

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

Obor: Algologie a ekologie řas



Diplomová práce

**Vliv intenzivní turistiky na fytoENTOS horských
vrchovišť**

Renata Svátková

Praha 2009

Školitel: doc. RNDr. Jiří Neustupa, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury.

Renata Svátková

Summary

The effect of tourism on phyto-benthos of mountain peat bogs

Water regime in mountain peat bogs depends above all on precipitation. In addition, peat bogs are characterised by low pH and by generally low level of nutrients. Tourists can cause destruction of flora and fauna by littering, but also by urinating and by excrements. In this diploma thesis algal flora of six mountain peat bogs in five Sudeten Mts areas (Jizerské Mts, Krušné Mts, Šumava Mts, Orlické Mts and Krkonoše Mts) were investigated. Peat bogs were mainly situated not far off access road, hence there is a presumption that locality is frequently visited by tourists. On each locality two series of samples were taken. First set of samples was taken close to wooden footway and the second was taken in central part of the peat bogs, respectively. Analyses of alpha- and beta-diversity and analyses of changes in species composition of algae and cyanobacteria were conducted with each set of samples from all localities. These analyses were aimed to find eventual differences in phyto-benthos of affected and virtually tourism non-affected parts of mountain peat bogs.

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli Jiřímu Neustupovi za vedení mé diplomové práce a cenné rady. Janě Veselé chci poděkovat za cenné připomínky ke statistickým metodám, Martině Pichrtové, Kataríně Nemjové, Anně Kynčlové, Katce Černé a dalším za příjemné prostředí v laboratoři. V neposlední řadě moc děkuji mým rodičům a Jiřímu Loudovi za podporu, pomoc a trpělivost.

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Charakteristika horských rašelinišť	2
1.1.1. Typy rašelinišť	2
1.1.2. Vznik rašelinišť	2
1.1.3. Význam rašelinišť	3
1.2. Fytobentos	3
1.3. Eutrofizace rašelinišť	4
1.4. Turistika v horách	6
2. Popis lokalit	8
2.1. Jizerské hory	8
2.1.1. Rašeliniště Klečové louky	9
2.1.2. Rašeliniště Na Čihadle	9
2.2. Krušné hory	10
2.2.1. Božídarské rašeliniště	10
2.3. Šumava	10
2.3.1. Chalupská slat'	11
2.4. Orlické hory	12
2.4.1. Czarne Bagno (Polsko)	12
2.5. Krkonoše	12
2.5.1. Černoohorské rašeliniště	13
3. Materiál a metodika	14
3.1. Odběr vzorků	14
3.2. Zpracování materiálu	15
3.3. Determinace řas a dokumentace nálezů	15
3.4. Statistické vyhodnocení	16
3.4.1. Určení abundancí jednotlivých druhů sinic a řas	16
3.4.2. Analýzy diverzity	17
3.4.3. Mnohorozměrné analýzy	18
4. Výsledky	20
4.1. Seznam nalezených druhů podle lokalit	20
4.2. Struktura druhového složení lokalit	21
4.3. Výsledky analýz jednotlivých lokalit	21
4.3.1. PR Klečové louky (Jizerské hory)	22
4.3.2. Na Čihadle (Jizerské hory)	24
4.3.3. Božídarské rašeliniště (Krušné hory)	26
4.3.4. Chalupská slat' (Šumava)	28
4.3.5. Czarne Bagno (Polsko)	31
4.3.6. Černoohorské rašeliniště (Krkonoše)	32
5. Diskuze	33
6. Závěr	36
7. Seznam literatury	37
Příloha	42

1. Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na vliv intenzivní turistiky v horských vrchovištích. Lidé, kteří chodí po povalových chodnících vedoucích rašeliništům, často odhazují obaly od jídla, na svých botách můžou mít zbytky špíny z měst, hlavně pokud se v bezprostřední blízkosti rašeliniště nachází veřejná komunikace, kam se dá zajet autem, či jiným dopravním prostředkem (případ Božího Daru v Krušných horách, nebo Chalupské slati na Šumavě), nebo se lidé nechají vyvést přímo na vrchol hory lanovkou (jako je tomu například v Krkonoších u Černohorského rašeliniště). Několikrát jsem také viděla, že sebou turisti na výlet berou psy, kteří mohou v bezprostřední blízkosti povalového chodníku zanechat exkrementy. Dva články ze začátku 80. let minulého století se v časopise *Tourism Management* zmiňují, že se turismus negativně projevuje v okolí turistických cest. Lidé způsobují destrukci flory a fauny odhazováním odpadků, vyrušováním zvířat hlukem, nebo pošlapáním půdy (Coppock, 1982; Cook & Raymond, 1984). Podobným tématem se zabývala až na začátku tohoto století skupina vědců v Tasmánii. V článku se zmiňují, že turistika sebou nese znečištění nejen odpadky, ale také znečištění fekálního původu (Kerry & al, 2003). Tato studie byla prováděna na různých typech biotopů, kde byl zkoumán vliv moči a lidských výkalů na cévnaté rostliny a mechy. Ve většině případů byl po expozici zaznamenán větší nárůst biomasy rostlin. Nováková (2002) při svém výzkumu algoflory našla v Úpském rašeliništi (Krkonoše) druhy řas charakteristické pro mezotrofní až eutrofní lokality, jako je například *Scenedesmus acutus*, *Surirella angusta* a další., což by mohlo být tím, že lidé chodící do rašeliniště ho znečišťují a tím zvyšují jeho trofii.

