

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav geologie a paleontologie

AKTUOEKOLOGIE JEZERNÍCH KRYTENEK ŠUMAVY

Markéta Lorencová

Vedoucí práce: Doc. K. Holcová, CSc.

Disertační práce

Praha 2008

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji své školitelce Doc. K. Holcové, CSc. za odborné vedení disertační práce, konzultace, podporu, připomínky a vlídný lidský přístup. Svým příkladem mi byla v mnohém inspirací.

Mé poděkování rovněž patří celému kolektivu Ústavu geologie a paleontologie za jejich snahu vytvořit příjemné pracovní prostředí a za možnost využít pro svou práci zdejší materiální vybavení.

Za nezbytnou pomoc v terénu a to i za obtížných podmínek děkuji Ing. I. Krpatové, RNDr. P. Čápovi a Mgr. V. Vajskebrovi.

Žádné poděkování není dost velké, aby vyjádřilo vděk mému muži za trpělivost, kterou se mnou po celou dobu měl a nasazení, se kterým pečoval o naše děti a byl mi při psaní neocenitelným pomocníkem. Děkuji své rodině a přátelům, bez nichž bych nikdy nenašla na dokončení práce dost času, za jejich podporu a pomoc.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury a že jsem práci ani žádnou její část nepředložila k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

20. května 2008

## OBSAH

PODĚKOVÁNÍ.....	2
PROHLÁŠENÍ.....	3
OBSAH.....	4
ÚVOD.....	6
OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA KRYTENEK.....	8
Cytoplazma.....	8
Schránka.....	8
Rozmnožování.....	9
Potrava.....	10
Cysty.....	10
Ekologie.....	11
Využití krytenek pro paleoekologii.....	11
Evoluce a fosilní záznam.....	13
Systematická kritéria.....	14
Historie výzkumu krytenek.....	17
CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ.....	19
<b>Šumava</b> .....	19
Geomorfologická charakteristika.....	19
Geologická stavba území.....	20
Klimatické charakteristiky území.....	24
Vegetace.....	24
Historický vývoj území.....	24
<b>Vodní plochy</b> .....	26
Vznik jezer.....	26
Geografická a hydrologická charakteristika jezer.....	26
Acidifikace jezer.....	27
Historie výzkumu jezer a Lipna.....	28
Černé jezero.....	30
Čertovo jezero.....	31
Plešné jezero.....	31
Prášílské jezero.....	32
Jezero Laka.....	33

Vodní dílo Lipno.....	34
MATERIÁL A METODIKA.....	36
<b>Terénní práce</b> .....	36
<b>Laboratorní práce</b> .....	37
VÝSLEDKY.....	39
Typy odebíraných sedimentů.....	39
Velikostní variabilita schránek.....	39
Složení schránek.....	40
Encystace schránek, zvláštní formy.....	40
Variabilita krytenkových společenstev na malé ploše .....	41
<b>Jezera</b> .....	44
Druhá diverzita a početnost krytenek v jezerech.....	44
Shannonův index diverzity .....	47
Druhá diverzita a početnost krytenek v závislosti na typu sedimentu.....	48
Klastrová analýza společenstev.....	50
<b>Údolní nádrž Lipno</b> .....	54
Povrchové vzorky.....	54
Krytenky v sondě a ve vrtech.....	57
DISKUZE.....	59
Metodika práce.....	59
Porovnání s výsledky výzkumu provedeného v roce 1898 Fričem a Vávrou.....	59
Variabilita schránek.....	61
Variabilita krytenkových společenstev na malé ploše.....	62
Druhové složení a ekologie.....	62
Krytenková fauna jezer.....	68
Klasifikace jezer na základě krytenkové fauny.....	71
Krytenky Lipna.....	72
ZÁVĚR.....	74
TAXONOMIE.....	77
POUŽITÁ LITERATURA.....	97
SEZNAM PŘÍLOH.....	111
PŘÍLOHY.....	117
SOUHRN.....	185

## ÚVOD

Krytenky (*Thecamoeba*) jsou jedna z mála skupin sladkovodních mikroskopických organismů s pevnou schránkou a tedy schopných fosilizace. Ačkoliv je zde zřejmá možnost jejich využití v paleoekologii, jde o málo známé a nedostatečně probádané organismy, které jsou neprávem částečně opomíjeny. Aby je bylo možné využít k interpretaci paleoprostředí a podmínek vzniku sedimentů v minulých geologických dobách, je nutné znát, jaké nároky na prostředí mají tyto organismy dnes.

Disertační práce pojednává o společenstvech krytenek nacházejících se v pěti ledovcových jezerech Národního parku Šumava a v údolní nádrži Lipno se zřetelem na využití znalostí jejich distribuce v závislosti na charakteristice prostředí v paleoekologii. Práce je jedním z výsledků širšího výzkumného projektu GA AVČR „Aktuologie sladkovodních krytenek (Testacea) Šumavy“ (autorka je spoluřešitelem, řešitel Doc. K. Holcová), který systematicky zpracovává společenstva krytenek z různých vodních prostředí na jednom rozsáhlém území. Pro tento projekt byla vybrána hydrologicky pestrá, přírodovědně hodnotná a relativně zachovalá oblast Šumavy.

Cílem disertační práce je

- a) získat společenstva krytenek z různorodých lokalit stojatých sladkých vod z jednoho území
- b) ověřit, zda existuje závislost mezi složením společenstev krytenek a charakterem sladkých vod - prozkoumat vazby mezi limnologickými parametry a složením společenstev, pokusit se najít ekologické faktory a životní podmínky mající významný vliv na druhovou skladbu a na morfolotypické rozdíly v rámci jednotlivých druhů
- c) z ekologických pozorování vybrat ta, která bude možné využít v paleoekologii.

Tento výzkum je součástí prvního systematického zpracování krytenek vodních prostředí Šumavy (Holcová a Lorencová 2001, 2004a, b, Holcová 2007, Lorencová 2003a, b, 2006, Lorencová a Holcová v tisku, Lorencová v tisku). Jde o jedinečný projekt zaměřený na využití těchto organismů v paleoekologii. Taxonomické pojetí použité v této práci zohledňuje možnost studia krytenek ve fosilním stavu. Oproti přísně biologickému principu jsou při determinaci druhů významné zejména znaky, které mohou být pozorovatelné a aplikovatelné u fosilního materiálu. Rámcově byl využit taxonomický přístup podle Medioli a Scott (1983).

Práce si klade za cíl rozšířit znalosti o krytenkách a upozornit na tuto skupinu v širším vědeckém okruhu, což může vést k jejich dalším nálezům, zejména v palynologických vzorcích apod. Takové nálezy by byly zpětně zase přínosné pro paleoekologii. Výsledky disertační práce dále mohou posloužit jako srovnávací data variability společenstev krytenek a jejich vztahu k limnologickým podmínkám. V neposlední řadě se práce snaží upozornit na krytenky jako na teoreticky možný sladkovodní ekvivalent foraminifer a na nutnost dalšího podrobného studia této skupiny organismů v paleontologickém záznamu stejně jako v recentních sedimentech.

V práci jsou shrnuty výsledky analýzy společenstev odebraných při terénních pracích v těchto časových obdobích:

červen 2001 - Lipno (9 vzorků)

červen 2002 - Lipno (3 vzorky), Černé jezero (10 vzorků), Čertovo jezero (11 vzorků), Prášilské jezero (8 vzorků), Plešné jezero (11 vzorků), jezero Laka (6 vzorků)

říjen 2003 - Lipno (17 vzorků)

Následovalo laboratorní zpracování vzorků, analýza nalezených společenstev a publikování výsledků.

## **OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA KRYTENEK**

Názvem Thecamoebina, též Thecamoeba (theca z řec. theke - schránka, amoeba z amoibos - měnlivý) nebo Testacea (název řádu odvozený od testa z řec. skořápka), česky krytenky, kryténky nebo kryténky je neformálně označována polyfyletická skupina prvoků, jejichž společnými znaky jsou amoeboidní buňka s pseudopodii různého druhu a pevná schránka jednoduchého kloboukovitého či vakovitého tvaru. Zahrnují formy dvou různých řádů kořenonožců (Committee on Systematics and Evolution of the Society of Protozoologists 1980) (viz kap. Taxonomie str. 77).

### Cytoplazma

Většina informací týkajících se cytoplazmy pochází z pozorování bílkovinných a křemitých forem. Je rozlišována vnější ektoplazma a vnitřní endoplazma. Pseudopodia (panožky) jsou tvořena ektoplazmou, i když jejich vnitřní část může být endoplazmatická (Medioli a Scott 1988). Pseudopodia slouží k přijímání potravy a k pohybu. Mají různý tvar - široká, prstovitá lobopodia, úzká dlouhá nitkovitá filopodia nebo nitkovitá anastomozující pseudopodia jemně větvená do sítí. Předpokládá se, že filosní a lobosní pseudopodia nemají trávicí funkci, u těchto forem byl pozorován přesun potravy do prostoru schránky, kde byla strávena pravděpodobně v endoplazmě (Medioli a Scott 1988).

### Schránka

V zásadě jsou dva hlavní tvary schránky: tvar kloboukovitý často s vtlačeným ústím na více či méně zploštělé břišní straně a tvar vakovitý s ústím umístěným na více či méně protaženém konci schránky či krčku. Některé druhy mají okolo ústí vytvořené límečky. Po stranách schránky, většinou na aborálním konci, bývají u mnohých druhů charakteristické ostnitě vyrůstky (Bartoš 1954). V systematice je dále využívána např. morfologie trnů a ústí, detaily povrchové struktury apod. Všechny tyto znaky se u jednotlivých druhů mohou odlišovat, i když se ukazuje, že jistý vliv na morfologii schránky má typ životního prostředí. Ekologické faktory mohou ovlivnit například velikost schránky (Medioli a kol. 1990). V jezerech oblasti permafrostu v Kanadě jsou obrovské formy krytenek běžné (Dallimore a



kol. 2000). Schránka krytenek je obvykle tvořena jednou komůrkou s jednoduchým ústím, jen u mála druhů se vyskytují ústí dvě nebo více (Bartoš 1954).

Schránka může být tvořena z čistě organického materiálu nebo být pokryta různým množstvím anorganického materiálu. Bývá čistě bílkovinná, křemitá nebo vápnitá. Materiál schránky může být původu autigenního (idiosomata) nebo jde o cizí částice aglutinované do organické matrix (xenosomata). Idiosomata jsou pravidelné ploché destičky různého tvaru - kruhové, široce nebo úzce elipčité, čtvercovité, červovitě pokroucené, někdy nepravidelné. Tyto destičky jsou vytvořené uvnitř těla kořenonožce nebo vyloučeny z plazmy. Destičky jsou často ukryté v plazmě za jádrem, v zadní části schránky. Idiosomata jsou jen zřídka uložena na povrchu schránky nepravidelně, častěji jsou v určitém pořádku. Nejčastěji tvoří příčné nebo podélné, popř. šikmé řady na povrchu schránky. Mezi nejběžnější xenosomata patří např. písečná zrna, frustuly diatom, křemité jehlice hub, dřevěné částičky nebo dokonce idiosomata jiných pozřených krytenek. Schránka může být pokrytá jedním typem xenosomat nebo jejich směsí. Schránky tvořené anorganickými idiosomaty se nazývají autigenní, schránky pokryté cizími xenosomaty jsou xenogenní. Některé schránky mohou být i smíšené. Idiosomata i xenosomata tvoří často při okraji ústí schránky jakési zuby.

Schránka vytvořená v době dělení již dále neroste (Penard 1902) a organismus dokonce není schopen ani opravit náhodné poškození (Jennings 1937). Její velikost je dána objemem cytoplazmy a množstvím dostupné potravy v době předcházející dělení (Medioli a Scott 1988). Zhodnocení střední velikosti krytenek dané populace může tak poskytnout užitečnou informaci o podmínkách okolního prostředí. Obecně pouze xenogenní a především křemité schránky fosilizují (Medioli a Scott 1988, Scott a kol. 2001), ačkoliv v holocenních sedimentech byly nalezeny i některé autigenní formy (Medioli a Scott 1983) zejména původem z rašelinišť. Je doloženo, že xenogenní schránky se silnou cementační vrstvou mají lepší předpoklady pro zachování v sedimentech než schránky s idiosomaty (Charman a kol. 2000).

### Rozmnožování

Krytenky se rozmnožují, pokud je známo, jednou za dva až jedenáct dní prostřednictvím replikace rodičovského jedince během nepohlavního binárního dělení (Medioli a Scott 1988, Ogden a Hedley 1980). Před dělením vystoupí protoplazma obyčejně

ze schránky, vyhrne před sebou idiosomata nebo xenosomata a vezme na sebe tvar budoucí schránky. Vyloučí na povrchu cementační hmotu, která tvoří ústrojnou část schránky a na vnější straně vytvořené schránky se xenosomata volně rozloží a idiosomata se pravidelně uspořádají. Pak se protoplazma zatáhne, jádro se nepřímou rozdělení, polovice vzniklé dělením se rozestoupí a potom se rozdělí i plazma. Jedna polovice zůstává ve staré schránce, druhá obsadí novou schránku (Bartoš 1966).

Pohlavní rozmnožování krytenek je řídký jev (Medioli a Scott 1983). Mezi lobosními či filosními krytenkami bylo pohlavní rozmnožování s jistotou pozorováno u rodu *Gromia* (Arnold, 1966), jehož taxonomické postavení vzhledem k ostatním krytenkám je diskutabilní, a u *Arcella vulgaris* (Mignot a Raikov 1992).

### Potrava

Živí se většinou bakteriemi, řasami a houbami, větší druhy se mohou živit i ostatními prvky včetně jiných krytenek nebo amoeb bez schránky a vířníků (Foissner 1987, Mast a Root 1916). Velikost kořisti, která může být pozřena, je často omezena velikostí ústí schránky predátora, ačkoliv některé velké formy mohou své panožky prostrčit do schránky kořisti a vstřebat její cytoplasmu. Krytenky jsou dokonce schopné napadat a poškozovat i menší mnohobuněčné organismy - Nematoda (Yates a Foissner 1995). Mnohé obsahují v cytoplazmě symbiotické zelené řasy.

### Cysty

Nepříznivé podmínky prostředí přežívají v podobě cyst. Jde o ochranu vůči vysychání, anaerobii, nedostatku potravy, mrazu, nízkému pH apod. Z plazmy je vypuzen obsah všech potravních vakuol, ať je jakkoliv strávený, tím se vytvoří v ústí jakási zátku. Pod ní organismus vyloučí cementační vrstvičku, načež se vejčitě stáhne a obalí se pouzdrem, které se zpevňuje idiosomaty, jež byla vytvořena v cytoplazmě do zásoby (Bartoš 1966). Během encystace dochází k redukci cytoplasmatického objemu a počtu organel (Ogden a Hedley 1980). Schopnost encystace umožňuje krytenkám pasivní transport v podmínkách, které by byly pro většinu vodních živočichů letální.

## Ekologie

Krytenky jsou euryvalentní a kosmopolitní organismy, které osidlují všechna sladkovodní tělesa (jezera, řeky, prameny, dočasné nádrže) stejně jako různé druhy vlhkých prostředí (bažiny, mokrou půdu, kůru stromů). Tolerují široké spektrum teplot a nacházejí se od tropů po polární oblasti. Jen málo druhů toleruje brakické podmínky (Collins a kol. 1990, Golemansky 1976, Haman 1982, Hayward a kol. 1996, Mediolli a Scott 1988, Patterson a kol. 1985, Scott a kol. 2001). Intenzivně jsou zkoumána společenstva žijící v půdě (Bonnet 1964, 1981a, b, Lousier 1976, Lüftenegger a kol. 1988, Stout a Heal 1967, Trappeniers a kol. 2002), dále pak druhy žijící na rašeliníku (*Sphagnum*) (Heal 1962, Laminger 1975, Meisterfeld 1979), v jeskyních (Decloitre 1955, Chibisova 1967), v jezerech (Collins a kol. 1990, Dalby a kol. 2000, Golemanski 1970, 1973, Grospietsch 1975, 1982, Morcazewski 1961, Scott a Mediolli 1983, Schönborn 1962, 1984, Štěpánek 1967, Roe a Patterson 2006), v řekách (Grospietsch 1958, Margalef 1955). Několik autorů se věnuje studiu tolerance druhů k různým kontaminacím v jezerech (Patterson a Kumar 2000a, b, Patterson a kol. 1996, Patterson a kol. 2002, Reinhardt a kol. 1998). Důkazy o limitovaném výskytu krytenek v závislosti na pH publikovali Heal (1961), Graaf (1956).

Prostorové rozšiřování se děje pravděpodobně zejména prostřednictvím větru, ale též přenesením na těle vodních ptáků. Krytenky jsou všudypřítomné a schopné velmi rychle kolonizovat nové oblasti, v přírodě jsou početné a zřejmě jde o velmi starou skupinu organismů - všechny tyto faktory mají pozitivní vliv na úspěšnost masivního rozšíření této skupiny po celém světě (Scott a kol. 2001).

Ačkoliv mezi protozoology se krytenky netěší velkému zájmu, množství údajů o jejich ekologii nashromážděné v průběhu 20. století zvyšuje jejich význam v ekologii obecně, např. při výzkumech změn prostředí, v biogeografii nebo při kolonizaci nových prostředí. Při monitoringu environmentálních změn v 21. století se zdají být jedním z klíčových taxonů (Smith a Coupe 2002).

## Využití krytenek pro paleoekologii

Dosavadní studie ukazují význam krytenek pro ekologii a naznačují vhodnost jejich využití v paleoekologii (Mediolli a kol. 1990). Tyto organismy mohou být při zachování ve vrtném materiálu nositelem užitečných informací o sladkovodním bentickém

paleoprostředí. Ostatní bentické indikátory (ostracoda, měkkýši) bývají často zejména v jezerních sedimentech s vysokým množstvím organických látek a často s nízkým pH působícím na jejich tvrdé části destruktivně špatně zachovány. Krytenky díky svému krátkému životnímu cyklu typickému pro mikroorganismy obecně odpovídají na změny prostředí rychleji než živočichové nebo rostliny (Smith a Coupe 2002) a v tom spočívá další význam jejich hodnoty jako indikátorů environmentálních změn. Díky encystaci mohou jednotlivé druhy přežívat v různých prostředích, přičemž se v jednotlivých prostředích může měnit hojnost, velikost a tvar sledovaného taxonu. Pro interpretaci sladkovodních paleoprostředí pomocí charakteristického složení společenstev krytenek je třeba podrobně prozkoumat jejich aktuální ekologii a zaměřit se na aspekty pro paleoekologii přímo využitelné. Ekologické analýzy totiž není často možné v paleoekologii využít, neboť se nedá rozeznat, který z faktorů prostředí je pro výskyt, hojnost a morfologickou variabilitu taxonu limitující.

Možnosti využití této skupiny v paleoekologii se v současné době intenzivně zkoumají (Charman 1999, 2001, Charman a Warner 1997, Medioli a Scott 1988, Tolonen a kol. 1992, Woodland 1996). Předmětem zájmu je vazba mezi výskytem jednotlivých druhů, jejich početností a morfologickou variabilitou a určitými ekologickými podmínkami optimálními pro jednotlivé druhy. Smyslem výzkumu je možnost využití výsledků při rekonstrukci životního prostředí fosilních krytenek (Asioli a kol. 1996). Mezi změnami prostředí a změnami ve složení společenstev krytenek byl již vzájemný vztah zaznamenán a popsán (Collins a kol. 1990), limnologické podmínky, často pro daná jezera unikátní, hrají významnou roli ve skladbě fauny (Patterson a kol. 1985). Společenstva krytenek zachovaná v sedimentech se ukázala jako vhodná, levná a snadná pomůcka pro zjišťování invazí sladkých vod (Scott a Medioli 1980b), eutrofizace (Asioli a kol. 1996, Burbidge a Schröder-Adams 1998, Patterson a kol. 1996, Medioli a Scott 1983) a znečištění těžkými kovy (Asioli a kol. 1996, Patterson a kol. 1996). Scott a Medioli (1983) zkoumali společenstva krytenek na povrchu sedimentu a ve vrtném materiálu dna Erijského jezera v severní Americe. Popisují závislost mezi obsahem organického uhlíku a typem povrchového společenstva. Ve vrtu směrem do hloubky společenstva plynule navazují na podobná, ale mnohem méně početná. Vyšší celková množství krytenek v mladších sedimentech jsou pravděpodobně způsobena vyšší dostupností organického materiálu v důsledku lidské aktivity v okolí jezera. V Kanadě byly dále studovány sedimenty v malých příbřežních jezerech (Patterson a kol. 1985). Ve vrtu

změny společenstev korespondovaly s některými z ekologických změn prostředí - např. se zvýšeným klastickým přínosem a zejména s přechodem od slaných ke sladkovodním podmínkám a s dočasnou brakickou fází. McCarthy a kol. (1995) porovnávali společenstva krytenek ze sedimentů dvou dalších kanadských jezer. Počet nalezených vzájemně odlišitelných typů společenstev hrubě korespondoval s množstvím klimatických epizod, které se v oblasti udály od posledního glaciálu (13 - 10 tisíc let). Také v Evropě byly prováděny podobné výzkumy. Např. Asioli a kol. (1996) studovali společenstva krytenek v několika italských jezerech v souvislosti s jejich kontaminací, Ellison (1995) našel vztah mezi rozšířením krytenek a fyzikálně-chemickými parametry 33 horských jezer ve Velké Británii, zejména v závislosti na jejich pH.

### Evoluce a fosilní záznam

Deflandre (1953) poznamenává, že od svrchního miocénu neexistují důkazy jejich evoluce a Scott a kol. (2001) toto období rozšiřují až na karbon nebo možná spodní kambrium. Znalost ekologie moderních forem by se mohla osvědčit jako neocenitelná pro paleoekologické rekonstrukce mnoha sladkovodních či okrajově mořských sedimentů (Scott a kol. 2001). Zdá se, že pomalý vývoj krytenek by mohl být pro takovéto využití pozitivní. Jde zřejmě o geneticky konzervativní organismy (mikrofosilie nalezené v triasu se velmi podobají těm žijícím a naznačují možnost trvání několika miliard generací bez významných genetických změn) (Smith a Coupe 2002). Díky jejich schopnosti přežít téměř všechny nepříznivé přírodní podmínky v podobě cyst není překvapující, že evoluční tlak působí na krytenky velmi slabě během celého jejich vývoje (Scott a kol. 2001). Rychlá generační doba pozorovaná u žijících druhů pak činí z krytenek organismy vhodnější pro rozpoznávání krátkých klimatických fenoménů než např. tradiční pyly (McCarthy a kol. 1995).

Fosilní záznam je kromě holocénu poměrně řídký. Nejstarší nálezy z neoproterozoika v Grand Canyon v Arizoně byly publikovány autory Porter a Knoll (2000), karbonské nálezy pocházejí z namuru České republiky (Vašíček a Růžička 1957), z ostrova Cape Breton (Thibaudeau a Medioli 1986) a westfálu a stephanu Sydney Basin v Novém Skotsku (Wightman 1992). Dále byly publikovány nálezy z jantaru triasu (Schönborn a kol. 1999), křídly Grónska (Miner 1935), Alberty (McLean a Wall 1981, Medioli a kol. 1986), na našem území v cenomanu české křídové pánve (Bubík 1997), v sedimentech rozhraní albu a

cenomanu v estuarinních sedimentech blanského příkopu (Bubík 1997). Mladší nálezy pocházejí z eocénu v Coloradu (Green River Formation - Bradley 1931), častěji z miocenních sedimentů Floridy (Cushman 1930), severní Patagonie (Frenguelli 1933), z panonu Maďarska (Kövary 1956), neogénu západních Karpat ze Slovenska (Brestenská 1977) a miocénu Polska (Kulczycka 1999). Holocenní nálezy jsou hojné. Přehled o fosilních nálezech ve světě shrnuje Mediolli a kol. (1990). Vzácnost starších nálezů je zřejmě způsobena možnostmi jejich fosilizace a nedostatkem výzkumů, jež by se týkaly sladkovodních sedimentů a krytenek (Scott a kol. 2001). Předpokládá se, že pokud bude této skupině sladkovodních živočichů věnováno více pozornosti, počet rodů zaznamenaných jako fosilní by mohl vzrůstat (Loeblich a Tappan 1964). Týká se to také palynologických vzorků, ve kterých se krytenky pravděpodobně nacházejí, ale nejsou zaznamenány a určeny. V Českém masívu se vyskytuje velké množství právě sladkovodních sedimentů křídý, terciéru a kvartéru, kde by se krytenky mohly vyskytovat.

#### Systematická kritéria

Existuje několik obdobných systematických členění skupiny kořenonožců (Sarcodina). Klasifikace je nejčastěji založena na typu pseudopodií. Dle jejich tvaru se rozlišují tyto podtřídy (Loeblich a Tappan 1964) - Lobosia (široká, prstovitá lobopodia), Filosia (úzká dlouhá nitkovitá filopodia) nebo Granuloreticulosia (nitkovitá anastomozující pseudopodia jemně větvená do sítí). Krytenky jako polyfyletická skupina organismů jsou součástí prvních dvou výše uvedených podtříd. Podkladem novější klasifikace (Adl a kol. 2005) je mezi jinými také molekulární fylogenetika a krytenky jsou zde součástí dvou skupin organismů - Amoebozoa a Rhizaria. Podrobněji je zařazení krytenek do vyšších taxonů v několika publikovaných systémech popsáno v kapitole Taxonomie (str. 77), kde je znázorněna také klasifikace této skupiny do úrovně druhů.

Pro účely paleontologie je taxonomie založená na měkkých částech použitelná jen do určité míry v klasifikaci vyšších taxonů. Významnějšími znaky pro určování fosilních a subrecentních krytenek jsou morfologické charakteristiky schránky a ústí.

Dlouho bylo zvykem rozlišovat druhy, rody a dokonce i čeledě krytenek podle přítomnosti xenosomat nebo idiosomat, tvaru těchto částic a původu či charakteru xenosomat. Tato mikrotextrální kritéria předpokládají, že autigenní či xenogenní struktura schránek je

určena genotypem nezávisle na podmínkách životního prostředí. Morfologie idiosomat může skutečně být vhodným taxonomickým kritériem (Medioli a Scott 1983). Z pokusů, které jmenovaní autoři prováděli na živých kulturách krytenek, však vyplývá, že stejný genotyp může vytvořit autigenní stejně tak jako xenogenní schránku v závislosti na podmínkách životního prostředí. Zdá se, že ani charakter xenosomat není spolehlivé taxonomické kritérium. Xenogenní schránky daného genotypu jsou zřejmě schopny tvořit schránku z jakéhokoliv dostupného materiálu vhodné velikosti v závislosti na okolních podmínkách (Medioli a Scott 1988). Z toho vyplývá, že taxony založené na přítomnosti a charakteru xenosomat odrážejí pouze podmínky životního prostředí a nejsou platné. Genotypové určení se na fenotypové úrovni projevuje pouze obecným tvarem schránky a tvarem idiosomat, jsou-li přítomny (Medioli a Scott 1983). V paleontologickém záznamu se pravděpodobně z důvodu lepší schopnosti fosilizovat častěji setkáme se schránkami xenogenními, z výše uvedeného však plyne, že přítomnost či absence různých xenosomat nemůže být využita pro tvoření taxonomických závěrů. Bohužel tento stěžejní problém taxonomie krytenek nebyl v minulosti předmětem náležitých pokusů. Z důvodu mnohých nejasností byla popsána celá řada zřejmě nesprávných nebo neúplných taxonů a taxonomie je více či méně sporná (Medioli a kol. 1990).

Vzhledem ke způsobu rozmnožování jde o jednorodičovské organismy a rozlišení druhu biologického od druhů morfologických je sporné (Medioli a kol. 1987, Medioli a kol. 1990, Medioli a Scott 1983). Podle nejobvyklejší současné definice je biologický druh souborem jedinců schopných vzájemného plodného křížení se vznikem plodných jedinců, mezi jedinci téhož druhu existuje volná kombinovatelnost genetického materiálu, v rámci druhu existuje tok genů, příslušníci téhož druhu mají společný genofond. Mezi druhy naopak existuje genetická a reprodukční bariéra (Kaprálek 1999). Definice druhu je tedy rozhodujícím způsobem vázána na existenci sexuality (Kaprálek 1999) a pro krytenky je z důvodu řídkého sexuálního rozmnožování (Valkanov 1962) téměř neaplikovatelná. Při taxonomickém určování přírodních společenstev spíše než od sebe jasně morfologicky oddělené skupiny jednotlivých fenotypů či druhů nacházíme shluky vzájemně podobných jedinců, jejichž morfologické znaky se postupně mění a do sebe přechází. Snaha zařadit jedince k jednotlivým druhům pak může vést k okamžiku, kdy bude nutné ustanovit pro každého jedince zvláštní druh (Medioli a Scott 1983). Tímto postupem bývají z přírodních

společenstev izolování jedinci s relativně vzácným fenotypem a na základě znaků, které mají individuální charakter (trny, detaily na ústí) určeny jako nové druhy. Výsledkem takového taxonomického přístupu, při kterém je koncept druhu velmi úzký, by byl případ, kdy popsané druhy nemají delší trvání. Tento způsob determinace nových druhů byl v minulosti velmi běžný, příznačný je např. pro autory Deflandre (1929) a Ogden a Hedley (1980). Ani opačný extrém, který by zahrnul všechny prolínající se morfotypy do jednoho druhu se nezdá být správným. Wallich (1864) např. zřejmě věří, že většina organismů zahrnovaných pod název Arcellacea jsou členy rozsáhlého klonu. Obrovské množství fenotypových variací, které do sebe více či méně přecházejí, je pak zapříčiněno působením okolních podmínek na jeden druh *Diffugia protaeiformis* (Medioli a Scott 1983). Medioli a Scott (1983) proto navrhuji praktické kompromisní řešení problému jednorodičovských druhů krytenek založené na obecné statistické studii fenotypových variací v celých přírodních společenstvech. Jde o rozčlenění přírodních společenstev na několik skupin charakteristických určitým fenotypem. Jedinci si jsou v rámci skupin díky úzkým variačním omezením do jisté míry podobní. Za druh je poté považován nalezený střed variací v každé fenotypové skupině. I když není prokázáno, že širší fenotypové druhy založené na výše uvedeném kritériu by měly korespondovat s genotypovým rozlišením, pro širokou praxi a zejména pro ekologické studie je tento koncept užitečný. Použít tento pohled na taxonomii krytenek je vhodné též pro fosilní společenstva, která jsou dokonce ještě variabilnější než žijící společenstva ovzorkovaná v jistém bodě v čase (Medioli a Scott 1983). Autoři v této práci uvádějí, že jejich koncept „druhu přírodního společenstva“ („natural-assemblage species“) vyhovuje představě paleontologického druhu.

Skutečnost, že při popisu druhů nebyly téměř vůbec označovány holotypy a dodnes neexistují ani lektotypy, vnáší do systematiky této skupiny mnoho otazníků. Klasifikace skupiny je souhrnně zpracována autory Bartoš (1954), Loeblich a Tappan (1964), Ogden a Hedley (1980). Tvorbou identifikačních klíčů, které by pomohly vytvořit v taxonomii jisté standardy a usnadnily výzkumníkům studium krytenek, se zabývají Ellison a Ogden (1987), Charman, Hendon a Woodland (2000), Kumar a Dalby (1998) a Scott a Medioli (1983).



## Historie výzkumu krytenek

Studium krytenek je historicky rozděleno do několika etap. Od roku 1816 byla popsána celá řada nových druhů krytenek často nekriticky a s malým zřetelem na pravidla nomenklatury nebo předchozí literaturu. Během 20. století bylo nashromážděno množství údajů z mnoha různých prostředí od suchozemských po vodní, ze všech kontinentů od tropů k polárním oblastem. Taxonomie lakustrinních forem byla předmětem zájmu v letech 1816 až 1930. Od poloviny 30. let jsou záznamy o nalezených druzích doplňovány také informacemi o životních podmínkách a ocenění jednotlivých druhů krytenek jako indikátorů. Od 60. let 20. století výzkumné aktivity s důrazem na ekologii vzrůstají v souvislosti s lepšími možnostmi zpracování statistických dat na počítačích. V posledních desetiletích jsou v centru zájmu spíše půdní formy (Balík 1990, 1994a, b, 1996a, b, 1998, Foissner a Korganova 1995, Schönborn 1992) a též obecné ekologické studie. V ekologických pracích se studuje závislost výskytu na klimatických zónách, chemismu prostředí, množství živin (Bobrov 1999, Collins a kol. 1990, Dalby a kol. 2000, Hayward a kol. 1996, Charman a Warner 1992, Mitchell a kol. 2000, Scott a kol. 1991, Smith 1992). Fosilní a subfosilní materiál byl dlouhou dobu zcela ignorován, ačkoliv existence krytenek v holocenních lakustrinních sedimentech je zcela zřejmá (Scott a kol. 2001). Hojnější jsou práce z fosilních rašelinišť (Booth 2002, Grospietsch, 1953, Hendon a kol. 2001, Charman a kol. 1999, Charman a Hendon 2000, Tolonen a kol. 1985). V současné době se možnosti využití této skupiny v paleoekologii intenzivně zkoumají. Využitím fosilních krytenek se zabývá např. Charman 1999, Medioli a kol. 1990, Smith a Coupe 2002. Významnou publikací je kniha Scott a kol. 2001, ve které autoři mimo jiné uvádějí: „... je očividné, že i přes nedostatek informací jsou krytenky hodnotným zdrojem dat využitelných při rekonstrukci vývoje prostředí zaznamenaného v recentních stejně jako ve velmi starých sladkovodních sedimentech”. Rostoucí počet studií jezerních sedimentů je publikován od počátku 80. let 20. století, zejména v severní Americe (Booth 2001, Collins a kol. 1990, Charman a Warner 1997, McCarthy a kol. 1995, Medioli a Scott 1988, Patterson a kol. 1985; Patterson a Kumar 2000a, Scott a Medioli 1983, přehled uvádí Patterson a Kumar 2002) a také v Evropě (Asioli a kol. 1996, Ellison 1995).

Na našem území se studiem krytenek zabýval Taránek (1881, 1882), krytenkami žijícími na mechu se zabýval Bartoš (1946), v roce 1954 publikoval klíč k jejich určování (Bartoš 1954), Štěpánek studoval krytenky ze dna Vranovské přehrady (Štěpánek 1967),

potoků okolí Jánských Lázní (Štěpánek 1954) a řeky Moravice (Štěpánek 1953), kde se zaměřil na využití celé slupiny Rhizopoda jako biologických indikátorů znečištění vod. Krytenky mechů Šumavy byly analyzovány Bartošem (1949, 1951) a Balíkem (1992), půdní formy studoval Rosa (1958). Opravilová zkoumala krytenky rašelinišť Hrubého Jeseníku (Opravilová- Spálovská 1960), řeky Bobravy (Opravilová, 1974), potoka Bítka (1980), řeky Jihlavy (1983, 1990) a tekoucích vod různého stupně saprobity (Opravilová 1986). V práci Opravilová (2000) se autorka věnovala biocenóze krytenek malých vodních toků. Druhy žijící v půdě jsou předmětem mnoha studií Balíka (1990, 1992, 1994a, b, 1996a, b, 1998, 1999). Krytenky žijící ve vodě a mokré půdě slanišek na jižní Moravě jsou popsány v práci Balíka a Bubíka (Balík a Bubík 2004). Bubík se zabývá fosilními nálezy na území Čech (Bubík 1997, 2001, Bubík a kol. 2001a, Bubík a kol. 2001b, Bubík a kol. 2001c) a krytenkami brněnské přehrady (Bubík 1995).

Výzkum krytenek, který je v současné době prováděn na Šumavě a jehož součástí je tato disertační práce, je zaměřen na společenstva krytenek z různých vodních prostředí z jednoho území a je prvním takovým systematickým zpracováním ekologie krytenek na území Šumavy. Detailní rozdíly ve společenstvech krytenek ve vodním prostředí byly analyzovány v práci Holcová a Lorencová (2004a). Výsledky byly průběžně dále publikovány v několika dalších pracích (Holcová a Lorencová 2001, 2002, 2004a, b, Lorencová 2002, 2003a, b, 2006, Holcová 2007, Lorencová v tisku).

## CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Odběry sedimentu za účelem studia společenstev krytenek byly prováděny v pěti šumavských ledovcových jezerech - Plešné jezero, Prášílské jezero, jezero Laka, Černé jezero a Čertovo jezero a v přehradní nádrži Lipno. Všechna jezera spadají pod ochranný režim buď jako součást Národního parku Šumava nebo Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero ležící v CHKO Šumava, část lipenské nádrže je chráněna v rámci Národního parku Šumava, zbytek je zahrnut v CHKO Šumava (viz Příloha 1a). Přírodní poměry panující ve vodách jezer jsou úzce spjaty s okolním prostředím nejen svými přítoky a odtoky, ale i prostřednictvím geologického podloží, historie, klimatu a dalších charakteristik oblasti celé Šumavy.

### ŠUMAVA

Šumava spolu se sousedícím NP Bavorský les na straně německé tvoří jednotný, v Evropě jedinečný přírodní celek, který UNESCO vyhlásilo v roce 1990 biosférickou rezervací. Území je zahrnuto do Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV), která téměř koresponduje s hranicí CHKO Šumava. Jde o významnou zdrojovou oblast, přírodní podmínky s množstvím mokřadních a rašelinných ploch ovlivňují příznivě akumulaci vod v území a regulaci jejich odtoku. Ledovcová jezera vyskytující se v nadmořské výšce kolem 1000 m jsou specifickým hydrologickým jevem, jejich stav je v současné době ovlivněn stupněm acidifikace v důsledku kyselé depozice a přírodních poměrů (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie). Lipenská nádrž je největší vodní plochou v České republice, její voda je oproti jezerům přirozeně mezotrofní až slabě eutrofní, od 80. let je však díky nadměrnému přísunu fosforu významně eutrofizována (Hejzlar a kol. 2001b).

#### Geomorfologická charakteristika

Národní park Šumava je největší národní park České republiky, jeho rozloha je 68 064 ha, ochranným pásmem je území CHKO Šumava s 99 624 ha, které v podobě úzkého pásu přiléhá k NP na severovýchodní straně. 80% rozlohy NP je pokryto lesem, 9 % tvoří zemědělské plochy, 1 % vodní plochy a toky, zbylých 10 % tvoří ostatní plochy z nichž

zástavba pouhých 0,1 % (Albrecht a kol. 2003) (viz Příloha 1b). Vyhlášení Národního parku Šumava proběhlo 20. 3. 1991 nařízením vlády ČR č. 163/1991 Sb., CHKO již 27. 12. 1963 výnosem Ministerstva školství a kultury č. 53855/63, novelizováno bylo výnosem Ministerstva kultury ČSR č. 5954 ze dne 17. 3. 1975. Příroda Šumavy je relativně málo ovlivněná člověkem (i když postupné pronikání člověka do lesního prostředí vytvořilo mozaiku přírodních, polokulturních až kulturních společenstev) a její význam spočívá především v rozmanitosti skladby společenstev v různých stádiích vývoje (Jeník v Anděra a Zavřel 2003). Hydrologicky jde o velmi pestré území. Nacházejí se tu prameny, mokřady, podmáčené louky, rašeliniště, potoky, říčky, ledovcová jezera a také uměle vybudované vodní kanály a vodní nádrže. Pohořím probíhá hlavní evropské rozvodí mezi Severním mořem a Černým mořem.

Šumava spolu se Šumavským podhůřím tvoří geomorfologický celek, který nazýváme Šumavská hornatina. Na českém území dosahuje nejvyšší nadmořské výšky hora Plechý (1378 m). Zajímavá je střední část Šumavy, velká náhorní plošina Šumavských plání s rozlohou 450 km<sup>2</sup> a nadmořskou výškou kolem 1000 m. Tato morfologická jednotka je v Evropě zcela ojedinělá. Jde o plochý zvětralý starý povrch, který vznikl zarovnáním staršího horstva a dosud nebyl rozbrázděn říční erozí. Ze Šumavských plání vyčnívají nejvyšší šumavské hory, mající často plochá temena. To jsou zbytky ještě staršího povrchu, které odolaly erozi, neboť je tvoří tvrdé horniny jako perlové ruly a metakvarcity. Horské hřbety z centrálního masívu směřují na severozápad a jihovýchod. Řeky tečou obvykle od severozápadu k jihovýchodu a sledují tak průběh starých zlomů (Babůrek 2001).

