

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Praktická geobiologie



Anna Poštulková

Rozsivky kvartérních sedimentů Komořanského jezera

Diatoms from Quaternary Sediments of Komořany Lake

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Hana Rajdlová

Konzultant: Mgr. Tomáš Bešta

Praha, 2014

Prohlášení:

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

V Praze, 23. 5. 2014

Anna Poštulková

Obsah

ABSTRAKT	3
ABSTRACT.....	4
Poděkování.....	5
1 Úvod	6
2 Teoretická část.....	6
2.1. Rozsivky.....	6
2.1.1. Historie výzkumu a význam skupiny.....	6
2.1.2. Systematické zařazení	7
2.1.2.1 Pozice v rámci eukaryot.....	7
2.1.2.2 Vnitřní členění rozsivek.....	7
2.1.3 Stavba a morfologie schránky	8
2.1.4 Stavba protoplastu	10
2.1.5 Životní cyklus	10
2.1.6 Původ a evoluce.....	11
2.1.7 Ekologie.....	11
2.1.8 Význam rozsivek v geologických vědách	13
2.2 Lokalita Komořanské jezero	14
2.2.1 Zařazení v rámci ČR.....	14
2.2.2 Zařazení v rámci Českého masivu.....	15
2.2.3 Vznik jezera.....	16
2.2.4 Litologický vývoj	16
2.2.5 Rekonstrukce paleoprostředí a jeho vývoj v čase.....	17
2.2.6 Historické záznamy	21
2.2.7 Historie vědeckého výzkumu	21
3 Metodika.....	23
3.1 Odběr, skladování a datace vzorku.....	23
3.2 Izolace rozsivek ze sedimentu	24
3.3 Příprava trvalých preparátů	24
3.4 Studium preparátů pod mikroskopem	25
3.5 Určování taxonů	25
4 Výsledky.....	25
4.1 Vzorky sedimentu.....	25
4.2 Nalezené taxony	26
5 Diskuze	27
6 Závěr.....	30
7 Soupis zdrojů.....	31

ABSTRAKT

Rozsivky jsou skupinou jednobuněčných fototrofních organismů, jejichž křemičité schránky zachované v sedimentu mají široké uplatnění v paleolimnologickém výzkumu. Mezi nejbohatší uloženiny na našem území obsahující kvartérní rozsivky patří sedimenty bývalého Komořanského jezera. Tato dnes již zaniklá lokalita je zkoumána v rešeršní i praktické části práce.

Rešeršní část práce je věnována charakteristice rozsivek a lokalitě Komořanské jezero. Problematika rozsivek je nahlížena z paleontologického úhlu pohledu, a proto je zvláštní pozornost věnována morfologii schránky, jejich ekologii a využití v geologických vědách. Avšak pro úplnou představu o této rozmanité skupině nejsou vynechány ani nové poznatky o jejich systematice či evoluci. Jádrem práce je shrnutí dostupné literatury o Komořanském jezeru se zvláštním důrazem na výzkum populací rozsivek.

V praktické části pak byly ze tří vzorků z profilu PK-1-W izolovány schránky rozsivek, bylo vytvořeno 18 trvalých preparátů a 6 z nich bylo použito pro určování taxonů pod mikroskopem. Bylo nalezeno 47 taxonů rozsivek, z nichž 7 nebylo obsaženo ve výzkumu Řehákové (1986). Byla vytvořena synonymika nalezených taxonů v porovnání s popisy v Řehákové (1986). Z pořízených snímků bylo sestaveno 6 taxonomických tabulí.

Klíčová slova: rozsivky, *Bacillariophyceae*, Komořanské jezero, kvartér, holocén, paleolimnologie

ABSTRACT

Diatoms are unicellular phototrophic organisms, whose siliceous frustules preserved in sediment have broad palaeolimnological application. Sediments of former Komořany Lake count among the richest Czech sediments in quaternary diatoms. This already destroyed locality is examined in search and practical part of work.

The search part contains characterization of diatoms and locality Komořany Lake. Diatoms are described in paleontological point of view, that is why the main attention is paid to morphology of frustule, their ecology and application in geological sciences. However, for complete image of this various group, the new pieces of knowledge about their taxonomy or evolution are not overlooked. The root of the work is summarization of accessible literature about Komořany Lake with special attention to research of diatoms.

In practical part diatom valves were isolated from samples of sediment from profile PK-1-W, 18 long-lived sections were prepared and 6 of them were used for taxonomical determination. The 47 taxons of diatoms were found, 7 of them had not been included in work of Řeháková (1986). The synonymy of taxons are created in comparison with results of Řeháková (1986). From taken pictures are created 6 taxonomical plates.

Key words: diatoms, *Bacillariophyceae*, Komořany Lake, Quaternary, Holocene, paleolimnology

Poděkování

Nejvíce bych chtěla poděkovat své školitelce Mgr. Haně Rajdlové za poskytnutí množství materiálů, uvedení do práce v laboratoři a trpělivé vedení mé práce a Mgr. Tomáši Beštovi za nedocenitelné rady a možnost zpracovat vzorky z Komořanského jezera.

Dále děkuji RNDr. Jakubu Sakalovi, Ph. D. za obětavou pomoc při práci s mikroskopem a doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. za konzultace ohledně formální podoby práce.

1 Úvod

Komořanské jezero je dnes již bohužel zaniklou lokalitou, jejíž sedimenty se bohatstvím svého záznamu řadí na přední místo mezi holocenními uloženinami na našem území. Poskytují materiál pro výzkum rozsivek, chlorokokálních řas, palynomorf, pakomárů, perlooček či uhlíků. Vzorky získané při záchranných odběrech v 80. letech 20. století nebyly ještě zcela zpracovány.

Práce si proto klade za cíl se prostřednictvím rešerše blíže seznámit jak s rozsivkami a jejich využitím v geologických vědách, tak s lokalitou Komořanské jezero.

Náplní praktické části je seznámení se třemi reprezentativními vzorky z vrtu PK-1-W, vyzkoušení tvorby trvalých preparátů, zajištění potřebného vybavení pro jejich pozorování a v neposlední řadě získání zkušeností při určování taxonů rozsivek.

2 Teoretická část

2.1 Rozsivky

2.1.1 Historie výzkumu a význam skupiny

Rozsivky (*Bacillariophyceae*, *Diatomae*, *Diatomophyceae*) jsou skupinou jednobuněčných fototrofních vodních organismů, která se díky své estetické schránce z amorfního oxidu křemičitého těší pozornosti přírodovědců od 19. století. Počátky jejich zkoumání jsou těsně spjaty s rozvojem mikroskopické techniky a prvotní amatérský zájem se postupně přetvořil ve vědecký výzkum (Kalina & Váňa, 2005). Historii výzkumu rozsivek se podrobněji zabývá např. Round a kol. (1990).

Dnes jsou využívány v různých odvětvích vědy a průmyslu např. v kriminalistice, nanotechnologii (Losic a kol., 2009), energetickém průmyslu při hledání ložisek ropy a zemního plynu, archeologii a nepřímo ve formě diatomitu. Neocenitelnými pomocníky jsou díky své hojnosti v mnoha různých prostředích, dobrému zachování schránek a relativně snadné determinaci při rekonstrukcích paleoprostředí a jako indikátory dlouhodobých změn podmínek prostředí jako jsou např. změny klimatu, acidifikace či eutrofizace (Stoermer & Smol (eds.), 1999).

2.1.2 Systematické zařazení

2.1.2.1 Pozice v rámci eukaryot

Dle tradičního systému užívaného v paleontologii náleží rozsivky (třída *Bacillariophyceae*) v rámci nadříše *Eucarya* do říše *Plantae*. V rostlinné říši jsou řazeny mezi hnědé řasy, tedy do podříše *Algoobionta*, oddělení *Chromophyta* (Kvaček a kol., 2007).

Ve Whittakerově systému pěti říší náleží do říše *Protista*. Bohužel tato říše je pouze sběrnou skupinou pro jednobuněčné organismy a neříká nic o vzájemné příbuznosti (Simpson & Roger, 2004). Na základě molekulárních analýz jsou rozsivky téměř jistě holofyletickou skupinou (Cavalier-Smith & Chao, 2006).

Dle chromalveolární hypotézy o společném předku *Chromista* a *Alveolata*, který získal plastid sekundární endosymbiózou ruduchy, řadí Cavalier-Smith & Chao (2006) rozsivky v rámci říše *Chromista* (dříve *Chromalveolata*) do infraříše *Heterokonta* (též *Stramenopila*, *Heterokontophyta*), která obsahuje rozmanitý soubor organismů, jejichž společným znakem jsou dva nestejně bičíky (Simpson & Roger, 2004; Cavalier-Smith & Chao, 2006). U mnoha skupin došlo k druhotné ztrátě jednoho nebo dokonce obou bičíků, jak je tomu i u rozsivek. Dle způsobu výživy se dělí heterokonta na tři kmeny, jako fototrofové jsou rozsivky zařazeny do kmene *Ochrophyta* (Cavalier-Smith & Chao, 2006). Společně se svou sesterskou skupinou mořského pikoplanktonu ze třídy *Bolidophyceae* patří do podkmene *Khakista* (Daugbjerg & Guillou, 2001; Cavalier-Smith & Chao, 2006).

V současnosti probíhá diskuze o pravdivosti chromalveolární hypotézy a tedy o přirozenosti říše *Chromista*. Ukazuje se, že spíše než jedna sekundární endosymbióza u společného předka, proběhlo v rámci skupiny více za sebou následujících endosymbióz (Baurain a kol., 2010).

2.1.2.2 Vnitřní členění rozsivek

Dle symetrie frustuly jsou rozsivky tradičně děleny na centrické s většinou paprscitě souměrnou schránkou (podtřída *Coscinodiscophycidae*) a na penátní s bilaterálně souměrnou schránkou (podtřídy *Fragilariophycidae* a *Bacillariophycidae*) (Kalina & Váňa, 2005).

Na základě morfologických a molekulárních dat byly navrženy dvě pododdělení *Coscinodiscophytina* a *Bacillariophytina* (příloha 1). Jako tři monofyletické celky byly upraveny stávající třídy *Coscinodiscophyceae* a *Bacillariophyceae* a navržena nová třída *Mediophyceae*. Třídou *Coscinodiscophyceae* tvoří radiální centrické rozsivky, penátní spadají do třídy *Bacillariophyceae* a nová třída *Mediophyceae* obsahuje bipolární centrické rozsivky

a jeden řád radiálních centrických *Thalassiosirales*. U fosilních rozsivek je rozdělení do těchto kladů založeno na přítomnosti centrální struktury na valvě a mechanismu spojení okrajů schránky (Medlin & Kaczmarska, 2004).