Mě zajímalo, zda Novákové (2002) nález eutrofních druhů v rašeliništi byl ojedinělý, nebo zda se jedná o obecnější jev, který se týká rašelinišť zpřístupněných lidem po povalových chodnících. Pokud lidé znečišťují okolí turistických cest, mělo by se to projevit na změně druhového složení sinic a řas v jejich bezprostředním okolí. V odborné literatuře nebyl tento specifický problém z algologického hlediska dosud zpracován. Proto mi přišlo zajímavé zjistit, zda se druhové složení fytoENTOSU v tůnkách podél turistických cest liší od tůnek v centrální části rašeliniště.

1.1. Charakteristika horských rašelinišť

1.1.1. Typy rašelinišť

Rašeliniště se řadí mezi oligotrofní až dystrofní lokality s malým množstvím dostupných živin, kyselou reakcí vody (pH 3,5 – 6,5) a vysokou produkcí organického materiálu, který převažuje nad dekompozicí (Pokorný & Rejšková, 2007; Jiroušek, 2008).

Podle původu a zásobování vodou rozlišujeme dva typy rašelinišť:

1) **Slatiniště:** vznikají zazemněním bývalé vodní plochy, například jezera, a jsou zásobována podzemní vodou. V takových tůních se pH pohybuje většinou mezi hodnotami 5 – 6.

Slatiniště mají vysokou hladinu podzemní vody, jsou často minerálně bohatá, sedimentuje zde slatina nebo slatinná zemina (Jiroušek, 2008).

2) **Vrchoviště:** svým zásobením jsou závislá především na dešťových srážkách a reakce vody je kyselější než u slatinišť. Zde se pH pohybuje většinou v rozmezí 3,5 – 4,5 (Ellenberg, 1996). Název vrchoviště si získala díky svému kopečkovitému vzhledu. Některé druhy rašeliničku nejvíc přirůstají pod vodou v jezírkách, naopak jiné druhy rašeliničku přirůstají na relativně sušších místech ve snaze neztratit kontakt s kyslíkem (Jiroušek, 2008). Přirůstáním rašeliničku se začne vytvářet kopeček (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009). Pod jeho povrchem je hladina vody asi 40 cm (Jiroušek, 2008). Pokud se tyto kopečky v rašeliništi spojí, začne se rašeliniště zvedat nad okolní terén a vznikne tak vrchoviště. Protože jsou vrchoviště zásobena převážně srážkovou vodou, jsou minerálně poměrně chudá. Sedimentuje zde pravá rašelina (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009).

1.1.2. Vznik rašelinišť

Rašeliniště vznikají v oblastech vyznačujících se vysokým množstvím dešťových srážek, s velkou vlhkostí vzduchu a nízkou teplotou prostředí (Malatoni, 1999; Borics & al., 2003).

Vytvářejí se také za předpokladu, že je vrchní část půdy s vegetací izolovaná od podložního vlivu minerální půdy, například hladinou podzemní vody (Bobbing & al., 1998). Z daného vyplývá, že rašeliniště vznikají v místech vysokého obsahu vody v podloží a nízkým obsahem živin. Za takového předpokladu dochází ke kumulaci rašeliny, která následně podporuje kyselou reakci stanoviště (Kuhry & Turunen, 2006). Rašeliniště takto například vznikají na obnažených půdách po ústupu ledovce (Kuhry & Turunen, 2006). Tímto způsobem v České republice vznikla rašeliniště v Krkonošském národním parku, v Jizerských horách, ale i na Šumavě.

1.1.3. Význam rašelinišť

Rašeliniště jsou velice významnými biotopy globálního charakteru, protože v sobě kumulují obrovské množství atmosférického uhlíku do organické podoby, především do těl rašeliníku (*Sphagnum* sp.) (Walbridge & Navaratnan, 2006). Tím významně snižují obsah skleníkového plynu oxidu uhličitého v ovzduší. Z daného vyplývá, že pokud dochází k destrukci rašelinišť například jejich postupnou eutrofizací, nebo těžbou a spalováním rašeliny, bude docházet i k postupnému uvolňování nahromaděného uhlíku zpět do ovzduší. To může způsobit zvýšení teploty na Zemi. Pozitivní zpětnou vazbou dojde ke zvýšení dekompozice (oxidace) nahromaděného organického materiálu v rašeliništi, s čímž souvisí opětovné další uvolňování nahromaděného uhlíku (Walbridge & Navaratnan, 2006).