### Geologická stavba území

Území Národního parku Šumava je budováno dvěma základními geologickými celky - moldanubikem a moldanubickým plutonem, několika výběžky sem zasahuje středočeský plutonický komplex (Miksa a kol. 1996, Pelc a Šebesta 1999, Vejnar 1991). Pokryvné útvary jsou zastoupeny kvartérními uloženinami různého původu. (Příloha 2)

Šumavské moldanubikum se rozděluje na několik základních geologických jednotek (Chlupáč a kol. 2002).

Největší plošný rozsah má **jednotvárná jednotka** vyznačující se petrografickou monotónností. Nejrozšířenější horninou jsou plagioklasové pararuly s řadou odrůd (biotitické,

biotiticko-muskovitické, amfibolicko-biotitické, sillimaniticko-biotitické, cordieriticko-biotitické), které vznikly přeměnou usazených jílovitých a písčitých hornin. Tyto horniny bývají v různé míře migmatitizovány, stáří jejich vzniku je spjato s orogenními procesy před 340 miliony let (Babůrek a kol. 2006). Obsahují složku rulovou a složku charakteru žulové horniny či aplitu vytvořenou nástříky magmatu nebo vytavením z rul při vysokých teplotách. Vložky odlišných hornin (křemence, ortoruly, erlany) jsou ojedinělé (Kočárek v Anděra a Zavřel 2003a).

Narozdíl od jednotvárné jednotky má **pestrá jednotka** daleko různorodější petrografické složení. Hlavní horninou jsou také plagioklasové pararuly v podobných odrůdách jako v jednotvárné jednotce, liší se vyšším obsahem granátu a malým podílem živců. Častější jsou vložky dalších hornin - krystalické vápence, krystalické křemence, erlany, amfibolity a grafitické horniny. Časté jsou i přechodné horniny - kvarcitické ruly, svorové ruly, dolomitické vápence až dolomity, grafitické vápence, grafitické křemence aj. Dále se vyskytují ortoruly a granulity. Horninová pestrost vypovídá o neklidném prostředí usazování původních sedimentů pravděpodobně v mělkém moři (Kočárek v Anděra a Zavřel 2003a).

Stratigrafická pozice moldanubika zůstává zatím nejasná a jeví se spíše jako heterogenní oblast, jejíž dílčí segmenty mají různé stáří v rozsahu od spodního proterozoika až po starší paleozoikum. Pokud jde o vzájemný vztah těchto dvou hlavních skupin moldanubika, převažuje názor, že starší je jednotka jednotvárná a mladší jednotka pestrá (Babůrek a kol. 2007).

Do oblasti dále zasahují tři **granulitové masivy** - masiv prachatický, masiv Blanského lesa a masiv křišťanovský. Jsou tvořeny granulity a granulitovými rulami, masivy nesouvisle lemuje pruh přeměněných bazických hornin (zejm. amfibolity, peridotity aj.). Granulity svým geochemickým složením odpovídají magmatickým horninám granitového složení, jsou tedy považovány za silně metamorfované granity nebo migmatity. Radiometrické stáří vysokoteplotní metamorfózy granulitů bylo stanoveno v rozmezí 350-340 milionů let (Babůrek a kol. 2006).

Hlavní charakteristikou **jednotky Královského hvozdu** je, že minerální asociace různých horninových typů této jednotky vznikly za metamorfních podmínek odlišných od tepelně tlakových charakteristik běžných pro moldanubikum (Babůrek 2001). Hlavními horninami jsou muskoviticko-biotitické pararuly, vložky jiných hornin jsou vzácné. Složení

hornin závisí na složení původního materiálu a na stupni metamorfózy. Hlavní minerály jsou křemen, muskovit, biotit, granáty, v menším množství živec. Jednotka Královského hvozdu na jihovýchodě plynule přechází do jednotvárné jednotky. Hlavní část této jednotky je svrchně proterozoického až kambro-ordovického stáří (Babůrek 2004).

Nejasné postavení k okolním horninám jednotvárné jednotky zaujímá také **kaplická jednotka**. Nejčastější horninou jsou muskoviticko-biotitické až biotiticko-muskovitické pararuly, svorové ruly až svory. Jejich hlavní minerální složkou jsou křemen a slídy, u rul také živec. Horniny vznikly z původních jílovitých až písčitých hornin. Vložky jsou tvořeny především vápenci.

Je pravděpodobné, že moldanubikum představuje složitý komplex geologických jednotek různého stáří, který byl teprve při variském vrásnění koncem staršího paleozoika a v mladším paleozoiku stmelován v jeden celek. Došlo k další deformaci vrstev a intenzivní metamorfoze, převážně tepelným působením magmatu. S touto orogenezí souvisí také magmatická činnost, během níž se vytvořily oba velké plutony zasahující na území Šumavy - středočeský a moldanubický (Kočárek v Anděra a Zavřel 2003a).

Moldanubický pluton je v této své šumavské větvi reprezentován několika většími granitovými intruzemi (prášílský masiv, masiv Vydry, masiv Plechého, masiv Želnavské hornantiny, lipenský masiv) a množstvím drobnějších granitovitých těles v jejich okolí. Hlavními horninovými typy jsou biotitický granit až adamellit, granodiorit s muskovitem (masiv prášílský, masiv Vydry), granit typu Weinsberg (středně zrnitý porfyrický biotitický granit) (masiv Vydry, prášílský masiv, masiv Plechého) a granit typu Eisgarn (světlý porfyrický granit až adamellit) (masiv Plechého, lipenský masiv) (Babůrek a kol. 2006). Masiv Želnavské hornantiny a několik menších výchozů je tvořeno durbachitem (tmavý středně zrnitý amfibolicko-biotitický melagranit až melasyenit). Místy hojný žilný doprovod je reprezentován aplity, pegmatity, žulovými porfyry a lamprofyry ve formě žil přímo v hlubinných vyvěřelinách stejně jako v metamorfovaných horninách v okolí. Stáří těchto intrusí je obecně variské, svrchnopaleozoické, přičemž za starší je považován granit typu Weinsberg (330 mil. let), za mladší granit typu Eisgarn (320 mil. let), stáří durbachitu bylo určeno přibližně na 340 milion let (Babůrek a kol. 2007).

Středočeský plutonický komplex zasahuje do sledované oblasti několika výběžky. Hlavními horninami jsou tmavý granodiorit červenského typu (středně zrnitý amfibolicko-

biotitický granodiorit až křemenný diorit) s častými uzavřeninami moldanubických rul a amfibolitů a světlý středně zrnitý biotitický granodiorit. Hranice s okolními metamorfity bývá neostrá, přechodnou zónu tvoří často perlové ruly (obsahují několik mm velká zrna plagioklasu a draselného živce - perly v drobnější základní hmotě tvořené křemenem, živcem a biotitem). Jejich stáří vypovídá o době vzniku magmatických těles a spadá do doby hlavní aktivity variských orogenních procesů v intervalu před 360-330 miliony let (Babůrek a kol. 2006).

Po variských orogenních procesech probíhalo zvětrávání a zarovnávaní zemského povrchu, které vyvrcholilo v mladším terciéru (miocénu). Tento zarovnaný povrch byl pak vlivem alpské orogeneze vyzdvižen a rozlámán na dílčí kry podél znovu oživených zlomů (Babůrek a kol. 2007). Zdvih území Šumavy pokračuje dodnes. To je příčinou velmi slabě zachovalého sedimentárního pokryvu. Je tvořen především kvarténními uloženinami různého původu.

Kvarténní uloženiny mají převážně polycyklický vývoj a polygenetický charakter. Nejvíce jsou zastoupeny deluviální uloženiny soliflukčního původu, ve značné míře rašeliny, méně pak fluviální a deluviofluviální uloženiny a ojediněle i glaciální sedimenty. Stratigraficky náležejí většinou do pleistocénu a z části do holocénu až recentu. Kvarténní sedimenty jsou zastoupeny kromě rašelin (max. mocnost až 7,4 m) jen v malých mocnostech průměrně od 1 do 2 metrů (Babůrek a kol. 2007).

Šumavské moldanubikum se vyznačuje velmi složitou stavbou, která je výsledkem několika horotvorných pochodů, zejména kadomského a variského. Horninové soubory byly vícekrát postiženy vrásněním a starší deformace byly stírány a zakrývány deformacemi mladšími. Vrásové megastruktury mají tři základní směry. V severozápadní části území jsou nejvýraznější struktury směru SV-JZ. V oblasti Šumavy jsou nápadné zejména megastruktury směru JZ-JV. Vedle vrásových struktur jsou pro šumavské moldanubikum významné také zlomové struktury, které tvoří dva hlavní systémy - zlomy směru ZSZ-VJV až SZ-JV a zlomy směru S-J až SSV-JJZ (Kočárek v Anděra a Zavřel 2003a). Jejich stáří se pokládá za mladopaleozoické až tercierní. Často docházelo i k opakovaným pohybům. K takovému oživení významně přispěla i alpsko - karpatská orogeneze, jež hlavně v období mesozoika až terciéru způsobila rozčlenění původní paroviny na jednotlivé kry. Jak dokazují seismické

záznamy, trvá mírný tektonický neklid v podhůří Šumavy dodnes (Správa NP a CHKO Šumava: Geologie).

#### Klimatické charakteristiky území

Podle klimatického členění náleží většina Šumavy do chladné oblasti středoevropského středohorského typu podnebí. Celkový ráz podnebí Šumavy má přechodný charakter mezi podnebí oceánským a kontinentálním, v němž se projevují malé roční výkyvy teploty a poměrně vysoké srážky se stejnoměrným rozložením během roku (Strnad v Anděra a Zavřel, 2003). V oblasti Šumavy se průměrné roční teploty pohybují v závislosti na nadmořské výšce a to od 6,0 °C (750 m n. m.) do 3,0 °C (1300 m n. m.). Nejnížší průměrné roční srážky jsou kolem 800-900 mm na jejím severovýchodním okraji. Směrem k hlavnímu hraničnímu horskému pásmu srážek výrazně přibývá - 1500-1600 mm. Období plné vegetace trvá v nejchladnější části Šumavy kolem 100 dní v roce, celkové vegetační období trvá kolem 150 dní (Strnad v Anděra a Zavřel, 2003).

#### Vegetace

Montánní a supramontánní stupeň Šumavy, ve kterém se nacházejí ledovcová jezera, patří do fytogeografické oblasti oreofytikum. Lesní vegetaci tvoří zejména smrko-bukojedlový smíšený les (květnaté bučiny a acidofilní horské bučiny) a v menší míře klimaxové podmáčené smrčiny a jedliny. Pro uvedenou oblast jsou charakteristická společenstva ombrotrofních rašelinišť, oligotrofních jezer, rašelinných luk, pramenišť, horských mezofilních luk a pastvin (Albrecht a kol. 2003).

#### Historický vývoj území

Na konci doby ledové byla Šumava podstatně chladnější a sušší než dnes. V době vzniku ledovcových jezer pokrývaly Šumavu sněžníky, holé skály a balvanité sutě, porostlé sporou vegetací keříčků a bylin přizpůsobených drsnému klimatu. Zcela chyběly vyšší dřeviny stromovitého vzrůstu. V období mezolitu se krajina postupně měnila. Klima se stávalo teplejším a vlhčím, šumavská oblast se postupně zalesňovala. Ve vrcholné fázi takřka celé území pokrýval les. Trvalejší osídlení šumavského podhůří je zaznamenáno až v době bronzové. Podstatné změny do šumavské krajiny pak přinesla vrcholně středověká kolonizace



od 13. - 14. století, kdy vznikaly podél zemských stezek nové osady a docházelo k prvnímu rozsáhlejšímu odlesňování. Vyšší a nejvyšší části Šumavy zůstávaly stále pokryty prakticky nedotčenými pralesy, ačkoliv také tato území byla člověkem stále častěji navštěvována a částečně i hospodářsky využívána stejně jako jejich podhůří (zdroje nerostných surovin např. železná ruda, zlato, grafit, mramor, stavební kámen, křemen, štěrkopísky, rašelina). Kromě těžby rud se od poloviny 14. století a zejména v 16. století začalo rozvíjet také sklářství, pro které byla Šumava bohatým zdrojem surovin. Sklářské hutě byly zpočátku budovány hlavně v předhůří, do nadmořské výšky 900 m. Od 18. století se s nimi však můžeme setkat také v lesích vyšší Šumavy, do té doby nedotčených dokonce až v polohách okolo 1 100 m n. m. Důsledkem všech těchto aktivit bylo postupující odlesňování, neboť jak hutnictví, tak především sklářství spotřebovaly značné množství dřeva. Rozvoj měst a průmyslu po třicetileté válce a zejména v druhé polovině 17. a v průběhu 18. století přinesl další zvýšení těžby dřeva, které se používalo pro palivové a stavební účely. Sklářství mělo zásadní vliv na plošné odlesňování a na druhovou skladbu lesa. Některé plochy byly zcela vytěženy a zdevastovány. Také v nejvyšších partiích Šumavy došlo k odlesnění a strukturní přeměně původního lesa. Dřevo bylo těženo i v odlehlejších koutech a ke zjednodušení přepravy byly postaveny plavební kanály. Kolem poloviny 19. století těžba dřeva klesá, na konci století je hlavním zdrojem obživy obyvatel zemědělství. Po válce došlo k odsunu německy mluvícího obyvatelstva a k likvidaci sídel do vzdálenosti minimálně 8-10 km od státní hranice. Od 60. let nabývá Šumava na významu rekreačním a po r. 1989 a vyhlášení národního parku zaznamenáváme snahu o znovuosídlení některých částí Šumavy a o všestranné rekreační, turistické a sportovní využití (Albrecht a kol. 2003). Popsaná historie Šumavy se úzce dotýká také všech pěti ledovcových jezer nejen proměnou přírody v okolí vodních ploch, ale také přímým využíváním jejich vod pro plavení dřeva nebo jako zdroje energie (viz dále). Oproti ledovcovým jezerům, jejichž okolí bylo v nedávné době úzkostlivě střeženo v souvislosti s existencí blízkých hranic, prožila příroda na březích Lipna poněkud jinou minulost. Zatímco pravý břeh byl víceméně nedostupný v rámci hraničního pásma, levý břeh byl plynule využíván po celou dobu historie. Ačkoliv na množství staveb a rekreačních objektů při porovnání obou břehů je tento jev stále znát, cestovní ruch na obou březích v současnosti stále roste (Boháč a kol. 2006, Šrubař 2004).

## VODNÍ PLOCHY

### Vznik jezer

V období pleistocénu bylo na svazích nejvyšších šumavských hor 11 ledovců, které vyhloubily budoucí jezerní dna hrazená obloukovými valy čelních morén. Po roztátí ledovců se vyhloubené jímky naplnily vodou, a tak vzniklo původně 10 jezer. Jejich následné zanášení sedimenty způsobilo úplné zazemění a zrašelinění mělčích karů jako Staré jímky u Prášílského jezera nebo severního karu na Roklanu. Dnes zůstalo 8 jezer ležících v nadmořské výšce kolem 1000 m, na hranici někdejší sněžné čáry. Pět z nich se nachází na české straně Šumavy - jezero Laka, Prášílské, Plešné, Černé a Čertovo jezero. Jezera a jejich geomorfologie byla tedy formována především glaciálními a kryogenními procesy, činností erozní, denudační a fluviální (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

### Geografická a hydrologická charakteristika jezer

Hlavní parametry týkající se geografie a hydrologie jezer jsou shrnuty v Tab. 1 (data použita z Janský a kol. 2005, Veselý 1996, Vrba a kol. 2002). Jak je zřejmé z tabulky a z přiložených batymetrických map (viz Příloha 9-13), Černé a Čertovo jezero jsou výrazně hlubší a mají několikanásobně větší objem než ostatní šumavská jezera. Výrazně nejmenší je naopak nejvýše položená Laka. Porovnáme-li ovšem plochu povodí jednotlivých jezer, největší rozlohu zjistíme u jezera Laka s relativně malým objemem vody. Velmi nízký poměr objemu vody k ploše povodí vysvětluje podstatně kratší dobu zdržení (tj. vyšší průtočnost) a tendenci jezera k rychlejšímu zazemňování (Vrba a kol. 2002).

Na dně jezer kromě jezera Černého a Laka bývá větší či menší deficit kyslíku. Kromě mělkého jezera Laka vykazují všechna jezera stratifikaci a jejich voda se promíchá dvakrát za rok (dimiktická jezera) (Vrba a kol. 2002). Při studiu vrtných jader Černého a Čertova jezera byla zjištěna sedimentační rychlost 1 až 2 mm za rok (Veselý 1994). V Plešném jezeře odhaduje Hejzlar a kol. (1998) sedimentační rychlost asi 1 mm za rok. Jde o průměrný údaj, který se na různých místech v jezeře může lišit. Podle trofie se jezera dají rozdělit na oligotrofní Černé, Čertovo, Prášílské jezero a jezero Laka a mezotrofní Plešné jezero (Nedbalová a kol. 2006).

Charakteristika / Jezero	Plešné jezero	Prášílské jezero	Černé jezero	Čertovo jezero	jezero Laka
Zeměpisná délka <sup>1)</sup>	48°47'	49°05'	49°11'	49°10'	49°07'
Zeměpisná šířka <sup>1)</sup>	13°52'	13°24'	13°11'	13°12'	13°20'
Nadm. výška. [m n. m.] <sup>2)</sup>	1087	1079	1007	1027	1084
Plocha jezera [ha] <sup>2)</sup>	7,6	4,2	18,8	10,7	2,6
Max. hloubka [m] <sup>2)</sup>	18,7	17,2	40,1	35,4	3,5
Střední hloubka [m] <sup>2)</sup>	8	8,3	15,6	17,3	1,9
pH v r. 1999 <sup>4)</sup>	5,17	5,08	4,78	4,5	5,81
Objem [m <sup>3</sup> ] <sup>2)</sup>	0,61 mil.	0,35 mil.	2,92 mil.	1,86 mil.	0,05 mil
Plocha povodí [ha] <sup>2)</sup>	67	65	124	89	102
Čas zdržení [rok] <sup>3)</sup>	1,3	0,8	3,5	3,2	0,05
Biomasa fytoplanktonu [µg/l C] <sup>4)</sup>	487	118	170	167	49
Geologie karu <sup>3)</sup>	granit	svor, kvarcit	svor	svor, kvarcit	granit, svor

Tab. 1 Zeměpisné souřadnice a hlavní charakteristiky šumavských jezer ( <sup>1)</sup> vlastní data - GPS, <sup>2)</sup> Janský a kol. 2005, <sup>3)</sup> Veselý 1996, <sup>4)</sup> Vrba a kol. 2002)

### Acidifikace jezer

Jezero představují unikátní ekosystém se vzácnými druhy a zvláštními biologickými společenstvy. Jejich okolí však nezůstalo člověkem neovlivněno. V průběhu historie osídlování a zejména pak od 17. století šlo o několik hlavních činností - průzkum a těžba nerostných surovin, lesní hospodářství včetně těžby dřeva, sklářství, pastva, ovlivňování hrází a tvorba kanálů, rybářství včetně nasazování ryb (Veselý 1994, Vrba a kol. 1996). Po roce 1960, kdy byla Šumava vyhlášena chráněnou oblastí došlo k omezení lidské činnosti, avšak v té době započal negativní vliv antropogenní atmosférické depozice síry a oxidů dusíku. Dlouhodobé sledování šumavských jezer poskytuje překvapivý obraz dopadu rozvoje naší civilizace na zdánlivě nedotčenou přírodu horských oblastí. Proces okyselení se ve své intenzitě a v množství koncentrace nitrátů v povodí jezer a v jezerech samotných lišil od podobných dějů, které probíhaly ve Skandinávii a v Kanadě (Veselý 2000b, Veselý a Majer 1992). Geologické podloží povodí tvořené krystalickými horninami a původní či umělý smrkový porost způsobovaly přirozenou acidifikaci. Pravděpodobně v 50. letech, s jistotou od 60. let, začalo výraznější okyselení způsobené atmosférickou depozicí, které vyvrcholilo

v 70. letech a v první polovině 80. let (Vrba a kol. 2000). Atmosférický spad síry a dusíku zde vzrostl téměř čtyřnásobně a způsobil okyselení půd a vodstva s tragickými důsledky pro řadu organismů - z jezer vymizely ryby, většina planktonních korýšů a část druhů hmyzu. Ačkoliv ke konci 80. let a během let 90. pokleslo množství síry a dusíku v emisích ve střední Evropě (u síry na úroveň z počátku minulého století a u dusíku na hodnoty z 50. let minulého století) (Kopáček a kol. 1998, Veselý a Majer 1992), všech pět jezer již bylo do různého stupně okyseleno. V posledním desetiletí byly pozorovány některé náznaky jejich regenerace (Nedbalová a kol. 2006). Obecně Plešné jezero, Černé jezero a Čertovo jezero jsou silně kyselé, Prášílské jezero je středně kyselé a jezero Laka je slabě kyselé (data z roku 2000 - Vrba a kol. 2000), Nedbalová a kol. (2006) uvádí v roce 2003 Prášílské jezero a jezero Laka středně kyselé. Statistické srovnání sezónních dat ukazuje významný vzestup hodnot pH a zároveň pokles celkového aktivního hliníku v letech 1997 - 2003 (Vrba a kol. 2004). Současný pokles koncentrací síranů a toxických forem hliníku v povrchových vodách Šumavy je spolu s jezery v Tatrách nejvyšší v Evropě a světově zcela ojedinělé je snížení koncentrací dusičnanů. Rychlost, velikost a plošný rozsah těchto změn jsou ve světě jedinečné. Dosavadní výsledky studií jejich regenerace ukazují, že i přes značnou rychlost jsou změny chemismu okyselených povrchových vod a půd horských ekosystémů významně opožděny za změnami v atmosféře. Biologické zotavování těchto ekosystémů je pak opožděno ještě více a první náznaky pozitivních změn byly v šumavských jezerech pozorovány až po více než desetiletí chemického zotavování (Kopáček a kol. 1998, Kopáček a kol. 2002, Vrba a kol. 2003).

#### Historie výzkumu jezer a Lipna

Oblast Šumavy vždy byla poutavým předmětem zájmu vědců z mnoha oborů. Přírozená ledovcová jezera a jejich povodí jsou vhodným objektem pro monitoring, který díky dlouhému období sledování již poskytl řadu důležitých informací o vývoji životního prostředí nejen v České republice, ale i celé střední Evropy (Zelenková 2000). Výzkum jezer během své 130 let dlouhé historie zachytil významné změny ve složení planktonu a vymizení ryb. Jednou z nejstarších studií prováděným na Černém a Čertově jezeře byl výzkum autorů Friče a Vávry (1898). Kromě mnoha dnes již vymizelých druhů odtud popsali též několik druhů krytenek. Významnou prací bylo souhrnné pojednání o morfografii jezer včetně map

jejich hloubek od prof. Švambery (1912, 1939), mapy též publikoval Kuchař (1947). V posledních 20-25 letech jsou jezera a jejich okolí terčem mnoha výzkumů různých oborů - geologie, geomorfologie, botaniky, zoologie, hydrologie atd. Řada literatury se týká dlouhodobého sledování jejich limnologických a hydrobiologických charakteristik, zejména z důvodu jejich okyselení a současného ozdravování a ožívování (souhrnně o výzkumech a procesech v jezerech pojednávají např. Kopáček a kol. 1998, Nedbalová a kol. 2006, Veselý 1994, 1996, Vrba a kol. 1996, Vrba a kol. 2000, Vrba a kol. 2001, Vrba a kol. 2003, Vrba a kol. 2004). Bibliografii zabývající se jezery publikoval Vrba (2000). Veselý analyzoval vrtný materiál z jezer starý asi 6 500 let a zaznamenal zvýšené koncentrace některých kovů v jistých časech korespondujících s pravděpodobnými lokálními i regionálními emisemi způsobenými činností člověka (Veselý 2000a, c). Vrtnému materiálu starému 14 600 let z Plešného jezera se v pylové analýze věnovala Jankovská (2006), faunu perlooček studovali Pražáková a kol. (2006), Veselý a kol. (2004) se zabývali celkovými environmentálními změnami. Veselý (2000b) sledoval koncentrace 35 stopových prvků ve vodách všech jezer a označil je kromě fosforu za vedlejší ekologický problém. Klíčovou rolí hliníku pro dostupnost fosforu pro potravní řetězce v jezerech se zabývali Bittl a kol. (2001), Kopáček a kol. (2001b), Vrba a kol. (2006). Faktory ovlivňující chemismus šumavských jezer popisuje Kopáček a kol. (2001a), budoucí vývoj chemismu Plešného jezera modelovali Majer a kol. (2001). Cyklus živin zkoumali Kopáček a kol. (2004) a Kopáček a kol. (2003), nejvyšší primární i bakteriální produkci ze tří jezer (Čertova, Prášilského a Plešného) zaznamenali Nedoma a kol. (2003) v jezeře Plešném. Data o změnách ve složení zooplanktonu šumavských jezer během 130 let shrnuli Fott a kol. (2001), vertikální migraci zooplanktonu na Prášilském jezeře se zabývali Kohout a Fott (2001), perloočky ve svrchních vrstvách sedimentu zkoumali Pražáková a kol. (2001), fytoplanktonu se věnovali Nedbalová a Vrtiška (2000) a Nedbalová (2001), nálevníkům Macek (2002), pakomárům Bitušík a Svitok (2006). Současný stav geografického výzkumu shrnují ve svých publikacích Janský a kol. (2003), Janský a kol. (2005), Kocum a Janský (2005) a Kocum a kol. (2006).

Přírodních poměrů v Lipně se týkají opačné problémy, v současné době je zdejší voda silně eutrofizována. Významnou prací pojednávající o vodách Lipna z pohledu geografie a limnologie je studie Nováka (1968). Chemickými a fyzikálními parametry se zabýval Brandl

(1973), jakosti vody a problémům s její eutrofizací se věnovali Porcalová (1984), Hejzlar (1998), Hejzlar a kol. (2000) a Hejzlar a kol. (2001a, b).

### Černé jezero

Toto jezero je největší, nejhlubší a nejnižše položené (1008 m n. m.). Jezero je zahloubeno ve svoru na severovýchodním svahu Jezerní hory. Povodí jezera je kryto převážně smrkovým porostem a jeho geologický podklad je tvořen svory a křemenci (Veselý 1996) (Příloha 3). Nad jezerem se tyčí velmi příkrá stěna (Jezerní stěna) o výšce asi 300 m. Mohutná čelní moréna směřuje k severovýchodu a klesá daleko pod jezerem až na úroveň 900 m n. m. Černé jezero je napájeno dvěma potoky a odtok z něj je odváděn Černým potokem do Úhlavy, čímž jezero patří do úmoří Severního moře. Jeho hráz byla v minulosti zpevněna betonem, neboť jezero slouží jako retenční nádrž dodnes funkční přečerpávající elektrárny v Hamrech. Provoz této hydroelektrárny způsobuje kolísání hladiny v Černém jezeře o 4 cm (Tesař v Anděra a Zavřel 2003). V období let 1930 až 1975 elektrárna přečerpávala méně kyselou vodu z Úhlavy zpět do jezera, což bylo příčinou lepších podmínek pro ryby, které v jezeře přežívaly až do poloviny 70-tých let. Byli to siveni (*Salvelinus fontinalis*), kteří zde byli poprvé vysazeni v roce 1890 a byli poněkud odolnější k okyselování vody než pstruzi, kteří zde žili předtím (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie). Maximální hloubka jezera byla naměřena 40,1 m, střední hloubka vypočtena na 15,6 m (Janský a kol. 2005). Jezero má velmi mocnou vrstvu sedimentů - cca 15 m, takže jeho původní hloubka byla kolem 55 m. V době prvních výzkumů na počátku století se ve volné vodě vyskytovalo poměrně velké množství korýšů, kteří byli základní potravou pro ryby. Nejčetnější byla tehdy hrbatka jezerní (*Holopedium gibberum*). Tyto organismy se vzrůstajícím okyselováním jezera také vymizely a teprve v roce 1997 se opět ve větším množství objevila perloočka (*Ceriodaphnia quadrangula*). Zda je tento jev možné považovat za počátek znovuoživení a výsledek zlepšujících se podmínek v jezeře ukáže budoucnost. Vegetace jezera byla vždy považována za chudou, ale velmi významnou rostlinou, skrytou na dně jezera v hloubce kolem 4 m, je šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*), pozůstatek z doby ledové, která se jinak hojně vyskytuje v severských jezerech. V České republice je zde její jediná lokalita (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

## Čertovo jezero

Nachází se v nadmořské výšce 1030 m v blízkosti Černého jezera a ledovec jej vyhloubil ve svoru a křemenci (Veselý 1996) v jihovýchodním svahu Jezerní hory pod 313 m vysokou karovou stěnou. I toto jezero má dva bezejmenné přítoky - jeden z temene Jezerní hory, druhý ze sedla mezi Jezerní horou a Špičákem. Voda z Čertova jezera je odváděna Jezerním potokem do Železného potoka, jenž ústí do řeky Řezné, která se vlévá do Dunaje. Čertovo jezero tedy patří do úmoří Černého moře. Geologická stavba povodí je stejná jako u Černého jezera (tedy svory a křemence) (Příloha 3), stejně tak i převládající dřevina (smrk). I toto jezero bylo v minulosti ovlivněno lidskou činností. Již od středověku bylo jeho okolí poznamenáno dobýváním železné rudy a i lesy v okolí již nejsou původní – v 18. století zde probíhala intenzivní těžba. V 19. století a na začátku 20. století bylo Čertovo jezero využíváno jako retenční nádrž, jejíž voda sloužila jako energetický zdroj pro hamry v Železné Rudě. Z tohoto důvodu byla čelní moréna prokopána, hráz zvýšena a bylo vybudováno výpustné zařízení. Na podzim roku 1980 bylo toto zařízení zrekonstruováno. Největší hloubka jezera je 35,4 m, střední hloubka 17,3 m (Janský a kol. 2005). V současné době je Čertovo jezero považováno za nejkyselější ze všech pěti s velmi pozměněným společenstvem. Převládají zde mikroskopické řasy a sinice, vláknité bakterie, prvoci a vířníci jsou nepočtení. Prakticky úplně chybí vyšší články potravního řetězce - planktonní korýši a ryby, i když v minulosti (ještě v polovině 19. století) zde také žili pstruzi (až 60 cm dlouzí) a v planktonu dominovaly především korýši (*Daphnia longispina* a *Cyclops abyssorum*).

I rostlinný svět je velmi chudý a kromě již zmíněných řas je zde možné při březích najít několik druhů ostřic (*Carex* sp.) a zblochan (*Glyceria fluitans*). Pylové rozbory jezerních sedimentů dokázaly, že před několika sty lety rostla i zde šidlatka.

Od poloviny 80. let je patrný pokles koncentrace síranů a v 90. letech i dusičnanů ve vodě a proto i pH vody postupně roste (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

## Plešné jezero

Jezero se rozkládá na severovýchodním svahu nejvyšší hory české strany Šumavy Plechý, pod 220 m vysokou karovou stěnou v nadmořské výšce 1090 m. Jezerní kar je vyhlouben v hrubozrnném granitu pleknštejnského typu (Veselý 1996) (Příloha 4) a je uzavřen vysokou (30 - 40 m) čelní morénou, která přechází v rozsáhlé kamenné moře sahající

až 150 m pod jezero. Plešné jezero patří do povodí Vltavy, voda v něm akumulovaná je odváděna Jezerním potokem. Podloží povodí Plešného jezera je tvořeno granitem a převažující dřevinou je smrk (Tesař v Anděra a Zavřel 2003). Povodí tohoto jezera je asi nejméně ovlivněné činností člověka a lesní porosty v okolí mají dosud přirozenou druhovou skladbu. Přesto už od konce 18. století začaly být jeho vody intenzivně využívány k plavení dříví - za tím účelem byla původní čelní moréna zvýšena umělou hrází cca o 2,5 m, opatřena stavidlem a vybudován celý systém pro plavení dříví Schwarzenberským kanálem. Hladina vody se tak zvedla asi o 3 m. Plešné jezero sloužilo jako hlavní zásobárna vody - 177 000 m<sup>3</sup> se využívalo pro plavbu. Tento systém se využíval více než 150 let (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie). Největší hloubka jezera je 18,7 m a střední hloubka 8 m (Janský a kol. 2005).

Jezero je pozoruhodné výskytem šídlatky ostnovýtrusné (*Isoëtes echinospora*), která má zde jedinou lokalitu výskytu v ČR stejně tak jako korýš skákavka (*Heterocope saliens*). Díky zvýšenému přítoku fosfátů z povodí (téměř 10x více než do ostatních jezer) dominují ve vodě hlavně drobné zelené řasy (např. *Monoraphidium* sp.) a planktonní vláknité sinice (*Pseudanabaena* sp., *Limnothrix* sp.), které jsou příčinou zeleného zbarvení vody v létě (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

### Prášilské jezero

Leží v západní části Šumavských plání v nadmořské výšce 1079 m (Kochánovské pláně) v horní levostranné části Jezerního potoka, jímž je odvodňováno, a které spolu s Prášilským potokem vytváří pravostranný přítok Křemelné. Jezero tedy spadá do povodí Otavy. Jezerní kar je zahlouben ve svoru a kvarcitu (Veselý 1996) (Příloha 5) v severovýchodním svahu Poledníku pod 150 m vysokou karovou stěnou Skalky, jednoho z vrcholů hory Poledník. Čelně je hrazeno 9 m vysokým valem z žulových balvanů a dvěma staršími morénovými valy. Přes 200 m široká moréna S-J směru je pravděpodobně nejzřetelnější ze všech šumavských jezer. Jezero je napájeno malým, asi 1 km dlouhým potokem pramenícím ve strmém svahu Poledníku (Tesař v Anděra a Zavřel 2003). I toto jezero bylo využíváno k plavení dřeva. Dokladem toho je kamenná hráz s dobře patrnou výpustí. Hráz byla obnovována v roce 1883, kdy byla hladina o 2-3 m níže (Správa NP a



CHKO Šumava: Hydrologie). Voda vytékající z jezera protéká kolmo na morénovou depresi. Největší hloubka jezera je 17,2 m, střední hloubka 8,3 m (Janský a kol. 2005).

Lesy v okolí jezera nebyly zřejmě v minulosti intenzivněji těženy, ale vichřice v roce 1868 znamenala pro ně pohromu. Obnovený les byl v druhé polovině 20. století oslaben oxidy dusíku a síry v ovzduší a působením ostatních vlivů (vítr, kůrovec) podlehl na přelomu 90. let. Část porostů byla ponechána samoobnově (v jezerním karu), ostatní přilehlé plochy jsou vysázeny s upřednostněním listnatých přimíšených dřevin, které by do budoucna měly být stabilizujícím prvkem těchto porostů. Prášílské jezero je jediné ledovcové jezero na Šumavě, kde přežil velký zooplankton (korýši – buchanky i perloočky). Jejich přežití bylo umožněno zřejmě nižší koncentrací škodlivého hliníku v porovnání s ostatními jezery. Díky jejich přítomnosti a sezónnímu rozvoji dochází k podstatným změnám v druhovém složení jezerního společenstva. Po namnožení perlooček v srpnu dochází k odfiltrování vláknitých mikroorganismů a na jejich místo okamžitě nastupují řasy. Ryby se však v tomto jezeře nevyskytují a dokonce ani prof. Frič v roce 1872 je nepozoroval (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

#### Jezero Laka

Nachází se 4 km západně od osady Prášily. Představuje nejmenší, nejmělčí a nejvýše položené (1096 m n. m.) šumavské jezero na české straně Šumavy. Jezero leží v mělkém, pozvolna zarůstajícím karu na severovýchodním svahu hory Debrník vyhloubeném v granitu a svoru (Veselý 1996) (Příloha 6). Voda z jezera je odváděna do Křemelné Jezerním potokem a patří tedy do povodí Otavy. Čelní moréna hradící jezero je velmi nezřetelná a navíc velmi ovlivněná antropogenní činností v okolí jezera. V 19. století byla balvanitá moréna překryta vysokou vrstvou zeminy. V průběhu desetiletí moréna zarostla a zmizela, ale tímto umělým zvýšením hráze bylo jezero zachováno. Motivem k tomuto zásahu bylo nadlepšení průtoků vody v Jezerním potoce a napájení vodního kanálu. Vodní kanál je dobře zachovaný i dnes. Jeho délka je 2,1 km, prochází morénovým valem a poté je veden svahem Debrníku až do povodí Drozdího potoka, do kterého je zaústěn. Voda z kanálu se používala ve sklárnách v Nové Hůrce a k plavení polenového dřeva. Pro hladinu jezera Laka jsou typické plovoucí ostrůvky organogenního původu. V současné době se nacházejí na hladině jezera tři velké a zhruba 20 malých ostrůvků, z nichž jsou některé přisedlé ke dnu. Celková plocha ostrůvků

tvoří 8,54 % plochy jezera. Z historických pramenů se lze dočíst o snahách rybářů likvidovat plovoucí ostrůvky na jezerní hladině. V zimě, po zámrazu hladiny, naváželi rybáři velké balvany z okolí jezera na ostrůvky, aby se po rozmrznutí hladiny potopily (Tesař v Anděra a Zavřel 2003). Dokonce byly jeho sedimenty v minulosti odstraňovány (např. v roce 1906) (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie). Nejvyšší hloubka jezera je 3,5 m, střední hloubka je 1,9 m (Janský a kol. 2005).

Vegetace jezera Laka je poměrně bohatá - na rašelinných ostrůvcích převládají hlavně ostřice (*Carex canescens* a *C. nigra*) a sítina (*Juncus bulbosus*) a stejně tak jsou lemovány těmito druhy i břehy. Mezi množstvím druhů řas jsou i velmi vzácné řasy, uvedené v Červené knize ohrožených druhů (jako např. *Batrachospermum vagum* nebo *Binuclearia tectorum*). V minulém století bylo jezero známé množstvím pstruhů, kterých se ročně ulovilo 400-500 kusů a kvůli jejich chovu byla také ve 30. letech 19. století zvýšena hráz. Ještě v 60. letech 20. století sem byli dosazováni pstruzi, ale následkem okyselování ryby i ve zdejších vodách vymizely. Z větších živočichů zde můžeme zastihnout čolka horského (*Triturus alpinus*), jinak se zde vyskytuje poměrně velké množství bezobratlých - vážky, pošvatky, střechatky, koretry nebo chrostíci (Správa NP a CHKO Šumava: Hydrologie).

### Vodní dílo Lipno

Údolní nádrž Lipno se rozkládá v Chráněné krajinné oblasti Šumava v nadmořské výšce 726 m n. m. Umělé jezero je právem nazýváno jihočeským mořem. Jedná se o největší vodní plochu v České republice. Plocha hladiny lipenské údolní nádrže je při nejvyšším vzdušném tlaku 48 700 km<sup>2</sup>, dlouhá je 48 km a maximální šířka je 5,2 km. Lipenská nádrž je poměrně mělká, její průměrná hloubka je 6,5 m, maximální hloubka dosahuje 21,5 m. Nádrž má objem 306 mil. m<sup>3</sup> vody a shromažďuje vodu z povodí o celkové ploše 950,56 km<sup>2</sup>.

Tato vodní nádrž (vodní dílo Lipno I) vznikla v letech 1952 - 1960 jako první poválečné vodní dílo. Jedná se v časovém sledu o čtvrtý stupeň tzv. Vltavské kaskády (dříve již byly vybudovány přehradny Vrané (1935), Štěchovice (1945) a Slapy (1954)). Přehradní hráz má délku 296 m a výšku 25 m. Energetické využití představuje plně automatizovaná podzemní hydroelektrárna se dvěma Francisovými turbínami, k nimž je voda přiváděna šachtami a odváděna od nich 3,5 km dlouhým tunelem zpět do Vltavy. Zde je u Vyššího Brodu vyrovnávací nádrž označovaná jako vodní dílo Lipno II s hrází 224 m

dlouhou a 11,5 m vysokou, která vytváří 0,45 km<sup>2</sup> velkou vodní plochu. Nádrž o objemu 1,685 milionů m<sup>3</sup> je využívána průběžnou vodní elektrárnou (Tesař v Anděra a Zavřel 2003). Výzkum společenstev krytenek byl prováděn právě ve vodách vodního díla Lipna I (dále jen Lipno, lipenská nádrž).

