

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**ROZSIVKY RAŠELINIŠŤ JESENÍKŮ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Romana Baťková**

Chemie – Biologie (uč.)

Olomouc 2012

Vedoucí diplomové práce Prof. RNDr. Aloisie Pouličková, CSc..

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Rozsivky rašelinišť Jeseníků“ vypracovala samostatně a použila jsem přitom jen uvedené prameny a literaturu.

V Olomouci dne 20. 6. 2012

.....

podpis

Mé velké poděkování patří především Prof. RNDr. Aloisii Pouličkové, CSc. za pečlivé vedení, trpělivou pomoc v laboratoři, ochotu a cenné rady při zpracovávání této práce. Můj dík patří také RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. za pomoc při zpracování statistické části diplomové práce.

## **BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE:**

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Romana Baťková

**Název práce:** Rozsivky rašelinišť Jeseníků

**Typ práce:** Diplomová

**Pracoviště:** Katedra botaniky

**Vedoucí bakalářské práce:** Prof. RNDr. Aloisie Pouličková, CSc.

**Rok obhajoby:** 2012

**Abstrakt:** Diplomová práce je součástí projektu GA206/08/0389, jehož cílem je dlouhodobý monitoring vlivu antropogenního působení a depozitní zátěže ve dvou sudetských pohořích (Jizerské hory, Jeseníky). Výzkum je zaměřen na diverzitu a procentuální zastoupení subrecentních rozsivek a jejich srovnání se současným stavem. Pro hodnocení subrecentní diverzity rozsivek byla využita metoda mineralizace mechorostů rodu *Sphagnum* a *Drepanocladus*. Výzkum rozsivkového společenstva se prováděl na jedenácti rašeliništích Jeseníků- Barborka, Slatě, Keprník, Máj, pod Šerákem, Praděd, Revíz, Skřítek, Trojmezí, Vozka a Velká Kotlina. Celkem bylo nalezeno 108 druhů rozsivek. Největší druhová bohatost byla zaznamenána na Velké Kotlině, kde bylo determinováno průměrně 21 druhů, nejméně pestrá byla lokalita Trojmezí s průměrem 7 druhů.

Porovnáním historických a recentních vzorků bylo zjištěno, že diverzita rozsivek v Jeseníkách poklesla a zvyšuje se dominance druhů tolerujících vysychání (*E. paludosa*).

**Klíčová slova:** Jeseníky, rozsivky, rašeliniště, metoda mineralizace mechorostu

**Počet stran:** 65

**Počet příloh:** 4

**Jazyk:** Čeština

## **BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION:**

**Autor's first name and surname:** Bc. Romana Bařková

**Title:** Diatoms of the peat bogs in Jeseníky Mts

**Type of thesis:** Diploma

**Department:** Department of Botany

**Supervisor:** Prof. RNDr. Aloisie Pouličková, CSc

**The year of presentation:** 2012

**Abstract:** The theses represent a part of project (GA206/08/0389) aimed at long-term monitoring of the effect of anthropogenic impact and deposit load in two parts of The Sudeten Mountains (Jizerské hory, Jeseníky). Research focuses on diversity and representation of subrecent diatoms and their comparison with the current state. For the evaluation of subrecent diatom diversity the method of mineralization of mosses of the genus *Sphagnum* and *Drepanocladus* was used. The diatom flora study was carried out in eleven peat bogs of Jeseníky Mts.- Barborka, Slatě, Keprník, Máj, pod Šerákem, Praděd, Revíz, Skřítek, Trojmezí, Vozka and Velká Kotlina. A total of 108 diatom taxa were found. The highest species richness was observed at locality Velká Kotlina, where the average size of 21 species of diatoms was identified. The lowest species richness was observed at locality Trojmezí, where the average value of 7 species was found. By comparing historical and recent samples it was found that the diversity of diatoms decreased in Jeseníky Mts. and increases the dominance of desiccation-tolerant species.

**Keywords:** Jeseníky Mts., diatoms, peat-bog, method of mineralization of mosses

**Number of pages:** 65

**Number of appendices:** 4

**Language:** Czech

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
1.1	ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....	7
1.2	CÍLE PRÁCE .....	10
1.3	TŘÍDA ROZSIVKY BACILLARIOPHYCEAE .....	11
1.3.1	Základní charakteristika .....	11
1.3.2	Stavba schránky.....	11
1.3.3	Ekologie rozsivek .....	13
1.3.4	Význam rozsivek a jejich využití k biomonitoringu.....	16
<b>2</b>	<b>METODIKA VÝZKUMU.....</b>	<b>18</b>
2.1	ZPRACOVÁNÍ V LABORATOŘI.....	19
2.2	MINERALIZACE MECHOROSTŮ.....	19
2.3	PŘÍPRAVA TRVALÝCH PREPARÁTŮ .....	20
2.4	DETERMINACE A DOKUMENTACE ROZSIVEK .....	20
2.5	STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALIT .....	21
<b>3</b>	<b>CHARAKTERISTIKA CHKO JESENÍKY .....</b>	<b>24</b>
3.1	OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA, VZNIK POHOŘÍ .....	24
3.2	EKOTOP .....	25
3.2.1	Geologie a geomorfologie .....	25
3.2.2	Půdní poměry.....	25
3.3	KLIMATICKÉ POMĚRY .....	26
3.4	FYTOGEOGRAFICKÉ POMĚRY A FLORA .....	27
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>28</b>
4.1	KVALITATIVNÍ A SEMIKVANTITATIVNÍ ZASTOUPENÍ ROZSIVEK..	28
4.1.1	Srovnání subrecentní druhové bohatosti rozsivek s recentním stavem ....	30
4.1.2	Procentuální zastoupení z hlediska rodů .....	31
4.1.3	Procentuální zastoupení z hlediska druhů .....	34
4.2	CELKOVÉ VYHODNOCENÍ.....	42
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>47</b>
6.1	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	53
<b>7</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>55</b>

# 1 ÚVOD

## 1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Rašeliniště představují jedny z nejlépe zachovaných mokřadních ekosystémů. Mezi jejich významnou funkci patří přirozená akumulace vod v krajině. Jako ostrovní ekosystémy se specifickým vývojem a strukturou představují rovněž důležitou složku biodiverzity a oblastem jejich výskytu patří náležitá pozornost. Jakožto útvar s jedinečným genofondem flory a fauny, jež se postupně vytvářel od počátku holocénu do konce posledního glaciálu v příznivých klimatických podmínkách, slouží také jako významný zdroj sedimentů vhodných pro pylovou analýzu, která poskytuje možnost rekonstrukce vývoje vegetace a následné využití těchto výsledků v široké škále dalších studií např. geologických, limnologických, botanických, ekologických, historických, atd. (Břízová, 2004). V dobách ledových se rašeliniště stala refugiem horských rostlin (tzv. dealpinů), po ústupu ledovce a následném oteplení se stala vhodnými biotopy pro glaciální relikty (Pivníčková, 1997). V současnosti patří živinami chudé ombrotrofní rašeliniště k nejvíce citlivým a ohroženým ekosystémům Evropy.

Rašeliniště se ale vyskytují téměř na celém světě. Odhad rozlohy všech rašelinišť je udáván mezi 1 až 4 miliony km<sup>2</sup>, jejich zastoupení v jednotlivých světadílech je ale nerovnoměrné. Nejvíce jich najdeme v Kanadě, Aljašce, v severní Evropě a na Sibiři. Ve střední Evropě je to asi jen 5% plochy, v České republice se udává asi 27 000 ha rašelinišť (Jóža et al., 2004). K biologicky nejcenějším ekosystémům Jeseníků patří vrchoviště, horská rašeliniště s charakteristicky vyvinutými reliktními společenstvy rostlin.

Hlavními rostlinami rašelinišť jsou mechy (*Sphagnum*), keříčkovité lišejníky a keříčky brusnicovitých druhů jako je klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), vlochyň bahenní (*Vaccinium uliginosum*), častými zástupci jsou i rody suchopýrů (*Eriophorum*), různé druhy ostřic (*Carex*) a jiných trav. Rašeliniště bývají i častým stanovištěm masožravých rostlin, např. rosnatky okrouhlolisté (*Drosera rotundifolia*) a tučnice obecné (*Pinguicula vulgaris*).

Významná je ale i diverzita autotrofních mikroorganismů rašeliništních mokřadů. Mezi mikroorganismy, osídlující rašeliniště, nabývají významu hlavně řasy, jmenovitě krásivky a rozsivky (*Zygnematophyceae*, *Bacillariophyceae*). Osídlují povrch

rašeliníku a jsou dobrými indikátory environmentálních parametrů, zejména pH, konduktivity a obsahu živin.

Křemičité schránky rozsivek přetrvávají ve vrstvách rašeliny podobně jako pylová zrna či makrozbytky a mohou sloužit k paleolimnologické rekonstrukci eutrofizace, acidifikace, nebo globálního oteplování.

V roce 1991 byly zahájeny studie, jejichž úkolem je sledování stanovištních poměrů a vegetace na vrcholových rašeliníštích Hrubého Jeseníku. Soustavně však probíhají až od roku 1994. Cílem těchto studií je zjistit stupeň možného negativního dopadu imisních a dalších antropických vlivů, působících na všechny ekosystémy sudetských hor v posledních desetiletích (Rybníček, 1997).

Tato práce zkoumající diverzitu a ekologii zdejších rozsivek je součástí komplexního ekologického výzkumu, který probíhá v rámci projektu „*Historické a současné změny na horských rašeliníštích Sudet*“ (GAČR 206/08/0389). Hlavním podnětem k jeho realizaci bylo těžké poškození horských ekosystémů západní části Sudet v důsledku enormní imisní zátěže působící v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století (Štěpánková, 2012). V devadesátých letech se situace částečně zlepšila díky odsíření hnědouhelných tepelných elektráren v Severních Čechách, stále však pokračuje poškozování vlivem vysokého obsahu těžkých kovů v ovzduší. Monitorování sudetských rašeliníšť bylo realizováno z důvodů vysoké pravděpodobnosti jejich poškození nejen vlivem znečištěného ovzduší, ale také v důsledku působení dalších negativních antropických vlivů, jako např. nepřiměřených melioračních zásahů a nevhodné lesní hospodářství.

Uvedené procesy se zvláště rychle a přesně odrážejí právě v dynamice společenstev řas, které tak nabývají nemalého bioindikačního významu (Coesel, 1998). Podrobná sledování vegetačních a stanovištních poměrů by totiž mohla signalizovat případné nežádoucí změny, a tak upozornit na potřebu kvalifikovaných ochranných zásahů v ohrožených lokalitách (Rybníček, 1997).

Tato práce podává přehled o druhové diverzně rozsivek z 11 lokalit Hrubého Jeseníku, charakterizuje zájmové oblasti a porovnává druhovou diverzitu rozsivek, vyskytujících se v historických vzorcích, které jsou reprezentovány herbářovými položkami mechorostů z vrchovišť Jeseníků a současnou diverzitu rozsivek na trvalých plochách.



Předpokládané vegetační a stanovištní změny nelze v rašeliništních ekosystémech zjistit jednorázovým pozorováním a měřením. Přirozená vegetace má určitý stupeň stability určený její schopností nebo neschopností reagovat na změny stanovištní a kompenzovat jejich krátkodobější výkyvy. Stanovištní charakteristiky mají u rašelinišť obvykle značný statistický rozptyl, takže jedině dlouhodobá a opakovaná pozorování poskytnou potřebné informace o sukcesních trendech a případných posunech ve stanovištních poměrech (Rybníček et al., 1994).

Použití metody mineralizace mechorostů z let 1894-1971 byly získány časové řady vzorků rozsivek a jejich srovnáním s recentními vzorky přispěje tato práce k vyhodnocení dlouholetých výzkumů, směřujících ke zjištění intenzity dopadu vzdušného znečištění na mokřadní ekosystémy, stavu a změn složení rozsivkové flóry rašelinišť, fyzikálních a chemických vlastností zkoumaných vrchovišť a především stability rašelinných ekosystémů.

Předkládaná práce je členěna na praktickou a teoretickou část. Teoretická část zahrnuje informace o zájmové oblasti Hrubého Jeseníku. Charakterizuje také pro tento průzkum stěžejní skupinu řas, *Bacillariophyceae* a poté přechází k významu rozsivek v přírodě a jejich využití k biomonitoringu. Praktická část je založena na prezentaci výsledků průzkumu rozsivkové flóry na vybraných stanovištích a jejich srovnání s recentním stavem. Konkrétní kroky jsou specifikovány v cílech práce.

## 1.2 CÍLE PRÁCE

Jak již bylo zmíněno, diplomová práce je součástí projektu GA206/08/0389-Současné a historické změny horských rašelinišť Sudet, na kterém se podílí Ústav botaniky a zoologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy Univerzity v Brně (M. Hájek), Katedra botaniky Přírodovědecké Fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (A. Pouličková) a Botanický ústav Akademie věd České republiky (R. Hédl). Náplní projektu je dlouhodobý monitoring vlivu antropogenního působení na vegetaci a živočichy ve dvou sudetských pohořích (Jizerské hory, Jeseníky), lišících se stupněm depoziční zátěže. Výběr lokalit a odběrových ploch byl vymezen řešiteli projektu, kteří zde pravidelně odebírají vzorky pro dlouhodobé sledování vybraných hydrochemických parametrů (živiny, pH, konduktivita, těžké kovy), vyšších rostlin, mechorostů, hub, měkkýšů a krytenek. Na rozdíl od chemismu a vegetačního snímkování, nikdo dosud nestudoval sinice a řasy. Pro zachycení dlouhodobých změn tudíž nejsou údaje pro srovnání se současností. Moje diplomová práce se zabývá výskytem rozsivek v historických vzorcích, které jsou reprezentovány herbářovými položkami mechorostů z rašelinišť Jeseníků. Vzorky jsme získali z Vlastivědného Muzea v Olomouci, Katedry Botaniky UK Praha a Katedry Botaniky MU Brno. Poslouží jako srovnávací materiál k současným sběrům rozsivek na trvalých plochách.

### **Cílem mé diplomové práce bylo:**

1. Literární rešerše - shromáždění dostupných informací o zájmové oblasti, charakteristika rozsivek, jejich významu a vymezení důvodů pro využití v biomonitoringu.
2. Kvalitativní a semikvantitativní hodnocení druhového složení rozsivek v historických vzorcích z rašelinišť CHKO Jeseníky.
3. Studium morfologické variability rozsivek, fotografická dokumentace.
4. Porovnání subrecentní diverzity rašelinišť se současným stavem (diplomová práce Hnilica, 2010).

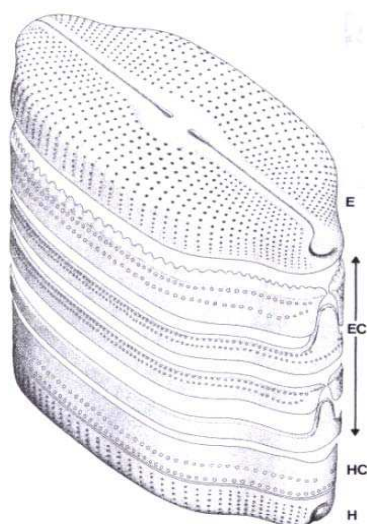
## 1.3 TŘÍDA ROZSIVKY BACILLARIOPHYCEAE

### 1.3.1 Základní charakteristika

**Rozsivky** (*Diatomae*, *Bacillariophyceae*) jsou mikroskopické jednobuněčné autotrofní řasy žijící buď jednotlivě (např. rod *Eunotia*) nebo v koloniích (např. rod *Tabellaria*) rozdílného tvaru. Jsou hlavní složkou bentických a planktonních společenstev po celém světě, vyskytují se v terestrickém, mořském i sladkovodním prostředí (Van Den Hoek et al., 1995). Třída čítá kolem 285 rodů s 10 až 12 tisíci recentními druhy. Někteří autoři je považují za vůbec nejpočetnější skupinu organismů a odhadují jejich počet na 1 až 10 milionů druhů. V jejich protoplastu najdeme stejné orgány jako u ostatních eukaryotních řas: diploidní jádra, mitochondrie, plastidy, vakuoly (Round et al., 1990). Chloroplasty obsahují chlorofyly a, c1, c2, c3,  $\beta$ -karoten, fukoxantin, diatoxantin, diadinoxantin a další xantofyly. Zásobní látkou je olej a chrysolaminaran ( $\beta$ -1, 3-glukan) (Kalina, 2005).

### 1.3.2 Stavba schránky

Hlavním rozpoznávacím znakem je jejich buněčná stěna (skořápka, **frustula**). Je složena vždy ze dvou velkých složitě strukturovaných křemičitých schránek zvaných téky (valvy). Vývojově starší téka se nazývá epitéka (epivalva) a je větší než mladší miska hypotéka (hypoalva). Obě části jsou spojeny bočním pásem, tzv. cingulem. Cingulum je tvořeno páskovitými elementy, z nichž část je spojena s hypotékou a část s epitékou, takže jej také dělíme na hypocingulum a epicingulum (Obr. 1) (Round et al., 1990). Během života buňky roste pouze boční pás, a tím se misky skořápky oddalují. Misky během života nerostou (Kalina, Urban, 1980).