1.2. Fytobentos

Bentos obecně je společenstvo organismů, které obývá povrchovou vrstvu dna vodních toků, nádrží a moří sahající do hloubky několika centimetrů tzv. bentál (Říhová – Ambrožová, 2007). Bentos tvoří mikroorganismy hub, fytobentos (sinice a řasy, mechorosty,

makrovegetace) a zoobentos (Lellák & Kubíček, 1992). Pod pojmem fytobentos, neboli periphyton rozumíme zejména nárostová společenstva řas a sinic. To znamená, že řasy a sinice žijí přisedle na podkladu, nejčastěji v eufotické zóně daného ekosystému (Algea, 2008). Organismy se vyskytují i v tzv. hyporeálu (Pouličková, 1998). Hyporeálem se rozumí hlubší vrstva dna s infiltrovanou vodou z vodního sloupce (Michelčíková, 2008).

Fytobentos dělíme do několika skupin podle místa jeho výskytu 1) **Epiliton**: jedná se o nárosty na kamenech, 2) **Epifyton**: nárosty na jiném rostlinném organismu, 3) **Epipelon**: nárosty na povrchu jemného sedimentu, 4) **Epipsamon**: nárosty na povrchu písčitého podkladu (Hindák, 1978). Organismy se k podkladu přichytávají například pomocí slizu, slizovými stopkami, nebo specializovanými koncovými buňkami u vláknitých řas (Stevenson et al., 1996). Epifytické řasy mají na rozdíl od epilitchkých nárostů složitější prostorovou strukturu celého společenstva (Hindák, 1978).

V kyselém oligotrofním prostředí horských rašelinišť se nejčastěji vyskytují zástupci rozsivek (Bacillariophyceae), spájivek (Conjugatophyceae) (Nováková, 2002; Štěpánková & al., 2008) a dále některých sinic (Cynoprokaryota), které jsou schopny vázat vzdušný dusík (Allan, 1995). Ze sinic se v bentosu nachází například *Anabaena* sp., *Chroococcus* sp., *Merismopaedia glauca*, *Phormidium* sp., *Pseudanabaena* sp. a další (Nováková 2002; Nováková 2007; Štěpánková et al., 2008;)

1.3. Eutrofizace rašelinišť

Eutrofizací se rozumí obohacování daného ekosystému o živiny, především o sloučeniny fosforu a dusíku (Begon, 1997). Dusík a fosfor představují základní stavební kameny rostlinných i živočišných buněk. Přítomnost dusíku a fosforu ovlivňují stav čistoty ekosystémů a často patří mezi limitující prvky pro výskyt některých druhů organismů, ať už se jedná o sinice, řasy nebo vyšší cévnaté rostliny a s nimi spojenými živočišnými druhy, včetně obratlovců (Stevenson et al., 1996). Řasy vyžadují více živin v období, kdy je v prostředí nízká teplota a méně světla, než je pro ně optimální (Stevenson et al., 1996).

S různým obsahem rozpuštěných látek ve vodě jsou spojeny různé hodnoty dalších chemických a fyzikálních parametrů vody, jako jsou například pH a konduktivita vody

(Štěpánek & Červenka, 1974). Nárůst obsahu živin v ekosystému může mít původ v přirozeném vývoji ekosystému, ale i v antropogenní činnosti člověka na životní prostředí. Hlavním zdrojem fosforu na Zemi je apatit - chemicky fosforečnan vápenatý ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) (Schlesinger, 1997), který se díky fyzikálnímu a biologickému působení transformuje na sekundární minerální nerozpustné formy (Walbridge & Navaratnan, 2006). Sekundární minerální formy jsou například sloučeniny s hliníkem (Al), železem (Fe) a manganem (Mn) v kyselém prostředí a sloučeniny vápníku (Ca) nebo hořčíku (Mg) v prostředí alkalickém (Lindsay et al., 1989). Tato přeměna primárního zdroje fosforu do sekundární minerální formy byla studována například v roce 1976 na Novém Zélandu (Vitousek & White, 1981). Bylo zjištěno, že čím je menší obsah primárního apatitu v půdě za čas, tím se zvedá v čase poměr sekundárních nerozpustných minerálů. Aby fosfor z těchto nerozpustných sloučenin mohl být rostlinami využit, musí přejít do vody buď zvětráváním nebo přímým rozpouštěním vlivem vody (Walbridge & Navaratnan, 2006).

Fosfor je v ekosystému vázán také v organické formě, zabudovaný do těl rostlin a živočichů (Wieder & Vitt, 2006). V rašeliništích je ohromné množství fosforu zabudováno právě v organické podobě, tudíž pro rostliny dostupného fosforu je zde velice málo. Problém ovšem nastává, pokud se eutrofizací objeví fosforu tolik, že ho jsou schopny využít kompetičně silnější rostliny. Ty začnou původní rašeliništní druhy přerůstat. Díky kořenovému systému začnou využívat i organicky vázaný fosfor a tím způsobují znehodnocování lokality, případně její zazemnění až zánik (Lamers & al., 2000). Stupeň eutrofizace rašelinišť se ovšem pouze podle obsahu fosforu měřit nedá, protože během roku i v kratších periodách jeho koncentrace v ekosystému kolísá (Vitt et al, 1994). Přesto lze obecně říci, že v rašeliništích je obsah rozpuštěného fosforu nižší než v bažinách a ostatních ekosystémech (Vitt et al, 1995).