Povodí Lipna je z větší části pokryto lesními porosty (66,9 %) a loukami a pastvinami (23,9%), pole a kulturní louky zaujímají 2,9 % a vodní plochy 4,7 % (největší část patří vodám Lipna) (Hejzlar a kol. 2001a). Nejvýraznějším procesem, který ovlivňuje kvalitu vody v nádrži a podílí se na její eutrofizaci již nejméně od počátku 80. let minulého století, je vysoký přínos fosforu a dusíku. Antropogenní znečištění významně zvyšuje přírodní koncentrační pozadí (Hejzlar a kol. 2001a) (viz Příloha 7). Hejzlar a kol. (2001b) uvádí z let 1991-1999 největší zdroj fosforu v nádrži z hlediska ročních průměrů odtok z plošných zdrojů, ale z hlediska eutrofizace nádrže zaznamenal jako nejdůležitější zdroje komunální odpadní vody a vnitřní zatížení ze sedimentů. Během posledního desetiletí byla vybudována řada účinných čistíren, významně se zvýšil počet lidí napojených na kanalizaci s koncovou ČOV, došlo k výraznému omezení intenzity hnojení zemědělské půdy a snižování celkového objemu vypouštění znečištění, což částečně snížilo vnos fosforu do nádrže, avšak k výraznějšímu snížení trofie nádrže nedošlo (Hejzlar a kol. 2001b). Lipenská nádrž je tradičním místem rekreačního vyžití s několika významnými turistickými centry (např. Nová Pec, Horní Planá, Černá v Pošumaví, Dolní Vltavice, Frymburk, Lipno n. Vltavou) situovanými zejména na levém břehu. Po roce 1989 začalo být pro rekreaci a sportovní účely využíváno i okolí pravého břehu lipenské nádrže.

V lipenské nádrži se nachází velký počet různých zástupců zooplanktonu, neboť tato lokalita nabízí vzhledem ke své rozloze a členitosti nespočetné množství rozdílných stanovišť (Kočárek v Anděra a Zavřel 2003b). Nádrž tvoří také rozsáhlý biotop specifického společenstva ryb. Díky své rozloze je atraktivní tahovou zastávkou některých ptáků, často i vzácnějších zatoulanců, kteří v této oblasti nehnízdí, např. volavky bílé, racka stříbřitého, rybáka černého, kajky mořské, orla mořského a některých dalších druhů (Albrecht a kol. 2003).

## MATERIÁL A METODIKA

### Terénní práce

Odběry byly prováděny v pěti ledovcových jezerech (Plešné jezero, Černé jezero, Čertovo jezero, Prášilské jezero, jezero Laka) a ve vodní nádrži Lipno I. Šlo o povrchové odběry a ruční vrty.

Povrchové odběry byly prováděny z paluby nafukovací kanoe Pálava. Vždy byla ovzorkována přibližně 1 cm mocná vrstva sedimentu (což v jezerech odpovídá zhruba 10 letům, tedy 1992-2002) (Veselý 1994)) z plochy cca 25 cm<sup>2</sup>. Počet odběrů v jezerech závisel na jejich velikosti. Ve třech případech (lokality PL34, PL35 a CT57) bylo stejné odběrové místo ovzorkováno dvakrát nebo třikrát ve vzdálenosti 5-10 cm od sebe. V lipenské nádrži byla vybrána tři hlavní odběrová místa (Nová Pec – lokality Lp7, Lp10, Hamerská zátoka – lokalita Lp22, Lukavická zátoka – odběr 4 vzorků z území 1 m<sup>2</sup> (lokality Lp41 - Lp44)). V Nové Peci byly navíc odebrány dva povrchové vzorky v době poklesu hladiny z míst, která jsou obvykle pod vodou (lokality Lpx2, Lpx3).

V lipenské nádrži byly dále provedeny hlubší odběry. Jeden vzorek o mocnosti cca 23 cm z Lukavické zátoky (lokalita Lp46) byl odebrán pomocí plastové trubice o průměru 10 cm, která byla převezena do laboratoře ve vzpřímené poloze a dále zpracována. V době většího poklesu hladiny byl metodou ručních vrtů ovzorkován sediment ze dna v místech obvykle pod vodou co nejdále od pobřeží směrem do centra vodní nádrže (lokality Lpx4 - Lpx9). Použita byla kovová tyč o délce 1,5 m a průměru 3 cm polokruhovitého profilu, jež byla pomocí gumové palice zaražena co nehlouběji do substrátu. Po vytažení vrtu byl sedimentární profil do max. hloubky 55–90 cm na základě litologie rozdělen do několika vrstev, které byly hned ovzorkovány. Odebráno a popsáno bylo celkem 15 vzorků, které byly uloženy do skleněných lahví.

Pozice všech odběrových míst byla změřena pomocí GPS (Global Positioning System) Garmin 76S (Příloha 8) a zakreslena do podrobných map (Příloha 9-14). U každého odběru byly zaznamenány tyto charakteristiky: hloubka, vzdálenost od aktuální březní linie, charakter dna a sedimentu, popř. typ nejbližší pobřežní vegetace (Příloha 15a, b, c, d). Odběrová místa s jejich blízkým okolím byla vyfotografována (viz Příloha 33). Vzorky byly bezprostředně

po odebrání uloženy do plastové nebo skleněné lahvičky a důkladně popsány číslem odebíraného vzorku.

Terénní práce proběhly v několika etapách:

a) v červnu 2001 byly odebrány:

- 4 vzorky (lokality Lp41 - Lp44) v Lukavické zátocě Lipna, šlo o vzorky v rámci jedné lokality, přesněji o rohy čtverce 1 m<sup>2</sup>
- 2 vzorky z Lipna v okolí Nové Pece (lokality Lp7, Lp10)
- 1 vzorek v Hamerské zátocě Lipna (lokality Lp22)
- 1 hlubší vzorek (20 cm) (lokality Lp46) v Lukavické zátocě Lipna obsahující 4 různé vrstvy sedimentu, 2 z nich obsahovaly krytenky

b) v červnu 2002 bylo odebráno:

- 11 vzorků z Plešného jezera (lokality PL34 - PL41)
- 8 vzorků z Prášílského jezera (lokality PR42 - PR49)
- 11 vzorků z Čertova jezera (lokality CT50 - CT59)
- 10 vzorků z Černého jezera (lokality CN60 - CN69)
- 6 vzorků z jezera Laka (lokality LA70 - LA75)
- 2 vzorky z Lipna v okolí Nové Pece (lokality Lp7, Lp10)
- 1 vzorek z Hamerské zátoky Lipna (lokality Lp22)

c) pokles hladiny v lipenské nádrži v roce 2003 umožnil na podzim odebrat sediment ze dna v místech obvykle pod vodou tč. na suchu, takto byly odebrány:

- 2 vzorky povrchového sedimentu (cca 1 cm) (lokality Lpx2, Lpx3) z okolí Nové Pece
- 6 vzorků metodou ručních vrtů s maximální mocností 55 - 90 cm (lokality Lpx4 - Lpx9) (Hamerská zátoka, Lukavická zátoka, okolí Radslavi)

### Laboratorní práce

V laboratoři bylo z každého vzorku odebráno 20 cm<sup>3</sup> a následně vyplaveno (sediment z vrtných jader byl z důvodu nižšího množství vyplaven celý). Plastová trubice byla rozříznuta a pouze vnitřní část získaného materiálu byla použita pro analýzu. Plavení bylo prováděno použitím sít o velikosti ok 1 mm a 0,036 mm a frakce 0,036-1 mm se poté nechala na vzduchu vysušit (20 -30 °C). Suchý výplav byl uložen v igelitovém sáčku.

Výplav byl prozkoumán pomocí optického stereomikroskopu (MBC - 10) při zvětšení 56x, vybraní jedinci uloženi do Frankeho schránek popsanych číslem původního vzorku (materiál je uložen na Ústavu geologie a paleontologie, PřF UK v Praze, viz též Příloha 26).

Pro detailnější studium morfologie schránek, jejich druhové určení a vyfotografování byl využit stereomikroskop Olympus SZX 12 (zvětšení 144x). Měření schránek a zhotovení makrofotografií bylo provedeno na elektronovém mikroskopu (řádkovací elektronový mikroskop JEOL JSM-6380LV). Všechny uvedené přístroje jsou umístěny na Ústavu geologie a paleontologie přírodovědecké fakulty UK v Praze. Makrofotografie byly dále pořízeny též prostřednictvím dvou mikroskopů na Geologickém ústavu Akademie věd ČR - Jeol JXA 50A a Cameca SX 100a, chemické složení bylo zkoumáno analyzátozem Edax PV 9756/82G tamtéž.

Relativní početnost krytenek ve vzorcích byla vyjádřena počtem jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu. Shannonův index diverzity byl spočítán pro každé nalezené společenstvo podle vzorce

$$SID = -\sum p_i * \ln(p_i)$$

kde  $p_i$  je podíl  $i$ -tého druhu ve společenstvu. Shannonův index je pro stanovení diverzity vhodnější než počet druhů, protože zohledňuje i relativní zastoupení druhu v populaci (Patterson a Kumar 2000a).

Na schránkách některých vybraných krytenek byly měřeny tyto rozměry: výška, šířka, délka, průměr ústí.

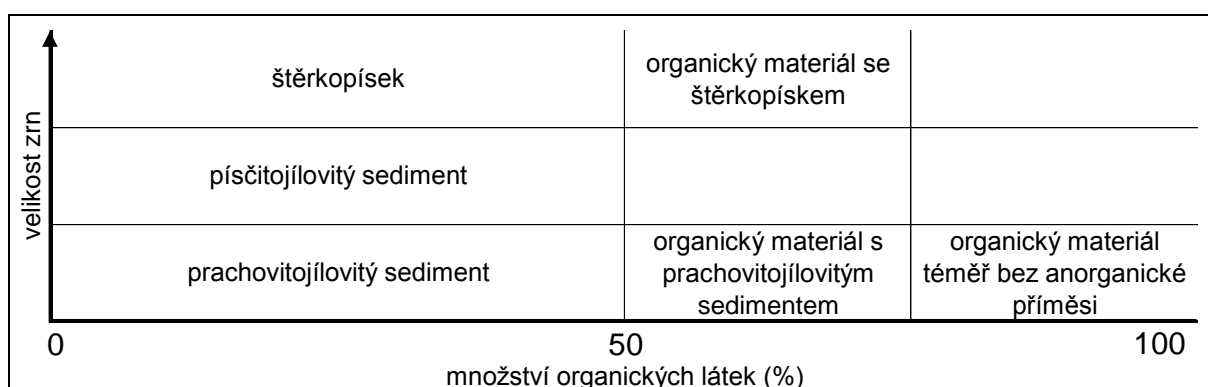
Společenstva jezer byla statisticky zhodnocena využitím klastrové analýzy programu STATISTICA. (Byla použita metoda Tree Clustering, Wardova metoda shlukování a vzdálenost mezi vzorky byla vyjádřena pomocí Euklidové vzdálenosti.) Vstupními daty pro statistický program bylo procentuální vyjádření množství jedinců jednotlivých druhů a jejich početnost ve všech odebraných vzorcích z jezer.

## VÝSLEDKY

Kapitola pojednává obecně o velikostech a složení schránek nalezených krytenek a o variabilitě společenstev na malé ploše. Samostatně popisuje společenstva z jezer a jejich charakteristiky (druhovú diverzita, početnost, Shannonův index diverzity, odlišnosti ve složení v závislosti na sedimentu) a klasifikuje je do třech hlavních skupin. Podobně jsou popsána společenstva z Lipna s rozlišením na povrchové a podpovrchové vzorky.

### Typy odebíraných sedimentů

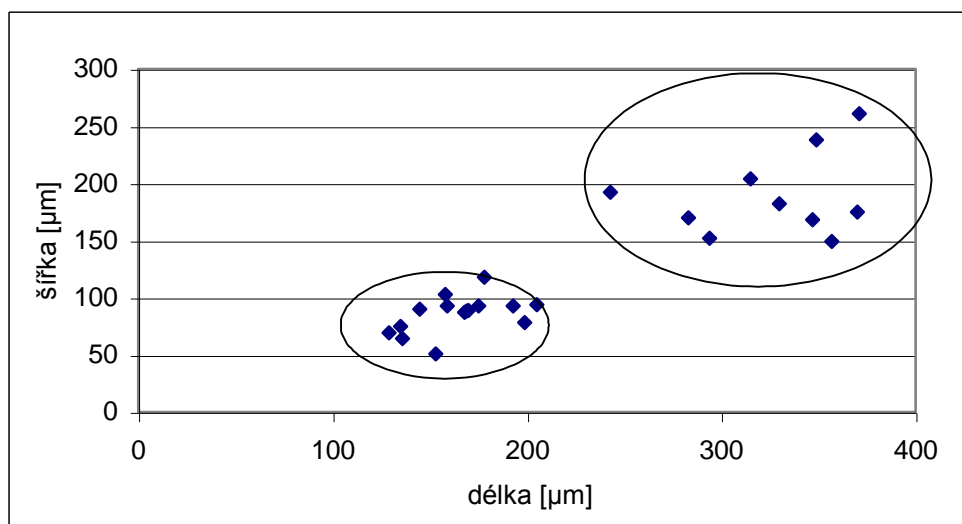
K získání co největší variability společenstev byly vzorky odebírány z různých typů sedimentů. Rozlišeny byly následující kategorie: sediment prachovitý jílovitý, písčitojílovitý, štěrkopísek a sediment tvořený z více než 50 % organickým materiálem různého původu (Obr. 1).



Obr. 1 Rozlišení typů odebíraného sedimentu

### Velikostní variabilita schránek

Při výzkumu nebyly zaznamenány kromě druhu *Diffugia oblonga* žádné významné velikostní rozdíly schránek v rámci jednoho druhu. Populace druhu *Diffugia oblonga* může být rozdělena na dvě velikostní skupiny. Menší jedinci (v průměru 167 x 88 μm) tvoří skupinu téměř třikrát početnější než je soubor jedinců větších rozměrů (v průměru 289 x 176 μm) (Obr. 2). Větší jedinci jsou přítomni zejména v jezeře Laka, méně významně v Černém jezeře. U ostatních druhů se rozptýl rozměrů schránek v rámci vzorku výrazně neliší od rozptýlu v měřítku celé zkoumané šumavské populace. V taxonomické části disertační práce (str. 77) jsou intervaly naměřených rozměrů jednotlivých druhů uvedeny.



Obr. 2 Dvě velikostní kategorie druhu *Diffugia oblonga*

### Složení schránek

Při detailním pozorování xenosomat na schránkách krytenek pomocí ŘEM lze usuzovat na strukturní a pravděpodobně i chemickou heterogenitu. Do značné míry platí, že charakter aglutinovaných zrn koresponduje se spektrem anorganických částic pro organismus v prostředí dostupných. Z orientační analýzy chemického složení aglutinovaných zrn (viz Příloha 16a, b, c) je možné soudit, že vysoký obsah Si v kombinaci se zvýšenými obsahy Fe a zároveň nízkými obsahy K, Al, Na a Ca ukazují pravděpodobně na majoritní přítomnost křemene, který je snad povlečen oxidy železa. Tyto oxidy pak mohou obsahovat výše zmiňované prvky jako příměsi.

Vnitrodruhová variabilita, vzhledem k charakteru a velikosti aglutinovaných xenosomat, byla pozorována jen u druhu *D. globulus*. Jedinci tohoto druhu pocházející ze vzorku CN62/02 byli oproti jedincům stejného druhu z ostatních vzorků pokryti očividně většími krystaly.

### Encystace schránek, zvláštní formy

U některých jedinců druhu *Diffugia globulus* byla pozorována „zátka“ nebo epifragma uzavírající ústí schránky (viz Příloha 27, obr. 19, 22, 29). Takoví jedinci mohou být považováni za cysty, které si z důvodů zhoršených životních podmínek organismus



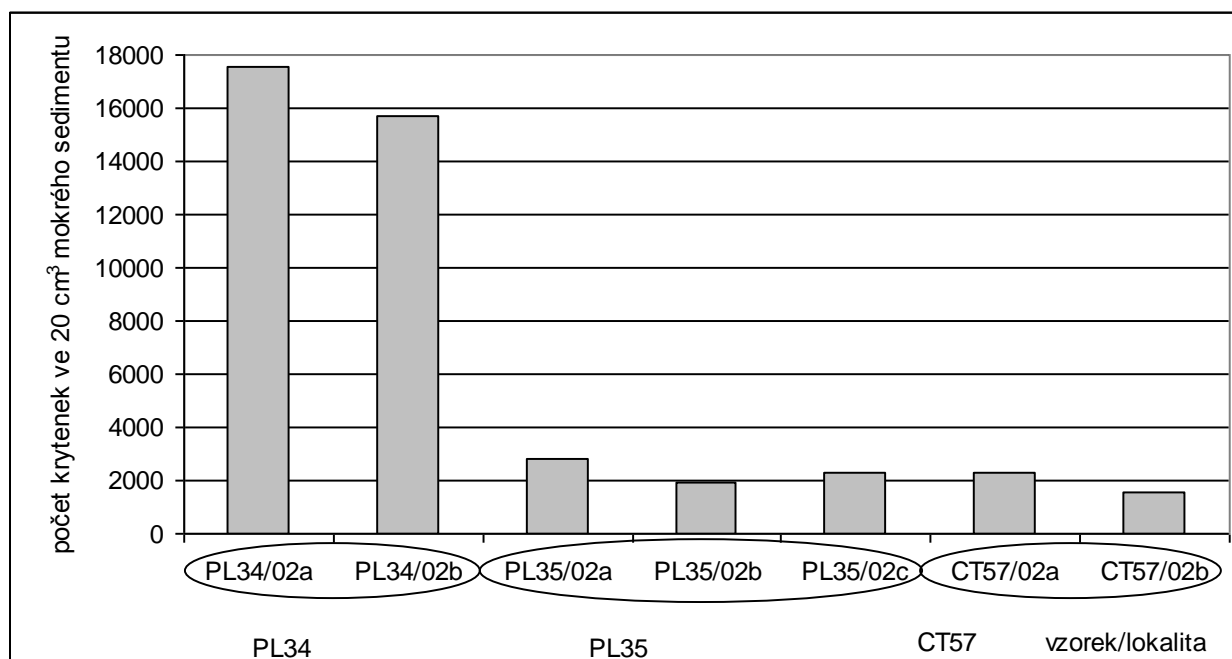
vytvořil za účelem své ochrany. Vždy šlo o ojedinělé případy, což ukazuje na vhodné podmínky k životu v čase odběru vzorků.

U stejného druhu byly pozorovány i zvláštní formy tvořené dvěma různými schránkami krytenek srostlými k sobě (viz Příloha 27, obr. 26-28).

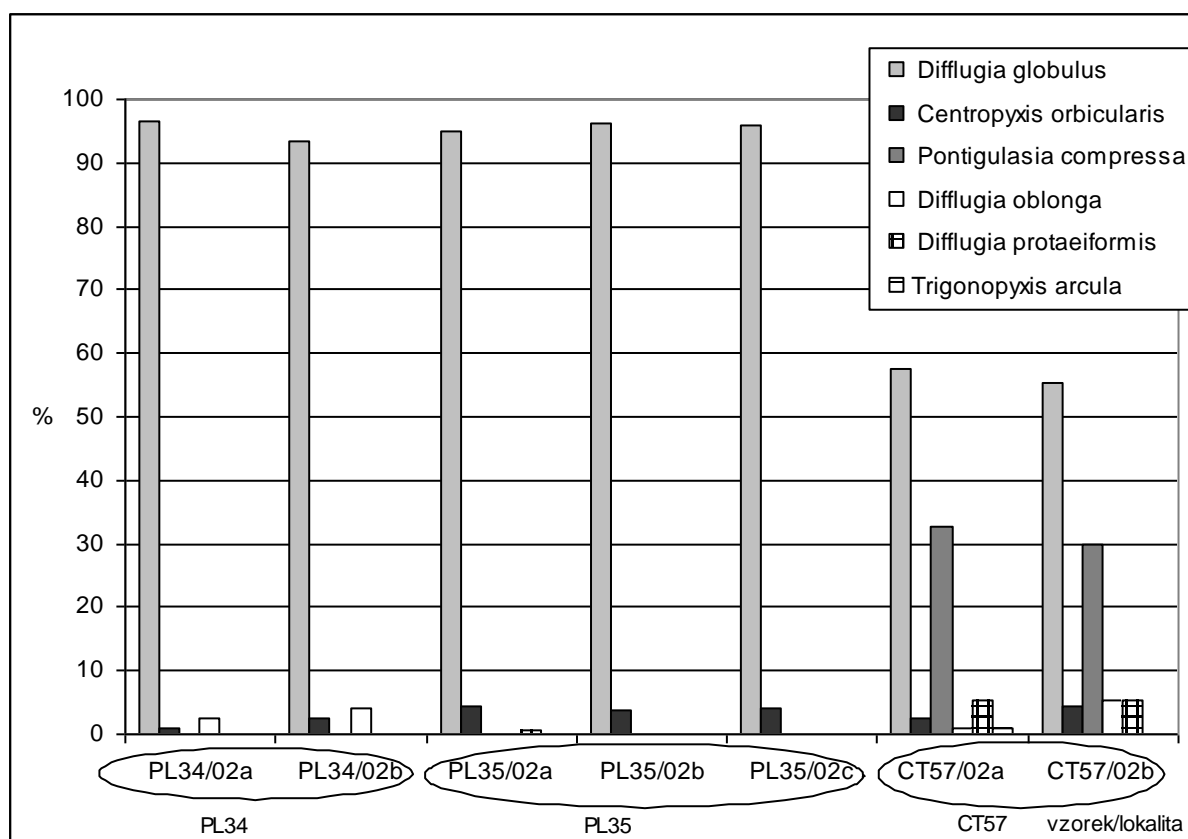
#### Variabilita krytenkových společenstev na malé ploše

Za účelem zjištění spolehlivosti vykonaných analýz společenstev prostřednictvím stanovení jejich proměnlivosti na malé ploše do 1 m<sup>2</sup> bylo provedeno porovnání společenstev pocházejících ze stejných lokalit (lokality PL34, PL35 v Plešném jezeře a CT57 v Čertově jezeře) ve vzdálenosti 5-10 cm od sebe a v Lipně na území 1 m<sup>2</sup> (lokality Lp 41-44/01).

Výsledky z jezer prokázaly fakt, že žádné podstatné rozdíly ve složení společenstev (celková početnost, druhové složení) by se při takto malé vzdálenosti neměly projevit (viz Obr. 3a, 3b). Shannonův index diverzity těchto společenstev (Patterson a Kumar 2000a) je v rámci shodných lokalit navzájem velmi podobný (0,2-0,3 pro PL34, 0,2 pro všechny tři vzorky PL35 a 1-1,1 pro CT57).



Obr. 3a Početnost krytenek ve vzorcích odebraných ve vzdálenosti 5-10 cm od sebe (lokality PL34, PL37 a CT57)

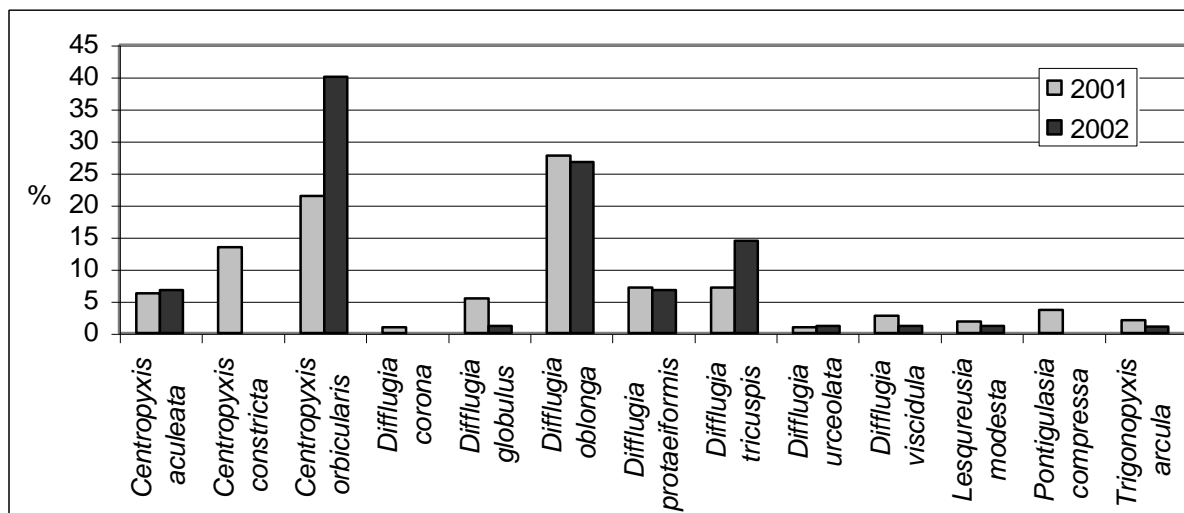


Obr. 3b Procentuální zastoupení druhů ve vzorcích odebraných ve vzdálenosti 5-10 cm od sebe (lokality PL34, PL37 a CT57)

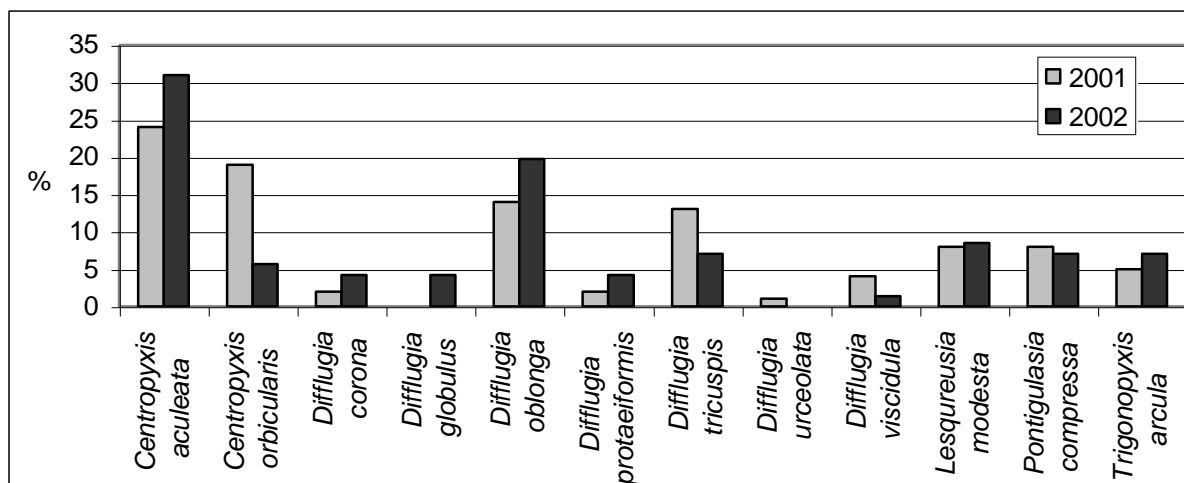
O něco větší rozdíly byly zaznamenány při porovnání společenstev odebraných z jedné lokality s homogenním prostředím v rozích čtverce 1 m<sup>2</sup> v Lukavické zátocy v Lipně (Holcová a Lorencová 2004a) (Příloha 17). Ve všech čtyřech odběrech (Lp41-44/01) byl ve vysokém procentu přítomen druh (*Centropyxis orbicularis*) (21-58 %), doplněn ve třech případech druhem *Centropyxis aculeata* (21-26 %), míru 20 % přesáhl v jednom vzorku (Lp41/01) ještě druh *Trigonopyxis arcula* (celkově zastoupen v 3-36 %) a druh *Diffflugia viscidula* (vzorek Lp43/01) (celkově 0-21 %).

V Lipně byly 3 lokality (Lp7, Lp10, Lp22) ovzorkovány ve dvou letech po sobě. Při porovnání takto získaných společenstev bylo zjištěno, že složení fauny se během roku do jisté míry pozměnilo. Malé rozdíly spočívaly v druhové skladbě - ve dvou případech (Lp7 a Lp22) došlo ke snížení počtu druhů ze 13 na 10 resp. na 11, na lokalitě Lp10 bylo v obou letech stejně 11 druhů, ale ve dvou druzích se společenstva lišila (Obr. 4a, 4b, 4c). Všechny tyto

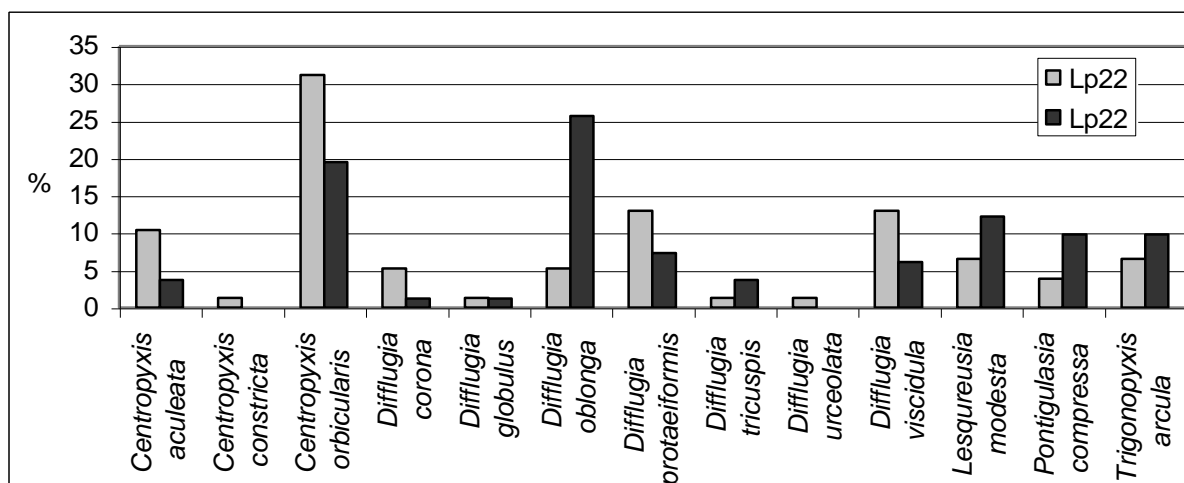
druhy tvořily ve společenstvech minoritní část (průměrně 3,6 % zastoupení). Změny byly zaznamenány také v procentuálním zastoupení jednotlivých druhů a to i u těch dominantních např. u *Centropyxis orbicularis* (rozdíl 11-19 %, nejvíce na lokalitě Lp7), *Diffflugia oblonga* (rozdíl 1-21 %, nejvíce na lokalitě Lp22).



Obr.4a Druhové složení společenstev z lokality Lp7 v Lipně (Nová Pec) v roce 2001 a 2002 vyjádřené v procentech



Obr. 4b Druhové složení společenstev z lokality Lp10 v Lipně (Nová Pec) v roce 2001 a 2002 vyjádřené v procentech



Obr. 4c Druhové složení společenstev z lokality Lp22 v Lipně (Hamerská zátoka) v roce 2001 a 2002 vyjádřené v procentech

## JEZERA

### Druhová diverzita a početnost krytenek v jezerech

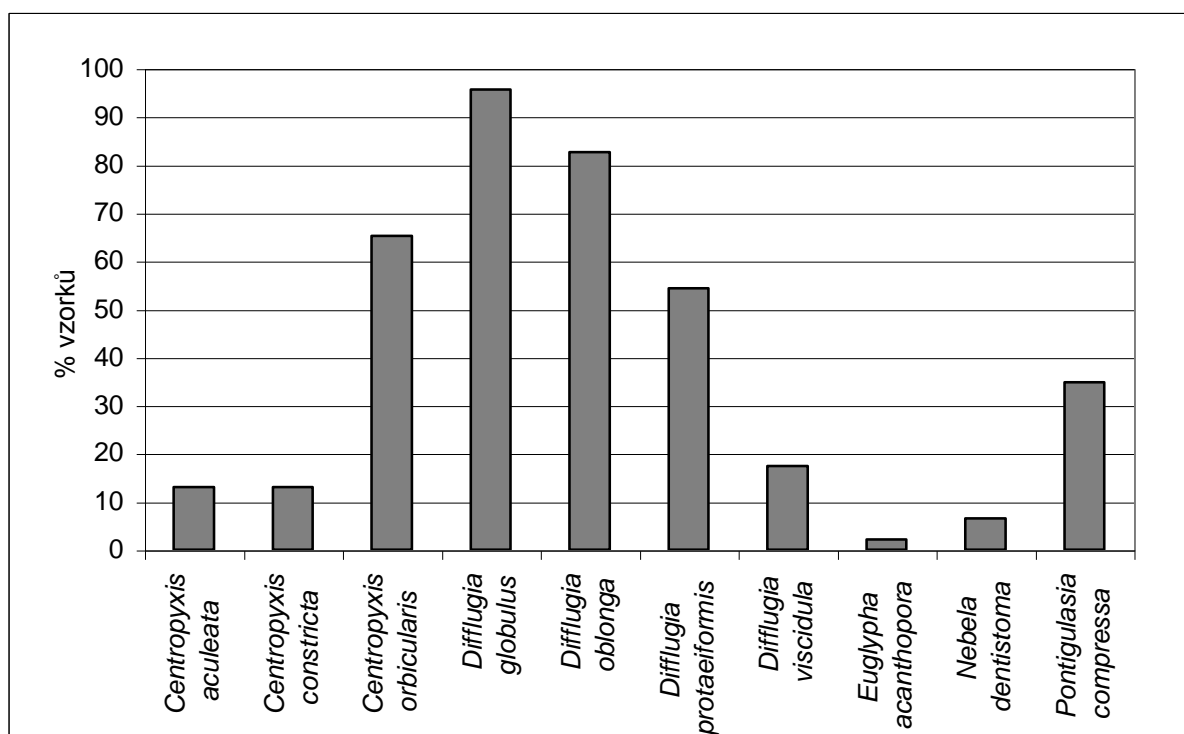
Ve studovaném materiálu z jezer bylo určeno celkem 12 druhů krytenek (Obr. 5). Druh *Diffflugia globulus* je přítomen ve všech přítomných společenstvech (96 % vzorků), *Diffflugia oblonga* se objevuje v 83 % a *Centropyxis orbicularis* byl zaznamenán v 65 % vzorků.

Ve všech jezerech celkově převažuje druh *Diffflugia globulus*. Jeho zastoupení se pohybuje v rozmezí (35-87 %), nejvyšší procento je v Plešném jezeře, nejmenší v jezeře Laka (Obr. 6), v ostatních jezerech (Černé, Čertovo, Prášílské) v rozmezí 60-64 %.

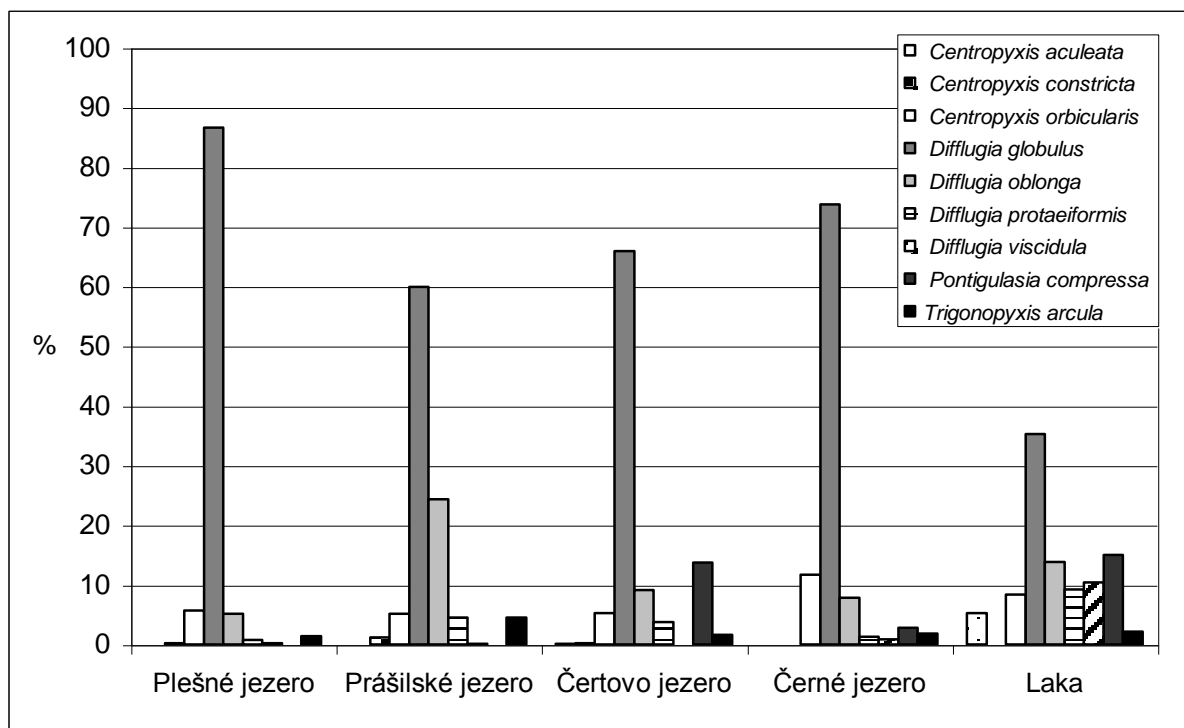
Počet druhů v jednom vzorku kolísá od nuly do osmi. Nejnižší počet druhů je v Plešném jezeře (od 0 do 6 druhů v jednom vzorku, v průměru 3 druhy), nejvyšší je v jezeře Laka (od 6 do 8 druhů ve vzorku, průměrně 7 druhů). V Černém jezeře jsou v průměru 4 druhy (nejméně 0, nejvíce 6 druhů ve vzorku), v Čertově jezeře a v Prášílském jezeře 5 druhů (v Čertově nejmeně 2 a nejvíce 7 druhů ve vzorku, v Prášílském od 2 do 7 druhů v jednom vzorku) (viz Příloha 18 a Obr. 7).

Nejnižší početnost krytenek je ve společenstvech pocházejících z jezera Laka - v průměru 1405 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu (početnost společenstev závisí na typu sedimentu - viz dále, nejmeně 98 jedinců v sedimentu s > 50 % organickými látkami, nejvíce

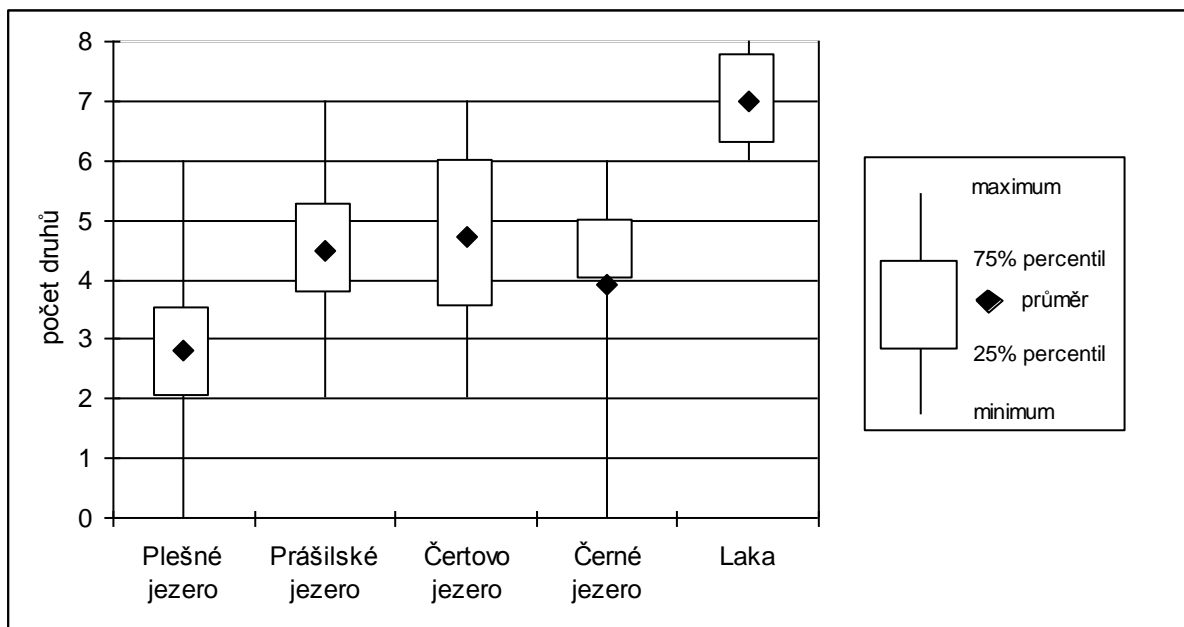
3007 jedinců v prachovitějilovitém sedimentu). Relativně početná společenstva jsou naproti tomu charakteristická pro Plešné jezero (v průměru 6306 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu, nejméně 0 v sedimentu s > 50 % organickými látkami a nejvíce 21 800 jedinců v písčitojilovitém sedimentu) podobně jako pro jezero Čertovo (průměrně 6445 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu, nejméně 539, nejvíce 34 980 oba ze štěrkopísčitého sedimentu) odkud pochází vzorek s nejpočetnějším společenstvem krytenek ze všech (vzorek CT50/02). Společenstva ostatních jezer jsou středně početná (průměrné hodnoty jsou 2923 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu pro Prášilské jezero a 2540 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu pro Černé jezero (Obr. 8). Počet jedinců je ovlivněn typem sedimentu (viz dále).