**Obr. 1: Struktura křemičité buněčné stěny**

(převzato a upraveno z Round et al., 1990)

E – epivalva s póry a raphe

EC – epicingulum (svrchní boční pás)  
se 4 pleurálními pásy

HC – hypocingulum (spodní boční pás)

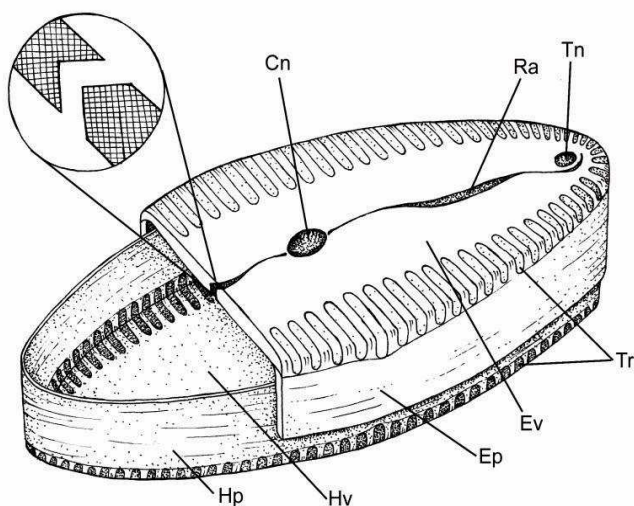
H – hypoalva

Pozorujeme-li buňku ze předu, tzn. vidíme-li její svrchní nebo spodní schránku, jde o valvární pohled. Pokud se na ni díváme z profilu, vidíme pás frustuly. Jedná se o boční (pleurální) pohled (Round et al., 1990). Rozsivky s radiální symetrií frustuly se nazývají centrické, rozsivky s bilaterální symetrií frustuly jsou penátní (Kalina et al., 2005). Centrické rozsivky se vyskytují převážně v mořích, méně ve sladkých vodách a jsou planktonní. Penátní rozsivky jsou pak převážně sladkovodní a bentické.

Na tvaru a velikosti frustul je založena determinace a následná taxonomie třídy, přičemž pro identifikaci rozsivek je důležitější pohled valvární. Ten totiž poskytuje více určovatelných rysů než pohled na cingula.

U penátních rozsivek se může vyskytovat **raphe**, což je štěrbina vedoucí prostředkem valvy nebo po jejím okraji, sloužící většinou k vylučování slizu, a tedy k pohybu nebo přichytávání se k podkladu (Van Den Hoek et al., 1995). Právě proudění plazmy ve štěrbinách nebo kanálku této struktury zabezpečuje penátním rozsivkám pohyb. Centrické typy rozsivek raphe nevytvářejí. Na příčném řezu má raphe tvar písmene V. Výrazně je raphe vyvinuté u rodu *Navicula*, kde má tvar podélné štěrbiny, táhnoucí se podél celé buňky. Ve střední části je přerušeno centrálním uzlem (nodulem), jevícím se v mikroskopu jako středové pole, na obou pólech buňky se rozšiřuje v terminální nodulus (Obr 2.) (Ambrožová, 2002).

Struktura, rozměr a pozice raphe jsou taktéž důležitými znaky pro určování rozsivek.



**Obr. 2: Schránka rozsivek- frustula**

(převzato Kaštovský et al., 2010)

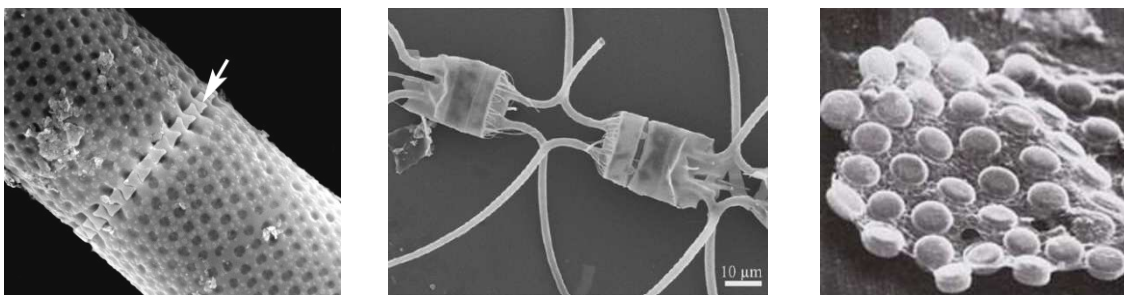
- Cn – centrální nodulus
- Ra – raphe
- Tn – terminální nodulus
- H – hypoalva
- Ev – epivalva
- Ep – epipleura
- Hv – hypoalva
- Hp – hypopleura

### 1.3.3 Ekologie rozsivek

Rozsivky jsou skupina s mimořádným ekologickým významem – podílí se minimálně 20 % na objemu uhlíku fixovaného každoročně během fotosyntézy (Mann, 1999), čímž se téměř jednou čtvrtinou podílejí na primární produkci kyslíku a jsou také potravou pro řadu primárních konzumentů (Winder et al., 2008).

Jsou častými zástupci **planktonu** a **bentosu** moří a sladkých vod, bez ohledu na zeměpisnou šířku. Vyskytují se hlavně ve vodních biotopech, mohou však obývat i terestrické biotopy jako např. kmeny stromů, skály, vlhká místa. Mnoho z těchto ekosystémů je velmi extrémních, například termální prameny (40 °C) (Kvaček et al., 2000), slaná jezera (Fritz et al., 2000), či extrémní podmínky vysokohorských a kontinentálních ledovců (Sitár, 1982).

Volné buňky unášené vzduchem bývají častou složkou společenstva zvaného aeroplankton. Jako aeroterestrické žijí na vlhkých listech tropických rostlin, nebo na mokré půdě či kamenech (Round et al., 1990). Osidlují také jak méně osvětlené dno litorálu (příbřežní oblast), tak i vrstvy vodního sloupce při hladině. Druhy obou prostředí jsou většinou solitérní, kolonie mohou tvořit pomocí přichytných mechanismů (chitinová vlákna, křemité zoubky nebo sliz (Obr. 3). Některé další druhy rozsivek mohou být hostiteli jiných organismů, hlavně sinic a řas (Reavie et al., 2007), jiné mohou žít epizoicky na korýších a vodních živočiších, dírkonoších nebo obrněnkách.



**Obr. 3: Přichytné mechanismy rozsivek tvořících kolonie**

Vlevo jsou buňky spojené pomocí křemitých zoubků- *Aulacoseira* (upraveno Round et al., 1990), uprostřed pomocí vláken- *Chaetoceros* (upraveno Cefarelli et al., 2011), vpravo pomocí extracelulárních polysacharidových provazců- *Planktoniella* (upraveno Round et al., 1990)

Plankton je dělen na fytoplankton, což jsou rostlinné organismy pasivně se vznášející nebo omezeně plovoucí ve volné vodě (Lelák et Kubíček, 1991) a zooplankton.

Fytoplanktonní rozsivky můžeme dále dělit na ty, které stráví celý životní cyklus ve vodním sloupci (**euplankton** nebo holoplankton), které mají některé z fází životního cyklu vázané na sediment (**meroplankton**), a ty, které mají převážnou část životního cyklu vázané na bentos, ale můžeme je najít i resuspendované ve vodním sloupci (**tychoplankton** nebo pseudoplankton).

Euplanktonní rozsivky jsou časté hlavně v mořích, některé taxony přežívají nepříznivé podmínky vstupem do klidové fáze a bývají považovány za meroplanktonní. Některé druhy řas se nevyskytují v příhladinové vrstvě, ale obývají spodnější vrstvy pod hladinou. Důvodem je ochrana jejich fotosyntetického aparátu před zvýšenou světelnou intenzitou (Říhová, Ambrožová, 2006). Některé druhy planktonních rozsivek byly nalezeny až v hloubce 200m. Z obecných přízpůsobení planktonnímu způsobu života vyplývá, že v planktonu nalezneme hlavně drobné, kulovité, jemně zkřemenělé centrické rozsivky rodů *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos*, *Aulacoseira*. Z penátních pak jen ty, které vytvářejí prostorové kolonie (*Fragilaria*, *Asterionella*). V našich zeměpisných šířkách vytvářejí rozsivky podstatnou část fytoplanktonu přehrad a nádrží, jejich přítomnost se projevuje hnědým zbarvením (Znachor, 2008) a zápachem vody (Urban & Kalina, 1980).

Většina rozsivek vede během roku periodický život, střídá se u nich období velkého vegetačního rozvoje s vegetačním klidem. Prvé se odehrává nejčastěji z jara a na podzim, v létě a v zimě projevují značně latentní život (Němejc, 1959). V létě jsou rozsivky vytlačovány z fytoplanktonu sinicemi, které způsobují vodní květ a zhoršují tím kvalitu vod. Mezi charakteristická společenstva jarního a podzimního fytoplanktonu patří rozsivky rodu *Asterionella*, *Diatoma*, *Fragillaria*, *Nitzschia* aj.

Společenstva obývající oblast dna (tzv. bentálu) nazýváme **bentos**, který obdobně jako v případě planktonu, dělíme na fytobentos a zoobentos. Fytobentos je soubor fototrofních rostlinných organismů, osídlujících dno toků a nádrží, včetně ponořených předmětů nebo asociovaných se substrátem (Ambrožová Říhová, 2006). Někdy nesprávně používaný pojem perifyton má širší význam a zahrnuje nejen řasy, ale i bakteriální a živočišnou složku nárostů (Pouličková et al., 1998). Význam bentosu v ekosystému je podobný jako u ostatních autotrofních společenstev – je producentem

kyslíku a slouží jako základní potravní zdroj pro heterotrofní organismy. Zvláště důležitou roli hraje fytobentos v rychle proudící vodě, kde se nemůže vyvinout fytoplankton. Bentické řasy jsou jednobuněčné, vláknité, nebo se mohou sdružovat v kolonie. Na rozdíl od planktonu se v bentosu vyskytují zejména velké, těžké, silně zkremenělé schránky penátních rozsivek (*Pinnularia*), mnohé z nich se přichycují k podkladu slizovými stopkami (*Gomphonema*, *Didymosphaenia*), nebo žijí ve slizových ložiscích (*Cymbella*). Bentické řasy hrají také významnou roli při stabilizaci substrátu v mnoha vodních biotopech. Například rozsivky, sinice a jiné vláknité druhy řas (např. *Vaucheria*) mohou přerůst písčité substrát a sedimenty, čímž dojde ke zpevnění substrátu a jeho menší erozi v proudech (Stevenson, 1996). Jejich horizontální i vertikální rozšíření do hlubších vod závisí na množství prostupujícího světla a dostupnosti vhodných substrátů, potřebného pro jejich růst. Chovají se jako chemické modulátory- transformují mnoho anorganických látek do organické podoby (Stevenson, 1996). Přetvářejí atmosférický dusík na amoniak a aminokyseliny a tím umožňují relativně velkou primární produkci i v ekosystémech chudých na dostupný dusík. (Fairchild et al., 1985; Peterson et al., 1992; Deyoe et al., 1992). Dokáží izolovat fosfor a dusík z vodního sloupce, čímž pomáhají předcházet eutrofizaci vod. Příjem živin v mokřadech je často přisuzován makrofytům, ačkoli výzkumy ukazují, že makrofyta nejspíš čerpají živiny ze sedimentů. Epifytické řasy obklopující makrofyta zachycují živiny a vracejí je do sedimentů tím, že klesnou na dno a stanou se součástí detritu (Moeller et al. 1988; Burkholder et al., 1990; Svoboda, 2009)

Jednotčím kritériem pro životní prostředí bentických organismů je typ substrátu. **Fytobentos** dělíme podle typu substrátu na **epilithon**- zahrnuje soubor druhů porůstající tvrdý inertní substrát, např. šterk a kameny, **epifyton**- soubor druhů rostoucích na makrocytech, mechorostech a vláknitých řasách, **epipelon**- soubor druhů osídlujících rozhraní sediment- voda, velikost substrátu je menší než většina jednobuněčných organismů, **epipsammon**- druhy obývající písčité dna a **epizoon**- žijící na živočiších.

Ekologické nároky rozsivek jsou druhově specifické s dobře definovanými ekologickými limity. Vazba na určité ekologické podmínky spolu s určením druhového složení epifytických rozsivek umožňuje sledovat vývojový trend na jednotlivých stanovištích. Složení společenstva závisí na faktorech, které lze hierarchicky rozdělit na vyšší (např. klima oblasti, či geologické podloží) a nižší, kterými jsou tzv. „zdroje“ potřebné pro rozvoj společenstva (světlo, fosfor, dusík) nebo stresory (pH, teplota, přítomnost těžkých kovů) (Rutová, 2010).

### 1.3.4 Význam rozsivek a jejich využití k biomonitoringu

Znalost ekologie rozsivek má velký význam pro široké spektrum různorodých odvětví. Patří mezi horninotvorné organismy, podobně jako dírkonožci či kokolity. Po odumření buněk jejich schránky sedimentují a vytváří sedimentární horninu zvanou **diatomit** (křemelina) (Pokorný et al., 1992). Tento porézní materiál má výjimečnou schopnost absorbovat velké množství vody a slouží k výrobě pivních a vinných filtrů, jako absorpční materiál ve farmaceutickém průmyslu, k výrobě skla, k brusným účelům, pro své výborné tepelně-izolační vlastnosti nachází široké uplatnění i ve stavebnictví jako speciální stavební materiál.

Rozsáhlé využití nemají pouze fosilní rozsivky, ale také recentní. V potravinářství slouží jako zdroj beta-karotenu a mastných kyselin, jako potrava při kultivaci ryb či krevet a pomocí biotechnologických postupů lze z rozsivek získat olej. (Znachor, 2008). Některé z nich mohou produkovat toxiny, např. *Pseudonitzschia* produkující kyselinu domoovou, což je neurotoxin zodpovědný za onemocnění ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) (Amato et al., 2007). Významné jsou také v kriminalistice, archeologii, v nanotechnologiích nahradily jejich přesně ultraskruturované frustuly reakční nádoby pro nanokrystaly (Gordon et al., 2009).

Nárostové rozsivky tvoří dominantní skupinu fyto bentosu a jsou významnými indikátory acidifikace, eutrofizace, organického znečištění i klimatických změn v mnohých paleolimnologických studiích (Van Dam et al., 1993) využívajících sedimentačních záznamů.

Význam fyto bentosu, obzvláště rozsivek jako bioindikátoru je velký, protože řasové nárosty se mohou vyskytovat jak na jakýchkoliv přirozených substrátech, kde je lze jednoduše a bez většího poškození odebrat, tak i na umělých. (Rott et al., 2003, [Bioindikace kvality vodního prostředí \[online\]](#)).

Dlouhodobá pozorování potvrdila, že rozsivková společenstva citlivě reagují na znečištění vod (Kalina, Váňa, 2005) a biologické jakosti. Tak je možné rychle a spolehlivě sledovat zhoršení kvality vod (Kalina, 1994). Zmiňované úvahy můžeme provádět i na základě fosilních nálezů rozsivek (frustuly jsou velmi trvanlivé) a rekonstruovat tak změny chemického složení vody na dané lokalitě v minulosti (Znachor, 2008). Trvalé preparáty také umožňují zpětnou kontrolu analýz a ulehčují tak kontrolu správnosti dosažených výsledků (Kelly, 2001).



Jednou z možností vyhodnocení změny životního prostředí a stupně eutrofizace je srovnání epifytických rozsivek na vodních makrofyttech a herbářových exemplářích. Mnohé druhy mají specifické nároky na chemické složení vody (obsah kyslíku, živin, pH atd.), ve které se vyskytují. Nevýhodou této bioindikační funkce rozsivek je, že přesně nevíme, na který z podmětů společenstvo reagovalo, jestli se jednalo o reakci na trofii, organické znečištění, salinitu, aciditu nebo toxicitu.

Sběr, uchovávání a kvantitativní či semikvantitativní vyhodnocení společenstva rozsivek je méně problémové než u jiných fyto-bentických řas. Dají se rozlišit na úrovni druhové a poddruhové na základě stabilních morfologických znaků, které se uchovávají i po fixaci materiálu, na rozdíl od jiných skupin řas, jejichž determinace vyžaduje čerstvý materiál nebo kultivaci (Čipová, 2012).

Rozsivky mají relativně malý rozsah velikostí, proto se dají kvantifikovat i bez stanovení biomasy (Stevenson, Pan 1999). Při kvantifikaci lze jednobuněčné rozsivky v mikroskopu snadno počítat, u vláknitých řas nelze kvantitativně hodnotit propletené shluky vláken tak snadno.

Problémem při využití rozsivek k biomonitoringu je poměrně obtížná determinace preparovaných rozsivek, která vyžaduje značnou erudici, dále nejednotné pojetí druhů a nedostatečně prozkoumaná morfologická variabilita v průběhu jejich životních cyklů ([Bioindikace kvality vodního prostředí \[online\]](#)). Díky molekulárním metodám byla navíc v poslední době odhalena tzv. skrytá diverzita, tj. morfologicky velmi podobné populace tzv. „kosmopolitních druhů“ vykazují značnou genetickou odlišnost, která je spojena i s odlišnými ekologickými nároky (Pouličková, 2011).

## 2 METODIKA VÝZKUMU

Celkem bylo zmineralizováno 28 vzorků mechorostů odebraných z 11 lokalit: Barborka, Slatě, Keprník, Máj, pod Šerákem, Praděd, Rejvív, Skřítek, Trojmezí, Vozka a Velká Kotlina, jejichž substrát, sběratel, datum sběru a označení je zaznamenáno v tabulce č. 1. Mapka s vyznačenými lokalitami je uvedena v příloze (Příloha II: Obr. č. 9, 10). Jedná se o herbářové položky mechorostů rodu *Sphagnum* a *Drepanocladus* z muzeí v Olomouci, Brně a Praze z let 1904-1971.

