

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie



PAVLA HERTLOVÁ

Obor: německý jazyk- přírodopis pro 2. stupeň ZŠ

Krásivková flóra na rašeliništi Malá jizerská louka

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jana Štěpánková

OLOMOUC 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci

.....

podpis studenta

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří přispěli ke vzniku této práce, zejména pak paní Mgr. Janě Štěpánkové za její čas, obětavost, připomínky, cenné rady a informace.

Obsah

ÚVOD	5
1 CHARAKTERISTIKA KRÁSIVEK (DESMIDIALES S.L.).....	6
1.1 Obecná charakteristika krásivek	6
1.2 Systematika krásivek	7
1.2.1 Postavení skupiny v systému	7
1.2.2 Systematické členění krásivek	9
1.2.2.1 Vývoj systematiky krásivek.....	9
1.2.2.2 Znaký hlavních skupin krásivek	12
1.2.3 Problémy v systematice krásivek.....	13
1.2.4 Charakteristika vybraných rodů krásivek	14
1.3 Morfologie a vnitřní stavba buněk krásivek	19
1.3.1 Základní členění buňky a tvarová proměnlivost.....	19
1.3.2 Symetrie buněk	20
1.3.3 Rozměry buněk	23
1.3.4 Chloroplasty a pyrenoidy.....	23
1.3.5 Anomálie, ekomorfy	26
1.3.6 Vznik kolonií	28
1.4 Rozmnožování krásivek.....	29
1.5 Rozšíření krásivek v ČR	30
1.5.1 Geografické rozšíření rašelinišť v ČR	31
1.5.2 Výskyt krásivek na vybraných rašeliništích v ČR	34
1.6 Ekologie krásivek	37
1.6.1 Životní prostředí krásivek.....	37
1.6.2 Interakce s jinými organismy.....	38
1.6.3 Význam v bioindikacích	40
2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA RAŠELINIŠŤ.....	43
3 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ LOKALITY	45
4 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE.....	47
4.1 Odběr vzorků	47
4.2 Zpracování vzorků	47
4.3 Determinace krásivek	48
4.4 Vyhodnocení získaných dat	48
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	49
5.1 Přehled druhů ve vzorcích	49
5.2 Charakteristika jednotlivých druhů.....	51
5.3 Počet druhů, konduktivita a pH na rašeliništi Malá jizerská louka	56
ZÁVĚR	62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
PŘÍLOHY	67
ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	75

ÚVOD

Krásivky jsou sladkovodní řasy, které se vyskytují v mírně kyselých až neutrálních, stojatých nebo jen mírně tekoucích vodách. Patří k poměrně rozšířené skupině po celém světě. Protože mají velmi specifické ekologické nároky, mohou poskytovat informace o měnících se podmínkách prostředí.

Problematickou krásivek se v Evropě zabývá především holandský algolog Peter Coesel, rakouský profesor Rupert Lenzenweger a také významní čeští algologové, zejména Jiří Růžička, Filip Lederer, Sylvie Nováková, Jan Šťasný a mnoho dalších.

Tato diplomová práce se zabývá výskytem krásivek na rašeliništích v Jizerských horách. Od roku 1991 probíhá v Jizerských horách a v Jeseníkách projekt, který sleduje na vytyčených plochách stav rašelinišť a jejich vegetace. Cílem tohoto projektu je zjištění stupně dopadu znečištění na vrchovištní ekosystémy, které zde zůstávají po destrukci okolních lesů z velké části v zachovalém stavu (Rybníček, 2000).

Tento výzkum probíhá proto, že Jizerské hory spolu s Krušnými horami patří k oblasti s nejvíce poškozeným přírodním prostředím v důsledku imisního znečištění vzduchu v oblasti Jizerských hor. Dříve patřila tato oblast k tzv. „černému trojúhelníku“, který tvořily 3 oblasti: Podkrušnohoří, sousední příhraniční území v Německu a v Polsku, v nichž se nacházely elektrárny znečišťující svými exhalacemi ovzduší. Ze všech významných biotopů se v Jizerských horách doposud udržela rašeliniště díky svým odolným vlastnostem.

Teoretická část je zaměřena převážně na taxonomii a morfologii krásivek a dále také poskytuje obecné informace o krásivkách. Praktická část je věnovaná vlastní výzkumné práci na 14-ti vzorcích odebraných z rašelinišť v Jizerských horách.

Cílem diplomové práce je:

- seznámit čtenáře se základními teoretickými poznatky o krásivkách (Desmidiáles s. l.)
- prostudovat 14 vzorků odebraných z rašelinišť Malá jizerská louka - jih a Malá jizerská louka - sever z hlediska výskytu krásivek
- provést analýzu studovaných lokalit na základě spektra nalezených druhů
- srovnat výskyt krásivek na studovaných lokalitách s výskytem krásivek v Jeseníkách a v Krkonoších.

1 CHARAKTERISTIKA KRÁSIVEK (DESMIDIALES S.L.)

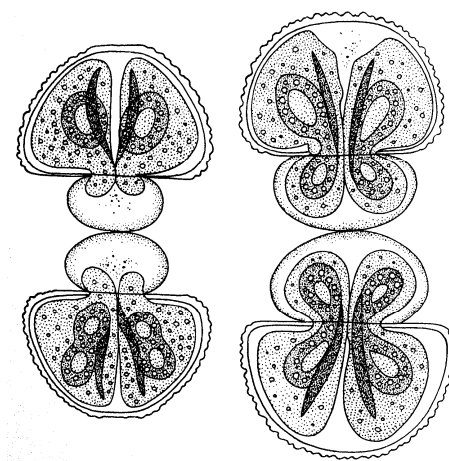
1.1 Obecná charakteristika krásivek

Krásivky jsou jednobuněčné zelené řasy z třídy spájivek (Zygnematophyceae), které žijí převážně ve sladkých vodách, rostou na dně mělkých tůní, v metafytonu spolu s jinými řasami a některé druhy jsou aerofytické nebo terestrické. Vyznačují se velkou druhovou pestrostí (22 rodů a několik tisíc druhů). Většina krásivek se využívá kvůli svým ekologickým nárokům jako indikátory kvality životního prostředí (Kalina a Váňa, 2005).

Většina druhů žije samostatně, u některých se však jednotlivé buňky spojují v různě utvářené kolonie - nejčastěji v podobě nevětvených vláken. Právě krásivky (Desmiales s.s.) mají dvoudílnou buněčnou stěnu, která se skládá ze dvou stejných polovin. V místě, kde se obě poloviny buňky dotýkají se nachází buněčné jádro. Každá polovina buňky krásivek má většinou jeden chloroplast, který zpravidla obsahuje nápadné pyrenoidy.

Název skupiny „krásivky“ je odvozen z tvaru jejich buněk, především z ornamentace a ozdobnosti buněk. O krásivkách můžeme říci, že patří k poměrně dobře prostudované skupině rostlin.

Rozmnožování krásivek probíhá dělením nebo specifickým pohlavním procesem zvaným spájení (konjugace), který je charakteristickým rysem všech spáživých řas (Kalina a Váňa, 2005).



Obr. 1. Dělení buněk u *Cosmarium botrytis* (podle Oltmannse, 1922, převzato z Kaliny a Váni, 2005).

1.2 Systematika krásivek

1.2.1 Postavení skupiny v systému

Na rozdíl od řady jiných mikroorganismů je pozice krásivek (Desmidiaceae s.l.) v systému živých organismů poměrně stabilní a v minulosti se příliš neměnila. Zcela jednoznačně patří mezi pravé rostliny (říše Plantae), do velmi specifické a dobře vymezené skupiny spájitých řas (Conjugatophyceae, Zygnematomycophyceae), která se na úrovni třídy nebo řádu objevuje již dlouhou dobu v různých botanických systémech (Kalina, 1997). Určité změny v postavení krásivek v systému prakticky odpovídají přesunům celé třídy Conjugatophyceae v rámci říše Plantae a úzce souvisejí s vývojem názorů na fylogenezi rostlin.

V klasických systémech se třemi eukaryotními říšemi (Plantae, Fungi, Animalia) byly k rostlinám řazeny všechny řasy (tj. jednoduché eukaryotní fotosyntetizující organismy) jako skupina tzv. nižších rostlin (Thallophyta). Vedle hnědých řas, krásnooček, obrněnek, skrytěk a ruduch zde bylo uváděno široce pojaté oddělení Chlorophyta, sdružující všechny zelené řasy s chlorofyly a+b a škrobem jako hlavní zásobní látkou. Oddělení Chlorophyta bylo většinou poměrně jednoduše členěno na třídy Chlorophyceae (zelenivky), Bryopsidophyceae (trubicovky), Charophyceae (parožnatky) a Conjugatophyceae (spájkivky). Toto klasifikační schéma uvádějí např. Urban a Kalina (1977). Ještě v celkem nedávné době bylo běžně užíváno v učebnicích biologie pro SŠ (např. Jelínek a Zicháček, 1996; Kincl a kol., 1996; Hančová a Vlková, 1999).

Kalina a Váňa (2005) ve své publikaci pracují s moderním systémem pěti eukaryotních říší (Plantae, Fungi, Animalia, Chromista, Protista) podle Cavalier-Smitha (1998). Převedením řady organismů do nově ustavených říší se v tomto systému významně zúžilo pojetí říše rostlin, která se nyní jeví jako velmi dobře definovaná skupina, tvořená vzájemně příbuznými organismy. Na základě molekulárních a ultrastrukturálních studií byly přehodnoceny vývojové vztahy a tedy i klasifikace hlavních skupin uvnitř říše Plantae. Rostliny jsou rozděleny na 2 sesterské monofyletické skupiny (podříše v podání Kaliny a Váni, 2005): Biliphytae a Viridiplantae. Spájkivé řasy patří spolu s ostatními zelenými řasami a vyššími rostlinami do podříše Viridiplantae (zelené rostliny), která je vůči podříši Biliphytae (ruduchy a glaukofyty) vymezena kombinací chlorofylů a + b, absencí fykobilinů, umístěním škrobových zrn v chloroplastech a shlukováním plastidových tylakoidů do lamel či gran.

Novému pohledu na vývojové vztahy mezi různými skupinami zelených řas a vyšších rostlin odpovídá rozlišení 2 samostatných vývojových linií v rámci zelených rostlin: Chlorophytae a Streptophytae. Dříve široké oddělení Chlorophyta bylo shledáno značně heterogenním. Byly z něj proto vyčleněny skupiny, které jsou spíše než ostatním zeleným řasám příbuzné mechorostům a cévnatým rostlinám, s nimiž společně tvoří jednu vývojovou linii - již zmiňované Streptophytae. Tyto „progresivní“ řasy jsou nyní sdruženy v novém oddělení Charophyta a patří k nim spájkivky (Zygnematophyceae), parožnatky (Charophyceae) a některé další, méně známé skupiny řas. Zbývající, primitivnější zelené řasy představují slepou vývojovou linii Chlorophytae s jediným oddělením Chlorophyta s.s. (Lewis a McCourt, 2004; Kalina a Váňa, 2005).

V rámci linie Streptophytae jsou rozeznávány tři vývojové větve: Charophytae (totožné s oddělením Charophyta), Bryophytae (mechorosty) a Tracheophytae (cévnaté rostliny). Charophytae zde představují ještě relativně primitivní rostliny, které svou ekologií, tělesnou stavbou a haploidním životním cyklem odpovídají řasám, ale současně obsahují vývojový základ vyšších rostlin (tj. dalších dvou vývojových větví). Fylogeneticky významné znaky, které přibližují spájkivky, parožnatky a další charofyta k vyšším rostlinám a současně je odlišují od primitivnějších zelených řas (Chlorophyta s.s.), jsou především: otevřená mitóza bez centriol, oddělování dceřinných protoplastů pomocí mikrotubulárního systému fragmoplastu a seskupování tylakoidů v chloroplastech do gran. Význačným specifickým rysem je rovněž stavba monád (volně žijících bičíkovců, zoospor, spermatozoidů), která je velmi podobná zejména u charofyt, mechorostů, plavuní a vranečků. Jejich bičíkaté buňky jsou asymetrické, lehce zploštělé a na předním konci mají dva bičíky, které z buňky vystupují pouze po 1 straně. Bičíkový aparát uvnitř buňky obsahuje zvláštní plochý mikrotubulární kořen - tzv. multilayered structure, MLS (Lewis a McCourt, 2004; Kalina a Váňa, 2005).

Kalina a Váňa (2005) uvádějí následující klasifikaci charofyt, která vychází ze systému zelených řas publikovaného Van den Hoekem a kol. (1995). Systematika skupiny je založena především na typu stélky, způsobu rozmnožování a na některých cytologických znacích.

- oddělení: Charophyta (třída Charophyceae u Van den Hoeka a kol., 1995)
- třída: Mesostigmatophyceae (volně žijící bičíkovci)
- třída: Klebsormidiophyceae (vláknité nevětvené řasy)

- třída: Coleochaetophyceae (keříčkovité nebo ploše diskovité řasy, buňky se štětinami)
- třída: Charophyceae (makroskopické vzpřímené stélky s přeslenitou stavbou)
- třída: Zygnematophyceae (kokální nebo vláknité spájkivé řasy)

Spájkivé řasy představují vývojově silně specializovanou skupinu, která mezi zelenými řasami zaujímá celkem izolované postavení. Vyznačují se především absencí bičíkatých stádií v životním cyklu a specifickým typem pohlavního procesu - tzv. spájením (konjugací). Při spájení plní funkci gamet celé protoplasty vegetativních buněk, které mají schopnost améboidního pohybu a jsou si morfologicky rovnocenné. Jejich splynutím vzniká zygota (jediná diploidní buňka v životním cyklu spájkivek), která brzy dozrává v tlustostěnnou zygosporu. Buňky spájkivek obsahují 1–2 chloroplasty různého tvaru a vždy jedno jádro. Na povrchu jsou kryty silnou buněčnou stěnou, která obsahuje svazky celulóznych mikrofibril, syntetizované v plazmatické membráně pomocí submikroskopických rozetových komplexů (Kalina 1997; Kalina a Váňa 2005). Struktura buněčné stěny má velký význam v systematice spájkivých řas (viz dále). Zygnematophyceae bývají nejjednodušším způsobem děleny podle typu stélek na vláknité a kokální (jednobuněčné) spájkivky. Tomuto morfologickému hledisku přibližně odpovídá i základní taxonomické rozdělení skupiny na řády Zygnematales (převážně vláknité řasy) a Desmiales (kokální řasy, krásivky). Problematika systematického členění spájkivých řas s důrazem na skupinu krásivek je podrobněji rozebrána v následující kapitole.

1.2.2 Systematické členění krásivek

1.2.2.1 Vývoj systematiky krásivek

Na začátku této kapitoly je vhodné krátce pojednat o tom, které spájkivé řasy jsou vlastně mezi krásivky zahrnovány. Vymezení krásivek jako určité biologické skupiny a taxonomické jednotky a jejich další systematické členění se totiž postupně měnilo v souvislosti s prohlubováním poznatků o spájkivých řasách. Růžička (1977) uvádí, že v německy psané literatuře je označení „Desmidiaceen“ nebo „Zieralgen“ používáno dvojím způsobem: a/ pro všechny jednobuněčné spájkivé řasy (řád Desmiales s.l. - tj. Desmiales a Mesotaeniaceae sensu Mix, 1972); b/ pouze pro jednobuněčné spájkivky s dvoudílnou buněčnou stěnou (pravé krásivky, řád Desmiales s.s. - tj. sensu Mix, 1972).

S českým názvem „krásivky“ se zjevně nakládá podobným způsobem. Širší pojetí krásivek je z dnešního pohledu poněkud nepřesné, avšak tradiční a silně vžité, takže i většina současných desmidiologických prací (pokud nemají přímo taxonomický charakter) se zabývá touto širokou skupinou. Stejně i v rámci této diplomové práce byla na vybraných lokalitách studována diverzita Desmidiales s.l.

Během dlouhé doby studia krásivek byla vytvořena řada různých klasifikací. Zde bude zmíněno pouze několik nejvýznamnějších - jak o nich pojednává Růžička (1977).

Základní desmidiologickou prací byla Ralfova monografie *British Desmidiaceae* z roku 1848, která byla později označena za výchozí publikaci pro nomenklaturu krásivek. Ralfs zahrnoval do skupiny Desmidiaceae na základě vnější podobnosti všechny jednobuněčné spájkivé řasy - můžeme zde tedy vidět počátek výše uvedeného širokého pojetí krásivek. Do své publikace však autor navíc zařadil i některé jiné řasy, krásivkám nepříbuzné, ale do určité míry podobné tvarem buněk.

Významného pokroku dosáhl Lütkemüller (1902) mikroskopickým studiem buněčných stěn. V rámci krásivek (na úrovni čeledi Desmidiaceae) rozlišil dvě podčeledi: Saccodermatae a Placodermatae. Saccodermatae sdružovaly tvarově jednoduché spájkivky, jejichž buněčná stěna se jevila jako celistvá (zástupci pozdějších čeledí Mesotaeniaceae a Gonatozygaceae). Podčeď Placodermatae pak zahrnovala zástupce se zřetelně dvoudílnou a často zdobenou buněčnou stěnou (většina pravých krásivek).

Krieger (1933) v rámci třídy spájkivých řas (Conjugatae) stále chápal všechny jednobuněčné zástupce jako jednu skupinu (řád Desmidiales), která tvoří protějšek vůči ostatním spájkivým řasám s vláknitou stélkou. Novinkou ovšem bylo dělení krásivek do tří čeledí, zohledňující přítomnost pórů v buněčné stěně: Mesotaeniaceae (celistvá a hladká stěna bez pórů), Gonatozygaceae (celistvá stěna opatřená póry) a Desmidiaceae (vícedílná stěna s póry).

Klasifikace, kterou použila Kossinskaja (1952), již reprezentuje nový pohled na třídění spájkivých řas a směřuje k přesnějšímu (užšímu) vymezení skupiny krásivek:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| - třída: Saccodermatae | - třída: Placodermatae |
| - řád: Mesotaeniales | - řád: Desmidiales |
| - řád: Gonatozygales | |
| - řád: Zygnematales | |

Z řádu Desmidiales autorka vyčlenila řasy bez viditelné segmentace buněčné stěny a jako řady Mesotaeniales a Gonatozygales je přesunula do blízkosti vláknitých spájivek (tj. řádu Zygnematales). Princip základního rozdělení spájivek již tedy nespočíval v typu stélky (kokální - Desmidiales vs. vláknité - Zygnematales), ale spíše ve stavbě buněčné stěny. V tomto smyslu rozlišila Kossinskaja dvě hlavní skupiny spájitých řas, kterým dokonce přisoudila taxonomickou hodnotu tříd: Saccodermatae s celistvou buněčnou stěnou a Placodermatae, jejichž stěna je tvořena dvěma, příp. více díly.

Posledně uvedený systém již ve své podstatě odpovídal způsobu třídění spájitých řas podle Mixové (1972), který je v dnešní době obecně akceptován. Snad jedinou jeho výraznější slabinou ještě bylo umístění skupiny Gonatozygales (Gonatozygaceae) ve třídě Saccodermatae. Jak uvádí Růžička (1977), tyto řasy byly dlouho považovány za blízce příbuzné k Zygnemataceae nebo Mesotaeniaceae, a to na základě jednoduchého tvaru buněk a chloroplastů, podle schopnosti tvořit vláknité kolonie a hlavně na základě chybné domněnky, že jejich buněčná stěna je celistvá. Problém byl uspokojivě vyřešen až díky detailnímu zkoumání struktury buněčných stěn pod elektronovým mikroskopem (Mix, 1972). Ukázalo se, že buněčná stěna zástupců Gonatozygaceae (rody *Gonatozygon* a *Genicularia*) je ve skutečnosti složena z více dílů, které jsou však rozlišitelné většinou až na mrtvých nebo dělících se buňkách. I v optickém mikroskopu lze navíc pozorovat póry a povrchovou skulpturaci buněčné stěny, což není známo u zástupců Mesotaeniaceae a Zygnemataceae. Mixová (1972) proto ve své klasifikaci zařadila Gonatozygaceae mezi pravé krásivky (Desmidiales s.s.) a na základě zjištěných rozdílů v ultrastruktuře buněčné stěny vypracovala vnitřní členění řádu Desmidiales:

- třída: Conjugatophyceae

- řád: Zygnematales

- čeleď: Mesotaeniaceae

- čeleď: Zygnemataceae

- řád: Desmidiales

- podřád: Archidesmidiineae (Closteriineae)

- čeleď: Gonatozygaceae

- čeleď: Peniaceae

- čeleď: Closteriaceae

- podřád: Desmidiineae

- čeleď: Desmidiaceae

Třídění podle Mixové je mezi klasickými systémy krásivek pravděpodobně tou nejvýstižnější variantou, která je obecně přijímaná a v dnešní době stále využívaná.