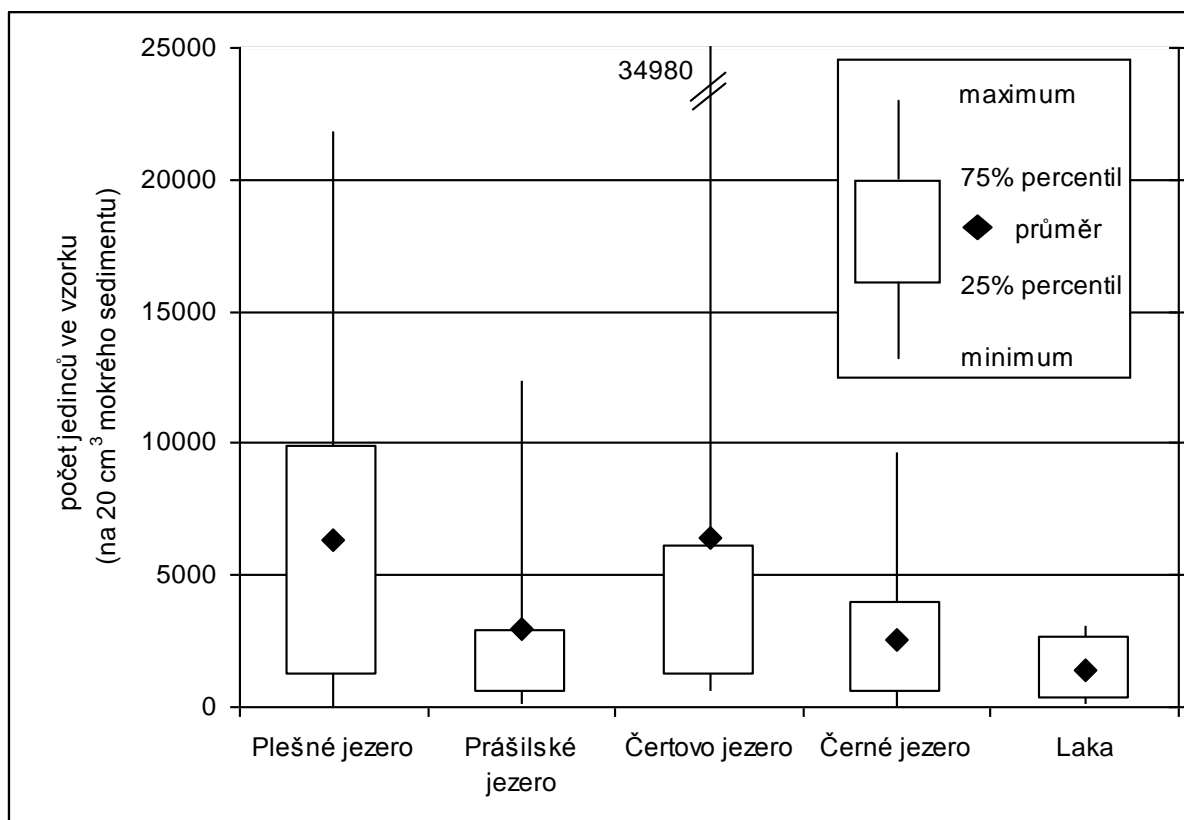
Obr. 5 Procento vzorků ze všech 46 jezerních společenstev, ve kterých jsou přítomny jednotlivé druhy



Obr. 6 Procentuální zastoupení druhů v jednotlivých jezerech



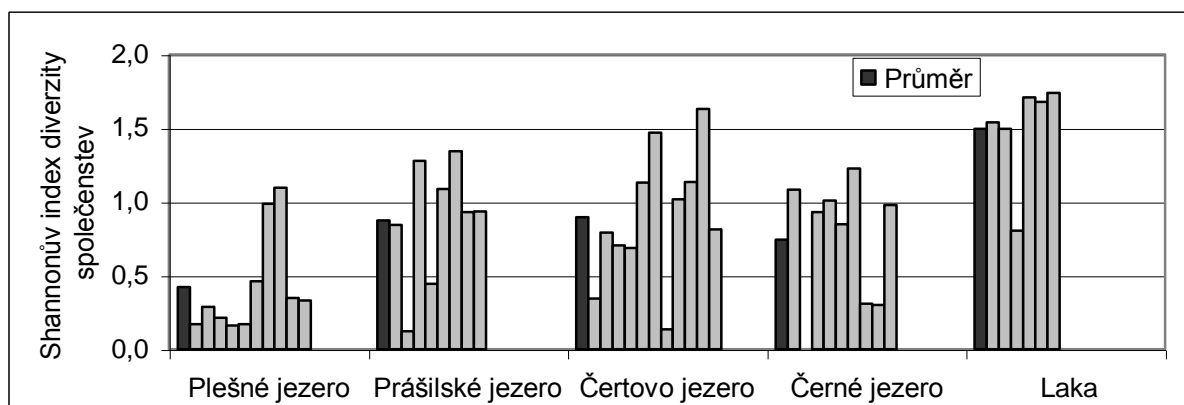
Obr. 7 Počet druhů ve vzorcích z jednotlivých jezer



Obr. 8 Celková početnost krytenek ve společenstvech z jednotlivých jezer

#### Shannonův index diverzity

Pro všechna nalezená společenstva byl vypočítán Shannonův index diverzity (Patterson a Kumar 2000a) (viz Příloha 15a, b, c a Obr. 9). Jeho hodnoty jsou uvedeny souhrnně pro jednotlivá jezera: Plešné jezero průměrně 0,4 (v intervalu 0,2-1,1), Černé jezero v průměru 0,8 (v rozmezí 0,3-1,2), Čertovo jezero průměrně 0,9 (interval 0,3-1,6), Prášílské jezero průměrně 0,9 (rozmezí 0,4-1,3), jezero Laka průměrně 1,5 (v intervalu 0,8-1,7).



Obr. 9 Shannonův index diverzity společenstev v jednotlivých jezerech

### Druhová diverzita a početnost krytenek v závislosti na typu sedimentu

Nejpočetnější (průměrně 8478 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu v rozmezí od 1802 do 21 800) (Obr. 10) a zároveň druhově nejpestřejší (v průměru 5 druhů, nejméně 2, nejvíce 7) (Příloha 19) společenstva se nacházejí v písčitojílovitém sedimentu. Nejpočetnější společenstvo však pochází ze šterkopísčitého sedimentu (vzorek CT50/02), což je sediment nesoucí různě početná společenstva v rozmezí od 195 do 34 980 jedinců ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu (viz Obr. 10).

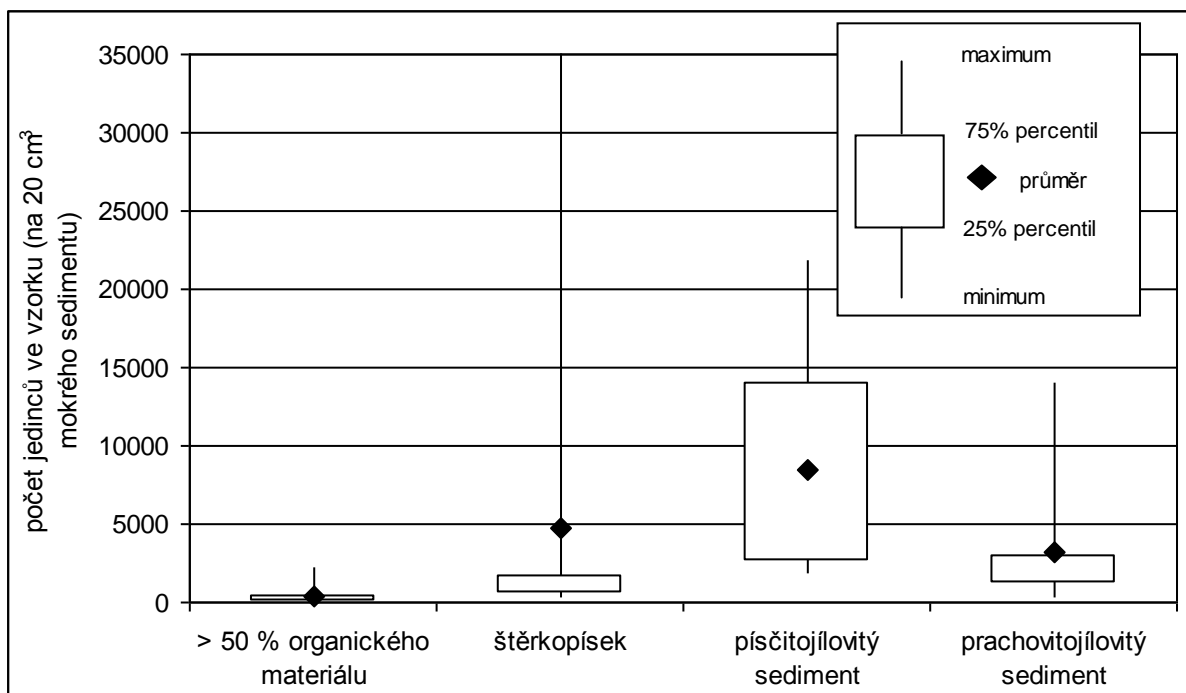
Nejméně početná společenstva se nacházejí v sedimentu obsahujícím více než 50 % organických součástí různého charakteru (rostlinná drť, kořeny, jehličí, listí) (průměrně 405 jedinců v 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu v intervalu od 0 do 2128).

Vazba mezi typem sedimentu a počtem přítomných druhů nebyla při tomto množství vstupních dat významná (Příloha 20).

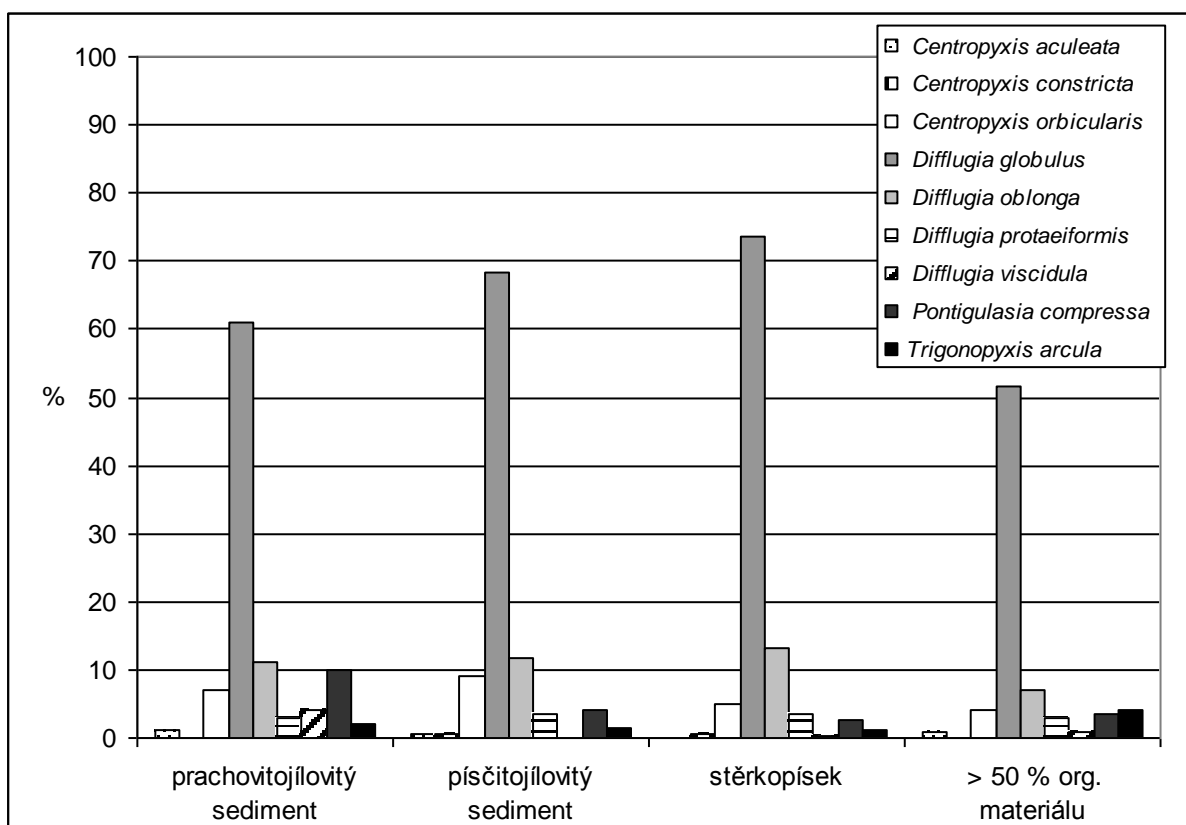
Ve zkoumaném materiálu nebyly zjištěny výrazné preference jednotlivých druhů k odlišnému typu sedimentu. Malou výjimkou byl druh *Pontigulasia compressa*, který je s ohledem na své nízké zastoupení mírně hojnější v prachovitojílovitém sedimentu (Obr. 11).

Ve studovaném materiálu byly pouze dva vzorky, ve kterých nebyl nalezen žádný jedinec (viz Příloha 15a, b vzorky PL36/02, CN65/02). Oba vzorky byly charakteristické vysokým podílem řasového hleny a hrubého rostlinného detritu (jehličí, listí).





Obr. 10 Početnost krytenek ve společenstvech pocházejících z různého typu sedimentu



Obr. 11 Procentuální zastoupení druhů v různém typu sedimentu

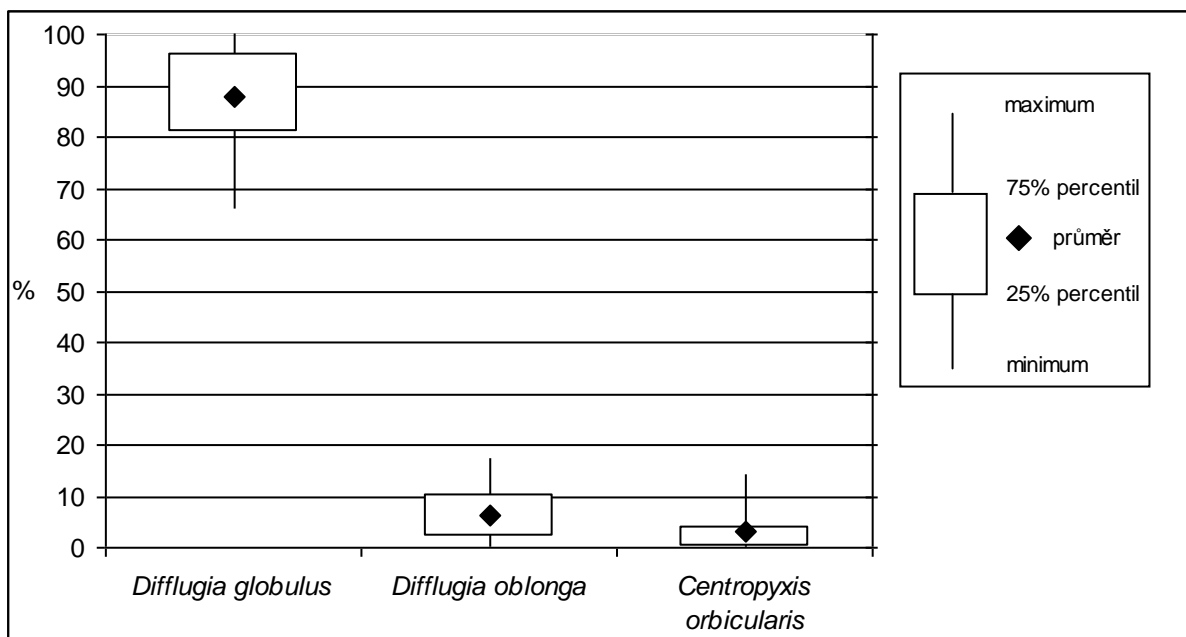
### Klastrová analýza společenstev

Údaje o množství jedinců jednotlivých druhů a o jejich početnosti ve všech zkoumaných společenstvech z jezer (kromě dvou nulových vzorků) byly analyzovány metodou klastrové analýzy, která společenstva rozčlenila na tři hlavní skupiny (Příloha 21).

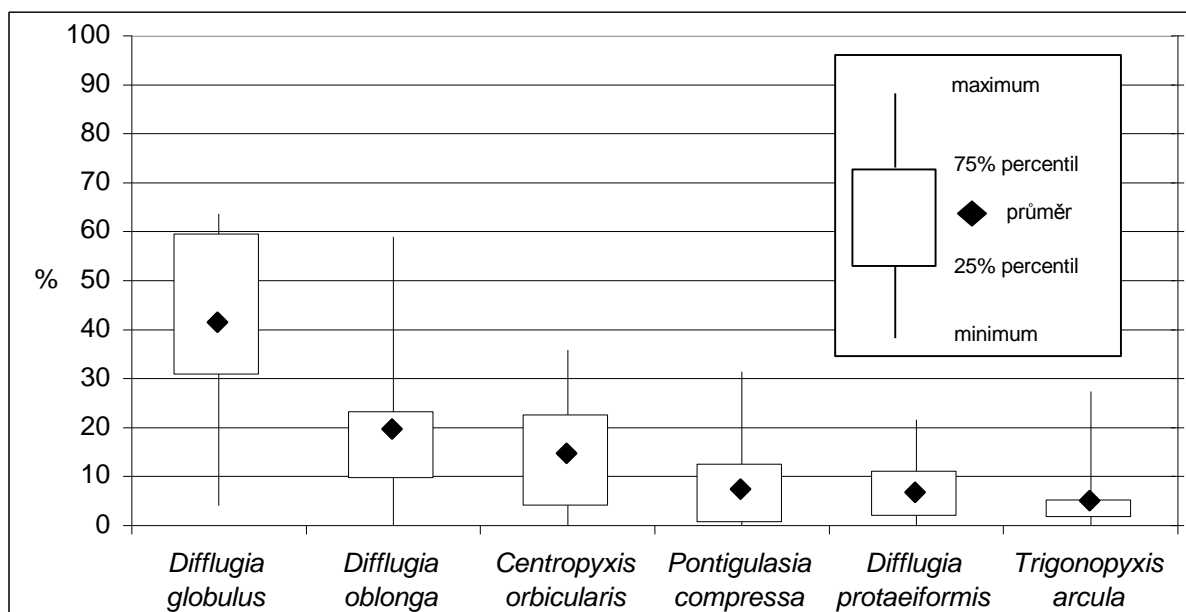
1) **Společenstva *Diffflugia globulus*** jsou charakterizována 66-100 % zastoupením druhu *Diffflugia globulus*, který může být doprovázen zejména druhem *Diffflugia oblonga* (7 - 17 %) nebo *Centropyxis orbicularis* (6 - 14 %) (Obr. 12). Tento typ společenstev převládá v Plešném a Černém jezeře, nebyl zaznamenán v jezeře Laka (Obr. 15). Tato skupina společenstev se vyznačuje nejnižším množstvím zaznamenaných druhů (od 1 do 6 druhů, průměrně 3) (Obr. 16) a zahrnuje absolutní většinu všech vzorků (21) (Příloha 21).

2) **Diverzifikované společenstvo *Diffflugia globulus*** obsahuje nižší procentuální zastoupení druhu *Diffflugia globulus* (4-64 %) následovaným několika dalšími druhy - *Diffflugia oblonga* (3-59 %), *Centropyxis orbicularis* (2-35 %), *Pontigulasia compressa* (1-31 %), *Diffflugia protaeiformis* (2-21 %), *Trigonopyxis arcula* (2-27 %) (Obr. 13), celkem vzorky obsahují od 3 do 8 druhů (Obr. 16). Tento typ společenstev je zastoupen ve všech jezerech, nejméně v Plešném jezeře, nejvíce v jezeře Laka (Obr. 15), kde většina nalezených společenstev patří mezi druhově nejpestřejší (od 6 do 8 druhů, 7 v průměru, bylo zde nalezeno celkem 9 různých druhů). Společenstva této skupiny vykazují největší druhovou diverzitu (Obr.16), zejména ta pocházející z mělčích vod - hloubky od 5 do 100 cm, průměrně 42 cm.

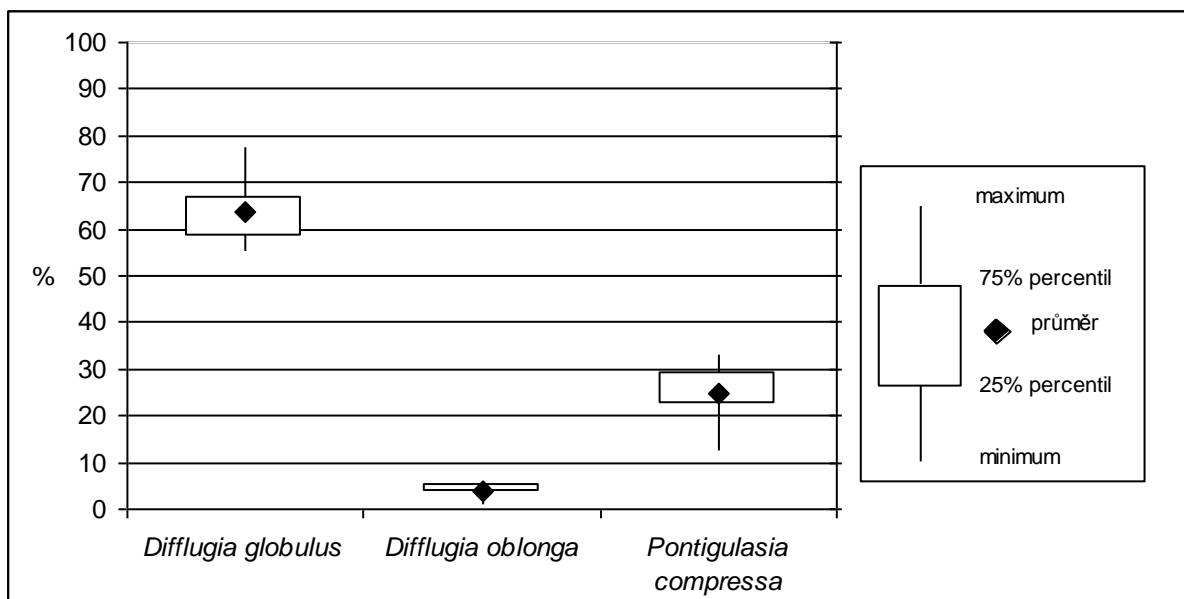
3) **Společenstvo *Diffflugia globulus* - *Pontigulasia compressa*** obsahuje střední zastoupení druhu *Diffflugia globulus* (55-78 %) a v porovnání s ostatními typy společenstev relativně vyšší zastoupení druhu *Pontigulasia compressa* (12-32 %), zastoupení druhu *Diffflugia oblonga* nepřesahuje hranici 5 % (Obr. 14), celkem vzorky obsahují od 4 do 6 druhů (Obr. 16). Společenstva tohoto typu jsou nejčastější v Čertově jezeře (Obr. 15), vzorky pocházejí z hlubších vod a nenacházejí se v hloubkách menších než 1 m (125 - 980 cm, průměrně 302 cm) (Příloha 22). Obecně jde o společenstva s nejvyšším počtem jedinců na jednotku sedimentu.



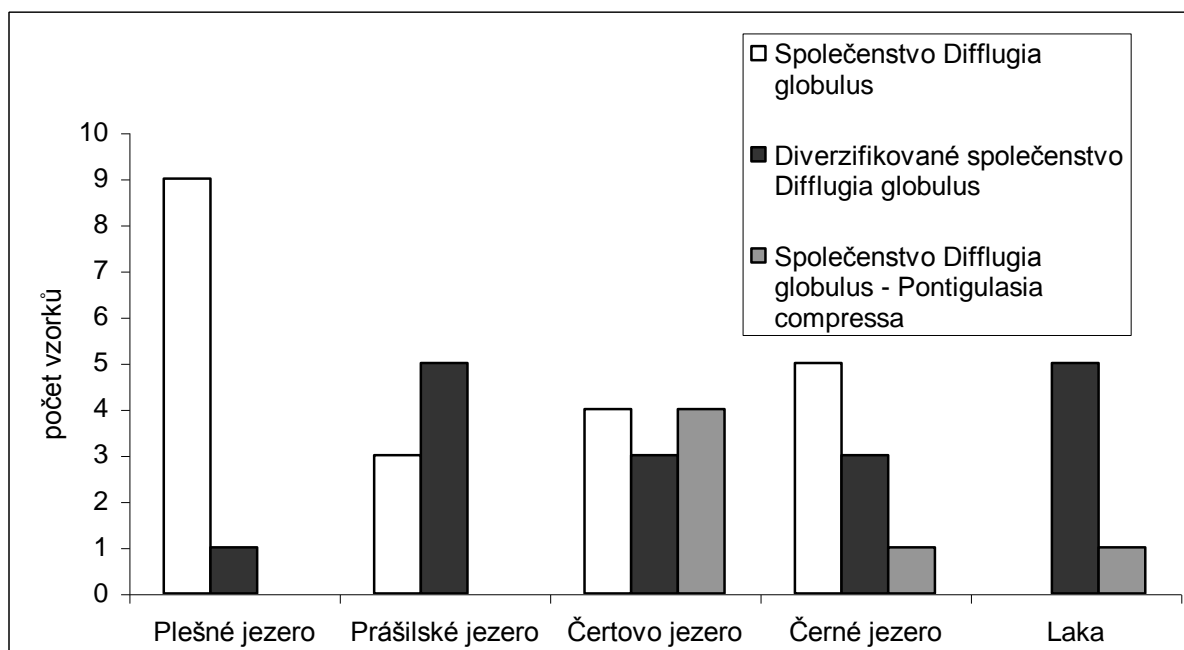
Obr. 12 Celkové procentuální zastoupení charakteristických druhů společenstva *Diffflugia globulus*



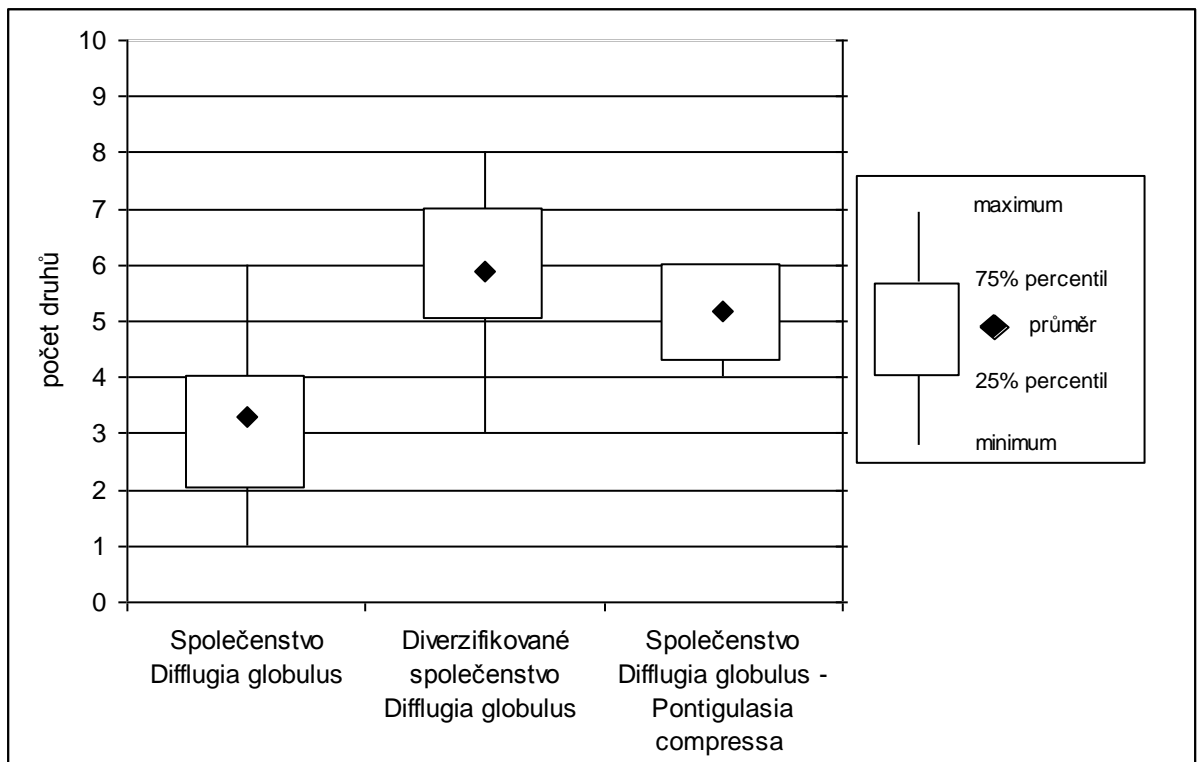
Obr. 13 Celkové procentuální zastoupení charakteristických druhů diverzifikovaného společenstva *Diffflugia globulus*



Obr. 14 Celkové procentuální zastoupení charakteristických druhů ve společenstvu *Diffugia globulus* - *Pontigulasia compressa*



Obr. 15 Zastoupení typových společenstev v jednotlivých jezerech



Obr. 16 Celkový počet druhů ve vzorcích jednotlivých typových společenstev

## ÚDOLNÍ NÁDRŽ LIPNO

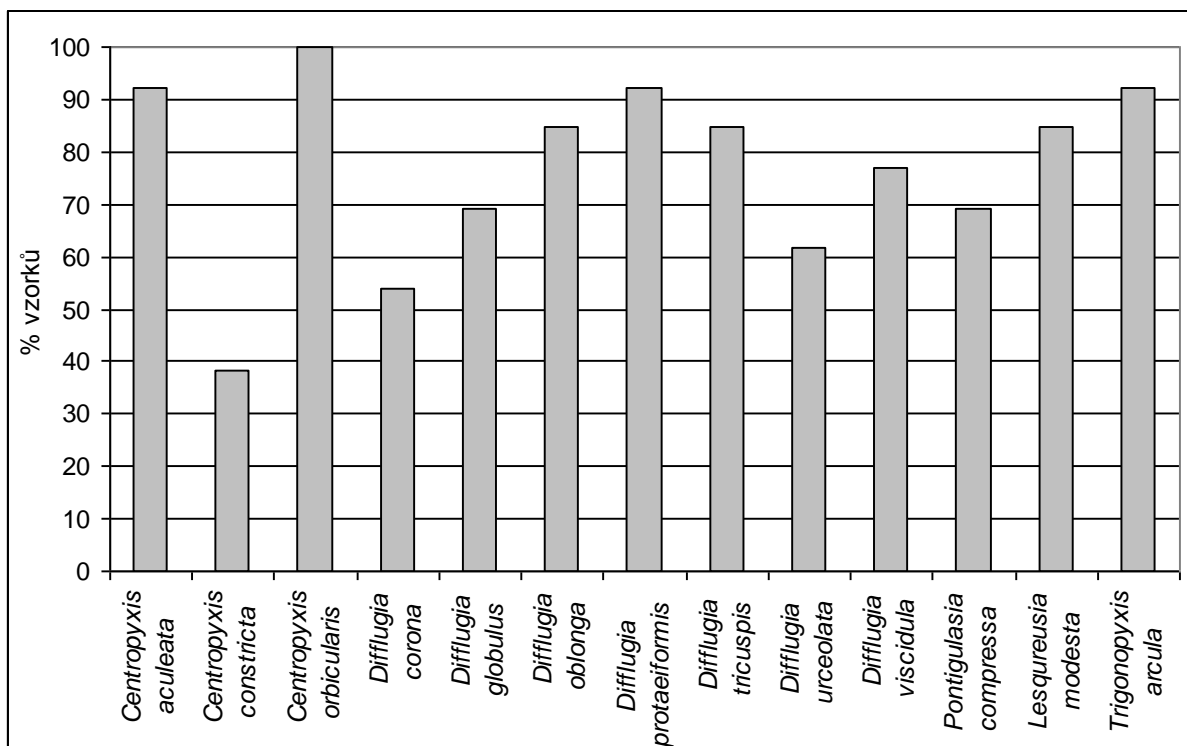
### Povrchové vzorky

Ve vzorcích z povrchového sedimentu dna lipenské nádrže bylo rozbořem společenstev určeno celkem 13 druhů (viz Příloha 15c). Krytenky byly přítomny ve všech vzorcích. Druh *Centropyxis orbicularis* je obsažen ve všech vzorcích, *Centropyxis aculaeta*, *Diffflugia protaeiformis*, *Trigonopyxis arcula* v 92 % vzorků a *Diffflugia oblonga*, *Diffflugia tricuspis* a *Lesquereusia modesta* v 85 % vzorků (Obr. 17). Procentuální zastoupení nejhojnějších druhů ve zkoumaných společenstvech je: *Centropyxis orbicularis* v intervalu 6-58 % (průměrně 25%), *Centropyxis aculaeta* v množství 0-31 % (průměrně 15 %) podobně jako druh *Diffflugia oblonga* přítomný v 0-28 % (v průměru 14 %) (Obr. 18). Kromě výše jmenovaných druhů jsou významněji zastoupeny také následující: *Trigonopyxis arcula* (0-36 %), *Diffflugia protaeiformis* (0-13 %), *Diffflugia tricuspis* (0-14 %), *Lesquereusia modesta* (0-13 %), *Diffflugia viscidula* (0-21 %).

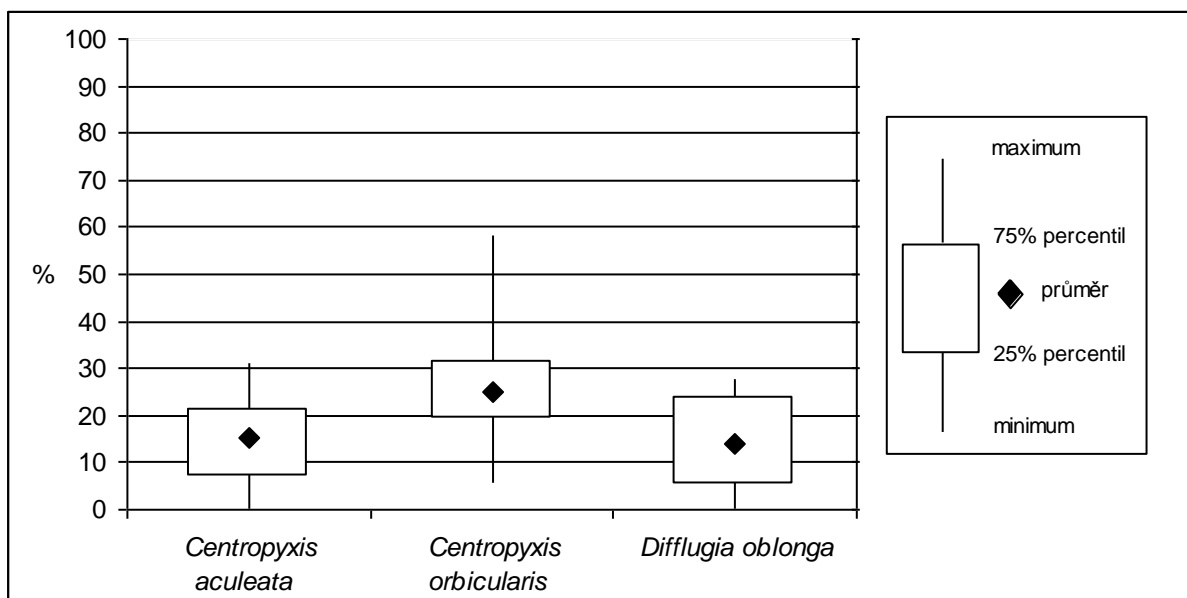
Počet druhů ve vzorku kolísá od 5 do 13, průměrně obsahují společenstva 10 druhů krytenek (Obr. 19). V průměru mírně vyšší počet druhů se nachází v sedimentu prachovitějilovitém (12 druhů) než v sedimentu písčitojilovitém (9), což při tomto množství vstupních dat není významný rozdíl. Výsledky neukazují žádnou významnou závislost početnosti společenstev na typu sedimentu, též hloubka odběrů nemá vliv na složení společenstev krytenek.

Shannonův index diverzity společenstev (Patterson a Kumar 2000a) má hodnotu průměrně 1,9 (v rozmezí 0,9 - 2,3) (Obr. 20).

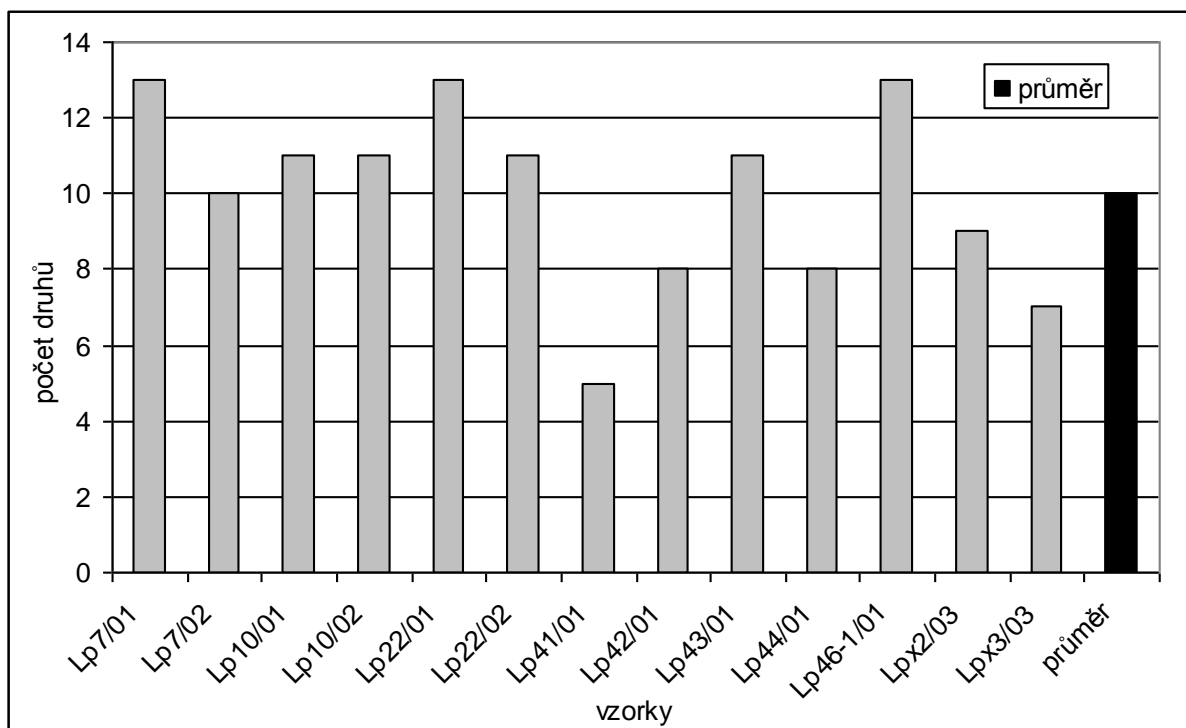
Početnost společenstev se pohybuje v rozmezí 773 až 4244 jedinců na 20 cm<sup>3</sup>, v průměru 2070 (Obr. 21).



