

Závěr:

Laboratorní cvičení č. 4

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: Pozorování osladiče obecného

Úkol č. 1: Příčný řez oddenkem osladiče obecného

Úkol č. 2: Pozorování sporangií osladiče obecného

Pomůcky: mikroskopická souprava, Lugolův roztok

Biologický materiál: osladič obecný (*Polypodium vulgare*)

Úkol č. 1:

Pracovní postup: Na oddenku osladiče obecného provedeme srovnávací řez, poté zhotovíme několik příčných tenkých řezů, z nichž vybereme jeden. Přeneseme jej na podložní sklíčko a provedeme barvení Lugolovým roztokem. Poté překryjeme krycím sklíčkem a pozorujeme.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Zařad'te osladič obecný do systému.

Jak působí Lugolův roztok? Jaké struktury barví?

Jaký typ stéle můžeme v oddenku osladiče obecného pozorovat?

Úkol č. 2:

Pracovní postup: Ze sor osladiče obecného odebereme preparační jehlou vzorek a nanese jej na podložní sklíčko. Sporangia v kapce vody rozvolníme, překlopíme podložním sklíčkem a pozorujeme.

Nákres:

Zvětšení:

Pozorování:

Co vzniká ve sporangích? Jakým typem dělení to vzniká?

Co můžeme pozorovat na sporangiu?

Závěr:

Laboratorní cvičení č. 5

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: Srovnání papratky samičí a kapradě samce

Úkol č. 1: Celkový vzhled listu u kapradin

Úkol č. 2: Srovnání lístků 1. řádu u kapradin

Úkol č. 3: Pozorování sor na rubu listu u kapradin

Úkol č. 4: Otiskový preparát epidermis spodní strany lístku u kapradin

Pomůcky: mikroskopická souprava, bezbarvý lak na nehty, izolepa

Biologický materiál: papratka samičí (*Polypodium felix-femina*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*)

Úkol č. 1:

Pracovní postup: Z každé jmenované kapradiny vezmeme jeden list, zakreslíme jejich tvar.

Nákres:

Pozorování:

Popište celkový tvar listu obou zástupců.

V čem se tvar listu papratky samičí liší od tvaru listu kapradě samce?

Jsou na řapíku listu kapradě samce a papratky samičí pleviny? Jsou odlišné?

Úkol č. 2:

Pracovní postup: Z obou kapradin odtrhneme lístek 1. řádu a překreslíme jej do protokolu.

Nákres:

Pozorování:

Popište rozdíly v lístcích 1. řádu kapradě samce a papratky samičí.

Zařad'te kaprad' samce a papratku samičí do systému.

Úkol č. 3:

Pracovní postup: Pozorujeme sory kapradě samce a papratky samičí *in toto* (bez předchozích úprav).

Nákres:

Pozorování:

Jaký tvar mají sory kapradě samce a papratky samičí? Čím se liší?

Úkol č. 4:

Pracovní postup: Pinzetou odtrhneme lístek prvního (případně druhého) řádu kapradě samce a papratky samičí. Na spodní stranu lístku nanese se bezbarvý lak. Necháme zaschnout. Poté přitiskneme izolepu na stranu lístku s lakem, přitlačíme a lístek odstraníme. Izolepu s vrstvou laku přilepíme na podložní sklo a pozorujeme.

Nákres:

Pozorování:

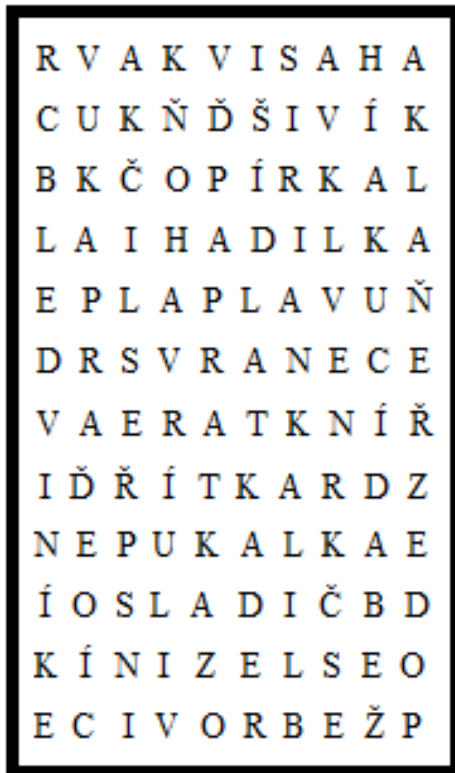
Popište stavbu průduchu.

Jaký tvar mají buňky kolem průduchů u kapradě samce a papratky samičí? Liší se od sebe?