V současnosti je snaha vytvořit nový koncept druhu u rozsivek, protože se ukazuje, že velká část diverzity zůstává při tradičním určování dle morfologie frustuly skryta. Tyto kryptické druhy jsou odhalovány pomocí moderních metod a mezioborového přístupu (Mann, 1999; Alverson, 2008).

2.1.3 Stavba a morfologie schránky

Rozsivky jsou jednobuněčné mikroskopické organismy, které si vždy tvoří schránku z amorfního oxidu křemičitého. Přesněji se jedná o buněčnou stěnu silně impregnovanou křemíkem, která si zachovává i své organické složky tvořící tenkou vrstvu na vnitřní a vnější straně schránky (Round a kol., 1990; Kalina & Váňa, 2005).

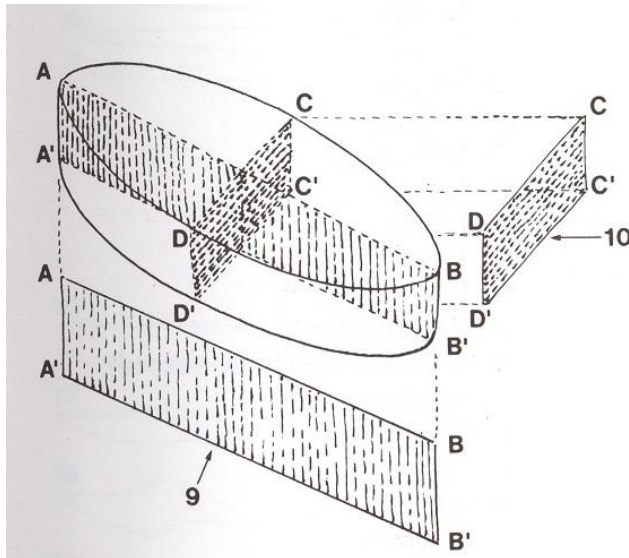


Schránka zvaná **frustula** je tvořena uvnitř buňky rozrůstáním se křemičitanového depozičního váčku (SDV). Sestává ze dvou do sebe zapadajících částí – **ték**. Téka je tvořena plochou miskou – **valvou** a bočním pásem téky – **cingulem** (cinctura, girdle) (Cox, 1996; Kalina & Váňa, 2005; Barber & Haworth, 1994). Plochá část valvy se nazývá **čelo** (frons, valve face) a ohýbající se okraj je **prstencový plášť misky** (limbus, valve mantle). Boční pás téky může být tvořen více prstencovitými částmi – copulae. Mezi okrajovou částí bočního pásu – **pleurou** a pláštěm misky mohou být vytvářeny pásy, jejichž tvorbou zvětšuje buňka během růstu objem frustuly (Cox, 1996; Kalina & Váňa, 2005).

Obr. 1: Stavba frustuly, (E – epivalva, H – hypoalva, EC – epicingulum, HC – hypocingulum), převzato z Round a kol. (1990)

O něco větší vrchní **epitéka** (tvořena epivalvou a epicingulem) nasedá jako víko na menší spodní **hypotéku** (tvořena hypoalvou s hypocingulem) (Kalina & Váňa, 2005).

Při pozorování rozlišujeme valvární pohled kolmý na čelo valvy a pleurální pohled z boku (Kalina & Váňa, 2005). Řezy frustulou vedeme apikální nebo transapikální rovinou. Apikální rovina je určena apikální osou epitéky a hypotéky, transapikální rovina transapikální osou epitéky a hypotéky (Barber & Haworth, 1994).



Obr. 2: Řezy frustulou, převzato z Barber & Haworth (1994)

AB = apikální osa

CD = transapikální osa

ABCD = valvární rovina

AA'B'B = apikální rovina

CC'D'D = transapikální rovina

Tvarově velmi různorodé frustuly můžeme rozdělit na dvě skupiny: **centrické** většinou s radiálně souměrnou frustulou z valvárního pohledu a **penátní** s frustulou bilaterální (Kalina & Váňa, 2005). Symetrii frustuly lze sledovat v apikálním i transapikálním řezu (Barber & Haworth, 1994).

Pro určování rozsivek je důležitý nejen tvar schránky či jejich zakončení, ale především struktury frustuly, zejména ty viditelné na čele valvy (Kalina & Váňa, 2005).

Výrazným prvkem jsou rýžky **strie**, které se liší svou tloušťkou, hustotou či uspořádáním. Mohou se zdát celistvé, ale jsou tvořeny řadami pórů (Kalina & Váňa, 2005; Barber & Haworth, 1994).

Další dobře viditelnou strukturou u některých penátních rozsivek je **raphe**. Umístění a typů raphe je celá řada, typickou formou je však štěrbinovitá raphe probíhající podél apikální osy frustuly. Obvykle je tvořena ze dvou oddělených větví vybíhajících ze středu k vrcholům schránky. Zakončení raphe jsou ve středové ztlustlině (centrálním nodulu) a polárních ztlustlinách (nodulech) (Kalina & Váňa, 2005; Barber & Haworth, 1994).

Morfologie schránky může být ovlivněna vnějšími podmínkami. V rámci přizpůsobení se okolnímu prostředí může dojít ke změnám v růstu schránky na základě změn fenotypu. Jako odpověď na stresující podmínky dochází k nepřirozeným změnám v růstu, při kterých je porušen původní obrys schránky. Tyto tzv. teratologické formy nemají genetický

základ a dochází k nim v důsledku narušení biochemických procesů v buňce (Falasco & Badino, 2011).

2.1.4 Stavba protoplastu

Protoplast vyplňuje vnitřní prostor frustuly a jejímu tvaru podřizuje rozmístění organel. Zatímco u centrických je ve středu umístěna vakuola a ostatní hmota buňky včetně organel je odsunuta k okrajům, u penátních jsou vakuoly po stranách a plazma je mezi nimi (Kalina & Váňa, 2005).

Čtyřobalné chloroplasty bývají u penátních jeden až dva celistvé, u centrických jich bývá několik terčovitých či laločnatých. Hnědá barva plastidů odpovídá složení barviv: chlorofyl a, c_2 a c_1 nebo c_3 , β -karoten a xantofyly (fukoxantin, diatoxantin, diadinoxantin). Časté jsou nahé pyrenoidy (Round a kol., 1990; Kalina & Váňa, 2005).

Důležitou organelou je diktyozom, který se mimo jiné podílí spolu s endoplazmatickým retikulem a mitochondriemi na stavbě frustuly. Také produkuje sliz a jiné látky, které jsou vylučovány z buňky specializovanými póry (rimoportuly, fultoportuly). Tyto látky pak slouží k uchycení k podkladu nebo k jiným buňkám u koloniálních (např. chitinová vlákna). Sliz slouží jako ochrana buňky, ale i k pohybu, pokud je usměřován pomocí raphe (Kalina & Váňa, 2005).

Zásobní látkou je olej a chrysolaminaran (β -1,3-glukan), který se obvykle vyskytuje spolu s dalšími uhlovodíky či polyfosfáty (Round a kol., 1990; Kalina & Váňa, 2005).

2.1.5 Životní cyklus

Rozsivky jsou v průběhu téměř celého životního cyklu diploidní, haploidní jsou pouze gamety, tento typ životního cyklu nazýváme diplontní. Nepohlavní rozmnožování je zajištěno dělením na dvě dceřiné buňky. Téky mateřské buňky se oddělí a obě přejímají v dceřiných buňkách funkci epitéky. Menší hypotéka dorůstá. Kvůli tomuto mechanismu se postupným dělením stále zmenšuje velikost frustul (Kalina & Váňa, 2005).

Velikost buňky lze obnovit pohlavním procesem, který probíhá téměř u každého druhu odlišně. Centrické rozsivky se rozmnožují oogamií tj. splynutím bičíkaté samčí gamety a vaječné buňky. U penátních vystupují jako gamety celé protoplasty. Oplozením vzniká zygota nazývaná auxospora, jejímž dalším vývojem a růstem vzniká mateřská buňka dostatečně veliká pro nepohlavní proces (Kalina & Váňa, 2005).

Zejména u suchozemských forem se setkáváme s odpočivnými stádii, která mohou přestat i dlouhá suchá období. Ne všechny si tvoří spory s odlišnou morfologií, u některých jen upadne vegetativní buňka do klidového režimu (Round a kol., 1990).

Podrobněji se rozmnožování, růstu a změnám buňky během životního cyklu věnuje např. Round a kol. (1990).

2.1.6 Původ a evoluce

O původu rozsivek existuje více teorií ať už v otázce původu jejich křemičité schránky, společného předka či biotopu, který je utvářel (Sims a kol., 2006).

Existují teorie, které kladou prvotní vývoj rozsivek do sladkovodního či alespoň částečně sladkovodního prostředí, ale i práce, které vidí první rozsivky jako mořské organismy. Vznik rozsivek v moři podporují molekulární data, která jako nejbližší sesterskou skupinu řadí striktně mořskou třídu pikoplanktonu *Bolidophyceae* (Daugbjerg & Guillou, 2001; Sims a kol., 2006). Také první fosilní záznamy jsou známy z mořských sedimentů (Kvaček a kol., 2007). Obecně se současné teorie spíše shodují na vzniku rozsivek v mělkém moři, možná s vlivem sladkovodního či suchozemského prostředí (Sims a kol., 2006).

Pomocí molekulárních hodin vycházejících z jaderného i plastidového genomu se nejranější možné odštěpení heterokontních řas odhaduje ne příliš dlouho před hranicí perm – trias (před 259-285 Ma). Jejich pozdější rozrůznění na množství dnes známých tříd včetně rozsivek by mohlo souviset s vymíráním a následným uvolněním nik na konci permu. (Medlin a kol., 1997a; Medlin a kol., 1997b).

Centrické mořské rozsivky jsou z fosilního záznamu známy od spodní křídly, penátní formy se objevují později ve svrchní křídě. Ve sladkovodních sedimentech nalézáme první penátní rozsivky ve spodní části paleogénu (Kvaček a kol., 2007; Kalina & Váňa, 2005). Medlin a kol. (1997b) uvádí stáří nejstaršího fosilního nálezu 185 Ma, tedy z období spodní jury (www.stratigraphy.org). Round a kol. (1990) však varuje, že dobrý fosilní záznam rozsivek máme od střední křídly a všechny dřívější nálezy je třeba pečlivě přezkoumat. Starší nálezy než jurské přičítá kontaminaci při odběru a zpracování vzorku.

2.1.7 Ekologie

Rosivky žijí volně nebo v koloniích téměř ve všech druzích prostředí s alespoň malým podílem vody. Nalezneme je jako plankton a bentos ve sladkých vodách, mořích i v terestrickém prostředí. V těchto nejrůznějších prostředích významně přispívají k primární

produkcí a jsou nedílnou složkou globálních koloběhů prvků, zvláště uhlíku a křemíku (Stoermer & Smol (eds.), 1999; Mann & Droop, 1996; Mann, 1999; Kalina & Váňa, 2005).