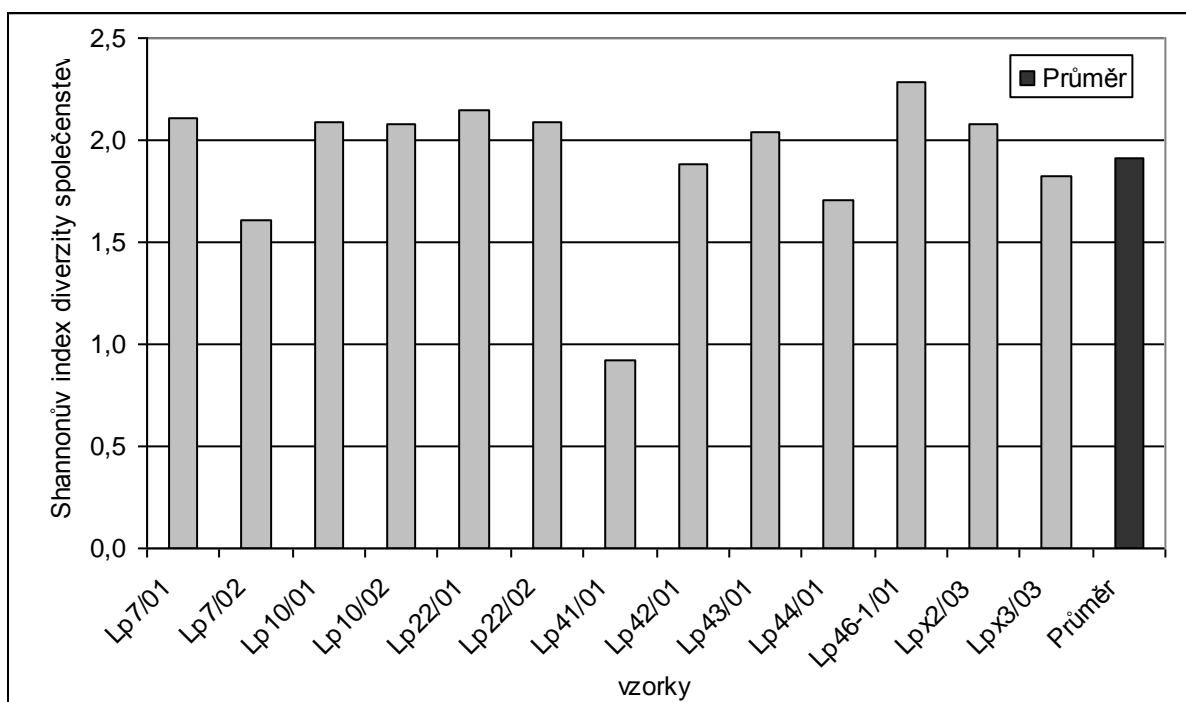
Obr. 17 Procento vzorků z Lipna, ve kterých jsou přítomny jednotlivé druhy



Obr. 18 Celkové procentuální zastoupení charakteristických druhů v povrchových vzorcích Lipna

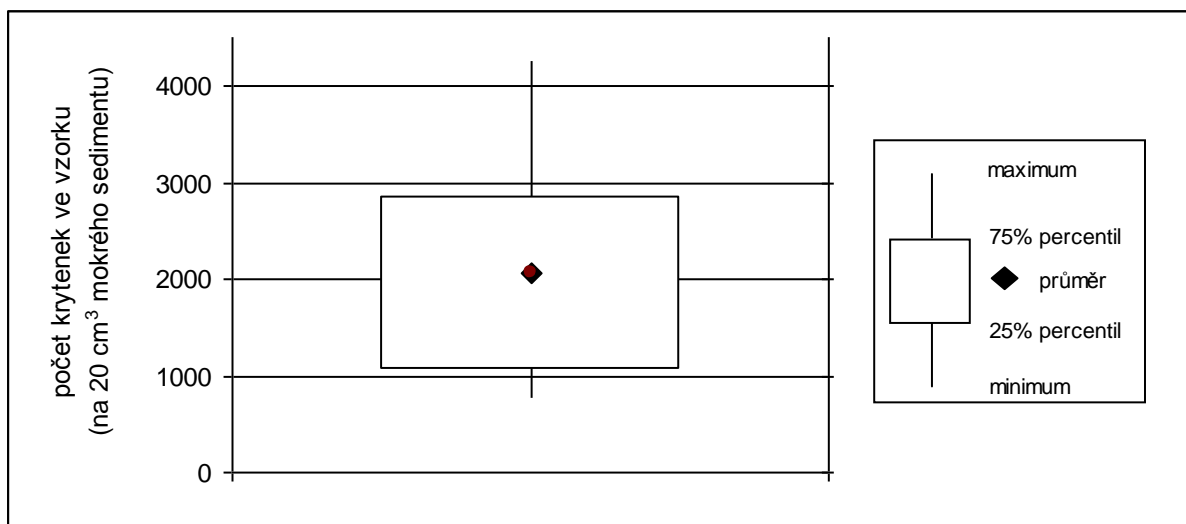


Obr. 19 Počet druhů v povrchových vzorcích Lipna a průměrný počet celkem



Obr. 20 Shannonův index diverzity společenstev v povrchových vzorcích Lipna a jejich průměr



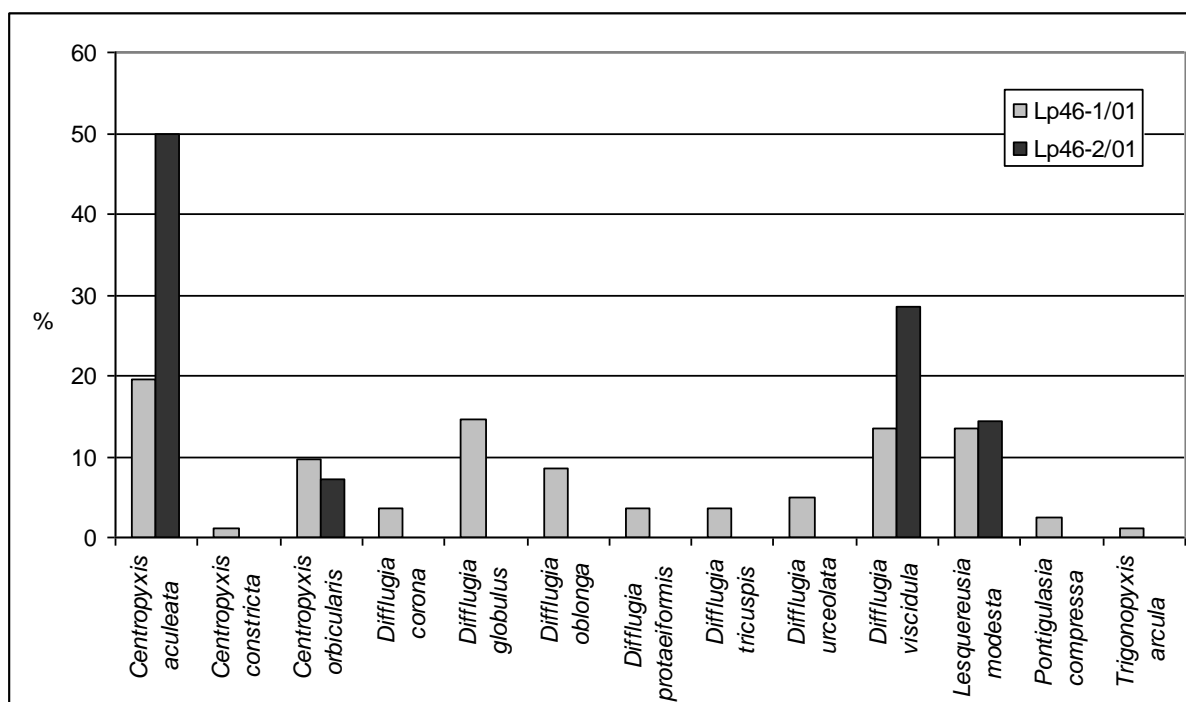


Obr. 21 Celková početnost krytenek ve společenstvech z povrchových vzorků Lipna

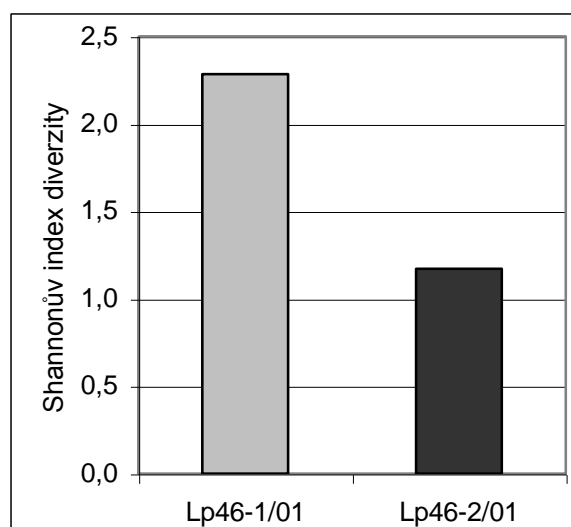
### Krytenky v sondě a ve vrtech

Vzorek ze sondy reprezentující 23 cm svrchního sedimentu (lokality Lp46) byl zřetelně složen ze čtyř různých vrstev (viz. Příloha 23). Svrchní vrstva (vzorek Lp46-1/01 - 2 cm sedimentu) obsahovala středně početné a druhově bohaté společenstvo krytenek (celkem 13 druhů, 1221 jedinců na 20 cm<sup>3</sup>), vrstva ležící pod ní (vzorek Lp46-2/01, 4 cm mocná) nesla společenstvo méně početné a druhově chudší (celkem 4 druhy, 211 jedinců na 20 cm<sup>3</sup>) (viz. Obr. 22a, b, c). Obě nejhlubší vrstvy (vzorky Lp46-3/01 a Lp46-4/01, celkem 17 cm mocný sediment) obsahovaly několik málo velmi špatně zachovaných jedinců, které nebylo možné určit.

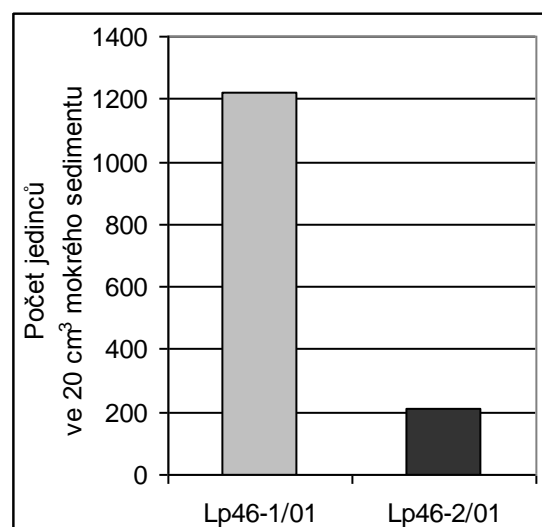
Sediment zastižený ručními vrty byl na základě litologických charakteristik rozdělen na několik vrstev a ovzorkován (viz. Příloha 24a, b). Z celkového počtu 15 vzorků byly krytenky nalezeny v šesti z nich (Lpx4-1/03, Lpx4-2/03, Lpx5-1/03, Lpx5-2/03, Lpx7-1/03, Lpx8-1/03). Analyzovaná společenstva byla velmi chudá, druhově i početně. Nejčastějším druhem byl *Centropyxis orbicularis*. Nejvyšší počet zaznamenaných druhů v jednom vzorku byl 4 (průměrně 2), celkem bylo určeno 6 druhů krytenek (viz. Příloha 15d). Všechny určené druhy byly v různém zastoupení nalezeny též v ostatních vzorcích pocházejících z povrchových odběrů lipenské přehrady. Společenstva pocházela z různých poloh vrtného jádra, max. z hloubky 60 - 65 cm. V 9 vzorcích nebyla nalezena žádná společenstva krytenek, tyto vzorky pocházely z různých poloh i z různorodých typů sedimentu.



Obr. 22a - Procentuální druhové zastoupení ve svrchních 6 cm (vzorky Lp46-1/01 a Lp46-2/01) profilu z Lukavické zátoky v Lipně



Obr. 22b



Obr. 22c

Obr. 22b, c Charakteristiky společenstev ze svrchních 6 cm (vzorky Lp46-1/01 z hloubky 0-2 cm a Lp46-2/01 z hloubky 2-6 cm) odběru z Lukavické zátoky v Lipně a) Shannonův index diverzity , b) početnost krytenkové fauny ve 20 cm<sup>3</sup> mokrého sedimentu

## **DISKUZE**

### Metodika práce

Obvykle bývá ve světové literatuře při metodice zpracování vzorků za účelem studia krytenek používáno síto o velikosti ok 0,063 mm a k analýze je pak využita frakce > 0,063 mm (Asioli a kol. 1996, Dalby a kol. 2000, Haman 1982, Patterson a Kumar 2000a, Patterson a kol. 1996, Reinhardt a kol. 1998, Scott a Medioli 1983), ale mnoho jedinců krytenek dosahuje menších velikostí. Na základě velikostního rozdělení schránek různých druhů krytenek uvedených v několika pracích (Bartoš 1954, Cash a Hopkinson 1909, Deflandre 1928, 1929, 1936, Ogden a Hedley 1980) (Příloha 25) je 1,3-4,8 % druhů při rozboru jemnější frakce 0,036-1 mm ztraceno, zatímco při použití hrubší frakce > 0,063 mm jde o ztrátu mnohem vyšší - 8,2-15,6 %. Tato data ukazují, že rozboru společenstev vyplavených použitím jemnějšího síta (0,036 mm), ačkoliv mikroskopování a vybírání krytenek z prachovitopísčitého výplavu je obtížnější, poskytují pravdivější obraz skutečného složení společenstva v přírodě než při použití síta s oky 0,063 mm.

Při analýze společenstev byla použita celková společenstva krytenek obsahující schránky mrtvých i v čase odběru živých organismů. Celkové společenstvo se stává přesnějším indikátorem obecných životních podmínek než společenstvo žijících organismů a je pro paleoekologické studie vhodnější. Shrnuje všechny sezónní výkyvy a vlivy (např. predace, rozmnožování, distribuce potravy a mezidruhové interakce) a možná prostorová seskupení, redukuje rozdíly mezi vzorky a je lepším ukazatelem ustálených podmínek (Scott a kol. 2001). Není významně ovlivněno změnami během časových period, malé sezónní a prostorové variace jsou součástí jeho pestrosti. Celkové společenstvo spolehlivě odráží souhrnné podmínky daného prostředí. Fosilní materiál využívaný pro paleoekologické studie obsahuje právě a pouze celková společenstva a navíc hlavním smyslem takových analýz je odhalení rámcových životních podmínek spíše než sezónních změn (Scott a Medioli 1980a).

### Porovnání s výsledky výzkumu provedeného v roce 1898 Fričem a Vávrou

První pozorování jezerních krytenek na Šumavě provedl Frič a Vávra (1898) v Černém a Čertově jezeře. Ačkoliv v centru jejich zájmu stálo mnoho různých aspektů (botanický, zoologický, hydrologický, geografický, batymetrický, limnologický) a nebyl

zaměřen pouze na krytenky, je přinejmenším zajímavé stručně porovnat jejich nálezy krytenek se současnými (Tab. 2).

jezero	Frič a Vávra (1898)	Šumava, ledovcová jezera (2002)
Čertovo jezero Lake	<i>Diffflugia globulosa</i> Duj	<i>Diffflugia globulus</i> (Ehrenberg, 1848)
	<i>Diffflugia pyriformis</i> Perty	<i>Diffflugia oblonga</i> Ehrenberg, 1832
	<i>Diffflugia acuminata</i> Ehb. g.	<i>Diffflugia protaeiformis</i> Lamarck, 1816
		<i>Euglypha acanthophora</i> Ehrenberg, 1843
		<i>Trigonopyxis arcula</i> Penard, 1912
		<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)
		<i>Centropyxis constricta</i> (Ehrenberg, 1843)
		<i>Centropyxis orbicularis</i> Deflandre, 1929
		<i>Pontigulasia compressa</i> (Carter, 1864)
	<i>Arcella vulgaris</i> Ehb. g.	
Černé jezero Lake	<i>Diffflugia pyriformis</i> Perty	<i>Diffflugia oblonga</i> Ehrenberg, 1832
	<i>Diffflugia acuminata</i> Ehb. g.	<i>Diffflugia protaeiformis</i> Lamarck, 1816
	<i>Diffflugia globulosa</i> Duj.	<i>Diffflugia globulus</i> (Ehrenberg, 1848)
	<i>Diffflugia urceolata</i> Cor.	
		<i>Diffflugia viscidula</i> Penard, 1902
	<i>Diffflugia arcula</i> Leidy	<i>Trigonopyxis arcula</i> Penard, 1912
	<i>Centropyxis aculeata</i> St.	
		<i>Centropyxis orbicularis</i> Deflandre, 1929
		<i>Nebela dentistoma</i> Penard, 1890
	<i>Nebela collaris</i> Leidy	
	<i>Nebela bohémica</i> Tar.	
		<i>Pontigulasia compressa</i> (Carter, 1864)
	<i>Euglypha ciliata</i> Leidy	
	<i>Corythion dubium</i> Tar.	
<i>Cyphoderia ampula</i> Leidy		
<i>Arcella vulgaris</i> Ehb. g.		

Tab. 2 Druhy nalezené v jezerech ve srovnání s údaji z roku 1898 (Frič a Vávra 1898)

Ve srovnání se starší studií byly nalezeny některé nové druhy v Čertově jezeře (*Euglypha acanthophora*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis orbicularis*, *Trigonopyxis arcula*, *Pontigulasia compressa*) a v Černém jezeře (*Centropyxis orbicularis*, *Diffflugia viscidula*, *Nebela dentistoma*, *Pontigulasia compressa*). Některé dříve zaznamenané druhy nebyly v současnosti nalezeny vůbec (v Černém jezeře *Centropyxis aculeata*, *Corythion dubium*, *Cyphoderia ampula*, *Diffflugia urceolata*, *Euglypha ciliata*, *Nebela bohémica*, *Nebela collaris* a v obou jezerech krytenky s organickou schránkou, které

použitá metodika nezaznamenala - *Arcella vulgaris*). Při vyvozování závěrů z takového srovnání je třeba zohlednit tyto faktory: a) není známa metodologie dřívější studie, b) zdá se, že Frič a Vávra odebrali velké množství vzorků z hloubky, zatímco současný výzkum jezer byl v tomto směru omezen (většina vzorků tedy pochází z hloubky do 150 cm, pouze dva odběry byly hlubší), c) kořenonožci s organickou schránkou nebyly v současné studii studovány. Nálezy dalších druhů (*Trigonopyxis arcula*, *Diffflugia globulus*, *Diffflugia oblonga*, *Diffflugia protaeiformis*), pokud přihlídneme k taxonomickým změnám a upřesněním, které od roku 1898 proběhly, jsou velmi obdobné.

### Variabilita schránek

Velikosti schránek krytenek mohou být podle hypotézy uvedené v některé literatuře (Bobrov a kol. 1999, Scott a kol. 2001) ovlivněny množstvím živin. Výsledky této studie nejsou v protikladu k uvedené hypotéze. Nízká teplota a oligotrofie vod těchto horských jezer zapříčiňující horší dostupnost potravy mohou velikost schránek ovlivňovat. Ogden a Meisterfeld (1989) však tvrdí, že ani laboratorní experimenty, ani pozorování v terénu nepotvrdily závislost mezi množstvím živin a velikostí schránky. Vyšší početnost větších schránek druhu *Diffflugia oblonga* v jezerech Laka a Černém nebyla uspokojivě vysvětlena.

Medioli a Scott (1988) ve své práci ukazují na fakt, že xenogenní schránky daného genotypu jsou zřejmě schopny tvořit schránku z jakéhokoliv dostupného materiálu vhodné velikosti v závislosti na okolních podmínkách. Spektrum anorganických částic použitých jako xenosomata na analyzovaných schránkách se velikostně ani kvalitativně nijak výrazně neodlišuje od typu sedimentu, ve kterém byly nalezeny. Přesto se mezi charakterem a zejména velikostí aglutinovaných zrn objevují rozdíly, které se zdají být druhově vázané. Jediná pozorovaná výjimka se týká druhu *Diffflugia globulus*. Schránky tohoto druhu byly ve vzorku CN62/02 z dosud nevyjasněných příčin pokryty výrazně většími zrny než v ostatních vzorcích.

Množství schránek, které byly ve formě cyst, bylo velmi malé v počtu několika jedinců celkem, což může být dokladem vhodných životních podmínek v době odběru. Za předpokladu, že možnosti zachování schránek cyst ve své podobě v sedimentu jsou shodné s možnostmi schránek bez uzavřeného ústí, můžeme soudit, že nalezené schránky krytenek

tedy většinou pocházely buď z aktivních žijících jedinců nebo šlo o schránky mrtvých jedinců.

V případě forem tvořených dvěma spojenými schránkami může jít o jednu z částí rozmnožovacího procesu, zřejmě rodičovskou a dceřinnou schránku v čase dělení.

#### Variabilita krytenkových společenstev na malé ploše

Při podrobném ovzorkování některých lokalit pocházejících z Lipna i ledovcových jezer byla prokázána skutečnost, že homogenní prostředí stojatých vod hostí podobná společenstva krytenek a tedy, že proměnlivost společenstva je v malém měřítku (do 1 m<sup>2</sup>) nízká (Holcová a Lorencová 2004a). Podobné údaje nebyly v jiné literatuře nalezeny.

Porovnání společenstev odebraných ze stejných lokalit dva roky po sobě (lokality Lp7, Lp10, Lp22) nevykazuje celkově významné rozdíly. Společenstva jsou druhově pestrá, i když druhové zastoupení a jejich procentuální vyjádření se v několika málo druzích mírně liší. Tyto malé změny mohou být výsledkem náhodných změn nebo disturbancí, důvodem může být též změna některého parametru životního prostředí.

#### Druhové složení a ekologie

Data týkající se ekologie jednotlivých druhů krytenek nejsou v literatuře příliš hojná.

#### *Diffflugia globulus*

Masivní výskyt druhu *Diffflugia globulus* ve všech jezerech může být podmíněn vyšší nadmořskou výškou jezer (nad 1000 m n. m.) a z toho plynoucími klimatickými charakteristikami. Takový závěr by podporoval hypotézu uvedenou v literatuře (Collins a kol. 1990) označující tento druh jako pravděpodobně dobrý indikátor chladného klimatu.

Vyšší relativní výskyt tohoto druhu v Plešném jezeře (59-97 %, v průměru 87 %) a jeho nejnižší výskyt v jezeře Laka (4-77 %, v průměru 35 %) může být interpretován jako proměnná závislost na obsahu fytoplanktonu v těchto jezerech. Podle Scott a kol. (2001) a Burbidge a Schröder-Adams (1998) se tento druh živí zelenými a žlutozelenými řasami. Nejvyšší množství biomasy fytoplanktonu se nalézá právě v Plešném jezeře (jde v rámci ledovcových jezer o ojedinělou strukturu celkové biomasy, kde fytoplankton tvoří až 70 %) (Nedbalová 2006). Na druhé straně může být nižší početnost *Diffflugia globulus* v jezeře Laka

podmíněna menším počtem taxonů řas a nižším množstvím fytoplanktonu v biomase ve srovnání s ostatními jezery (Nedbalová a kol. 2006, Vrba a kol. 2002, Vrba a kol. 2003) (Tab. 1). Ve studii z roku 2003 (Nedbalová a kol. 2006) nebyly ve srovnání s rokem 1999 pozorovány v jezerech žádné významné celkové změny v biomase fytoplanktonu. Pravděpodobně je většina druhů fytoplanktonu schopna se přizpůsobit měnícímu se pH a s ním souvisejícími faktorům. V nejvíce zkoumaném Černém jezeře zůstává kvalitativní struktura fytoplanktonu posledních sedm desítek let překvapivě stabilní navzdory drastickým změnám v chemických parametrech jezerních vod (Vrba a kol. 2003). Rozdíly v obsahu fytoplanktonu mezi jednotlivými jezery spolu s jejich dlouhodobou stabilitou by mohly být příčinou jisté heterogenity ve společenstvech krytenek, která tyto jezera obývají. Rozdíly v přítomnosti druhu *Diffflugia globulus* v jezerech podporují výše zmíněné publikované údaje.

Bartoš (1954) udává tento druh ze sapropelu mezi vodními rostlinami, Medioli a Scott (1983) z bahna v příkopech, rybnících a močálech, z jezer, Scott a kol. 2001 pak obecně z prostředí typu gyttja, Scott a Medioli (1983) jej popsali z některých asociací vázaných na místa s vyšší energií a písčitém substrátem (jde o podmínky, kde je dostatek potravy a tedy malá nutnost pohybu).

### *Diffflugia oblonga*

Druh *Diffflugia oblonga* je přítomen ve všech vzorcích Prášílského jezera (v množství 3-59 %) a jezera Laka (v množství 5-21 %), což je oproti ostatním jezerům relativně vyšší množství. Zatímco Bartoš (1954) uvádí tento vysoce variabilní druh z mnoha různých prostředí, McCarthy a kol. (1995) i Collins a kol. (1990) udávají, že druh vyžaduje prostředí s vyšším obsahem organického materiálu. Podobně také Scott a kol. (2001) dodávají, že *D. oblonga* nahrazuje při zvýšeném množství obsahu organiky druh *D. globulus*, Medioli a Scott (1983) předpokládají toleranci k nižšímu obsahu kyslíku. V jezeře Laka, které zarůstá bohatou vegetací a v jehož sedimentu se zvýšené množství organických součástí nalézá, by takové vysvětlení vyššího výskytu tohoto druhu bylo přijatelné. Příčina vyšší početnosti druhu *D. oblonga* v Prášílském jezeře není jasná, jistou úlohu může hrát nižší koncentrace hliníku (Kohout a Fott 2001, Vrba a kol. 2006) a pouze mírné omezení obsahem fosforu (Nedbalová a kol. 2006) ve srovnání s ostatními jezery. Z údajů v literatuře vyplývá, že druh je nalézán nejčastěji ve vodách s pH nižším než 6,2 (Scott a kol. 2001, Ellison 1995). Collins a kol.

(1990) konstatuje, že tento taxon je tolerantní ke klimatickým extrémům a je často přítomný ve větších množstvích tam, kde jiné citlivější druhy nemohou přežít. Je to jeden z nejčastějších druhů polárních oblastí (Decloitre 1956). Chladnější klimatické podmínky plynoucí z vyšší nadmořské výšky všech jezer jsou tedy pro tento druh příznivé.

#### *Diffflugia protaeiformis*

Druh *Diffflugia protaeiformis* byl zaznamenán ve všech vzorcích z jezera Laka (v množství 1-13 %), v ostatních jezerech se nalézá řidčeji. Medioli a Scott (1983) uvádějí výskyt v příkopech, rybnících, bažinách a jezerech. Scott a kol. (2001) poznamenávají, že je tento druh dobře přizpůsobený prostředí bohatému na organické součásti a jezero Laka má do značné míry takový charakter.

#### *Pontigulasia compressa*

Medioli a Scott (1983) shrnují životní prostředí druhu *Pontigulasia compressa* od rašelinišť po hluboké části jezer (přes 200 m), v další práci Medioli a Scott (1988) konstatují, že je schopný se přizpůsobit jakémukoliv typu vodního prostředí. Výsledky pozorování ze Šumavy nemohou toto tvrzení potvrdit ani vyvrátit. V jezeře Laka je přítomno významné množství tohoto druhu (1-31 %) a na druhé straně v Plešném a Prášilském jezeře úplně chybí. Holcová (2007) nachází tento druh v tekoucí vodě. Podmínky v jezeře Laka, kde byla nalezena vyšší početnost tohoto druhu a kde je nejkratší doba zdržení a objem vodní masy se vymění ze všech jezer nejrychleji (viz Tab. 1), by mohly být do jisté míry podobné a ve srovnání s ostatními jezery pro tento druh ve smyslu závěrů studie Holcové (2007) vhodnější. Bartoš (1954) popisuje tento druh z prostředí mezi vodními rostlinami a bažin, což vzhledem k bohatosti jezera Laka na organické součásti není v rozporu se současnými výsledky. Charman (2001) uvádí, že tento druh je omezen na vyšší teplotu vody u dna. Jezero Laka nemá klasicky vyvinutou letní stratifikaci teplot jako ostatní jezera, ačkoliv při letní stagnaci voda jeví jisté znaky přímého teplotního zvrstvení (Janský a kol. 2003). Můžeme tedy předpokládat, že voda u dna je z výše zmíněných důvodů teplejší než u ostatních hlubších stratifikovaných jezer.



### *Centropyxis orbicularis*

Pokud jde o druh *Centropyxis orbicularis*, v literatuře nebylo nalezeno mnoho údajů týkajících se jeho ekologie. Bartoš (1954) popisuje tento druh z mechů inundační oblasti, rašelin, bažin a sedimentu bohatého sapropelem. Bobrov a kol. (2004) udává tento druh z prostředí vody, rašelinišť a zelených mechů. Ze šumavských nálezů se nachází zejména v Lipně a to v bahnitopísčítých sedimentech, což není v protikladu k výše uvedeným tvrzením. Je přítomen v 68 % vzorků, v průměru v množství 10 %. Je součástí společenstev všech jezer, žádné vazby týkající se typu sedimentu, prostředí, hloubky atp. nebyly odhaleny. *Centropyxis orbicularis* tvoří podstatnou část diverzifikovaného společenstva *Diffugia globulus*, kde představuje 14-34 % společenstva. Morfologie tohoto druhu se příliš nemění a reprezentuje tak do značné míry jasně oddělitelnou morfologickou skupinu. Tato morfologická stálost otevírá jistou možnost sledování taxonu ve starších sedimentech a využití druhu v paleoekologii.

### *Centropyxis aculeata*

Nejvíce a současně nejjednodušších údajů je v literatuře o druhu *Centropyxis aculeata*. Jedná se o typického r-stratéga, kolonizátora, který je tolerantní ke zhoršenému životnímu prostředí, zejména nedostatku živin (Collins a kol. 1990, McCarthy a kol. 1995) a nízkým teplotám (Charman 2001). Jde o druh, který jako první kolonizuje pobřežní deprese, jejichž vývoj směřuje ke sladkovodním podmínkám (Scott a Mediolli 1983). Scott a kol. (2001) považují *Centropyxis aculeata* za dobrý indikátor oligotrofních podmínek.

### *Centropyxis constricta*

Vysoká tolerance ke změnám ekologických podmínek se udává pro rod *Centropyxis* všeobecně (Patterson a Kumar 2000b, Patterson a kol. 1996). Tito autoři uvádějí rod *Centropyxis* jako oportunistický, který je schopen přestát nízké teploty, nedostatek živin a oligotrofii, pH však nesmí klesnout pod 5,5. Oportunistický charakter tohoto rodu byl potvrzen výzkumy vlivu povodní na společenstva šumavských toků (Holcová 2007) a lipenské nádrže (Holcová a Lorencová 2004b). Výskyt tohoto rodu v jezerech je tedy v souladu s uvedenými fakty. Stejně tak u druhu *Centropyxis constricta* uvádí Scott a kol. (2001) jeho toleranci k extrémním podmínkám, jde často o první pionýrské formy objevující

se v oligotrofních periglaciálních jezerech brzy po odlednění. Medioli a Scott (1983) uvádějí, že se běžně vyskytují v bahně všech typů sladkovodních těles a na většině vlhkých míst.

#### *Trigonopyxis arcula*

Druh *Trigonopyxis arcula* udává Bartoš (1954) z mechů, edafonu a řídce mezi vodními rostlinami, Jírovec (1953) z mechu a rašeliny. Charman a kol (2000) jej charakterizují jako xerofilní taxon častý v ombrotrofním bahně v podmínkách nejsušší části hydrologického gradientu, může být přítomný také v minerotrofních substrátech. V současném výzkumu byl u tohoto druhu nalezen nepřilíš úzký vztah mezi jeho výskytem a typem sedimentu. Je nacházen častěji v sedimentu s vyšším obsahem organických součástí než v ostatních typech substrátů. V literatuře údaje o vazbě druhu na sediment nebyly nalezeny.

#### *Diffflugia viscidula*

Bartoš (1954) uvádí pro druh *Diffflugia viscidula* jeho vazbu na jezera, rybníky a v sedimentu obsažený sapropel, což je v souladu se současným pozorováním. Druh byl nalezen v písčitojílovitých sedimentech Lipna, např. v Lukavické zátocce (vzorky Lp42/01, Lp43/02).

Následně uvedené druhy byly nalezeny ve velmi omezených množstvích (celkem 2-52 jedinců ve všech vzorcích dohromady).

#### *Diffflugia corona*

Druh *Diffflugia corona* v současnosti nalezený pouze v lipenské nádrži je Bartošem (1954) udáván ze sapropelu mezi vodními rostlinami, Medioli a Scott (2001) rozšiřují jeho životní prostředí na příkopy, rybníky a jezera, Scott a kol. (2001) jej považují za druh typický pro prostředí typu gyttja. Druh úplně chybí ve všech šumavských jezerech, eutrofní vody Lipna pro něj jsou optimálnější, ačkoliv i zde se vyskytuje pouze v malém množství (maximálně 5 % zastoupení).

### *Diffflugia tricuspis*

Bartoš (1954) zasazuje druh *Diffflugia tricuspis* do sapropelu mezi vodní rostliny, Mediolli a Scott (1983) jej nacházeli v rybnících, příkopech, močálech, v řasovém kalu, v bahně, v mokřím rašeliníku a na stromech poblíž vodního břehu. Scott a kol. 2001 jej charakterizují jako druh typický pro prostředí typu gyttja. Mediolli a Scott 1988 shrnují pro tento druh časté údaje z literatury o jejich vazbě na plovoucí chomáče řas zejména rodu *Spyrogyra*. Jde o částečně planktonický druh, který se po jisté době nebo po smrti usazuje na dně (Mediolli a Scott 1988). Scott a Mediolli (1983) a Mediolli a Scott (1988) spojují vyšší obsahy tohoto druhu s eutrofizací, i když neeutrofní vody mohou hostit nízké koncentrace velkých xenogenních jedinců (Scott a kol. 2001). Nálezy některých autorů (Davis 1916) podle Scott a kol. (2001) dokazují existující vazbu mezi tímto druhem a řasou *Spyrogyra* již alespoň od středního eocénu. Na Šumavě byl nalezen pouze v Lipně v množství maximálně 14 %. Nepřítomnost tohoto druhu v jezerech podporuje hypotézu jeho vazby na plovoucí řasy, které se v oligotrofních jezerech vyskytují velmi málo.

### *Diffflugia urceolata*

Druh *Diffflugia urceolata* nalezl Bartoš (1954) v sapropelu a rašeliníšti, Mediolli a Scott (1983) v rybnících, příkopech a močálech, v pobřežních i hlubokých vodách jezer, Scott a kol. 2001 udávají prostředí typu gyttja. Scott a kol. (2001) a Ellison (1995) spojují tento druh s eutrofními vodami, kde je  $\text{pH} > 6$  a vyšším organickým obsahem. Podle Asioli a kol. (1996), Collins a kol. (1990) a Scott a kol. (2001) *Diffflugia urceolata* toleruje chladné klima a oligotrofní podmínky. Podobně Patterson a kol. (1985) konstatují, že jde o dobrý indikátor chladného klimatu. V současném výzkumu byl tento druh nalezen ve velmi omezeném množství pouze v lipenské nádrži. Z uvedených charakteristik životního prostředí v literatuře souhlasí se současnými výsledky vyšší  $\text{pH}$ , množství organických látek a eutrofizovaná voda Lipna.

### *Euglypha acanthopora*

*Euglypha acanthopora* je druh podle Bartoše (1954) běžný z rašelin, též obývá prostředí mezi vodními rostlinami, v mechu inundační oblasti, Mediolli a Scott (1988) jej zaznamenali v sladkovodním prostředí na vegetaci, Scott a kol. 2001 jej udávají jako typický

druh pro prostředí typu gyttja. Na Šumavě byl nalezen pouze v Čertově jezeře ve velmi malém množství.

#### *Lesquereusia modesta*

Druh *Lesquereusia modesta* je Bartošem (1954) popisován ze sapropelu, rašelinišť a mezi vodními rostlinami, Scott a kol. (2001) a Ellison (1995) udávají pro tento druh charakteristické pH vod větší než 6,2. V této studii byl nalezen pouze v lipenské nádrži, která má z důvodu dlouhodobé eutrofizace pH vyšší. Patterson a Kumar (2000a) našli nejvyšší počet tohoto druhu v písčitém substrátu a poznamenávají, že je to druh preferující jezera mírného pásma, který není běžný v polárních podmínkách. V Lipně byl nalezen většinou (v 75 %) v písčitojílovitém sedimentu, což částečně podporuje jeho preferenci pro hruběji zrnité prostředí.

#### *Nebela dentistoma*

Druh *Nebela dentistoma* bývá podle Bartoše (1954) nacházen zejména v rašelinách, též mezi vodními rostlinami a v mechu, u celého rodu *Nebela* značí Scott a kol. (2001) a Ellison a kol. (1995) charakteristické pH vod menší než 6,2. Stejně tak Foissner (1994) dodává, že rod *Nebela* preferuje kyselé podmínky. Na Šumavě byl nalezen ve velmi malém množství v počtu několika jedinců ve třech jezerech - Prášílském, Černém a v jezeře Laka. Přes údajně vyhovující výšku pH (Ellison a kol. 1995) nebyl důvod jeho nízké přítomnosti či absence v jezerech uspokojivě vysvětlen.

#### Krytenková fauna jezer

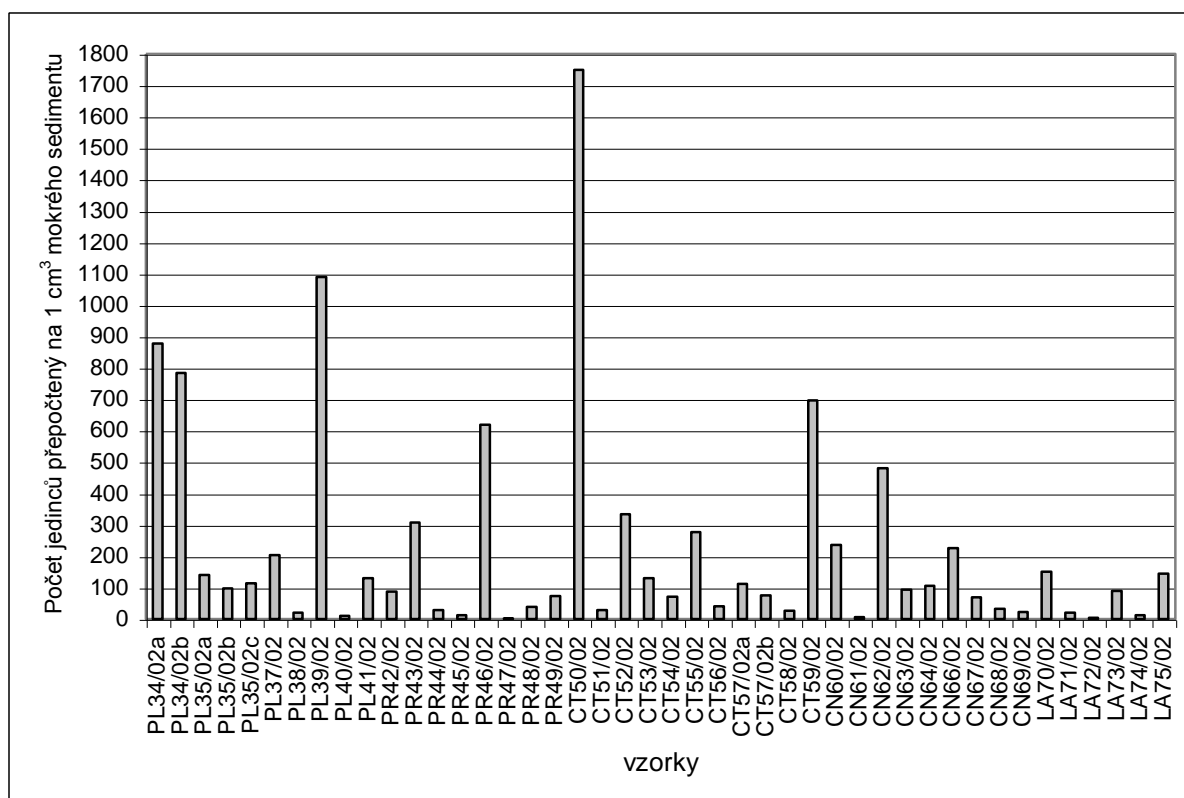
Při porovnání druhového složení jezerních společenstev s nálezem z jiných světových jezer se ukazuje jistá podobnost. Druhy *Diffugia protaeiformis*, *Diffugia oblonga*, *Pontigulasia compressa*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta* tvoří více či méně významné části společenstev také v jezeře Erie (Scott a Mediolini 1983), v menších jezerech Nového Brunswiku a Nového Skotska (Patterson a kol. 1985), ve třech jezerech na severovýchodě Ontaria (Patterson a kol. 1996), kromě *Pontigulasia compressa* byly nalezeny v jezeře James Lake v Ontariu (Patterson a Kumar 2000a) a v jezeře Sentani v Indonésii

(Dalby a kol. 2000). Obecně jde podle Medioli a Scott (1988) o druhy typické pro jezerní sedimenty typu gyttja.