Závěr:

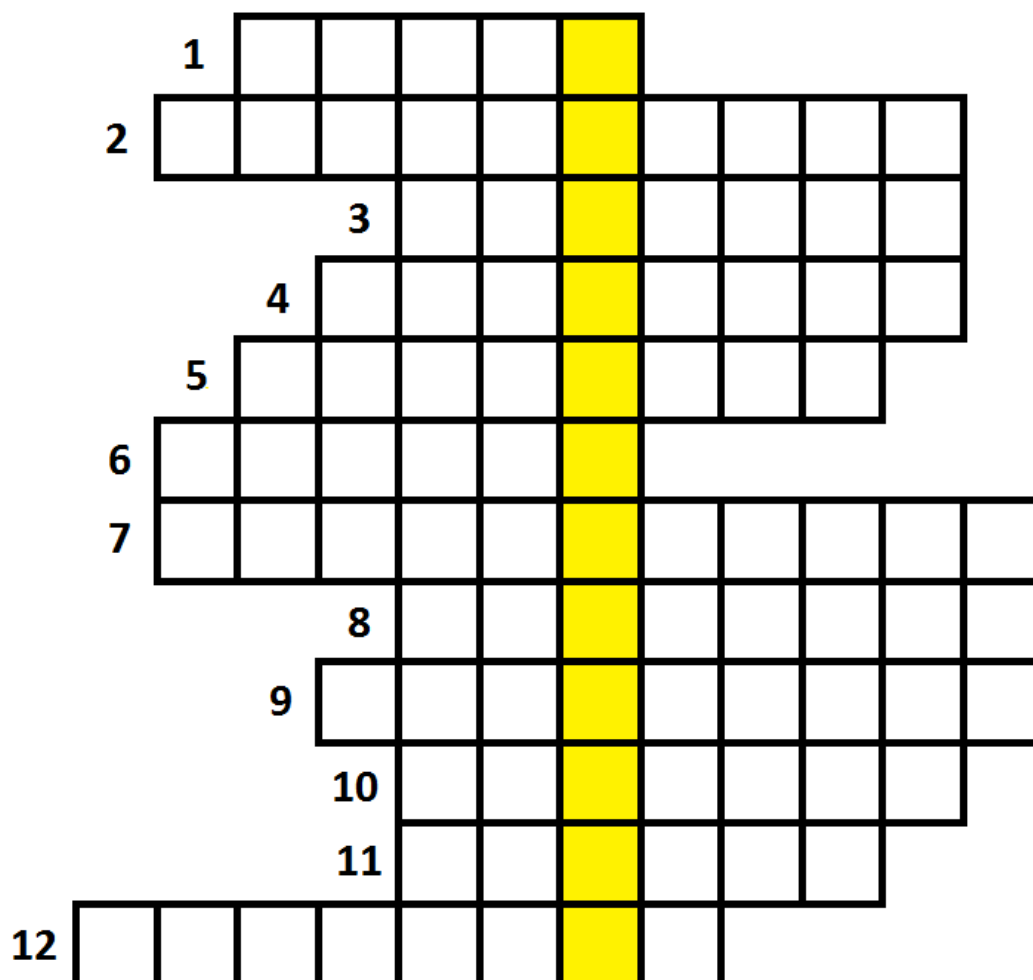
4.5. Jiné aktivity do hodiny

Osmisměrka – najděte co nejvíce rodových názvů výtrusných cévnatých rostlin



Křížovka – pomocí nápověd doplňte křížovku a odhalte tajenku

- 1) Rodové jméno kapradiny, jejíž druhové jméno je odvozeno od sudokopytníka
- 2) Prvoklíček
- 3) Útvary na sporách přesliček, které reagují na vlhkost
- 4) Typ listu, který nese sporangia
- 5) Druhové jméno naší nejhojnější plavuně
- 6) Rodové jméno kapradiny, jejíž druhové jméno je *samec*
- 7) Typ stéle v oddenku plavuně
- 8) Rodové jméno kapradiny, jejíž sporofyly připomínají pštrosí pera
- 9) Výtrusnicový klas
- 10) Vaječná buňka
- 11) Ochrana sporangií u kaprad'orostů (indusium)
- 12) Typ listu sloužící pouze k asimilaci



Anagramy – přeskládáním písmen najděte názvy související s tématem výtrusné cévnaté rostliny

APROS

LFFTORYO

LISBUTORS

CHINUGROAME

GINULAL

RÉOSOAF

ROTSĚA

LYVNIPE

4.6. Didaktický test

Při tvorbě didaktických testů k tématu výtrusné cévnaté rostliny jsem zařadila různé druhy testových úloh a navrhla jejich bodové ohodnocení. Didaktický test jsem vytvořila ve třech variantách, dvě základní, srovnatelné verze a jednu obtížnější (označena jako varianta C).