Hojnost v mnoha různých biotopech a zároveň citlivost na podmínky činí z rozsivek dobré bioindikátory (Stoermer & Smol (eds.), 1999). Omezujícími faktory jsou pH (Hustedtova klasifikace rozsivek dle tolerance k pH) (Kennington, 2002), teplota, konduktivita či salinita, ale hlavně dostupnost živin a rozpustného oxidu křemičitého (Burckle, 1998; Kalina & Váňa, 2005).

Na zdroji křemíku jsou závislé a dokážou ho spotřebovávat velmi efektivně. V otevřeném oceánu, který je na křemík chudý se musí spoléhat na přínos z hlubších částí (Round a kol., 1990). Po vyčerpání zdrojů křemíku se zastaví replikace jaderné DNA (Kalina & Váňa, 2005). Přítomnost a zastoupení jednotlivých forem sloučenin křemíku závisí na složení vody, pH, teplotě apod. (Kollerová, 2007).

Primárně jsou fototrofní, ale při vhodném zdroji organického uhlíku mohou ve tmavém prostředí žít i heterotrofně. Několik druhů je heterotrofních obligátně (Round a kol., 1990).

Planktonické formy se musí kromě dostupnosti křemíku potýkat díky frustule ještě s poklesem ve vodním sloupci. Dobrému splývání je podřízeno mnoho procesů v jejich buňce (tvorba slizu, redukce těžkých iontů, tvar a rozměry frustuly či celé kolonie) (Round a kol., 1990).

Bentické rozsivky jsou druhově i tvarově rozmanitější než planktonické. Žijí přisedle na různých površích (epifytické, epilické, epipsamické, epizoické) či volně v sedimentu (endopelické) nebo na jeho povrchu (epipelické). Část života mohou žít i planktonicky. Kromě snadného vyčerpání křemíku v nárostech čelí predaci bezobratlými i obratlovci žijícími při dně, nedostatku světla a různým disturbancím v sedimentu. V důsledku toho si pohyblivé formy vybudovaly mnoho cyklických migrací v závislosti na okolním režimu. Přisedlé rozsivky jsou k povrchu připevněny přímo nebo prostřednictvím různých stopek a podložek. Přisedat mohou nejen pod vodní hladinou, ale i v mechu, v půdě a na vlhkých skalách. Vzácně jsou samy rozsivky substrátem pro rozsivky nebo jiné organismy (Round a kol., 1990). V mořském prostředí mohou díky produkci slizu zabraňovat erozi, některé druhy vytváří na povrchu sedimentu vrstvu, která chrání uloženiny před dalším přetvářením (Burckle, 1998).

Byla prokázána symbióza se sinicemi (*Cyanobacteria*) vzájemnými dusík uvnitř buňky rozsivek, rozsivky byly zase nalezeny jako endosymbionti dírkonošců (*Foraminifera*)

a obrněnek (*Dinoflagellata*) (Round a kol., 1990). Vzácně mohou ovlivňovat své okolí produkcí toxinů (Kalina & Váňa, 2005).

Donedávna se dle ubikvitní teorie uvažovaly rozsivky jako kosmopolitní, omezené jen ekologickými nároky. Dnes se s odhalováním kryptické druhové diverzity ukazuje, že i u nich se setkáváme nejen s geografickým omezením ale i s endemismem (Mann & Droop, 1996; Kalina & Váňa, 2005; Urbánková, 2009).

2.1.8 Význam rozsivek v geologických vědách

Sedimentací schránek vzniká na dně rozsivkové bahno (hlen, kal), jehož vysokou produkci můžeme v současnosti sledovat v jezerech a všech typech mořského prostředí kromě otevřeného oceánu (Kukal, 1986; Řeháková, 1958). Největší množství kalu se nachází kolem Antarktidy, okolo rovníku a v arktických mořích (Round a kol., 1990). Horniny vzniklé nahromaděním schránek rozsivek dělíme na nezpevněnou rozsivkovou zeminu (křemelinu) a její zpevněný ekvivalent diatomit (Kukal, 1986; Řeháková, 1958).

Rosivky jsou využívány v paleolimnologii jako alternativa k tradiční palynologii (Stoermer & Smol (eds.), 1999). Společně s šupinami zlativek (*Chrysophyceae*) jsou hlavním nástrojem využívaným pro rekonstrukce paleoprostředí (Dixit & Smol, 2000). Díky velké hojnosti, ekologické rozrůzněnosti, krátké době života a rychlé migraci jsou schopny rychle reagovat na změny prostředí. Jejich nespornou výhodou je samozřejmě dobré zachování v sedimentech, protože schránky se s výjimkou zásaditých vod a vody v rašeliništích rozpouští velmi pomalu (Round a kol., 1990; Stoermer & Smol (eds.), 1999). Složení populací rozsivek je využíváno v glaciálních jezerech mírného pásu mapujících přibližně posledních 15 000 let, v mnohem starších tektonických jezerech, ale i v recentních sedimentech dokumentujících antropogenní vlivy (Round a kol., 1990). Použití rozsivek v paleolimnologii se podrobněji věnuje např. Stoermer & Smol (eds.) (1999), Dixit & Smol (2000) a Kennington (2002).

V mořském prostředí se schránky zachovávají hůře než ve sladkovodním, přesto mají velkou vypovídací hodnotu. Poslední dobou vzrůstá zájem o jejich výzkum a mnoho materiálu bylo pořízeno v rámci DSDP (Deep Sea Drilling Programme) (Round a kol., 1990).

Množství planktonických druhů od křídly do pleistocénu je významných pro biostratigrafii (Burckle, 1998). Přítomnost, nepřítomnost či frekvence druhů rozsivek slouží ke stratigrafické korelaci s radiometrickým a geomagnetickým datováním (Round a kol., 1990).

Poměr ^{18}O a ^{16}O ve schránkách vypovídá o vlastnostech povrchových oceánských vod v daném časovém období (Round a kol., 1990). Rozsivky se používají pro rekonstrukce chemismu vody, salinity, hloubky, teploty, množství živin a proudění. Dle jejich množství a diverzity lze usuzovat na produktivitu při hladině (Burckle, 1998).

Brakické druhy přinášejí informace o jinak problematicky interpretovatelném pobřežním prostředí (Burckle, 1998; Stoermer & Smol (eds.), 1999). Rychlé změny příbřežních populací rozsivek v závislosti na poklesu nebo vzestupu hladiny umožňují rekonstruovat vývoj změn úrovně mořské hladiny daleko do minulosti (Round a kol., 1990).

2.2 Lokalita Komořanské jezero

2.2.1 Zařazení v rámci ČR

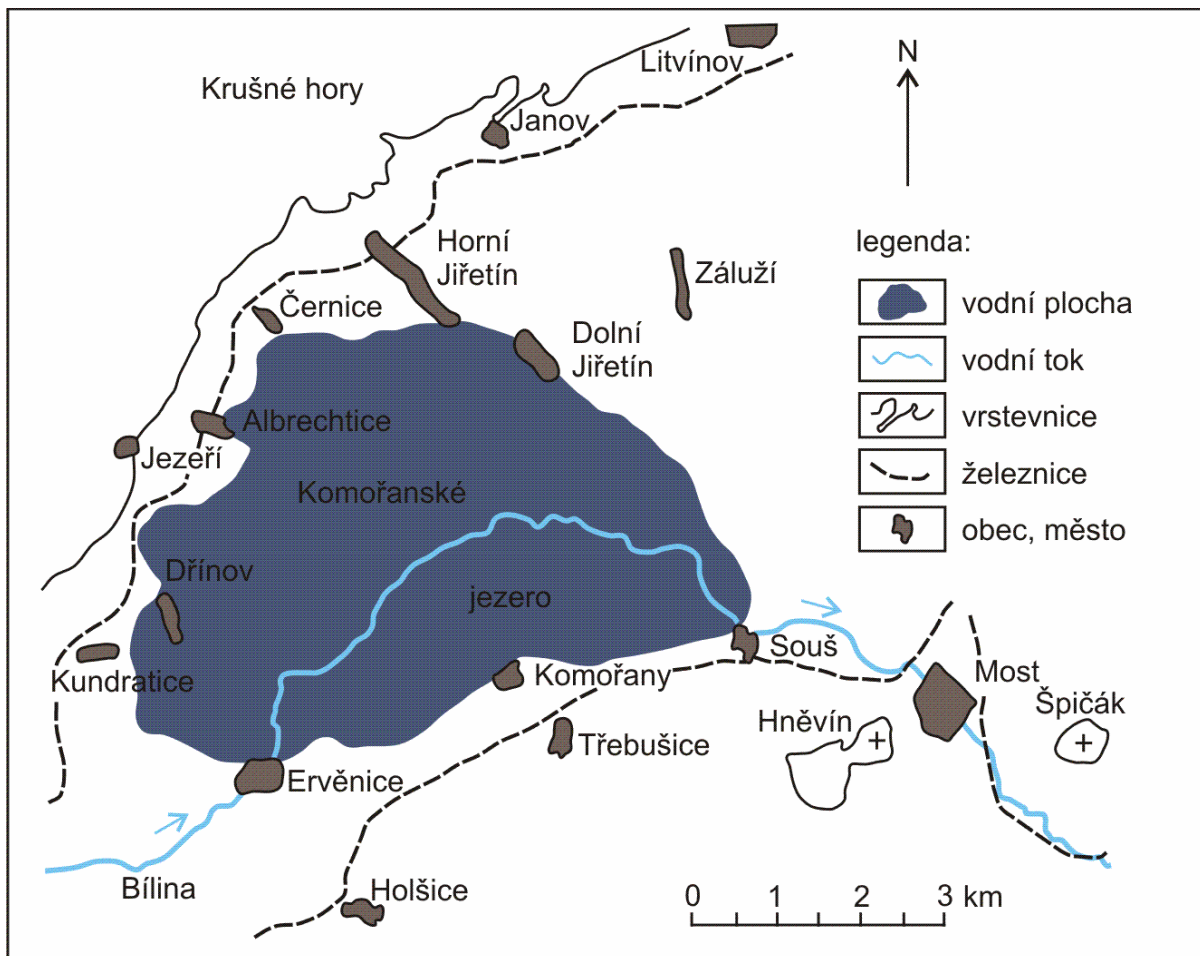
V České republice nalezneme jen málo původních jezerních biotopů a v minulosti také nebyly běžné. Případná jezera byla vyplněna nejpozději v holocénním klimatickém optimu. Sedimenty bývalých jezer proto nejčastěji nacházíme pod vrstvami rašeliny (Jankovská, 2011).