Dalším z faktorů, které ovlivňují koncentraci rozpuštěných látek fosforu, ale i dusíku nebo síry, je teplota vody (Tolonen & Hosiainluoma, 1978; Vitt et al, 1995).

Druhým důležitým prvkem, který se podílí na eutrofizaci ekosystémů rašelinišť, je dusík, respektive jeho sloučeniny. Hlavním zdrojem dusíku na Zemi je atmosférický dusík ve formě inertní molekuly N_2 , který se v atmosféře vyskytuje jako nejhojněji zastoupený plyn (79%). Plynný dusík ovšem velká většina organismů není schopna využívat (Vitousek & Horvath, 1991). Mezi organismy, které umějí tento atmosférický dusík navázat, a zároveň ho tím zpřístupnit pro ostatní organismy, patří některé bakterie a sinice (Allan, 1995). Jedná se především o aerobní bakterie rodu *Azobacter* sp., nebo sinice rodu *Anabaena* sp., *Aphanizomenon* sp. atd. (Lellák & Kubíček, 1992). Tyto organismy váží atmosférický dusík do sloučenin, například dusičnanů, který už pak jsou ostatní rostliny schopny využívat a

zabudovávat do svých těl v podobě bílkovin a nukleových kyselin (Welch & Lindell, 1992). Odumíráním organického materiálu a také díky exkrementům vylučovaným živými organismy se dusík dostává zpět do ekosystému (nyní už v podobě, kterou je většina organismů schopna bez problému přijmout a využít) ve formě kyseliny močové, amoniaku, nukleových kyselin atd. (Welch & Lindell, 1992). Stejně jako fosfor, tak i dusík se ukládá do sedimentů zfosilizováním těl rostlin a živočichů. Další cesta, jak dochází k eutrofizaci ekosystémů rašelinišť, jsou vodní srážky. Vlivem dopravy, spalováním fosilních paliv atd., se do ovzduší dostává velké množství plynů, mezi kterými jsou i sloučeniny dusíku. Tyto plyny se navážou na molekuly vody a spolu s deštěm padají opět k zemi jako kyselé deště (Allan, 1995).

Jak bylo řečeno výše, rašeliniště se vyznačují obecně malým množstvím živin, tedy i dusíku. Dominantní rostlinou rašelinišť je rašeliník (*Sphagnum* sp.) (Bobbing et al., 1998). Rašeliník má schopnost eliminovat množství přijímaného dusíku v rašeliništích a efektivně ho zabudovat do svých pletiv (Bragazza et al., 2005). Pokud má rašeliník ve svém okolí dusíku málo, dokáže ho beze zbytku přijmout. Pokud má ovšem ve svém okolí dusíku nadbytek, přijímá a využívá ho stále ve stejném množství, ale jeho růstová aktivita se nezvyšuje (Bragazza et al., 2005). Zbylé množství dusíku pak mohou využívat kompetičně silnější rostliny. Následně tyto rostliny postupně přerůstají rašeliník a dochází k postupnému zameňování rašeliniště a tím k jeho znehodnocování (Lamers et al., 2000)

1.4. Turistika v horách

Nevrlý v Knize o Jizerských horách vzpomíná, jaké byly Jizerské hory před čtvrt stoletím: „...Tehdy, a to i o sobotách a nedělích, bylo možno jet na lyžích hodiny po jizerských horách a nespátřit člověka...“ (Nevrlý, 1981). Horské oblasti Čech i Moravy se staly v posledních 20 letech centrem aktivního odpočinku se všemi negativními stránkami této lidské činnosti. Při svých odběrech jsem navštívila Krkonoše, Krušné hory, Šumavu atd. a všude člověk narazí na spousty turistů, kteří do hor cestují na kole i pěšky.

Slovo turistika je francouzského původu, kde „tour“ znamená cestu nebo jízdu. Turistika je komplexem činností, které jsou spojeny s aktivním pohybem a pobytem v přírodě, má za cíl poznat přírodní a společenské poměry v oblasti a využívá k tomu odborně technických