4.6.1. Bodové hodnocení didaktického testu a odpovídající klasifikace

Otázka číslo 1 a 2 je hodnocena po bodu. Je zde jediná správná odpověď, za niž je bod přidělen. Otázka číslo 3 je hodnocena jedním bodem, pokud žák uvede alespoň jeden druh odpovídající zadání. Čtvrtá otázka je hodnocena 2 body, tedy půl bodu za správné zařazení jednoho druhu. Otázce 5 jsem přiřadila 3 body, žák rozliší gametofyt a sporofyt, popíše jednotlivé fáze v pořadí, jak jdou za sebou, a uvede, jakým dělením vznikají spory. V případě vynechání některé informace ztrácí žák jeden bod za tuto otázku. Otázka číslo 6 je za 2 body, odpověď žáka by měla vysvětlit oba pojmy. Otázka sedmá je celkově hodnocena sedmi body, za každý správný výběr odpovědi ANO/NE dílčího úkolu je po jednom bodě. Osmá otázka je ohodnocena 2 body, jeden bod získá žák za vysvětlení jednoho pojmu. Otázka číslo 9 je hodnocena také 2 body. Žáku je uděleno půl bodu za správné spojení pojmu a odpovídajícího vysvětlení. Desátá otázka je zaměřena na praktické poznání druhu podle fotografie. Za každý správně určený druh je žáku udělen jeden bod.

Bodového ohodnocení žáka	Známka
17,5 – 20 bodů	1
13,5 – 17 bodů	2
9 – 13 bodů	3
4,5 – 8,5 bodů	4
0 – 4 body	5

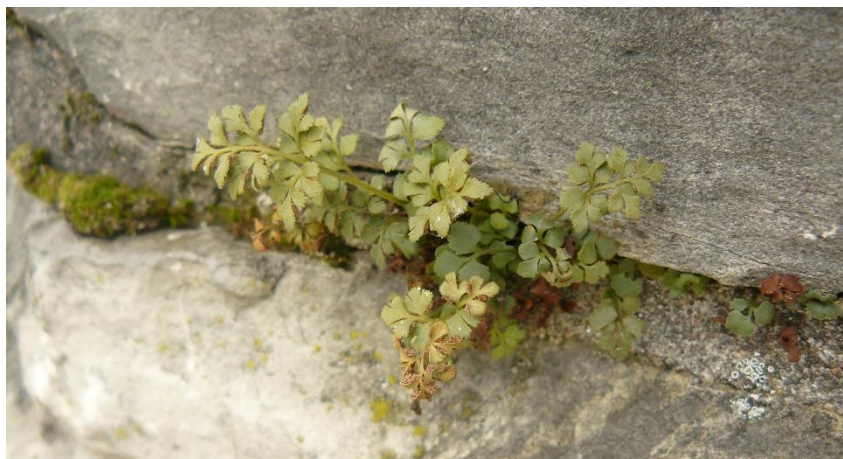
Převodní tabulka pro klasifikaci didaktického testu

4.6.2. Didaktický test k tématu výtrusné cévnaté rostliny – varianta A

- 1) Který z těchto druhů žije na dně vod?
 - a) přeslička bahenní
 - b) nepukalka vzplývající
 - c) šídlatka ostnovýtrusá
 - d) sleziník routička
- 2) Jaký typ stéle je typický pro přesličky?
 - a) plektostélé
 - b) arthrostélé
 - c) eustélé
 - d) polystélé
- 3) Jmenujte alespoň jeden druh kapradin s rozlišenými sporofyly a trofofyly.
- 4) Zařaďte do oddělení a třídy:
 - a) šídlatka jezerní
 - b) cídivka zimní
 - c) plavuňka zaplavovaná
 - d) osladič obecný
- 5) Popište stručně životní cyklus kapradě samce. Uveďte, jakým typem dělení vznikají spory.
- 6) Vysvětlete rozdíl mezi homoiosporií a heterosporií.
- 7) Zakroužkujte, zda je daný výrok pravdivý (ANO) nebo nepravdivý (NE)
 - a) Papratka samičí nemá výtrusnicové kupky kryté ostěrou. ANO NE
 - b) Žebrovice má listy s celolistým okrajem. ANO NE
 - c) Listy nesoucí megasporangia se u šídlatky jezerní nacházejí na vnějších listech růžice. ANO NE
- 8) Vysvětlete, co je to plevina, sporofyl.
- 9) Přiřaďte k jednotlivým pojmům odpovídající definice.
 - a) haptera 1) je nosič sporangii
 - b) sporangium 2) neboli rýha, nachází se na lodyze přesličky
 - c) sporofor 3) je vlákno reagující na vlhkost a udržující spory při sobě
 - d) valekula 4) je výtrusnice obsahující výtrusy

10) Podle obrázků určete jednotlivé druhy.