Klasifikace byla převzata Růžičkou (1977, 1981), který nahradil název podřádu Archidesmidiinae vhodnějším názvem Closteriinae. V této podobě je klasifikace využita i v dalších základních determinačních publikacích - např. De Desmidiaceen Van Nederland (Coesel 1982, 1983, 1985, 1991, 1994, 1997), Desmidiaceenflora von Österreich (Lenzenweger 1996, 1997, 1999, 2003).

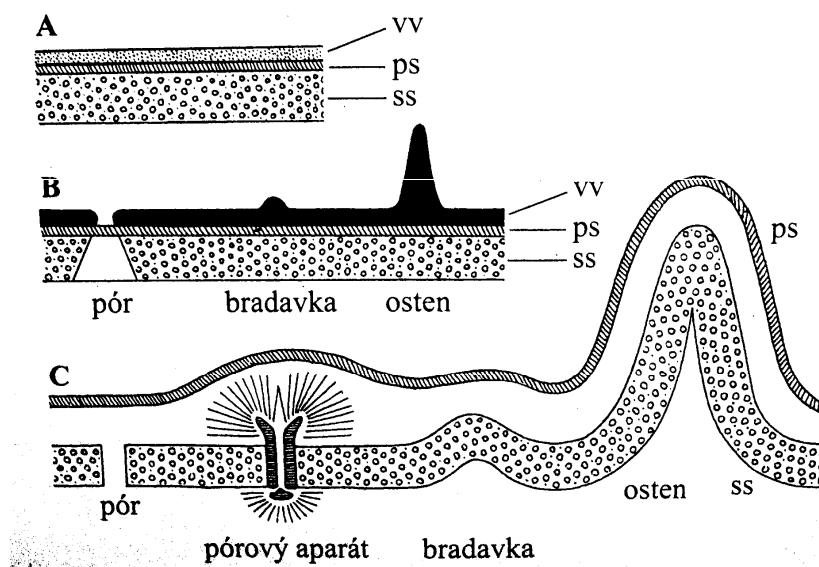
1.2.2.2 Znamy hlavních skupin krásivek

V náledujícím textu budou shrnuty znamy podstatné pro vzájemné odlišení hlavních skupin krásivek v pojetí Mixové (1972), a to podle publikací Růžičky (1977), Kouwetse a Coesela (1984) a Kaliny a Váni (2005).

Pravé krásivky (řád Desmidiales) jsou jednobuněčné řasy, zpravidla jednotlivě žijící, pouze některé z nich tvoří snadno rozpadavé kolonie. Jejich buněčná stěna sestává ze dvou, případně i více segmentů, vždy obsahuje póry k vylučování slizu a často též prvky povrchové skulpturace (hrboly, granule, ostny apod.), na příčném průřezu je dvou- až trojvrstevná. Cytokineze probíhá pouze za účasti dělicí rýhy (septa), která vrůstá mezi dceřinné protoplasty směrem od obvodu ke středu buňky; fragmoplast není u této skupiny spájivek znám. Řád Zygnematales zahrnuje jak řasy jednobuněčné (čeled' Mesotaeniaceae, řazená ke krásivkám v širokém pojetí), tak jednoduše vláknité (čeled' Zygnemataceae). Buněčná stěna je na rozdíl od Desmidiales vždy celistvá a hladká (bez pórů a povrchové skulpturace), na příčném průřezu lze rozlišit tři vrstvy: silnou celulózní sekundární vrstvu, tenší celulózní primární vrstvu a vnější slizovou vrstvu (Obr. 2A). Cytokineze probíhá za účasti dělicí rýhy i fragmoplastu.

Řád Desmidiales je dále rozdělen na dva morfologicky dobře definované podřády. Pro jejich odlišení je rozhodující ultramikroskopická stavba buněčné stěny. Archidesmidiinae (Closteriinae) jsou krásivky jednodušších tvarů, bez středového zúžení buněk - istmus je u nich pouze naznačen rýhou v buněčné stěně. Stěny obou buněčných polovic (semicel) se v místě styku nepřekrývají. Buněčná stěna má tendenci tvořit mezi dvěma základními díly ještě další segmenty a podobně jako u řádu Zygnematales je složena ze tří vrstev. Vnější vrstva obsahuje drobné primitivní póry a často vytváří různé granule, výčnělky nebo ostny - žádný z těchto strukturních elementů ovšem nezasahuje do hlubších vrstev buněčné stěny (Obr. 2B). Uvedené charakteristiky spojují čeledi Gonatozygaceae, Peniaceae a Closteriaceae.

Podřád Desmidiineae obsahuje jedinou čeleď Desmidiaceae, která však vyniká velkou bohatostí rodů a druhů a neobyčejnou tvarovou rozmanitostí zástupců. Jejich buňky jsou ve středové části zpravidla zřetelně zúžené, takže členění na dvě poloviny (semicely) je dobře patrné. Buněčná stěna se vždy skládá právě ze dvou dílů, které se překrývají v oblasti istmu (středového zúžení buňky). Na rozdíl od Archidesmidiineae je stěna složena jen ze dvou vrstev - ze silné sekundární vrstvy a tenké primární vrstvy, která je od předchozí poněkud oddálená. Buněčná stěna obsahuje nápadné složité póry, procházející přes celou tloušťku sekundární vrstvy a uzavřené slizovými zátkami (tzv. pórový aparát). Prvky povrchové skulpturace jsou založeny v sekundární vrstvě buněčné stěny a dále jsou kopírovány pružnou primární vrstvou (Obr. 2C).



Obr. 2. Schématické znázornění typů buněčných stěn: A- Zygnematales, B- Closteriineae, C- Desmidiineae; ps- primární stěna, ss- sekundární stěna, vv- vnější vrstva (podle Mixové, z Kaliny a Váni, 2005).

1.2.3 Problémy v systematice krásivek

Hlavní problémy v systematickém členění krásivek souvisejí především s různými (subjektivními) přístupy k hodnocení morfologické variability zástupců. Jak uvádí např. Růžička (1977) nebo Kouwets (1988), nové taxony krásivek často byly (a možná stále ještě jsou) popisovány na základě pouze jednoho nebo několika málo jedinců. Přitom je taxonomická hodnota druhu spojována pouze s malými morfologickými odchylkami, což vede ke zvyšování počtu systematicky neopodstatněných druhů. Analogicky je

v desmidiologické literatuře popsána též řada systematicky bezvýznamných odrůd a forem. Teprve nedávno se začaly objevovat publikace, v nichž je taxonomie druhů krásivek revidována na základě hodnocení morfologické variability jedinců v rámci širší populace. V současné době je morfologická proměnlivost mnoha běžných taxonů stále málo známá a často je k této problematice dostupných jen několik nedostatečných údajů (Kouwets, 1988).

Dalším současným problémem taxonomie krásivek je (podobně jako u jiných skupin organismů) konfrontace klasického, silně vžitého systému s požadavky moderní fylogenetické systematiky. Vzájemná příbuznost druhů (a vyšších taxonů) hodnocená molekulárními metodami v řadě případů neodpovídá tradičnímu třídění krásivek podle morfologických kritérií. Tyto molekulární studie neustále probíhají a zatím nedospěly do fáze, kdy by na jejich základě mohla být vytvořena všeobecně uznávaná a stabilní klasifikace krásivek. Z tohoto důvodu je desmidiolody stále využíván klasický systém komentovaný v kapitole 1.2.2.

1.2.4 Charakteristika vybraných rodů krásivek

V této kapitole jsou blíže charakterizovány rody krásivek, jejichž zástupci byli determinováni v rámci průzkumu rašelinišť Malé jizerské louky. Přehled je dále doplněn o několik dalších rodů, které obecně patří k nejvýznamnějším a nejnapadnějším skupinám krásivek.

Actinotaenium (NÄG.) TEILING

Buňky jsou oválné, válcovité nebo vřetenovité, s mírně zaškrceným istmem. Apexy zaokrouhlené nebo tupě zploštělé, při pohledu shora kruhové. Buněčná stěna hladká nebo pórovitá. Chloroplasty hvězdčité, často s nepravidelnými laloky, někdy páskovité až lištovité. Rod je blízký rodu *Cosmarium*, se kterým je někdy, zejména ve starších pracích, spojovaný (Hindák, 1978).

Closterium NITZSCH

Buňky jednotlivé, výrazně delší než širší, vždy bez středového zářezu, většinou ohnuté (alespoň na koncích). Buněčná stěna nemusí být vždy rozdělená pouze na 2 poloviny; u některých druhů se ještě příčně dělí na několik dalších částí (tzv. opasků).

Stěna bývá na povrchu hladká nebo rýhovaná. Chloroplast podélný, složený z radiálních lišt. Větší počet pyrenoidů leží v ose buňky nebo je nepravidelně rozložen po celém chloroplastu. Na koncích buněk jsou často vakuoly s jedním až více krystaly sádrovce (Hindák, 1978).

Cosmarium CORDA

Buňky jednotlivé, v hrubém obrysu kruhové, oválné až široce vřetenovité nebo krátce válcovité. Při pohledu shora jsou zpravidla elipsovité, méně často kruhové, nikdy však lalokovité nebo jinak členěné. Buňky zřetelně rozdělené na dvě poloviny středovým zářezem - hlubokým a úzkým nebo mělkým a široce otevřeným. Buněčná stěna obvykle bezbarvá, na povrchu hladká, nebo tečkovaná, zrnitá až bradavičnatá. Tato skulptura je někdy sestavená do pravidelných charakteristických ornamentů. V buněčné stěně jsou vždy póry, někdy však jen sotva zřetelné. Chloroplasty deskovité, zřídka axiálně sestavené z několika desek (v průřezu hvězdicovité). V každé polovině chloroplastu 1- 2 pyrenoidy (Hindák, 1978).

Cylindrocystis (MENEH.) DE- BARY

„ Buňky jsou válcovité nebo elipsoidní, až oválné, se zaoblenými konci. Buněčná stěna hladká, celistvá, bez rozeznatelných struktur. Chloroplasty zpravidla dva, hvězdicovité, každý s jedním pyrenoidem“ (Hindák, 1978).

Desmidium AG.

„ Buňky širší než delší, uprostřed rozdělené na poloviny úzkým mělkým zářezem, na bocích báze buněčných polovin s nízkými výčnělky. Buňky při pohledu shora oválné nebo 3 – 4úhelníkovité. Chloroplast složený ze 4 – 8 destiček se 2 – 4 pyrenoidy. Buňky spojené do křehkých rozpadavých vláken, šroubovitě stočených a se slizovým obalem“ (Hindák, 1978).

Euastrum EHRENB.

Buňky jsou tvarově velmi rozmanité, většinou výrazně širší než delší. Úzce zařezaný sinus rozděluje buňky na dvě poloviny, které jsou půloválné až trojúhelníkovité, základní obrys je však překrytý výrazně laločnatě členěnou stěnou. Většina druhů má

zřetelný apikální zářez, někdy úzký a hluboký, jindy mělký a široce otevřený. Buněčná stěna s vyvinutými póry, někdy jsou však velmi jemné a nezřetelné. Povrchová skulptura tvořená bradavčitými výrůstky a výstupky, často výrazně ornamentovaná. Skulptura a lalokovitý obrys buněk jsou důležitými určovacími znaky. Destičkovitý chloroplast vyplňuje většinu buňky. Pyrenoidy obvykle po jednom v každé polovině buňky, někdy větší počet nepravidelně rozmístěných menších pyrenoidů (Hindák, 1978).

Hyalotheca EHRENB.

Buňky jsou válcovité, při pohledu shora kruhové, širší než delší a tvoří rozdílně dlouhé, relativně kompaktní, vláknité kolonie. Buněčná stěna hladká nebo jemně tečkovaná. Každá půlbuňka má axiální chloroplast s pyrenoidem (Lenzenweger, 1997).

Mesotaenium NÄG.

Buňky jednotlivé, krátce válcovité až elipsovité oválné, někdy mírně ohnuté; ne zřídka se vyskytují ve shlucích obalených slizem, ve kterých má každá buňka ještě vlastní slizovitou pochvu. Chloroplasty jsou jednoduché, deskovité nebo páskovité, s 1-2 pyrenoidy. Buněčná stěna celistvá, hladká, bezbarvá. Druhy žijí často aerofyticky (Hindák, 1978).

Micrasterias AG.

Buňky kruhové až oválné, nápadně ploché výrazně rozdělené hlubokým istmem na dvě poloviny. Každá polovina je rozdělená hlubokými zářezy na 3 laloky, které bývají dalšími zářezy ještě členěné. Buněčná stěna hladká, jemně pórovitá, bradavicovitá nebo jemně ostnitá. Chloroplasty deskovité, obrysem kopírují obrys buňky. Pyrenoidy malé, početné, většinou nepravidelně rozmístěné po chloroplastu (Hindák, 1978).

Netrium (NÄG.) ITZIGS. et ROTHE

„Buňky poměrně velké, většinou vřetenovité nebo podlouhle válcovité se špičatými nebo zaoblenými konci. Chloroplasty 2–4, s centrálním vřetenem, ze kterého vybíhají hluboce vykrajované, podlouhlé, členěné lišty; chloroplasty jsou v příčném průřezu hvězdicovité. Pyrenoidy 1 – 2, v ose chloroplastu. Některé druhy mají koncové vakuoly s krystaly sádrovce“ (Hindák, 1978).

Penium (BRÉB.) DE- BARY

Buňky rovné, vždy delší než širší, válcovité a v průřezu kruhové. Střední zúžení jen velmi mělké. Apex široce zaoblený nebo zploštělý. Buněčná stěna některých druhů má tendenci tvořit opasky, je podélně pruhovaná nebo granulovaná. Chloroplasty axiální, steloidní s podélnými lištami, kulovité nebo oválné pyrenoidy v nízkém počtu. Většina druhů je acidofilních, mají kosmopolitní rozšíření. Celkový počet druhů překračuje sotva 20 (Lenzenweger, 1996; Růžička, 1977).

Pleurotaenium NÄG.

Buňky jednotlivé, rovné, podlouhle válcovité, několikrát delší než široké, uprostřed rozdělené na dvě poloviny mělkým, široce rozevřeným zářezem. Okraje buněk hladké nebo zvlněné, někdy jen se 2 – 3 vlnami nad bází semicel (zbytek je pak rovný). Apikální konce tupé, často s věncem větších nebo menších bradavek. Buněčná stěna bezbarvá až slabě hnědá, se zřetelnými póry, zřídka hladká. Chloroplasty páskovité, nástěnné s větším počtem nepravidelně rozložených pyrenoidů. Na koncích buněk zřetelná vakuola s krystaly sádrovce (Hindák, 1978).

Staurostrum MEYEN.

Buňky delší než širší, rozdělené na dvě poloviny výrazným středním zářezem. Buňky při pohledu shora trojúhelníkovité, troj- či víceramenné, nápadně paprscitě souměrné podle více než dvou os souměrnosti. Rohy semicel vybíhají často do dlouhých ramen nebo prodloužených ostnů. Buněčná stěna výrazně bradavičnatá až ostnitá. Chloroplast nepravidelný, hvězdčovitý, většinou s jedním středovým pyrenoidem v každé polovině buňky, zřídka se dvěma (Hindák, 1978).

Tetmemorus RALFS

Buňky podlouhlé, válcovité, někdy až vřetenovité, ke koncům mírně zúžené a zaoblené, se zřetelným úzkým apikálním zářezem. Buňky uprostřed rozdělené mělkým, široce rozevřeným zářezem na dvě poloviny. Buněčná stěna opatřena početnými póry. Chloroplasty podélné, v průřezu hvězdčovité, v každé polovině obsahují jeden až více pyrenoidů, axiálně uspořádaných (Hindák, 1978).

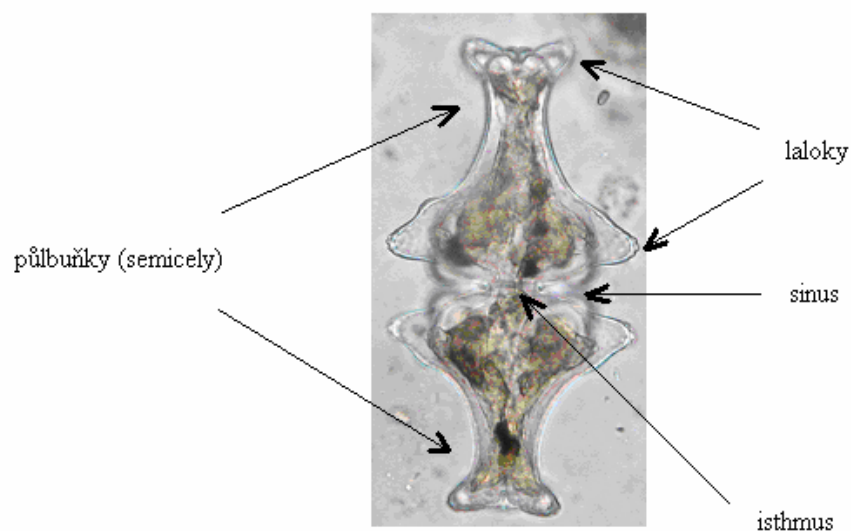
Xanthidium EHRENB.

Buňky jsou většinou o něco delší než širší, oválné až eliptické. Střední zářezy jsou hluboké, lineárně uzavřené nebo mírně otevřené. Charakteristický je vývoj buněčných výběžků - buď ve formě dlouhých jednotlivých nebo párově uspořádaných ostnů, které mohou být přímé nebo lehce zakřivené. V centru semicel je zpravidla vytvořena typická ornamentace buněčné stěny. Chloroplasty jsou většinou nástěnné, v každé polovině buňky s 12 pyrenoidy (Lenzenweger, 1997).

1.3 Morfologie a vnitřní stavba buněk krásivek

1.3.1 Základní členění buňky a tvarová proměnlivost

Jak již bylo zmíněno v předchozím textu, buňky krásivek se většinou skládají ze dvou zrcadlově souměrných polovin, které se nazývají semicely. V typickém případě (u pravých krásivek) jsou obě tyto poloviny od sebe odděleny zúžením, které je zakrojeno do prostoru mezi nimi – tzv. sinus (Kalina a Váňa, 2005). Spojení obou půlbuněk pak zajišťuje úzký můstek zvaný isthmus (Obr. 3). V oblasti isthmusu se nachází buněčné jádro. Každá polovina buňky obsahuje většinou jeden chloroplast.



Obr. 3. Morfologický popis buňky krásivky.

Buňky krásivek mají celistvou nebo (u pravých krásivek) dvoudílnou buněčnou stěnu, která je buď hladká nebo se v ní mohou nacházet póry, granule, bradavky, ostnyapod. (Obr. 4).