**Tabulka č. 1:** Seznam zpracovaných vzorků rozsivek

	Lokalita	Rok sběru	Substrát	Sběratel	Ozn.
1.	Skřítek	31. 7. 1929	<i>S. recurvum</i>	Schenk	N1B
2.	Skřítek	16. 7. 1946	<i>S. medium</i>	Šmarda	N2B
3.	Pod Šerákem	1. 10. 1953	<i>S. rufescenc</i>	Šula	J3B
4.	Keprník	1. 10. 1953	<i>S. squarrosum</i>	Šula	J4B
5.	Rejvív	srpen 1928	<i>S. medium</i>	Otruba	I5B
6.	Barborka	29. 9. 1971	<i>D. uncinatus</i>	Pospíšil	G6B
7.	Máj	červen 1930	<i>S. russowii</i>	Schenk	F7B
8.	Barborka	srpen 1937	<i>S. recurvum</i>	Otruba	G8B
9.	Keprník	1918	<i>S. russowii</i>	Schenk	J9B
10.	Rejvív	březen 1904	<i>S. squarrosum</i>	Podpěra	I10B
11.	Vozka	srpen 1934	<i>S. russowii</i>	Schenk	M11B
12.	Ovčárna-Barborka	září 1948	<i>S. rigidum</i>	Otruba	Q12B
13.	Slatě	14. 9. 1963	<i>S. fallax</i>	Pokluda	H13B
14.	Slatě	18. 7. 1946	<i>S. medium</i>	Šmarda	H14B
15.	Keprník	6. 7. 1946	<i>S. medium</i>	Šmarda	J15B
16.	Keprník	26. 8. 1911	<i>S. auriculatum</i>	Schenk	J16B
17.	Máj	14. 7. 1946	<i>D. fluitans</i>		F17B
18.	Praděd	srpen 1934	<i>S. squarrosum</i>	Schenk	P18B
19.	Rejvív	červenec 1904	<i>S. magellanicum</i>	Podpěra	I19B
20.	Rejvív	27. 5. 1959	<i>S. rubellum</i>	Pospíšil	I20B
21.	Rejvív	červenec 1947	<i>S. cuspidatum</i>	Šmarda	I21B
22.	Skřítek	srpen 1905	<i>S. palustre</i>	Podpěra	N22B
23.	Trojmezí	6. 7. 1966	<i>D. fluitans</i>	Pospíšil	K23B
24.	Velká Kotlina	září 1931	<i>S. warnstorffii</i>	Otruba	O24B
25.	Rejvív	10. 8. 1965	<i>S. recurvum</i>	Grüll	I25B
26.	Vozka	22. 6. 1955	<i>S. recurvum</i>	Šmarda	M26B
27.	Vozka	5. 7. 1947	<i>D. fluitans</i>	Jedlička	M27B
28.	Kesselbach-Praděd	květen 1949	<i>S. warnstorffianum</i>	Duda	P28B

## 2.1 ZPRACOVÁNÍ V LABORATOŘI

Pro správnou determinaci rozsivek je potřeba zachytit některé důležité struktury, vyskytující se na jejich křemičitých schránkách. Ty jsou ale dobře viditelné pouze na prázdných frustulách. Organická hmota uvnitř frustul lze odstranit metodou oxidace organické hmoty ze schránek za přítomnosti silných kyselin (Krammer, Lange-Bertalot, 1986). Díky této oxidaci jsem získala prázdné schránky rozsivek.

## 2.2 MINERALIZACE MECHOROSTŮ

Z herbářové položky rodu *Sphagnum* nebo *Drepanocladus* odebereme nůžkami a pinzetou část mechorostu o přibližných rozměrech 3x4 cm. Vzorek vložíme do Erlenmayerovy baňky o obsahu 100 ml se širokým hrdlem (Příloha I: Obr. č. 4), přidáme 25 ml 96% kyseliny sírové a 25 ml 69% kyseliny dusičné. Při práci je nutné používat zástěru odolnou vůči kyselinám, ochranný štít a rukavice. Erlenmayerovy baňky s rašeliníkem a kyselinami byly umístěny v zapnuté digestoři na sklo-keramickou varnou desku odolnou proti kyselinám a ponechány při mírném varu cca 1 hodinu (Příloha I: Obr. č. 5). Obsah baněk se zbarvil nejdříve tmavě hnědě, s postupujícím časem se měnil na mírně žlutou až čirou barvu. Podle stupně zbarvení můžeme odhadnout, zda je mineralizace dokončena. Čirá směs signalizovala ukončení procesu mineralizace.

Po vychladnutí bylo potřeba směs naředit. Směs byla naředěná destilovanou vodou, která se prostřednictvím stříčky po stěně baňky opatrně aplikovala do směsi. Porušujeme přitom pravidlo „nikdy nelít vodu do kyseliny“, proto destilovanou vodu přidáváme velmi opatrně a krouživými pohyby promícháváme. Nezbytně nutné je použití výše uvedených ochranných pomůcek. Celou práci provádíme v digestoři, která je částečně uzavřena, máme v ní pouze ruce v gumových rukavicích. Baňky se tímto způsobem doplní asi 3 cm pod horní okraj a nechají se pod odtahem 12 hodin sedimentovat.

Poté se supernatant, tj. kapalná část ležící nad sedimentem, slije do nádoby na odpadní kyseliny a baňky opět opatrně doplníme destilovanou vodou. Po dalších 12 hodinách sedimentace můžeme supernatant odsát vývěvou a sediment přelijeme do lékovky vysoké asi 10 cm (Příloha I: Obr. č. 6). Tento postup vymývání zbytkových kyselin (sedimentace, odsátí, doplnění destilovanou vodou atd.) opakujeme i v lékovkách a to nejméně 10x.

## 2.3 PŘÍPRAVA TRVALÝCH PREPARÁTŮ

Pro přípravu trvalých preparátů se vyčištěný sediment křemičitých schránek rozsivek naředí do vhodné koncentrace, což vyžaduje jistou míru zkušeností- suspenze by neměla být zakalená ani mléčně bílá. Automatickou pipetou nanášíme suspenzi na krycí sklíčka, která jsme si předtím odmastili v detergentu, opláchli destilovanou vodou a vyčistili. Na jedno sklíčko nanášíme 0,5 ml suspenze (Příloha I: Obr. č. 7). Snažíme se zabránit otřesům, aby kapka mohla rovnoměrně zasychat. Nachystáme si podložní skla, která jsme si předtím opět odmastili a očistili. Označíme si je permanentním fixem a nanese kapku pryskyřice Naphrax.

Po odpaření vody se krycí sklíčko, vyschlou částí dolů, přiloží na podložní sklíčko s kapkami této pryskyřice a zahřeje se nad kahanem (nebo na sklokeramické desce), aby se rychleji odstranila rozpouštědla. Pracujeme v digestoři, protože se z Naphraxu uvolňuje toluen. Po vychladnutí by se již sklíčko nemělo posouvat. Hotový preparát můžeme skladovat libovolně dlouho jako dokladový materiál, nejlépe v krabici na preparáty (Příloha I: Obr. č. 8).

## 2.4 DETERMINACE A DOKUMENTACE ROZSIVEK

Určování rozsivek bylo prováděno mikroskopicky na přístroji OLYMPUS CHK2-F-GS s pomocí určovací literatury (Krammer, Lange-Bertalot, 1986-1991; Hindák, 1978). Zvětšení 10 x 100 vyžadovalo použití imerzního oleje. Každou buňku je, s pomocí determinačních příruček, nutné určit, pokud možno, až na úroveň druhu, popř. variety. Rozlišení druhů se zakládá na morfologii jejich schránek: na tvaru, délce a šířce frustuly, na ne/přítomnosti a typu raphe, na počtu strií a na řadě dalších znaků. Rozsivky byly schematicky zakresleny, určeny a spočítány. Mikrofotografie byly pořízeny na mikroskopu Zeiss Primostar a zpracovány softwarem Adobe Photoshop CS5.

Získané floristické výsledky byly zpracovány ordinačními technikami (konkrétně DCA- neparametrická detrendovaná korespondenční analýza a CCA- kanonická korespondenční analýza). Nejprve byla zvolena nepřímá (neomezená) DCA analýza poté na základě výsledné délky gradientu byla použita CCA analýza. Cílem této metody je na základě podobnosti či odlišnosti druhového složení vzorků nalézt takové hypotetické veličiny (ordinační osy), které postihují největší část variability. Pro vyhodnocení dat byl použit program CANOCO (ter Breake & Šmilauer, 2002). Při CCA analýze bylo využito Hillovo škálování se zaměřením na vzdálenosti mezi

druhy, byla použita logaritmická transformace  $Y' = \log(A * Y + B)$ , kde  $A$  i  $B = 1$  a byl proveden Monte-Carlo permutační test (499 permutací, redukovaný model) se zaměřením na test významnosti na první ordinační ose, v permutacích byla zohledněna časová závislost dat. V programu Canoco Draw byly vytvořeny ordinační diagramy, kde v diagramech lokalit bylo využito zobrazení podle druhové bohatosti a diverzity na jednotlivých lokalitách. U druhů bylo odfiltrováno dolních 5%. Získané diagramy byly graficky upraveny v programu Adobe Illustrator CS5.1 (Graf. č. 10, 11).

## 2.5 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALIT

### **NPR Praděd:**

NPR Praděd zaujímá nejvyšší polohy Hrubého Jeseníku a je největší rezervací v CHKO Jeseníky s výměrou 2031 ha. Předmětem ochrany zde jsou především subalpínské a supramontánní biotopy hlavního jesenického hřebene s výskytem celé řady významných druhů rostlin a živočichů, např. sasanky narcisokvěté, lipnice jesenické, zvonku okrouhloolistého sudetského. V této oblasti se nachází cílové lokality Praděd (při vrcholu Pradědu s rašelinami v západní části svahů), Máj, Barborka, Slatě, Velká Kotlina.

**Máj:** Lokalita Máj se nachází v nadmořské výšce 1366 až 1380 m n. m. Jedná se o oblast ležící na plochém hřebenu nad alpínskou hranicí lesa (Rybníček, 1984).

**Slatě:** Lokalita Slatě s rozlohou 0,5 ha leží přibližně ve výšce 1306 m n. m. Rašeliniště tvoří menší a větší tůňe, které se nacházejí hned vedle turistické stezky (červená ve směru Trojmezí - Sedlo pod Vřesovkou). Slatě patří mezi sušší vrchoviště, bez větších šlenků a jezírek. Maximální zjištěná mocnost rašelinného profilu je 90 cm (Rybníček, 1997).

**Velká Kotlina:** Areál Velké kotliny o rozloze 224,97 ha patří k nejvýznamnějším a nejpozoruhodnějším přírodovědeckým lokalitám střední Evropy. Jedná se o mohutné ledovcové karové údolí, na jehož ploše se nachází pestré zastoupení rozličných stanovišť: horské louky, suché skály, chladná prameniště, tůňe, mokřiny (<http://botany.cz/cs/velka-kotlina/>) Na tvar kotliny měly vliv také vodní eroze, půdní sesuvy a sněhové laviny. Velká kotlina leží v závětrném prostoru mohutných západovýchodních větrných proudů, jejichž turbulence uvnitř kotliny vytváří specifické ekologické podmínky, které se projevují především v bohatství rostlinných a

živočišných druhů. Na tomto území bylo zjištěno celkem 485 druhů vyšších rostlin (<http://www.webserver.cz/cewis/chko/jeseniky.html>). Velká Kotlina je také nejbohatší lokalitou mechorostů v České republice. Nachází se jich zde okolo 300 druhů. Vstup do jesenické Velké kotliny je z ochrannářských a bezpečnostních důvodů zakázán. My jsme recentní vzorky odebírali na základě oficiálního povolení podepsaného předsedou vlády, dle platných předpisů.

**Barborka:** Vzorky z této lokality byly odebrány z rašeliniště Sedlo u Barborky. Jedná se o rašeliniště o rozloze asi 400 m<sup>2</sup> s řadou mělkých šlenků. Max. zjištěná mocnost rašelinného profilu činí stejně jako na lokalitě Slatě 90 cm (Rybníček, 1997).

### **NPR Rejvíz**

Národní přírodní rezervace Rejvíz se rozprostírá v severovýchodní části Hrubého Jeseníku o celkové rozloze 329 ha. Smyslem vyhlášení rezervace v roce 1955 je ochrana největšího komplexu vrchovištního rašeliniště, rašelinných lesů a rašelinných luk na severní Moravě a ve Slezsku. Rejvízské rašeliniště leží v nadmořské výšce 734–794 m n. m. (AOPK ČR: NPR Rejvíz [online]). Je postglaciálního stáří, jeho vznik je odhadován na dobu před 6–7 tisíci lety. Jádrová území rašeliniště představují dvě vyklenutá vrchoviště obklopená lesy a vzájemně od sebe oddělená pruhem luk. Ve vrchovištích jsou vytvořeny typické šlenky a buly, poblíž středu každého vrchoviště je jezírko. Velké mechové jezírko nacházející se v západní části území zaujímá plochu asi 1690 m<sup>2</sup> (max. délka = 68,5; max. šířka = 41 m). Východní, zarůstající Malé mechové jezírko je přibližně 1,8 krát menší, rozprostírá se na ploše okolo 920 m<sup>2</sup>. Největší hloubka Velkého jezírka je 2,95 m, průměrná hloubka asi 2,40 m. Mocnost rašeliny je v různých částech rašeliniště odlišná. Největší (více než 6 m) je v oblasti Malého mechového jezírka; v oblasti Velkého mechového jezírka je hloubka rašeliny přibližně poloviční (Šafář, 2003). Voda obou jezírek rejvízského rašeliniště má specifické znaky rašelinných vod. Jsou to vysoké koncentrace huminových látek, nízká hodnota pH (3,4–4,2) a nízký obsah rozpuštěných látek. V centrální části je rašeliniště porostlé borovicí blatkou a břízou pýřitou, na okrajích roste smrk ztepilý. Oblast je charakteristická vysokými srážkami, nízkou teplotou a častými mlhami (Kočí et al., 2007).

### **NPR Rašeliniště Skříttek**

Národní přírodní rezervace s Rašeliniště Skříttek s rozlohou asi 166 ha leží v nadmořské výšce 830-876 m n. m. Území bylo vyhlášeno jako státní přírodní rezervace již v roce 1955. Nejmenší jesenická národní přírodní rezervace chrání komplex rašelinného smrkového lesa s fragmenty rašelinných březin a přirozeného rašelinného bezlesí. (AOPK ČR: NPR Rašeliniště Skříttek [online]).

### **NPR Šerák – Keprník**

Národní přírodní rezervace Šerák - Keprník je se současnou rozlohou asi 1170 ha druhou největší rezervací CHKO Jeseníky. Území se nachází v severním výběžku Hrubého Jeseníku v nadmořské výšce 860- 1423 m n. m. (CHKO Jeseníky. NPR Šerák- Keprník [online]). Jedná se o nejstarší rezervaci na Moravě, jejíž část byla založena již v roce 1903. Rezervaci tvoří komplex přirozeného skalního a travinobylinného bezlesí, klimaxových smrčín a smrkových bučin, místy pralesovitého charakteru. V sedlech se vyskytují rašeliniště. Oblast je významnou geomorfologickou lokalitou s mnoha reliktními druhy rostlin i živočichů (Šafář, 2003). V této oblasti se nachází cílové lokality Keprník, pod Šerákem, Trojmezí a Vozka.

Lokalita Keprník se nachází v sedle mezi vrcholy Vozka a Keprník. Leží v nadmořské výšce 1 300 m n. m. Vrchoviště je v centrální části tvořeno vyvýšenými buly. V okrajových částech se nachází zvodnělé deprese v podobě šlenků.

Lokalita Trojmezí je lokalizována přibližně 300 metrů severovýchodně od vrchoviště Keprník v nadmořské výšce 1320 m n. m. Vrchoviště je ve srovnání s předchozí lokalitou mnohem více zvodnělé.

Vrchoviště Vozka je lokalizováno na severním svahu Vozky v rozpětí nadmořské výšky 1320 až 1326 metrů (Hnilica, 2010). O mikrostanovištních poměrech historických odběrů nemáme dostatek dat.

### 3 CHARAKTERISTIKA CHKO JESENÍKY

#### 3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA, VZNIK POHOŘÍ

Zájmové území, z něhož byly vzorky mechorostů odebrány se nachází v CHKO Jeseníky. Jedná se o typicky horskou oblast, převážně lesnatou, kterou tvoří Hrubý Jeseník, na severu přecházející ve Zlatohorskou vrchovinu, z východu přiléhá Nízký Jeseník, z jihu a ze západu pak Hanušovická vrchovina. Tato oblast byla vyhlášena výnosem Ministerstva kultury 19. 6. 1969 na rozloze 740 km<sup>2</sup>, ze které asi 80% tvoří lesní porosty, převážně druhotné smrčiny nebo bučinami s mozaikovitě zachovalými zbytky přírodních lesů. Nejcennější části jesenické přírody jsou chráněny sítí rezervací, která je tvořena 4 národními přírodními rezervacemi (NPR)- Praděd, Šerák-Keprník, Rašeliniště Skřítek a Rejvíz, 19 přírodními rezervacemi (PR) a 6 přírodními památkami (PP) (Schmidtová, 2009).

Hrubý Jeseník je v České republice hned po Krkonoších druhým nejvyšším pohořím, je součástí Českého masívu. Nejvyšším bodem území je hora Praděd s nadmořskou výškou 1491,3 m n. m. Nejnižším místem je přítok řeky Bělé v Mikulovicích s nadmořskou výškou 318 m n. m. (Weismanová et al, 2004). Péče o území je svěřena Správě CHKO Jeseníky od roku 1969 do 1997 se sídlem v Malé Morávce, poté bylo sídlo správy přesunuto do Jeseníku. (Schmidtová, 2009)

Hrubý Jeseník byl vyvrátněn na konci paleozoika v prvohorách, avšak během druhohor došlo působením dlouhotrvající denudační činnosti k jeho upravení do tzv. paroviny. (Žídková et al., 1981). Důležitým mezníkem ve vývoji Hrubého Jeseníku byly horotvorné procesy ve třetihorách, kdy došlo ke zdvihu pohoří. To způsobilo oživení erozní činnosti vodních toků, což dalo vzniknout četným údolím (Zmrhalová, 1995). Tak došlo k tomu, že zvětrávacími pochody a erozí zarovnané staré pohoří bylo vyzdviženo do současných nadmořských výšek (Kočí et al., 2007). Ve čtvrtohorách se pak střídaly doby ledové a meziledové, které vytvořily finální podobu této oblasti (Žídková et al., 1981).



## **3.2 EKOTOP**

### **3.2.1 Geologie a geomorfologie**

Z hlediska geomorfologického členění spadá tato oblast do provincie Česká vysočina, Krkonošsko-Jesenické soustavy, podstoustavy Hrubý Jeseník, Zlatohorská vrchovina, Hanušovická vrchovina a Nízký Jeseník. Díky působení rozmanitých faktorů je zdejší georeliéf velice pestrý (Demek, 2006). Výsledkem dlouhého geomorfologického vývoje Jeseníků jsou táhlé a zaoblené hřbety se širokými sedly (Červenohorské, Ramzovské, Videlské) (CHKO Jeseníky. Geomorfologie [online]).