Obrázek A:



Obrázek B:



Obrázek C:



4.6.3. Didaktický test k tématu výtrusné cévnaté rostliny – varianta B

- 1) Který z těchto druhů je silně inkrustován křemíkem?
 - a) plavuň vidlačka
 - b) kapraď samec
 - c) šídlatka jezerní
 - d) přeslička lesní
- 2) Jaký tvar má sporofor u přesličky?
 - a) šestiúhelníkový
 - b) protáhlý
 - c) okrouhlý
 - d) obdélníkový
- 3) Jmenujte alespoň jeden druh kapradin s celolistým okrajem listu.
- 4) Zařaďte do oddělení a třídy:
 - a) vranec jedlový
 - b) nepukalka vzplývající
 - c) papratka samičí
 - d) přeslička lesní
- 5) Popište stručně životní cyklus přesličky rolní. Uveďte, jakým typem dělení vznikají spory.
- 6) Vysvětlete rozdíl mezi homoiosporií a izosporií.
- 7) Zakroužkujte, zda je daný výrok pravdivý (ANO) nebo nepravdivý (NE)
 - a) Kapraď samec má výtrusnicové kupky kryté ostěrou. ANO NE
 - b) Jelení jazyk nemá listy s celolistým okrajem. ANO NE
 - c) Listy nesoucí mikrosporangia se u šídlatky jezerní nacházejí na vnějších listech růžice. ANO NE
- 8) Vysvětlete, co je to lingula, trofofyl.
- 9) Přiřaďte k jednotlivým pojům odpovídající definice.
 - a) ostěra 1) je klas tvořený listy nesoucími sporangia
 - b) spora 2) neboli výtrus vzniká meiózou
 - c) strobilus 3) je blanka kryjící výtrusnicové kupky
 - d) karina 4) neboli žebro se nachází na lodyze přesličky

10) Podle obrázků určete jednotlivé druhy.

Obrázek A:



Obrázek B:



Obrázek C:



4.6.4. Didaktický test k tématu výtrusné cévnaté rostliny – varianta C

- 1) Který z těchto druhů má výtrusnicové kupky kryty ostěrou?
 - a) přeslička pobřežní
 - b) osladič obecný
 - c) kaprad' samec
 - d) sleziník routička
- 2) Jak se nazývá útvar nesoucí spory u přesliček?
 - e) sporonos
 - f) děložní pochva
 - g) sporofor
 - h) prstenec
- 3) Jmenujte jeden druh kapradiny, který lze pěstovat v domě či bytě.
- 4) Zařaďte do oddělení a třídy a řádu:
 - a) nepukalka vzplývající
 - b) hadí jazyk obecný
 - c) vraneček brvitý
 - d) jelení jazyk celolistý
- 5) Popište stručně životní cyklus plavuně vidlačky. Uveďte, jakým typem dělení vznikají spory.
- 6) Vysvětlete rozdíl mezi dokonalým a neúplným dimorfismem lodyh.
- 7) Zakroužkujte, zda je daný výrok pravdivý (ANO) nebo nepravdivý (NE)
 - a) Sleziník routička se nikdy nevyskytuje na zídkách. ANO NE
 - b) Žebrovice má listy s celolistým okrajem. ANO NE
 - c) Sterilní listy se u šídlatky jezerní nacházejí na vnějším obvodu růžice. ANO NE
- 8) Vysvětlete, co je to haptera, ostěra.
- 9) Přiřaďte k jednotlivým pojmům odpovídající definice.
 - a) strobilus 1) je nosič sporangií
 - b) sporangium 2) je list nesoucí výtrusnice
 - c) sporofor 3) je výtrusnicový klas
 - d) sporofyl 4) je výtrusnice obsahující výtrusy
- 10) Podle obrázků určete jednotlivé druhy.

Obrázek A:



Obrázek B:



Obrázek C:



5. Diskuze

Teoretická část této práce se věnuje vymezení výtrusných cévnatých rostlin, jejich botanické charakteristice, evoluci a systematickému členění, dále pak teoretickým poznatkům z didaktiky.

Charakterizovat skupinu výtrusných cévnatých rostlin není obtížné, avšak určit „správné“ systematické členění je náročnější úkol. Jak píše Hendrych (1979) ve své knize, která je často výchozí literaturou pro vysokoškolské studenty, potřeba třídit organismy trvá z dob před naším letopočtem. Z počátku bylo možné určit příbuznost organismů jen těžko, a tak je lidé členili na základě morfologie. Stejně jako uvádí Hrouda (2008), jsou tyto postupy již překonané. Díky moderním technologiím a všem poznatkům, které lidstvo má, lze vytvářet systémy, které lépe znázorňují příbuzenské vztahy mezi jednotlivými skupinami organismů, tedy i rostlin. V systematice je tedy snaha vytvářet monofyletické taxony, k čemuž se využívají molekulární data. Zatímco Květena ČSR (1988) třídí recentní druhy výtrusných tracheofyt do tří oddělení, novější literatura se shoduje na dvou odděleních. Podle novějšího systému lze říci, že plavuně se odštěpily od ostatních rostlin, jejich sesterskou skupinou jsou *Moniliophyta*. Problematickou skupinou tohoto oddělení jsou *Ophioglossales*. Dle Hroudy (2008) tvoří vývojovou větev spolu s *Psilotales* (a řadí se tak do společné třídy *Psilotopsida*), Mártonfi (2007) je ponechává více samostatně podobně jako Simpson (2010). Protože systematické členění dle nových poznatků není zcela ve shodě, je vhodné držet se při výuce spíše původnějšího členění, dokud se vědci více neshodnou.