Uložení Komořanského jezera zaujímají přední místo mezi českými limnickými sedimenty. Podobný význam mají sedimenty Čejčského a Kobylského jezera na jižní Moravě u Hodonína. Z dalších výskytů jezerních usazenin holocénního stáří na našem území jmenujme usazeniny slepých ramen řek v Polabí (Lysá, Hrabanov, Všetaty), vápnité jezerní sedimenty v Českém Krasu (Měňany, Liteň, Tetín aj.) a sedimenty šumavských jezer (Chlupáč a kol., 2011).

Na území České republiky převažují sladkovodní diatomity nad ložisky mořského původu. Naleziště sladkovodních uloženin můžeme rozdělit do tří oblastí. K nejmladším na našem území patří křemelina z často zpracovávané lokality Soos nedaleko Františkových Lázní. Dalším nalezištěm jsou jihočeské terciérní pánve třeboňská a budějovická. Komořanské jezero je součástí třetí oblasti v Českém Středohoří (Řeháková, 1958).

Sedimenty bývalého Komořanského jezera nalezneme mezi obcemi Souš, Komořany, Ervěnice a Horní Jiřetín v severočeské (mostecké) hnědouhelné pánvi. V rámci severočeské pánve zastupují jílovito-písčité sedimenty, organogenní gyttja a rašelina Komořanského jezera diatomové sedimenty kvartérního stáří. Kromě nich nalezneme v pánvi ještě terciérní diatomity, diatomové tufy a diatomové uhelné jíly, které jsou součástí vulkanogenního komplexu Českého Středohoří a Doupovských hor. V sedimentech vlastní pánevní výplně nebyly rozsivky ani jiné křemité schránky nalezeny. Jejich absence je zřejmě způsobena

nevyhovujícím chemismem pro fosilizaci, protože dle dosavadních představ o paleoprostředí pánve byly podmínky pro jejich výskyt příznivé (Řeháková, 1985).



Obr. 3: Poloha Komořanského jezera (Valentová, 2011, upraveno dle Řehákové (1986), převzato)

Pozn.: na mapě je zobrazena původní pozice, dnes již neexistujícího, města Most (= Starý Most) (Valentová, 2011)

2.2.2 Zařazení v rámci Českého masivu

Komořanské jezero leží v krušnohorské oblasti saskodurynské jednotky (saxothuringika) (Kachlík, 2003). Jeho sedimenty leží v přímém nadloží miocénních jíluů náležících k výplni mostecké (severočeské) hnědouhelné pánve (Řeháková, 1985).

Ke tvorbě terciérních podkrušnohorských pánví došlo v důsledku vzniku oherského riftu vlivem alpinské orogeneze (Chlupáč a kol., 2011). Mostecká pánev leží mezi vulkanity Doupovských hor a Českého Středohoří. Na severozápadě je omezena krušnohorským zlomem, který ji odděluje od hornin krušnohorského krystalinika. Jihovýchodní hranice

pánve je zdůrazněna poklesovými zlomy souběžnými s předpokládaným hlubinným litoměřickým zlomem (Kachlík, 2003; Chlupáč a kol., 2011).

Od ostatních pánví se mostecká liší největší rozlohou (přes 1000 km²) a mocností terciérních sedimentů (až 700 m). Žatecká a bílinská delta jsou důkazem přítoku větších toků od jihovýchodu. Společným rysem je směr odtoku z pánví, který se předpokládá severozápadním směrem. Krušné hory byly vyzdviženy podél pásma krušnohorského zlomu až později během pliocénu a kvartéru, netvořily tedy překážku odvodňování pánví (Chlupáč a kol., 2011).

2.2.3 Vznik jezera

O vzniku Komořanského jezera existuje více teorií. Sedimentace začíná na přelomu pozdního glaciálu a preboreálu (Řeháková, 1986). Řeháková (1985) tvrdí, že jezero patrně vzniklo zahrazením toku řeky Bíliny mezi fonolitovými vrchy Hněvín a Špičák, dokládá to závěry Hibsche (1929). Hurník (1969) vidí tvorbu jezera jako důsledek příznivých morfologických podmínek v rozsáhlé údolní nivě řeky Bíliny v okolí Komořan. Jako příčinu vytvoření ploché deprese uvádí doznívající pokles sedimentární výplně pánve. Tuto verzi podporuje odkazem na práci Žebery (1964). Hurník (1969) nevyklučuje jako další z činitelů sesuvy v „hluboce zaříznutém údolí Bíliny mezi Rudolicemi a Obrnicemi“.

Valentová (2011) upozorňuje na roli podložních nepropustných libkovických vrstev, které umožnily existenci nejdříve nivních jezírek ve starším holocénu, později ke konci staršího holocénu vytvoření vodní nádrže. Rozšíření plochy jezera přičítá zlepšení klimatických podmínek, jejichž optimum nastalo ve spodní části středního holocénu. V mladší fázi středního holocénu v důsledku klimatických oscilací začíná zazemňování nádrže (Valentová, 2011).

2.2.4 Litologický vývoj

Vrstevní sled je ovlivněn lokálními specifiky v rámci jezera, ale obecně je jeho charakteristický vývoj: bazální šterky nebo hrubé písky, jemně zrnité písky, písčité jíly, gyttja a rašelina (Řeháková, 1985).

Odchyly nalézáme v mocnosti sedimentů, např. písčité sedimenty mají větší mocnost v západní části při úpatí Krušných hor než ve východní části, ztenčují se tedy po směru toku Bíliny (Řeháková, 1985; Řeháková, 1987). Přínos materiálu z různých stran je doložen přítomností křížového zvrstvení (Řeháková a kol., 1961).

Reliéf dna je modelován tokem řeky, která protéká v jižní části jezera od západu k východu. Dno se svažuje směrem k Bílině a v tomto místě dosahuje největší hloubky 6 – 7 m (maximálně 10 m) (Řeháková, 1987).

Jemně písčité jíly s vysokým obsahem slíd je sedimentovaly z vodního sloupce uprostřed jezera. Gyttja sedimentuje v klidném prostředí, nalézáme v ní proto hojnost mikroorganismů, zvláště rozsivek a chlorokokálních řas. Její lavicovitá poloha s mocností 0,20 – 1,50 m vyklišuje směrem k okrajům jezera. Rákosová a dřevitá rašelina v nadloží gytty, která se vyskytuje při okrajích a zejména v jihozápadní části, tedy nasedá přímo na písčité sedimenty (Řeháková a kol., 1961; Řeháková, 1985).

Rozsáhlejší sedimentace organogenních sedimentů začíná v atlantiku poměrně tenkou vrstvou diatomové gytty. Ve starších sedimentech na bázi nalézáme nejdříve pouze tenké vrstvičky organogenního materiálu, později polohy jílovité gytty. V časném subatlantiku zaznamenáváme v litorálních částech postupné nahrazování gytty rákosovou rašelinou. V průběhu subatlantiku začíná převažovat rašelina a sedimentace diatomového jílu se nejprve omezuje na centrální část jezera a později mizí. Zazemnění jezera je dokumentováno sledem rašeliny, naplavenin a překrytím vrstvou půdy (Řeháková a kol., 1961; Řeháková, 1986).

Příložená stratigrafická tabulka (příloha 2) a profil sedimenty (příloha 3) byly převzaty z prací Hurníka (1969, 2001).

2.2.5 Rekonstrukce paleoprostředí a jeho vývoj v čase

Nejstarší nalezené sedimenty pochází z pozdního glaciálu. Pomocí pylových a paleoalgotických analýz lze rekonstruovat charakter okolní vegetace i jezerního biotopu od pozdního glaciálu do současnosti (Jankovská, 2011).

Záznam sedimentů **pozdního glaciálu** ukazuje na oligotrofní až mezotrofní ráz jezera s relativně bohatými řasovými společenstvy a řídkým porostem makrofyt. V řasových společenstvech dominují druhy preferující čistou, chladnou a stenotermní vodu (*Pediastrum kawraiskyi*) (Jankovská, 2011). V pylových analýzách převažuje pyl břízy (*Betula*) a borovice (*Pinus*). Rozsivky se vyskytují vzácně, jejich druhové složení je velmi podobné jako v preboreálu a nelze je od preboreálních zástupců spolehlivě odlišit (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Rozsivkový záznam je značně chudý a nelze z něj usuzovat na charakter prostředí. Na produktivitu rozsivek měl dle Řehákové (1986) na počátku formování jezera větší vliv stav půdy než klimatické podmínky. Ačkoli porost makrofyt je dosud řídký, výskyt epifytických druhů rozsivek naznačuje začátek procesu zarůstání (Řeháková, 1986).

Během **preboreálu** začíná první expanze makrofyt spojená s rozvojem řas vázaných na jejich porosty (*Pediastrum angulosum*). Charakter jezera je oligo-dystrofní až slabě eutrofní (Jankovská, 2011). Pozoruhodné je, že první populace rozsivek je tvořena většinou alkalifilními druhy (*Fragilaria*). Indiferentní druhy alkalinního typu jsou zastoupeny méně. Druhová diverzita je zatím malá, planktonní formy jsou vzácné (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Kromě početného zastoupení rodu *Fragilaria* byli zjištěni zástupci rodů *Navicula*, *Neidium*, *Gomphonema*, *Cyclotella*, *Caloneis*, *Cymbella*, *Cocconeis* a *Epithemia* (Řeháková, 1986). Kombinace druhového zastoupení rozsivek a nálezů dalších druhů řas (*Pediastrum kawraiskyi*, *Tetraëdron*, *Botryococcus braunii*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*) dokládá charakter mělkovodní pánve (Řeháková, 1985). Druhové složení rozsivek ukazuje dokonce na močálovitý charakter. Nálezy rodů *Alisma*, *Myriophyllum*, *Equisetum*, *Potamogeton*, *Typha* a *Sparganium* (Losert, 1940) na bázi vrstvy jílovité gyttji dokládají zlepšování klimatických podmínek (Řeháková, 1986).

V **boreálu** se režim jezera mění na mezotrofní, částečně eutrofní, zároveň je zaznamenán v okolí jezera výskyt druhů náročnějších na živiny a teplotu (*Coelastrum reticulatum*). Charakter jezera zřejmě ovlivňuje i stálý přítok chladné vody z Krušných hor. Začíná vyplňování okrajů jezera (Jankovská, 2011). Diverzita rozsivek je vyšší, ale druhové složení se stále podobá preboreálnímu, obzvláště hojným zastoupením rodu *Fragilaria* (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Vyrůstá diverzifikace přisedlých rodů *Gomphonema*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Surirella*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, a *Amphora*. Výrazný je nárůst epipelických forem (Řeháková, 1986). Množství schránek v sedimentech je vyšší. Převažují litorální alkalifilní druhy (*Fragilaria construens*, *F. brevistriata*, *F. pinnata* a jejich variety). V profilu se v některých vrstvách střídají maxima schránek rodu *Fragilaria* s výskyty planktonických forem typických pro stojaté nebo mírně tekoucí vody (*Melosira*, *Cyclotella*) (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Období maximální hojnosti *Fragilaria* spp. se shodují s maximálními výskyty cenobií rodu *Pediastrum*, zvláště druhu *Pediastrum kawraiskyi* (Řeháková, 1986). Výskyt planktonního druhu *Melosira ambigua* a obecná převaha alkalifilních rozsivek dokládají eutrofní ráz nádrže (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Charakter druhového složení rozsivek ovlivněný vzrůstající teplotou ukazuje na mírný nárůst hladiny na počátku boreálu (Řeháková, 1986).