Z geomorfologických tvarů jsou nejnapadnější často se vyskytující skalní útvary. Znamé skály (Petrovy kameny, Vozka, Obří skály či vrchol Keprníku tvořící již z dálky viditelné dominanty), jsou výsledkem intenzivního mrazového zvětrávání v předpolí ledovce v dobách ledových. Extrémně mrazivé klima se podílelo nejen na těchto mrazových srubech, ale docházelo také k tvorbě zajímavých terénních půdních tvarů, jako jsou například dodnes zachovaná kamenná moře na Ztracených kamenech, Borku a Suchém. Díky nepropustnosti podloží vznikly v postglaciálu jesenická rašeliniště (CHKO Jeseníky. Geomorfologie [online]).

Z geologického hlediska je Hrubý Jeseník součástí Českého masívu. Jako v každém pásemném pohoří i zde rozeznáváme dva základní prvky- krystalinické jádro a jeho obal. Jádro je vyvinuto ve dvou klenbách, které tvoří středovou část Hrubého Jeseníku. Jedná se o starší, desenskou klenbu a mladší klenbu keprnickou. Tyto dvě části pak rozděluje série Červenohorského sedla (Zmrhalová, 1995). Převažujícími horninami pohoří jsou krystalické břidlice, z nichž nejhojnější jsou ruly, svory, fylity a kvarcity. V malých ostrůvcích vystupují na povrch krystalické vápence s příměsí kalcitu, proto jsou na ně vázány svým výskytem kalcifilní druhy rostlin (Zmrhalová, 1995). Z vyvřelých a žilných hornin a minerálů se tu vyskytuje gabro, pegmatit, dolerit, keratofyr, lamprofyr nebo křemen (Weissmannová et al., 2004).

### **3.2.2 Půdní poměry**

Půdní poměry jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů určujících ráz krajiny a pestrost jejího vegetačního pokryvu. Vývoj jesenických půd probíhal několik tisíc let a spektrum půdních typů je velmi pestré. Z pedologického hlediska jsou na území CHKO Jeseníky nejčastěji zastoupeny podzolové půdy, vzniknuvší na kyselých horninách v humidním

klimatu horských poloh. Kyselé půdní prostředí je dáno původním vegetačním pokryvem – smrkovými lesy. Pro vznik podzolových půd je také nezbytné vysoké množství srážek a chladné klima. Podzoly jsou půdy s velice nízkou přirozenou úrodností. Část jich je využita jako horské louky a pastviny. V oblastech s intenzivní akumulací slabě rozložených organických zbytků a v silně zvodnělém prostředí vnikají organogenní půdy (Hnilica, 2010). Typickým zástupcem těchto půd jsou půdy rašeliništní, které charakterizuje silné prosycení vodou, nedostatek minerálních látek a velmi kyselé půdní reakce. Organogenní půdy se na území CHKO Jeseníky vyskytují ve dvou typech. Vrchovištní půdy vznikají ve velmi vlhkém horském klimatu pod porosty rašelínku. Jsou zásobovány převážně srážkovou vodou. Přechodné rašelinné půdy se vytváří pod rašelinnými loukami. Zde se navíc uplatňuje vliv povrchové a podzemní vody (Tomášek, 2007; Hnilica, 2010). Zrnitostně převažují půdy písčitohlinité s vysokým podílem skeletu.

### **3.3 KLIMATICKÉ POMĚRY**

Z makroklimatického hlediska spadá území CHKO Jeseníky do mírného podnebného pásu. Dochází zde ke střetu dvou klimatických oblastí. Západní hranice kontinentálního klimatu se zde setkává s doznívajícími vlivy klimatu atlantického, tedy vlhčí oceánické klima s kontinentálním (Šafář, 2003). Pohoří Hrubého Jeseníku patří mezi chladné a vlhké oblasti s charakteristickými klimatickými rozdíly na poměrně krátké vzdálenosti, vyznačující se vysokou relativní vlhkostí a převládajícím západním větrným prouděním, které s sebou nese značné množství srážek (CHKO Jeseníky. Klimatické poměry. [online]). Atmosférické srážky se vyskytují v průběhu roku ve všech podobách a společně s teplotou vzduchu a nadmořskou výškou jsou významným klimatickým činitelem ovlivňující nejen vegetaci. Pro celé pohoří je charakteristické převládání větrů západního a severozápadního směru, který v horách dosahuje až rychlosti 120 km/hod. Časté jsou vývraty, polomy a teplotní inverze. Průměrná roční teplota na Pradědu je 0,9 °C, v Rýmařově 5,8 °C, v Jeseníku 7,1°C. Roční úhrny srážek se pohybují v rozpětí od 842 mm v Rýmařově (846 mm v Jeseníku) přes 1029 mm na Rejvízu po 1231 mm na Pradědu (Weissmannová et al., 2004).

### 3.4 FYTOGEOGRAFICKÉ POMĚRY A FLORA

Podle nejnovějšího fytogeografického členění náleží květena Hrubého Jeseníku do fytogeografické oblasti **oreofytikum**, což je oblast horské květeny. Do nižších poloh pohoří pak zasahuje oblast **mezofytika**, která představuje typickou flóru pahorkatinného až podhorského výškového vegetačního stupně.

V Hrubém Jeseníku je vyvinut **submontánní**, podhorský stupeň (vrchovina 450-800 m n. m.) s převažujícími bučinami a kyselými bučinami nižších poloh, dále **montánní** stupeň (hornatina 750-1100 m n. m.), v němž převažují acidofilní horské bučiny, **supramontánní** stupeň (vyšší středohory 1000 - 1300 m n. m.) s klimaxovými smrčínami a **subalpínský stupeň** (nižší vysokohory), který se vyvinul nad horní hranicí lesa (1300-1350 m n. m.) a pro který je charakteristická přítomnost borovice kleče (Zmrhalová, 1995). Kleč zde byla vysázena ve snaze zvýšit horní hranici lesa a zamezit erozi. V důsledku tohoto zásahu došlo na některých lokalitách k vymizení vzácných horských heliofilních druhů, které nezvládly konkurenci rychle se rozrůstající kleče (Kavalcová et al., 2003). Je zde tedy druhem nežádoucím, proto jsou v poslední době zahájeny aktivity směřující k jeho úplnému vymýcení. Pro toto území jsou nejcharakterističtější tato rostlinná společenstva: přirozená společenstva bučin a jedlobučin, přirozená společenstva horských smrčín tzv. klimaxové smrčiny, travinná a keřiková společenstva holí, horské až subalpínské vysokostébelné nivy a trávníky, společenstva rašelinišť a vrchovišť, společenstva pramenišť a v neposlední řadě společenstva skal (Zmrhalová, 1995). Bohatě je vyvinuto bylinné i mechové patro.

Výskyt endemitů je vzácný. K nejvýznamnějším patří jitrocel černavý sudetský a hvozdík kartouzek sudetský. Na skalách nad hranicí lesa rostou další jesenické endemity- lipnice jesenická a zvonek jesenický. Ty společně s nenápadnou vrbou bylinnou a sítinou trojklannou představují dobře zachovalý pozůstatek biotopu z období glaciálu (CHKO Jeseníky. Flóra. [online]).

Za druhově nejbohatší a botanicky nejzajímavější lze považovat Velkou kotlinu, ledovcový kar nacházející se na východních svazích hlavního hřebene v NPR Praděd. Pro tuto lokalitu je charakteristická velká diverzita jednotlivých stanovišť a na ně vázaných společenstev. Jsou zde zastoupena subalpínská prameniště, na obnaženém substrátu lavinových drah vegetace skalních teras a skal, vysokostébelné trávníky a nivy. Další botanicky i zoologicky významnou lokalitou jsou Petrovy kameny, mrazový srub ve výšce 1446 m n. m. (Kavalcová et al., 2003).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

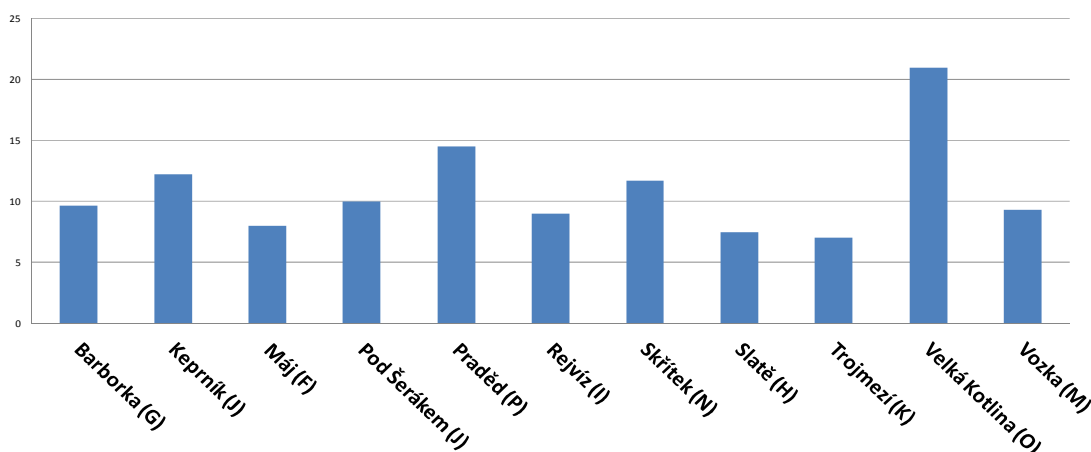
### 4.1 KVALITATIVNÍ A SEMIKVANTITATIVNÍ ZASTOUPENÍ ROZSIVEK

Výskytem subrecentních rozsivek v Jeseníkách jsem se zabývala již v bakalářské práci, v jejímž rámci jsem zpracovala 7 vzorků ze 7 lokalit- pod Šerákem, Barborka, Slatě, Máj, Keprník, Skřítek a Rejvíz. V diplomové práci jsem pokračovala ve zpracování a vyhodnocení zbývajících vzorků ze stejných lokalit, navíc byly zkoumány 4 lokality nové- Praděd, Trojmezí, Kotlina a Vozka. Celkem bylo vyhodnoceno 28 vzorků se subrecentní diverzitou rozsivek.

Na výše zmíněných lokalitách jsem našla celkem 108 druhů, které náleží k 32 rodům. Některé druhy byly určovány až na úroveň variety. Jednotlivé druhy se výrazně lišily zastoupením jak v případě lokalit, tak v případě zastoupení druhů v jednotlivých letech. Souhrnný seznam nalezených druhů společně s jejich zkratkami uvádím v příloze (Příloha III, tabulka 2).

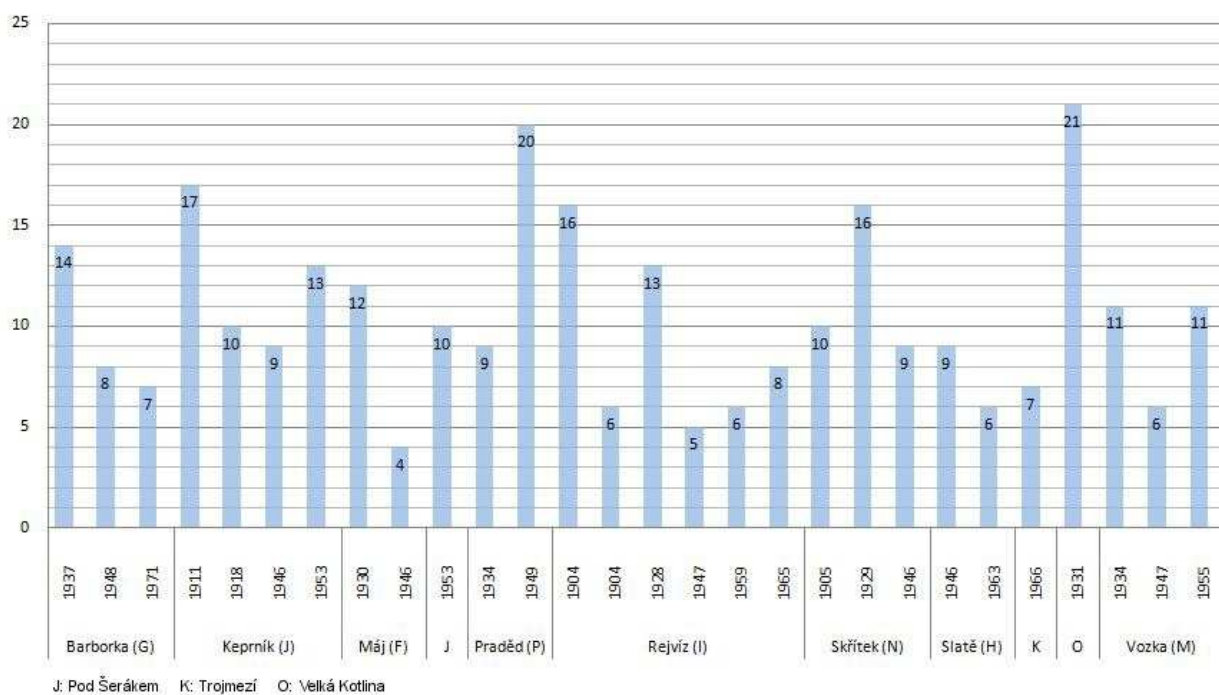
Celkové vyhodnocení ze všech let v rámci lokalit ukázalo průměrnou nejvyšší bohatost rozsivkového společenstva na Velké Kotlině, kde bylo determinováno celkem 21 druhů (a to i přes to, že tato lokalita byla reprezentována pouze jedním vzorkem), dále Praděd s průměrnou diverzitou 15 druhů, Keprník a Skřítek 12 druhů a nejméně pestré byly lokality Rejvíz s determinovanými 9 druhy, Slatě a Máj s 8 druhy a Trojmezí se 7 druhy (zaokrouhleno na celé číslo).

**Graf č. 1:** Průměrná subrecentní druhová bohatost rozsivek ze všech datovaných sběrů na lokalitách rašelinišť Jeseníků



Druhová bohatost se výrazně liší jak v jednotlivých lokalitách, tak i v jednotlivých letech sběru, pro přehled druhové bohatosti zpracovaných vzorků uvádím graf (Graf č. 2). Druhová bohatost v jednotlivých vzorcích se pohybovala od 4 do 21 druhů ve vzorku. Zastoupení rozsivek na mechorostech by mohlo být ovlivněno především hodnotou pH dané lokality. Jen velmi málo organismů je přizpůsobeno životu v pH <4 (DeNicola, 2000). U vod z rašelinišť, ve kterých jsou rozpuštěné huminové kyseliny (hnědé zbarvení), klesá hodnota pH někdy i pod 4,0 (Pouličková et al., 1998), což je typická situace rašelinišť v Jeseníkách, jejichž pH se pohybuje od 3,5 do 4,5. V tabulce č. 3 uvádím průměrné pH zkoumaných lokalit, jedná se o výsledky z roku 2008 a 2010, nemusejí být tedy relevantní k době, kdy byly mechy odebrány. Skřítek, Praděd a Velká Kotlina jsou přechodová rašeliniště a mají hodnotu pH vyšší než ostatní (Pouličková, ústní sdělení). S tím pravděpodobně souvisí i vyšší druhová bohatost rozsivek.

**Graf č. 2:** Subrecentní diverzita rozsivek datovaných sběrů jednotlivých lokalit



### **Tabulka č. 3: Průměrné pH zkoumaných lokalit**

(upraveno podle Hnilica, 2010 a Čopjanová, 2011)

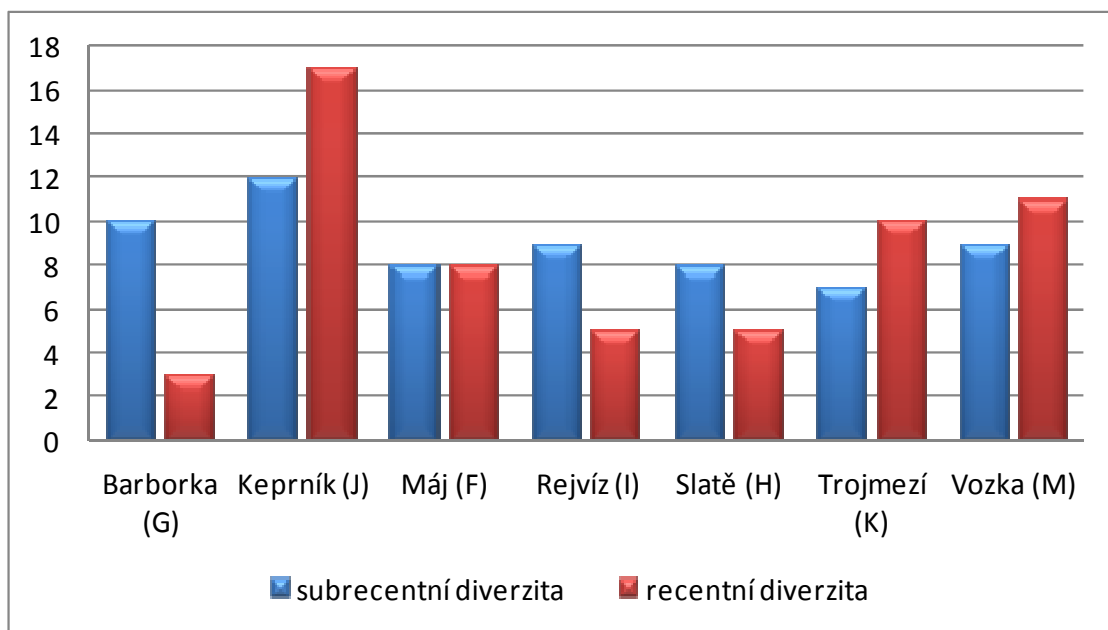
<b>Lokalita</b>	<b>pH</b>
pod Šerákem	4,1
Rejvíz	3,7
Barborka	3,9
Máj	4,2
Keprník	4,8
Trojmezí	4,1
Vozka	4,2
Slatě	3,9

#### **4.1.1 Srovnání subrecentní druhové bohatosti rozsivek s recentním stavem**

Současnou flóru rozsivek Jeseníků studoval Hnilica (2010). Zabýval se hlavně porovnáním nejčastější metody získávání vzorků rozsivek ždímáním mechorostů s metodou mineralizace celého mechorostu, jako by šlo o herbářovou položku. Z jeho výsledků vyplývá, že metoda mineralizace mechorostu je použitelná a získané výsledky lze porovnávat. Z celkového počtu 30 druhů bylo metodou ždímání mechorostu prokázáno 27 druhů (90 %), přičemž metodou mineralizace mechorostů pouze 22 druhů (73 %). Ve vzorcích z mineralizovaných mechů tedy zjistil o 5 druhů méně, ale vzorků mechů bylo nesrovnatelně méně než vzorků ždímaných. Jak už bylo zmíněno, při determinaci subrecentní diverzity rozsivek bylo zjištěno 108 druhů, tedy o 86 druhů více. Velký pokles druhové bohatosti v čase (historické vs. recentní vzorky) druhů rozsivek je způsoben více faktory.