V didaktické části se zabývám metodami a formami výuky. V literatuře se můžeme setkat s velkým množstvím třídění vyučovacích metod. Klasifikace dle Maňáka (1997) na základní úrovni zahrnuje metody slovní, názorně demonstrativní a praktické. Toto třídění je poměrně přehledné a logické. Každá z těchto kategorií zahrnuje různě modalities. Dle Vintera (2009) jsou nejpoužívanější modalities ve výuce biologie zařazeny do slovních vyučovacích metod, s čímž mohu na základě vlastních zkušeností jedině souhlasit. Nejhojněji používanými modalitami jsou dle mého názoru výklad, diskuze a práce s literaturou. Tyto modalities jsou využívány, protože lze během krátké doby žákům předat velké množství informací. Zpětnou vazbu však získá učitel pouze při diskuzi. Motivovanost žáků během výkladu, přednášky nebo práce s knihou je dle mého názoru velmi nízká. Tyto modalities by bezesporu měly být doplněny aktivizujícími prvky nebo mohou být prostřídány pokusem či pozorováním, vhodné je zařazení didaktické hry.

Kromě vyučovacích metod hraje při výuce zásadní roli také dobře zvolená organizační forma výuky. Jejich třídění dle Navrátilové (2013) lze provést z pohledu několika aspektů. S přihlédnutím k časové náročnosti je nejběžnější formou při výuce biologie vyučovací hodina. Ta probíhá buď v běžné třídě, ve vybavené učebně nebo v laboratoři, méně často pak na školním pozemku nebo mimo školu. Většina škol gymnaziálního typu má většinou biologickou učebnu, která je vybavena různými modely, vycpaninami či živými přírodninami, nástěnnými obrazy či plakáty a jinými sbírkami, které přispívají k názornosti výuky. Učovací hodiny probíhají taktéž často v laboratořích, kde lze s žáky provádět pozorování a pokusy. Vinter (2009) třídí organizační formy výuky na základě kombinace faktorů na hodiny základního typu, biologické praktikum a exkurzi. Lze souhlasit, že faktor času a místa má rozhodující úlohu při výsledné organizační formě. Jak zdůrazňuje Vinter (2009), exkurze by měla být nedílnou součástí výuky, protože tato organizační forma umožňuje komplexně vnímat přírodu a rozvíjí tak u žáků pozorovací schopnosti. Kromě času a místa je důležitým aspektem také způsob řízení žáka, jak uvádí Navrátilová (2013). Nejčastěji se setkáváme ve školách s frontální výukou, ta je však postavena na větší aktivitě učitele než žáka. Proto je vhodné při hodinách biologie zvolit i jinou organizační formu. Například skupinová výuka učí žáky sociálním dovednostem a vyžaduje jejich aktivní přístup. Podobně lze také do výuky zařadit projektové vyučování, jehož velkou výhodou je praktická zaměřenost a vlastní prezentování projektu.

V další kapitole jsem se věnovala didaktickým testům. Ty mohou mít různé podoby. Jejich velkou výhodou je časová úspora, většinou méně stresující podmínky pro žáka, objektivní hodnocení. Jak uvádí i Vinter (2009), jejich nevýhodou je ztráta přímého kontaktu žáka a učitele. Jejich protipólem je ústní zkoušení, které je časově náročné, často hůře srovnatelné, avšak umožňuje učiteli lépe určit žákovy poznatky. Podle mého názoru je vhodné zařadit oba tyto způsoby zjišťování výsledků do výuky a využít tak výhod obou.

Praktická část je věnována didaktickým materiálům, které mohou vhodně doplnit výuku. V této části jsem se snažila držet požadavků RVP pro gymnázia. V rámci biologie rostlin se vyžaduje seznámení žáků s anatomií a morfologií rostlin, fyziologií rostlin, systémem a evolucí rostlin a také je zde zahrnut tematický celek rostliny a prostředí. Mezi vypracovanými materiály jsou proto zařazeny výukové karty věnované anatomii a morfologii plavuní, přesliček a kapradin a dále karty s životními cykly těchto rostlin. Výukové karty by při výuce mohly napomoci při dodržování didaktických zásad, o kterých píše Malach (2003) i Lovászová (2010). Dále jsem vypracovala výukové karty k vybraným zástupcům výtrusných