V **časném atlantiku** pokračuje expanze makrofyt a náročnějších druhů, zatímco chladnomilné druhy jsou na ústupu. Vlivem rozkladných procesů se zvyšuje eutrofizace prostředí (Jankovská, 2011). V populaci rozsivek převažují litorální alkalifilní epifytické druhy rodu *Fragilaria* a planktonní litorální druhy *Melosira italica* a *Cyclotella stelligera*

(Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Velmi hojné jsou druhy *Fragilaria construens*, *Fragilaria brevistriata* a *Navicula schoenfeldii*. *Navicula radiosa*, a *Navicula laterostrata* dosahují svého maximálního procentuálního zastoupení v rámci celého profilu (Řeháková, 1986). Počátkem atlantiku dosahuje druhová diverzita rozsivek svého maxima (Řeháková, 1985). Kvalitativní i kvantitativní nárůst rozsivkové složky koreluje s klimatickým optimumem (Řeháková, 1986).

Následující **pozdní atlantik** znamená konec pro některé chladnomilnější druhy (*Pediastrum kawraiskyi*, *P. integrum*, *P. alternans*). Diverzita porostů makrofyt i řasových společenstev je vysoká. Kolem jezera jsou zaznamenány rozsáhlé porosty olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) (Jankovská, 2011). Rozsivková společenstva mají zcela odlišné složení než v časném atlantiku. Liší se zejména poměrem planktonu ku perifytonu, převažují epifytické a epipelické druhy. Zaznamenáváme nárůst pH indiferentních druhů preferujících nižší pH, což ukazuje na dočasné snížení alkalinity vody. Mizí některé alkalifilní druhy a dokonce se objevují některé acidofilní druhy např. *Tabellaria flocculosa* (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Změny ve složení diatomové flóry mohou být důsledkem změn chemismu vody anebo změn batymetrických poměrů jezera (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986). Druhové složení rozsivek ukazuje, že nárůst vodní hladiny v pozdním atlantiku zasáhl okrajové části jezera o hodně později (Řeháková, 1986).

V **subboreálu** kvůli zarůstání jezera začíná ústup pelagických druhů (Jankovská, 2011). Na hranici atlantiku a subboreálu dochází k výrazné změně populací rozsivek. Dočasně mizí velká nahromadění schránek rodu *Fragilaria* a záznam je velmi ochuzený. V důsledku většího přínosu materiálu do prostoru jezera narůstá podíl anorganické složky a valvy jsou velmi špatně zachovány (Řeháková, 1986). Ve druhovém složení rozsivek dominují rody *Fragilaria* a *Melosira*, jejichž poměr se v průběhu subboreálu mění, ale *Fragilaria* je většinou hojnější. Rod *Fragilaria* je zastoupen litorálními alkalifilními druhy, které dosahují svého druhého nejvyššího zastoupení. Produktivita planktonu je v tomto období poměrně malá a na hranici s časným subatlantikem dokonce náhle dochází k ústupu planktonních a převažují epipelické a epifytické rozsivky. Na konci subboreálu frekvence rodu *Fragilaria* klesá a *Melosira* dosahuje svého prvního maxima. Zastoupení rodu *Cyclotella* také roste, ale nikdy nedosáhne takové výše (Řeháková, 1986). Ve velkých množstvích se objevují rody *Pinnularia*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Eunotia* a *Gomphonema* a jejich druhová diverzita je velmi vysoká. Dominance litorálních forem ukazuje na dočasné snížení hladiny a postupující zarůstání jezera (Řeháková, 1986).

Ústup pelagických druhů pokračuje i v **časném subatlantiku**. V tomto období také zaznamenáváme expanzi příbřežní vegetace včetně olše (*Alnus*) do středu jezera. Narůstá humifikace a na okrajích se usazují rašelinné sedimenty, což způsobuje dystrofii. Podle nalezených zygospor vláknitých řas usuzujeme na existenci malých tůňek na okrajích jezera a v porostu olší (Jankovská, 2011). Změlčování a zarůstání jezera dokumentuje i rozsivková flóra. Na hranici subboreálu a subatlantiku náhle vymizí litorální alkalifilní druhy (*Fragilaria* sp., *Melosira ambigua*), které těsně předtím dosáhly velké frekvence, a dočasně je nahradí epifytické a epipelické druhy. V časném subatlantiku pak došlo zřejmě k výzdvihu vodní hladiny, protože převažují planktonní druhy rozsivek (Řeháková, 1985). Jezero dokonce dosáhlo největší hloubky a rozlohy ve své postglaciální historii. Velká mocnost gyttji svědčí o poměrně stabilních podmínkách. Mezi rozsivkami v období zvýšené hladiny (spodní část časného subatlantiku) dominují planktonické druhy (*Melosira granulata*, *Melosira ambigua*, *Cyclotella stelligera*) (Řeháková, 1986). Ve svrchní části časného subatlantiku narůstá procento pH indiferentních druhů rozsivek (Řeháková, 1985). Také roste zastoupení přisedlých druhů související s poklesem hladiny a rozšířením litorální zóny. Hojné jsou rody *Achnanthes*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Pinnularia*, *Surirella* a *Navicula*. Poprvé se objevuje stratigraficky významný druh *Fragilaria construens* var. *exigua* značící příslušnost k časnému subatlantiku. Nacházíme zde několik druhů rodu *Fragilaria* nyní však v menším množství než ve starších vrstvách. Nálezy druhů *Stephanodiscus hantzschii* a *Stephanodiscus astraea* var. *minutulus* svědčí o znečištění vody v důsledku lidské činnosti (Řeháková, 1986).

V **pozdním subatlantiku** je jezero rozdělené na řadu dílčích vodních nádrží a obrostlé vodní a bažinnou vegetací (Jankovská, 2011). Dochází i k míšení původních oligohalobních, alkalifilních a indiferentních forem s acidofilními druhy. Voda mění charakter ze zásaditého na slabě kyselý. V nejvyšší části vrstevního sledu nalezneme rákosovou rašelinu s převahou acidofilních druhů (Řeháková, 1985). Pokračuje nárůst podílu indiferentních a acidofilních druhů počínající už ve svrchní části časného subatlantiku. Zastoupeny jsou rody *Pinnularia*, *Eunotia*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Tabellaria* a *Frustulia*. To je dalším dokladem přirozeného zazemňování jezera, později urychleného činností člověka (Řeháková, 1986).

2.2.6 Historické záznamy

Důkazy osídlení okolí jezera máme z pozdního paleolitu, mesolitu, neolitu i eneolitu (příloha 4). Ve středověku byla původní plocha jezera kolonizována a využívána jako pole a louky (Jankovská, 2011).

Se svým maximálním rozsahem vodní hladiny 25 km² bylo největším nížinným jezerem v České republice (Řeháková, 1985; Řeháková, 1986; Jankovská, 2011). Ačkoli se jeho rozloha stále zmenšovala, ještě Bohuslav Balbín (1621-1688) o něm píše jako o největším jezeru Království českého (Zapletal, 1954; Kožešník a kol., 1980).

Vývoj jezera pokračoval až do 19. století, kdy je uváděno na dobových mapách a kronikách (Zapletal, 1954). Dějiny Komořanského jezera sepisuje historik Ludwig Schlesinger (1871) (Pokorný, 1963). Postupným zarůstáním se plocha neustále zmenšovala (Řeháková, 1985). Otázkou změn rozlohy jezera se zabývá Pokorný (1963), který upozorňuje na rozporuplnost záznamů a vybízí ke kritickému hodnocení historických údajů. Za věrohodné považuje údaj 5,75 km² zaznamenaný Schallerem (1787) a 1,95 km² pro rok 1831 zaznamenaný Stanzlem (1832) (Pokorný, 1963). Výkyvy v některých záznamech mohou být způsobeny vlivem rozdílného vodního stavu za sucha a povodní (Pokorný, 1963). Vývoji rozlohy jezera odhadovanému na základě historických map a jiných pramenů se blíže věnuje Cibulka (2002) (příloha 5).

Roku 1830 byly v jezerní pánvi z větší části bažiny a největší hloubka nádrže činila několik metrů. V roce 1832, kdy dosahovaly bažiny k Ervěnicům, Jezeří a Hornímu Jiřetínu, začaly odvodňovací práce pro získání zemědělské půdy. V roce 1834 byly práce ukončeny a po jezeře zůstala jen reliktní jezírka u Kundratic, Souše a Kopist (Zapletal, 1954).

Zapletal (1954) upozorňuje na stovky umělých nádrží v okresech Most, Litvínov a Chomutov, které nemají s bývalým jezerem nic společného. Jsou to zaplavená důlní díla, která začala vznikat až po zániku jezera roku 1860.

2.2.7 Historie vědeckého výzkumu

Na konci 70. let 19. století se stavbou jezerní oblasti zabýval Wolf (1880) a sestavil na základě profilů geologickou mapu (Pokorný, 1963).

Zájem o sedimenty Komořanského jezera podnítily plody kotvice plovoucí (*Trapa natans* var. *coronata*) nalezené Wettsteinem (1896), který zároveň poskytl svými odběry materiál k prvnímu výzkumu rozsivek Komořanského jezera provedenému Lühnem (1897) (Řeháková, 1986).

Významné výzkumy pokoušející se poprvé propojit paleobotanická a archeologická data vedl Rudolph (1926) právě na sedimentech Komořanského jezera (Jankovská, 2011). Rozsáhlé pylové analýzy sedimentů pozdního glaciálu byly provedeny Losertem (1940), který společně s Rudolphem (1926) vyčlenil v sedimentech jezera 9 floristických zón. Na rozdíl od záchranných odběrů v 80. letech 20. století prozkoumal i materiál z centrální části jezera, který v té době ještě nebyl odtěžen (Jankovská, 1983, 2011; Hurník, 2001).

Z geologického hlediska se věnuje jezerním sedimentům Hibsche (1929), na jehož závěry se ve své teorii o vzniku jezera později odvolává Řeháková (1985).

Na práci Rudolpha (1926) a Loserta (1940) navazují svými výzkumy Pacltová a Žertová (1959), které provádí ve spolupráci s Archeologickým ústavem ČSAV analýzu pylu, plodů a semen. Materiál jim poskytl E. Neustupný ml. a H. Mašek, kteří odebrali i soustavný profil sedimenty. Bylo provedeno absolutní datování zbytků dřev pomocí ^{14}C , datace byla palynologií doplněna.