Hnilica (2010) zpracovával pouze vzorky z vrchovišť, která jsou obecně druhově chudší, zatímco v mém materiálu jsou přechodová rašeliniště s vyšším pH (viz výše). Také antropické působení a již zmíněná enormní imisní zátěž, podporující trend acidifikace, vedlo ke změnám rozsivkových společenstev. Po srovnání druhové diverzity rozsivek získaných metodou mineralizace mechorostů se jeví Keprník jako lokalita s největší druhovou diverzitou (recentní stav 17 druhů), nejnižší diverzitu vykazuje lokalita Barborka se 3 druhy (viz Graf č. 3).

**Graf č. 3:** Druhov $\acute{y}$  diverzita lokalit (metoda mineralizace)



#### 4.1.2 Procentu $\acute{a}$ ln $\acute{y}$ zastoupen $\acute{y}$ z hlediska rod $\acute{u}$

Z hlediska rod $\acute{u}$  jsou v prepar $\acute{a}$ tech nej $\acute{c}$ ast $\acute{e}$ ji zastoupeny rody *Eunotia* (63,8% ze zpracovan $\acute{y}$ ch vzork $\acute{u}$ ) a *Kobayasiella* (17,5%). V $\acute{y}$ znamn $\acute{y}$  pod $\acute{ı}$ l zauj $\acute{ı}$ maj $\acute{y}$  tak $\acute{e}$  rody *Frustulia* (5,0%), *Chamaepinnularia* (4,3%), zastoupena jedn $\acute{y}$ m po $\acute{c}$ etn $\acute{y}$ m druhem *Chamaepinnularia mediocris* a *Pinnularia* (4,0%). Zb $\acute{y}$ vaj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$ ch 5,4% je tvo $\acute{r}$ eno rody *Achnanthes*, *Anomoeoneis*, *Caloneis*, *Craticula*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Luticola*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Planothidium*, *Tabellaria* a rod *Cyclotella*, zastupuj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$  centrick $\acute{e}$  rozsivky.

Celkov $\acute{e}$  nejroz $\acute{s}$ ir $\acute{e}$ n $\acute{e}$ j $\acute{s}$ im rodem byl rod *Eunotia*, kter $\acute{y}$  je ve vzorc $\acute{ı}$ ch v naprost $\acute{e}$  v $\acute{e}$ t $\acute{s}$ in $\acute{e}$  reprezentovan $\acute{y}$  druhem *E. paludosa*, a to od 0,9% (Keprn $\acute{y}$ k 1911) do 89,9% (Slat $\acute{e}$  1946), v mal $\acute{e}$  m $\acute{i}$ re tak $\acute{e}$  druhem *E. exigua*, *E. bilunaris*, *E. steineckii* a *E. denticulata*.

$\acute{C}$ etnost rodu *Kobayasiella* se ve vzorc $\acute{ı}$ ch pohybuje od 0,4% (Prad $\acute{e}$ d 1934) do 73% (Velk $\acute{a}$  Kotlina 1931). Tento rod je zastoupen jedn $\acute{y}$ m druhem *Kobayasiella parasubtilissima*.

T $\acute{r}$ et $\acute{y}$ m nejroz $\acute{s}$ ir $\acute{e}$ n $\acute{e}$ j $\acute{s}$ im rodem je *Frustulia*, kter $\acute{y}$  byl ve v $\acute{e}$ t $\acute{s}$ in $\acute{e}$  lokalit zastoupen v rozmez $\acute{ı}$  0,3% (Velk $\acute{a}$  Kotlina 1931) do 70,4% (M $\acute{a}$ j 1946). Pom $\acute{e}$ r $\acute{n}$  $\acute{e}$

významná část taxonů byla zastoupena pouze v minimálním množství ( $\leq 1\%$ ), a proto byla ze zpracování programem MS Excel vynechána (Graf č. 4).

U vzorků současných rozsivkových společenstev Hnilica zaznamenal také dominující rod *Eunotia* (63,7 %). S téměř polovičním podílem ve srovnání s dominantním rodem se na skladbě preparátů podílel rod *Frustulia* (30,1 %), což je ale výrazně více než u subrecentních společenstev. Může to být dáno ekologickými nároky tohoto rodu, preferujícího xenosaprobni až oligosaprobni stojaté vody a vlhká stanoviště (Hindák, 1978) s vyšší hodnotou pH. Hnilica odebral vzorky ze dne 22. a 23. 7. 2008. Podle údajů, dostupných z portálu Českého hydrometeorologického ústavu

([http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_5\\_Uzemni\\_srazky&nc=1&portal\\_lang=cs#PP\\_Uzemni\\_srazky](http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_srazky)) byl červenec tohoto roku měsícem s nejvyšším úhrnem srážek v roce, což mohlo zapříčinit větší zastoupení vlhkomilného zástupce rodu *Frustulia*. Menší podíl tvořil také rod *Gomphonema* (3,2 %), rody *Pinnularia*, *Hantzschia*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Cymbella* a *Achnanthes* tvořily dohromady 3 %.





#### 4.1.3. Procentuální zastoupení z hlediska druhů

Procentuální složení společenstev rozsivek se velmi různí vzhledem k značně velkému časovému úseku jednotlivých sběrů mechorostů. Z determinovaných 108 druhů se většina z nich podílí na skladbě společenstva méně než 5%, proto byly z výsledného vyhodnocení odfiltrovány. Po této redukci zůstalo zobrazeno 22 druhů. Data byla porovnána s výsledky Hnilici (2010), který hodnotil recentní rozsivky rašelinišť Jeseníků. K získání vzorků použil metodu mineralizace celého mechorostu a odebraného výtlačku z mechorostu.

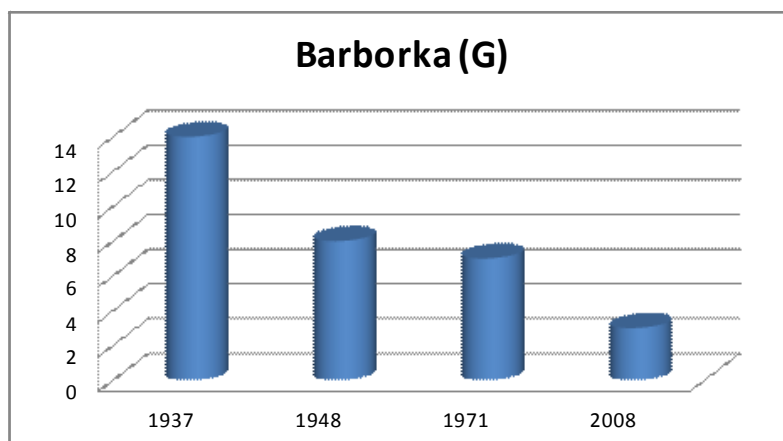
Nejhojněji zastoupeným druhem rozsivek je *Eunotia paludosa* (33,4% ve všech mnou zpracovaných vzorcích), dále *Kobayashiella parasubtilissima* (12,2%) a *Eunotia steineckii* (10,1%). Rozsivkovou skladbu nejčastějších druhů jednotlivých lokalit a jejich stručnou charakteristiku uvádím níže, procentuální zastoupení recentních vzorků je reprezentováno průměrem ze všech vzorků dané lokality, ať už metodou mineralizace či výtlačkem mechorostu.

#### NPR Praděd

**Barborka:** Z této lokality byly odebrány sběry z let 1937, 1948 a 1971. Zatímco v roce 1937 byl nejčastěji zastoupen druh *Chamaepinnularia mediocris* (53%), v následujících letech svoji dominanci silně posílil druh *Eunotia paludosa*, v roce 1948 se na druhové skladbě podílel 63%, v roce 1971 již 87% a dle sběrů Hnilici (2010) se v recentních vzorcích z roku 2008 vyskytuje v 88% zastoupení. *Eunotia paludosa* je druhem typicky horským, aerofytickým a suchomilným. Dle rešerše Alles et al (1991) je vztah některých druhů rodu *Eunotia* k pH hodnotám vyjádřen změnou v jejich početnosti, optimální pH maximální abundance tohoto druhu je 4. Pro posouzení této hypotézy nemáme však z inkriminovaných let dostatek dat. Hnilica (2010) uvádí, že podprůměrných hodnot pH dosahují lokality Barborka (pH 3,9), Slatě a Rejvíz. Počet druhů v jednotlivých letech udává Graf č. 5.

**Graf č. 5:** Počet druhů rozsivek v jednotlivých letech.

Data 2008 převzata z Hnilica (2010)



**Máj:** Na lokalitě Máj byly odebrány vzorky z let 1930 a 1946. V roce 1930 je v nejhojnějším zastoupení druh *Eunotia paludosa* (88%), v roce 1946 *Frustulia saxonica* (70%) a *Kobayashiella parasubtilissima* (28%) a v roce 2008 opět dominuje *Eunotia paludosa* (87%), naopak *Frustulia saxonica* tvoří statisticky nezajímavý podíl pod 0,5%. Hnilica (2010) ve své práci uvádí možnost vikarizace druhů *Eunotia paludosa* a *Frustulia saxonica*. Na sušších mikrostanovištích s nižší hodnotou pH dominuje druh *Eunotia paludosa*, na vlhčích mikrostanovištích s vyšší hodnotou pH naopak druh *Frustulia saxonica*. O sběru mechorostů, ze kterých byly vyhotoveny trvalé preparáty, však máme pouze kusé informace. Popisy historických herbářových položek neobsahují souřadnice GPS a jen zřídka obsahují jakékoli další informace týkající se mikrostanoviště, např. byl-li vzorek mechorostu odebrán na bultu nebo ve šlenku. Informace, které popisují herbářovou položku, jsou často omezeny pouze jménem rašeliniště, datem sběru vzorku a sběratelem mechorostů (viz Tab. č. 1), někteří sběratelé mohli mechorosty před sušením oplachovat a vymývat. Vodítkem nám může být pouze odhad ze znalosti autekologických nároků jednotlivých druhů mechorostů (Poulíčková et al., 2004).

**Slatě:** Sběr proveden v roce 1946 ukazuje opět na nejhojnější zastoupení *Eunotie paludosa* (90%), v roce 1963 se vedle *E. paludosa* (53%) hojně vyskytuje také *E. bilunaris* (5%) a *Kobayashiella parasubtilissima* (34%). Ta je velmi častým rašeliništním druhem, vyskytuje se na extrémně kyselých biotopech s nízkým obsahem elektrolytů, v oligotrofních až dystrofních vodách (Krammer, Lange-Bertalot, 1991). V recentních vzorcích je *E. paludosa* v 62% zastoupení, dále *Pinnularia subcapitata*

(25%) a *Hantzschia amphioxys* (4%). Hnilica při zpracování vzorků mechorostů metodou mineralizace determinoval také druh *Navicula radians*, který nebyl přítomen v žádném jiném vzorku.

**Velká Kotlina:** Vzorky z rašelinišť této lokality pocházejí z roku 1931 a 2010, představují tedy data k hrubému referenčnímu srovnání rozsivkových společenstev. Hnilica (2010) neměl ve svém pozorování tuto lokalitu zahrnutou, pro srovnání s recentním stavem jsem tedy zpracovala vzorek zapůjčený od kolegyně Bc. Kristýny Čopjanové, která vyhodnocuje data o recentním druhovém zastoupení rozsivek vrchovišť Jeseníků z roku 2010. V subrecentním zastoupení rozsivek se jedná o lokalitu druhově nejbohatší ze všech mnou zpracovaných vzorků. Bylo determinováno 21 druhů rozsivek, nad 1 % bylo rozpoznáno 9 druhů. Mezi dominující druhy patří *Kobayashiella parasubtilissima* (73%), *Eunotia paludosa* a *Chamaepinnularia mediocris* (5%), *Achnanthes minutissima* a *Diatoma mesodon* (3%), *Encyonema gracile* a *Eunotia rhomboidea* (2%), *Navicula cryptocephala* a *Eunotia incisa* (1%). V recentním vzorku bylo determinováno pouze 5 druhů (nad 1 % 3 druhy), dominantní byla *Eunotia steineckii* (51%), *Pinnularia subcapitata* (44%) a *Navicula halophila* (5%). *E. steineckii* preferuje spíše prostředí s vyššími hodnotami pH a nižší hladinou podzemní vody (Van Dam et al., 1994). Pro seriózní porovnání by bylo třeba více vzorků. Jde totiž o rozsáhlou lokalitu, kotlinu se svahovými prameny, suchými i vlhkými místy, řadou různých mikrostanovišť, místy obtížně dostupným terénem. Na tomto příkladu je možné demonstrovat, že vyhodnocení výsledků trendů diverzity v čase může být zatíženo jistou chybou. Ta bude tím menší, čím více herbářového i recentního materiálu z lokality bude k dispozici. Prozatím jiná data k dispozici nejsou.

**Praděd:** Tato lokalita je z hlediska subrecentní rozsivkové mikroflóry popsána dvěma sběry z let 1934, 1949 a srovnána s recentním složením z roku 2010 (zapůjčeno od Čopjanové). V roce 1934 bylo determinováno 9 druhů rozsivek, nad 1% se vyskytuje pouze *Eunotia steineckii* s 99,4% zastoupením. V roce 1949 bylo určeno 20 druhů s dominujícími druhy *Kobayashiella parasubtilissima* (57%), *Eunotia steineckii* (19%) a *Chamaepinnularia mediocris* (6%). V roce 2010 má výhradní zastoupení *Eunotia paludosa* (100%).

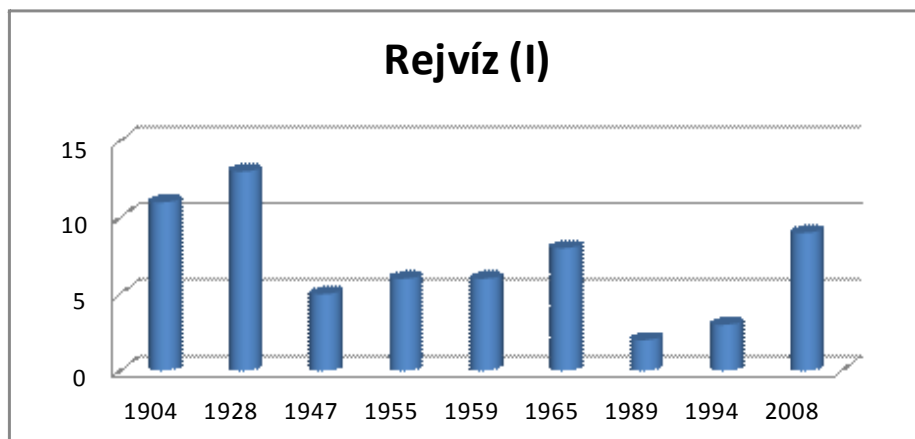
## NPR Rejvív

Rašeliniště Rejvív patří mezi lokality s nejnižší diverzitou, což koresponduje s údaji v literatuře, že s klesající hodnotou pH druhová bohatost taktéž klesá (Pouličková a kol., 2004). V současné době patří Rejvív k rašeliništím s nejnižší hodnotou pH (dle měření Hnilici (2010) z roku 2008 je hodnota pH 3,9), která je patrně dána vysokou koncentrací biologického opadu z okolních jehličnatých porostů (Hnilica, 2010).

Z hlediska vyhodnocení rozsivkové flóry je Rejvív lokalitou s nejlepší časovou řadou. Sběry mechorostů byly provedeny v březnu a červenci 1904, v roce 1928, 1947, 1959, 1965 a srovnány s recentním stavem z roku 2008 (Hnilica, 2010). V březnu 1904 bylo determinováno 16 druhů, po odfiltrování druhů s výskytem pod 1% 8 druhů. Dominujícími druhy jsou *Eunotia steineckii* a *E. paludosa* tvořící téměř 70% skladby. V červenci 1904 nalezeno 6 druhů s nejvyšším zastoupením *E. nymanniana* (99%). Jedná se o bentický druh vlhkých stanovišť s nejasnostmi v taxonomickém zařazení. Někteří autoři (Furey et al., 2011; Lange-Bertalot et al. 2011; Mayama, 1997) považují tento druh za synonymum *E. steineckii*, originální formální popis druhu je nepřesný (Lange-Bertalot et al., 2011). V roce 1928 a 1947 vysoké četnosti dosahuje *E. paludosa* (přes 75%), Rok 1959 dominuje četností *E. denticulata* (80%), druh oligotrofních kyselých vod, vrchovišť s extrémně minerálně chudými oligotrofními až dystrofními vodami (Krammer, Lange-Bertalot 1991). V roce 1965 maximální početnosti dosahuje *E. bilunaris* (87%) s kosmopolitním výskytem v přirozeně kyselém a vlhkém prostředí, typický druh rašelinišť. Hnilica (2010) potvrzuje dominanci rodu *Eunotia* s dominujícím druhem *E. paludosa*. Počet druhů v jednotlivých letech udává Graf č. 6.

**Graf č. 6:** Počet druhů rozsivek v jednotlivých letech

Data z roku 2008 převzata od Hnilica (2010), data z let 1955, 1989 a 1994 od Czudková (2010).