tracheofyt. V porovnání s běžně používanými středoškolskými učebnicemi biologie, je těchto zástupců více. Je proto vhodné při využití těchto výukových karet, aby si učitel sám zvolil, které zástupce zařadí do výuky. Součástí vypracovaných didaktických materiálů je také soubor laboratorních cvičení, která jsou vhodná pro názorně demonstrativní a praktické vyučovací metody. Pro zvýšení motivace žáků v hodinách a také pro opakování jsou pak určeny jiné aktivity do hodiny (křížovka, osmisměrka, anagramy). Pro učitele jsem pak vypracovala jako nástroj zpětné vazby 3 varianty didaktického testu, a to s různými typy testových úloh. V příloze na CD je pak vypracována v PowerPointu šablona výukové prezentace, která by taktéž měla zvyšovat názornost výuky. Tato prezentace obsahově koresponduje s ostatními materiály v této práci, a proto mohou tvořit tyto materiály vhodné podklady pro výuku výtrusných cévnatých rostlin na škole.

6. Závěr

Tato diplomová práce je shrnutím poznatků o výtrusných cévnatých rostlinách a to v rozsahu částečně přesahujícím běžné středoškolské znalosti. Je proto vhodným materiálem pro učitele, pro které je zde vypracováno mnoho podpůrných materiálů k výuce tohoto tématu. Materiály mohou sloužit také jako opakování pro budoucí vysokoškolské studenty biologie. Navíc jsou zde výukové karty didakticky významných zástupců, které mohou být využity při tvorbě e-booku.

Dosažení cílů diplomové práce:

- Byla vypracována literární rešerše k zadanému tématu, v rámci níž jsem provedla porovnání současných názorů na systematické členění a evoluci výtrusných tracheofyt podle několika zdrojů. Dále jsem vypracovala botanickou charakteristiku jednotlivých skupin s ohledem na vytvořený systém, který je upraven pro didaktické využití.
- V praktické části byl vytvořen výběr didakticky významných zástupců. K těm bylo vypracováno 20 výukových karet. Mimo to byly vytvořeny také výukové karty o anatomii, morfologii a životních cyklech výtrusných cévnatých rostlin.
- K didaktickým zástupcům byla pořízena vlastní fotodokumentace. Fotografie jsem pořídila buď v přirozeném prostředí jednotlivých druhů, nebo v botanických zahradách.
- Vytvořila jsem pracovní listy k laboratorním cvičením. Tato laboratorní cvičení svou obtížností odpovídají dovednostem žáků na střední škole a jsou vytvořena tak, aby si žáci vyzkoušeli pozorovat různé typy preparátů a zapisovat svá pozorování do pracovních listů. Kromě laboratorních cvičení jsou v textu zařazeny jiné aktivity do hodiny, které slouží k opakování žákových nově získaných poznatků.
- Navrhla jsem 3 typy didaktických testů s různě zaměřenými testovými úlohami. Dva testy jsou přibližně stejně obtížné, třetí je mírně obtížnější. Ve všech třech testech je dodržena stejná struktura testových úloh. K testům jsem také vypracovala doporučené bodové hodnocení testových úkolů a byla vytvořena převodní tabulka pro klasifikaci.
- Vytvořila jsem šablonu výukové prezentace vhodné k doplnění výkladu o výtrusných cévnatých rostlinách v rozsahu pro střední školy. Tato prezentace

koresponduje s předchozími materiály a je snadno upravitelná pro potřeby vyučujícího. V prezentaci je zakomponována vlastní fotodokumentace vybraných druhů výtrusných cévnatých rostlin, počet druhů převyšuje počet didakticky významných zástupců pro větší názornost různorodosti této skupiny rostlin.

7. Literatura

BAER H.-W. (1968): Biologické pokusy ve škole. – SPN, Praha.

BALABÁN K. (1960): Lesnický významné lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty. – SZN, Praha.

DÍTĚ D. (2009): Equisetum hyemale L. – přeslička zimní / prasličkovka zimná.
(<http://botany.cz/cs/equisetum-hyemale/>).

DVOŘÁK J. (2014): Sleziník routička – kapradina ze zdi.
(http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=12736&Itemid=40).

DVORSKÝ M. (2009): Dryopteris filix-mas (L.) Schott – kaprad' samec / paprad' samčičia.
(<http://botany.cz/cs/dryopteris-filix-mas/>).

ELIÁŠ P. (2007): Salvinia natans L. (All.) – nepukalka vzplývající / salvínia plavajúca.
(<http://botany.cz/cs/salvinia-natans/>).

GRULICH V. (2012): Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (nejnovější verze, stav v roce 2012). (<http://botany.cz/cs/cervený-seznam/>).

GUTZEROVÁ n. (2010): Isoetes lacustris L. – šídlatka jezerní / šídlatka jezerná.
(<http://botany.cz/cs/isoetes-lacustris/>).

HENDRYCH R. (1979): Systém a evoluce vyšších rostlin. – SPN, Praha.