Z geograficko-historického hlediska pojímá Komořanské jezero Pokorný (1963) z Geografického ústavu ČSAV. Poukazuje na nedostatky v údajích o rozloze jezera v minulosti. Zánik jezera vnímá jako příležitost pro pozorování vlivu člověka na utváření krajiny.

V 60. letech 20. století byl proveden první geologický výzkum s cílem prozkoumat možnosti průmyslového využití rozsivkové zeminy (Hurník, 1969). Geologickou problematiku rozvíjí ve své práci Hurník (1969), který staví Komořanské jezero na roveň známé lokalitě Soos. Zabývá se litologií a stratigrafií sedimentů, vznikem, hloubkou a rozsahem jezera. Ve svých názorech na vznik jezera se odvolává na práci Žebery (1964).

Dlouhodobé archeologické výzkumy z 50. let 20. století shrnul Neustupný (1985).

Archeologické poznatky Neustupného upřesňuje pomocí palynologických analýz Jankovská (1988). Její práce přispívá do diskuze o narůstajících neshodách mezi chronologií od Firbase (1949) a závěry učiněnými Neustupným (1985) s použitím materiálů z Komořanského jezera. Jankovská (1983, 1984, 1988, 2000, 2011) se dále zabývá materiálem z Komořanského jezera a vytváří pomocí pylových a paleoalgologických analýz rekonstrukce paleoprostředí v průběhu holocénu pro prostředí jezera i pro okolní vegetaci v oblastech Krušných hor, Podkrušnohorské pánve a Českého Středoohoří. Členění profilu na základě pylových analýz potvrzuje radiokarbonovým datováním (Jankovská, 1984).

Rozsivky byly zahrnuty i ve výzkumech Rudolpha (1926) a Loserta (1940), ale systematický výzkum druhového složení rozsivek v sedimentech Komořanského jezera provedla Řeháková (a kol. 1961, 1962, 1983, 1985, 1986, 1987). Pomocí složení

rozsivkových společenstev a korelací s pylovými a algologickými analýzami vytvořila rekonstrukce vývoje jezerního ekosystému v průběhu holocénu. Poprvé se oblasti Komořanského jezera Řeháková (1961) věnuje při průzkumu ložiska křemeliny s ohledem na její technické využití.

Před úplným odtěžením sedimentů byly v 80. letech 20. století provedeny záchranné odběry. Získaný materiál je dodnes podrobován nejrůznějším analýzám. V rámci grantového projektu GA ČR č. 206/09/1564 byly kromě základního sedimentárního a geochemického výzkumu studovány rozsivky, perloočky, pakomáři, palynomorfy a uhlíky (Valentová, 2011).

Pokud budeme počítat s pravděpodobnými antropogenními vlivy na vývoj jezera, mohl by výzkum jeho sedimentů přinést velmi zajímavé poznatky o vývoji prostředí ve střední Evropě během holocénu. Vzhledem k jeho mezo – eutrofnímu rázu se v jeho záznamu projeví jen opravdu výrazné změny prostředí, což by mohlo omezit lokální vlivy a dát možnost odhalit změny většího rozsahu (Bešta a kol., nepublikováno).

Historii výzkumu Komořanského jezera a jeho výsledky shrnul Hurník (2001) v obsáhlé práci věnující se celé oblasti Mostecka.

3 Metodika

3.1 Odběr, skladování a datace vzorku

Vzorky ze studovaného profilu PK-1-W byly odebrány Jankovskou, Duškem a Řehákovou mezi lety 1980 a 1983 pod hrází Dřínovské nádrže jihojihovýchodně od tehdejší obce Dřínov (příloha 6) (Valentová, 2011). Při odběru bylo použito Kubienových krabic (50x10x10 cm) (Bešta a kol., nepublikováno). Přesná pozice místa odběru nebyla zaznamenána, protože v zahloubeném prostoru mostecké pánve nebylo možno přesnou pozici zaměřit a vzorky bylo nutné odebrat rychle, než budou zničeny postupující těžbou (Valentová, 2011). Z poznámek vedených během odběru je možno vyvodit přibližnou polohu v západní litorální části jezerní pánve (50°31'5'' N, 13°31'5'' E) (Bešta a kol., nepublikováno). Celková mocnost profilu PK-1-W je 183 cm, musíme však zohlednit, že byl odebrán během prvních skrývkových řezů a v nejsvrchnější části profilu tedy může chybět až 0,5 m sedimentu (Valentová, 2011).

Kubienovy krabice byly skladovány při 4°C do roku 2008. Pak byl profil sedimentologicky popsán a rozdělen na vzorky v pravidelných intervalech 2 cm. Část profilu

tvorěná gyttjou (172-119 cm) a vzorky rašeliny z vyšší části profilu byly uskladněny pro další zkoumání (Bešta a kol., nepublikováno).

Datování pomocí ^{14}C bylo společně se vzorky z profilů PK-1-C a PK-1-CH provedeno v laboratoři CAIS (Center for Applied Isotope Studies). Na jeho základě byl vytvořen datový model (příloha 7) (Valentová, 2011; Bešta a kol., nepublikováno).

3.2 Izolace rozsivek ze sedimentu

V chemické laboratoři Ústavu geologie a paleontologie PřF UK v Praze byly pod vedením Mgr. Hany Rajdlové zpracovány vzorky z úrovní 125-127 cm (KOM 1), 145-147 cm (KOM 2) a 172-175 cm (KOM 3).

Díky velké čistotě vzorků bylo možné odstranit organický materiál pomocí 30% roztoku H_2O_2 , který je k frustulám šetrnější než kyseliny (Kalina, 1994). Reakce byla velmi mírná. Peroxid vodíku byl přiléván, dokud vykazoval zřetelnou reakci se vzorkem. Po rozpuštění organických nečistot byly vzorky vymyty destilovanou vodou, tak že se nejprve nechaly sedimentovat a poté byla jednorázovou pipetou odpipetována kapalina nad vzorkem. Tento proces byl několikrát opakován. Do promytých vzorků byl přidán 10% roztok NH_3 a po sedimentaci částic na dno byla kapalina nad vzorkem opět odpipetována. Získaný roztok připravený k tvorbě preparátů byl přelit do plastových zkumavek s víčkem o objemu 15 ml.

Po prohlédnutí první sady preparátů bylo zjištěno, že nemají potřebnou čistotu, proto byl proces rozpouštění v peroxidu vodíku ještě jednou opakován.

3.3 Příprava trvalých preparátů

Pro tvorbu trvalých preparátů bylo vzorky nutné nejdříve naředit. Vzorky byly dolity destilovanou vodou a protřepány. Jednorázovou pipetou byla po usazení velkých zrn sedimentu (1-2 minuty) (Kalina, 1994 dle Krammer & Lange-Bertalot, 1986) část vzorku odebrána a přenesena na krycí sklíčko o rozměru 22 x 22 mm. Ze stejně naředěného vzorku bylo podruhé odebráno menší množství, aby se dosáhlo menší hustoty valv. Poté byla část protřepaného vzorku odlita a zbytek dolit destilovanou vodou, čímž byl vzorek dále zředěn. Z každého vzorku bylo pořízeno několik různě hustých odběrů, z nichž byly po zaschnutí vybrány vhodné pro tvorbu preparátů. Odebrané vzorky byly nechány zaschnout pod ochranným příklopem, aby se zabránilo kontaminaci z okolního prostředí.

K fixaci byla použita syntetická pryskyřice Pleurax s vysokým indexem lomu světla ($n = 1,73$) (Kalina, 1994). Podložní sklo bylo zahřáto na topné desce přibližně na teplotu

150°C, poté bylo nanášeno malé množství Pleuraxu. Po částečném odpaření butanolu, který slouží jako rozpouštědlo, bylo přiloženo krycí sklíčko s rozsivkami. Při teplotě 200 - 300°C byl odpařován zbývající butanol za průběžného poklepávání preparační jehlou pro odstranění bublin. Po zhoustnutí Pleuraxu bylo sklo sejmuto z topné desky a hotové preparáty byly nechány 2 – 3 dny ztuhnout.

Preparáty byly pečlivě označeny a skladovány ve vodorovné poloze, aby se předešlo jejich poškození. Jsou uloženy v Ústavu geologie a paleontologie PřF UK.

Celkem bylo vytvořeno 18 preparátů, jako vhodné pro determinaci valv pod mikroskopem bylo vyhodnoceno 6 z nich.

3.4 Studium preparátů pod mikroskopem

Vzorky byly studovány na mikroskopu Olympus BX51 v Ústavu geologie a paleontologie PřF UK v Praze za odborného dozoru RNDr. Jakuba Sakaly, Ph. D. Snímky byly pořízeny na mikroskopu Olympus BX51 s digitální kamerou Olympus DP72 ve Vodohospodářské laboratoři na Povodí Vltavy s. p. v Českých Budějovicích pod vedením Mgr. Tomáše Bešty.

3.5 Určování taxonů

K určení taxonů byla použita literatura Krammer (2000, 2002, 2003), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b) a Lange-Bertalot (2001).

Synonymika byla dohledána pomocí veřejně přístupných databází Algaebase (<http://www.algaebase.org>) a Catalogue of Diatom Names (<http://researcharchive.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>).

4 Výsledky

4.1 Vzorky sedimentu

Byly zkoumány tři vzorky z vrtu PK-1-W, a to z hloubek 125-127 cm (KOM 1), 145-147 cm (KOM 2) a 172-175 cm (KOM 3). Všechny vzorky obsahovaly dobře determinovatelné schránky rozsivek, i když větší objekty byly značně rozlámány. Ve všech vzorcích byla také nalezena cenobia chlorokokálních řas (příloha 8).

Dle datového modelu vytvořeného Mgr. Tomášem Beštou (Valentová, 2011) a fytostratigrafie, jak ji uvádí Ložek (2007) spadají vzorky i s přihlédnutím k odchylce do období uvedených v Tabulce 1.