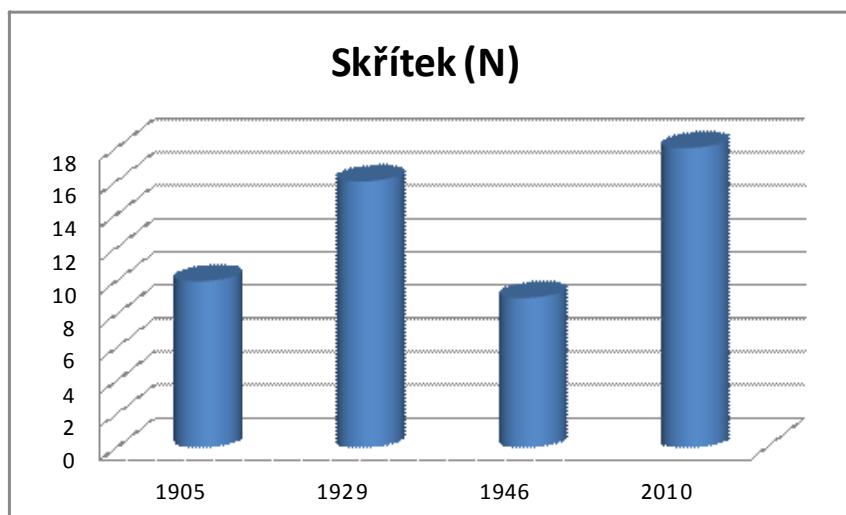
## **NPR Rašeliniště Skřítek**

Srovnání rozsivkové flóry bylo možno provést z let 1905, 1929, 1946 a 2010 (zapůjčeno od Čopjanové). Rašeliniště Skřítek je přechodové rašeliniště a má hodnotu pH vyšší než ostatní, jedná se tedy o lokalitu s vysokou druhovou diverzitou, což ve své práci potvrzuje i Čopjanová, 2011. V roce 1905 bylo určeno 10 druhů rozsivek, náležících do 6 rodů. Mezi časté zástupce patří *Chamaepinnularia mediocris* (43%), *E. exigua* (32%) a *E. steineckii* (14%). V roce 1929 bylo nalezeno 16 druhů, nejpočetnějšími druhy byly *E. bilunaris*, *E. paludosa*, *Pinnularia rupestris*.

V tomto vzorku se vyskytovaly i rozsivky centrické, např. *Cyclostephanos dubius* či *Cyclotella iris*, která je považována za fosilní (Krammer, Bertalot, 1991). Celkově se dá říct, že centrické rozsivky se vyskytují převážně v planktonu a ve vzorcích z rašeliniště by se vyskytovat neměly. Mohlo by jít o sekundární kontaminaci při zakládání herbářové položky sběratelem. Ve vzorku z roku 2010 bylo nalezeno 18 druhů s nejhojnějším zastoupením druhů *Planothidium lanceolatum* (21%), *Diatoma anceps* (16%) a *Eunotia bilunaris* (14%), druhové spektrum dominujících rozsivek se tedy v porovnání se subrecentním výskytem nijak významně neshoduje. Počet druhů v jednotlivých letech udává Graf č. 7.

**Graf č. 7:** Počet druhů rozsivek v jednotlivých letech

Data z roku 2010 převzata od Čopjanová (2011)

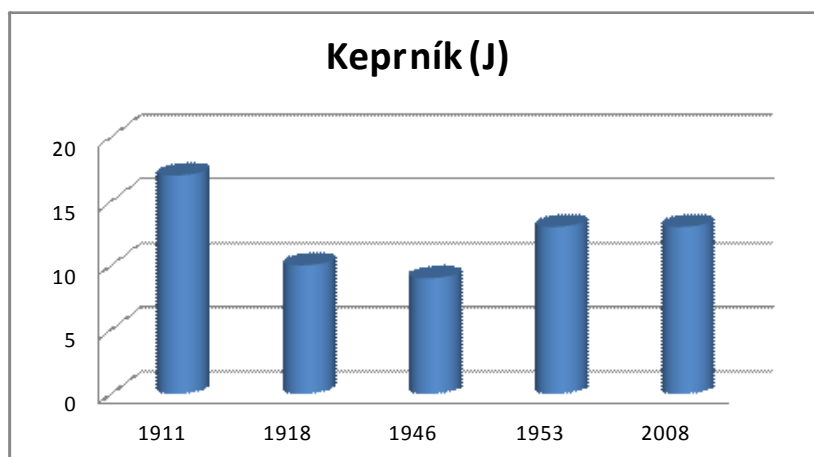


## NPR Šerák – Keprník

**Keprník:** Lokalita reprezentována sběry z let 1911, 1918, 1946, 1953 a 2008 patří mezi druhově bohatší, z roku 1911 bylo nalezeno 17 druhů s nejhojnějšími zástupci: *Anomoeoneis brachysira* (51%) a *Tabellaria ventricosa* (19%) časté epifytické druhy rašelinišť. V následujících letech došlo k poklesu druhové diverzity, v roce 1918 bylo determinováno 10 druhů, v roce 1946 určeno 9 druhů s dominantním taxonem *E. paludosa* a *Pinnularia rupestris*. V roce 1953 nalezeno 13 druhů s nejhojnějším zastoupením *E. steineckii* (76%). Hnilica v roce 2008 určil průměrně taktéž 13 druhů. Vysokého podílu dosahovaly druhy *Frustulia saxonica* (29%), *E. steineckii* (26%) a *E. paludosa* (11%). Počet druhů v jednotlivých letech udává Graf č. 8.

**Graf č. 8:** Počet druhů rozsivek v jednotlivých letech

Data z roku 2008 převzata od Hnilica (2010)



**Trojmezí:** Pro srovnání subrecentní a recentní diverzity této lokality nemáme dostatek dat. Historická data jsou zatím dostupná pouze z let 1966, kdy bylo určeno 7 druhů rozsivek s nejvyšší četností *Eunotia denticulata* (68%) a *E. paludosa* (22%) a 1993 (Czudková), kdy bylo nalezeno 8 druhů s dominancí *Gomphonema parvulum* (81%). Hnilica (2010) vyhodnotil Trojmezí jako lokalitu druhově chudší s nejpočetnějšími druhy *Frustulia saxonica*, *E. paludosa* (u nichž je patrná již zmíněná vikarizace taxonů), dále *E. denticulata* a *Gomphonema parvulum*.

**Vozka:** Sběry mechorostů z let 1934, 1947 a 1955 vykazují v rozsivkové skladbě druhově chudé stanoviště v porovnání s ostatními lokalitami. Vzorky dosahovaly průměrné druhové bohatosti v rozmezí 6 až 11 druhů. Nejhojnějším druhem těchto lokalit je druh *Eunotia paludosa* (53%), paradoxně nízké četnosti dosahuje druh *Frustulia saxonica*. V recentních vzorcích z roku 2008 dosahoval druh *Frustulia saxonica* nejvyššího zastoupení. Vysokého podílu dosahovaly také druhy *Eunotia paludosa*, *Pinnularia rupestris*, a *Eunotia denticulata*.

Pro přehled druhového zastoupení rozsivek v jednotlivých vzorcích uvádím Graf č. 9





## 4.2 CELKOVÉ VYHODNOCENÍ

Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí softwaru pro mnohorozměrné hodnocení společenstev CANOCO pro Windows (verze 4.5). Nejdříve byla provedena neparametrická detrendovaná korespondenční analýza (DCA) pomocí segmentů, metoda nepřímé ordinace, pro zjištění délky gradientu. Jeho výsledná hodnota byla větší než 2,5, proto byla dále použita kanonická korespondenční analýza CCA, což je jedna z metod nelineární ordinační analýzy. Výsledky DCA a Monte-Carlo permutačního testu jsou uvedeny v tabulce č. 4,5.

**Tabulka č. 4:** Výsledek DCA analýzy

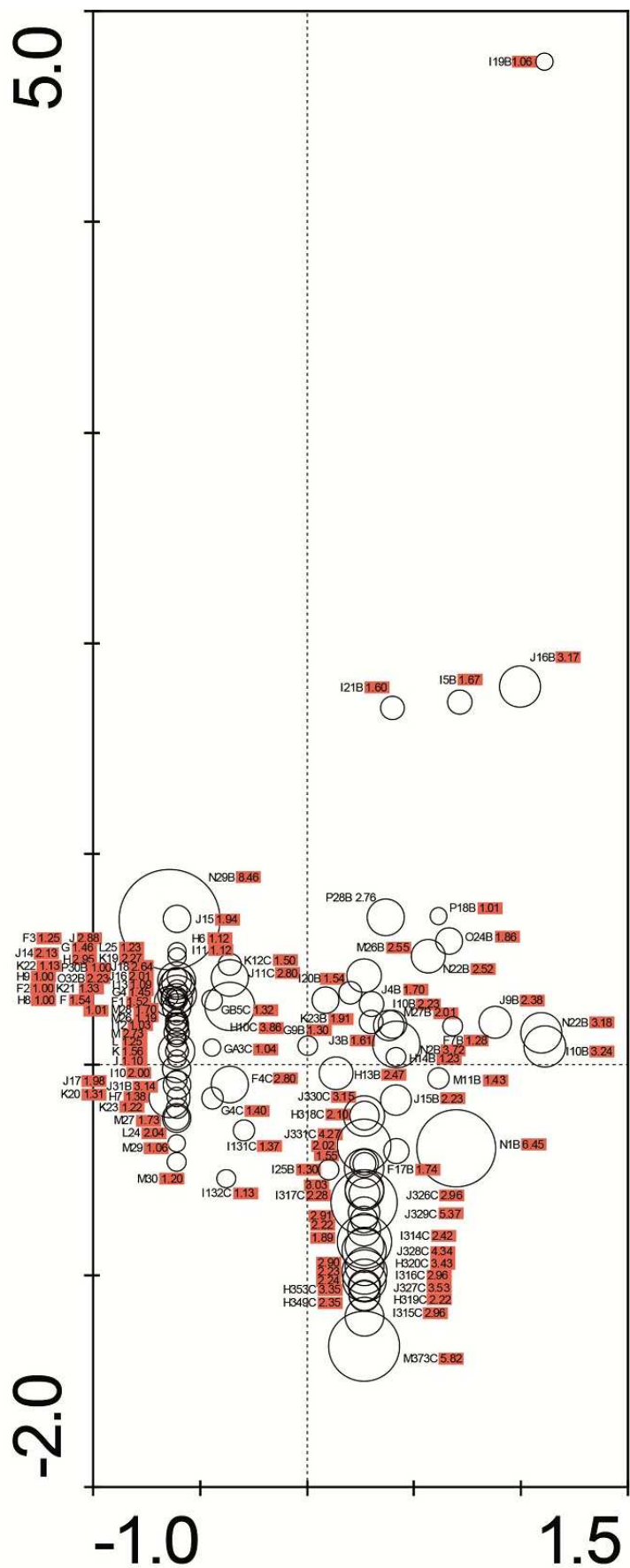
**** Summary ****					
<b>Axes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Total inertia</b>
<b>Eigenvalues</b>	0.849	0.650	0.540	0.406	11.185
<b>Lengths of gradient</b>	6.448	3.452	3.608	3.085	
<b>Cumulative percentage variance of species data</b>	7.6	13.4	18.2	21.9	
<b>Sum of all eigenvalues</b>					<b>11.185</b>

**Tabulka č. 5:** Výsledek Monte-Carlo permutačního testu

**** Summary of Monte Carlo test ****	
<b>Test of significance of all canonical axes:</b>	Trace = 0.281
	F-ratio = 3.306
	P-value = 0.0100
(499 permutations under reduced model)	

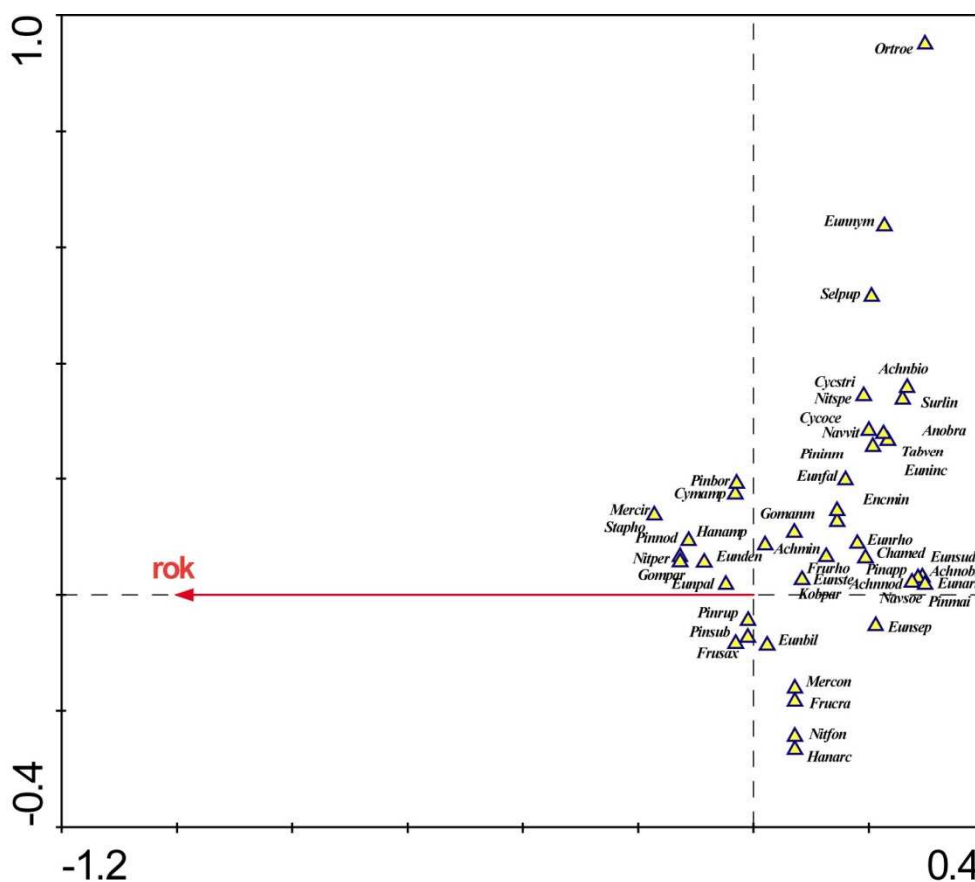
**Graf č. 10:** Ordinační diagram CCA analýzy s promítnutými lokalitami

Rok sběru použit jako vysvětlující proměnná, vysvětlivky zkratk lokalit mnou zpracovaných v tab. č.1, recentní vzorky viz Hnilica 2010; velikost symbolu a červeně zvýrazněné číslo znamená diverzitu.



### Graf č. 11: Ordinační diagram CCA analýzy s promítnutými druhy

Rok sběru použit jako vysvětlující proměnná, odfiltrováno 5% dolních druhů, seznam zkratk viz Příloha III, tab. 2



Grafy č. 10 a 11 jsou výsledkem CCA analýzy zobrazující rozmístění lokalit v ordinačním prostoru na základě druhového složení s rokem sběru jako vysvětlující proměnnou. V grafu 10 jsou vyznačeny lokality a druhová diverzita, v grafu 11 jsou vyznačeny druhy, které zodpovídají za rozmístění lokalit v ordinačním prostoru. První osa, která koresponduje s rokem sběru, vysvětluje 7,6% variability druhového složení, druhá osa vysvětluje 13,4% celkové variability. Z grafu vyplývá, že druhová diverzita novějších vzorků (v levé části ordinačního prostoru) je menší než u starších. Za zmínku stojí lokality N1B a N29B s nejvyšší diverzitou. Jedná se o lokalitu Skřítek, druhově nejbohatší přechodové rašeliniště s nejvyšším pH. Odchýlená hodnota vpravo nahoře značí lokalitu Rejvíz I19B z roku 1904, druhově chudou lokalitu s dominujícím druhem *Eunotia nymanniana*. S poklesem diverzity (Graf č. 10) dochází v recentních vzorcích k posilování dominance druhů, nacházejících se v Grafu č. 11 vlevo. Vertikální osa nejspíš koresponduje s vlhkostí, na což ukazuje výskyt aerofytických druhů *Eunotia paludosa*, *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys* v levé horní části ordinačního

prostoru, ve srovnání s vlhkomilným druhem *Frustulia saxonica* v levé dolní části diagramu.

Rozsivky rašelinišť, svahových pramenišť a mokřadů jsou velmi často středem zájmu algologů (Buczko et al., 2005; Pouličková a kol., 2004; Yallop et al., 2008; Winder et al., 2008; Ohtani et al., 1987; Van Dam et al., 1993; Rakowska et al., 2007; Picińska-Fałtynowicz, 2007). Vzhledem k mikroskopickým rozměrům a délce životního cyklu lze předpokládat, že na změny stanovištních podmínek budou reagovat rychleji než makroskopické organismy (Štěpánková 2012). Jizerské hory a Jeseníky byly pro projekt „Současné a historické změny horských rašelinišť Sudet“ vybrány záměrně. Řešitelé předpokládali, že se jim podaří prokázat vliv imisní zátěže Jizerských hor na diverzitu společenstev rašelinišť. Ukazuje se však, že Jizerské hory začínají regenerovat. Není to zatím patrné na vegetaci vyšších rostlin, ale krásivky již zlepšení stanovištních podmínek indikují. Štěpánková a kol. 2012 dokládá toto tvrzení celou řadou hodnotných floristických nálezů. Rovněž rozsivková flóra ombrotrofních rašelinišť Jizerských hor a Jeseníků se signifikantně neliší (Pouličková et al., v tisku). Variabilita uvnitř rašelinišť, daná mikrotopografií terénu je větší, než variabilita mezi jednotlivými rašeliništi. Podobně reagují i jiné mikroorganismy obývající vlhké mechorosty mokřadů, např. krytenky, nálevníci atd. (Lamentowicz a kol., 2010). Řídicími faktory, ovlivňujícími biotu jsou pH, vlhkost a konduktivita (Pouličková et al., v tisku; Bragazza a kol., 2005). Recentní flóru rozsivek Jizerských hor a Jeseníků (Hnilica, 2010; Rutová, 2010; Bergová, 2011; Kubišová, 2012) doposud nebylo s čím porovnávat. Tato diplomová práce z Jeseníků a podobné práce (Novotná, 2012), Czudková, 2012) přináší unikátní data k subrecentní flóře rozsivek obou pohoří od roku 1898. Výsledky těchto prací se shodují v celkovém úbytku diverzity obou pohoří (Novotná, 2012; Czudková, 2012). V porovnání se všemi jmenovanými pracemi z obou pohoří jsem našla nejvíce druhů. To je způsobeno tím, že moje práce zahrnuje i přechodová, méně kyselá rašeliniště, jejichž druhová bohatost i diverzita jsou vyšší (Nováková, 2002; Buczko, 2005). Vzhledem k zastavení acidifikace (Štěpánková, 2012) a zvyšování zastoupení rozsivek tolerujících vysoušení (*E. paludosa*, *P. borealis*) by tento jev bylo vhodné konfrontovat s dlouhodobými srážkovými úhrny v obou pohořích.