znalostí a dovedností (Ludvík, 1986). Turistika, jak ji známe v dnešní podobě, začala v Čechách vznikat počátkem 19. století, kdy mezi první nadšené turisty patřil například Karel Hynek Mácha, Josef Kajetán Tyl a další. Turistické aktivity byly až do poloviny 19. stol. většinou individuální. Tradice turistiky organizované se počíná v českých zemích zhruba v 60. letech 19. století (Kašpar, 2007). V roce 1862 založil Miroslav Tyrš tělovýchovnou jednotu Sokol, kde vyzdvihuje nácvik soustavného a vytrvalého pochodu a vyzdvihuje i kulturně poznávací obsah společných výletů (Ondráček, 2006). Koncem 19. století začaly vznikat v řadě míst turistické spolky. Za všechny můžu vyjmenovat například Klub českých turistů známý také pod zkratkou KČT, což je zájmové sdružení turistů vzniklé za Rakouska-Uherska 11. června 1888 a který působí v České republice dodnes (KČT, 2009), nebo Německý horský spolek pro Ještědské a Jizerské hory (DGV) založený roku 1884 Adolfem Hoffmannem (Ročenka JJHS, 2002). Ten byl ovšem po válce v roce 1945 zrušen a znovu ho obnovili sloučením různých menších organizací v roce 1996 jako Jizersko-ještědský horský spolek (Vašina & Klimovič, 2004). Spolků je samozřejmě mnohem více v různých regionech, ale nebudu je zde všechny uvádět, protože tato práce není prvotně zaměřena na toto téma. Obliba hor coby turistického cíle neustále roste a především zpevněné asfaltové silnice na každém kroku, stánky s občerstvením a turistické vrcholové známky ztraktivňují výlety do těchto míst tisícům lidí, kteří chtě nechtě sebou do těchto míst přinášejí ruch a odpadky.

2. Popis lokalit

Pro svou práci jsem si vybrala průzkum společenstev bentických řas a sinic z 6 lokalit v pěti sudetských pohořích nacházejících se na hranicích České republiky. Vesměs se jednalo o horská vrchoviště, kterými byly vedeny dřevěné povalové chodníky s naučnou stezkou pro turisty. Některá rašeliniště jsou turisticky více navštěvovaná, jako například Boží Dar v Krušných horách a jiná jsou navštěvovaná méně, příkladem je například Czarne Bagno v polské části Orlických hor. Zde jsem za cca 6 hodin odebrání vzorků potkala pouze 3 turisty. Mapka s vyznačenými lokalitami je v příloze (Obr. 69).

2.1. Jizerské hory

Chráněná krajinná oblast Jizerské hory se nachází na severu České republiky u hranic s Polskem a Německem. Na východní straně sousedí s Krkonošským národním parkem. Celková rozloha Jizerských hor je 368 km². Pohoří tvoří hlavní evropské rozvodí mezi Severním mořem a Baltským mořem.

V této oblasti je z dlouhodobého hlediska největší úhrn srážek v republice. Ročně tu průměrně spadne kolem 1 200 mm srážek. Je to dáno převládajícím severozápadním prouděním, které do oblasti přivádí vlhký vzduch od Atlantského oceánu (Tolasz a kol., 2007).

Náhorní plošina Jizerských hor byla během posledních třiceti let vážně poškozena. Původní jedlo-bukové pralesy, které byly v 19. století nahrazeny rychle rostoucími smrkovými monokulturami, byly vážně poškozeny průmyslovými imisemi a následně kalamitami obaleče modřínového (*Zeiraphera griseana*) a lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Velká většina poškozených a odumřelých stromů byla odtěžena. Pouze část starých smrčín se většinou dochovala jen v rezervacích. Poté byla náhorní plošina znovu zalesněna, v převážné míře opět smrkem ztepilým (*Picea abies*) a smrkem pichlavým (*Picea pungens*) (Modrý & Sýkorová, 2004).

2.1.1. Rašeliniště Klečové louky

Toto vrchoviště se nachází v nadmořské výšce 970 – 1 030 m nad mořem a jeho rozloha činí 7,55 ha. (Mackovčín & Kuncová, 2002). Jedná se skupinu čtyř vrchovišť na západním úpatí hory Jizery. Pro veřejnost je zpřístupněna pouze Velká Klečová louka, která se nachází nedaleko Štolpišské silnice po poválkovém chodníku ukončeném vyhlídkovou plošinou (Modrý & Sýkorová, 2004). Rašeliniště je lemováno klečí a částečně odtěženými imisemi zničenými smrkovými porosty. V rašeliništi roste mimo rašeliničku dále suchopýr, klikva, rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*).

2.1.2. Rašeliniště Na Čihadle

Přírodní rezervace Na Čihadle se nachází v centrální části Jizerských hor na severovýchodním svahu Černé hory vedle Štolpišské silnice v nadmořské výšce 980 m nad mořem. Celková výměra rezervace činí 3,5 ha a ochranné pásmo kolem rezervace je dalších 11,25 ha. (Mackovčín & Kuncová, 2002) Na rašeliništi se vyskytují typické rašeliništní druhy, jako je například rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), ostřice mokřadní (*Carex limosa*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), nebo suchopýrek trsnatý (*Trichophorum caespitosum*) (Modrý & Sýkorová, 2004). Na jaře zhruba před třemi lety jsem na tomto rašeliništi viděla i vzácného tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*). Severně od vyhlídkové věže se zde nachází jezírko o rozměrech 20 x 12–20 m, které je největší přirozenou vodní plochou v Jizerských horách (Jóža & al. 2004)

2.2. Krušné hory

Krušné hory leží na severozápadní hranici České republiky. Jejich délka je přibližně 130 km a rozprostírají se od jihozápadu od Aše na severovýchod k Ústí nad Labem (Spurná, 2008) Šířka není větší než 20 km a rozlohu mají cca 1 600 km². Nejvyšší hora Klínovec dosahuje výšky 1 244 m n.m. (Čihař, 2002).