Tabulka 1: Datování analyzovaných vzorků

Vzorek	Staří (roky př. Kristem)	Období
KOM 1 (125-127 cm)	3000	Subboreál
KOM 2 (145-147 cm)	4900	Atlantik
KOM 3 (172-175 cm)	7200	Boreál

4.2 Nalezené taxony

<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	tab. 1, obr. 15
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	tab. 1, obr. 12-13
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	tab. 2, obr. 11
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	tab. 4, obr. 14
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	tab. 2, obr. 2
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 18
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) van Heurck	tab. 1, obr. 17
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 16
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	tab. 3, obr. 1
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) K. Krammer	tab. 2, obr. 4
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk & Klee	tab. 5, obr. 31-32
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	tab. 4, obr. 2-3
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	tab. 4, obr. 5
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	tab. 4, obr. 12
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot & Alles	tab. 4, obr. 8
<i>Eunotia incisa</i> W.Smith ex W.Gregory	tab. 4, obr. 13-14
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>capucina</i>	tab. 5, obr. 6
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	tab. 5, obr. 22-30
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Hustedt	tab. 5, obr. 7-10
<i>Fragilaria delicatissima</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	tab. 5, obr. 3
<i>Fragilaria heidenii</i> Østrup	tab. 5, obr. 15
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	tab. 5, obr. 2
<i>Geissleria schoenfeldii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot et Metzeltin	tab. 3, obr. 6-7
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 1
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 3-4
<i>Gomphonema intricatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehrenberg) Cleve	tab. 1, obr. 2

<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	tab. 1, obr. 8
<i>Gomphonema sarcophagus</i> Gregory	tab. 1, obr. 11
<i>Gomphonema trigonocephalum</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 6
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	tab. 1, obr. 5
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	tab. 4, obr. 6-7
<i>Navicula laterostrata</i> Hustedt	tab. 2, obr. 5-6
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	tab. 2, obr. 3
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	tab. 2, obr. 9
<i>Naviculadicta vitabunda</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	tab. 3, obr. 5
<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	tab. 2, obr. 1
<i>Pinnularia nobilis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	tab. 6, obr. 1
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	tab. 6, obr. 4
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> (Grunow in Van Heurck) E.A. Morales	tab. 5, obr. 13-14
<i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	tab. 3, obr. 3
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	tab. 3, obr. 9
<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>capitata</i> (Skvortzov & K.I.Meyer) Poulin	tab. 2, obr. 7-8
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	tab. 3, obr. 8
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	tab. 3, obr. 2
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams & Round	tab. 5, obr. 16-21
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	tab. 4, obr. 9-10
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	tab. 5, obr. 1

5 Diskuze

1. V kapitole 2.2.4 *Litologický vývoj* uvádím rozmezí mocnosti sedimentů Komořanského jezera 6 – 7 (10) m, jak ho uvádí Řeháková (1987). Ačkoli dle Hurníka (1969) nepřesahuje mocnost 6 m, příkláním se k podrobnějšímu výkladu Řehákové.
2. V kapitole 2.2.5 *Rekonstrukce paleoprostředí a jeho vývoj v čase* byly použity názvy taxonů rozsivek tak, jak je uvádí Řeháková (1985, 1986) a nebyly pro přehlednost převáděny dle současné synonymiky. U mnou nalezených taxonů, shodujících se s nálezy Řehákové (1986) je synonymika uvedena. Synonymiku taxonů, které uvádím v textu, název použitý Řehákovou (1985, 1986) již není platný a nenalezla jsem je ve svých preparátech, uvádím zde:

Aulacoseira italica (Ehrenberg) Simonsen

- v Řehákové (1986) jako: *Melosira italica* (Ehrenb.) Kütz. var. *italica*

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

- v Řehákové (1986) jako: *Melosira granulata* (Ehrenb.) Ralfs var. *granulata*

Staurosira construens var. *exigua* (W.Smith) H.Kobayasi

- v Řehákové (1986) jako: *Fragilaria construens* var. *exigua* (W. Sm.) Schulz

Stephanodiscus minutulus (Kützing) Cleve & Möller

- v Řehákové (1986) jako: *Stephanodiscus astraea* var. *minutulus* (Kütz.) Grun.

3. Ve vzorcích z vrtu PK-1-W bylo nalezeno 7 prokazatelně určitelných taxonů, které nejsou zaznamenány v práci Řehákové (1986):

Craticula cuspidata (Kützing) D.G.Mann tab. 3, obr. 1

Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bertalot & Alles tab. 4, obr. 8

Fragilaria delicatissima (W.Smith) Lange-Bertalot tab. 5, obr. 3

Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot tab. 5, obr. 2

Gomphonema intricatum var. *vibrio* (Ehrenberg) Cleve tab. 1, obr. 2

Navicula rhynchocephala Kützing tab. 2, obr. 9

Ulnaria ulna (Nitzsch) P.Compère tab. 5, obr. 1

4. Jednoznačně určit se nepodařilo 17 taxonů, jejichž seznam s uvedenými rozměry (délka; šířka; počet strií (sept)/ 10 μm), odkazem na příslušný obrázek a tabuli a případně názvem použitým Řehákovou (1986) uvádím zde:

- ***Cymbopleura cf. subcuspidata* (Krammer) Krammer**

?65 μm ; 25,5 μm ; 9 s/10 μm

tab. 6, obr. 6

- ***Encyonema cf. elginense* (Krammer) Mann**

41,7 μm ; 11,6 μm ; 11 s/10 μm

tab. 2, obr. 10

Cymbella turgida Greg.

- ***Eunotia cf. minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck**

?; 4,8 μm ; 14 s/10 μm

tab. 4, obr. 4

Eunotia pectinalis var. *minor* (Kütz.) Rab.

- ***Eunotia sp.1***

?; 6,8 μm ; 14 s/10 μm

tab. 4, obr. 11

- ***Fragilaria capucina* Desmazières cf. var. *capucina***
33,2 µm; 2,8 µm; 15 s/10 µm
tab. 5, obr. 4
Fragilaria capucina Desm. var. *capucina*
- ***Fragilaria construens* cf. f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt**
obr. 11: 10,8 µm; 5 µm; 15 s/10 µm; obr. 12: 17,8 µm; 7 µm; 14 s/10 µm
tab. 5, obr. 11-12
Fragilaria construens var. *binodis* (Ehrenb.) Grun.
- ***Fragilaria* cf. *delicatissima* (W.Smith) Lange-Bertalot**
35,3 µm; 3,3 µm; 15 s/10 µm
tab. 5, obr. 5
- ***Gomphonema parvulum* cf. var. *exilissimum* Grunow**
25,3 µm; 5,9 µm; 16 s/10 µm
tab. 1, obr. 9
- ***Gomphonema* sp.1**
16,7 µm; 5,1 µm; 15 s/10 µm
tab. 1, obr. 7
- ***Gomphonema* sp.2**
25,5 µm; 5,6 µm; 14 s/10 µm
tab. 1, obr. 10
- ***Nitzschia* sp.1**
?; 5,3 µm; 25 s/10 µm
tab. 5, obr. 33
- ***Pinnularia* cf. *nobilis* var. *regularis* Krammer**
217,1 µm; 29,5 µm; 6 s/10 µm
tab. 6, obr. 2
- ***Pinnularia* cf. *viridiformis* Krammer**
109,8 µm; 21,6 µm; 7 s/10 µm
tab. 6, obr. 3
- ***Pinnularia* sp. 1**
54,5 µm; 11,8 µm; 10 s/10 µm
tab. 6, obr. 5

- ***Psammothidium cf. grischunum* (Wuthrich) Bukhtiyarova et Round**

12,3 µm; 4,8 µm; 26 s/10 µm

tab. 1, obr. 15

- ***Stauroneis cf. anceps* Ehrenberg**

?; 9,7 µm; 26 s/10 µm

tab. 3, obr. 4

Stauroneis anceps Ehrenb. var. *anceps*

- ***Surirella cf. splendida* (Ehrenberg) Kützing**

?; 27 µm; 2 s/10 µm

tab. 4, obr. 1

Surirella robusta var. *splendida* (Ehrenb.) V. H.

5. Byla vytvořena synonymika v porovnání s popisy v práci Řehákové (1986). U nejednoznačně určitelných druhů jsou popisy dle Řehákové (1986) uvedeny. U zbývajících druhů nalezených i v práci Řehákové (1986) jsou synonyma zachycena v tabulce (příloha 9).

6 Závěr

Komořanské jezero existovalo od svého vzniku v pozdním glaciálu až do roku 1834, kdy bylo definitivně vysušeno. Poslední fáze jeho vývoje byla úzce spjata s lidským osídlením v jeho okolí a nalezneme o něm tedy zprávy v mnoha historických pramenech. Jeho sedimenty zároveň poskytovaly široké pole působnosti pro nejrůznější výzkumy přírodovědců z různých odvětví od 19. století do současnosti. O Komořanském jezeru jako takovém či výzkumu jeho sedimentů existuje proto bohatá literatura, kterou jsem se pokusila dohledat a je shrnuta v kapitolách 2.2.6 *Historické záznamy* a 2.2.7 *Historie vědeckého výzkumu*.

Vzhledem k zaměření na výzkum rozsivek, byly pro rešerši i praktickou část stěžejní práce Dr. Řehákové (a kol. 1961, 1962, 1983, 1985, 1986, 1987) a je jim proto věnována největší pozornost.

Detailní analýza rozsivek byla provedena v rámci mezinárodního korelačního programu IGCP 158 B – „Prostředí jezer a bažin“, jehož výsledky shrnuje Řeháková (1987). Materiál získaný při odběrech v 80. letech 20. století nebyl ještě zcela zpracován, např. profil označený PK-1-W.

Pro co nejuplnější představu o poměrech vrtnu PK-1-W byly vybrány tři vzorky sedimentu v takových hloubkových intervalech, aby pokryly téměř celý rozsah profilu. Ty byly následně zpracovány a byly zhotoveny trvalé preparáty pro pozorování valv pod mikroskopem.

Cílem při determinaci bylo zachytit co nejvíce taxonů rozsivek napříč vrtem, seznámit se s vyskytujícími se formami a vyzkoušet si práci s určovací literaturou. Bylo nalezeno 47 taxonů rozsivek, z nichž 7 nebylo nalezeno v práci Řehákové (1986).

Nalezené taxony byly nasnímány a ze snímků bylo vytvořeno 6 taxonomických tabulí.