## 5 ZÁVĚR

Diplomová práce navazuje na práci bakalářskou. Hlavním úkolem této práce bylo zpracovat historické vzorky rozsivek z herbářových položek mechorostů a podat tak první cenné informace o subrecentní diverzitě rozsivek na rašeliništích Jeseníků. Dále se pokusit výsledky porovnat s recentními vzorky z rašelinišť získanými v rámci jiné diplomové práce (Hnilica, 2010) a odebranými jinými studenty (Čopjanová-v přípravě). Předkládaná práce zároveň přispívá do projektu „Současné a historické změny na horských rašeliništích Sudet“ a lze z ní vyvodit následující závěry:

1. Z území CHKO Jeseníky byly získány herbářové položky mechorostů z muzeí v Litoměřicích, Brně a Praze z let 1904 až 1971. Z 11 vymezených lokalit bylo zmineralizováno a determinováno 28 vzorků rozsivek.
2. V preparátech bylo určeno 108 druhů rozsivek, zastoupených v 30 rodech. Větší počet druhů oproti předchozím studiím na ombrotrofních rašeliništích je dán zařazením přechodových rašelinišť. Dominantními rody jsou *Eunotia* (63,8%) a *Kobayasiella* (17,5%). Významný podíl zaujímají také rody *Frustulia* (5,0%), *Chamaepinnularia* (4,3%) a *Pinnularia* (4,0%). Z druhů se nejvíce vyskytovala *E. paludosa*, *K. parasubtilissima* a *E. steineckii*, tyto tři taxony se na druhové skladbě podílely z více než 55%.
3. V rámci lokalit je druhově nejpestřejší Keprník. Druhově nejchudší lokalitě jsou Máj, Barborka, Slatě a Rejvíz. Druhovú bohatost klesá s klesajícím pH.
4. Zabývala jsem se také vývojem rozsivkových společenstev v čase. Z porovnání subrecentních a recentních vzorků (zpracovaných v diplomové práci Hnilici 2010) vyplývá, že diverzita rozsivek v Jeseníkách celkově poklesla, vyskytují se stejné druhy, ale mění se jejich zastoupení. Současně se s poklesem diverzity zvyšuje dominance některých druhů tolerujících vysychání např. *Eunotia paludosa*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*.
5. Porovnávání vzorků recentních získaných metodou výtlačku z mechorostu a vzorků získaných metodou mineralizace mechorostů z herbářových položek je možné. Interpretace výsledků je obtížná pro nedostatek informací o historických herbářových položkách (přesná lokalizace, typ mikrobiotopu – bult/šlenk). Protože však neexistují literární údaje o rozsivkové flóře Jeseníků v minulosti, jde o první a unikátní informace, které se v rámci této diplomové práce podařilo získat.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALLES, E.; NÖRPEL-SCHEMPP, M.; LANGE-BERTALOT, H. (1991): Zur Systematik und Ökologie charakteristischer *Eunotia*-Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachberläufen, Nova Hedwigia, 53: 171-213.

AMATO, A.; KOOISTRA, J.; GHIRON, D.; MANN, T. (2007): Reproductive isolation among sympatric cryptic species in marine diatoms: Protist, v.158, 193-207p.

AMBROŽOVÁ, J. (2002): Mikroskopické praktikum z hydrobiologie: Fakulta technologie ochrany prostředí, VŠCHT v Praze, 182 str.

BRAGAZZA, L. et al (2005): Multiple gradients in mire vegetation: a comparison of a Swedish and an Italian bog. – Plant Ecol. 177: 223-236.

BŘÍZOVÁ, E. (2004): Palynologický výzkum rašelinišť a jezer pro účely geologického mapování. Aktuality šumavského výzkumu II, 164 str.

BURHOLDER, J. M et al. (1990): Direct comparasion of phosphate-uptake by adnate and loosely attached microalgae within an intact biofilm matrix. – Applied and Environmental Microbiology 56: 2882-2890

BUZCKÓ, K.; WOJTAL, A. (2005): Moss-inhabiting siliceous algae from Hungarian peat bogs. - Studia Bot. Hung. 36: 21-42 p.

CEFARELLI, A.O. et al. (2011): Phytoplankton composition and abundance in relation to free-floating Antarctic icebergs. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 58(11-12), 1436-1450 pp.

COESEL, P. F. M. (1998): Sieralgen en Natuurwaarden. Stichting Uitgeverij K. N. N. V., Utrecht, 57 str.

CZUDKOVÁ, M. (2010): Diverzita rozsivek v rašeliništích Jeseníků, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Bakalářská práce, 48 str.

ČIPOVÁ, H. (2012): Rozsivky jako biologické prvky kvality tekoucí vody – fytobentos řeky Zrzávka, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity v Brně, Bakalářská práce, 37 str.

- ČOPJANOVÁ, K. (2011): Diverzita Bacillariophyceae v rašeliništích Jeseníků, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Bakalářská práce, 46 str.
- DE NICOLA, D. M. (2000): A review of diatoms found in highly acidic environments. *Hydrobiologia* 433: 111–122.
- DEMEK, J. et al. (2006): Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny: AOPK ČR, 580 s.
- DEYOE, H. R.; LOWE, R. L.; MARKS, J. C. (1992): Effects of nitrogen and phosphorous on the endosymbiont load of *Rhopalodia gibba* and *Epithemia turgida* (Bacillariophyceae). - *Journal of Phycology* 28: 773-777 p.
- FAIRCHILD, G. W.; LOWE, R. L.; RICHARDSON, W. B. (1985): Algal periphyton growth on nutrient-diffusing substrates – An in situ bioassay. - *Ecology* 66: 465-472 p.
- FRITZ, S. C. et al (1999): Diatoms as indicators of hydrologic and climatic change in saline lakes, Cambridge, Velká Británie, Cambridge University Press, 41-72 str.
- FALASCO, E.; BONA, F. (2011): Diatom community biodiversity in an Alpine protected area: a study in the Maritime Alps Natural Park, Università di Torino, *J. Limnol.*, 70(2): 157-167
- FUREY, P.C.; LOWE, R.L.; JOHANSEN, J.R. (2011): *Eunotia* (Bacillariophyta) of the Great Smoky Mountains National Park, USA. *Bibliotheca Diatomologica* 56: 1-134.
- GORDON, R.; LOSIC, D.; TIFFANY, M. A.; NAGY, S. S.; STERRENBURG FRITHJOF, A. S.: The Glass Menagerie: Diatoms for novel applications in nanotechnology, *Trends in Biotechnology*, 27 (2): 116-127p.
- HINDÁK, F.; CYRUS, Z.; MARVAN, P.; JAVORNICKÝ, P.; KOMÁREK, J.; ETTL, H.; ROSA, K.; SLÁDEČKOVÁ, A.; POPOVSKÝ, J.; PUNČOCHÁŘOVÁ, M.; LHOTSKÝ, O. (1978) : Sladkovodné riasy. Slovenské Pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 724 str.
- HNILICA, R. (2010): Epifytické rozsivky rašelinišť Jeseníků, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Diplomová práce, 45 str.



JÓŽA, M. et al. (2004): Jizerskohorská rašeliniště. – Jizersko-Ještědský horský spolek, občanské sdružení, Liberec, 159 pp.

KALINA, T. (1994): Systém a vývoj sinic a řas. Karolinum, Praha, 165 str.

KALINA, T., URBAN Z. (1980): Systém a evoluce nižších rostlin. – Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 416 str.

KALINA, T.; VÁŇA, J. (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha UK, 606 str.

KAŠTOVSKÝ, J. et al. (2010): A review of the alien and expansive species of freshwater cyanobacteria and algae, a case study from the Czech Republic. Biological Invasions

KAVALCOVÁ, V.; KAVALEC, K. a kol. (2003): Chráněná krajinná území CHKO Jeseníky. In: Šafář J. a kol. (2003): Chráněná území ČR – Olomoucko, svazek VI. – Agentura ochrany přírody a EkoCentrum Brno, Praha.

KELLY, M. G. (2001): Use of similarity measures for the quality control of benthic diatom samples. Water Research. 35: 2784–2787.

KOČÍ, K. et al. (2007) : CHKO Jeseníky - ACTEA – společnost pro přírodu a krajinu ve spolupráci se Správou CHKO Jeseníky, 218 str.

KRAMMER, K.; BERTALOT, H.L. (1986: *Bacillariophyceae : Teil 1:*

*Naviculaceae*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 876 str.

KRAMMER K.; BERTALOT H.L. (1988): *Bacillariophyceae : Teil 2:*

*Naviculaceae*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 610 str.

KRAMMER K.; BERTALOT H.L. (1991): *Bacillariophyceae: Teil 3: Centrales,*

*Fragilariaceae, Eunotiaceae*: Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 598s.

KRAMMER K.; BERTALOT H.L. (1991): *Bacillariophyceae : Teil 4:*

*Achnanthaceae*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 437 str.

- KVAČEK, Z. et al., (2000): Základy systematické paleontologie I.: paleobotanika, paleozoologie bezobratlých, Praha, ČR, Karolinum, 228 s.
- LAMENTOWICZ, M. (2010): Contrasting species-environment relationships in communities of testate amoebae, bryophytes and vascular plants along the fen-bog gradient. – Microb. Ecol. 59: 499-510.
- LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M.; WITKOWSKI, A.; TAGLIAVENTI, N. (2011): *Eunotia* and some related genera. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 6: 747 pp.
- LELÁK, J.; KUBÍČEK, F. (1991): Hydrobiologie, Karolinum, Praha. 257 str.
- MANN, D., (1999): The species concept in diatoms: Phycologia, v. 38, 437- 495 p.
- MAYAMA, S. (1997): *Eunotia nymanniana* Grunow and related taxa. Diatom, 13: 31-37 pp.
- MEOLLER, R. E. et al. (1988): Significance of sedimentary phosphorus to a rooted submerged macrophyte (*Najas flekalis*) and its algal epiphytes. - Aquatic Botany 32: 261-281 p.
- NĚMEJC, F. (1959): Paleobotanika I., Československá Akademie věd, Academia Praha, 237 – 246 s.
- NOVÁKOVÁ, S. (2002): Algal flora of subalpine peat bog pools in the Krkonoše Mts. – Preslia 74: 45–56.
- OHTANI, S.; KANDA, H. (1987): Epiphytic algae on the moss community of *Grimmia lawiana* around Syowa station, Antarctica.- Proc. NIPR Symp. Polar Biol. 1: 255-264p.
- PETERSON C. G., GRIMM N. B. (1992): Temporal variation in enrichment effects during periphyton succession in a nitrogen-limited desert stream ecosystem. - Journal of the North American Benthological Society 11: 20-36
- PICIŃSKA-FAŁTYNOWICZ, J. (2007): Epilithic diatoms as indicators of water quality and ecological status of streams of Sudety Mountains (South-Western Poland). Arch. Hydrobiol. 161(3/4): 287–305.

- PIVNIČKOVÁ, M. (1997): Ochrana rašelinných mokřadů. AOPK ČR, Praha, 32 str.
- POKORNÝ, V.; KRHOVSKÝ, J.; ŠPINAR, Z.; PACLTOVÁ, B.; HOUŠA, V.; MAREK, J. (1992): Všeobecná paleontologie, Praha ČR, Karolinum, 296 str.
- POULÍČKOVÁ, A. et al. (1998) : Ochrana podhorských a horských toků. Úvod do studia jejich biocenóz. ČSOP Vlašim. 127 str.
- POULÍČKOVÁ, A. et al (2004): Distribution of diatoms and bryophytes on linear transects through spring fens. – Nova Hedwigia 78(3-4):411-424.
- POULÍČKOVÁ, A.; BERGOVÁ, K.; HNILICA, R.; NEUSTUPA, J.: Epibryic diatoms from ombrotrophic mires: diversity, gradients and indicating options. – Nova Hedwigia, v tisku
- RAKOWSKA, B.; SITKOWSKA, M. (2007): *Bacillariophyceae* and Chlorophyta of the Zdzisławow peatbog at the village of Kwilno near the town of Piątek (Łódź Province), Oceanological and Hydrobiological Studies, 36 (Suppl. 1): 107–112.
- REAVIE, D. E. et al. (2008): Comparison of simple and multimetric diatom-based indices for Great Lakes coastline disturbance, Journal of Phycology , 44: 787-802 s.
- ROTT, E.; PIPP, E.; PFISTER, P. (2003): Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. Algological Studies 110: 91–115.
- ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. (1990): The diatoms. Biology and morphology of the genera. - Cambridge University, Press, 747 p.
- RUTOVÁ, Z. (2010): Diverzita Bacillariophyceae v rašeliništích Jizerských hor, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Diplomová práce, 69 str.
- RYBNÍČEK, K. (1984): Přehled rostlinných společenstev rašelinišť a mokřadních luk Československa, Praha: Studie ČSAV, 123 s.

- RYBNÍČEK, K. (1997): Monitorování vegetačních a stanovištních poměrů hřebenových rašelinišť Hrubého Jeseníku – výchozí stav. *Příroda*, Praha, 11: 53 – 66 str.
- RYBNÍČEK, K.; HOUŠKOVÁ, E. (1994): Vegetační a stanovištní změny na rašeliništích Jizerských hor za období 1980–1991. – *Příroda* 1: 129–136.
- SITÁŘ, V. (1982): Systematická paleobotanika, 1. vyd. Bratislava, Universita Komenského, 34 – 40 s.
- STEVENSON, R. J. (1996): An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. *Algal ecology: Freshwater benthicecosystems*. Academic Press Limited, London, 3–30 pp.
- STEVENSON, R. J.; PAN, Y. (1999): Assessing enviromental conditions in rivers and streams with diatoms. In: Stoermer E. F., Smol J. P. (eds) *The diatoms: Application for the environmental and earth sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, 11–40 pp.
- SVOBODA, P. (2009): Prostorová a sezónní dynamika fyto bentosu, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Bakalářská práce, 31 str.
- ŠAFÁŘ, J.. et al. (2003): Olomoucko: Chráněná území ČR VI. Brno, Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 454 s.
- ŠPAČEK, J. (1999): Hlenky, houby, řasy. PřF Masarykovy univerzity, Brno, 134 s.
- ŠTĚPÁNKOVÁ, J. a kol. (2012) Diversity and ecology of desmids of peat bogs in the Jeseníky Mts: spatial distribution, remarkable finds. *Fottea* 12(1): 111–126 p.
- ŠTĚPÁNKOVÁ, J. (2012): Diverzita a ekologie krásivek oligotrofních vod: stav společenstev antropicky ovlivněném prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Disertační práce, 146 str.
- TOMÁŠEK, M. (2007): Půdy České republiky. 4. vydání, Praha: Česká geologická služba, 67 str.

VAN DAM, H.; MERTENS, A. (1993): Diatoms on herbarium macrophytes as indicators for water quality. *Hydrobiologia* 269/270: 437-445 p.

VAN DEN HOEK, C. et al. (1995): *Algae: An introduction to phycology*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 627 str.

WEISSMANNOVÁ, H. a kol. (2004): *Chráněná území ČR, svazek X*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 456 str.

WINDER, M. ET AL. (2008): Lake warming favours small-sized planktonic diatom species, *The Royal Society*, 427-435 p.

YALLOP, M. et al. (2008): Validation of ecological status concepts in UK rivers using historic diatom samples. *Aquatic Botany* 9: 289-295 p.

ZMRHALOVÁ M. (1995): *Květena Hrubého Jeseníku*. Okresní vlastivědné muzeum, Šumperk, 47 str.

ŽÍDKOVÁ E., KAVALCOVÁ E. (1981): *Chráněná krajinná oblast Jeseníky*. Krajské středisko státní památkové péče a ochrany přírody v Ostravě, Ostrava. 5 s.

## 6.1 INTERNETOVÉ ZDROJE

Znachor, P. Rozsivky – podivuhodné řasy. *Živa* [online]. 2008 [cit. 2010-05-20].

Dostupné na WWW:

<<http://ziva.avcr.cz/2008-1/rozsivky-podivuhodne-rasy-v-krabicce.html>>

Rulík, M.: Bioindikace kvality vodního prostředí, Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. Dostupné na WWW:

<<http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fekologie.upol.cz%2Fku%2Fahdo%2FBIOIN4.DOC&ei=0nkiUJykOc3ltQag8IHgBw&usg=AFQjCNFF7Ue0DsAcP0XCFIJQDsGZPRxkDQ>>

Říhová Ambrožová, J. *Encyklopedie hydrobiologie*. Elektronická publikace.