2.2.1. Božídarské rašeliniště

Božídarské rašeliniště začalo vznikat v postglaciálu na tektonické poruše v místech vývěru hlubinných pramenů (Kolečko, 2003). Toto rašeliniště je největší krušnohorskou národní rezervací (Čihař, 2002) Národní přírodní památkou bylo vyhlášeno v roce 1965. Výměra rašeliniště Boží Dar je 929,57 ha. Jedná se o rozsáhlý komplex 11 vrchovišť. V minulosti se zde od Božího Daru po Hřebencovou těžila rašelina borkováním (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009). Rašeliniště se nachází v nadmořské výšce 954 – 1 115 m nad mořem. Jedná se o lokalitu se zachovalými glaciálními relikty, jako například bříza zakrslá (*Betula nana*) (Rubín a kol., 2004). Nejvyšším bodem je Božídarský Špičák (1 115m), který vznikl v průběhu třetihor sopečným výlevem a je to nejvyšší čedičová kupa sopečného původu ve střední Evropě (Kolečko, 2003).

2.3. Šumava

Národní park, Chráněná krajinná oblast a biosférická rezervace Šumava se nachází na jihozápadě České republiky na hranicích s Německem a Rakouskem. Celková výměra Národního parku Šumava, kde se nachází zkoumaná lokalita Chalupská slat', je 68 064 ha.

Z hlediska klimatického má oblast přechodový charakter mezi oceánickým a kontinentálním. Průměrné roční teploty v nadmořské výšce kolem 750 m nad mořem jsou 6,5 °C (Čihař, 2002). Nachází se zde také nejchladnější místo České republiky, kterým je údolí Kvildského potoka pod Jezerní slatí, jehož průměrná roční teplota činí jen 2 °C.

Co se týká průměrných ročních srážek, tak nejnižší jsou na severovýchodním okraji Šumavy, kde se pohybují kolem 800 – 900 mm, nejvíce srážek spadne na Plechém, Březníku, a Jezerní hoře, kde překračují 1 600 mm. Nachází se zde také srážkový stín s minimem srážek a to je například v okolí Nových Hutí, Borových Lad, Zátoně a Strážného atd. (Mackovčín & Albrecht, 2003).

2.3.1. Chalupská slat'

Chalupská slat' se nachází asi 13 km jižně od Vimperka v nadmořské výšce 898 – 940 m nad mořem v nivě Vydřího potoka mezi Novým Světem, Svinnými Lady a Borovými Lady. Jeho výměra činí 202,81 ha. V jižní části rašeliniště se nachází největší rašelinné jezírko v České republice o výměře 1,3 ha s hloubkou až 1,5 m.

Jedná se o rašeliniště přechodového typu mezi údolním a náhorním typem šumavských vrchovišť. V jeho okolí rostou kleče (*Pinus mugo*), borovice (*Betula pendula*) a smrk (*Picea abies*). V samotném rašeliništi se nachází kromě rašeliníku (*Sphagnum* sp.) také rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), suchopýr (*Eriophorum* sp.) a kyhanka (*Andromeda polyfolia*).

Vzorky ovlivněné lokality jsem odebírala z jezírka v těsné blízkosti povalového chodníku, který vede od parkoviště ze Svinné Lady. Chodník je asi 250 m dlouhý a vede podél něj naučná stezka. Naopak vzorky z neovlivněné části rašeliniště jsem odebírala podél břehu po obvodu jezírka, minimálně však 10 m od povalového chodníku.

2.4. Orlické hory

Orlické hory se klenou ve směru od severozápadu k jihovýchodu mezi tzv. Sudetským mezihořím a Štítskou brázdou. Za horním tokem Divoké Orlice probíhá paralelní hřeben polských Bystřických hor (Góry Bystrzyckie) (Čihař, 2002). Orlické hory se vytvořily v prvohorách v kambriu v průběhu hercinského vrásnění (Ludvík a kol., 1988). Na délku mají Orlické hory kolem 50 km, na šířku zhruba 10 km, rozlohu zaujímají kolem 340 km². Nejvyšší hora je Velká Deštná, která se tyčí do výše 1 115 m n.m. Severozápadní část tvoří Evropské rozvodí mezi Severním mořem a Baltem. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 5 °C, a roční průměrný úhrn srážek je kolem 1 000 mm za rok (Tolasz a kol., 2007)

2.4.1. Czarne Bagno (Polsko)

Asi 6 km od města Duszniki Zdrój leží přírodní rezervace Torfowisko pod Zieleńcem, neboli rašeliniště Topielisko a Czarne Bagno. Rašeliniště o rozloze 120 ha se nachází v nadmořské výšce 760 m n.m. na polské straně Orlických hor. Pramení zde Divoká Orlice. (Čihař, 2002). Na okraji rašeliniště Topielisko stojí dřevěná vyhlídková věž.