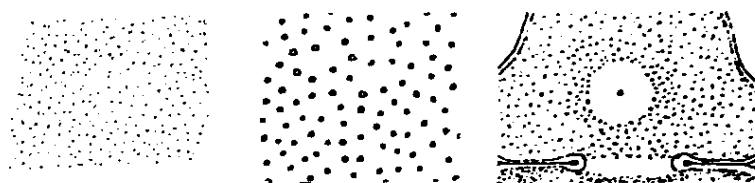
Tvary vegetativních buněk jsou u krásivek velmi různorodé. Některé druhy mají válcovité buňky, jiné naopak měsícovité, oválné nebo elipsoidní, některé mají okraje tvarované do plochých laloků, u jiných se také objevuje zářez na konci obou polovin buněk. V každém případě jsou tvary buněk v současnosti stále ještě rozhodující pro taxonomii a determinaci těchto řas. Celé uplynulé století byla taxonomie krásivek téměř výhradně postavená na morfologických znacích, ale zohledňují se i jiné vlastnosti

(struktura buněčné stěny, tvar chloroplastů, apod.), které jsou považovány za fylogeneticky starší a tedy i taxonomicky významnější (Růžička, 1977).

Tvar buněk se může měnit po ukončeném růstu jen dosti omezenou měrou (vlivem pevné buněčné stěny). Někdy dochází např. při stárnutí pľbuňky k postupnému zesilování buněčné stěny - buďto po celém povrchu nebo především na určitých místech. Např. u některých druhů *Euastrum* nebo *Cosmarium* zesiluje buněčná stěna na koncích laloků, které jsou pak u starších pľbuňek o něco delší (vyšší). Když nedochází delší čas k dělení, získává celá buňka poněkud odlišný tvar. Starší buněčné stěny jsou také často intenzivněji zbarveny důsledkem ukládání některých kovů (Fe, Mn). Někdy se může rozlišovat na takovýchto buněčných stěnách také jemná plastika, která zdánlivě chybí na mladších buněčných stěnách (Růžička, 1977).

K jasnějším změnám ve tvaru buňky může dojít jen u vegetativního dělení buňky: nové pľbuňky mají trochu změněný tvar oproti původním, takže obě vzniklé buňky jsou dichotypické. U bezprostředně následujícího dělení buňky vzniknout vždy dvě dichotypické buňky, zatímco počet buněk s novým tvarem narůstá geometrickou řadou. Z toho důvodu můžeme jen zřídka dichotypické buňky najít. Jedná se o analogický jev ke změnám počtu rovin souměrnosti nebo rozměrů buňky - viz níže (Růžička, 1977).

Příčiny změn tvarů buňky nejsou doposud zcela jasné, ale některé pokusy nasvědčují, že alespoň v někteřích případech bývají tyto změny vyvolány v rámci populace kolísáním životních podmínek a že tyto odchylky nejsou stálé a také nejsou dědičné (Růžička, 1977).



Obr. 4. Póry v buněčné stěně (Lenzenweger, 1999).

1.3.2 Symetrie buněk

Jednou z charakteristických vlastností krásivek je souměrnost vegetativních buněk podle několika rovin. Touto souměrností se zabýval především Teiling a navrhl k ní

též vhodnou terminologii (jak uvádí Růžička, 1977). Nejdůležitějším pojmem používaným při posuzování souměrnosti buněk je apikální osa - spojnice center obou vrcholů buněk, která bývá ve většině případů přímá. Buňky jsou vždy souměrné k rovině, položené středem buňky kolmo k apikální ose. Tato rovina se pak označuje jako horizontální a dělí každou buňku na dvě zrcadlově symetrické poloviny (semicely). Dále mohou být buňky souměrné podle jedné nebo několika rovin, proložených apikální osou: jedná se o tzv. vertikální roviny. Podle počtu vertikálních rovin souměrnosti rozlišuje Teiling následující základní typy buněk krásivek (in Růžička, 1977).

Omniradiální buňky se vyskytují u menšího počtu krásivek. Tyto buňky jsou na průřezu přesně kruhové, a proto jsou také souměrné podle nekonečného počtu vertikálních rovin souměrnosti (např. rody *Actinotaenium*, *Penium*).

Anguloradiální buňky jsou souměrné podle omezeného počtu vertikálních rovin. Podle tohoto počtu rozlišujeme např. bi-, tri-, quadriradiální buňky apod. Jako hlavní typy bývají uváděny následující (Růžička, 1977):

a) *Biradiální* (dvoučetné) buňky jsou symetrické podle dvou vzájemně kolmých vertikálních rovin. Ve směru apikální osy (v průřezu) mají tyto buňky přibližně eliptický obrys. Rovina souměrnosti procházející delší osou této elipsy je považována za hlavní vertikální rovinu a označuje se jako frontální. Kratší osou elipsy pak prochází tzv. boční rovina. Tento typ buněk má většina krásivek - např. rody *Cosmarium*, *Xanthidium*, *Euastrum* a další.

b) *Polyradiální* (vícečetné) buňky jsou souměrné podle tří a více vertikálních rovin. Hlavní roviny souměrnosti, které protínají rohy buněk, jsou nazývány radiální roviny. Podle jejich počtu se buňky označují jako tri- až polyradiální (to znamená ve směru apikální osy troj- až vícečetné). Je-li počet radiálních rovin sudý, pak existuje kromě nich také stejný počet vedlejších vertikálních rovin, které se nazývají interradiální. Je-li počet radiálních rovin lichý, pak splývají radiální roviny s interradiálními. Radiální roviny jsou analogické frontálním rovinám biradiálních buněk, interradiální roviny odpovídají rovinám bočním. Polyradiální buňky se vyskytují u menšího počtu druhů, typickým příkladem jsou zástupci rodu *Staurostrum* (Růžička, 1977).

Pseudoomniradiální buňky. U některých druhů anguloradiálních krásivek došlo podle Teilinga k sekundárnímu vývoji buněk s kruhovým průřezem jen v určitém úseku buňky, avšak nikoli v její celé délce. Buď jsou konce buněk ze 2-4 stran zploštělé nebo

jsou na nejširším místě půlbuněk symetricky umístěny malé hrboly (*Hyalotheca* a *Bambusina*). Takové buňky Teiling označuje jako pseudoomniradiální (Růžička, 1977).

Jev, který se vyskytuje u jiných skupin řas jen velmi zřídka, je proměnlivost počtu vertikálních rovin souměrnosti, tedy změna počtu paprsků (radii) buněk. Ke změně tohoto počtu dochází při vegetativním dělení buňky: nově vytvořené půlbuňky mají jiný počet paprsků než obě staré půlbuňky. Obě dceřiné buňky jsou proto dichotypické - sestávají totiž z jedné (původní) poloviny s nezměněným počtem paprsků a z druhé (nové) půlbuňky s jiným počtem paprsků. Při následujícím dělení buňky se tvoří dvě dichotypické buňky a dvě buňky se změněným počtem paprsků. Pokud dále pokračuje dělení, pak narůstá počet změněných buněk geometrickou řadou (2, 4, 8, 16, atd.), avšak po každém dělení neexistují nikdy více než dvě dichotypické buňky. Z tohoto důvodu lze uvedený jev jen zřídka pozorovat (Růžička, 1977).

Způsob zobrazení krásivek je v úzkém vztahu k jejich souměrnosti. Buňky krásivek se zobrazují ve dvou až třech projekcích, ve vzájemně kolmých rovinách. Tyto projekce se běžně označují jako „pohledy“. Rozlišujeme (Růžička, 1977):

Apikální pohled (půdorys, pohled „shora“) je promítání buňky v horizontální rovině, od vrcholu k bázi ve směru apikální osy.

Bazální pohled je analogické promítání půlbuňky, rovněž ve směru apikální osy, tentokrát ale od isthmu (tedy „zdola“ - od báze semicely k jejímu vrcholu).

Jako frontální pohled (čelní) se označuje promítání biradiální buňky na její frontální rovinu. Jako boční pohled pak promítání na boční rovinu (Růžička, 1977).

U omniradiálních buněk jsou průměty v jakékoliv vertikální rovině souměrnosti navzájem totožné a obvykle se v tomto případě také hovoří o pohledu frontálním. Polyradiální buňky bývají zobrazovány především v některé z radiálních rovin (ve směru protilehlých rohů buňky), dále pak v rovině interradiální. Oba popsané způsoby projekce jsou analogické frontálnímu a bočnímu pohledu na biradiální buňku.

V běžné praxi se zobrazují jen pohledy, které vystihují s dostatečnou přesností a úplností všechny důležité poznávací znaky buňky. Biradiální buňky bývají zobrazeny ve frontálním pohledu a obvykle také v pohledu apikálním. Polyradiální buňky se zobrazují z frontálního a bočního pohledu a vždy také v pohledu shora. U omniradiálních buněk stačí zpravidla jen frontální pohled (Růžička, 1977).

1.3.3 Rozměry buněk

Základními rozměry, které jsou uváděny při studiu krásivek, jsou především délka a šířka buněk. U některých typů je důležitá i tloušťka buněk.

Délka buněk nejmenších dosud známých druhů nedosahuje ani 10 μm , naproti tomu délka největších druhů překračuje dokonce 1500–1700 μm . Buňky mění své rozměry hlavně při vegetativním dělení buňky; nové půlbuňky mají jiné rozměry než staré. Buňky mívají také schopnost v určité míře přizpůsobit své rozměry měnícím se životním podmínkám (Růžička, 1977).

Rozměry buněk se mohou měnit dvojím způsobem (Růžička, 1977):

- a) Převládající růst do délky, tzn. růst ve směru apikální osy. Tento typ se vyskytuje hlavně u druhů s tyčovitými buňkami (zvl. omniradiální a pseudoomniradiální) a sekundárně také u některých druhů anguloradiálních krásivek.
- b) Rovnoměrný růst ve všech směrech, zvláště do délky a šířky, tzn. ve směru apikální a boční osy. Tento typ růstu je obvyklý u většiny druhů s biradiálními a polyradiálními buňkami.

Tloušťka buněk má význam zejména u biradiálních krásivek. Její stanovení je však vzhledem k tvaru buňky těžké, proto u většiny druhů chybějí spolehlivé údaje. Nejsnadněji lze tloušťku měřit u oddělených prázdných semicel. Ty jsou však velmi často vlivem ztráty turgoru užší než žijící buňky. Proto je nutné měřit tloušťku vždy jen na žijících buňkách, které se zároveň nemohou tak lehce deformovat tlakem krycího sklíčka (Růžička, 1977).

1.3.4 Chloroplasty a pyrenoidy

Krásivky mají většinou v každé z obou půlbuněk jeden nebo více chloroplastů. Jen zřídka a jen u zcela malých exemplářů je přítomen pouze jeden chloroplast v celé buňce.

Tvar chloroplastů není omezen žádnou pevnou membránou a může se do určité míry měnit, a to i u dospělých buněk.

Podle polohy v buňce se rozlišují centrální a nástěnné (boční) chloroplasty. Centrální chloroplasty mají většinu své hmoty koncentrovanou ve středu půlbuněk, resp. buněk, nebo u tzv. axiálních (osních) chloroplastů kolem apikální osy. Nástěnné chloroplasty se nacházejí při povrchu buňky, těsně pod plazmalemou (Růžička, 1977).

U menších buněk stačí jen jeden centrální chloroplast, jehož plocha se může (podle potřeby) zvětšovat prostřednictvím vybíhajících lišt a laloků. U velkých buněk by centrální chloroplasty nebyly využity úplně, protože světlo se zachycuje již na jejich povrchu. Proto jsou u nich efektivnější chloroplasty nástěnné, přičemž nevyužitá centrální část se buď redukuje nebo úplně zmizí. V rámci jednoho a téhož druhu se najdou často jedinci buď s jedním nebo jiným typem chloroplastu. Někdy lze nalézt také druhy, které mají oba typy chloroplastů, mezi nimiž existuje kontinuální řada přechodných forem. U většiny druhů se typ chloroplastu během evoluce již stabilizoval a může se proto používat jako pomocný determinační znak (Růžička, 1977).

Podle Teilinga rozdělujeme chloroplasty :

1. Steloidní chloroplasty a od nich odvozené typy. Jejich základem je tyčovité nebo kuželovité centrální vřeteno, které leží v apikální ose buňky. Chloroplast je v průřezu hvězdicovitý, protože z centrálního vřetene vybíhají radiálně směrem k buněčnému povrchu podélné lišty, které zvětšují povrch celého chloroplastu. Od tohoto základního tvaru se odvozují další typy. Nástěnný (boční) chloroplast může být od steloidních chloroplastů odvozený dvojím způsobem: a/ velmi zřídka se zvětšuje centrální vřeteno, přičemž jeho vnitřní části pozvolna mizí, vznikne tak dutý kuželovitý útvar pod povrchem buňky s velmi nízkými nebo vůbec žádnými podélnými lištami; b/ častěji se zvětšují ty části chloroplastů, které leží blízko povrchu buňky (tedy celé hrany podélných lišt nebo jen konce jejich laloků), současně mizí centrální vřeteno a tím i spojení mezi jednotlivými částmi chloroplastu pod povrchem buňky. Výsledkem je větší počet izolovaných nástěnných chloroplastů, buďto pásovitých nebo deskovitých. U jednoho druhu se vyvíjí většinou jen jeden z uvedených typů chloroplastu. U jednoho druhu krásivky se vyvíjí většinou pouze jeden z uvedených typů chloroplastu. U některých druhů (často i v rámci jedné populace) se však mohou současně vyskytovat dva typy chloroplastů (steloidní a lobosteloidní, steloidní a pásovitý, steloidní a nástěnný). Steloidní a od nich odvozené chloroplasty se vyskytují jen u omniradiálních buněk, tedy jen v podřádu *Closteriineae* a u některých rodů podřádu *Desmidiineae*, zvl. u *Docidium*, *Pleurotaenium*, *Actinotaenium* a *Groenbladia* (Růžička, 1977).

2. **Furkoidní chloroplasty** a od nich odvozené typy. U furkoidních chloroplastů vybíhají vidličnatě rozvětvené okraje z centrálního tělesa ve směru frontální nebo radiální roviny. Také povrch furkoidních chloroplastů může být zvětšován tvorbou bočních lišt nebo laloků. Od tohoto základního tvaru mohou být opět odvozeny další typy. U velmi plochých buněk (zvl. často u *Micrasterias*) se centrální část chloroplastu rozrůstá do podoby ploché desky a obě rozvětvené vedlejší části jsou redukovány. U mohutných buněk se (obdobně jako u steloidních chloroplastů) centrální část chloroplastu redukuje nebo dokonce i zcela zmizí, takže dochází k tvorbě určitého počtu vzájemně izolovaných nástěnných chloroplastů. Furkoidní chloroplasty a od nich odvozené typy se vyskytují jen v čeledi *Desmidiaceae*, a to u většiny rodů (Růžička, 1977).

3. **Pseudosteloidní chloroplasty** představují zvláštní typ, kde jejich fylogenetický vývoj a vztahy k ostatním typům jsou ještě nejasné. Ve tvaru se zcela vyrovnají steloidním chloroplastům, vyskytují se však u buněk, které Teiling označuje jako pseudoomniradiální, zvl. u rodů *Triploceras*, *Triplastrum*, *Hyalotheca*, *Bambusina*. Teiling se domnívá, že se vyvíjeli z furkoidních chloroplastů a že shoda se steloidními chloroplasty je sekundární. Také z pseudosteloidních chloroplastů se mohou vyvíjet nástěnné chloroplasty (Růžička, 1977).

4. **Asteroidní chloroplasty**. U těchto chloroplastů se hlavní část jejich hmoty koncentruje kolem pyrenoidu ležícího v centru semicely. Úzké laloky chloroplastu vybíhají paprskovitě z této středové hmoty směrem k povrchu buňky a pod buněčnou stěnou se často rozšiřují v malé plošky. Způsob vývoje není ještě jasný, může být odvozený právě tak ze steloidních chloroplastů (zkrácením centrálního větve) jako z furkoidních (koncentrací hmoty chloroplastu do středu semicely). U krásivek se asteroidní chloroplasty vyskytují jen velmi zřídka, např. u některých druhů rodu *Cosmarium* s anguloradiálními buňkami, rovněž u některých druhů rodu *Actinotaenium* a *Penium* s omniradiálními buňkami (Růžička, 1977).

Pyrenoidy jsou bílkovinná tělíska, obsahující enzym rubisko a vyskytují se u všech krásivek. Vždy jsou uložena v chloroplastech; většinou tam, kde se nachází těžiště chloroplastu. Jsou většinou velmi nápadné jak v živých, tak i ve fixovaných buňkách a

dosahují často velkých rozměrů. Jen výjimečně jsou patrné až po obarvení (např. ve velmi úzkých buňkách některých druhů *Closterium*). Mají většinou kulovitý tvar, méně často jsou elipsoidní až podlouhlé. Zpravidla jsou obklopeny tlustým obalem ze škrobových zrn (Růžička, 1977).

U steloidních, pásovitých a pseudosteloidních chloroplastů se pyrenoidy vyskytují ve středním větenu, buďto po jednom nebo po dvou až více. Zvětšuje-li se střední větenu, tak leží pyrenoidy blízko jeho povrchu, takže se odklánějí od osy chloroplastu. Jejich počet přitom narůstá a rozměry se zmenšují, takže v extrémním případě je na povrchu středního větene nepravidelně roztroušeno mnoho pyrenoidů. V nástěnných pásovitých chloroplastech leží pyrenoidy v jejich ose, u deskovitých chloroplastů se nachází pyrenoid ve středu chloroplastu nebo je zde více pyrenoidů, nepravidelně rozmístěných (Růžička, 1977).

U furkoidních chloroplastů může být poloha pyrenoidů různá. U menších buněk s jednoduchými chloroplasty leží většinou po jednom ve středu chloroplastu, takže každá půlbuňka obsahuje jeden pyrenoid. U větších buněk s robustními chloroplasty má každá větev ve svém středu jeden pyrenoid, u biradiálních buněk leží pyrenoidy po dvou vedle sebe v každé půlbuňce, u polyradiálních buněk je počet pyrenoidů roven počtu paprsků (Růžička, 1977).

Občasný mimořádný nárůst počtu pyrenoidů je považován za odchylku, v žádném případě se nejedná o dědičnou vlastnost. Naproti tomu není dosud zcela jasné, jak hodnotit odchylky, u kterých jsou pyrenoidy rozděleny na celém povrchu chloroplastů (Růžička, 1977).

1.3.5 Anomálie, ekomorfy

V populaci krásivek se zřídka nalézají exempláře, jejichž tvar se výrazně odlišuje od obvyklých (normálních) exemplářů. Někdy se jedná o stadia ontogenetického vývoje, častěji jsou to však ekomorfy nebo anomálie a monstrozity (Růžička, 1977).

Během ontogenetického vývoje prodělávají krásivky vývojová stadia, ve kterých jsou jejich buňky rozdílného tvaru. Jedno z těchto vývojových stádií představují také zygospor. Ještě méně je známo o tzv. zárodcích. Jako zárodky se označují ty exempláře, které vyklíčily ze zygospor a které ještě neprošly vegetativním dělením buňky. Odlišují se od dalších generací vegetativních buněk, které vznikají dělením buňky; občas jsou jim

dokonce zcela nepodobné. Jejich tvar je většinou méně členitý, plastika (ornamentace) jejich buněčné stěny není buď vůbec nebo jen neúplně vytvořena. Protože jedinci prodělávají toto stádium během krátké doby, jsou zárodky známe jen u několika málo druhů (Růžička, 1977).

Méně nápadné jsou u krásivek změny tvaru buňky v průběhu dalšího života. Občas se uvádějí určité vlivy stárnutí půlbuňky nebo také celé buňky: buněčná stěna se stává tlustší (jak už bylo dříve zmíněno), eventuálně se současně vlivem ukládání některých sloučenin kovů (zvl. železa a manganu) intenzivněji zbarvuje. Tím se také skulpturace buněčné stěny stává zřetelnější, zatímco u mladých exemplářů bývá někdy úplně nepatrná (Růžička, 1977).