Významným rozdílem je ve srovnání se studovanou literaturou dominance druhu *Diffflugia globulus* a zastoupení druhů *Centropyxis orbicularis* a *Trigonopyxis arcula*. Z dostupné literatury byl druh *Diffflugia globulus* v množství 8-14 % popsán z jezera Erie v místech charakterizovaných zvýšenou energií a písčitém sedimentem (Scott a Medioli 1983), obecně jej Medioli a Scott (1983) umísťují do bahna příkopů, rybníků, močálů a jezer. Patterson a kol. (1996) zaznamenali nízké procento tohoto druhu ve třech jezerech na severovýchodě Ontaria. Incerta sp. popsáný a vyfotografovaný z tropického jezera Sentani v Indonésii tento druh do značné míry připomíná (Dalby a kol. 2000). Medioli a Scott (1988) druh *Diffflugia globulus* typizují mezi druhy charakteristické pro jezerní sedimenty. Druh *Trigonopyxis arcula* byl v malém množství nalezen ve slaných marších východního pobřeží Kanady (Gehrels a kol. 2006). Další jeho výskyty ani výskyt druhu *Centropyxis orbicularis* nebyl v literatuře týkající se jezer nalezen.

Patterson a Kumar (2000a) udávají pro zdravou faunu početnost krytenek okolo 500 jedinců na 1 cm<sup>3</sup>. V případě šumavského výzkumu splňují toto kritérium pouze 2 lokality z Plešného jezera (PL34 a PL39), 1 z Prášílského jezera (PR46), 2 z Čertova jezera (CT50 a CT59) a 1 lokalita z Černého jezera (CN62) (viz faunenlist). Žádné společenstvo z jezera Laka není tak početné. Průměrné hodnoty počtu krytenek v nalezených společenstvech v jednotlivých jezerech jsou celkově mnohem nižší než je výše udávaná míra (Obr. 23). Na nestabilitu některých společenstev ukazuje nepřímo i častá dominance jednoho nebo dvou druhů, neboť rozložení druhů ve společenstvech dosahujících klimaxových stadií je rovnoměrnější (Patterson a Kumar 2002). V případě jezer můžeme předpokládat, že podmínky prostředí jsou do jisté míry stresující, pravděpodobně jde o stres spojený s jejich acidifikací. Stresující nebo nepříliš optimální podmínky potvrzuje také Shannonův index diverzity (SDI). Nevhodné podmínky indikují nízké hodnoty SDI okolo 1,0, zatímco hodnoty SDI zdravého nebo klimaxového společenstva jsou vyšší než 2,0 (Patterson a Kumar 2002), popř. se blíží hodnotě 2,5 (Patterson a Kumar 2000a). Hodnoty SDI zkoumaných jezerních společenstev jsou nízké (0,4-1,5). Nejnížší hodnotu SDI měla společenstva pocházející z Plešného jezera, nejvyšší pak z jezera Laka.

Počet druhů nalezených v jezerech (nejvýše 8 druhů) je o málo nižší než udávají jiní autoři ve studiích prováděných v jezerech mírného pásma, např. 10-14 druhů popsanych v menších jezerech Nového Brunswiku a Nového Scotska (Patterson a Kumar 1985), 17 druhů a 1 varieta ze tří jezer na SV Ontaria (Patterson a kol. 1996), 10 druhů a 7 variet z jezera James Lake v severovýchodním Ontariu (Patterson a Kumar 2000a), 12 druhů a 1 varieta z jezera Erie (Scott a Mediola 1983), popř. 12 druhů ze tří jezer východní Kanady (McCarthy a kol. 1995).



Obr. 23 Početnost krytenek v jezerních společenstvech

### Klasifikace jezer na základě krytenkové fauny

Porovnání společenstev pocházejících z jednotlivých jezer umožňuje rozlišit tři hlavní typy zkoumaných jezer (viz Tab 3).

1) Silně kyselé Plešné jezero hostí nepříliš diverzifikované společenstvo krytenek a druh *Diffflugia globulus* dosahuje v tomto jezeře relativně nejvyšší početnosti.

2) Mělké pomalu zarůstající mezotrofní jezero, které nevykazuje stratifikaci, jsou atributy jezera Laka, kde jsou společenstva krytenek rozmanitější. Druh *Diffflugia oblonga* je zde zastoupen většími jedinci (195-320 µm v průměru).

3) Společenstva krytenek v ostatních jezerech (Černé jezero, Prášilské jezero a Čertovo jezero) jsou různého charakteru v závislosti na typu sedimentu a hloubce.

Při porovnání s literaturou (Nedbalová a kol. 2006) je z výsledků patrná jistá korelace s rozdělením jezer dle množství fytoplanktonu (Tab. 1). Nejvyšší obsah biomasy s vysokým množstvím fytoplanktonu je v jezeře Plešném (jezero typu 1), nízkých hodnot v množství fytoplanktonu naopak dosahuje jezero Laka (jezero typu 2). Obsah fytoplanktonu v ostatních jezerech (Černé jezero, Prášilské jezero a Čertovo jezero) dosahuje středních hodnot (jezera typu 3). Podobná korelace mezi faunou krytenek a množstvím fytoplanktonu nebyla v literatuře nalezena.

typ jezera	jezero	společenstvo krytenek
1 nejvyšší biomasa s největším obsahem fytoplanktonu (70 %)	Plešné jezero	málo diverzifikované, relativně vysoké zastoupení druhu <i>Diffflugia globulus</i>
2 nízký obsah fytoplanktonu, mělké mezotrofní jezero pomalu zarůstající vegetací, bez stratifikace	Laka	diverzifikované, jedinci druhu <i>Diffflugia oblonga</i> dosahují větších rozměrů (195 - 320 µm v průměru)
3 střední hodnoty obsahu fytoplanktonu	Prášilské jezero Černé jezero Čertovo jezero	různé typy

Tab 3 - Klasifikace jezer na základě jejich typu a krytenkové fauny

## Krytenky Lipna

V lipenské nádrži je složení fauny krytenek poněkud odlišné. Významným druhem je *Centropyxis orbicularis*, o němž v literatuře nebylo nalezeno mnoho záznamů ani konkrétních nálezů v jezerech. Přesto jde o druh pro Lipno charakteristický a hojný. K němu přistupují v lipenských společenstvech ve významnějších množstvích druhy *Diffugia oblonga* a *Centropyxis aculeata*, jejichž nálezy v jiných jezerech jsou podle dostupné literatury běžné (Scott a Medioli 1983, Patterson a kol. 1985, Patterson a kol. 1996, Patterson a Kumar 2000a, Dalby a kol. 2000). Jsou to druhy pro prostředí jezer a sedimentu typu gyttja typické (Medioli a Scott 1988).

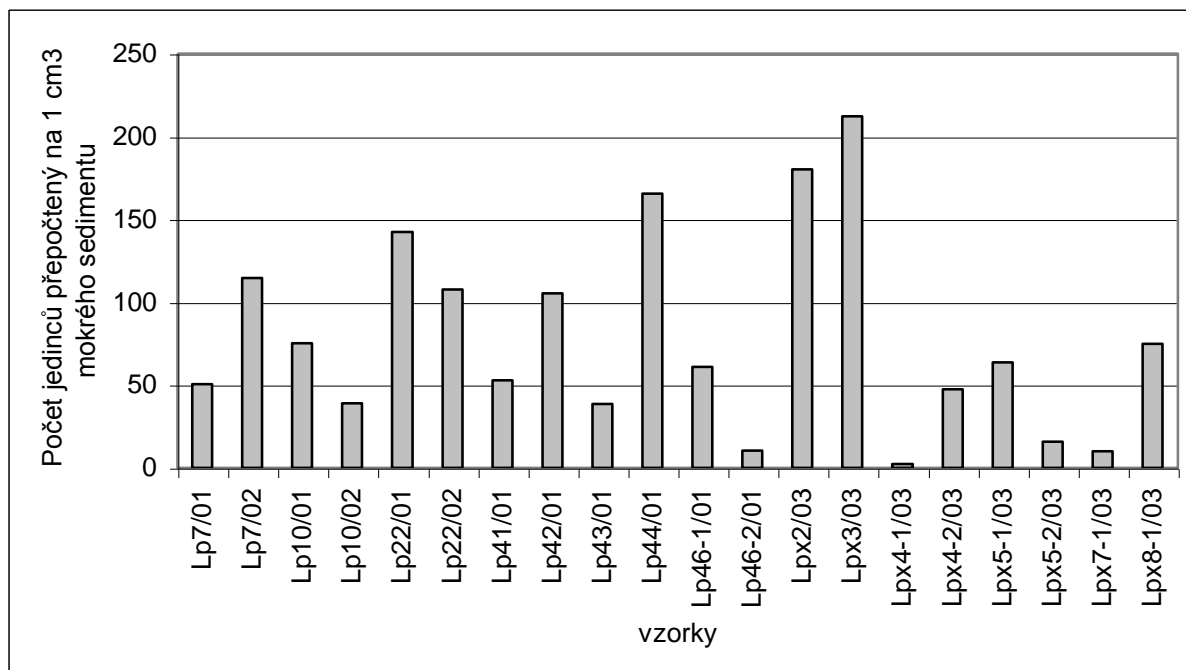
Vzhledem ke kritériu okolo 500 jedinců na 1 cm<sup>3</sup> uváděným pro zdravou faunu (Patterson a Kumar 2000a) mají společenstva z povrchových vzorků Lipna nižší početnost krytenek (maximálně 212 jedinců na 1 cm<sup>3</sup>). Jednoznačný důvod či stresový faktor snižující početnost těchto společenstev nebyl odhalen (viz Obr. 24).

Při hodnocení druhové bohatosti bylo v Lipně nalezeno celkem o něco více druhů než v jezerech, ve srovnání s udávanou literaturou jde o průměrné množství druhů, celkem 13.

Shannonův index diverzity (Patterson a Kumar 2000a) byl v lipenských povrchových vzorcích v porovnání s jezery v průměru nejvyšší. Podle uvedené literatury by tento index měl u zdravé populace přesahovat hodnotu 2,0. Jeho výše v Lipně (průměr 1,9) naznačuje, že podmínky pro krytenky zde zřejmě nejsou úplně optimální. Zdá se, že fauna je ale ve srovnání se společenstvy z jezer také s ohledem na vyšší množství živin diverzifikovanější a zdravější.

Životním prostředím bentických krytenek je především povrch substrátu a nepříliš mocná vrstva sedimentu, při srovnání s podobnými a příbuznými dírkonošci je pravděpodobně nejvíce oživeno několik málo svrchních centimetrů a směrem do hloubky jejich početnost klesá. Významnější roli v počtu nalezených jedinců a v jejich zachování ve spodnějších vrstvách sedimentu (vzorky Lp46-3/01, Lp46-4/01 v hloubce 6-23 cm, jedinci zachování ve vrtných jádrech) hrají schopnosti schránek odolávat změnám v průběhu diagenetického procesu. Ačkoliv jsou krytenky ve fosilním záznamu (zejména holocenního stáří) nalézány, schopnosti, možnosti a rozdíly při fosilizaci jejich schránek nebyly dosud podrobněji prostudovány.





Obr. 24 Početnost krytenek ve společenstvech z povrchových vzorků z Lipna

## ZÁVĚR

a) Ve 46 vzorcích pocházejících z ledovcových jezer Šumavy (Plešné jezero, Černé jezero, Čertovo jezero, Prášilské jezero, jezero Laka) odebraných v roce 2002 bylo určeno celkem 12 druhů krytenek s anorganickou schránkou, ve 13 povrchových a 16 hlubších vzorcích pocházejících z Lipna odebraných v letech 2001, 2002 a 2003 bylo nalezeno celkem 13 druhů (4 z nich nebyly v jezerech nalezeny). Nejčastější nalezené druhy v jezerech jsou *Diffflugia globulus* (přítomen ve všech nalezených společenstvech, 96 % vzorků), *Diffflugia oblonga* (přítomen v 83 % vzorků) a *Centropyxis orbicularis* (nalezen v 65 % vzorků). Počet druhů v jednom vzorku kolísá od 0 do 8, v průměru 4 druhy.

b) Pomocí klastrové analýzy byla nalezená společenstva krytenek z jezer klasifikována do tří skupin. Podle rozšíření typových společenstev lze rozlišit tři kategorie zkoumaných jezer. Klasifikace koreluje s rozlišením jezer podle obsaženého množství fytoplanktonu.

1) Plešné jezero s nízkou druhovou diverzitou krytenek a vysokou relativní početností druhu *Diffflugia globulus*. Jezero obsahuje největší množství biomasy s vysokým obsahem fytoplanktonu (70 %), je silně kyselé.

2) Jezero Laka s vysokou druhovou diverzitou a nízkou relativní početností druhu *Diffflugia globulus*. Jedinci druhu *Diffflugia oblonga* zde dosahují větších rozměrů (v průměru 345 μm x 169 μm). V jezeře je nejnižší množství biomasy fytoplanktonu, jde o mělké mesotrofní středně kyselé jezero pomalu zarůstající vegetací, které nevykazuje stratifikaci.

3) Prášilské, Čertovo a Černé jezero hostí různé typy společenstev v závislosti na typu sedimentu a hloubce. Obsah fytoplanktonu v těchto jezerech dosahuje středních hodnot.

Nalezená korelace mezi faunou krytenek a množstvím fytoplanktonu v této studii byla zaznamenána při srovnání s literaturou zřejmě poprvé.

c) Dominantním druhem přítomným ve všech společenstvech povrchových vzorků (11 vzorků) z Lipna byl druh *Centropyxis orbicularis*, hojnými byli také druhy *Centropyxis aculaeta* (v 91 % vzorků) a *Diffflugia oblonga* (v 82 % vzorků). Počet druhů v jednom vzorku byl vyšší než v jezerech - od 5 do 13 (průměrně 10 druhů, celkem nalezeno 13 druhů). S ohledem na celkový počet nalezených druhů a hodnotu Shannonova indexu variability

v Lipně v porovnání s údaji z jezer se ukazuje lipenská fauna diverzifikovanější a zdravější. S největší pravděpodobností je toto rozlišení vázáno na stupeň trofie vodních těles (eutrofní vody Lipna vs. oligotrofní až mezotrofní jezera).

d) Při podrobném několikanásobném ovzorkování některých lokalit pocházejících z Lipna i ledovcových jezer byla prokázána skutečnost, že homogenní prostředí stojatých vod hostí podobná společenstva krytenek a tedy, že proměnlivost společenstva je v homogenním prostředí v malém měřítku (do 1 m<sup>2</sup>) nízká.

e) Všechna jezera jsou do jisté míry acidifikována, tedy všechny zde nalezené druhy krytenek by měly být na nízké pH adaptovány (pH < 6).

f) Druh *Centropyxis orbicularis* se objevuje ve všech vzorcích z lipenské nádrže a v 68 % vzorků z ledovcových jezer, kde byl zaznamenán ve všech jezerech. Morfologie tohoto druhu je konzervativní a tvoří snadno oddělitelnou skupinu. Druh je vysoce tolerantní ke změnám prostředí, protože se vyskytuje ve všech typech společenstev a ukazuje se být málo ovlivněn změnami okolního prostředí, vazba parametrů populace tohoto druhu na typ sedimentu, prostředí, hloubku atp. nebyla zaznamenána.

g) Bylo provedeno srovnání nalezených taxonů s daty týkajícími se Černého a Čertova jezera uvedenými v práci Frič a Vávra (1898). Ve srovnání se starší studií byly nalezeny některé nové druhy v Čertově jezeře (*Euglypha acanthophora*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis orbicularis*, *Trigonopyxis arcula*, *Pontigulasia compressa*) podobně jako v Černém jezeře (*Centropyxis orbicularis*, *Diffflugia viscidula*, *Nebela dentistoma*, *Pontigulasia compressa*). Některé dříve zaznamenané druhy nebyly v současnosti nalezeny vůbec (v Černém jezeře *Centropyxis aculeata*, *Corythion dubium*, *Cyphoderia ampula*, *Diffflugia urceolata*, *Euglypha ciliata*, *Nebela bohémica*, *Nebela collaris* a v obou jezerech krytenky s organickou schránkou, které použitá metodika nezaznamenala - *Arcella vulgaris*). Nálezy dalších druhů (*Trigonopyxis arcula*, *Diffflugia globulus*, *Diffflugia oblonga*, *Diffflugia protaeiformis*), pokud přihlídneme k taxonomickým změnám a upřesněním, které od roku 1898 proběhly (Medioli a Scott 1983) jsou velmi obdobné.

h) Velikostní ani kvalitativní složení xenosomat se obecně neodlišuje od obývaného typu sedimentu, rozdíly v charakteru aglutinovaných zrn jsou na mezidruhové úrovni.

i) Při analýze sedimentů pocházejících z hlubších částí ručních vrtů a kopané sondy (celkem v hloubkách 5-90 cm) byla nalezena společenstva druhově i početně výrazně chudší.

Hlavním důvodem je zřejmě částečný postmortální rozpad spojený s rozdílnými schopnosti schránek odolávat změnám v průběhu diagenetického procesu.

j) Vzhledem k paleoekologickému využití této skupiny organismů patří mezi důležité diskutované parametry zejména oligotrofie, hodnota pH, množství fytoplanktonu a typ sedimentu. Zpracovávaná studie naznačila, že tyto proměnné mohou mít na složení společenstev krytenek vliv.

## TAXONOMIE

Organismy vytvářejí přirozená uskupení více či méně si podobných jedinců. Tyto skupiny jedinců je možné vymezit na základě rozdílných fenotypových znaků vůči sobě a zároveň uspořádat do přirozeného hierarchicky organizovaného systému, tj. taxonomického systému, v němž lze skupiny nižšího řádu postupně sdružovat na základě společných znaků do skupin (taxonů) řádů vyšších. Zatímco vymezení taxonů vyšších řádů je do značné míry otázkou konvence nebo explicitní dohody mezi taxonomy, většina biologů dnes předpokládá, že v rámci celého hierarchického systému existují na určitém a velice nízkém stupni hierarchického uspořádání základní taxonomické jednotky, které jsou nějakým způsobem přirozené, tj. existují v přírodě objektivně nezávisle na člověku a jeho konvencích. Takovými jednotkami jsou podle dnes převládajícího mínění právě druhy (Flegr 2005). Problematika určování druhů krytenek je podrobněji popsána v kapitole Obecná charakteristika krytenek (viz str. 8)

Vyšší taxonomické zařazení skupiny krytenek je problematické. Důvodem je možná polyfylie skupiny (polyfyletický taxon zahrnuje příslušníky dvou či více nezávislých fylogenetických linií). Ačkoliv je v systematické biologii vytváření polyfyletických taxonů zakázáno, je obtížné určit, kudy vede hranice mezi monofyletičností a polyfyletičností. V Příloze 32a, b, c je znázorněno pět klasifikací podle autorů Jírovec a kol. (1953), Loeblich a Tappan (1964), Ogden a Hedley (1980), Mediolini a Scott (1983) a taxonomie schválená mezinárodní komisí „Committee on Systematics and Evolution of the Society of Protozoologists“ (1980). Nejstarší systém (Jírovec a kol. 1953, viz Příloha 32a) se poněkud odlišuje, je zde uveden z důvodu znázornění pojetí názvu Testacea, který byl ve starších publikacích pro skupinu krytenek používán. Ve všech ostatních případech jde o tradiční pojetí systematiky v rámci podříše prvoků (Protozoa) postavené na základě typu panožek (taxony na stupni třídy nebo podtřídy) a struktury schránky (rozdělení řádů). Krytenky jsou součástí dvou z nich. Detailnější členění je založeno na podrobnějších strukturálních znacích schránky krytenek. Klasifikace si jsou vzájemně velmi podobné, podrobné členění do výše řádů je shodné, odlišnosti spočívají zejména v hierarchickém stupni vyšších taxonomických jednotek (nadtrída, třída a podtřída). Podle klasifikace schválené mezinárodní komisí (Committee on Systematics and Evolution of the Society of Protozoologists 1980) tvoří krytenky 2 třídy

nadtřídy Rhizopoda - Lobosea (prstovité panožky) a Filosea (nitkovité panožky) (třetí třída Granuloreticulosea zahrnuje rozsáhlou skupinu organismů Foraminifera charakterizovaných jemnou sítí rozvětvených panožek). Krytenky pak jsou druhy s vnější schránkou patřící do řádů Arcellinida (Lobosea) a Gromiida (Filosea).

Šestá znázorněná klasifikace (viz Příloha 32c) shrnuje výsledky výzkumů mnoha autorů (Adl a kol. 2005) na základě moderních morfologických přístupů, biochemie a molekulární fylogenetiky. Rozčleňuje eukaryota do šesti klastrů, krytenky jsou částí dvou z nich - Amoebozoa a Rhizaria. Hierarchický systém nepoužívá tradiční taxonomické úrovně. Autoři věří, že je takováto klasifikace flexibilnější než tradiční systémy omezené počtem formálních taxonů. Jednoduchá úprava systematického zařazení jednoho taxonu tak nevyvolá ve všech nižších stupních kaskádovité problémy (Adl a kol. 2005). O skupině Testacealobosia (Amoebozoa: Tubulinea: Testacealobosia), kam zahrnují skupinu Arcellinida (hlavní část skupiny krytenek), autoři poznamenávají, že co se týče molekulární fylogenetiky, jde o taxonomicky málo prostudovanou skupinu. Zařazení některých rodů do této skupiny není z tohoto úhlu pohledu jisté (Adl a kol. 2005).

Uvážíme-li, že fosilní společenstva krytenek jsou fenotypově ještě různorodější než ta žijící nebo subrecentní, protože zahrnují všechny možné variace, které se za několik let během stovky generací v sedimentu nashromáždily, (Medioli a Scott 1983, Charman 1999) a s ohledem na využití skupiny krytenek v paleoekologii, je důležité, aby byly jednotlivé druhy od sebe snadno rozeznatelné. V předkládané práci bylo z tohoto důvodu především využito pojetí „druhu přírodního společenstva“ („natural-assemblage species“), které navrhli Medioli a Scott (1983) na základě studia velkého množství literatury a výsledků vlastních pozorování. Jde o výsledky statistických studií fenotypových variací v celých přírodních společenstvech a rozčlenění těchto společenstev na několik skupin charakteristických určitým fenotypem. Za druh je považován nalezený střed variací v každé fenotypové skupině (více viz kap. Obecná charakteristika krytenek, str. 8).

V minulosti bylo množství taxonomických jmen poprvé publikováno způsobem, který je učinil nadále nedostupnými, jejich dohledání je často možné až v pozdějších pracích. Určení správného autorství takových jmen je často problematické (Medioli a Scott 1983).

Následující soupis druhů obsahuje taxony v prezentovaném výzkumu nalezené, jejich konkrétní morfologický popis a zjištěnou variabilitu (morfologická terminologie podle Medioli a Scott (1983) je vysvětlena níže za seznamem, schematické nákresy viz Obr. 25a, b). Biotop je charakterizován zejména typem sedimentu, ve kterém byly popisované druhy nalezeny. Výskytem jsou míněna vodní tělesa, kde byl daný taxon nalezen, též je uveden celkový počet studovaných jedinců. Kromě jedné uvedené výjimky (*Diffflugia protaeiformis*) nebyl pro žádný z nalezených druhů dosud v literatuře stanoven žádný typ.

#### Čeď CENTROPYXIDIDAE Jung, 1942

##### Rod *Centropyxis* STEIN, 1859

##### **Typový druh:** *Arcella aculeata* Ehrenberg, 1832

Počet druhů tohoto rodu je podle různých autorů velmi rozdílný. Bartoš (1954) uvádí 19 druhů a 9 variet z různých prostředí, Ogden a Hedley (1980) popisují 9 druhů, Charman a kol. (2000) rozlišují v rašeliništích 4 druhy, Kumar a Dalby (1998) udávají 2 druhy a 5 variet z jezerních sedimentů a Medioli a Scott (1983) skupinu jedinců rodu *Centropyxis* z jezerních sedimentů rozdělují dokonce jen na 2 druhy. Rozlišení je udáváno na základě polohy a tvaru ústí, které bývá více či méně excentrické, celkového tvaru schránky a míry jejího stlačení nebo počtu ostnů.

Jedinci rodu *Centropyxis* nalezení během popisovaného výzkumu na Šumavě byli rozlišení podle Medioli a Scott (1983) s výjimkou jednoho výrazně uniformního morfotypu, který byl vyčleněn a zařazen do druhu *C. orbicularis*.

*Centropyxis aculeata* (Ehrenberg, 1832)

Příloha 29, obr. 13-20

1832 *Arcella aculeata* sp. nov.; Ehrenberg, str. 91.

1859 *Centropyxis aculeata* Ehrenberg comb. nov.; Stein, str. 43.

1980 *Centropyxis aculeata* Ogden a Hedley, str. 46, tab. 12

1980 *Centropyxis discoides* Ogden a Hedley, str. 54, tab. 16

1980 *Centropyxis ecornis* Ogden a Hedley, str. 56, tab. 17

1980 *Centropyxis spinosa* Ogden a Hedley, str. 62, tab. 20

1983 *Centropyxis aculeata* Mediolini a Scott, str. 39, tab. 7, obr. 10-19

**Popis:** Schránka je z dorsálního pohledu kruhová nebo vejčitá a bilaterálně symetrická. Z bočního pohledu je zploštělá zužující se směrem k ústí. Břišní strana je plošně velká, oválné nebo kruhové ústí je uloženo subcentrálně a je často vmáčklé. Podél okraje schránky nebo po obvodu fundu může být vyvinuto několik ostnů. Hrubější hřbetní strana schránky je pokryta cizorodými částicemi, břišní strana zejména v okolí ústí je hladší a pokrytá organickou matrix.

**Diskuze:** Pojetí druhu odpovídá popisu publikovaném v Mediolini a Scott (1983). Jde o širokou definici, která zahrnuje následující druhy popsané v práci Ogden a Hedley (1980): *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis discoides*, *Centropyxis ecornis*, *Centropyxis spinosa*. Od druhu *Centropyxis constricta* se druh *C. aculeata* liší větším zploštěním a menším anteriorním úhlem (max. 40 °). V dorsálním pohledu má oproti *C. constricta* častěji kruhový tvar a břišní strana je rozsáhlá.

**Rozměry:** délka 90 -155 µm, anteriorní úhel je malý (30 - 40 °).

**Biotop:** sediment prachovitý jílovitý, písčitojílovitý, šterkopisek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Čertovo jezero, jezero Laka, Lipno; 152 jedinců.



*Centropyxis constricta* (Ehrenberg, 1843)

Příloha 29, obr. 21-24

1843 *Arcella constricta* sp. nov.; Ehrenberg, str. 410, tab. 4, obr. 35, tab. 5, obr. 1

1929 *Centropyxis constricta* Ehrenberg comb. nov.; Deflandre, str. 340, obr. 60-67

1983 *Centropyxis constricta* Medioli a Scott, str. 41, tab. 7, obr. 1-9

**Popis:** Schránka má z dorsálního pohledu oválný tvar, z bočního pohledu je poněkud stlačená a zužuje se směrem k ústí, břišní strana je malá. Vtlačené, obvykle velké ústí oválného nebo kruhového tvaru je situováno v přední části schránky. Schránka je pokryta cizorodými částicemi různé velikosti, břišní strana je hladší a pokrytá organickou matrix.

**Diskuze:** Druh odpovídá pojetí v Medioli a Scott (1983). Tvar schránky je oproti *Centropyxis aculeata* z bočního pohledu méně zploštělý, anteriorní úhel je větší ( $> 40^\circ$ ). Z dorsálního pohledu je schránka obvykle elipsovitá. Břišní strana je malá. Ostny nebyly pozorovány.

**Rozměry:** délka 85 - 115  $\mu\text{m}$ , anteriorní úhel je větší ( $40 - 60^\circ$ ), poměr výška : délka byl naměřen v rozmezí 0,6 - 0,75.

**Biotop:** sediment prachovitý jílovitý, písčitojílovitý, štěrkopísek.

**Výskyt:** Čertovo jezero, Plešné jezero, Prášílské jezero, Lipno; 44 jedinců.

*Centropyxis orbicularis* Deflandre, 1929

Příloha 28, obr. 1-22

1929 *Centropyxis orbicularis* sp. nov.; Deflandre, str. 356

1954 *Centropyxis orbicularis* Bartoš, str. 117, obr. 43 F, G, H, I

**Popis:** Schránka je nepravidelně polokulovitá, největší výška je v oblasti fundu. V dorsálním pohledu je kruhová. Plošně rozsáhlá aperturální strana nese ve své přední části poněkud vmáčklé ústí, jehož tvar může být oválný, často je tvaru charakteristického oblouku nebo srpku. Hřbetní strana je na celé své ploše zaoblena. Schránka je pokryta na hřbetní straně

hrubějšími xenogenními částicemi, na aperturální straně jsou xenosomata částečně překryta autogenním organickým materiálem, který povrch uhlazuje.

**Diskuze:** Druh odpovídá popisu druhu v práci Bartoš (1954). Od podobného druhu *C. aerophila* Deflandre, 1929 je možné ho odlišit většími rozměry (délka *C. aerophila* max. 85 µm podle Foissner a Korganova 2000) a podle Foissner a Korganova (2000) též biotopem (*C. aerophila* se nachází v půdě).

**Rozměry:** délka 71 µm až 167 µm, poměr výška : délka je vysoký (okolo 0,6 - 0,9), poměr výška ústí : šířka ústí naměřen 0.35 - 0.64.

**Biotop:** sediment prachovitý jílovitý, písčitojílovitý, šterkopísek, sediment s > 50 % organických látek, eutrofní vodní prostředí s vyšším pH a obsahem organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášilské jezero, Lipno; 527 jedinců.

#### Čeleď DIFFLUGIDAE Stein, 1859

Dva uvedené rody (*Diffflugia*, *Pontigulasia*) této čeledě se liší pro druh *Pontigulasia* charakteristickou ve středu proděravělou diafragmou, která odděluje tělo schránky od užšího krčku.

#### Rod *Diffflugia* Leclerc in Lamarck, 1816

Rod je charakteristický vysokou mírou vnitrodruhové variability, Bartoš (1954) udává ve svém klíči 35 druhů a 26 variet, Charman a kol. (2000) popisují z rašelinišť 9 druhů, Ogden a Hedley (1980) uvádějí 22 druhů, Kumar a Dalby (1998) v jezerních sedimentech rozlišili 8 druhů a 12 variet a Mediolli Scott (1983) 9 druhů. Rozlišení druhů a variet je prováděno na základě celkového tvaru schránky, přítomnosti kocového výčnělku či ostnů, krčku, tvaru připojení krčku k tělu schránky, tvaru a umístění ústí, popř. límečku a laloků kolem ústí ap.

Determinace studovaného materiálu byla provedena podle pojetí Mediolli a Scott (1983).

**Typový druh:** *Diffflugia protaeiformis* Lamarck, 1816

*Diffflugia protaeiformis* Lamarck, 1816

Příloha 30, obr. 1-9

1816 *Diffflugia protaeiformis* sp. nov.; Lamarck, str. 95

1964 *Diffflugia protaeiformis* Loeblich a Tappan, str. C35, obr. 13, č. 3

1980 *Diffflugia acuminata* Ogden a Hedley, str. 118, tab. 48

1980 *Diffflugia curvicaulis* Ogden a Hedley, str. 130, tab. 54

1980 *Diffflugia claviformis* Ogden a Hedley, str. 126, tab. 52

1983 *Diffflugia protaeiformis* Medioli a Scott, str. 17, tab. 1, obr. 15-20

**Lektotyp:** Loeblich a Tappan, 1964, str. C35, tab. 17, obr. 5.

**Popis:** Tvar schránky je protáhle oválný, hruškovitý nebo vejčítý, fundus většinou zakončen koncovým kónickým výčnělkem nebo rohem. Může být přítomen krček. Ústí je kruhové, obroubené lemem tvořeným menšími zrny. Schránka je pokryta xenogenními částicemi.

**Diskuze:** Morfologie druhu je velmi variabilní, odpovídá popisu druhu v práci Medioli a Scott (1983). Rozlišení od druhu *Diffflugia oblonga* je díky jemnějšímu přechodu těla schránky v případný krček a přítomností koncového výčnělku, který není u druhu *D. oblonga* přítomen. Poměr průměru ústí k největšímu příčnému průměru schránky je vyšší než u *D. oblonga*.

**Rozměry:** délka 100 - 235  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** významnější zastoupení v jezeře Laka - více organických látek, sediment prachovitý, písčitojílovitý, šterkopísek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášílské jezero, Lipno; 207 jedinců.

*Diffflugia corona* Wallich, 1864

Příloha 31, obr. 9-10

1864 *Diffflugia corona* sp. nov.; Wallich, str. 244, tab. 15, obr. 4b, 4c, 4c; tab. 16, obr. 19, 20

1980 *Diffflugia corona* Ogden a Hedley, str. 128, tab. 53

1983 *Diffflugia corona* Medioli a Scott, str. 22, tab. 1, obr. 6-14

**Popis:** Schránka má kulový nebo vejčitý tvar, na fundu bývá vyvinuto několik málo ostnů. Kruhové ústí má pravidelně vlnitý nebo zubatý okraj (cca 11 - 14 laloků) tvořený menšími částicemi slepenými organickou matrix. Schránka je pokryta xenogenními částicemi.

**Diskuze:** Druh *Diffflugia corona* je snadno odlišitelný od podobného druhu *Diffflugia tricuspis* vyšším počtem laloků lemujících ústí (nejméně 11). Oproti *Diffflugia urceolata* je snadné odlišení díky nápadným lalokům.

**Biotop:** sediment prachovitojílovitý, písčitojílovitý, eutrofní vodní prostředí s vyšším pH a obsahem organických látek.

**Výskyt:** Lipno; 15 jedinců.

*Diffflugia globulus* (Ehrenberg, 1848)

Příloha 27, obr. 1-28

1848 *Arcella globulus* sp. nov.; Ehrenberg, str. 379

1856 *Arcella globulus* Ehrenberg, str. 333, obr. 4

1909 *Diffflugia globulus* Ehrenberg comb. nov.; Cash a Hopkinson, str. 33, obr. 52-54, tab. 21, obr. 5-9

1980 *Diffflugia globulosa* Ogden a Hedley, str. 134, tab. 56

1983 *Diffflugia globulus* Medioli a Scott, str. 134, tab. 56

**Popis:** Schránka je nejčastěji kulového tvaru, pokrytá xenosomy různých velikostí, někdy též frustulami diatom nebo obrovskými xenogenními krystaly různých minerálů (Příloha 27, obr. 24). Ústí je často obroubeno jemnějšími zrny. Někteří jedinci mají ústí

uzavřeno epifragmou nebo zátkou a tvoří tak strukturu podobnou cystě (Příloha 27, obr. 19, 22, 29). V materiálu byly nalezeny zvláštní formy tvořené dvěma srostlými schránkami (Příloha 27, obr. 26 - 28), jde zřejmě o část rozmnožovacího procesu, pravděpodobně o mateřskou a dceřinnou schránku.

**Diskuze:** Koncepce druhu souhlasí s pojetím publikovaném v Medioli a Scott (1983). Druh se od druhu *Diffflugia corona* liší nepřítomností laloků kolem ústí, narozdíl od *Diffflugia urceolata* není přítomen žádný límeček.

**Rozměry:** 71 -138  $\mu\text{m}$ , šířka ústí dosahuje 34 - 53 % šířky schránky.

**Biotop:** zejména v oligotrofních jezerech, sediment prachovitojílovitý, písčitojílovitý, štěrkopísek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášilské jezero, Lipno; 3395 jedinců.

#### *Diffflugia oblonga* Ehrenberg, 1832

Příloha 30, obr. 10-20

1832 *Diffflugia oblonga* sp. nov.; Ehrenberg, str. 90.

1838 *Diffflugia oblonga* Ehrenberg, str. 131, tab. 9, obr. 2a-d.

1980 *Diffflugia avellana* Ogden a Hedley, str. 120, tab. 49

1980 *Diffflugia longicollis* Ogden a Hedley, str. 144, tab. 61

1980 *Diffflugia oblonga* Ogden a Hedley, str. 148, tab. 63

1983 *Diffflugia oblonga* Medioli a Scott, str. 25, tab. 2, obr. 1-17, 24-26

**Popis:** Schránka má tvar oválný a bočně zploštělý nebo častěji hruškovitý tvar s kulatým koncem, u hruškovitých forem je v přední části různě dlouhý dobře definovatelný krček, který se může směrem k ústí zužovat. Ústí je oválné nebo kruhové a bývá olemováno řadou menších částic. Povrch schránky je tvořen cizorodými částicemi. V několika případech byl pozorován 1-2 ostny.

**Diskuze:** Koncepce druhu je převzata z práce Medioli a Scott (1983). Od druhu *Diffflugia protaeiformis* se tento druh liší nepřítomností koncového výčnělků na fundu. Poměr

průměru ústí schránky k největšímu příčnému průměru schránky je větší, ústí je vzhledem k tělu schránky menší. Oválné formy bývají oproti *Diffflugia protaeiformis* poněkud zmačklé, u forem s krčkem je přechod mezi tělem schránky a krčkem výrazný. Narozdíl od druhu *Diffflugia viscidula* mají oválné formy druhu *Diffflugia oblonga* výraznější zúžení schránky směrem k ústí.

**Rozměry:** menší jedinci o velikosti 167 x 88 µm a větší formy 289 x 176 µm.

**Biotop:** sediment prachovitojílovitý, písčitojílovitý, šterkopísek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášilské jezero, Lipno; 666 jedinců.

#### *Diffflugia tricuspis* Carter, 1856

Příloha 31, obr. 5-7

1856 *Diffflugia tricuspis* sp. nov.; Carter, str. 221, tab. 7, obr. 80

1980 *Diffflugia gramen* Ogden a Hedley, str. 136, tab. 57

1980 *Diffflugia labiosa* Ogden a Hedley, str. 138, tab. 58

1980 *Diffflugia oviformis* Ogden a Hedley, str. 150, tab. 64

1983 *Diffflugia tricuspis* Mediolli a Scott, str. 28, tab. 4, obr. 5-19

**Popis:** Schránka kulovitá až oválně protáhlá, nikdy není utvořen krček ani límeček. Ústí obvykle hluboce rozčleněno do tří až šesti laloků. Schránka je pokryta cizorodými částicemi stejnorodé jemnější velikosti.

**Diskuze:** Morfologická variabilita druhu odpovídá popisu z práce Mediolli a Scott (1983). Od druhu *Diffflugia corona* se tento druh liší nižším počtem laloků, které jsou vyvinuty kolem ústí (max. 6) (viz Obr. 25b). Narozdíl od druhu *Diffflugia urceolata* není u tohoto druhu nikdy vyvinut límeček.

**Biotop:** sediment prachovitojílovitý, písčitojílovitý, šterkopísek, eutrofní vodní prostředí s vyšším pH a obsahem organických látek.

**Výskyt:** Lipno; 51 jedinců.

*Diffflugia urceolata* Carter, 1864

Příloha 31, obr. 8

1864 *Diffflugia urceolata* sp. nov.; Carter, str. 27, tab. 1, obr. 7

1980 *Diffflugia urceolata* Ogden a Hedley, str. 158, tab. 68

1983 *Diffflugia urceolata* Mediolini a Scott, str. 31, tab. 3, obr. 1-23, tab. 4, obr. 1-4

**Popis:** Schránka má kruhový, častěji vejčitý tvar, na fundu může být vyvinuto několik ostnů. Charakteristickým znakem je límeček obklopující kruhové ústí. Límeček je tvořen krátkým krčkem, který je na konci zakřiven směrem ven nebo ohrnut. Schránka je pokryta cizorodými částicemi různé velikosti. V materiálu nebyly nalezeny formy s ostnem.

**Diskuze:** Popis druhu se shoduje s koncepcí autorů Mediolini a Scott (1983). U tohoto druhu je rozdíl od ostatních druhů vždy vyvinut nápadný límeček.

**Biotop:** sediment prachovitý, písčitojílovitý, šterkopisek, eutrofní vodní prostředí s vyšším pH a obsahem organických látek.

**Výskyt:** Lipno; 15 jedinců.

*Diffflugia viscidula* Penard, 1902

Příloha 30, obr. 21-22

1902 *Diffflugia viscidula* sp. nov.; Penard, str. 259-261

1980 *Diffflugia viscidula* Ogden a Hedley, str. 160, tab. 69

1998 *Diffflugia oblonga* "glans" Kumar a Dalby, klíč 24, obr. 24-1

**Popis:** Tvar schránky je vejčitý a její celková morfologie je relativně málo proměnlivá. Ústí je okrouhlé a ohraničené menšími zrny. Schránka je pokryta xenogenními částicemi, místy též schránkami diatom.