2.5. Krkonoše

Krkonošský národní park (KRNAP) je nejvyšším pohořím České republiky (s nejvyšší horou v republice Sněžkou - 1 602 m nad mořem) a nachází se na severovýchodě státu u hranice s Polskem. Včetně ochranného pásma zaujímá území o rozloze 630 km² (Čihař, 2002). V roce 1992 byly KRNAP a polský Karkonoski Park Narodowy začleněny do tzv. biosférické rezervace organizace UNESCO (Čihař, 2002).

Krkonoše se vyvrásnily v prvohorách zhruba před 600 miliony lety za hercinského vrásnění. Spolu s Hrubým Jeseníkem jako jediné v republice překračují horní hranici lesa, která se pohybuje okolo 1 250 m nad mořem (Vlček, 2008). V Krkonoších se nachází také mnoho severských druhů rostlin a živočichů – tzv. glaciálních reliktnů, které se po ústupu ledovce zachovaly vysoko v horách – ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*), nebo všivec krkonošský (*Pedicularis sudetica*) (Čihař, 2002). Dále můžeme v Krkonoších najít i endemitní druhy – například zvonek český (*Campanula bohemica*) nebo jěřáb krkonošský (*Sorbus sudetica*) (Vlček, 2008).

Krkonoše patří mezi nejdeštivější místo České republiky. Ročně tu spadne 700 – 1 400 mm srážek, na Sněžce kolem 1 230 mm. Vzhledem k vysoké nadmořské výšce, se kterou je spojena nízká průměrná roční teplota (průměrně 4 – 5 °C a na Sněžce dokonce pouze 0,2 °C), zde leží sněhová pokrývka zhruba od počátku listopadu do dubna (Tolasz, 2007).

2.5.1. Černohorské rašeliniště

Černohorské rašeliniště patří mezi nejzachovalejší rašeliniště krkonošského pohoří. Zaujímá 66 ha plochy (Čihař, 2002) a nachází se zhruba 1 km od lanovky vedoucí z Jánských Lázní na Černou horu. Mocnost rašeliny dosahuje až 2 m (Čihař, 2002). Rašeliništěm je vedena naučná stezka po povalovém chodníku, na jehož konci je vyhlídková věž.

3. Materiál a metodika

Na většině vybraných lokalit jsem prováděla jednorázový odběr vzorků fytoENTOSU. Na dvou lokalitách, Klečové louky (Jizerské hory) a na Chalupské slati (Šumava), jsem provedla odběry na počátku a ve vrcholné fázi vegetační sezóny. První odběr jsem situovala do jarního období na začátku května (což na horách odpovídá zhruba kolem 3 týdnů po odtání sněhu) a druhý odběr jsem provedla v případě Klečové louky koncem července, což odpovídá letnímu období. V případě Chalupské slati byl odběr proveden v polovině října, což odpovídá období podzimnímu. Naplánován byl i letní odběr na lokalitě Na Čihadle (Jizerské hory), ale ten jsem nemohla uskutečnit z důvodu extrémně nízkých srážek, kdy nebyly v blízkém okolí povalového chodníku žádné tůňky, ze kterých by bylo možno odebrat vzorky řas a sinic. Nebylo proto možné provést srovnávací analýzy mezi potenciálně ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami tohoto rašeliniště.

3.1. Odběr vzorků

Na vybraných lokalitách jsem odebírala zhruba stejný počet vzorků z ovlivněných (do 0,5 m od povalového chodníku) a neovlivněných (centrální části rašeliniště 10 m a více od povalového chodníku) míst. Na některých lokalitách s omezeným počtem vhodných tůňek jsem se snažila najít všechna odběrová místa, ve kterých by bylo možné odběr udělat. Přesto byl v několika případech počet vzorků na lokalitu často nízký.

Každý vzorek jsem odebírala do plastové uzavíratelné zkumavky o objemu 12 ml a opatřila ho pořadovým číslem. Vzorky byly směsné (epipelon, epifyton a metafyton), protože mým cílem nebylo postihnout variabilitu mezi jednotlivými biotopy v rámci jednoho stanoviště, ale zaznamenat celkovou variabilitu bentických řas v rašeliništi a vyhodnotit případnou změnu ve složení společenstev v ovlivněné a neovlivněné části lokality

Na každém stanovišti jsem zaznamenávala pH a konduktivitu (pomocí přístroje Combo), vzdálenost tůňky od povalového chodníku, velikost a hloubku tůňky a druhové složení okolní

makrovegetace. Poté jsem do plastové uzavíratelné lahvičky o objemu 200ml nabrala vodu pro pozdější stanovení koncentrací anorganických forem fosforu a dusíku kolorimetrem Hach DR/890. NH_4^+ byl stanovován Salicylate Method (metoda 10023). NO_3^- byl stanovován Cadmium Reduction Method (metoda 8171) a dostupný fosfor (Orthophosphate) byl stanovován metodou 8048.