Sezónní změny tvaru buňky nejsou u krásivek známy. Někdy však dojde k podobným změnám pod vlivem změny životních podmínek. U běžných, v bentosu žijících druhů, nastává někdy prodloužení buňky nebo některé její části v případě, že jsou buňky unášeny do planktonu, kde pak určitou dobu setrvávají. Jedná se o přizpůsobení planktonnímu způsobu života. Po návratu do bentosu se pozvolna obnoví původní tvar buňky. Takové odchylky, které jsou ekologicky podmíněné, se označují jako ekomorfy (Růžička, 1977).

Pro teratologicky změněné exempláře se používá výraz monstrozita nebo anomálie. Mezi těmito dvěma pojmy nelze vymezit žádnou hranici, bývají smíšeně používány. Jako anomálie se označují málo nápadné a zvrtné odchylky, jako monstrozity naopak výrazné, zvl. nezvratné, smrtící odchylky. Přitom se často berou v úvahu jen odchylky ve vnějším tvaru buňky a v utváření buněčné stěny, za anomálie musí být ale také považovány významné odchylky ve tvaru chloroplastu, počtu pyrenoidů a jiné vlastnosti (Růžička, 1977).

Příčiny vzniku anomálií jsou dosud málo známy. Pravděpodobně nejčastější příčinu představuje vliv a účinek nepříznivých životních podmínek. Podle výsledků různých pokusů se zdá, že životní podmínky ovlivňují velikost a tvar buněk krásivek tím více, čím více se odchylují od optima. Různé druhy jsou ovšem vůči těmto podmínkám odlišně citlivé. Za nepříznivých podmínek si populace ponechává svou životaschopnost i poté, co tvorba anomálií již nastala; když se podmínky obrátí včas k lepšímu, nastane u dalšího buněčného dělení návrat k předchozímu stavu. Toto však platí jen do určité míry. Když nepříznivé podmínky trvají příliš dlouho nebo když jsou od optima příliš vzdáleny, potom

působí letálním (smrtícím) účinkem a populace po delším nebo kratším čase zanikne (Růžička, 1977).

V přírodě se v populaci normálních jedinců nacházejí většinou jen jednotlivé nepravidelné buňky. Ale i celá populace může být nepříznivými podmínkami ovlivněna, a anomálie se potom mohou vyskytovat u všech buněk (Růžička, 1977).

Anomálie mohou být rozmanité. Důležitější anomálie se zpravidla rozdělují do dvou skupin (Růžička, 1977):

1. Anomálie dělení vznikají v případě neúplného vegetativního dělení buňky, když se mezi oběma dceřinými buňkami nevytvoří žádná dělící přepážka. Dceřiné buňky se neoddělí od sebe, ale zůstanou větší nebo menší plochou srostlé. Někdy tímto způsobem vznikají dokonce i řetězovité, vlákně podobné útvary srostlých buněk (Růžička, 1977).

2. Anomálie růstu (někdy nepřesně nazývané anomálie tvaru) vznikají rovněž při dělení buňky, a sice když se obě dceřiné buňky od sebe oddělí, avšak růst nové půlbuňky neprobíhá normálně. Nejčastěji bývá tento růst ukončen předčasně, takže dospělé půlbuňky se vyvíjí neúplně a mnohé její části jsou redukovány. Vzácněji naopak dochází k rozvoji přebytných částí buňky. Sem patří také rozvoj přebytných pravých opasek, (tzn. ve vyšší počtu než dva), které potom mohou být nesprávně považovány za tzv. pseudoopasky (Růžička, 1977).

Často je nemožné nebo těžké, bez namáhavých pokusů rozhodnout, zda je nalezená buňka anomálie nebo trvalá, geneticky fixovaná odchylka. Objasnění těchto otázek bude vyžadovat ještě mnoho experimentální práce (Růžička, 1977).

1.3.6 Vznik kolonií

Většina krásivek žije jednotlivě jako jednobuněčný jedinec. Jen zřídka zůstávají po buněčném dělení na krátkou dobu spojeny dohromady 2 buňky, zřídka také 4 buňky v řetězec, který je podobný krátkému vlákně. Trvalé (pravé) kolonie se tvoří u malého počtu druhů. Kolonie mohou být rozděleny do dvou skupin (Růžička, 1977):

1. Jedním směrem rostoucí kolonie

Kolonie tohoto typu jsou vlastně řetězovité svazky buněk, které jsou vzájemně spojeny svými apexy. Takovéto kolonie rostou jen ve směru apikální osy, a sice díky vegetativnímu dělení buněk, po němž se od sebe nově vzniklé buňky neoddělí. Spojení

sousedních buněk je vždy celkem volné. Tyto kolonie jsou jednořadé, nerozvětvené a snadno rozpadavé. U některých druhů dochází k nezávislému rozpadu kolonií na samostatné buňky (zvl. před konjugací), u jiných druhů se kolonie rozpadají pouze pod vlivem vnějších okolností. Rozpojené části, respektive také jednotlivé buňky, jsou životaschopné a mohou opět dorůst do nových kolonií. Kolonie tohoto typu bývají označovány jako „vlákna“, ve skutečnosti se ale nejedná o pravá vlákna (Růžička, 1977).

Vláknité kolonie se tvoří u čeledi *Gonatozygaceae* (rody *Gonatozygon* a *Genicularia*) a v rámci čeledi *Desmidiaceae* u rodů *Bambusina*, *Desmidium*, *Groenbladia*, *Hyalotheca* a *Sphaerosoma* (Růžička, 1977).

2. Do všech směrů rostoucí kolonie

Kolonie tohoto typu se vyskytují u krásivek velmi zřídka. V nejjednodušší podobě se jedná o shluk vzájemně nespojených buněk, které jsou nepravidelně rozmístěné ve společném slizovém obalu. Mladé kolonie mají kulovitý tvar, ty starší jsou nepravidelné. O jejich tvorbě a o životaschopnosti oddělených buněk je dosud jen málo známo (Růžička, 1977).

Zákonité uspořádání se vyskytuje u kolonií rodu *Cosmocladium*. Jednotlivé buňky se nacházejí v jednom společném slizovém pouzdře (jako u předchozího typu) a navíc jsou vzájemně spojené prostřednictvím rosolovitých provazců. Také kolonie tohoto typu bývají v mládí kulovité, později nepravidelné (Růžička, 1977).

1.4 Rozmnožování krásivek

Rozmnožování probíhá buď vegetativním dělením buněk nebo tzv. konjugací (pohlavní rozmnožování). Při konjugaci se přeměňují celé protoplasty konjugujících buněk v améboidně pohyblivé, haploidní „gamety“ bez bičíků, stigmy a pulzujících vakuol. Jejich spojením vzniká diploidní zygospora, která je obklopena tlustou třívrstvou stěnou. Ze zygospor vyklíčí po určité době klidu jeden nebo dva haploidní zárodky, které se dále rozmnožují vegetativním dělením. Tento proces je ve skutečnosti složitější a u různých druhů probíhá různým způsobem. U krásivek se vyskytuje výhradně tzv. izogamická konjugace, při níž jsou konjugující protoplasty vzájemně rovnocenné a zygospor se tvoří v poloviční vzdálenosti mezi oběma konjugujícími buňkami. Jen u dvou vláknitých rodů (*Bambusina* a *Desmidium*) je známá tzv. anizogamní konjugace, kdy přechází jedna

gameta z konjugující buňky do druhé partnerské buňky a zde splývá s jejím protoplastem (gametou). Zygospora potom vzniká uvnitř této buňky. Mluví se přitom většinou o samčích a samičích gametách, buňkách, vláknech a rodech. U některých vláknitých druhů se rozpadnou vlákna před konjugací v jednotlivé buňky, u jiných zůstanou nerozdělená (Růžička, 1977).

Gameta se většinou tvoří z celého protoplastu buňky a opustí buněčnou stěnu, buď otvorem vzniklým v jejích střední části, nebo skrz středovou štěrbinu nebo mezeru mezi rozestupujícími se půlbuňkami. Gamety se spojí buď v kopulačním kanálku, který se vytvoří mezi oběma konjugujícími buňkami, nebo v rosolovitém pouzdru v prostoru mezi buňkami. Protože má často kopulační kanálek velmi tenkou stěnu, která brzy nabobtná, oba způsoby jsou někdy jen těžko odlišitelné (Růžička, 1977).

U některých druhů se tvoří při konjugaci zpravidla nejen jedna, ale dvě zygospor, tzv. dvojité zygospor. Na konjugaci se v tomto případě podílejí většinou dvě buňky, u některých druhů byla však prokázána účast čtyř buněk (Růžička, 1977).

Tvar zygospor může být různý. Ve většině případů jsou zygospor pravidelně kulovité až elipsoidní, někdy zaobleně polygonální až nepravidelné. Zřídka jsou rovné, deskovité nebo čočkovité. Na stěnách zygospor bývají často patrné jemné nebo hrubší póry nebo jiné skulptury. Na povrchu zygospor se někdy vytváří půlkulovité nebo kuželovité výstupky, jednoduché nebo dva- až vícekrát rozvětvené ostny a jiné výrůstky (Růžička, 1977).

Vegetativní dělení buněk probíhá u krásivek následovně. Před vlastním rozdělením buňky se během profáze rozpadá jaderný obal a probíhá otevřená mitóza. V telofázi se zachovává část mitotického vřeténka. V průběhu mitózy se prodlužuje můstek mezi oběma semicelami a v této oblasti jsou uložena obě dceřinná jádra. Po ukončení mitózy se mezi dceřinná jádra dostává dělicí rýha a dojde ke konečnému oddělení obou buněk. Každá z obou vzniklých buněk má jednu semicelu starší (z původní mateřské buňky) a jednu zcela novou, která ještě následně dorůstá do typické velikosti a tvaru.

1.5 Rozšíření krásivek v ČR

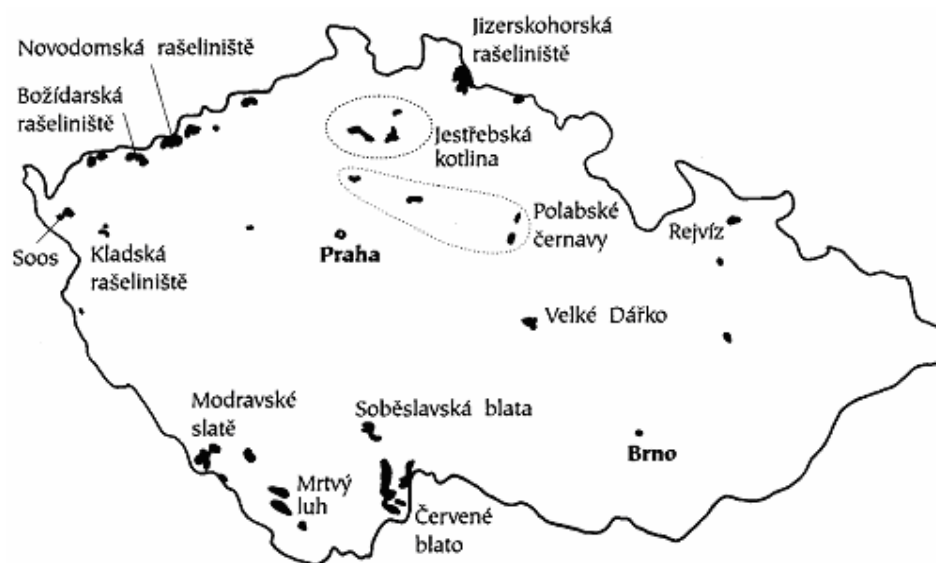
Výskyt krásivek je do značné míry spojen s různými typy rašeliništních biotopů, na nichž také bývá tato skupina řas často a detailně studována. I vzhledem k tématickému

zaměření této diplomové práce (krásivky na rašeliništích Jizerských hor) je tato kapitola věnována přednostně výskytu krásivek na rašeliništích České republiky.

Nejprve bude vhodné pojednat o rozšíření příslušných biotopů - tedy rašelinišť na území České republiky.

1.5.1 Geografické rozšíření rašelinišť v ČR

V České republice se nenacházejí velká, rozsáhlá rašeliniště, ale převažují zde rašeliniště o velikosti do několika desítek hektarů. Jejich celková plocha se odhaduje přibližně na 27 000 ha, což představuje 0,35% celkové plochy státu [1]. Většina z nich je soustředěna v horských pohraničních oblastech nebo na Českomoravské vrchovině a v pohoří Brdy. K nejrozsáhlejším patří rašeliniště na Šumavě, v Jizerských horách, Krkonoších, v Krušných horách, na Jesenicku a na Českomoravské vrchovině (viz Obr. 5).



Obr. 5. Rašeliniště v ČR. [1]

Krkonošská rašeliniště

Krkonošská rašeliniště vznikala v důsledku zabahnění a zamokření horninového podloží, jejich stáří je odhadováno na 5 000 – 8 000 let. „Živá“ krkonošská rašeliniště se nacházejí v nadmořských výškách odpovídajících submontánnímu – podhorskému (cca

600- 1000 m) až montánnímu – horskému (cca 1000- 1250 m) a subalpínskému (1250- 1450 m) stupni“ (Vaněk a Potocka, 2006).



Obr. 6. Krkonošská horská rašeliniště (Vaněk a Potocka, 2006).

Rašeliniště v Krkonoších můžeme rozdělit na dvě skupiny:

1. Rašeliniště horská (lesní) (Obr. 6): rašeliniště se nepřetváří v ombrogenní a oligotrofní vrchoviště, ale vznikají tady mezotrofní přechodová rašeliniště (Vaněk a Potocka, 2006).

Tvarem připomínají plochý pahorek tvořený rašelinou, vyšší než okolní terén. Obvodová zóna rašeliniště se nazývá lagg, okraj, kde se začíná zvedat rašelinný klobouk rand. Povrch vrchoviště je zpravidla dělen na sušší vyvýšeniny (bulty) a zamokřené sníženiny (jezírka, šlenky).

2. Rašeliniště subalpínská: významnou roli zde hrají vítr, pokrytí sněhem a vystavení působení mrazu. Nachází se zde prvky shodné s:
 - atlantskými pokryvnými rašeliništi
 - rašeliništi typu palsa, aapa
 - ombrogenními koncentrickými vrchovišti
 - excentrickými vrchovišti (Vaněk a Potocka, 2006).

Podle studií se na krkonošských hřebenech rozlišuje 5 typů rašelinišť- pokryvná, svahová a strukturovaná rašeliniště, přetékaná a prameniště rašeliniště. Nejvýznamnější jsou strukturovaná rašeliniště, protože tvoří nejsouvislejší a největší ložiska. Jejich povrch

je členěný ve vyvýšené valy, vodou zaplněné žlaby, kopečky, tůň i holou rašelinu (Vaněk a Potočka, 2006).

Šumavská rašeliniště

Na Šumavě nejdeme poslední severské typy mokřadů z konce poslední doby ledové, které se vyznačují největší biologickou rozmanitostí. Rašeliniště v Národním parku Šumava zauímají více než 15 % plochy. Jedinečnost šumavských rašelinišť spočívá v rozmanitosti jejich typů. Pro Šumavu jsou typická vrchoviště (rašeliniště ombrotrofní), která přijímají vodu z atmosférických srážek. Nalezneme zde také minerotrofní rašeliniště, která čerpají vodu z podzemní vody obohacené o minerální látky. Dále se na Šumavě vyskytují také přechodová rašeliniště (Spitzer a Bufková, 2008).

Podle obsahu živin a kyselosti prostředí se na Šumavě nacházejí:

- rašeliniště oligotrofní - pro ně je typický nízký obsah živin a kyselé prostředí;
- mezotrofní kyselá rašeliniště - nízký obsah minerálů a střední obsah živin;
- mezotrofní neutrální rašeliniště - charakteristická vyšším pH a středním množstvím živin;
- eutrofní slatiny - neutrální a vyšší pH, bohaté na živiny (Spitzer a Bufková, 2008).

V různých částech Šumavy vznikají vlivem rozdílných podmínek lokálně odlišné typy rašelinišť:

- Horská vrchoviště (nadm. v. 1000 m) označována jako slatě (Příloha 2, 3): mívají vyklenutý tvar a jejich povrch je tvořen četnými jezírky, bulty, šlenky a plošinkami. „Vznikla procesem paludifikace - postupným narůstáním rostlinné hmoty a následně vrstvy rašeliny nad hladinou podzemní vody, v blízkosti pramenišť“ (Spitzer a Bufková, 2008).
- Údolní vrchoviště neboli luhy: nacházejí se v říčních údolích. „Vznikala procesem terestrializace - postupné zarůstání drobných stojatých vod (Spitzer a Bufková, 2008). Jejich povrch není tvořen jezírky, ani protáhlými šlenky, má tvar bultů a kopečků. Terén tohoto vrchoviště je rovinatý a množství srážek je nedostatečné.

Dalším typem rašeliniště, se kterým se můžeme na Šumavě setkat jsou rašeliniště minerotrofní čili slatiny.

Jizerskohorská rašeliniště

Rašeliniště v Jizerských horách se řadí pod správu CHKO Jizerských hor. Tato rašeliniště patří do skupiny horských vrchovišť. Nachází se zde více než 40 rašelinišť, většina z nich je ale chráněná a tudíž veřejnosti nepřístupná. Mezi největší z nich řadíme Rašeliniště Jizerky a Rašeliniště Jizery.

Rašeliniště v Jizerských horách můžeme rozdělit podle způsobu zásobování vodou:

1. Minerogenní rašeliniště (slatiny): jsou vázána na podzemní a povrchovou vodu.

Dále je dělíme na:

- limnogenní rašeliniště - vznikají tvorbou rašeliny na dně jezer;
 - mokřadní rašeliniště - vytvářejí se ve sníženinách, kde se hromadí srážková nebo vystupující spodní voda;
 - kotlíková rašeliniště;
 - přeplavovaná rašeliniště - v nížinách, plochých údolích, kde se rozvodňují řeky;
 - svahová rašeliniště - nachází se na svahových plochách;
 - prameniště rašeliniště - vznikají na artézských pramenech na úpatí svahů (Jóža a Vonička, 2004).
2. Ombrogenní rašeliniště: jejich vznik je podmíněný zásobováním vodou a živinami ze srážek. Řadíme k nim:
 - vrchovištní rašeliniště - jsou vázána na vysoké srážkové úhrny a na oblasti sníženého výparu, vytvářejí ze srážek vlastní zásobu vody;
 - pokryvná rašeliniště - vznikají na minerálním podloží, jsou zásobována pouze srážkovou vodou;
 - rašelinné louky - rašelinná bezlesí, jsou to mladá, lidskou činností vzniklá minerotrofní rašeliniště (Jóža a Vonička, 2004).

1.5.2 Výskyt krásivek na vybraných rašeliništích v ČR

Výzkum krásivek na šumavských rašeliništích

V současné době probíhá na Šumavě intenzivní výzkum řasové flóry ve spolupráci s NP a CHKO Šumava a dalšími institucemi. V letech 1993 – 1999 se zde uskutečnil algologický výzkum, při kterém bylo nalezeno 227 druhů sinic a řas, přičemž zástupci

Chlorophyceae a Zygnematohyceae byly nejčastějšími druhy (Lederer a Soukupová, 2002).

Pro řasy nalezené na šumavských rašeliništích platí, že musí být adaptovány na nízké pH (na Šumavě 3,8–5) a na nedostatek dostupných živin v půdě či ve vodě (rašeliniště jsou velice chudá především na fosfor a dusík). Většinou jsou pro rašeliniště nápadné a typické (ne však dominantní) krásivky a spájivky.