**Diskuze:** Druh odpovídá pojetí autorů Ogden a Hedley (1980). Morfologie druhu se od *Diffflugia oblonga* liší nepřítomností krčku, od oválných forem pak tvarem schránky, který není směrem k ústí protažen a je na celém povrchu schránky plynule zakřiven.

**Rozměry:** délka 200 - 220  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** sediment prachovitý jílovitý, písčitojílovitý, štěrkopísek, sediment s  $> 50\%$  organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášílské jezero, Lipno; 125 jedinců.

Rod *Pontigulasia* Rhumbler, 1895

**Typový druh:** *Pontigulasia compressa* (Carter, 1864)

Rod *Pontigulasia* se od rodu *Diffflugia* odlišuje přítomností centrálně proděravělé (jedním či dvěma otvory) diafragmy, která se na povrchu schránky na bázi krčku projevuje více či méně viditelným zaškrćením. Nejvíce druhů rozlišuje Bartoš (1954) - 6, Ogden a Hedley (1980) popisují 2 a Medioli a Scott (1983) pouze 1.

Ve zkoumaném materiálu byl nalezen jeden nepříliš různorodý morfotyp determinovaný podle Medioli a Scott (1983) jako druh *P. compressa*.

*Pontigulasia compressa* (Carter, 1864)

Příloha 29, obr. 25-27

Příloha 30, obr. 23-24

1864 *Diffflugia compressa* sp. nov.; Carter, str. 22, tab. 1, obr. 5, 6

1895 *Pontigulasia compressa* Carter comb. nov.; Rhumbler, str. 105, tab. 4, obr. 13a, b

1980 *Pontigulasia compressa* Ogden a Hedley, str. 162, tab. 70

1983 *Pontigulasia compressa* Medioli a Scott, str. 35-36, tab. 6, obr. 5-14

**Popis:** Morfologie schránky je do značné míry stálá, tvar je oválný až hruškovitý a bočně zploštělý. Krátký krček se směrem k ústí zužuje a jeho připojení k tělu schránky tvoří při bočním pohledu charakteristický tvar písmena V. Ústí je oválné nebo kruhové. Hrubý povrch schránky je tvořen xenogenními částicemi, krček bývá pokryt jemnějšími částicemi.



**Diskuze:** Koncepce druhu souhlasí s popisem autorů Medioli a Scott (1983). Narozdíl od ostatních druhů, které mají vyvinutý krček (*Diffflugia oblonga*, *Diffflugia protaeiformis*) je připojení krčku k tělu schránky u tohoto druhu vtačené a tvoří na povrchu typický tvar písmena V.

**Rozměry:** délka 220 - 235  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** sediment prachovitýjilovitý, písčitojilovitý, štěrkopísek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Čertovo jezero, Černé jezero, jezero Laka, Lipno; 332 jedinců.

#### Čeleď HYALOSPHEINIIDAE Schulze, 1877

#### Rod *Lesquereusia* Schlumberger, 1845

#### **Typový druh:** *Lesquereusia jurassica* Schlumberger, 1845

Druh je charakterizován lahvovitým tvarem schránky s krčkem asymetricky postaveným k tělu schránky. Mezi těmito dvěma částmi se nachází diafragma s jedním otvorem v periferní pozici. Bartoš (1954) rod rozděluje na 4 druhy, Ogden a Hedley (1980) na 3. Mezdruhové rozdíly spočívají zejména v postavení krčku a původu složení schránky.

V materiálu byl nalezen pouze 1 druh.

#### *Lesquereusia modesta* Rhumbler, 1895

1895 *Lesquereusia modesta* sp. nov.; Rhumbler, str. 97

1902 *Lecquereusia modesta* Penard, str. 329-330

1840 *Diffflugia spiralis* Ehrenberg, str. 199

1954 *Lesquereusia modesta* Bartoš, str. 71, obr. 15 D, G

1980 *Lesquereusia modesta* Ogden a Hedley, str. 84, tab. 31

1985 *Lesquereusia spiralis* Patterson a kol., str. 135, tab. 2, obr. 9, 10

**Popis:** Schránka je kruhová, bočně poněkud zploštělá. Krátký asymetrický krček plyně přechází do zadní části schránky. Schránka je pokryta směsí cizorodých částic a červovitých útvarů zřejmě autigenního původu. Ústí je koncové, kruhové nebo oválné, ohraničené menšími částicemi. V materiálu převažovaly formy pokryté převážně xenozómy.

**Diskuze:** Pojetí druhu odpovídá popisu autorů Ogden a Hedley (1980). Je pro něj charakteristický krček, který je oproti ostatním druhům s přítomným krčkem (*Diffflugia oblonga*, *Diffflugia protaeiformis*) posazen asymetricky. Narozdíl od druhu *Lesquereusia spiralis* je schránka pokryta především xenogenním materiálem, autigenní červovité útvary charakteristické pro *Lesquereusia spiralis* jsou řídké.

**Biotop:** prachovitojílovitý, písčitojílovitý sediment, eutrofní vodní prostředí s vyšším pH a obsahem organických látek.

**Výskyt:** Lipno; 52 jedinců.

#### Rod *Nebela* Leidy, 1875

##### **Typový druh:** *Diffflugia (Nebela) numata* Leidy, 1875

Rod zahrnuje širokou škálu morfotypů lišících se tvarem schránky, uspořádáním a tvarem křemitých destiček tvořících schránku, popř. přítomností či absencí laterálních otvorů. Velké množství druhů popisují Charman a kol. (2000) v rašeliništích, celkem 13, Bartoš (1954) popisuje v klíči 19 druhů, Ogden a Hedley (1980) pak 14 druhů.

V nalezených společenstvech bylo nalezeno několik málo jedinců homogenního morfotypu, který byl zařazen pod druh *Nebela dentistoma*.

*Nebela dentistoma* Penard, 1890

Příloha 31, obr. 3-4

1890 *Nebela dentistoma* sp. nov.; Penard, str. 148-151

1980 *Nebela dentistoma*, Ogden a Hedley, str. 95, tab. 37

**Popis:** Schránka je protáhle vejčitá, bočně zploštělá, směrem k ústí se zužuje. Ústí je eliptické. Povrch je pokryt destičkami různého tvaru - kruhové, oválné, protáhlé, mnohoúhelníkové. Kolem ústí jsou oválné destičky pravidelně uskupeny. Destičky se navzájem téměř nepřekrývají, prostor mezi nimi je vyplněn porózní organickou matrix.

**Diskuze:** Druh odpovídá popisu a vyobrazení v publikaci Ogden a Hedley (1980). Rozlišení od druhu *Nebela vitraea* spočívá ve vzájemné poloze destiček na povrchu schránky, které se nepřekrývají a odkrývají tak porózní cementační vrstvu, která je propojuje.

**Rozměry:** délka 85 - 90  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** prachovitojílovitý, písčitojílovitý sediment.

**Výskyt:** Prášilské jezero, Černé jezero, jezero Laka; 6 jedinců.

Čeleď TRIGONOPYXIDAE Loeblich a Tappan, 1964

Rod *Trigonopyxis* Penard, 1912

**Typový druh:** *Trigonopyxis arcula* (Leidy, 1879)

Rod se svou symetrickou morfologií odlišuje od podobného morfotypu rodu *Centropyxis*. Bývají popisovány 1-2 druhy lišící se zejména tvarem a velikostí ústí.

*Trigonopyxis arcula* (Leidy, 1879)

Příloha 29, obr. 1-12

1879 *Diffflugia arcula* sp. nov.; Leidy, str. 116-117, tab. 15, obr. 34-37; tab. 16, obr. 30-31

1912 *Trigonopyxis arcula* Leidy comb. nov.; Penard, str. 9-13, tab. 1, obr. 6

1918 *Trigonopyxis arcula* Ogden a Hedley, str. 66, tab. 22

**Popis:** Z dorsálního pohledu má schránka kruhový tvar, z bočního pohledu je polokulovitá a symetrická. Aperturální strana je poněkud vmáčknutá a zahlazena organickou matrix. Hrubší hřbetní strana je tvořena cizorodými částicemi. Ústí je centrální, trojúhelníkové, čtyřúhelníkové nebo nepravidelné až kruhové (viz Obr. 25b), často ohraničeno malým límečkem.

**Diskuze:** Pojetí druhu odpovídá popisu z práce Ogden a Hedley (1980). Symetrická schránka a centrální poloha ústí odlišuje druh od druhů rodu *Centropyxis*.

**Rozměry:** největší rozměr 85 až 155  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** sediment prachovitý, písčitojílovitý, šterkopísek, sediment s > 50 % organických látek.

**Výskyt:** Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Plešné jezero, Prášilské jezero, Lipno; 133 jedinců.

Čeleď EUGLYPHIDAE Wallich, 1864

Rod *Euglypha* Dujardin, 1840

**Typový druh:** *Euglypha tuberculata* Dujardin, 1841

Tento druhově početný rod se rozlišuje na jednotlivé druhy podle přítomnosti či absence ostnů, tvaru příčného průřezu, tvaru ústí ap. Charman (1954) určuje v rašeliništích pět druhů, Bartoš (1954) devět a Ogden a Hedley (1980) osm druhů.

Ve zkoumaných společenstvech bylo nalezeno několik málo jedinců druhu *E. acanthophora*.

*Euglypha acanthophora* Ehrenberg, 1843

Příloha 31, obr. 1-2

1843 *Euglypha acanthophora* sp. nov.; Ehrenberg, str. 323-327

1980 *Euglypha acanthophora* Ogden a Hedley, str. 176, tab. 77

**Popis:** Schránka je protáhle vejčitá, zužuje se směrem k ústí, na průřezu je kruhová. Schránka je pokrytá ze široce eliptických destiček, které se překrývají. Ústí je kruhové a ohraničené řadou příústních destiček téměř kruhového tvaru s ozubeným předním okrajem.

**Diskuze:** Pojetí druhu plně odpovídá popisu v Ogden a Hedley (1980). Od podobného druhu *Euglypha tuberculata* se liší menšími rozměry pokrývajících destiček. Od ostatních druhů rodu *Euglypha* se liší protáhle vejčítým tvarem schránky, který se směrem k ústí nezužuje.

**Rozměry:** délka 125 - 130  $\mu\text{m}$ .

**Biotop:** písčitojílovitý sediment.

**Výskyt:** Čertovo jezero; 2 jedinci.

## Vysvětlení použitých morfologických termínů (viz Příloha 32a, b, c)

### **Rod *Centropyxis*, *Trigonopyxis*** („kloboukovitý“ tvar schránky)

Anteriorní úhel - úhel mezi tangentou hřbetní strany a aperturální stranou

Aperturální strana- část schránky nesoucí ústí, bývá při pohybu v kontaktu se substrátem

Břišní strana - část schránky, která navazuje na aperturální část, obvykle se nedotýká substrátu celou svou plochou

Délka - vzdálenost mezi anteriorní a posteriorní částí schránky

Fundus - koncová zaoblená část schránky nejdále od ústí

Hřbetní strana - opačná část ke straně břišní

Ostny - výčnělky umístěné většinou posterolaterálně

Šířka - nejširší vzdálenost levého a pravého okraje kolmá na délku

Ústí - otvor ve schránce sloužící k vystrkování panožek

Výška - největší vzdálenost kolmá na délku

### **Rod *Diffugia*, *Pontigulasia*, *Lesquereusia*** („vakovitý“ tvar schránky)

Fundus - koncová zaoblená část schránky nejdále od ústí

Krček - zúžená část schránky, na jejímž konci se nachází ústí

Koncový výčnělek - hrot vybíhající z centrální oblasti fundu, bývá jeden

Ostny - výběžky schránky umístěné většinou v okolí fundu, bývá jich častěji více

Ústí - otvor ve schránce sloužící k vystrkování panožek

## POUŽITÉ ZDROJE

- ADL, S. M., SIMPSON, A. G. B., FARMER, M. A. a kol., 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52 (5), 399–451.
- ALBRECHT, J. a kol., 2003. Českobudějovicko, 1–808. In MACKOVČIN, P. & SEDLÁČEK, M. (ed.). *Chráněná území ČR*, svazek VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a Ekocentrum Brno, Praha.
- ARNOLD, Z. M., 1966. Observation on the sexual generation of *Gromia oviformis* Dujardin. *Journal of Protozoology* 13(1), 23–27.
- ASIOLI, A., MEDIOLI, F. S. & PATTERSON, T., 1996. Thecamoebians as a tool for reconstruction of paleoenvironments in some Italian lakes in the foothills of the southern Alps (Orta, Varese and Candia). *Journal of Foraminiferal Research* 26(3), 248–263.
- BABŮREK, J., 2001. Šumava. In POŠMOURNÝ, K. (ed.) *Geologie národních parků České republiky*, Český geologický ústav, Praha.
- BABŮREK, J., 2004. Polymetamorfni vývoj geologické stavby jednotky Královského hvozdu, 9–15. In DVORÁK, L. & ŠUSTR, P. (ed.). *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 2*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- BABŮREK, J., ADAMOVIČ, M., BUFKOVÁ, I. a kol., 2007. *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000 32–111 Březník*. Závěrečná zpráva, MS Česká geologická služba, Praha, 1–57
- BABŮREK, J., PERTOLDOVÁ, J., VERNER, K. & JIŘIČKA J., 2006. *Průvodce geologii Šumavy*, Správa NP a CHKO Šumava a ČGS, Vimperk, 1–118.
- BALÍK, V., 1992. Krytenky (Rhizopoda, Testacea) ze Státní přírodní rezervace Trojmezna hora na Šumavě (ČSFR). *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. Přírodní vědy* 32, 69–78.
- BALÍK, V., 1990. K poznání půdních krytenek (Rhizopoda: Testacea) jižních Čech, *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. Přírodní vědy* 30, 1–12.
- BALÍK, V., 1994a. On the soil Testate Amoebae Fauna (Protozoa, Rhizopoda) of the Spitsbergen Islands (Svalbard). *Archiv für Protistenkunde* 144, 365–372.
- BALÍK, V., 1994b. Fauna krytenek (Protozoa, Rhizopoda, Testacea) Státní přírodní rezervace Žofínský prales (Novohradské hory) v jižních Čechách (Česká republika). *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. Přírodní vědy* 34, 54–67.
- BALÍK, V., 1996a. Testate amoebae community (Protozoa, Rhizopoda) in a meadow–spruce forest mesoecotone. *Biologia* 51(2), 117–124.
- BALÍK, V., 1996b. Soil and moss Testate Amoebae (Protozoa, Rhizopoda) from forest stands in the biospheric reserve Křivoklátsko (Czech Republic). *Časopis Národního muzea, řada přírodovědná* 165(1–4), 23–34.
- BALÍK, V., 1998. Soil testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) from the Antarctic, 3–8. In PIŽL, V. & TAJOVSKÝ, K. (ed.). *Soil Zoological Problems in Central Europe*, České Budějovice.
- BALÍK, V., 1999. Testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) succession on abandoned fields, 7–11. In TAJOVSKÝ, K. & PIŽL, V. (ed.). *Soil Zoology in Central Europe, Proceedings of the 5th Central European Workshop on Soil Zoology*, České Budějovice, 52.

- BALÍK, V. & BUBÍK, M., 2004. Testate amoebae and foraminifera (Protozoa) from the salt-meadow habitats in southern Moravia (Czech Republic), 57–67. In BUBÍK, M., KAMINSKI, M. A. (ed.), 2004. Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. *Grzybowski Foundation Special Publication 8*.
- BALÍK, V. & SONG, B., 2000. Benthic Freshwater Testate Amoebae Assemblages (Protozoa: Rhizopoda) from Lake Dongting, People's Republic of China, with Description of a New Species from the Genus *Collaripyxidia*. *Acta Protozoologica 39*, 149–156.
- BARTOŠ, E., 1946. Rozbor drobnohledné zvířeny českých mečů. *Věstník Československé zoologické společnosti 10*, 55–80.
- BARTOŠ, E., 1949. Mikroskopická zvířena šumavských mečů. Mechy okolí Plešného jezera. *Věstník Československé zoologické společnosti 13*, 10–29.
- BARTOŠ, E., 1951. Kořenonožci, vířníci a želvušky mečů šumavských předhoří. *Časopis Národního musea 11*, 50–64.
- BARTOŠ, E., 1954. *Kořenonožce radu Testacea*. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 1–185.
- BARTOŠ, E., 1966. *Zoologie prvoků a bezstrunných*. SPN Praha, 1–280.
- BITUŠÍK, P. & SVITOK, M., 2006. Chironomid assemblages (Diptera, Chironomidae) of the lakes in the Bohemian Forest (Central Europe). *Bilogia 61(20)*, 467–476.
- BITTL, T., VRBA, J., NEDOMA, J. & KOPÁČEK, J., 2001. Impact of aluminium on extracellular phosphatases in acidified lakes. *Environmental Microbiology 3*, 578–587.
- BOBROV, A. A., CHARMAN, D. J. & WARNER, B. G., 1999. Ecology of Testate Amoebae (Protozoa: Rhizopoda) of Peatlands in Western Russia with Special Attention to Niche Separation in Closely Related Taxa. *Protist 150*, 125–136.
- BOBROV, A. A. & MAZEI, Y., 2004. Morphological Variability of Testate Amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea: Testaceafilosea) in Natural Populations. *Acta Protozoologica, 43*, 133–146.
- BOHÁČ, J., ŠRUBAŘ, V., MATĚJKA, K. & ŠTASTNÝ, J., 2006. The impact of tourism and landscape management in the Šumava National Park and the Šumava Landscape Protected Area on the epigeic beetle communities. *Ekológia (Bratislava) 25 (Supplement 3/2006)*, 41–52.
- BONNET, L., 1964. Le peuplement thecamoebien des sols. *Rev. Ecol. Biol. Sol. I*, 123–408.
- BONNET, L., 1981a. Some aspects of the thecamoebian fauna of the soils of New Guinea Papua: Thecamoebians of some soils from the Philippines. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse 116*, 266–276.
- BONNET, L., 1981b. Faunistics and bio geography of the thecamoebians 6: Thecamoebians of some soils from the Philippines. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 116*, 277–282.
- BOOTH, R. K., 2001. Ecology of Testate Amoebae (Protozoa) in two lake Superior coastal wetlands: implications for paleoecology and environmental monitoring. *Wetlands 21*, 564–576.
- BOOTH, R. K., 2002. Testate amoebae as paleoindicators of surface-moisture changes on Michigan peatlands: modern ecology and hydrological calibration. *Journal of Paleolimnology 28*, 329–348



- BRADLEY, W. H., 1931. Origin and microfossils of the oil shale of the Green River Formation of Colorado and Utah. *U. S. Geological Survey, Professional Paper 168 (I–VI)*, 1–58.
- BRANDL Z., 1973. Horizontal distribution of some chemical and physical characteristics in Lipno Reservoir. *Hydrobiological Studies* 3, 53–90.
- BRESTENSKÁ, E., 1977. Thekamöben (Protozoa) des Neogens vom Kessel Turiec. *Západné Karpaty, Sér. paleontológia* 2–3, 119–124.
- BUBÍK, M., 1995. Krytenky (Testacea: Rhizopoda) z recentních sedimentů brněnské přehrady (24–32 Brno). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1994, 1995*, 16–18.
- BUBÍK, M., 1997. Agglutinated foraminifera and thecamoebians from the ? Albian–Cenomanian estuarine sediments on the North Tethyan margin (Blansko graben, Czech republic). *Proceedings of the Fifth International Workshop on Agglutinated Foraminifera (Plymouth, U.K., September 6–16, 1997)*.
- BUBÍK, M., 2001. Fossil record of agglutinated foraminifers and testaceans on the territory of the Czech Republic, 5–8. In BUBÍK, M. (ed.). *Field trip guide of the 6th IWAF, Prague, September 1–7, 2001, Czech geological Survey, Praha*.
- BUBÍK, M., BALÍK, V. & KOPECKÝ, J., 2001a. Nesyt, 63–64. In BUBÍK, M. (ed.). *Field trip guide of the 6th IWAF, Prague, September 1–7, 2001, Czech geological Survey, Praha*.
- BUBÍK, M., ČECH, S. & HRADECKÁ, L., 2001b. Pecínov, 47–51. In BUBÍK, M. (ed.). *Field trip guide of the 6th IWAF, Prague, September 1–7, 2001, Czech geological Survey, Praha*.
- BUBÍK, M., KVAČEK, J., SVITÁK, C. & SVOBODOVÁ, M., 2001c. Hloubětín – "Bažantnice" quarry, 42–47. In BUBÍK, M. (ed.). *Field trip guide of the 6th IWAF, Prague, September 1–7, 2001, Czech geological Survey*.
- BURBIDGE, S. M. & SCHRÖDER–ADAMS, C. J., 1998. Thecamoebians in Lake Winnipeg: a tool for Holocene paleolimnology. *Journal of Paleolimnology* 19, 309–328.
- CARTER, H. J., 1856. Notes on the freshwater Infusoria of the island of Bombay. *Annals and Magazine of Natural History, ser. 2, 18 (105)*, 221–249, tab. 5–7.
- CARTER, H. J., 1864. On freshwater Rhizopoda of England and India. *Annals and Magazine of Natural History, ser. 3, 13*, 18–39.
- CASH, J. & HOPKINSON, J., 1909. *The British freshwater Rhizopoda and Heliozoa II, Rhizopoda, Part II*. Ray Society (London) 89, str. i–xviii, 1–166, tab. 17–32.
- CENIA - Česká informační agentura životního prostředí: Mapový server [online]. [cit. 2008-04-20]. URL: <<http://geoprtal.cenia.cz>>
- COLLINS, E. S., MCCARTHY, F. M. G., MEDIOLI, F. S., SCOTT, D. B. & HÖNIG, C. A., 1990. Biogeographic distribution of modern thecamoebians in a transect along the eastern north American coast, 783–792. In: HEMBLEDEN, C., KAMINSKI, M. , KUHN, W. & SCOTT, D. B. (ed.) *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*, Kluwer Academic Publishers, Netherland.
- CUSHMAN, J. A., 1930. The Foraminifera of the Chocotawhatchee Formation of Florida. *Florida State Geological Survey Bulletin* 4, 1–63, tab. 1–12.
- ČGS - Česká geologická služba: Mapový server [online]. [cit. 2008-04-20]. URL: <<http://www.geology.cz/extranet/geodata/mapserver>>

- DALBY, A. P., KUMAR, A., MOORE, J. M. & PATTERSON, R. T., 2000. Preliminary survey of arcellaceans (Thecamoebians) as limnological indicators in tropical lake Sentani, Irian Jaya, Indonesia. *Journal of Foraminiferal Research* 30 (2), 135–142.
- DALLIMORE, A., SCHRÖDER-ADAMS, C. J. & DALLIMORE, S., 2000. Holocene environmental history of thermokarst lakes on Richards island, Northwest Territories, Canada: Thecamoebians as paleolimnological indicators. *Journal of paleolimnology* 23, 261–283.
- DECLOÏTRE, L., 1955. Speleologia Africana. Thécamoebiens de la grotte des Singes à Ségéa (Guinée). *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire* 17, sér. A, 989–1019.
- DECLOÏTRE, L., 1956. Les thecamoebiens de l'Ege (Groenland). Expéditions Polaires Françaises Missions Paul-Émile Victor VIII. *Actualités Scientifiques et Industrielles* 1242, 1–100.
- DEFLANDRE, G., 1928. Le genre Arcella Ehrenberg. Morphologie-Biologie. Essai phylogénétique et systématique. *Archiv für Protistenkunde* 64, 152–287.
- DEFLANDRE, G., 1929. Le genre Centropyxis Stein. *Archiv für Protistenkunde* 67, 322–375.
- DEFLANDRE, G., 1936. Etude monographique sur le genre Nebela Leidy (Rhizopoda-Testacea). *Annales de Protistologie* 5, 201–322, tab. 10–27.
- DEFLANDRE, G., 1953. Ordres des Testaceolobosa (de Saedeleer, 1934), Testaceafilosa (de Saedeleer, 1934), Thalamia (Haeckel, 1862) ou Thécamoebiens (Auct.) (Rhizopoda Testacea), 97–148, tab. 1. In GRASSÉ, P. (ed.), *Traité de Zoologie, I(II)*, Masson and Co., Paris.
- DUJARDIN, F., 1840. Mémoires sur une classification des infusoires en rapport avec leur organisation. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* 11(7), 281–286.
- DUJARDIN, F., 1841. Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires, comprenant la physiologie et la classification de ces animaux, et la manière de les étudier à l'aide du microscope. *De Roret, collection "Nouvelle suites à Buffon, formant, avec les oeuvres de cet auteur, un cours complet d'Histoire naturelle."* Paris. I–XII a 1–684, tab. 1–14, 1–16, 17–22.
- EHRENBERG, G. C., 1832. Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthierchen, nebst fernerer Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. *Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Abhandlungen, 1831, Physikalische Abhandlungen*, 1–154.
- EHRENBERG, G. C., 1838. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. *Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur* 2, i–xviii, 1–547, tab. 1–64., L. Voss, Leipzig.
- EHRENBERG, G. C., 1840. Das grössere Infusorienwerk. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 5, 197–219.
- EHRENBERG, G. C., 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1841, Physikalische Abhandlungen*, 291–446.
- EHRENBERG, G. C., 1848. Fortgesetzte Beobachtungen über jetzt herrschende atmosphärische mikroskopische Verhältnisse. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 13, 370–381.

- EHRENBERG, G. C., 1856. Über das mikroskopische Leben des centralen Landflächen Mittel-Afrika's. *Monatsberichte der Königlichen Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 323–338, tab. 1.
- ELLISON, R. L., 1995. Paleolimnological analysis of Ullswater using testate amebas. *Journal of Paleolimnology* 13, 51–63.
- ELLISON, R. L. & OGDEN, C. G., 1987. A Guide to the Study and Identification of Fossil Testate Amoebae in Quaternary Lake Sediments. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 72, 639–652.
- FLEGR, J., 2005. *Evoluční biologie*, Academia. Praha, 1–559.
- FOISSNER, W., 1987. Soil protozoa: fundamental problems ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators and guide to the literature. *Progr. Protistol.* 2, 69–212.
- FOISSNER, W., 1994. High Numbers of Testate Amoebae (Protozoa) in the Benthon of Clean, Acidified Mountain Streams. *Limnologica* 24(4), 323–331.
- FOISSNER, W. & KORGANOVA, G., 1995. Redescription of Three Testate Amoebae (Protozoa, Rhizopoda) from a Caucasian Soil: *Centropyxis plagiostoma* Bonnet & Thomas, *Cyclopyxis kahli* (Deflandre) and *Cyclopyxis intermedia* Kufferath, *Archiv für Protistenkunde* 146, 13–28.
- FOTT, J., KOHOUT, L. & PRAŽÁKOVÁ, M., 2001. Zooplankton šumavských jezer: 130 let změn a perspektivy dalšího vývoje, 58–59. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- FRENGUELLI, G., 1933. Tecamebiani e Diatomee nel Miocene del Neuquen (Patagonia Settentrionale). *Bollettino della Società Geologica Italiana* 52, 33–43, tab. 5.
- FRÍČ, A. & VÁVRA, V., 1898. Výzkumy zvířeny ve vodách českých, III, Výzkum dvou jezer šumavských Černého a Čertova jezera. *Archiv pro přírodovědné prozkoumání Čech* 10 (3), 1–68.
- GEHRELS, W. R., HENDON, D. & CHARMAN, D. J., 2006. Distribution of testate amoebae in salt marshes along the North American East Coast. *Journal of Foraminiferal Research* 36 (3), 201–214.
- GOLEMANSKY, V., 1970. A list of testacea (Protozoa, Rhizopoda) from the Duszatynskie Lakes in Poland. *Fragment faunistica* 16, 21–25.
- GOLEMANSKY, V., 1973. Mote sur la faune thécamoébinne (Rhizopoda, Testacea) du Lac Morskie Oko en Tatras Polonaises. *Izvestija na zoologičeskija Institut Sofja* 38, 21–24.
- GOLEMANSKY, V., 1976. Contribution à l'étude des Rhizopodes et des Héliozoaires du psammal supralittoral de la Méditerranée. *Acta Protozoologica* 15(1), 35–45.
- GRAAF, F. de, 1956. Studies on Rotatoria and Rhizopoda from the Netherlands. I. Rotatoria and Rhizopoda from the "Grote Huisven". *Biologisch Jaarboek Dodonaea (Gent)* 23, 147–217.
- GROSPIETSCH, T., 1953b. Rhizopodenanalytische Untersuchungen an Mooren Ostholsteins. *Archiv für Hydrobiologie* 47(3), 321–452.
- GROSPIETSCH, T., 1958: Beiträge zur rhizopodenfauna Deutschlands. I. Die thekamobär der Rhön. *Hydrobiologia* 10, 305–322.
- GROSPIETSCH, T., 1975. Beitrag zur Kenntnis der Testaceen-Fauna des Lago Valencia (Venezuela), 2778–2784. In SLÁDEČEK, V. (ed.), Congress in Canada 1974: XI. Ecology of Aquatic Organisms. 3. Animals. *Verh. internat Vereins theor. angew Limnol.* 19(4).

- GROSPIETSCH, T., 1982, The thermal lake of Héviz (Hungary) and its fauna of Rhizopod Testacea (Der Thermalsee von Héviz (West Ungarn) und seine Testaceen–Fauna). *Archiv für Hydrobiologie* 95(1–4), 93–105.
- HAMAN, D., 1982. Modern Thecamoebinids (Arcellinida) from the Belize Delta, Louisiana Transactions. *Gulf Coast Association of Geological Societies* 32, 353–376.
- HAYWARD, B. W., GRENFELL, H., CAIRNS, G. & SMITH, A., 1996. Environmental controls on benthic foraminiferal and thecamoebian associations in New Zealand tidal inlet. *Journal of Foraminiferal Research* 26(2), 150–171.
- HEAL, O. W., 1961. The distribution of testate amoebae (Rhizopoda, testacea) in some fens and bogs in northern England. *J. Linn. Soc. (Zool.)* 44, 369–382.
- HEAL, O. W., 1962. The abundance and micro–distribution of testate amoebae (Rhizopoda: Testacea). *Sphagnum. Oikos* 13, 35–47.
- HEJZLAR, J., 1998. *Jakost vody v nádrži Lipno v letech 1991–1997 a prognóza jejího dalšího vývoje*. Hydrobiologický ústav AV ČR, České Budějovice, 31.
- HEJZLAR, J., ŽALOUDÍK, J., HLADÍK M. & ZNACHOR, P., 2000. *Zhodnocení jakosti vody v nádrži Lipno a bilance živin v období 1998–1999*. Hydrobiologický ústav AV ČR, České Budějovice, 33.
- HEJZLAR, J., ŽALOUDÍK, J. & ROHLÍK V., 2001a. Koncentrace živin (N, P) v tocích v povodí nádrže Lipno a jejich závislost na struktuře krajinného krytu, 82–86. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- HEJZLAR, J., HLADÍK, M., RŮŽIČKA, M. & ROHLÍK, V., 2001b. Scénářová studie pro snížení eutrofizace nádrže Lipno, 87–90. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- HEJZLAR, J., KOPÁČEK, J., VRBA, J. a kol., 1998. Limnological study of Plešné Lake in 1994–1995. *Silva Gabreta* 2, 155–174.
- HENDON, D., CHARMAN, D. J., & KENT, M., 2001. Palaeohydrological records derived from testate amoebae analysis from peatlands in northern England: within–site variability, between–site comparability and palaeoclimatic implications. *The Holocene* 11(2), 127–148.
- HOLCOVÁ, K., & LORENCOVÁ, M., 2001. Thecamoebians from the Šumava Mts. (Czech Republic), 23–24. In HOLCOVÁ, K., BUBÍK, M. (ed.). *Proceedings of the 6th International Workshop on Agglutinated Foraminifera Prague 2001*, Czech Geological Survey Prague.
- HOLCOVÁ, K., & LORENCOVÁ, M., 2002. Variability of the fresh–water thecamoebian assemblages. Šumava Mts. 26–27. In MICHALÍK, J., HUDÁČKOVÁ, N., CHALUPOVÁ, B. & STAREK, D. (ed.). *Abstract book, Paleogeographical, paleoecological, paleoclimatical development of Central Europe*, 5–7 th June, 2002, Institute of Geology, Slovak Academy of Science Bratislava.
- HOLCOVÁ, K. & LORENCOVÁ, M., 2004a. Thecamoebians from the Šumava Mountains - comparison of large scale and detailed variability of thecamoebians assemblages, 185–207. In BUBÍK, M. & KAMINSKI, M. A. (ed). *Proceedings of the Fifth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Grzybowski Foundation Special Publication*, Praha, 8.
- HOLCOVÁ, K. & LORENCOVÁ, M., 2004b. Krytenky (Rhizopoda, Testacea) v nejmladších sedimentech Lipna – odraz srážkově výjimečných let 2002 a 2003, 104–

- In DVOŘÁK, L. & ŠUSTR, P. (ed.). *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 2*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- HOLCOVÁ, K., 2007. Thecamoebians from the Upper Vltava River (Šumava Mountains, Czech Republic): species composition of assemblages vs. environment in streams. *Journal of Foraminiferal Research* 37(4), 287–299.
- HÖNIG, C. A. & SCOTT, D. B., 1987. Postglacial stratigraphy and sea-level change in southwestern New Brunswick. *Canadian Journal of Earth Sciences* 24, 354–364.
- CHARMAN, D. J., 1999. Testate amoebae and the fossil record: issues in biodiversity. *Journal of Biogeography* 26(1), 89–96.
- CHARMAN, D. J., 2001. Biostratigraphic and palaeoenvironmental applications of testate amoebae. *Quaternary Science Reviews* 20, 1753–1764.
- CHARMAN, D. J., HENDON, D. & WOODLAND, W. A., 2000. The identification of Testate Amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in Peats. Quaternary Research Association, London, UK, *Technical guide* 9, 1–147.
- CHARMAN, D. J. & WARNER, B. G., 1992. Relationship between testate amoebae (Protozoa:Rhizopoda) and the micro-environmental parameters on a forested peatland in northeastern Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 70, 2474–2482.
- CHARMAN, D. J. & WARNER, B. G., 1997. The ecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in oceanic peatlands in Newfoundland, Canada. Modelling hydrological relationships for palaeoenvironmental reconstruction. *Écoscience* 4(4), 555–562.
- CHARMAN, D. J. & HENDON, D., 2000. Long-term changes in soil water tables over the past 4500 years: relationships with climate and North Atlantic atmospheric circulation and sea surface temperature. *Climatic Change* 47(1–2), 45–59.
- CHARMAN, D. J., HENDON, D. & PACKMAN, S., 1999. Multiproxy surface wetness records from replicate cores on an ombrotrophic mire: implications for Holocene palaeoclimate records. *Journal of Quaternary Science* 14(5), 451–463.
- CHARMAN, D. J. & WARNER, B. G., 1997. The ecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in oceanic peatlands in Newfoundland, Canada. Modelling hydrological relationships for palaeoenvironmental reconstruction. *Écoscience* 4, 555–562.
- CHIBISOVA, I. O., 1967. Testacea from some cave and Karst reservoirs. *Zool. Zh.* 46, 181–186.
- CHLUPÁČ, I. a kol., 2002. *Geologická minulost České republiky*. Academia Praha, 1–436.
- JANSKÝ, B., ŠOBR, M. a kol., 2003. *Jezera České republiky*, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, katedra fyzické geografie a geoekologie, 1–199.
- JANSKÝ, B., ŠOBR, M., KOCUM, J. & ČESÁK, J., 2005. Nová batymetrická mapování glaciálních jezer na české straně Šumavy. *Geografie – Sborník ČGS* 110(3), Praha, 176–187.
- JANKOVSKÁ, V., 2006. Late Glacial and Holocene history of Plešné Lake and its surrounding landscape based on pollen and palaeoalgalogical analyses. *Biologia* 61(20), 371–385.
- JENÍK, J., 2003. Celistvost a rozmanitost Šumavy, 333–340. In ANDĚRA, M. & ZAVŘEL, P., *Šumava, příroda, historie, život*. Baset, Praha.
- JENNINGS, H. S., 1937. Formation, inheritance and variation of the teeth in *Diffflugia corona*. A study of the morphogenic activities of rhizopod protoplasm. *Journal of Experimental Zoology* 77, 287–336.

- JÍROVEC, O., 1953. *Protozoologie*. ČSAV, Praha, 1–643.
- JUNG, W., 1942. Illustrierte Thekamöben–Bestimmungstabellen. I. Die Systematik der Nebelinen. *Archiv für Protistenkunde* 95(3), 357–390.
- KAPRÁLEK, F., 1999. *Základy bakteriologie*. Karolinum, UK v Praze, 1–241.
- KOCUM, J. & JANSKÝ, B., 2005. Limnologická studie Čertova jezera. *Geografie – Sborník ČGS 110(3)*, Praha, 152–175.
- KOCUM, J., JANSKÝ, B., ŠOBR, M. & ČESÁK, J., 2006. Současný limnologický výzkum glaciálních jezer na české straně Šumavy, 1–10. In *Sborník abstraktů z konference 150 let geografie na Univerzitě Karlově*. Praha,
- KOČÁREK, E. st., 2003a. Geologie a petrologie Šumavy, 123–130. In ANDĚRA, M. & ZAVŘEL, P., *Šumava, příroda, historie, život*. Baset, Praha.
- KOČÁREK, E. ml., 2003b. Zooplankton šumavských vodních nádrží, 261–270. In ANDĚRA, M. & ZAVŘEL, P., *Šumava, příroda, historie, život*. Baset, Praha.
- KOHOUT, L. & FOTT, J., 2001. Vertikální migrace zooplanktonu na Prášílském jezeře, 93–94. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., STUHLÍK a kol., 1998. Reversibility of acidification of mountain lakes after reduction in nitrogen and sulphur emissions in Central Europe. *Limnology and Oceanography* 43(2), 357–361.
- KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., BOROVEC, J. a kol. 2000. Phosphorus inactivation by aluminum in the water column and sediments: A process lowering in –lake phosphorus availability in an acidified watershed –lake ecosystem. *Limnology and Oceanography* 45, 212–225.
- KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., KAŇA, J. & PORCAL, P., 2001a. Faktory ovlivňující chemismus šumavských jezer, 63–66. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- KOPÁČEK, J., ULRICH, K. U., HEJZLAR, J. a kol. 2001b. Natural inactivation of phosphorus by aluminum in atmospherically acidified water bodies. *Water Research* 35(16), 3783–3790.
- KOPÁČEK, J., STUHLÍK, E., VESELÝ, J. a kol., 2002. Hysteresis in reversal of Central European mountain lakes from atmospheric acidification. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 2, 91–114.
- KOPÁČEK, J., BRZÁKOVÁ, M., HEJZLAR, J. a kol., 2004. Nutrient cycling in a strongly acidified mesotrophic lake. *Limnology and Oceanography* 49, 1202–1213.
- KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., KAŇA, J. a kol., 2003. Photochemical, chemical, and biological transformations of dissolved organic carbon and its impact on alkalinity production in acidified lakes. *Limnology and Oceanography* 48, 106–117.
- KÖVARY, J., 1956: Thécamöbák, Testaceák) a magyarországy alsópannóniai korú üled ékekből. *Földtani Közlöny* 86, 266–273.
- KUCHAŘ, K., 1947. Mapy šumavských jezer podle měření prof. V. Švambery. *Kartografický přehled II (3–4)*, 41–42.
- KULCZYCKA, J. P., 1999. Genus *Silicoplacentina* (Class Amoebina) from the Miocene Machów Formation (Krakowiec Clays) of the northern Carpathian Foredeep. *Geological Quarterly* 43 (4), 499–508.