7 Soupis zdrojů

- Alverson, A. J. (2008): Molecular Systematics and the Diatom Species, *Protist*, vol. 159, p. 339-353
- Barber, H. G., Haworth, E. Y. (1994): A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the British Freshwater genera, *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, no. 44
- Baurain, D. a kol. (2010): Phylogenomic Evidence for Separate Acquisition of Plastids in Cryptophytes, Haptophytes, and Stramenopiles, *Molecular Biology and Evolution*, vol. 27, no. 7, p. 1698-1709
- Bešta a kol. (nepublikováno): 5,000 years of Mid-Holocene aquatic stability in the littoral zone of a shallow lake, Lake Komořany, Czech Republic
- Burckle, L. H. (1998): Marine Diatoms, IN: Haq, B. U., Boersma, A. (eds.): *Introduction to Marine Micropaleontology*, Elsevier, New York – Oxford, p. 245-266
- Cavalier-Smith, T., Chao, E. E-Y. (2006): Phylogeny and Megasytematics of Phagotrophic Heterokonts (Kingdom Chromista), *Journal of Molecular Evolution*, vol. 62, p. 388-420
- Cibulka, J. (2002): Identifikace základních parametrů prostoru Komořanského jezera a jeho vývoje podle starých map, IN: Němec, J. (ed.): *Krajina 2002. Od poznání k integraci*, Ministerstvo životního prostředí, Praha, p. 12-19, ISBN 80-7212-225-8
- Cox, E. J. (1996): *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material*, Chapman & Hall, London

- Daugbjerg, H., Guillou, L. (2001): Phylogenetic analyses of Bolidophyceae (Heterokontophyta) using *rbcL* gene sequences support their sister group relationship to diatoms, *Phycologia*, vol. 40 (2), p. 153-161
- Dixit, S. S., Smol, J. P. (2000): Sedimentary Diatoms and Chrysophytes as Indicators of Lakewater Quality in North America IN: Martin, R. E. (ed): Environmental Micropaleontology. The Application of Microfossils to Environmental Geology, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, p. 279-303
- Falasco, E., Badino, G. (2011): The Role of Environmental Factors in Shaping Diatom Frustule: Morphological Plasticity and Teratological Forms, IN: Compton, J. C. (ed.): Diatoms. Ecology and Life Cycle, Nova Science Publishers, Inc., New York
- Firbas, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Band 1, Allgemeine Waldgeschichte
- Hibsč, J. E. (1929): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Brůx., Knihovna Státního geologického ústavu ČSR, 11, Praha
- Hurník, S. (1969): Příspěvek ke geologické problematice tzv. Komořanského jezera, Mostecko-Litvínovsko, Regionální studie, Oddíl přírodních věd, vol. 6, p. 5-14
- Hurník, S. (2001): Zavátá minulost Mostecka, Sborník okresního muzea v Mostě, řada přírodovědná, vol. 23, Okresní muzeum v Mostě
- Chlupáč, I. a kol. (2011): Geologická minulost České republiky, Academia
- Jankovská, V. (1983): Palynologische Forschung am ehemaligen Komořany-See (Spätglazial bis Subatlantikum), *Věstník Ústředního ústavu geologického*, vol. 58 (2), p. 99–107
- Jankovská, V. (1984): Radiokarbondatierung der Sedimente aus dem ehemaligen Komořany-See (NW-Böhmen), *Věstník Ústředního ústavu geologického*, vol. 59 (4), p. 235–236
- Jankovská, V. (1988): Palynologische Erforschung archäologischen Proben aus dem Komořanské jezero – See bei Most (NW-Böhmen). – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, vol. 23, P. 45-77
- Jankovská, V. (2000): Komořanské jezero Lake (CZ, NW Bohemia) – A unique natural archive, *Geolines*, vol. 11, p. 115-117

- Jankovská, V. (2011): Komořany Lake – a lost archive for palaeobotanical, archaeological and historical information. – Acta. Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat., 67 (1-2), p. 47-50
- Kachlík, V. (2003): Geologický vývoj území České republiky, Správa úložišť radioaktivních odpadů, Praha
- Kalina, T. (1994): Preparace rozsivek IN: Křísa, B. & Prášil, K. (eds.): Sběr, preparace a konzervace rostlinného materiálu, Univerzita Karlova v Praze, Fakulta Přírodovědecká, p. 26-31
- Kalina, T., Váňa, J. (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, Nakladatelství Karolinum
- Kennington, K. (2002): The environmental applications of diatoms, IN: Haslett, S. K. (ed.): Quaternary Environmental Micropalaeontology, Arnold, London & Oxford University Press Inc., New York, p. 166-184
- Kollerová, L. (2007): Křemík Odd. 4.4 IN: Horáková, M. a kol.: Analytika vody, VŠCHT Praha, p. 195
- Kožešník a kol. (1980): Ilustrovaný encyklopedický slovník I. díl, Encyklopedický institut ČSAV, Academia, p. 164
- Krammer, K. (2000): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats, vol. 1. The genus Pinnularia, A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell
- Krammer, K. (2002): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats, vol. 3. Cymbella, A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell
- Krammer, K. (2003): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats, vol. 4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella, A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae, IN: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Jena
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988): Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, IN: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, Jena

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a): Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, IN: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, Jena
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b): Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, IN: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, Jena
- Lange-Bertalot, H. (2001): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats, vol. 2, Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu lato, Frustulia, A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell
- Kukul, Z. (1986): Základy sedimentologie, Academia Praha
- Kvaček, Z. a kol. (2007): Základy systematické paleontologie I, Ústav geologie a paleontologie PřF UK, Nakladatelství Karolinum, Praha
- Losert H. (1940): Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte Innerböhmens, I. Der Kommerner See, Beih. bot. Cbl., vol. 60B, Dresden, p. 346-394
- Losic a kol. (2009): Diatomaceous Lessons in Nanotechnology and Advanced Materials, Advanced Materials, vol. 21, no. 29, p. 2947-2958
- Ložek, V. (2007): Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru, Dokořán
- Lühne V. (1897): Über ein subfossiles Vorkommen von Diatomaceen in Böhmen, Österreichische botanische Zeitschrift, vol. 9, Prag
- Mann, D. G. (1999): The species concept in diatoms, Phycologia, vol. 38 (6), p. 437-495
- Mann, D. G., Droop, S. J. M. (1996): Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms, Hydrobiologia, vol. 336, no. 1-3, p. 19-32
- Medlin, L. K. a kol. (1997a): Phylogenetic relationships of the golden algae (haptophytes, heterokont chromophytes) and their plastides, Plant Systematics and Evolution, vol. 11, p. 187-219
- Medlin, L. K. a kol. (1997b): Is the origin of the diatoms related to the end-Permian mass extinction?, Nowa Hedwigia, vol. 65, no. 1-4, p. 1-11

- Medlin, L. K., Kaczmarzka, I. (2004): Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision, *Phycologia*, vol. 43 (3), p. 245-270
- Neústupný, E. (1985): K holocénu Komořanského jezera, *Památky archeologické*, vol. 76, p. 9-70
- Pacltová, B., Žertová, A. (1959): Paleobotanický výzkum rašeliny a jezerních sedimentů s archeologickými artefakty na dole Roosevelt v Ervěnicích u Chomutova, *Zprávy o geologických výzkumech v r. 1957*, Nakladatelství československé akademie věd, p. 171
- Pokorný, O. (1963): Několik poznámek k historickému vývoji Komořanského jezera, *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, Nakladatelství Československé akademie věd, p. 52-57
- Round, F. E., Crawford, R. M., Mann, D. G. (1990): *The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera*, Cambridge University Press
- Rudolph, K. (1926): *Pollenanalytische Untersuchungen im thermophilen Florengbiet Böhmens: Der „Kommerner See“ bei Brüx*. Ber. Dtsch. bot. Gesell., vol. 44, Berlin, p. 239-248
- Řeháková, Z. (1958): Dosavadní výsledky mikrofytopaleontologického výzkumu diatomitových ložisek v Československu, *Nakladatelství Československé akademie věd*
- Řeháková, Z. a kol. (1961): Zpráva o výzkumu křemeliny z oblasti Komořanských velkolomů, *Archiv posudků a zpráv produkce ČGS*, Praha
- Řeháková, Z. (1962): Subfossilní diatomové sedimenty v oblasti bývalého Komořanského jezera, *Zprávy o geologických výzkumech v r. 1961*, p. 163-165
- Řeháková, Z. (1983): Diatom succession in the post-glacial sediments of the Komořany Lake, North - West Bohemia, Czechoslovakia, *Hydrobiologia*, vol. 103, p. 241-245
- Řeháková, Z. (1985): Diatomová flóra severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí, IN: Malkovský, M. a kol.: *Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí*, Ústřední ústav geologický
- Řeháková, Z. (1986): The Postglacial history of diatom-bearing sediments of the former Lake Komořany (North-West Bohemia), *Sborník geologických věd, Antropozoikum*, vol. 17, Praha, p. 87-134,

- Řeháková, Z. (1987): Srovnání postglaciálního vývoje diatomové flóry jezerních a bažinatých ekosystémů ČSR, Archiv posudků a zpráv produkce ČGS, Praha
- Schaller, J. (1787): Topographie des Königreichs Böhmen, VII. Theil, Saaser Kreis, Prag und Wien, p. 202
- Schlesinger, L. (1871): Geschichte des Kommerner Sees bei Brüx. Festschrift zur Erinnerung an die Feier der 10 j. Gründung des Vereines für Geschichte der Deutschen in Böhmen
- Simpson, A. G. B., Roger, A. J. (2004): The real „kingdoms“ of eukaryotes, *Current Biology*, vol. 14, p. 693-696, <http://www.sciencedirect.com>
- Sims, P. A., Mann, D. G., Medlin, L. K. (2006): Evolution of the diatoms: insights from fossil, biological and molecular data, *Phycologia*, vol. 45 (4), p. 361-402
- Stanzl, B. (1832): Hydrotechnischer Lokalbefund, welcher bei der zusammengesetzten gemeinschaftlichen Kommission über das grossartige Unternehmen der Entwässerung der Kommerner Sees auf der Fürst Ferdinand v. Lobkowitz'schen Herrschaft Neudorf-Eisenberg Saaser Kreiser in Böhmen under der Oberleitung und Vorsitz des k. k. Gubernialrathes und saaser Kreishauptmanns Herrn Ferdinand Wussin von dem k. k. Wasserbau-Ingeniuer Herrn Bernard Stanzl zu Brüx am 16. November 1831 abgegeben wurde, Saaz, Státní ústřední archiv, sbírka map, inv. č. 509
- Stoermer, E. F., Smol, J. P. (eds.) (1999): *Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*, West Nyack, New York, USA, Cambridge University Press
- Urbánková, P. (2009): Alopatriká a sympatriká diverzita populací penátních rozsivek (Bacillariophyceae), bakalářská práce, Katedra botaniky PřF UK v Praze
- Valentová D. (2011): Geochemické studium jezerních sedimentů v oblasti zaniklého Komořanského jezera, diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze
- Wettstein R. (1896): Über ein subfossiles Vorkommen von *Trapa natans* in Böhmen - *Lotos*, vol. 44, Prag
- Wolf, H. (1880): Geologische und Gruben-Revier-Karte des Kohlenbeckens von Teplitz- -Dux- -Brüx nach den neučten Aufnahmen entworfen 1:10 000, Wien
- Zapletal, L. (1954): Zbytky Komořanského jezera, *Ochrana přírody*, vol. 9, no. 2, Praha, p. 57-58

- Žebera, K. (1964): Kvartér Českého masivu, IN: Svoboda, J. a kol.: Regionální geologie ČSSR, I. díl, 2. sv., NČSAV, Praha

- www.stratigraphy.org (6. 4. 2014)
- <http://www.algaebase.org> (15.5. 2014)
- <http://researcharchive.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>
(15.5. 2014)