K nalezeným rodům na šumavských rašeliništích patří například *Arthrodesmus* EHRENB., *Cosmarium* CORDA, *Bambusina* KÜTZ., *Mougeotia* AGARDH, *Euastrum* EHRENB., *Staurostrum* MEYEN, *Spondylosium* (BRÉB.) ARCH., *Hyalotheca* KÜTZ., *Desmidium* AG. a mnoho dalších. V mělkých šlencích a na obnažené rašelině se vyskytují jednoduché krásivky rodů *Netrium* (NÄG.) ITZIGS. et ROTHE, *Penium* (BRÉB.) DE-BARY, *Actinotaenium* (NÄG.) TEILING a *Cylindrocystis* (MENECH.) DE-BARY, ze sinic *Chroococcus turgidus* (KÜTZ.) NÄG. a ze zelených řas typické rašelinné krásnoočko - *Euglena mutabilis* SCHMITZ. Celkově se ze šumavských rašelinišť uvádí okolo dvou set druhů sinic a řas (Lederer a Lukavský, 2003, [2]).

Výzkum krásivek na krkonošských rašeliništích

V letech 1998 a 1999 probíhal na Úpském a Pančavském rašeliništi průzkum, jehož cílem bylo zjištění diverzity řas a vyhodnocení faktorů, které mají vliv na druhové složení řas. Byla zkoumána typická rašelinná jezírka a louže, ale i tůňky a hlubší tůně. Ve všech vzorcích bylo zjištěno 228 druhů sinic a řas (Nováková, 2002).

Další výzkum se uskutečnil v letech 2002 – 2004, který se soustředil na vodní plochy, na Plán pod Sněžkou ve východní části Krkonoš. Zde bylo odebráno celkem 10 vzorků a v nich nalezeno 95 druhů sinic a řas (Nováková, 2007).

Na pláni pod Sněžkou se nachází soustava rašelinišť položených ve vysokohorské arko-alpínské tundře, tato rašeliniště se zde vyskytují v oblasti přirozeného bezlesí. Na Pančavském a Úpském rašeliništi se nalézají na náhorních plošinách nad hranicí lesa a svou strukturou povrchu a vegetačním pokryvem připomínají rašeliniště alpská a skandinávská a proto bývají považována za výjimečné typy rašelinišť ve střední Evropě.

Na těchto dvou rašeliništích bylo v roce 1998 a 1999 nalezeno několik rodů krásivek, mezi nimiž se vyskytovaly druhy jako *Arthrodesmus incus* (BRÉB.) HASSALL,

Closterium pronum BRÉB., *Closterium striolatum* EHRENB. ex RALFS, *Cosmarium* var. *subarctoum* (LAGERH.) RACIB., *Cylindrocystis brebissonii* MENEH., *Euastrum binale* (TURPIN) EHRENB. ex RALFS, *Hyalotheca dissiliens* (J. E. SMITH) BRÉB., *Netrium digitus* (EHRENB.) ITZIGS. et ROTHE, *Penium cylindrus* (EHRENB.) ex BRÉB., *Penium polymorphum* PERTY (PERTY), *Spondylosium planum* (WOLLE) W. et G. S. WEST, *Staurastrum avicula* BRÉB., *Staurastrum margaritaceum* EHRENB. ex RALFS, *Staurastrum omeae* W. ARCH. a další (Nováková, 2002).

Výzkum krásivek na jizerskohorských rašeliništích

Od roku 1991 probíhá v Jizerských horách monitorování 29-ti vytyčených trvalých ploch, které reprezentují 5 hlavních vegetačních typů zdejších rašelinišť. Smyslem tohoto dlouhodobého výzkumu je průběžné sledování stavu rašelinišť na vrcholech Jizerských hor za účelem zachycení vegetačních a stanovištních změn. V dnešní době tento výzkum i nadále pokračuje v rámci projektu „Současné a historické změny na horských rašeliništích Sudet“.

Byly odebírány vzorky z 5-ti rašelinišť: z Malé jizerské louky- jih, Malé jizerské louky- sever, Klečové louky, Tetřeví louky a rašeliniště Na Čihadle. Celkem se našlo na všech plochách 34 druhů krásivek. Na těchto rašeliništích byl zaznamenán převážně výskyt rodů *Actinotaenium* (NÄG.) TEILING, *Netrium* (NÄG.) ITZIGS. et ROTHE, *Penium* (NÄG.) ITZIGS. et ROTHE, *Cosmarium* CORDA, *Tetmemorus* RALFS, *Xanthidium* EHRENB., *Euastrum* EHRENB. a dalších.

1.6 Ekologie krásivek

1.6.1 Životní prostředí krásivek

Krásivky obývají většinou sladké vody a není dosud známý žádný vysloveně mořský druh. Jen zřídka hrají významnější roli v planktonu.

Hlavní prostor, ve kterém krásivky ve vodě žijí, je bentos. Vyskytují se zde většinou na nejrůznějších podkladech: na povrchu jemného sedimentu, na vodních rostlinách, dřevech a kamenech. K substrátu bývají přichyceny spíše volně. Hloubka osídlení vodního tělesa závisí na životních podmínkách, zvláště na intenzitě osvětlení. Ve větších hloubkách (několik desítek metrů) přežívají krásivky jen v mimořádně čistých vodách (př. horská plesa). Proto většinou žijí jen v malých hloubkách - v litorální zóně, na vegetaci pod hladinou vody. Krásivky se nacházejí jak ve stojatých vodách, tak i v pomalu tekoucích vodách, jen zcela málo druhů v rychle tekoucích potocích a horských bystřinách (Růžička, 1977).

Co se týče teploty, rostou dobře běžné druhy krásivek při teplotě 10 – 30 °C. Existují však i jejich nálezy při teplotách okolo 0°C, ale jedná se o specializované druhy (Růžička, 1977).

Důležitý je také vztah krásivek k chemickým vlastnostem prostředí. Jsou známe druhy, které bývají značně přizpůsobivé, ale i druhy, které se vyskytují na chemicky specifických nalezištích. Pro různé druhy tudíž existují různé optimální podmínky a různé druhy jsou také různě citlivé k nepříznivým podmínkám. V přírodě dochází ke zhoršení chemických vlastností pro určitý druh (déšť, záplavy, povodně, vysušení, nahromadění metabolických produktů). Krátkodobé a ne příliš intenzivní změny mohou populace krásivek přežít, reagují na tyto změny zpomalením nebo zastavením rozmnožování nebo tvorbou morfologických odchylek. Výraznější a déle trvající změny životních podmínek mohou mít pro celou populaci příslušného druhu smrtící účinek (Růžička, 1977).

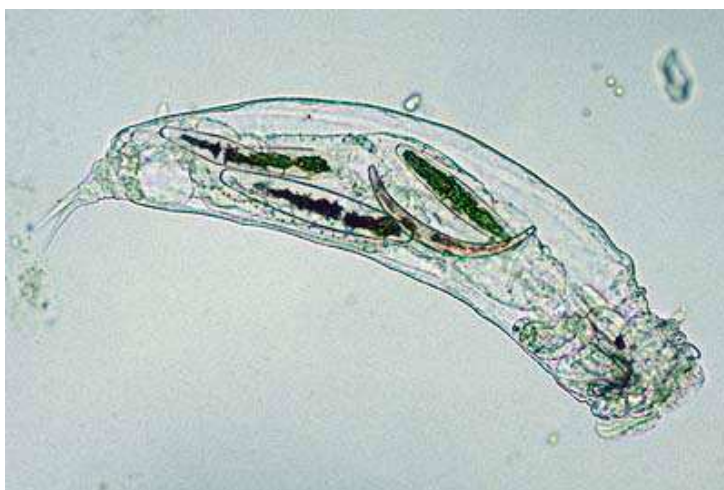
Většina krásivek mírné zóny žije na slabě kyselých až neutrálních stanovištích. Malý počet druhů, většinou s úzce specifickými ekologickými potřebami, je charakteristický pro silně kyselé lokality (s pH až 3,0). Malá část druhů roste nejlépe na neutrálních až slabě zásaditých stanovištích a některé druhy snášejí dokonce i silnější zásaditost, i pH 11-12. Krásivky se také vyhýbají silně eutrofním a silně znečištěným

vodám. Existují sice druhy, které tyto poměry ještě snesou, dá se však sotva říci, že se v této oblasti pro ně nacházejí optimální podmínky (Růžička, 1977).

Otázka zeměpisného rozšíření krásivek bývá také velmi problematická. Je možné stanovit určité oblasti, kde vykazuje krásivková flóra charakteristické, od jiných oblastí rozdílné rysy. Např. Krieger stanovil na základě statistických podkladů 10 takových floristických oblastí. Podle zeměpisného rozšíření se rozlišují atlantské, polární, alpské, boreoalpské a tropické druhy (Růžička, 1977).

1.6.2 Interakce s jinými organismy

Krásivky tvoří ve vodním prostředí významnou část řasové biomasy, proto jsou důležité i jako zdroj potravy pro různé bezobratlé živočichy. V místech, kde se objevuje vodní květ, bývají občas nalezeny i ve vnitřnostech perlooček. Pro perloočky představují krásivky, např. *Starastrum chaetoceras*, bez slizového obalu kolem buňky, velice dobře stravitelnou potravu. V případě opouzdrěných druhů krásivek, jako je *Cosmarium abbreviatum* var. *planctonicum*, je trávení více problematické. Bývají také součástí potravy různých přímořských zvířat, od prvoků až po ryby. Ve vodách, kde krásivky pokrývají ponořené substráty (vzhledově připomínající zelený film viditelný pouhým okem), se stávají ve velkém počtu potravou vířníků, larev komárů a červů (viz Obr. 7.) [3].



Obr. 7. Několik druhů *Closterium* ve střevě vířníka. [4]

Existují buňky některých druhů krásivek, které se vyskytují v těsně uzavřeném, průhledném a ostře ohraničeném obalu - asi jeden mikrometr tlustém a nevykazujícím vnější plastiku. Fykologové uvažují o možné povaze těchto obalů již dlouhou dobu. Podle

Wasylika je nejpravděpodobnější původce tohoto jevu *Chlamydomyxa labyrinthoides*, měňavkovitý organismus, parazitující na různých vodních rostlinách. Možná jde o týž organismus, který byl popsán Lenzenwegerem jako měňavka, která se specializuje na chytání krásivek. Relativně pomalá a pevná měňavka obklopuje jednu nebo více buněk krásivek a vylučuje kolem sebe stěnu. Poté, co přijme větší či menší část obsahu buněk krásivek, měňavka vyklouzne, zanechá za sebou obal s jednou nebo několika odumřelými, prázdnými buňkami krásivek (viz Obr. 8) [5].



Obr. 8. Buňka *Cosmarium quadrum* zapouzdřená do cysty neznámého hostitele, možná améby *Chlamydomyxa labyrinthoides*. [6]

Krásivky jsou ohroženy nejen predátory (jako měňavky, vodní blechy apod.), ale také cizopasnými houbami (Obr. 9). Některé druhy jsou velmi citlivé na houbové infekce, jako je např. tropický druh *Staurostrum rotula*, jehož celé populace tohoto druhu se často zdají být napadené chytridiovou plísní. Identifikace houbových parazitů je obvykle velmi obtížná. Někdy je vztah mezi hostitelem a parazitem tak zvláštní, že identifikace hostitele naznačuje identifikaci houbového parazita [7].

Vodní houby se rozmnožují pomocí bičíkatých výtrusů (zoospor). Podle počtu bičíků na výtrusu se rozdělují na jednobičíkaté houby a dvoubičíkaté houby. Stélky (jednoduchá těla) jednobičíkatých a jednobuněčných hub (chytridií) jsou většinou jednoduché, jediný protoplast se v životním cyklu stává sporangiem a dělí se na mnoho zoospor [8].

Na rozdíl od jednobičíkatých chytridií, stélka dvoubičíkatých hub rostoucí uvnitř buňky se může vyvinout ve velké množství sporangií.

Zvláštní skupina chytridiomycet byla nalezena ve vláknitých řasách. Zoospora, nacházející se na řasové buňce, je obklopená blánou a její obsah vstupuje do buňky. Tělo améboidní houby se rozšiřuje a stává se tlustostěnným. Začínají se vytvářet kulovité shluky výtrusnic, které se dělí na úseky do řady sporangií. Jednobičíkaté zoospory poté unikají po protržení stěny z usmrčené buňky hostitelské řasy [9].



Obr. 9. Buňky *Tetmemorus laevis*, levá buňka napadená chytridiemi. [10]

1.6.3 Význam v bioindikacích

Krásivky jsou pro biocenózu a pro vodní biotopy nezbytné. Jednak jsou důležitým článkem v potravním řetězci, kromě toho značně zasahují do chemických a fyzikálních vlastností vod. Mají ale i praktický význam: jako objekty pokusů v mnohých oblastech biologického výzkumu. Zcela důležité jsou ale jako bioindikátory.

V porovnání s mnoha jinými skupinami mikroorganismů bývají kvůli svým specifickým ekologickým nárokům (ale také kvůli druhově-specifickému regionálnímu rozšíření) využívány pro hodnocení kvality vody a biologické (ochranářské) hodnoty mokřadů (Coesel 1998).

Velká část z nich může žít jen v podmínkách absolutně čistých, nezatížených vod, a jen několik málo taxonů snáší určité zatížení životního prostředí. Jejich druhová bohatost

se rozvíjí nejvíce v mírně až slabě kyselých vodách slatin, v bažinných jezerech, určité druhy je ale možné najít i na vlhčí půdě a mezi vlhkými mechy. V jezerech a rybnících nezatížených planktonem se občas vyskytují hlavně druhy rodu *Staurostrum* [11].

Výskyt populace závisí převážně na hodnotě pH zkoumané lokality. Velice zvláštní krásivkovou flóru najdeme i v silně kyselých vodách vrchovišť. Rozdílná hodnota pH podmiňuje jak rozdílné počty druhů, tak také spektra druhů: čím kyselejší je stanoviště, tím méně se zde vyskytuje druhů. Tato stanoviště jsou tudíž chudá na druhy, ale bohaté na jednotlivce. S ubývajícím stupněm kyselosti (mírně kyselé stanoviště) dochází ke zvýšení druhové bohatosti na lokalitě, avšak počet jedinců přítomných druhů je naproti tomu značně malý [12].

Krásivky bývají celosvětově rozšířeny od vysokých severních a jižních zeměpisných šířek, až k tropům a subtropům. Mnohé druhy jsou považovány za kosmopolitní, vyskytující se na všech kontinentech.

Průzkumy vegetace řas ve vodách poskytují údaje, které se zakládají na dlouhodobém působení přítomných ekologických faktorů, zatímco chemické výzkumy odrážejí jen okamžitý stav. Proto je možné zcela jednoznačně odvodit, jestli se jedná o tekoucí vody, rybníky, jezera, moře nebo mořské šlenky. U bažinných vod bývají zvláště nápadné jemné odchylky podmínek prostředí - bažiny a močály jsou obecně známy jako speciální biotopy krásivek [13].

V Nizozemí, zemi s poměrně dlouhou tradicí výzkumů krásivek, byla vyvinuta zvláštní metoda pro stanovení hodnoty zachovalosti a stability daného mokřadního stanoviště. Tyto metody vycházejí ze tří kritérií: druhové rozmanitosti krásivek, vzácnosti přítomných druhů a jejich indikační hodnoty pro zralost ekosystému. Výsledkem je zařazení daného mokřadního ekosystému do jedné z kategorií v rozsahu od 0 do 10. Stupeň 10 znamená nejvyšší hodnocení a vztahuje se na dobře zachovalé ekosystémy s mimořádnou biologickou hodnotou, která se odráží v bohatém rozvoji krásivkových společenstev (Coesel, 2003). Taková metoda byla úspěšně použita v několika ochranných projektech a u jednotlivých druhů uvádí například tyto údaje:

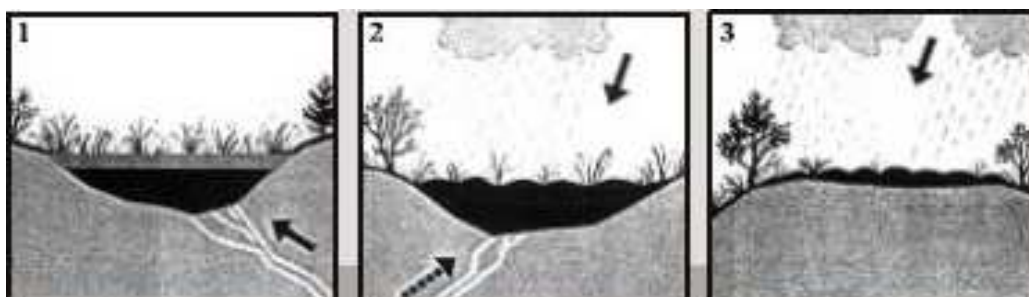
- Trofický stav - jsou rozlišovány tři třídy: oligotrofní (živiny jsou dostupné pouze ve velmi omezeném rozsahu, nízký stav vodní biomasy), eutrofní (vysoká koncentrace živin, což vede k vysoké biomase), mezotrofní (mezi oligotrofní a eutrofní).

- Kyselost - rozlišují se tři třídy: acidofilní ($\text{pH} < 6.5$), alkalická ($\text{pH} > 7.5$), neutrální ($\text{pH} 6.5-7.5$).
- Vzácnost - za vzácné nejsou považovány běžně se vyskytující druhy a dále druhy, které jsou snadno zaměnitelné s jinými druhy. Rozlišují se stupně: 1 = spíše/poměrně vzácné, 2 = vzácné/ojedinělé, 3 = velice vzácné.
- Forma života - rozeznávají se tři typy krásivek: atmofytické (žijí v tenkém vodním filmu mokřích pozemních substrátů), bentické zahrnující metafyton (žijí v půdě pod vodou nebo v úkrytu ponořených vodních rostlin), planktonní (žijí v rozsáhlých vodních útvech, jsou pasivně unášeny pohybem vody) (Coesel, 1998).

2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA RAŠELINIŠŤ

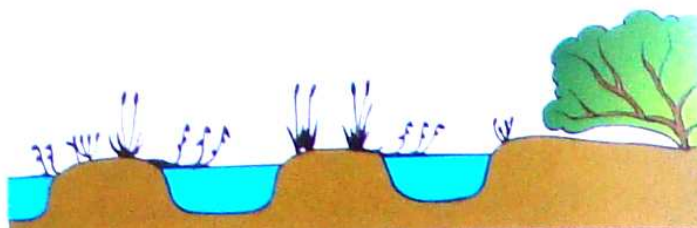
Rašeliniště jsou oblasti, kde vzniká a hromadí se rašelina. Dále můžeme rašeliniště definovat jako zvláštní ekosystémy, které vznikají na trvale zamokřených plochách porostlých specifickou vegetací, která po odumření tvoří rašelinu (Jóža a Vonička, 2004). Rozdělení rašelinišť je založeno na různých kritériích. Nejčastěji se rozlišují následující tři hlavní typy rašelinišť (viz Obr. 10):

- a) Slatiniště: prostředí, které je poměrně bohaté živiny. Místa, kde se hromadí minerálně bohatá voda.
- b) Vrchoviště: prostředí s nižšími nároky na živiny. Vyznačuje se vyklenutým tvarem připomínajícím čochku. Můžeme na ní často rozeznat vrcholovou plošinu. Ta bývá obvykle členěná na malé vyvýšeniny (bulty) a zvodněné sníženiny (šlenky nebo jezírka).
- c) Přechodová rašeliniště: tvoří přechod mezi vrchovištěm a slatiništěm.



Obr. 10. Typy rašelinišť: 1- slatiniště, 2- přechodové rašeliniště, 3- vrchoviště; šipky- ukazují směr přísunu vody. [14]

Povrch rašelinišť bývá rozrůzněný, nachází se zde sušší vyvýšeniny, vlhké sníženiny i trvalé vodní plochy. Vznik a vývoj této povrchové struktury má souvislost s vývojem rašeliniště a závisí na klimatu, růstu vegetace, vodním režimu a rozkladu rašeliny (Jóža a Vonička, 2004).



Obr. 11. Povrch rašeliniště. Zaplavená část vrchoviště (šlenk) se postupně mění na vyvýšenou (bult). Vyvýšený bult je dále zaplaven vodou a stává se šlenkem (Vaněk a Potocka, 2006).