HOSKOVEC L. (2007): Asplenium ruta-muraria L. – sleziník routička / slezinník rutovitý.
(<http://botany.cz/cs/asplenium-ruta-muraria/>).

HOSKOVEC L. (2007): Huperzia selago (L.) C. F. P. Mart. – vranec jedlový / chvostník jedlový. (<http://botany.cz/cs/huperzia-selago/>).

HOSKOVEC L. (2007): Phyllitis scolopendrium (L.) Newman – jelení jazyk celolistý / jazyk jelení. (<http://botany.cz/cs/phyllitis-scolopendrium/>).

HOSKOVEC L. (2007): Polypodium vulgare L. – osladič obecný / sladič obyčejný.
(<http://botany.cz/cs/polypodium-vulgare/>).

HOSKOVEC L. (2008): *Ophioglossum vulgatum* L. – hadí jazyk obecný / hadivka obyčejná.
(<http://botany.cz/cs/ophioglossum-vulgatum/>).

HOSKOVEC L. (2010): *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn – hasivka orličí / orličník obyčejný.
(<http://botany.cz/cs/pteridium-aquilinum/>).

HOSKOVEC L. (2012): Copak je to za rostlinu? Kterak kapradina k orlici přišla?
(<http://botany.cz/cs/hasivka-orlici-jmeno/>).

HROUDA L. (2008): Změny ve fylogenetické klasifikaci cévnatých rostlin.
(<http://botany.cz/cs/fylogeneticka-klasifikace-rostlin/>).

KRÁSA P.(2007): *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. – pérovník pštrosí / perovník pštrosí.
(<http://botany.cz/cs/matteuccia-struthiopteris/>).

KRÁSA P. (2007): *Blechnum spicant* (L.) Roth – žebrovice různolistá / rebrovka různolistá.
(<http://botany.cz/cs/blechnum-spicant/>).

KREMER B. P. et MUHLE H. (1998): Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty. – Ikar, Praha.

LOVÁSZOVÁ J. (2010): Příprava učitele na výuku. – UP, Pdf, bakalářská práce, Olomouc.

MALACH J. (2003): Základy didaktiky. – Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava.

MAŇÁK J. (1997): Alternativní metody a postupy. – Masarykova univerzita, Brno.

MÁRTONFI P. (2007): Systematika cévnatých rostlin. - Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Košice.

MRÁZEK T. (2010): *Lycopodium clavatum* L. – plavuň vidlačka / plavuň obyčejný.
(<http://botany.cz/cs/lycopodium-clavatum/>).

MRÁZEK T. (2011): *Equisetum palustre* L. – přeslička bahenní / praslička močiarna.
(<http://botany.cz/cs/equisetum-palustre/>).

MÖLLEROVÁ J. (2007): *Osmunda regalis* L. – podezřeň královská / osmunda královská.
(<http://botany.cz/cs/osmunda-regalis/>).

NAVRÁTILOVÁ A. (2013): Exkurze jako forma výuky technických předmětů na základních a středních odborných školách. – UP, Pdf, diplomová práce, Olomouc.

- NEZVALOVÁ D. (2008): Moduly pro profesní přípravu učitele přírodovědných předmětů a matematiky. – UP, Olomouc.
- NOVÁK F. A. (1950): Farmaceutická botanika. – Zdravotnické nakladatelství Společnosti československých lékařů a vědeckých zdravotních pracovníků J. E. Purkyně, Praha.
- NOVÁK J. et SKALICKÝ M. (2009): Botanika. - Powerprint, Praha.
- PAZDERA J. (2010): Chloupky nepukalky jsou pro stavitele lodí vzorem. (<http://osel.cz/index.php?obsah=6&clanek=5030>).
- PRANČL J. (2012): Equisetum arvense L. – přeslička rolní / praslička rolná. (<http://botany.cz/cs/equisetum-arvense/>).
- PROCHÁZKA F. (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). – Příroda, Praha. (http://portal.nature.cz/publik_syst/files/RL_OP18_cevnt.pdf).
- SEKERKA P. (2008): Selaginella selaginoides (L.) P. Beauv. – vraneček brvitý / plavúnka brvitá. (<http://botany.cz/cs/selaginella-selaginoides/>).
- SIMPSON M. G. (2010): Plant systematics. – Academic Press, Oxford.
- STUDNIČKA M. (2009): Kapradiny – Atlas domácích a exotických druhů. – Academia, Praha.
- VINTER V. (2008): Mikrotechniky. – Vydavatelství UP, Olomouc.
- VINTER V. et MACHÁČKOVÁ P. (2013): Základy morfologie cévnatých rostlin. – Vydavatelství UP, Praha.
- SLAVÍK B. et HEJNÝ S. [eds] (1988): Květena české socialistické republiky, Sv. 1. – Academia, Praha.
- SPEKTRUM ZDRAVÍ (2012): Kaprad' samec /Dryopteris filix-mas/. (<http://www.spektrumzdravi.cz/kaprad-samec-dryopteris-felix-mas/>).