Vydavatelství VŠCHT [online]. c2006 [cit. 2010-05-20]. Dostupné na WWW:

<[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.help.htm](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.help.htm)>

Schmidtová, T., Hajný, L., Halfar, J., Chlapek, J: Chráněná krajinná oblast Jeseníky, Časopis Příroda [online]. 2009, č. 3, Dostupné na WWW:

<<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/res/data/007/000910.pdf?seek=>>

CHKO Jeseníky. Charakteristika oblasti.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=386>>

CHKO Jeseníky. Geomorfologie.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=392>>

CHKO Jeseníky. Půdní poměry.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=395>>

CHKO Jeseníky. Klimatické poměry.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=398>>

CHKO Jeseníky. Flóra.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=399>>

CHKO Jeseníky. NPR Šerák- Keprník.[online]. Dostupné na WWW:

<<http://old.ochranaprirody.cz/jeseniky/index.php?cmd=page&id=3168>>

CHKO Jeseníky. Velká Kotlina. [online]. 2011 [cit. 2011-02-14]. Dostupné na WWW:

< <http://www.jeseniky.ochranaprirody.cz> >

CHKO Jeseníky. NPR Rejvíz. [online]. 2010. [cit. 2010-05-04]. Dostupné na WWW:

<<http://www.jeseniky.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=3167>>

AOPK ČR: NPR Rejvíz [online]. Dostupné na WWW:

<[http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR\\_rejviz\\_cz](http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_rejviz_cz)>

AOPK ČR: NPR Rašeliníště Skřítek [online]. Dostupné na WWW:

<[http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR\\_raseliniste\\_skritek\\_cz](http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_raseliniste_skritek_cz)>

<<http://botany.cz/cs/velka-kotlina/>>

<<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/clanky/chranena-krajinna-oblast-jeseniky.html>>

## 7 PŘÍLOHY

**Příloha I:** Fotografie k metodice výzkumu

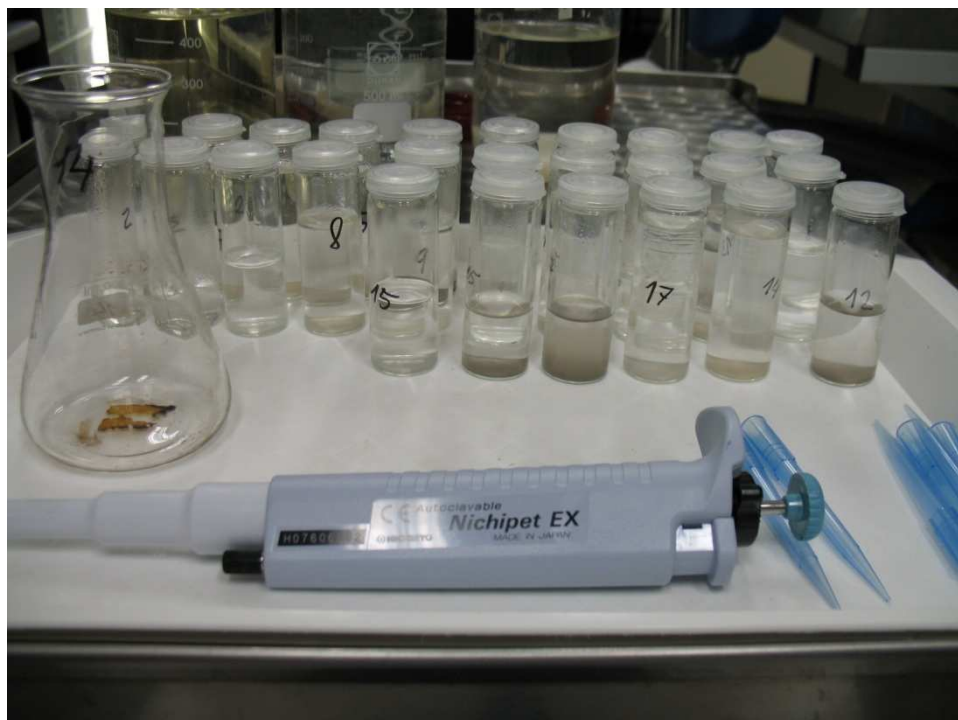
**Obr. č. 4:** Mineralizace mechorostů- vzorky v Erlenmayer. baňkách (100ml)



**Obr. č. 5:** Mineralizace mechorostů- baňky při varu



**Obr. č. 6:** Mineralizace mechorostů- sedimentace vzorků



**Obr. č. 7:** Příprava trvalých preparátů- kapka suspenze na krycím sklíčku

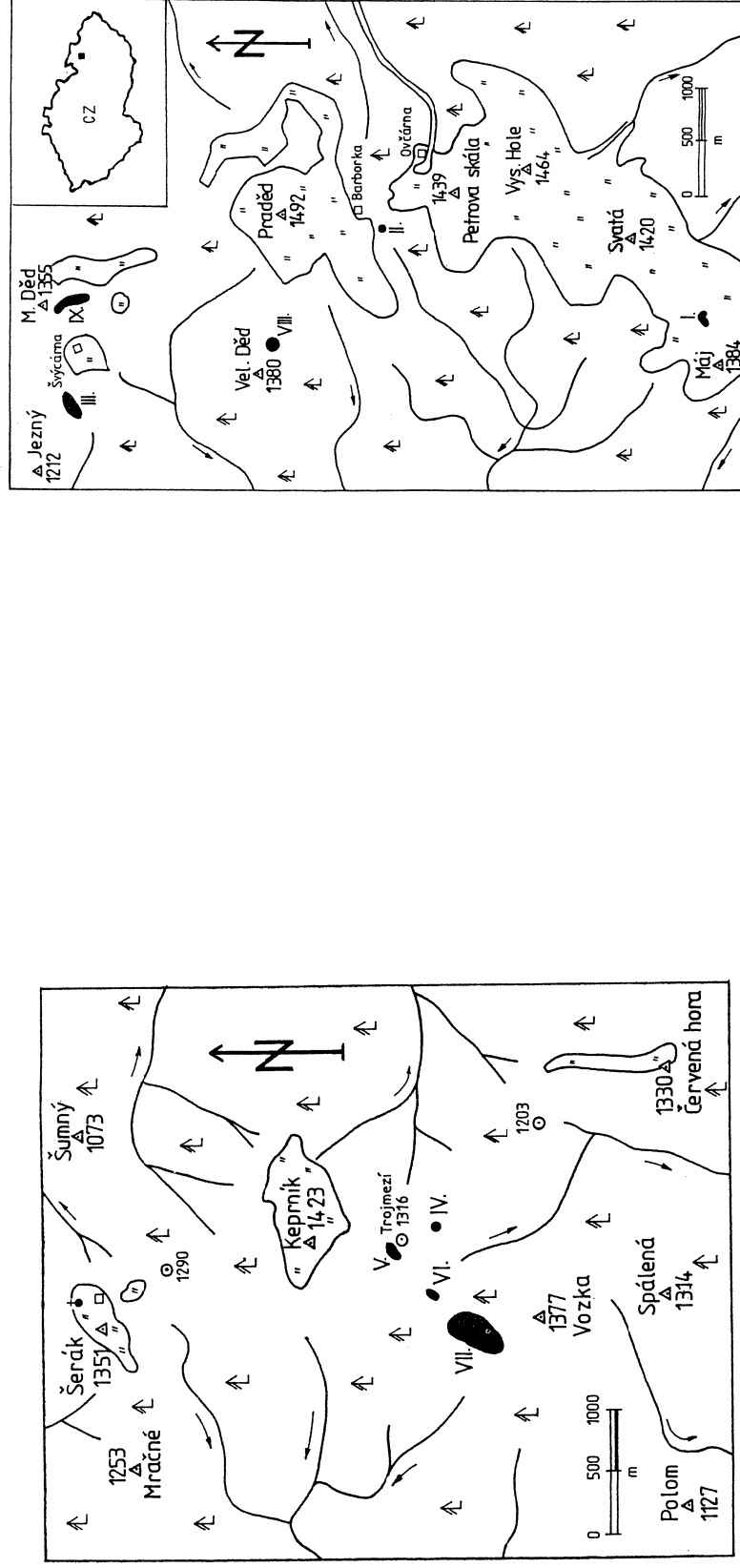




**Obr. č. 8:** Hotový preparát



**Příloha II:** Mapy s vyznačenými lokalitami (Rybníček K., 1997)



**Obr. č. 9:** IV-Trojmezí A, V-Trojmezí B,

VI-Sedlo pod Vozkou, VII-Vozka

**Obr. č. 10:** I-Sedlo pod Májem, II-Sedlo u Barbořky,

III-Slatě

### Příloha III: Seznam použitých zkratk

**Tab. 2:** Seznam nalezených druhů (nomenklatura sjednocena podle databáze Index nominuj algarum) a použitých zkratk

<i>Achnanthes bioretii</i>	GERMAIN	Achnbio
<i>Achnanthes minutissima</i>	KÜTZING	Achnmin
<i>Achnanthes minutissima</i> (var. <i>affinis</i> )	GRUNOW	Achnmin
<i>Achnanthes nodosa</i>	CLEVE	Achnod
<i>Achnanthes oblongella</i>	ØSTRUP	Achnobl
<i>Achnanthes rosenstockii</i>	HUSTEDT	Achnros
<i>Achnanthes subatomoides</i>	HUSTEDT	Achnsub
<i>Anomoeoneis brachysira</i>	CLEVE	Anobra
<i>Anomoeoneis vitrea</i>	ROSS	Anovit
<i>Caloneis bacillum</i>	CLEVE	Calbac
<i>Caloneis tenuis</i>	GREGORY	Calten
<i>Craticula halophila</i> ( <i>Navicula halophila</i> )	GRUNOW EX VAN HEURCK	Crahal
<i>Cyclostephanos dubius</i>	HUSTEDT	Cycdub
<i>Cyclotella iris</i>	BRUN&HERIBAUD	Cyciri
<i>Cyclotella ocellata</i>	PANTOCSEK	Cycoce
<i>Cyclotella striata</i>	(KÜTZING) GRUNOW	Cycstr
<i>Cymbella amphicephala</i>	NÄGELI EX KÜTZING	Cymamp
<i>Cymbella microcephala</i>	GRUNOW	Cymmlic
<i>Diadesmis aerophila</i> ( <i>Navicula aerophila</i> )	(KRASSKE) MANN	Diaaer
<i>Diatoma anceps</i>	EHRENBERG	Diaanc
<i>Diatoma mesodon</i>	KÜTZING	Diames
<i>Encyonema gracile</i> ( <i>Cymbella gracile</i> )	RABENHORST	Encgra
<i>Encyonema minuta</i> ( <i>Cymbella minuta</i> )	HILSE IN RABENHORST	Encmin
<i>Encyonema silesica</i> ( <i>Cymbella silesica</i> )	KÜTZING	Encsil
<i>Epithemia</i> sp.	KÜTZING	Epi
<i>Eunotia arculus</i>	GRUNOW	Eunarcul
<i>Eunotia arcus</i>	EHRENBERG	Eunarc

<i>Eunotia bilunaris</i>	EHRENBERG	Eunbil
<i>Eunotia denticulata</i>	(BRÉBISSON) RABENHORST	Eunden
<i>Eunotia exigua</i>	(BRÉBISSON) RABENHORST	Eunexi
<i>Eunotia fallax</i>	GRUNOW	Eunfal
<i>Eunotia glacialis</i>	MEISTER	Eungla
<i>Eunotia implicata</i>	NÖRPEL	Eunimp
<i>Eunotia incisa</i>	SMITH EX GREGORY	Euninc
<i>Eunotia nymanniana</i>	GRUNOW	Eunnym
<i>Eunotia paludosa</i>	GRUNOW	Eunpal
<i>Eunotia praerupta</i>	EHRENBERG	Eunpra
<i>Eunotia pseudopectinalis</i>	HUSTEDT	Eunpse
<i>Eunotia rhomboidea</i>	HUSTEDT	Eunrho
<i>Eunotia septentrionalis</i>	ØSTRUP	Eunsep
<i>Eunotia steineckii</i>	PETERSEN	Eunste
<i>Eunotia sudetica</i>	MÜLLER	Eunsud
<i>Eunotia tenella</i>	(GRUNOW) HUSTEDT	Eunten
<i>Fragilaria capucina</i>	DESMAZIÈRES	Fracap
<i>Fragilaria delicatissima</i>	SMITH	Fradel
<i>Fragilaria fasciculata</i>	AGARDH	Frafas
<i>Fragilaria virescens</i>	RALFS	Fravir
<i>Frustulia rhomboides</i>	EHRENBERG	Frurho
<i>Frustulia saxonica</i>	RABENHORST	Frusax
<i>Gomphonema acuminatum</i>	EHRENBERG	Gomacu
<i>Gomphonema angustatum</i>	(KÜTZING) RABENHORST	Gonang
<i>Gomphonema angustum</i>	AGARDH	Gomanm
<i>Gomphonema gracile</i>	EHRENBERG	Gomgra
<i>Gomphonema parvulum</i>	KÜTZING	Gompar
<i>Hantzschia amphioxys</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	Hanamp
<i>Chamaepinnularia mediocris (Navicula)</i>	KRASSKE	Chamed
<i>Kobayasiella parasubtilissima (Navicula subtilissima)</i>	KOBAYASI & NAGUMO	Kobpar
<i>Luticola mutica (Navicula mutica)</i>	(KÜTZING) MANN	Lutmut

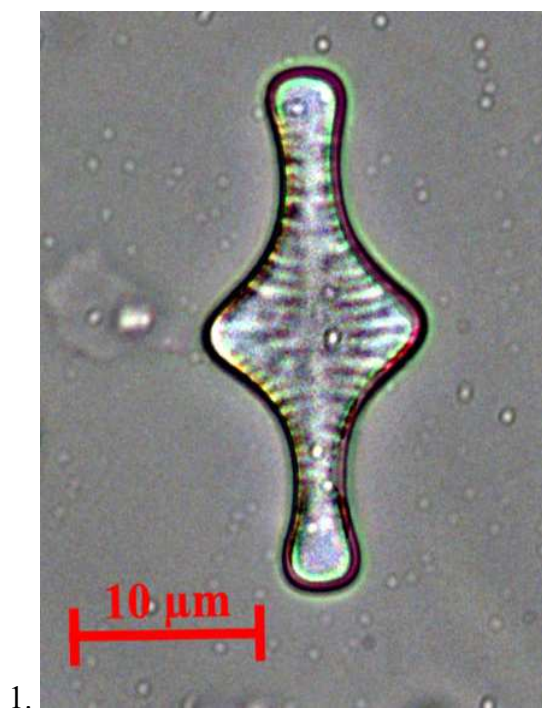
<i>Luticola nivalis (Navicula nivalis)</i>	EHRENBERG	Lutniv
<i>Luticola paramutica (Navicula paramutica)</i>	(BOCK) MANN	Lutpar
<i>Luticola pseudonivalis (Navicula pseudonivalis)</i>	BOCK	Lutpse
<i>Luticola saxophila (Navicula saxophila)</i>	BOCK EX HUSTEDT	Lutsax
<i>Meridion circulare</i>	AGARDH	Mercir
<i>Muelleria gibbula (Navicula gibbula)</i>	CLEVE	Muegib
<i>Navicula angusta</i>	GRUNOW	Navang
<i>Navicula atomus</i>	(KÜTZING) GRUNOW	Navato
<i>Navicula canoris</i>	HOHN & HELLERMAN	Navcan
<i>Navicula capitata</i>	CLEVE	Navcap
<i>Navicula cryptocephala</i>	KÜTZING	Navcry
<i>Navicula gallica</i>	(SMITH) LAGERSTEDT	Navgal
<i>Navicula gregaria</i>	DONKIN	Navgreg
<i>Navicula lundii</i>	REICHARDT	Navlun
<i>Navicula minima</i>	GRUNOW	Navmin
<i>Navicula schoenfeldi</i>	HUSTEDT	Navsch
<i>Navicula soehrensii</i>	KRASSKE	Navsoe
<i>Navicula species</i>		Navspe
<i>Navicula veneta</i>	KÜTZING	Navven
<i>Navicula vitabunda</i>	HUSTEDT	Navvit
<i>Neidium bisulcatum</i>	(LAGERSTEDT) CLEVE	Neibis
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	LANGE-BERTALOT	Nitaci
<i>Nitzschia amphioxys</i>	EHRENBERG	Nitamp
<i>Nitzschia elegantula</i>	GRUNOW	Nitele
<i>Nitzschia frustulum</i>	(KÜTZING) GRUNOW	Nitfrs
<i>Nitzschia perminuta</i>	GRUNOW	Nitper
<i>Nitzschia sp.</i>		Nitspe
<i>Nitzschia tubicola</i>	GRUNOW	Nittub
<i>Orthoseira roeseana</i>	RABENHORST	Ortroe
<i>Pinnularia appendiculata</i>	(AGARDH) CLEVE	Pinapp
<i>Pinnularia borealis</i>	EHRENBERG	Pinbor

---

<i>Pinnularia dactylus</i>	EHRENBERG	Pindac
<i>Pinnularia intermedia</i>	(LAGERSTEDT) CLEVE	Pininm
<i>Pinnularia interrupta</i>	SMITH	Pinint
<i>Pinnularia lagerstedtii</i>	CLEVE (HUSTEDT)	Pinlag
<i>Pinnularia lapponica</i>	HUSTEDT	Pinlap
<i>Pinnularia maior</i>	(KÜTZING) CLEVE	Pinmai
<i>Pinnularia microstauron</i>	EHRENBERG	Pinmic
<i>Pinnularia microstauron (var.brebissonii)</i>	(KÜTZING) HUSTEDT	Pinmib
<i>Pinnularia nodosa</i>	(EHRENBERG) SMITH	Pinnod
<i>Pinnularia perirrorata</i>	KRAMMER	Pinper
<i>Pinnularia rupestris</i>	HANTZSCH IN RABENHORST	Pinrup
<i>Pinnularia stomatophora</i>	(GRUNOW) CLEVE	Pinsto
<i>Pinnularia subcapitata</i>	GREGORY	Pinsub
<i>Pinnularia viridis</i>	(NITZSCH) EHRENBERG	Pinvir
<i>Planothidium lanceolatum (Achnanthes lanceolatum)</i>	BRÉBISSEON EX KÜTZING	Plalan
<i>Sellaphora pupula (Navicula pupula)</i>	(KÜTZING) MERESCHKOWSKY	Selpup
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	(NITZSCH) EHRENBERG	Stapho
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	EHRENBERG	Stenia
<i>Surirella linearis</i>	SMITH	Surlin
<i>Tabellaria flocculosa</i>	(ROTH) KÜTZING	Tablfo
<i>Tabellaria ventricosa</i>	KÜTZING	Tabven

---

**Příloha IV:** Fotografická dokumentace vybraných druhů rozsivek (foto: Baťková)









1. *Tabellaria ventricosa*
2. *Caloneis* sp.
3. *Frustulia saxonica*
4. *Eunotia steineckii*
5. *Diatoma mesodon*
6. *Eunotia bilunaris*
7. *Eunotia denticulata*
8. *Kobayasiella parasubtilissima*
9. *Pinnularia subcapitata*
10. *Nitzschia tubicola*
11. *Eunotia paludosa*