Z hlediska vegetačního pokryvu se na rašeliništích nejhojněji vyskytují mechy rašeliníky (*Sphagnum* spp.). Některé z nich vytvářejí narůstáním kopečky – tzv. bulty, mezi kterými vznikají mělké zatopené prohlubně zvané šlenky. Ve šlencích dochází k novému nárůstu rašeliníku, postupnému nahrazování druhů a jejich opětovnému nárůstu v bult. Bulty a šlenky vznikají tedy v rámci přirozeného dlouhodobého vývoje povrchu rašelinišť. Patří k němu i rašelinná jezírka - blänky neboli kolky. Zamokřené okraje rašelinišť se označují termínem lagg (Vaněk a Potocka, 2006).

3 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ LOKALITY

Rašeliniště Jizerky (Malá jizerská louka) se nachází ve východní části Jizerských hor, v nadmořské výšce 860 m. Komplex rašelinišť zaujímá plochu 120 ha a patří k nejhodnotnějším rašeliništím na české straně hor, nejvýznamnější části jsou Klugeho, Dlouhá a Vyhlídková louka.

Nachází se zde vrchoviště a bezlesí náplavového typu, jedná se o tzv. kyselou rovinu, která zahrnuje sečené a spásané louky. Velkou část zaujímají porosty kleče o rozloze více než 22 ha (Jóža a Vonička, 2004).

Květenu Malé jizerské louky tvoří typické rašelinné druhy. Botanicky nejvíce atraktivní jsou bohaté populace blatnice bahenní a vřesovce čtyřřadého, dále mezi zvláštnosti patří bříza karpatská a jalovec obecný nízký. Faunu představují bezobratlí živočichové vázaní na rašeliniště, zejména pavouci, vodní brouci, střevlíci, vážky a motýli. Vyskytují se zde i tokaniště tetřívků, hnízdí zde bekasina otavní, bramborníček hnědý, linduška luční, čečetka zimní a hýl rudý. Bývají tady také pozorováni jestřábi popelaví (Jóža a Vonička, 2004).

Mezi geologické zajímavosti patří četné druhy minerálů ve štěrkových náplavech. V minulosti se zde rýžovaly drahé kameny - safíry, rubíny, zirkony aj. K nejběžněji se vyskytujícím nerostům v této lokalitě řadíme černě zbarvený iserin (Jóža a Vonička, 2004).



Obr. 12. Rašeliniště Jizerky. [15]

Národní přírodní rezervace Rašeliniště Jizerky je od roku 1960 chráněna a je tvořena dvěma jádrovými územími o rozloze 112,2 ha, která jsou spojena ochranným pásmem.

V severovýchodní části se nachází vrchoviště Klugeho louka o rozloze 4 ha, která je druhým největším rašeliništěm bezlesím v Jizerských horách. Vyskytují se zde porosty se suchopýrem trsnatým a suchopýrem úzkolistým, také porosty bezkolence a kleče. Ve středu louky najdeme pozůstatky tzv. Klugeho vodovodu (Jóža a Vonička, 2004).

Na severozápad od Klugeho louky leží vrchoviště nazývané Dlouhá louka. Rostou zde porosty přechodného typu, společenstva se suchopýrem trsnatým a suchopýrem pochvatým. Ve šlencích a malých jezírkách je hojná ostřice mokřadní a blatnice bahenní (Jóža a Vonička, 2004).

V jižní části komplexu se rozkládá vrchoviště kruhového tvaru s hojnými jezírky typu šlenků, pojmenované Vyhlídková louka. Vegetaci tvoří zejména společenstva se suchopýrem trsnatým a porosty se suchopýrem úzkolistým. Na lokalitě je hojná blatnice bahenní. Poblíž říčky Jizerky se nacházejí terasovitá jezírka (Jóža a Vonička, 2004).

4 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

4.1 Odběr vzorků

Vzorky byly odebrány 8.července roku 2008 na rašeliništi Malá jizerská louka. Konkrétně na dvou oddělených lokalitách v rámci tohoto rozsáhlého rašeliništního komplexu, tj. Malá jizerská louka - jih (Vyhlídková louka) a Malá jizerská louka - sever (Klugeho louka). Odběrem bylo získáno 14 vzorků, z rašeliniště Vyhlídková louka vzorky číslo 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 a z rašeliniště Klugeho louka vzorky číslo 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. Každé stanoviště je v terénu zpravidla vyznačeno čtyřmi tyčemi zabodnutými do země do tvaru čtverce. Jednotlivá stanoviště (odběrové trvalé plochy) jsou určená k dlouhodobému monitoringu vegetace vyšších rostlin a fyzikálně-chemických parametrů prostředí. Tyto plochy byly vytyčeny doc. Kamilem Rybníčkem a jsou využívány v rámci projektu „Současné a historické změny na horských rašeliništích Sudet“ (GAČR, řešitel Doc. Michal Hájek, MU Brno). Vzorky se odebírají v těsné blízkosti této vyznačené plochy, aby nedošlo k narušení studovaného společenstva vyšších rostlin v rámci vlastní plochy. Pokud se na místě nachází malé jezírko, ve kterém se vyskytují krásivky na povrchu dna, používá se ke sběru vhodný předmět (lžíce, trychtýř). „Bahno“ (jemný sediment) se nabere společně s vodou do připravené plastové lahvičky. Kromě sedimentu a volné vody se ke vzorku přidává i výtlač z rašeliníků (ponořených nebo rostoucích přímo na okraji vodní plochy), dále nárosty řas mezi mokřadními rostlinami, případně i volně plovoucí chomáčky řas. Tímto postupem je získán tzv. směsný vzorek. V případě, že na stanovišti žádné jezírko není, provádí se odběr krásivek pouze vyždímáním substrátu (rašeliníku) do plastové nádoby. Na jednotlivé lahvičky se napíše číslo odběrové plochy, datum sběru a typ stanoviště (bult, lawn, klečový porost, šlenk, jezírko).

Při odběru vzorků se provádělo i měření některých parametrů prostředí. Přímě v terénu byla měřena hloubka vody (jednoduše pomocí skládacího metru). Dále byly zjišťovány: pH vody, elektrická vodivost (vody) a další parametry, které byly stanovovány ve školní laboratoři PřF MU a ve specializovaných laboratořích VUV v Brně.

4.2 Zpracování vzorků

Živé vzorky se skladují do 24 hodin po odběru v chladném místě, kde je dostatek světla. Po uplynutí jednoho dne už není pozorování živých vzorků objektivní. Část vzorků

se proto co nejdříve fixuje, roztokem formaldehydu na 2% koncentraci. Takto fixovaný materiál slouží k dalšímu pozorování jednotlivých druhů ve vzorcích, protože jej lze dlouhodobě uchovávat.

K fixaci vzorků se někdy používá i Lugolův roztok nebo Pfeifferova fixáž (formalín + metanol + kyselina octová).

4.3 Determinace krásivek

Z každého vzorku byl vždy pro okamžitou potřebu vytvořen dočasný preparát, který byl pozorován pod mikroskopem (badatelský mikroskop BMS 76, firma Intraco Micro). Z jednotlivých vzorků bylo postupně vytvořeno několik takových preparátů (3 až 5, podle typu zkoumaného stanoviště). Při zhotovení preparátu byla vždy používána jedna pipeta k odebrání určitého typu vzorku (aby nedošlo k přenosu mikroorganismů mezi různými vzorky).

Pro zaznamenání a ke zhotovení fotografií některých druhů jsem použila mikroskop Olympus BX 51 s digitálním fotoaparátem typu Olympus Camedia C- 4040. U některých obrázků neuvádím citace, poněvadž jsou použity moje vlastní fotografie.

K determinaci jednotlivých druhů krásivek jsem používala určovací klíče od následujících autorů: Růžička, J.: Die Desmidiaceen Mitteleuropas (1977, 1981), Lenzenweger, R.: Desmidiaceenflora von Österreich (1996, 1997, 1999, 2003), Coesel, P. F.M.: De Desmidiaceen Van Nederland (1983, 1985, 1991, 1994, 1997).

4.4 Vyhodnocení získaných dat

Floristické výsledky a naměřené hodnoty fyzikálně-chemických parametrů byly statisticky zpracovány do grafů a tabulek. Pro sestavování grafů bylo použito programu Microsoft EXCEL. Hodnoty pH a konduktivity vody byly převzaty od výše uvedených brněnských laboratoří. Dále byl vytvořen graf výskytu druhů na jednotlivých lokalitách a graf závislosti počtu druhů na pH a na konduktivitě.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Přehled druhů ve vzorcích

Všech 14 studovaných vzorků bylo odebráno ze dvou lokalit: Malá jizerská louka - jih a Malá jizerská louka - sever. V následujících dvou tabulkách (Tab. 1, Tab. 2) je uvedeno rozmístění jednotlivých odběrových ploch na obou lokalitách (rašeliništích) a jimi reprezentované typy stanoviště (mikrohabitaty).

Tab. 1. Odběrové plochy na lokalitě Malá jizerská louka - jih.

MALÁ JIZERSKÁ LOUKA - JIH (Vyhlídková louka)							
Plocha	14	15	16	17	18	19	20
Typ stanoviště	lawn + šlenk	lawn + šlenk	lawn	lawn	jezírko	sušší plocha v kleči	lawn

Tab. 2. Odběrové plochy na lokalitě Malá jizerská louka - sever.

MALÁ JIZERSKÁ LOUKA - SEVER (Klugeho louka)							
Plocha	21	22	23	24	25	26	27
Typ stanoviště	lawn	lawn + šlenk	lawn	lawn	šlenk	šlenk	sušší plocha v kleči

Všechny vzorky byly pozorovány pod mikroskopem a v Tabulce 3 jsou vypsány jednotlivé druhy, které byly nalezeny na každé z příslušných ploch. Celkově bylo na obou lokalitách zaznamenáno 24 druhů krásivek, které jsou zařazeny v 15-ti rodech. Druh *Cylindrocystis brebissonii* se vyskytoval na všech plochách, dalším hojně přítomným druhem byl *Actinotaenium cucurbita* a *Netrium digitus*.

Tab. 3. Přehled nalezených druhů krásivek a jejich výskyt na studovaných plochách.

Druh	Plocha													
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>Actinotaenium cucurbita</i>	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+
<i>Actinotaenium pinicolum</i>						+								
<i>Bambusina brebissonii</i>	+		+		+						+	+	+	+
<i>Closterium acutum</i>					+									
<i>Closterium directum</i>	+				+									
<i>Cylindrocystis brebissoni</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euastrum insigne</i>					+									
<i>Hyalotheca dissiliens</i>											+	+		
<i>Mesotaenium endlicherianum</i>														+
<i>Mesotaenium macrococcum</i>		+	+				+							+
<i>Micrasterias jenneri</i>												+		
<i>Netrium digitus</i>	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+
<i>Netrium oblongum</i>	+	+	+	+	+						+	+		
<i>Penium polymorphum</i>	+	+	+											
<i>Penium silvae-nigrae</i>		+	+	+		+				+				
<i>Penium sp.</i>					+					+	+			
<i>Spondylosium planum</i>			+		+								+	
<i>Staurastrum sp.</i>										+				
<i>Staurastrum furcatum</i>					+									
<i>Staurastrum hirsutum</i>					+						+	+		+

Druh	Plocha													
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>Staurostrum simonyi</i>												+	+	
<i>Teilingia granulata</i>			+								+	+		
<i>Tetmemorus granulatus</i>	+				+							+	+	
<i>Tetmemorus laevis</i>	+	+	+	+	+		+		+					
<i>Xanthidium armatum</i>					+									

5.2 Charakteristika jednotlivých druhů

Autorská jména jednotlivých druhů byla převzata z publikací Lenzenweger (1996, 1997, 2003), Hindák (1978) a Růžička (1977, 1981).

Actinotaenium cucurbita (BRÉB.) TEILING (Příloha 5)

Buňky válcovité až elipsoidní, sinus jen nepatrně zařezaný. Poloviny buněk lichoběžníkové, po stranách mírně konvexní, na rozích zaoblené. Apex široký, mírně zúžený. Buněčná stěna bezbarvá, zřetelně pórovitá. Póry zpravidla dobře poznatelné až velké, většinou v 1-2 pravidelných horizontálních řadách. Chloroplasty steloidní, s asi 3-6 současně viditelnými, nepravidelnými podélnými lištami. Pyrenoidy po jednom v centru chloroplastů. Rozměry: 30- 50 x 15- 25 µm (Růžička, 1981).

Actinotaenium pinicolum ROSA

Buňky delší než širší, malé, téměř válcovité, velmi mělce zaškrbené. Sinus sotva poznatelný. Strany na bázi lehce vypuklé. Póry nikoli nebo sotva (většinou jen po speciálním obarvení) poznatelné. Většinou po jednom chloroplastu v buňce, méně často (zvláště před dělním) po dvou. Po jednom pyrenoidu v centru chloroplastů, většinou tedy jen po jednom v buňce (Růžička, 1981).

Bambusina brebissonii KÜTZING (Příloha 6)

Buňky soudečkovité, uprostřed mírně zúžené, při pohledu shora okrouhlé, někdy se dvěma malými, naproti sobě položenými bradavkami. Buněčná stěna pokrytá podélnými, jemnými, někdy jen slabě viditelnými rýhami. V každé půlbuňce je jeden axiální chloroplast se 6-ti podélnými lištami a s jedním centrálním pyrenoidem. Buňky jsou spojené do dlouhých křehkých vláken, bez slizové vrstvy (Hindák, 1978).

Closterium acutum BRÉB.

Buňky 12-50krát delší než širší, velmi štíhlé, již od středu dolů pozvolna a rovnoměrně zúžené, rovné až slabě zakřivené, někdy nepravidelně zohýbané. Apex velmi úzký. Buněčná stěna bez opasků, bezbarvá a hladká. Chloroplasty zpravidla pásovité, zřídka steloidní (často je ale jejich stavba nepoznatelná). Pyrenoidy po několika v ose chloroplastu. V koncových vakuolách po 0-2 krystalcích šťavelanu vápenatého (Růžička, 1977).

Closterium directum ARCHER (Příloha 8)

Buňky asi (8)-15 - 25 - (32)krát delší než širší, úzké a dlouhé, slabě zakřivené až rovné. Apex široký. Buněčná stěna s pravými opasky, intenzivně hnědá, zřídka až bezbarvá, pruhovaná až zdánlivě hladká. Konce buněk, někdy také celé povrchy buněk, vytečkované. Chloroplasty steloidní, většinou s patrným podélným rýhováním. Pyrenoidy po několika až ve větším počtu v ose chloroplastu. Koncové vakuoly většinou obsahují po jednom velkém složeném krystalu šťavelanu (Růžička, 1977).

Cylindrocystis brebissoni MENEH. (Příloha 7)

Buňky válcovité, se široce zaoblenými konci. Chloroplasty steloidní, s hluboce vykrajovanými lištami. V každé půlbuňce je ve středu hvězdovitého chloroplastu jeden pyrenoid. Rozměry: 20- 80 x 10- 30 μm . Vyskytuje se v rašelinných jezírkách a na mokřích loukách (Hindák, 1978).

Euastrum insigne HASS. ex RALFS (Příloha 9)

Buňky většinou delší než širší, se široce otevřeným sinem a široce zaoblenými bočními laloky. Buňky k oběma koncům výrazně zúžené, apexy naopak hlavovitě rozšířené, se zaoblenými rohy a úzkým apikálním zářezem. Buněčná stěna s velkými póry.

Každá polovina buňky má na bázi z každé strany hrubý, zaoblený výběžek. Chloroplast s početnými drobnými pyrenoidy (Hindák, 1978).

Hyalotheca dissiliens (J. E. SMITH) BRÉB.

Buňky válcovité, asi 1,5krát delší než širší, s nepatrným zářezem uprostřed, při pohledu shora okrouhlé. Buněčná stěna jemně tečkovaná, ve střední třetině hladká. Buňky spojené do křehkých, rozpadavých vláken, obalených slizovým obalem (Hindák, 1978).

Mesotaenium endlicherianum NÄG.

Buňky válcovité, rovné, zřídka mírně ohnuté, na koncích zaoblené. Chloroplast složený ze dvou destiček, ležících uprostřed buňky nebo mírně excentricky a mírně přehnutě. Cytoplazma někdy zbarvená slabě červeně nebo fialově. Chloroplasty nástěnné, s jedním pyrenoidem. Rozměry: 25- 120 x 7- 20 μm . Vyskytuje se v litorálu rybníků a rašelinných jezírkách (Hindák, 1978).

Mesotaenium macrococcum (KÜTZ.) ROY et BISSET

Buňky válcovité, na koncích široce zaoblené. Centrální chloroplast deskovitý, na okrajích lalokovitý. Buňky bývají obalené slizem. Cytoplazma je někdy do červena až do fialova zbarvená. Rozměry: 10- 44 x 5- 20 μm . Vyskytuje se v rašelinných jezírkách, na smáčených skalách a na vlhkých meších (Hindák, 1978).

Micrasterias jenneri RALFS. (Příloha 10)

Buňky delší než širší, podélně eliptické. Poloviny buněk 5-ti laločnaté. Postranní laloky 1. řádu jsou asi stejně velké, zářezy mezi nimi jsou mírně hluboké, lineárně uzavřené, apikální laloky velmi krátké a široké. Sinus hluboký, lineárně uzavřený. Buněčná stěna se zřetelnými póry, mezi nimi tečkovaná. Rozměry: 150- 180 x 100- 130 μm (Lenzenweger, 1996).

Netrium digitus (EHRENB.) ITZIGS. et ROTHE (Příloha 11)

Buňky velké, větvenovité, na bocích konvexní a na konci tupě zaoblené. Buněčná stěna bezbarvá, hladká. Chloroplast se skládá ze 7-8 podélných destiček s laločnatými okraji. Ve středu chloroplastu je uložen pyrenoid. Rozměry: 90- 450 x 30- 100 μm .

Výskyt: na rašeliništích, na mokřích a kyselých loukách s pH 4 – 6,5 (Hindák, 1978; Lenzenweger, 2003).

Netrium oblongum (DE- BARY) LÜTKEM.

Buňky válcovité, na koncích mírně zaoblené a zúžené. Chloroplasty v průřezu hvězdčicovité, s 1- 3 pyrenoidy v každé polovině buňky. Rozměry: 100- 150 x 30- 35 µm. Acidofilní druh, vyskytuje se v rašeliništních jezírkách, není tak hojný jako *Netrium digitus* (Lenzenweger, 2003).

Penium polymorphum (PERTY) PERTY

Buňky asi 2-3-(3,5)krát delší než širší, válcovité. Středové zúžení většinou nepoznatelné, zřídka velmi mělce vytvořené. Apex široký a nízce zaoblený. U většiny buněk po 1-4 krátkých opascích. Buněčná stěna bezbarvá až nahnědlá, tenká, s jemnými, nepřetržitými, hustými, v blízkosti konců buněk často poněkud šikmými a nepravidelnými pruhy. Chloroplasty po jednom v každé půlbuňce, steloidní, s pravidelným podélným rýhováním. Pyrenoidy přibližně kulovité, po jednom ve středu chloroplastu. Acidofilní druh, ve vrchovištích s nízkou hodnotou pH (asi 3,5-5). Jeho rozšíření je kosmopolitní (Růžička, 1977).

Penium silvae-nigrae RABAN.

Buňky válcovité, střední zúžení mělké, ale většinou dobře poznatelné. Apex široce zaoblený. Buněčná stěna s jemným, často jen nezřetelně rozeznatelným podélným pruhováním, bez opasků, tlustá, bezbarvá. Chloroplasty po jednom v půlbuňce, steloidní, pyrenoidy kulovité, po 1- (2) v ose chloroplastu. Rozměry: 40- 60 x 22- 28 µm. Acidofilní druh, který se vyskytuje nejčastěji v bažinných vrchovištích, kde se hromadí voda, pH asi 3,5 – 5 (Růžička, 1977).