8. Příloha 1

Seznam ohrožených druhů výtrusných cévnatých rostlin

Odborný název	Český název	Stav v roce 2000	Stav v roce 2012
<i>Asplenium adiontum-nigrum</i>	sleziník netíkovitý	C1, §1, ČK	C1r
<i>Asplenium adulterinum</i>	sleziník nepravý	C1, §1, ČK, [EU], WORLD	C1r
<i>Asplenium cuneifolium</i>	sleziník hadcový	C2, §2	C2r
<i>Asplenium trichomonas subsp. pachyrhachis</i>	sleziník červený zakřivený	C1	C1r
<i>Asplenium trichomonas subsp. hastatum</i>		-	C1r
<i>Asplenium viride</i>	sleziník zelený	C3	C3
<i>Blechnum spicant</i>	žebrovice různolistá	C4a	C4a
<i>Botrichium lunarium</i>	vratička měsíční	C2, §3	C2b
<i>Botrichium matricariifolium</i>	vratička heřmánkolistá	C1, §1, ČK, BERN	C1t
<i>Botrichium multifidum</i>	vratička mnohoklaná	A2, §1, ČK, BERN	C1t
<i>Botrichium simplex</i>	vratička jednoduchá	A1, EU2, BERN	A1
<i>Ceterach officinarum</i>	kyvor lékařský	C1, §1, ČK	C1r
<i>Cryptogramma crispa</i>	jinořadec kadeřavý	C1, §2, ČK	C1r
<i>Cystopteris dickieana</i>	puchýřník hladký	C1	C1r
<i>Cystopteris sudetica</i>	puchýřník sudetský	A1, §1, ČK	C1b
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	plavuník alpský	C3, §2	C2b
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	plavuník zploštělý	C3, §3	C2b
<i>Equisetum hyemale</i>	přeslička zimní	C3, §2	C2r
<i>Equisetum lithorale</i>	přeslička pobřežní	C3	-
<i>Equisetum meridionale</i>	přeslička jižní	A2	-
<i>Equisetum moorei</i>	přeslička Mooreova	C2	C2t
<i>Equisetum pratense</i>	přeslička luční	C3	C3
<i>Equisetum ramosissimum</i>	přeslička větevnatá	C3, §3	C2b

<i>Equisetum telmateia</i>	přeslička největší	C4a	C4a
<i>Equisetum variegata</i>	přeslička různobarvá	C1, §1	C2b
<i>Huperzia selago</i>	vranec jedlový	C3, §3	C3
<i>Isoetes echinospora</i>	šídlatka ostnovýtrusá	C1	C1r
<i>Isoetes lacustris</i>	šídlatka jezerní	C1	C1r
<i>Lycopodiella inundata</i>	plavuňka zaplavovaná	C2, §2, ČK	C1t
<i>Lycopodium annotinum</i>	plavuň pučivá	C3, §3, EU5	C3
<i>Lycopodium clavatum</i>	plavuň vidlačka	-	C3
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	pérovník pštrosí	C3, §3	-
<i>Notholaena marante</i>	Podmrvka hadcová	C1, §1, ČK	C1r
<i>Ophioglossum azoricum</i>	hadí jazyk azorský	A3	-
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	hadí jazyk obecný	C2, §3	C2b
<i>Osmunda regalis</i>	podezřeň královská	A3	A3
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	jelení jazyk celolistý	C1, §1	C1r
<i>Polypodium interjectum</i>	osladič přehlížený	C2, ČK	C2r
<i>Polystichum braunii</i>	kapradina Braunova	C2, §2	C2r
<i>Polystichum lonchitis</i>	kapradina hrálovitá	C2, §1	C2b
<i>Salvinia natans</i>	nepukalka vzplývající	C2, §1, BERN	C1t
<i>Selaginella helvetica</i>	vraneček švýcarský	A2, §1, ČK	A1
<i>Selaginella selaginoides</i>	vraneček brvitý	C2, §2	C2r
<i>Woodsia alpina</i>	kapradinka alpská	A1	A1
<i>Woodsia ilvensis</i>	kapradinka skalní	C2, §2	C2r

Použité zkratky (převzato z Procházka (2001)):

§ - označení pro taxony chráněné dle vyhlášky ministerstva životního prostředí 395/1992 Sb.

§1 – kriticky ohrožené

§2 – silně ohrožené

§3 – ohrožené

ČK – červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR (Čeřovský et al. 1999) – 5. díl (vyšší rostliny)

EU – směrnice Rady Evropských společenství č. 92/43/EEC/1992

EU2 – EU, příloha II.

[EU] – EU, návrh

BERN – Bernská úmluva ve znění z roku 1998, část A, příloha 1.

WORLD – celosvětový červený seznam (Walter & Gillett 1997)