- KUMAR, A. & DALBY, A. P., 1998. Identification Key for Holocene Lacustrine Arcellacea (Thecamoebian) Taxa. *Palaeontologia Electronica* 1(1), 1–36 [online], [cit. 2008–03–10]. 3.1 MB. URL: <[http://palaeo-electronica.org/1998\\_1/dalby/issue1.htm](http://palaeo-electronica.org/1998_1/dalby/issue1.htm)>
- LAMARCK, J. B., 1816. *Histoire naturelle des animaux sans vertebres. Tome 2*, 1–568 Verdiers (Paris).
- LAMINGER, H., 1975. Die Sukzession der Testaceen–Assoziationen (Protozoa Rhizopoda) im rezenten und subfossilen Sphagnum des Obersees bei Lunz (Niederösterreich). *Hydrobiologia* 46(4), 465–487.
- LEIDY, J., 1875. Remarks on rhizopods. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, ser. 3*(27), 413–415.
- LEIDY, J., 1879. Fresh–water Rhizopods of North America. *Report of the United States Geological Survey of the Territories* 12(XI), 1–324.
- LOEBLICH, A. R. jr. & TAPPAN, H., 1964. Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida, i–XXX, 1–510a (16–54). In MOORE, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology: Part C, Protista 2( 1)*. Geological Society of America and University of Kansas Press.
- LORENCOVÁ, M., 2002. Thecamoebies sladkovodních prostředí, 23. In *Studentská vědecká konference*, 25.–26. 4. 2002. Brno.
- LORENCOVÁ, M., 2003a. Studium aktuologie jezerních thecamoeb Šumavy. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2001*, 99–100.
- LORENCOVÁ, M., 2003b. Šumavská sladkovodní společenstva thecamoeb (Testacea), 101–102. In VAŠÍČEK, Z. (ed.). *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – TU Ostrava*. Ostrava.
- LORENCOVÁ, M., 2006. Actuoecology of the lake thecamoebians from the Šumava Mountains. *Acta Carolinae Universitatis, Geologica* 2003 47(1–4), 73–77.
- LORENCOVÁ, M. (v tisku): Thecamoebians from the glacial lakes in Šumava Mts., Czech Republic. *Bulletin of Geosciences*.
- LORENCOVÁ, M. & HOLCOVÁ, K. (v tisku): Thecamoebians (Rhizopoda, Testacea) in the youngest sediments of the Lipno Reservoir – response to anomalous precipitation in 2002 and 2003. *Proceeding of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*.
- LOUSIER, J. D., 1976: Testate amoebae (Rhizopoda, Testacea) in some Canadian Rocky Mountain soils. *Archiv für Protistenkunde* 118, 191–201.
- LÚFTENEGGER, G., PETZ, W., BERGER, H. a kol., 1988. Morphologic and Biometric Characterization of Twenty–four Soil Testate Amoebae (Protozoa, Rhizopoda). *Archiv für Protistenkunde* 136, 153–189.
- MACEK, M., 2002. Annual and spatial distribution of the ciliates in lakes of the Bohemian Fores. *Silva Gabreta* 8, 95–108.
- MAJER, V., KOPÁČEK, J. & VESELÝ, J., 2001. Modelování budoucího vývoje chemismu Plešného jezera, 60–62. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- MARGALEF, R., 1955. Contribución al estudio de la fauna de las aguas dulces del noroeste de Espana. *Publicaciones del Instituto Biologico apl. Barcelona* 21, 137–171.
- MAST, S. O. & ROOT, F. M., 1916. Observations on Amoebae feeding on Rotifers, Nematodes and Ciliates, and their bearing on the surface – tension theory. *Journal of Experimental Zoology* 21, 33–49.

- McCARTHY, F. M. G., COLLINS, E. S., McANDREWS, J. H. a kol., 1995. A comparison of postglacial Arcellacean ("Thecamoebian") and pollen succession in Atlantic Canada, illustrating the potential of Arcellaceans for paleoclimatic reconstruction. *Journal of Paleontology* 69(5), 980–993.
- McLEAN, J. R. & WALL, J. H., 1981. The early Cretaceous Moosebar Sea in Alberta. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 29, 334–377.
- MEDIOLI, F. S. & SCOTT, D. B., 1983. Holocene Arcellacea (Thecamoebians) from eastern Canada. *Cushman Foundation Foraminiferal Research Special Publication* 21, 63.
- MEDIOLI, F. S. & SCOTT, D. B., 1988. Lacustrine thecamoebians (mainly Arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62, 361–386.
- MEDIOLI, F. S., SCOTT, D. B. & ABBOTT, B. H., 1987. A case study of protozoan intraclonal variability: taxonomic implications. *Journal of Foraminiferal Research* 12(1), 28–47, tab. 4.
- MEDIOLI, F. S., SCOTT, D. B., COLLINS, E. C. & MCCARTHY, F. M. G., 1990. Fossil thecamoebians; present status and prospects for the future, 813–839. In HEMBLEDEN, C., KAMINSKI, M. A., KUHN, W. & SCOTT, D. B. (ed). *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Paleocology, biostratigraphy, paleoceanography and taxonomy of agglutinated foraminifera NATO ASI Series. Series C: Mathematical and Physical Sciences*, 327.
- MEDIOLI, F. S., SCOTT, D. B. & WALL, J. H., 1986. Early Cretaceous thecamoebians from Ruby Creek, Alberta. *Abstract, Geological Society of America, Boulder, CO, United States* 18, 692.
- MEISTERFELD, R., 1979. Clusteranalytische Differenzierung der Testaceenzönosen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum. *Archiv für Protistenkunde* 121, 270–307.
- MEISTERFELD, R., 2002: Order Arcellinida Kent, 1880, 827–860. In LEE, J. J., LEEDALE, G. F. & BRADBURY, P. (ed.) *An Illustrated Guide to the Protozoa*, 2<sup>nd</sup> ed., Society of Protozoologists, Lawrence Kansas, USA.
- MIGNOT, J. P. & RAIKOV, I. B., 1992, Evidence for meiosis in the testate amoeba Arcella. *Journal of Protozoology* 39, 287–289.
- MIKSA, V., OPLETAL, M., NOVÁK, M. & ŠEBESTA, J., 1996. *Geologická mapa ČR 32–14 Nová Pec, 1:50 000*, Český geologický ústav, Praha.
- MINER, E. L., 1935. Paleobotanical examinations of Cretaceous and Tertiary coals. *The American Midland Naturalist* 16, 585–625.
- MITCHELL, E. A. D., BUTTLER, A., GROSVERNIER, P. H. a kol., 2000. Relationship among testate amoebae (Protozoa), vegetation and water chemistry in five Sphagnum-dominated peatlands in Europe. *Research New Phytologist* 145, 95–106.
- MORCAZEWSKI, J., 1961. Testacea du littoral peu profond du lac Kisajno (Region des lacs de mazurie) Polskie. *Archiw Hydrobiologii* 9, 175–194.
- NOVÁK, M., 1968. Údolní nádrž Lipno – geograficko-limnologická studie, VÚV Praha, *Práce a studie, sešit* 122, Praha, 1–162.
- NEDBALOVÁ, L., VRBA, J., FOTT, J. a kol., 2006. Biological recovery of the Bohemian Forest lakes from acidification. *Biologia* 61(20), 1–13.
- NEDBALOVÁ, L., 2001. Druhové složení a biomasa fytoplanktonu sedmi šumavských jezer, 67–69. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.



- NEDBALOVÁ, L. & VRTIŠKA, O., 2000. Distribution of phytoplankton of Bohemian Forest lakes. *Silva Gabreta* 4, 213–222.
- NEDOMA, J., STRAŠKRABOVÁ, V., ZNACHOR, P. & VRBA, J., 2003. Primary and bacterial production in three acidified lakes in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta* 9, 53–70.
- OGDEN, C. G. & HEDLEY, R. H., 1980. *An Atlas of Freshwater Testate Amoebae*. British Museum (Natural History), Oxford Univ. Press, 1–222.
- OGDEN, C. G. & MEISTERFELD, R., 1989. The Taxonomy and Systematics of Some Species of *Cucurbitella*, *Diffflugia* and *Netzelia* (Protozoa, Rhizopoda); with an Evaluation of Diagnostic Characters. *European Journal of Protistology* 25, 109–128.
- OPRAVILOVÁ-SPÁLOVSKÁ, V., 1960. Krytenky (Testacea) rašelinišť z Hrubého Jeseníku. *Přírodovědný časopis slezský* 21, 215–241.
- OPRAVILOVÁ, V., 1974. Testacea (Protozoa: Rhizopoda) of the river Bobrava in Moravia. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 38, 127–147.
- OPRAVILOVÁ, V., 1980. Příspěvek k poznání ekologie krytenek (Rhizopoda: Testacea) potoka Bítska (Morava, ČSSR) (Contribution to the knowledge of the ecology of the Testacea (Rhizopoda) of the Bítska Brook (Moravia, Czechoslovakia). *Přírodovědný Sborník Západomoravského Muzea v Třebíči* 11, 5–16.
- OPRAVILOVÁ, V., 1983. A contribution to the knowledge of Testacea (Protozoa: Rhizopoda) of the Jihlava River near Hrubšice. *Scripta fac Sci. Nat. Univ. Purk. Brun. Biologia* 13(1), 23–32.
- OPRAVILOVÁ, V., 1990. Microzoobenthos of the River Jihlava after the construction of the Dalečice waterworks. *Limnologica (Berlin)* 21(1), 243–250.
- OPRAVILOVÁ, V., 1986. Testacea (Protozoa: Rhizopoda) in the epilithion of the lotic stretch of running waters of different degrees of saprobity (Czechoslovakia). *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 14, 667–672.
- OPRAVILOVÁ, V., 2000. Biocenóza krytenek malých vodních toků, 37–41. In *16. seminář Aktuální otázky vodárenské biologie*, 2.–3. 2. 2000, Praha, vyd. 1., Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost Praha.
- PATTERSON, R. T., BARKER, T. & BURBIDGE, S. M., 1996. Arcellaceans (Thecamoebians) as proxies of arsenic and mercury contamination in northeastern Ontario lakes. *Journal of Foraminiferal Research* 26(2), 172–183.
- PATTERSON, R. T. & KUMAR, A., 2000a. Assessment of arcellacean (thecamoebian) assemblages, species, and strains as contaminant indicators in James Lake, northeastern Ontario, Canada. *Journal of Foraminiferal Research* 30(4), 310–320.
- PATTERSON, R. T. & KUMAR, A., 2000b. Use of Arcellacea (Thecamoebians) to gauge levels of contamination and remediation in industrially polluted lakes, 257–278. In MARTIN, R. E. (ed.). *Environmental micropaleontology: the application of microfossils to environmental geology. Topics in geobiology* 15.
- PATTERSON, R. T. & KUMAR, A., 2002. A review of current testate rhizopod (thecamoebian) research in Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 180, 225–251.
- PATTERSON, R. T., MACKINNON, K. D., SCOTT, D. B. & MEDIOLI, F. S., 1985. Arcellaceans (Thecamoebians) in small Lakes of New Brunswick and Nova Scotia:

- Modern distribution and Holocene stratigraphic changes. *Journal of Foraminiferal Research* 15(2), 114–137.
- PATTERSON, R. T., DALBY, A., KUMAR, A., HENDERSON L. A. & BOUDREAU, R. E. A., 2002. Arcellaceans (thecamoebians) as indicators of land–use change: settlement history of the Swan Lake area, Ontario as a case study, *Journal of Paleolimnology* 28(3), 297–316.
- PELC, Z. & ŠEBESTA, J., 1999. *Geologická mapa. List 22–33 Kašperské Hory, 1:50000*, Český geologický ústav, Praha.
- PENARD, E., 1890. Études sur les Rhizopodes d'eau douce. *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, ser. 31, 2(1), 1–230, tab. 1–11.
- PENARD, E., 1902. *Faune rhizopodique du bassin du Léman*. Henry Kundig (Geneva). 1–714.
- PENARD, E., 1912. Notes sur quelques Sarcodiniés. 3me partie. *Revue Suisse de Zoologie* 20 (1), 1–29, tab. 1, 2.
- PORCALOVÁ, P., 1984. Kvalita vody nádrže Lipno, 87–89. In *Sborník semináře Ekologické problémy hospodaření v Chráněné krajinné oblasti Šumava III.*, říjen 1984, Ústav krajinné ekologie ČSAV, České Budějovice,
- PORTER, S. M. & KNOLL, A. H., 2000. Testate amoebae in the Neoproterozoic Era: Evidence from vase-shaped microfossils in the Chuar Group, Grand Canyon. *Journal of Paleolimnology* 26(3), 1–360.
- PRAŽÁKOVÁ, M., VESELÝ, J., FOTT, J., MAJER, V. & KOPÁČEK, J., 2006. The long-term succession of cladoceran fauna and palaeoclimate forcing: A 14, 600-year record from Plešné Lake, the Bohemian Forest, *Biologia* 31(20), 387–399.
- PRAŽÁKOVÁ, M., FOTT, J. & KOČÁREK, E., 2001. Změna druhového složení perlooček šumavských jezer podle záznamu ve svrchních vrstvách sedimentu, 80–81. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu I*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- REINHARDT, E. G., DALBY, A., KUMAR, A. & PATTERSON, R. T., 1998, Utility of Arcellacean Morphotypic Variants as Pollution Indicators in Mine Tailing Contaminated Lakes Near Cobalt, Ontario, Canada. *Micropaleontology* 44 (2).
- RHUMBLER, L., 1895. Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden (Beitrag III, IV und V). *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie* 61(1), 38–110.
- ROE, H. M. & PATTERSON, R. T. 2006. Distribution of thecamoebians (testate amoebae) in small lakes and ponds, Barbados, West Indies. *Journal of Foraminiferal Research* 36, 116–134.
- ROSA, K., 1958. Půdní kořenonožci boubínského pralesa. *Ochrana přírody* 13, 185–187.
- SCOTT, D. B. & MEDIOLI, F. S., 1983. Agglutinated rhizopods in Lake Erie: modern distribution and stratigraphic implications. *Journal of Paleontology* 57(4), 809–820.
- SCOTT, D. B. & MEDIOLI, F. S., 1980a. Living vs. total foraminiferal populations: their relative usefulness in paleoecology. *Journal of Paleontology* 54, 814–831.
- SCOTT, D.B. & MEDIOLI, F. S., 1980b, Post-glacial emergence curves in the Maritimes determined from marine sediments in raised basins, 428–449. In *Proceedings of Coastlines '80*, National Science and Engineering Research Council.
- SCOTT, D. B., SUTER, J. R. & KOSTERS, E. C., 1991. Marsh foraminifera and arcellaceans of the lower Mississippi Delta: Controls on spatial distributions, *Micropaleontology* 37(4), 373–392.

- SCOTT, D. B., MEDIOLI, F. S. & SCHAFER, CH. T., 2001. Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators, Cambridge University Press, 1–168.
- SCHLUMBERGER, P., 1845. Observations sur quelques nouvelles espèces d'Infusoires de la famille des Rhizopodes. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, ser. 3( 3)*, 254–256.
- SCHÖNBORN, W., 1962. Die Ökologie der testaceen im oligotrophic See, dargestellt am Beispiel des Großen Stechlinsees. *Limnologica (Berlin) 1*, 111–182.
- SCHÖNBORN, W., 1966. Beschalte Amöben (Testacean): Wittenberg–Lutherstadt: Ziemsen: "Die Neue Brehm–Bücherei" 357, 1–112.
- SCHÖNBORN, W., 1984. Studies on remains of Testacea in cores of the Great Woryty Lake (NE Poland). *Limnologica (Berlin) 16*, 185–190.
- SCHÖNBORN, W., 1992. The Role of Protozoan Communities in Freshwater and Soil Ecosystems. *Acta Protozoologica 31*, 11–18.
- SCHULTZE, F. E., 1877. Rhizopodenstudien. VI. *Archiv für mikroskopische Anatomie 13*, 9–30, tab. 2–3.
- SMITH, H. G., 1992. Distribution and ecology of the testate rhizopod fauna of the continental Antarctic zone, *Polar Biology 12*, 629–634.
- SMITH, H. & COUPE, S., 2002. Testate amoebae – past, present and future. *European Journal of Protistology 37*, 367–369.
- Správa NP a CHKO Šumava: *Geologie* [online]. [cit. 2008–03–10]. URL: <<http://www.npsumava.cz/priroda.php?idc=1040>>
- Správa NP a CHKO Šumava: *Hydrologie: ledovcová jezera* [online]. [cit. 2008–03–10]. URL: <<http://www.npsumava.cz/priroda.php?idc=1043>>
- STEIN, S. F. N. von., 1859. Über die ihm aus eigener Untersuchung bekannt gewordenen Süßwasser – Rhizopoden. *Abhandlungen der Konigliche Bohmischen Gesellschaft der Wissenschaften 5(10)*, 41–43.
- STOUT, J. D. & HEAL, O. W., 1967, Protozoa, 149–195. In BURGESS, A. & RAW, F., (ed.). *Soil Biology*, Academic Press, London.
- STRNAD, E., 2003. Podnebí Šumavy, 35–44. In ANDĚRA, M. A ZAVŘEL, P., Šumava, příroda, historie, život, Baset, Praha, 2003.
- ŠRUBAŘ, V., 2004. Vliv rozvoje cestovního ruchu na krajinu v jejím mikro a makroměřítku a hodnocení její ekologické stability. Případová studie pro pravý a levý břeh Lipna, 297–300. In DVOŘÁK, L. & ŠUSTR, P. (ed.). *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 2*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- ŠTĚPÁNEK, M., 1953: Rhizopoda jako biologické indikátory znečištěných vod. I. Rhizopoda a Heliozoa řeky Moravice (Slezsko – ČSR). *Přírodovědný Sborník Ostravského Kraje 14(3/4)*, 470–505.
- ŠTĚPÁNEK, M., 1954. Krytenky (Testacea) z Krkonoš. I. Potoky okolí Janských Lázní. *Časopis Národního Muzea Praha, odd. přír. 123(1)*, 96–110.
- ŠTĚPÁNEK, M., 1967. Testacea des Benthos der Talsperre Vranov am Thayafloss. *Hydrobiologia 29*: 1–66.
- ŠTĚPÁNEK, M., VESELÝ, J. & MAJER, V., 1992. The major importance of nitrate increase for the acidification of two lakes in Bohemia. *Documenta Inst. Ital. Idrobiol. 32*, 83–92.
- ŠVAMBERA, V., 1912. Výzkum šumavských jezer. *Sborník České společnosti zeměpisné 18*, Praha, 250 – 257.

- ŠVAMBERA, V., 1939. Jezera na české straně Šumavy, *Sborník České společnosti zeměpisné* 45, Praha, 15–23.
- TARÁNEK, K. J., 1881. Beiträge zur Kenntniss der Süßwasser–Rhizopoden Böhmens. *Sitzungsberichte der Königlichen Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 220–235.
- TARÁNEK, K. J., 1882. Monographie der Böhmen's. Ein Beitrag zur Kenntniss der Süßwasser–Monothalamien. *Abhandlungen der Königlichen Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, ser. 6( II), mathematisch–naturwissenschaftliche Classe*, 8, I–IV, 1–56, tab. 1–5.
- TESAŘ, M., 2003. Hydrologie Šumavy, 145–160. In ANDĚRA, M. A ZAVŘEL, P., *Šumava, příroda, historie, život*, Baset, Praha.
- THIBAUDEAU, S. A. & MEDIOLI, F., S., 1986. Carboniferous thecamoebians and marsh foraminifera: new stratigraphic tools for ancient paralic deposits: *Abstract: Geological Society of America, Annual Meeting*, San Antonio, 1–771.
- TOLONEN, K., HUTTUNEN, P. & JUNGER, H., 1985. Regeneration of two coastal raised bogs in Eastern North America. *Annales Academia Scientiarum Fennicae. III. Geologica–Geographica* 139 A, 5–51.
- TOLONEN, K., WARNER, B. G. & VASANDER, H., 1992. Ecology of testaceans (Protozoa: Rhizopoda) in mires in southern Finland: 1. Autecology. *Archiv für Protistenkunde* 142, 119–138.
- TRAPPENIERS, K., VAN KERCKVOORDE, A. & CHARDEZ, D. a kol., 2002. Testate Amoebae Assemblages from Soils in the Zackenberg Area, Northeast Greenland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 34(1), 94–101.
- VALKANOV, A., 1962. Über die Kopulation der Testaceen (Rhizopoda Testacea). *Doklad Bolgarskoi Akademii Nauk (Reports of the Bulgarian Academy of Science)* 15( 3), 305–308.
- V AŠÍČEK, M. & RŮŽIČKA, B., 1957. Namurian Thecamoebina from the Ostrava–Karvina coal district. *Sborník Národního Musea v Praze, Řada B, Přírodní vědy* 13, 333–340.
- VEJNAR, Z., 1991. *Geologická mapa ČR 21–44 Železná Ruda, 1:50000*, Ústřední ústav geologický, Praha.
- VESELÝ, J., 1994. Investigation of the nature of the Šumava lakes: a review. *Časopis Národního Muzea, Řada přírodovědná* 163(1–4), 103–120.
- VESELÝ, J., 1996. Změny složení vod šumavských jezer v letech 1984 až 1995; Trends in acid–base status of acidified lakes in Bohemian Forest: 1984–1995. *Silva Gabreta* 1, 129–141.
- VESELÝ, J., 2000a. The history of metal pollution recorded in the sediments of Bohemian Forest lakes: Since the Bronze Age to the Present. *Silva Gabreta* 4, 147–166.
- VESELÝ, J., 2000b. Trace elements in Bohemian Forest lakes. *Silva Gabreta* 4, 167–178.
- VESELÝ, J., 2000c. Sedimentary Deposits of Bohemian Forest Lakes as an Archive of Pollution by Metals. *GeoLines* 11, 54–56.
- VESELÝ, J. & MAJER, V., 1992. The major importance of nitrate increase for the acidification of two lakes in Bohemia. *Documenti Instituto Italiano di Idrobiologia* 32, 83–92.
- VESELÝ, J., MAJER, V. & KOPÁČEK, J., 2004. Vliv oteplování na chemismus vod šumavských jezer, (Climate warming and chemistry of the Bohemian forest lakes),

- 95–97. In Dvořák, L. & Šustr, P. (ed.). *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 2*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- VRBA, J., 2000. Bibliography of publications and manuscripts relating to the Bohemian/Bavarian Forest lakes. *Silva Gabreta 4*, 259–278.
- VRBA, J., FOTT, J., KOHOUT, J. & KOPÁČEK, L., 2004. Současné zotavování acidifikovaných jezer na Šumavě (Recent recovery of acidified lakes in the Bohemians forest), 99–103. In Dvořák, L. & Šustr, P. (ed.). *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 2*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- VRBA, J., FOTT, J., KOPÁČEK, J. a kol., 2001. Dlouhodobý limnologický výzkum šumavských jezer a jejich současný stav, 56–57. In *Sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu 1*, Srní. Správa NP Šumava, Vimperk.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J., BITTL, T. a kol., 2006. A key role of aluminium in phosphorus availability, food web structure, and plankton dynamics in strongly acidified lakes. *Biologia 61(20)*, 441–451.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J. & FOTT, J., 2000. Long-term limnological research of the Bohemian Forest lakes and their recent status. *Silva Gabreta 4*, 7–28.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J. & FOTT, J., 2002. Šumavská ledovcová jezera na přelomu tisíciletí. *Živa 6*, 265–269.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J., FOTT, J. a kol., 2003. Long-term studies (1871–2000) on acidification and recovery of lakes in the Bohemian Forest (central Europe). *The Science of the total environment 310*, 73–85.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J., STRAŠKRABOVÁ, V. a kol., 1996. Limnological research of acidified lakes in Czech part of the Šumava Mountains: trophic status and dominance of microbial food webs. *Silva Gabreta 1*, 151–164.
- WALLICH, G. C., 1864. On the extent, and some of the principal causes, of structural variation among the Difflugian Rhizopods: *Annals and Magazine of Natural History, ser. 3, 13*, 215–245, tab. 15,16.
- WIGHTMAN, W. G., SCOTT, D. B., MEDIOLI, F. S & GIBLING, M. R., 1992. Agglutinated foraminifera from the Sydney Coalfield, Nova Scotia, their use as indicators of sea-level changes in Carboniferous coal-bearing strata. *Abstract, Geological Society of America 24*, 1–226.
- YEATES, G. W. & FOISSNER, W., 1995. Testate amoebae as predators of nematodes. *Biology and Fertility of Soils 20*, 1–7.
- ZELENKOVÁ, E., 2000. Šumavská jezera v roce 2000. *Šumava, 5(2)*, Správa NP a CHKO Šumava, 10–12.

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1a Mapa znázorňující polohu zkoumaných jezer - Černé jezero, Čertovo jezero, jezero Laka, Prášílské jezero, Plešné jezero a vodní dílo Lipno včetně jejich vztahu k CHKO a NP Šumava (Zdroj: CENIA) (str. 117)
- Příloha 1b Mapa využití území dle CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) (Zdroj: CENIA) (str. 118)
- Příloha 2 Geologická mapa Šumavy (Zdroj: CENIA) (str. 119)
- Příloha 3 Geologická mapa okolí jezera - Černé jezero a Čertovo jezero (Zdroj: ČGS) (str. 120)
- Příloha 4 Geologická mapa okolí Plešného jezera (str. 121)
- Příloha 5 Geologická mapa okolí Prášílského jezera (Zdroj: ČGS) (str. 122)
- Příloha 6 Geologická mapa okolí jezera Laka (Zdroj: ČGS) (str. 123)
- Příloha 7 Geologická mapa okolí Lipna (Zdroj: ČGS) (str. 124)
- Příloha 8 Pozice odběrových míst zaznamenaná pomocí GPS (souřadný systém WGS-84) (str. 126)
- Příloha 9. Mapa Plešného jezera se znázorněnými odběrovými lokalitami PL34 - PL41  
Mapový podklad Janský a kol. (2005) (str. 127)
- Příloha 10. Mapa Černého jezera se znázorněnými odběrovými lokalitami CN60 - CN69  
Mapový podklad Janský a kol. (2005) (str. 128)
- Příloha 11. Mapa Čertova jezera se znázorněnými odběrovými lokalitami CT50 - CT59  
Mapový podklad Janský a kol. (2005) (str. 129)
- Příloha 12. Mapa Prášílského jezera se znázorněnými odběrovými lokalitami PR42 - PR49  
Mapový podklad Janský a kol. (2005) (str. 130)
- Příloha 13 Mapa jezera Laka se znázorněnými odběrovými lokalitami LA70 - LA75 Mapový podklad Janský a kol. (2005) (str. 131)
- Příloha 14. Mapa Lipna se znázorněnými odběrovými lokalitami Lp7, Lp10, Lp22, Lp41 - Lp44, Lp46, Lpx2 - Lpx9 (Mapový podklad: CENIA) (str. 132)
- Příloha 15a - Seznam vzorků s údaji o hloubce každého odběru, vzdálenosti od aktuální březní linie, typu odebíraného sedimentu (Plešné a Prášílské jezero) (str. 133)

- Příloha 15b - Seznam vzorků s údaji o hloubce každého odběru, vzdálenosti od aktuální březní linie, typu odebíraného sedimentu (Čertovo a Černé jezero) (str. 134)
- Příloha 15c - Seznam vzorků s údaji o hloubce každého odběru, vzdálenosti od aktuální březní linie, typu odebíraného sedimentu (jezero Laka, Lipno - povrchové vzorky) (str. 135)
- Příloha 15d - Seznam vzorků s údaji o hloubce každého odběru, vzdálenosti od aktuální březní linie, typu odebíraného sedimentu (Lipno - ruční vrty) (str. 136)
- Příloha 16a - Orientační chemická analýza vybraných aglutinovaných zrn a její grafické znázornění. Doplněno o fotografie analyzovaných jedinců s označením místa rozboru. Druh *Diffflugia globulus* (str. 137)
- Příloha 16b - Orientační chemická analýza vybraných aglutinovaných zrn a jeho grafické znázornění. Doplněno o fotografie analyzovaných jedinců s označením místa rozboru. Druhy *Diffflugia oblonga*, *D. corona* a *D. tricuspis* (str. 138)
- Příloha 16c - Orientační chemická analýza vybraných aglutinovaných zrn a jeho grafické znázornění. Doplněno o fotografie analyzovaných jedinců s označením místa rozboru. Druh *Centropyxis orbicularis* a *Trigonopyxis arcula* (str. 139)
- Příloha 17 Mapa znázorňující místa odběru vzorků Lp41/01 - Lp44/01 v Lukavické zátocce v Lipně s dominantními druhy nalezených společenstev (str. 140)
- Příloha 18 Počet vzorků v jednotlivých jezerech a jejich druhová rozmanitost (str. 141)
- Příloha 19 Počet vzorků v jednotlivých typech sedimentu se znázorněným počtem nalezených druhů (str. 142)
- Příloha 20 Celkový počet druhů ve společenstvech pocházejících z různého typu sedimentu šumavských jezer (str. 143)
- Příloha 21 Výsledky klastrové analýzy jezerních společenstev (PL - Plešné jezero, CN - Černé jezero, CT - Čertovo jezero, PR - Prášilské jezero, LA - Laka). (Metoda Tree Clustering, Wardova metoda shlukování, Euklidova vzdálenost) (str. 144)
- Příloha 22 Hloubka ve vodním sloupci, odkud pocházely vzorky jednotlivých typových společenstev v šumavských jezerech (str. 145)
- Příloha 23 Schéma a popis vrstev vzorku Lp46/01, odebrané polohy a charakteristika nalezených společenstev (str. 146)

Příloha 24a Schéma profilů z ručních vrtů v Lipně. Označené jsou polohy odebíraných vzorků a nalezené druhy krytenek (vrty Lpx4-6) (str. 147)

Příloha 24b Schéma profilů z ručních vrtů v Lipně. Označené jsou polohy odebíraných vzorků a nalezené druhy krytenek (vrty Lpx7-9) (str. 148)

Příloha 25 Velikostní rozdělení schránek různých druhů krytenek uvedených v pracích Bartoš 1954, Cash a Hopkinson 1909, Deflandre 1928, 1929, 1936, Ogden a Hedley 1980 (str. 149)

Příloha 26 Další materiál uložený na Ústavu geologie a paleontologie, PřF UK v Praze (str. 150)

Příloha 27 **1-28** *Diffugia globulus* (Ehrenberg, 1848) ze Šumavy **1, 8, 12, 17, 25** CT52/02 - Čertovo jezero 2, 3, 5 CN61/02 - Černé jezero 4, 18, 23 CN68/02 - Černé jezero 6, 10, 11, 14 PL37/02 - Plešné jezero 7, 9, 19 PR43/02 - Prášílské jezero 13, 15, 16, 20, 21 PI34/02 - Plešné jezero 22 PL41/02 - Plešné jezero 24 CT55/02 - Čertovo jezero 26 CT57/02 - Čertovo jezero 27 PL40/02 - Plešné jezero 28 CT53/02 - Čertovo jezero; na schránkách je možné pozorovat „epifragmu“ (**19, 22, 29**) zakrývající ústí, aglutinované schránky rozsivek (např. **2, 21**) nebo některá velká zrna (**5, 24**), formy složené ze dvou schránek (**26, 27, 28**) (str. 152)

Příloha 28 **1-22** *Centropyxis orbicularis* Deflandre, 1929 ze Šumavy **1, 2, 16** CT58/02 - Čertovo jezero 3 PL39/02 - Plešné jezero Lake 4, 12, 18, 19, 21 PL38/02 - Plešné jezero 5, 9, 14 CT55/02 - Čertovo jezero 6, 7, 10, 22 CT66/02 - Černé jezero 8 LK74/02 - Laka 11 PL55/02 - Plešné jezero 20 CN60/02 - Černé jezero; schránky **18, 19** jsou vyfotografovány z čelního pohledu na anteriorní část schránky, **20, 21, 22** z pohledu bočního (str. 154)

Příloha 29 **1-12** *Trigonopyxis arcuata* (Leidy, 1879) **1, 11** CT54/02 - Čertovo jezero 2 PR44/02 - Prášílské jezero 3, 4, 9, 10, 12 PL38/02 - Plešné jezero 5 LA75/02 - Laka 6 CT55/02 - Čertovo jezero 7 Lp10/02 - Lipno Nová Pec 8 Lp10/01 - Lipno Nová Pec 11 CT54/02 - Čertovo jezero 13-20 variabilita tvaru ústí - trojboký (**1, 10**), nepravidelně kruhovitý (**2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12**) a čtyřboký (**3**) *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg, 1832) **13, 15** LA70/02 - Laka 14, 17 LA73/02 - Laka 16 LA71/02 - Laka 18 Lpx2/03 - Lipno Nová Pec 18b detail na břišní straně schránky **19** Lpx3/03 Lipno Nová Pec 20 Lp10/01 - Lipno Nová Pec 21-24 *Centropyxis constricta* (Ehrenberg, 1843) **21** PR45/02 - Prášílské jezero 22 PL39/02 - Plešné jezero 23 PR44/02 - Prášílské jezero 24 CT55/02 - Čertovo jezero 25-27



*Pontigulasia compressa* (Carter, 1864) **25** CT59/02 - Čertovo jezero **25b** detail oblasti ústí **26, 27** CT53/02 - Čertovo jezero; měřítko 50 µm je vztaženo ke všem fotografiím kromě **18b** a **25b** (str. 156)

Příloha 30 **1-9** *Diffflugia protaeiformis* Lamarck, 1816 **1, 2** LA73/02 - Laka **3, 6** CN69/02 - Černé jezero **4** CT52/02 - Čertovo jezero **5** CT57/02 - Čertovo jezero **7** PR44/02 - Prášílské jezero **8** CT55/02 - Čertovo jezero **9** PL38/02 - Plešné jezero **10-20** *Diffflugia oblonga* Ehrenberg, 1832 **10** Lp7/01 - Lipno Nová Pec **11** CT59/02 - Čertovo jezero **12** LA72/02 - Laka **13** PR44/02 - Prášílské jezero **14** CT53/02 - Čertovo jezero **15** CT51/02 - Čertovo jezero **16** CN63/02 - Černé jezero **17, 19** PL34/02 - Plešné jezero **18** LA71/02 - Laka **20** Lp10/02 - Lipno Nová Pec jedinec s vyvinutým ostnem na fundu; schránky s aglutinovanými velkými zrny (**13, 13**), jedinec se schránkou velké rozsivky prostrčené ústím do nitra schránky **21-22** *Diffflugia viscidula* Penard, 1902 **21** LA71/02 - Laka **22** LA75/02 - Laka **23-24** *Pontigulasia compressa* (Carter, 1864) **23** LA71/02 - Laka **24** LA73/02 - Laka (str. 158)

Příloha 31 **1-2** *Euglypha acanthophora* Ehrenberg, 1843 CT55/02 - Čertovo jezero **1b, 2b** detail oblasti ústí **3-4** *Nebela dentistoma* Penard, 1890 LA75/02 - Laka **3b, 4b, c** detail schránky **5-7** *Diffflugia tricuspis* Carter, 1856 **5** Lp10/01 - Lipno Nová Pec **6** Lp70/2 - Lipno Nová Pec **7** Lp10/02 - Lipno Nová Pec **8** *Diffflugia urceolata* Carter, 1864 Lp10/01 Lipno Nová Pec **9-10** *Diffflugia corona* Wallich, 1864 **9** Lp10/02 - Lipno Nová Pec **10** Lp10/01 - Lipno Nová Pec; měřítko 50 µm je vztaženo k fotografiím **5-10** (str. 160)

Příloha 32a Klasifikace krytenek podle autorů Jírovec a kol. (1953) a Loeblich a Tappan (1964) (str. 162)

Příloha 32b Klasifikace krytenek podle Ogden a Hedley (1980) a Medioli a Scott (1983) (str. 163)

Příloha 32c Klasifikace krytenek podle „Committee on Systematics and Evolution of the Society of Protozoologists“ (1980) a Podle Adl a kol. 2005 (str. 164)

Příloha 33 Fotografická příloha - fotografie byly, pokud není uvedeno jinak, pořízeny v říjnu 2002 (str. 165)

Foto 1 Plešné jezero - pohled od levého břehu směrem k hrázi

Foto 2 Plešné jezero - pohled od pravého břehu směrem k hrázi

Foto 3 Plešné jezero - pohled od hráze do nitra karu

- Foto 4 Plešné jezero - 220 m vysoká karová stěna tyčící se nad jezerem
- Foto 5 Plešné jezero - uměle zvýšená hráz jezera
- Foto 6 Plešné jezero - zarůstající a mělká koncová část jezera
- Foto 7 Plešné jezero - lokalizace vzorku PL38/02
- Foto 8 Plešné jezero - lokalizace vzorku PL34/02
- Foto 9 Plešné jezero - lokalizace vzorku PL35/02
- Foto 10 Prášilské jezero - pohled od hráze podél pravého břehu
- Foto 11 Prášilské jezero - pohled od hráze podél levého břehu
- Foto 12 Prášilské jezero - pohled směrem k hrázi
- Foto 13 Prášilské jezero - v popředí uměle vybudovaná kamenná hráz
- Foto 14 Prášilské jezero - lokalizace vzorku PR44/02
- Foto 15 Prášilské jezero - lokalizace vzorku PR43/02
- Foto 16 Čertovo jezero - pohled od hráze podél levého břehu, eroze břehu způsobená turisty (květen 2003)
- Foto 17 Čertovo jezero - uměle vyspravená a zvýšená hráz jezera (květen 2003)
- Foto 18 Čertovo jezero - odběrové plavidlo (květen 2003)
- Foto 19 Čertovo jezero - pohled od hráze do nitra karu, smrkový porost v okolí
- Foto 20 Čertovo jezero - potok ústící do jezera
- Foto 21 Čertovo jezero - skalní výchozy na břehu jezera
- Foto 22 Čertovo jezero - lokalizace vzorku CT50/02
- Foto 23 Čertovo jezero - lokalizace vzorku CT55/02
- Foto 23 Čertovo jezero - lokalizace vzorku CT56/02
- Foto 24 Černé jezero - pohled od hráze podél levého břehu do nitra karu
- Foto 25 Černé jezero - smrkový porost okolí jezera a malá výjimka skupinky listnatých stromů na levém břehu
- Foto 26 Černé jezero - část umělé kamenné hráze zpevněné betonem a pohled na pravý břeh jezera (květen 2003)
- Foto 27, 28 Černé jezero - kmen velkého smrku postupně se ve vodě rozkládající (říjen 2002 a květen 2003)
- Foto 29 Černé jezero - pohled směrem od hráze do nitra karu a na 300 m vysokou Jezerní stěnu

- Foto 30 Černé jezero - v okolí málo běžná dřevina - buk lesní na břehu jezera
- Foto 31 Černé jezero - hladina vody byla v minulosti díky zvýšené hrázi uměle navýšena a část břehového porostu zůstala pod hladinou
- Foto 32 Černé jezero - lokalizace vzorku CN69/02
- Foto 33 Černé jezero - lokalizace vzorku CN63/02
- Foto 34 Černé jezero - lokalizace vzorku CN65/02 na kmeni dosud stojícího zbytku stromu v hloubce 11 m (květen 2003)
- Foto 35 Jezero Laka - pohled v ose jezera do nitra karu (květen 2003)
- Foto 36 Jezero Laka - jezero a skalní výchozy na břehu
- Foto 37 Jezero Laka - podzimní aspekt
- Foto 38 Jezero Laka - plovoucí či přisedlé ostrůvky vegetace
- Foto 39 Jezero Laka - plovoucí či přisedlé ostrůvky vegetace
- Foto 40 Jezero Laka - zámrz hladiny v říjnu 2004 dokládá chladnější klimatické podmínky
- Foto 41 Jezero Laka - lokalizace vzorku LA74/02 na hraně ostrůvku
- Foto 41 Jezero Laka - lokalizace vzorku LA75/02 v koncové zarůstající části jezera
- Foto 42 Jezero Laka - lokalizace vzorku LA70/02 a vyhlídková plošina na hrázi jezera
- Foto 43 Lipno - počátek vzduť přehrady tč. téměř bez vody, pohled ve směru proudu k mostu v Nové Peci (říjen 2003)
- Foto 44 Lipno - pohled z mostu v Nové Peci směrem proti proudu (říjen 2003)
- Foto 45 Lipno - stejný pohled jako na předešlém snímku v říjnu 2004, nádrž je pomalu napouštěna
- Foto 46 Lipno - pohled z mostu v Nové Peci směrem po proudu (říjen 2003)
- Foto 47 Lipno - stejný pohled jako na předešlém snímku v říjnu 2004, nádrž je pomalu napouštěna
- Foto 48 Lipno - lokalita Lp10 (červen 2002)
- Foto 49 Lipno - lokality Lpx2, Lpx3 a Lpx4 pod mostem v Nové Peci (říjen 2004)
- Foto 50 Lipno - lokalita Lpx9 odebraná v roce 2003 při následném pomalém napouštění přehradu (říjen 2004)
- Foto 51 Lipno - pohled v ose přehradu směrem po proudu, v popředí Hamerská zátoka (říjen 2004)

Foto 52 Lipno - odkrytý povrch dna a lokalita Lpx6 v Hamerské zátocce (říjen 2003)

Foto 53 Lipno - totéž místo jako na předešlém snímku o rok později (říjen 2004) při pomalém napouštění přehrady

Foto 54 Lipno - odběrové plavidlo - nafukovací kanoe Pálava