Spondylosium planum (WOLLE) W. a G. S. WEST

Buňky o něco širší než delší, uprostřed výrazně zaškrbené. Střední zářez hluboký, uvnitř úzce zaoblený, směrem vně široce otevřený. Při pohledu shora jsou buňky zaobleně pravoúhlé. Vlákňité kolonie nejsou šroubovitě vinuté a zpravidla postrádají rosolovité pouzdro (Lenzenweger, 1997).

Staurostrum furcatum (EHRENB.) BRÉB. (Příloha 12)

Buňky s výběžky, sinus ostrý a otevřený. Poloviny buněk téměř elipsovitě až oválně šestiboké, na apikálním konci mírně zploštělé. Na horních rozích po dvou, na dolních po jednom výběžku se dvěma hroty. Buňky při pohledu shora trojboké. Vyskytuje se v rašelinných bažinách a vodních příkopech (Hindák, 1978).

Staurostrum hirsutum (EHR.) RALFS

Buňky jen málo delší než širší, poloviny buněk s rovnými bazálními stranami. Střední zářez hluboký, uvnitř úzce zaoblený, směrem ven v ostrém úhlu otevřený. Buněčná stěna se soustřednými řadami malých ostnů (Lenzenweger, 1997).

Teilingia granulata (ROY et BISS.) BOURRELLY

Buňky jen málo delší než širší, půlbuňky podlouhle eliptické. Střední zářez uvnitř úzce zaoblený, ven rozšířený. Buněčná stěna s malými granulemi v rozdílném počtu (většinou 4) a uspořádání, ostatní buněčná stěna hladká. Buněčná vlákna většinou nestočená, občas je vytvořeno rosolovité pouzdro (Lenzenweger, 1997).

Tetmemorus granulatus (BREB.) RALFS (Příloha 13)

Buňky většinou 4-6krát delší než širší, nápadně vřetenovité, ke koncům se zužují. Apex úzký, zaoblený, s úzkým a značně hlubokým středním zářezem. Buněčná stěna hladká, bezbarvá, póry nepravidelně rozdělené, až v dolní části půlbuňky uspořádány v pravidelných řadách. Chloroplasty s podélnými lištami, pyrenoidy po 3 až několika v ose chloroplastu. Vyskytuje se v kyselých, méně často také neutrálních stanovištích při pH 3,5—7,3 (Růžička, 1981).

Tetmemorus laevis (KÜTZ.) ex RALFS (Příloha 14)

Buňky většinou 3–4,5krát delší než širší, uprostřed jen nepatrně zaškrbené, zúžení ke koncům velmi mírné, konce široce zaoblené, s úzkým a hlubokým zářezem. Buněčná stěna hladká, bezbarvá. Póry nepravidelně rozdělené nebo v dolní části půlbuňky v pravidelných šikmých řadách uspořádány. Chloroplasty většinou se slabě zvlněnými, nepravidelnými podélnými lištami, na okrajích málo vykrojené. V každé půlbuňce pyrenoidy po jednom až po několika v ose chloroplastu. Vyskytuje se v kyselých, mírně kyselých, zřídka také v neutrálních vodách, při pH 3,8 – 7 (Růžička, 1981).

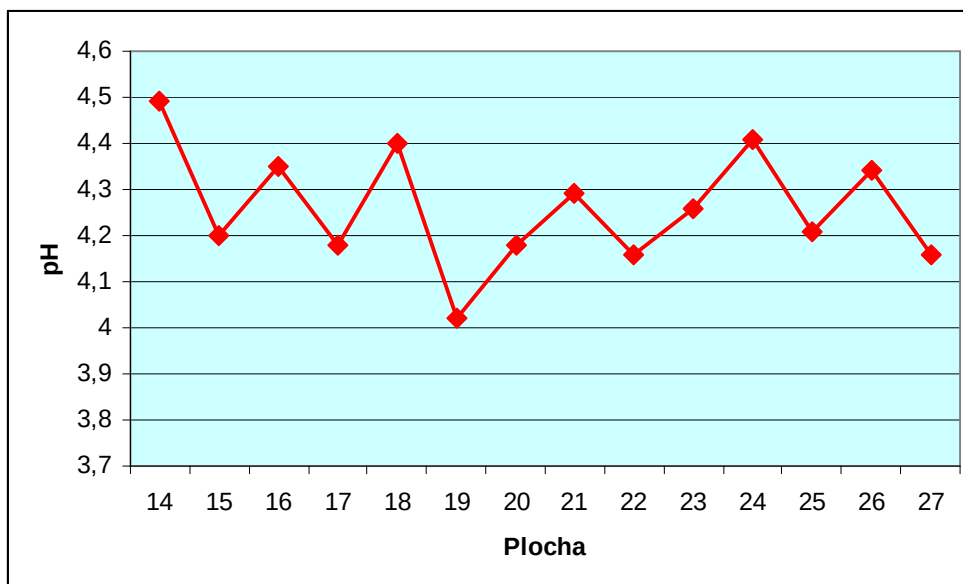
Xanthidium armatum (BRÉB.) RALFS (Příloha 15)

Buňky bez ostnů, téměř 1,5krát delší než širší, uprostřed hluboce zúžené, sinus otevřený. Poloviny buněk přibližně 8- hrané. V rozích a na bocích krátké hrubé výrůstky, které mají konce rozdělené zpravidla ve 3 hroty. Buněčná stěna je pórovitá, uprostřed půlbuněk je kruh bradavek. Chloroplasty jsou nástěnné s několika drobnými pyrenoidy v každé půlbuněce. Výskyt: v rašelinných bažinách a příkopech, v malých jezírkách (Hindák, 1978).

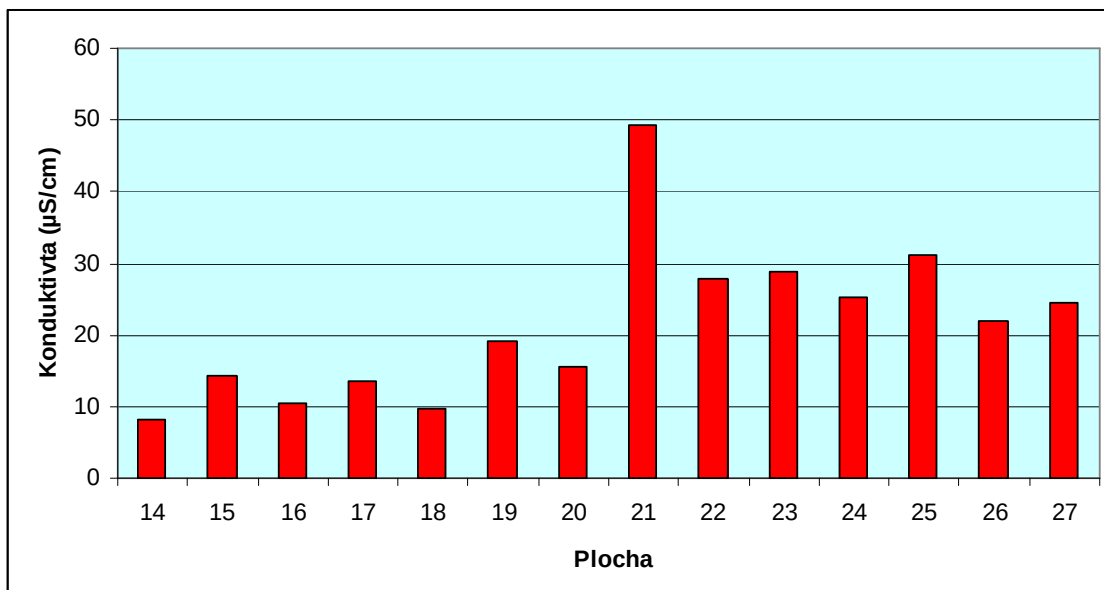
5.3 Počet druhů, konduktivita a pH na rašelinšti Malá jizerská louka

Graf 1 vyjadřuje hodnoty pH naměřené na jednotlivých studijních plochách. Největší vodíkový exponent byl naměřen na ploše číslo 14 - pH = 4,49 a nejmenší na ploše číslo 19 - pH = 4,02. Průměrná hodnota pH na všech 14-ti lokalitách byla 4,26. Obecně lze konstatovat, že hodnoty pH kolísají v úzkém rozmezí.

Konduktivitu vody na plochách můžeme vyčíst z Grafu 2, největší vodivost měla plocha č. 21 a nejmenší plocha č. 14.

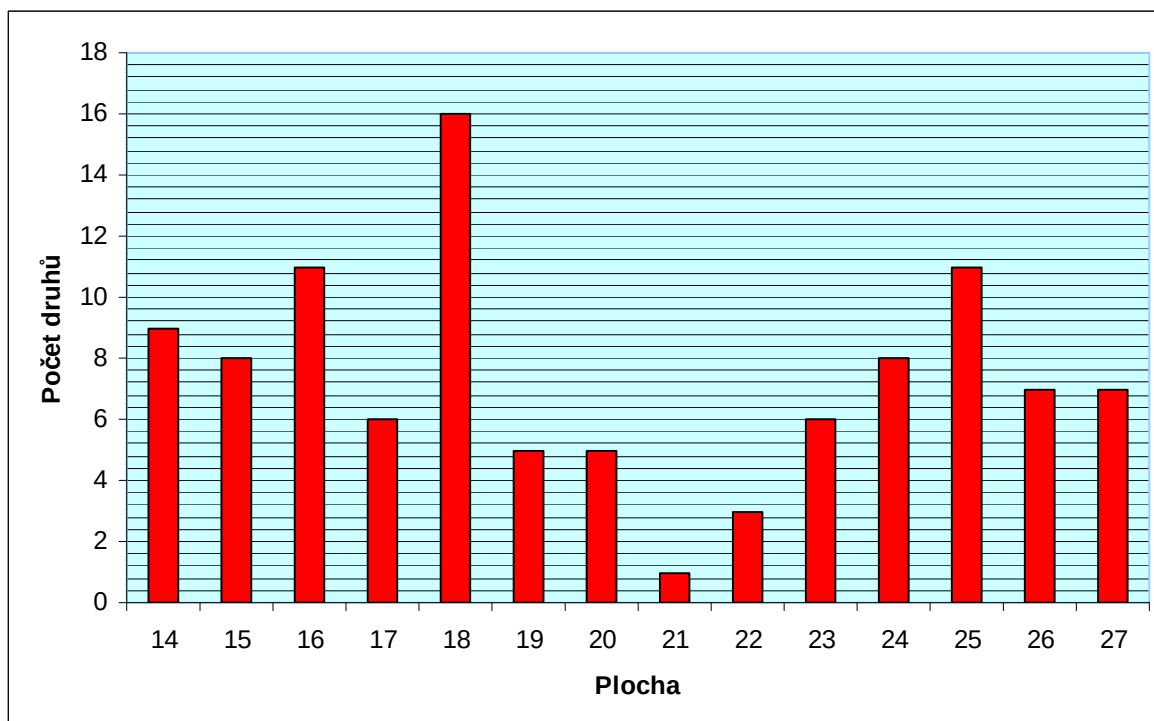


Graf 1. Hodnoty pH na trvalých plochách č. 14 - 27 v roce 2008.



Graf 2. Konduktivita (µS/cm) na trvalých plochách č. 14 - 27 v roce 2008.

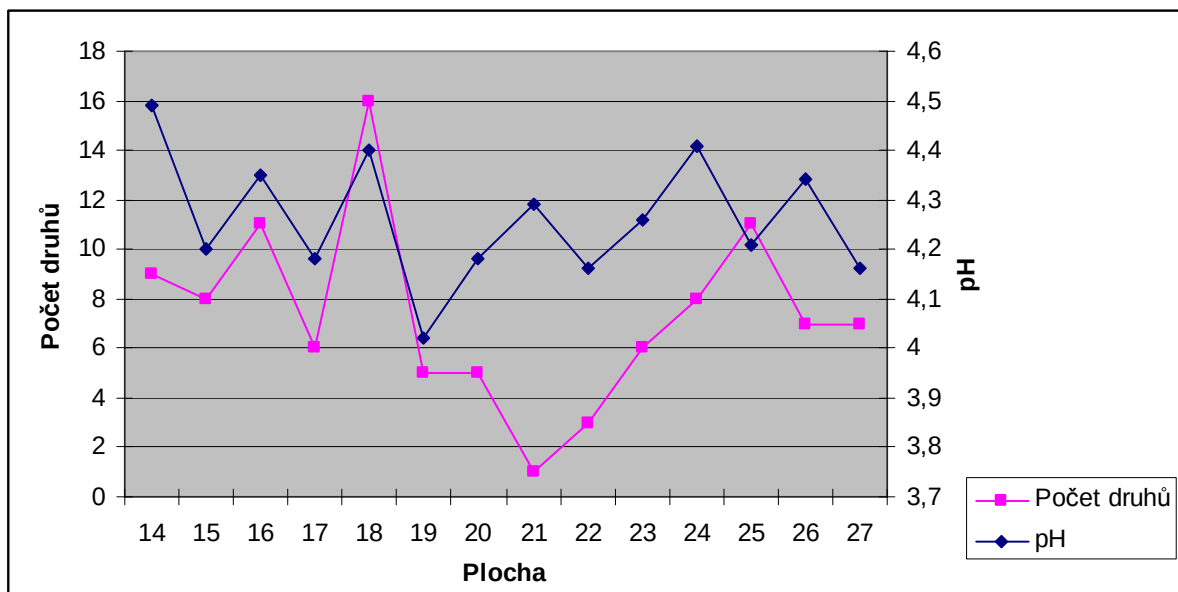
Nejvíce druhů krásivek bylo nalezeno na trvalé ploše č. 18 (16 druhů). Druhově početné byly i plochy č. 16, 18 a 25. Nejméně druhů bylo zaznamenáno na ploše č. 21, kde byl nalezen pouze jeden druh (Graf 3).



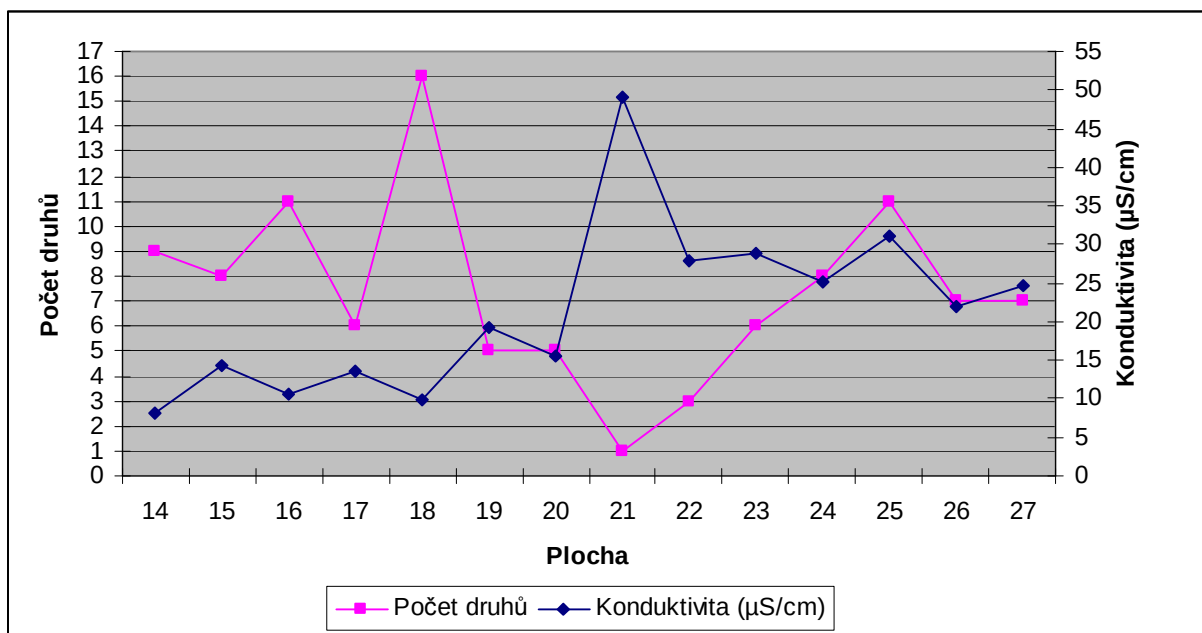
Graf 3. Druhová bohatost krásivek na plochách č. 14 - 27 v roce 2008.

Pro zviditelnění závislosti počtu druhů bylo použito spojnicového typu grafu se souvislou křivkou spojující naměřené hodnoty z různých lokalit (Graf 4). Z grafu je patrné, že existuje určitá vazba mezi kyselostí vody a počtem druhů na sledovaných plochách.

Z Grafu 5 lze usuzovat, že s rostoucí konduktivitou vody klesá počet druhů krásivek na jednotlivých plochách.

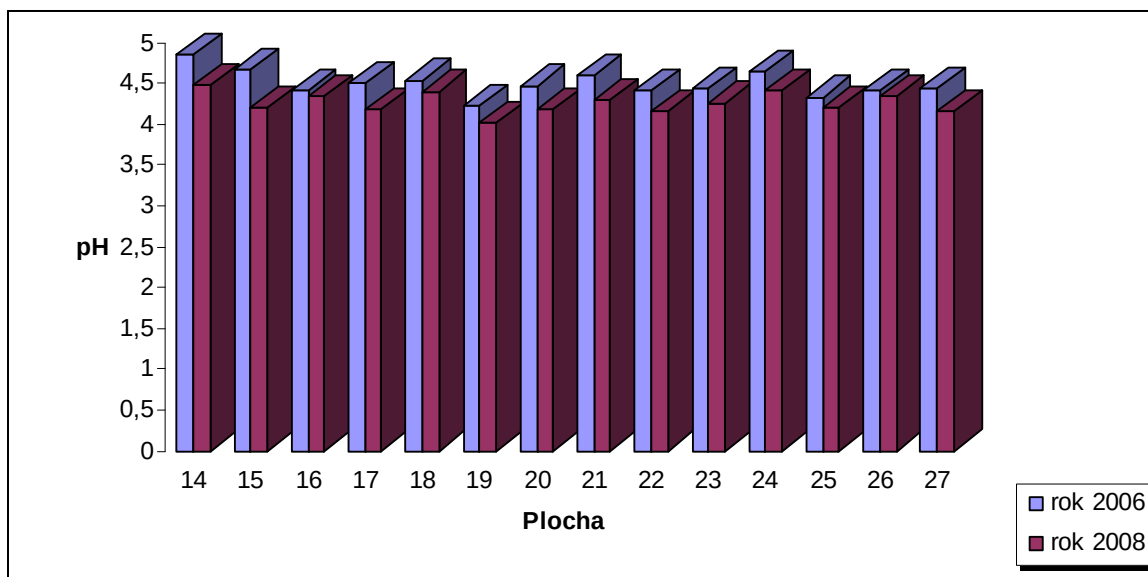


Graf 4. Závislost počtu druhů na pH v roce 2008.



Graf 5. Závislost počtu druhů na konduktivitě (μS/cm) v roce 2008.

V Grafu 6 je znázorněno pH v roce 2006 a 2008. Průměrná hodnota pH v roce 2006 byla 4,49 a v roce 2008 4,26. Z pohledu na uvedený graf se může zdát, že pH se během dvou let snížilo. Rozdíly v hodnotách pH jsou ale poměrně malé. Je známo, že v podobném (i větším) rozsahu mohou hodnoty pH běžně kolísat i v rámci jedné sezóny. Z uvedených hodnot tedy nelze jednoznačně vyvodit, zda pH klesá na studovaných lokalitách dlouhodobě nebo zda jsou zjištěné rozdíly důsledkem běžných sezónních výkyvů.



Graf 6. Srovnání hodnot pH v roce 2006 a 2008 na Malé jizerské louce.

Tab. 4. Hodnoty pH v letech 2006 a 2008 na Malé jizerské louce.

Plocha	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
pH-2006	4,85	4,66	4,42	4,51	4,54	4,22	4,47	4,59	4,42	4,44	4,65	4,33	4,41	4,43
pH-2008	4,49	4,2	4,35	4,18	4,4	4,02	4,18	4,29	4,16	4,26	4,41	4,21	4,34	4,16

V Jizerských horách se odebírají vzorky ze 29 vytyčených trvalých ploch, nacházejících se na pěti hlavních rašeliništních lokalitách: na Malé jizerské louce - jih, Malé jizerské louce - sever, Tetřeví louce, Klečové louce a Na Čihadle. Na všech plochách bylo zjištěno v roce 2008 v rámci dvou souběžných magisterských studií (Pavla Hertlové a Venduly Dvořákové) celkem 30 druhů krásivek náležících do 16-ti rodů.

Na rašeliništi Malá jizerská louka - jih se vyskytuje 20 druhů krásivek a na Malé jizerské louce - sever 18 druhů. Naproti tomu v Jeseníkách bylo nalezeno 21 druhů krásivek patřících do 10-ti rodů. Zde se nachází 30 trvalých odběrových ploch, ale v roce 2008 bylo prozkoumáno pouze 13 ploch ze čtyř rašeliništních lokalit: z lokalit Slatě, Sedlo u Barborky, Sedlo pod Májem a Rejvív.

Srovnáme-li obě lokality Malé jizerské louky (kde bylo nalezeno 24 druhů krásivek) se dvěma lokalitami z Jeseníků (Sedlo u Barborky a Rejvív, kde bylo nalezeno 23 druhů) zjistíme, že Jizerské hory jsou o něco bohatší na výskyt krásivek než Jeseníky. Při hodnocení druhové bohatosti je nutné zohlednit rozlohu rašelinišť. Jesenická rašeliniště mají totiž mnohem menší rozlohu a jsou od sebe vzájemně izolovanější než je tomu v Jizerských horách. Rozsáhlé rašeliništní komplexy, které současně nabízejí organismům širší spektrum různých mikrohabitatů, mají mnohem lepší předpoklady pro udržení větší druhové bohatosti.

Jizerským horám jsou (co se týče rašelinišť zkoumaných v roce 1998- 1999) nejbližší Krkonoše. Během výzkumu v Krkonoších bylo sledováno celkem 21 ploch (14 ploch z Pančavského rašeliniště a 7 ploch z Úpského rašeliniště). Tato rašeliniště se liší od jizerskohorských rašelinišť svou strukturou. Připomínají spíše alpská a skandinávská rašeliniště. Na těchto plochách se nacházelo celkem 46 druhů krásivek. V porovnání s Malou jizerskou loukou - jih a Malou jizerskou loukou - sever je zde bohatší krásivková flóra, ale i vyšší počet zkoumaných ploch. Převažují především rody *Closterium*, *Staurastrum* a *Euastrum*, naopak zde chybí rody *Mesotaenium* a *Teilingia*, zaznamenané na rašeliništích Malé jizerské louky.

V letech 2002- 2004 probíhal v Krkonoších nový výzkum, týkající se 10-ti vodních ploch na rašeliništi Pláň pod Sněžkou, na kterých byla také měřena hodnota pH (Tab. 5), která kolísala v rozmezí 4,0 – 4,7. Při srovnání hodnot pH na 10-ti plochách z Pláně pod Sněžkou s hodnotami pH z rašeliniště Malá jizerská louka- jih (Tab. 6) je možné posoudit, že na Malé jizerské louce- jih je pH vyšší. Lze usuzovat, že se zde bude lépe dařit většímu počtu krásivek.

Tab. 5. Hodnota pH na plochách na Pláni pod Sněžkou v letech 2002- 2004.

Plocha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	4,2	4,1	4,0	4,0	4,1	4,1	4,4	4,6	4,7	4,1

Tab. 6. Hodnota pH na plochách Malá jizerská louka- jih v roce 2006.

Plocha	14	15	16	17	18	19	20
pH	4,85	4,66	4,42	4,51	4,54	4,22	4,47

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo především prostudovat vzorky řas odebrané z rašelinišť Malé jizerské louky v Jizerských horách z hlediska výskytu krásivek (Desmiales s.l.). Dalším cílem bylo seznámit čtenáře s poznatky o nalezených druzích krásivek. Tohoto cíle, jsem se snažila dosáhnout vytvořením názorných grafů a tabulek. Využila jsem také srovnání svých výsledků s floristickými údaji o výskytu krásivek z rašelinišť v jiných oblastech ČR.

Z mých výsledků lze usoudit, že existuje určitá vazba mezi počtem druhů krásivek a konduktivitou a pH vody na rašeliništích. Tento poznatek je možné využít pro sledování čistoty vody životního prostředí. S rostoucím pH se životní prostředí krásivek zlepšuje a s rostoucí konduktivitou se zhoršuje. Pro statistické zpracování odebraných vzorků z rašelinišť a posouzení znečištění vody lze doporučit, zaměřit se na sledování závislosti počtu druhů (výskytu konkrétního druhu) krásivek na konduktivitě a pH vody.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knížní zdroje:

1. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 1. Fam. Mesotaeniaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae. Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1982. 32 s.
2. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 2. Fam. Closteriaceae. Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1983. 49 s.
3. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 3. Fam. Desmidiaceae (1). Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1985. 70 s.
4. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 4. Fam. Desmidiaceae (2). Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1991.
5. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 5. Fam. Desmidiaceae (3). Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1994.
6. COESEL, P. F. M. *Die Desmidiaceën van Nederland*. Deel 6. Fam. Desmidiaceae (4). Amsterdam : Kkl. Nederlandse Natuurhist. Vereniging, 1997.
7. COESEL, P. F. M. *Sieralgen en Natuurwaarden*. Utrecht: Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, 1998. 56 s.
8. HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M. *Biologie v kostce I: obecná biologie, mikrobiologie, botanika, mykologie, ekologie, genetika*. 2. vydání. Havlíčkův Brod : Fragment, 1999. 112 s. ISBN 80-7200-340-2.
9. HINDÁK, F. *Sladkovodné riasy*. 1. vydání. Bratislava: SPN, 1978. 728 s.
10. JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro střední školy gymnazijního typu*. 1. vydání. Olomouc: FIN Publishing, 1996. 415 s. ISBN 80-86002-01-2.
11. JÓŽA, P., VONIČKA, P. et.al. *Jizerskohorská rašeliniště*. 1. vydání. Liberec : Jizersko-ještědský horský spolek, 2004. 159 s. ISBN 80-903252-3-8.
12. KALINA, T. *Systém a vývoj sinic a řas*. Dotisk. Praha : Karolinum, 1997. 165 s. ISBN 80-7066-854-7.
13. KALINA, T., VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2005. 606 s. ISBN 80-246-1036-1.
14. KINCL, L. et.al. *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií*. 2. vydání. Praha: Fortuna, 1996. 112 s.

15. KRIEGER, W. *Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der aussereuropäischen Arten*. 1. Teil. Berlin: Ber. Dt. Bot. Ges. 1933. 223 s.
16. LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Österreich*. Teil 1. Stuttgart: J. Cramer, 1996. 162 s. ISBN 3-443-60028-X.
17. LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Österreich*. Teil 2. Stuttgart: J. Cramer, 1997. 216 s.
18. LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Österreich*. Teil 3. Stuttgart: J. Cramer, 1999. 218 s. ISBN 3-443-60031-X.
19. LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Österreich*. Teil 4. Stuttgart: J. Cramer, 2003. 87 s. ISBN 3-443-60038-7.
20. MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M., KUNCOVÁ, J. *Liberecko*. 1. vydání. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky; Brno : EkoCentrum, 2002. 331 s. ISBN 80-86064-43-3.
21. RALFS, J. *The British Desmidiaceae*. 1. vydání. London: Benham and Reeve, 1848. 314 s.
22. RŮŽIČKA, J. *Die Desmidiaceen Mitteleuropas*. Band 1, 1. Lieferung. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1977. 291 s.
23. RŮŽIČKA, J. *Die Desmidiaceen Mitteleuropas*. Band 1, 2. Lieferung. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1981. 445 s.
24. SPITZER, K., BUFKOVÁ, I. *Šumavská rašeliniště*. 1. vydání. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 2008. 203 s. ISBN 978-80-254-2149-9.
25. URBAN, Z., KALINA, T. *Sinice, řasy, houby. Systém a vývoj*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1977. 253 s.
26. VANĚK, J., POTOČKA, J. *Krkonošská rašeliniště*. Vrchlabí : Správa Krkonošského národního parku, 2006. 32 s. ISBN 80-86418-47-2.

Časopisné zdroje:

27. COESEL, P. F. M. *Desmid flora data as a tool in conservation management of Dutch freshwater wetlands*. *Biologia*, 2003, roč. 58, č. 4, s. 717- 722.

28. KOUWETS, F. A. C. *Remarkable forms in the desmid flora of a small mountain bog in the French Jura*. Cryptogamie, 1988, roč. 9, č. 4, s. 289- 309.
29. KOUWETS, F. A. C., COESEL, P. F. M. *Taxonomic revision of the Conjugatophyceae family Peniaceae on the basis of cell wall ultrastructure*. Journal of Phycology, 1984, č. 20. s. 555- 562.
30. LEDERER, F., SOUKUPOVÁ, L. *Biodiversity and ecology of algae in mountain bogs (Bohemian Forest, Central Europe)*. Algological Studies, 2002, č. 106, s. 151- 183.
31. LEWIS, L. A., MCCOURT, R. M. *Green algae and the origin of land plants*. Journal of Botany, 2004, č. 91, s. 1535- 1556.
31. NOVÁKOVÁ, S. *Algal flora of subalpine peat bog pokos in the Krkonoše Mts..* Preslia, 2002, č. 74, s. 45- 56.
32. NOVÁKOVÁ, S. *Structure and dynamics of the algal flora in subalpine mires in the Krkonoše Mountains (Giant Mountains; Czech Republic)*. Nova Hedwigia, 2007, č. 84, s. 441-458.
33. RYBNÍČEK, K. *Present results of vegetation and habitat monitoring in mountain bogs of the Jizerské hory Mts, 1991- 1998*. Příroda, 2000, č. 17, s. 101- 108.

Internetové zdroje:

- [1] POKORNÝ, J., REJŠKOVÁ, A. *Rašeliniště v České republice* [online]. [cit. 2010-02-14]. Dostupné z: www.mokradky.cz/data/20070320p08b.pdf.
- [2] LEDERER, F., LUKAVSKÝ, J. *Řasy Šumavy* [online]. [cit. 2010-04-06]. Dostupné z: http://www.sinicearasy.cz/files/Lederer_Lukavsky_2003.pdf.
- [3] *Desmids in the food web* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/food_source/desmidsinthefoodweb.html.
- [4] DINGLEY, M. *Desmids in the food web* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/food_source/desmidsinthefoodweb.html.
- [5] *Desmids in the food web* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/food_source/desmidsinthefoodweb.html.
- [6] COESEL, P. *Desmids in the food web* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/food_source/desmidsinthefoodweb.html.
- [7] *Desmids and fungal parasites* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/fungal_parasites/fungal_parasites.html.

- [8] *Desmids and fungal parasites* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/fungal_parasites/fungal_parasites.html.
- [9] *Desmids and fungal parasites* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/fungal_parasites/fungal_parasites.html.
- [10] EGMOND, van W. *Desmids and fungal parasites* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmids.nl/info/fungal_parasites/fungal_parasites.html.
- [11] LENZENWEGER, R. *Zieralgen- Desmidiaceen* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmidiaceen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=21.
- [12] LENZENWEGER, R. *Zieralgen- Desmidiaceen* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmidiaceen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=21.
- [13] LENZENWEGER, R. *Zieralgen- Desmidiaceen* [online]. [cit. 2010-03-28]. Dostupné z: http://www.desmidiaceen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=21.
- [14] POKORNÝ, J., REJŠKOVÁ, A. *Rašeliniště v České republice* [online]. [cit. 2010-02-14]. Dostupné z: www.mokradky.cz/data/20070320p08b.pdf.
- [15] PATZELT, Z. *Národní přírodní rezervace Rašeliniště Jizerky* [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/fg_one.php?gid=96&site=NPR_raseliniste_jizerky_cz&site=NPR_raseliniste_jizerky_cz&id=8296&p=index#.
- [16] BOLDIŠ, Petr. Bibliografické citace dokumentu podle CSN ISO 690 a CSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentu. Verze 3.0 (2004). c 1999–2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. URL:<<http://www.boldis.cz/citace/citace2.ps>>.
<<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>>.

PŘÍLOHY



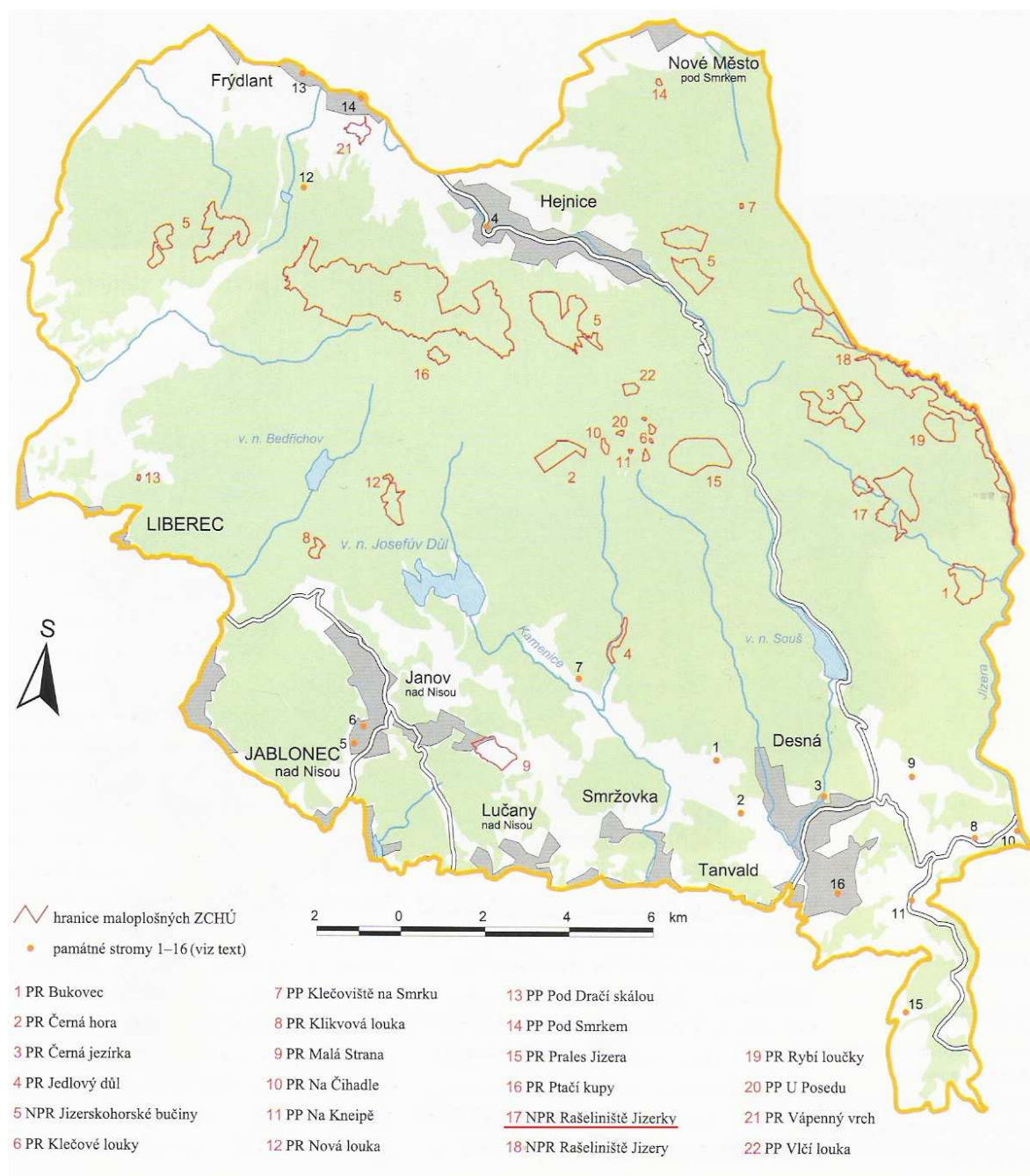
Příloha 1 Svahová rašeliniště (Vaněk a Potočka, 2006).



Příloha 2 Letecký pohled na vrchoviště Rokytské slatě (Spitzer a Buřková, 2008).



Příloha 3 Mlynářská slat' (Spitzer a Buřková, 2008).



Příloha 4 CHKO Jizerské hory (Mackovčín, Sedláček a Kuncová, 2002).



Příloha 5 *Actinotaenium cucurbita*.



Příloha 6 *Bambusina brebissonii*.



Příloha 7 *Cylindrocystis brebissonii*.



Příloha 8 *Closterium directum*.



Příloha 9 *Euastrum insigne*.



Příloha 10 *Micrasterias jenneri* (Edmond, van Wim, 2006).



Zvětšení 600x

Příloha 11 *Netrium digitus*.



Zvětšení 600x

Příloha 12 *Staurastrum furcatum*.



Příloha 13 *Tetmemorus granulatus*.



Příloha 14 *Tetmemorus laevis*.



Příloha 15 *Xanthidium armatum*.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení:	Pavla Hertlová
Katedra:	Katedra biologie PdF UP Olomouc
Vedoucí práce:	Mgr. Jana Štěpánková
Rok obhajoby:	2010

Název práce:	Krásivková flóra na rašeliništi Malá jizerská louka
Název v angličtině:	Desmid flora of the Malá jizerská louka peat bog
Anotace práce:	Diplomová práce je zaměřena na průzkum flóry krásivek (řasy z řádu Desmiales) na významné rašeliništní lokalitě Malá jizerská louka. Práce se zabývá charakteristikou krásivek z hlediska jejich morfologie, biologie, ekologie, taxonomie a bioindikačního významu. Výzkumná část spočívá v prostudování složení společenstev krásivek v sadě vzorků odebraných z uvedené lokality. Získané výsledky jsou zpracovány do podoby přehledného soupisu nalezených taxonů a jejich poměrného zastoupení ve studovaných vzorcích.
Klíčová slova:	Krásivky, morfologie, rašeliniště, ekologie, stavba buněk, chloroplasty, systematika, výskyt, bioindikátor.
Anotace v angličtině:	This diploma work is concentrated on research of Desmiales on the prominent peatery localization Malá jizerská louka. Work deals with characteristic of Desmiales from the point of their morphology, biology, environmental science, taxonomy, bioindicator importance. Research field is based on studying union's Desmiales composition in the set of samples, which were taken from mentioned localization. Obtained results are elaborated into transparent schedule form of found taxons and their proportional representation in studied samples.
Klíčová slova v angličtině:	Desmids, morphology, peat- bog, oecology, construction of cells, classification, habitation, bioindicator.

Přílohy vázané v práci:	Příloha 1 Svahová rašeliniště. Příloha 2 Letecký pohled na vrchoviště Rokytské slatě Příloha 3 Mlynářská slat'. Příloha 4 CHKO Jizerské hory. Příloha 5 <i>Actinotaenium cucurbita</i> . Příloha 6 <i>Bambusina brebissonii</i> . Příloha 7 <i>Cylindrocystis brebissonii</i> . Příloha 8 <i>Closterium directum</i> . Příloha 9 <i>Euastrum insigne</i> . Příloha 10 <i>Micrasterias jenneri</i> . Příloha 11 <i>Netrium digitus</i> . Příloha 12 <i>Staurastrum furcatum</i> . Příloha 13 <i>Tetmemorus granulatus</i> . Příloha 14 <i>Tetmemorus laevis</i> . Příloha 15 <i>Xanthidium armatum</i> .
Rozsah práce:	76 stran
Jazyk práce:	čeština