3.2. Zpracování materiálu

Část vzorků jsem nejpozději do 24 hodin od odběru odpipetovala do menších zkumavek a nafixovala Lugolovým činidlem. Takto upravený materiál sloužil především k pozdější analýze procentuelního zastoupení jednotlivých druhů ve vzorcích. Vzhledem k tomu, že se ve vzorcích nacházelo nezanedbatelné množství rozsivek (Bacillariophyceae), vyžihala jsem vzorky pro přesnější determinaci nad kahanem (Houk, 2003), aby byla z frustuly odstraněna organická část buňky a zalila vzorky do nafraxu, tím se zviditelnila jemná povrchová struktura na schránce (Houk, 2003). Aby byly omezeny rozkladné procesy ve zbylém odebraném, nefixovaném materiálu, umístila jsem pootevřené zkumavky do stojánku a dala do osvětlené ledničky. Na tomto materiálu jsem poté prováděla samotné určování řas.

3.3 Determinace řas a dokumentace nálezů

Materiál připravený podle výše zmíněného popisu jsem určovala pomocí světelného mikroskopu Olympus CX 31. Vyžihané rozsivky jsem určovala světelným mikroskopem pomocí imerzního oleje na zvětšení 100x.

Pro determinaci jednotlivých skupin řas a sinic jsem používala následující literaturu: pro přibližné určení řas a sinic (Hindák et al., 1978). Pro bližší určení do druhů jsem následně používala publikace pro determinaci: sinic – Chroococcales (Komárek & Anagnostidis,

1998), Oscillatoriales (Komárek & Anagnostidis, 2005), vláknitých řas – Chlorophyceae (Hindák, 1996), krásivek - Zygnematophyceae (Lenzenweger, 1996; 1997; 1999; 2003), rozsivek – Bacillariophyceae (Krammer & Lange-Bertalot, 1986; 1991a; 1991b) a krásnooček – Euglenophyceae (Wolowski & Hindák, 2005).

Některé druhy jsem vyfotila pomocí světelného mikroskopu Olympus BX 51 s digitálním fotoaparátem Olympus Camedia Digital Camera C-5050 Zoom. Získané snímky jsem upravovala v programu Adobe Photoshop CS.

3.4. Statistické vyhodnocení

V této kapitole jsou shrnuty analytické metody, kterými jsem vyhodnocovala alfa a beta diverzitu a podobnost společenstev na potenciálně ovlivněných a neovlivněných stanovištích.

Analýzy byly zpracovávány v programu PAST software (Hammer et al., 2008).

3.4.1. Určení abundancí jednotlivých druhů sinic a řas

Pro statistické vyhodnocení bylo nutné nejdříve stanovit poměrné zastoupení druhů ve zkoumaném vzorku. To jsem prováděla ze vzorků fixovaných Lugolovým činidlem tak, že v úvahu bylo bráno vždy 100 buněk ze společenstev ve vzorku.

3.4.2. Analýzy diverzity

V první řadě jsem ze spočtených buněk druhů zjišťovala hodnotu **alfa diverzity** pomocí **Simpsonova a Shannonova indexu**. Alfa diverzita zjišťuje vnitřní druhovou diverzitu v daném jednom společenstvu. V mém případě se jedná o druhovou diverzitu v rámci jednoho vzorku na neovlivněných a dále pak na ovlivněných stanovištích. Tyto indexy diverzity berou v úvahu nejen počet druhů, ale i jejich poměrné zastoupení (nabývá hodnoty 0 pro jednodruhové společenstvo a jeho hodnota roste s počtem druhů) (Hammer et al., 2008).

Simpsonův index diverzity zjišťuje, s jakou pravděpodobností budou dva nalezení jedinci ve společenstvu patřit k různým druhům. Tento index dává větší váhu druhům hojným, na rozdíl od vzácně se ve vzorku vyskytujícím (Magurran, 2004).

Vzorec Simpsonova indexu:

$$Sim = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

S – celkový počet druhů
P_i – relativní velikost vybrané populace (velikost populace i-tého druhu lomená součtem velikostí všech populací)

Vzorec Shannonova indexu:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln P_i$$

S – celkový počet druhů
P_i – relativní velikost vybrané populace

Vypočítané hodnoty těchto indexů jsem pro větší názornost zobrazila ve výsledcích box ploty.

Zda se liší ovlivněné a neovlivněné lokality mezi sebou jsem porovnávala pomocí **F-testu** a **T-testu**. F-test testuje rozdíl ve variancích a T-test testuje rozdíl ve středních hodnotách (Zvára, 2003).

Dále jsem zjišťovala **beta diverzitu**, pomocí **Whittakerova indexu podobnosti**. Tento index se uplatňuje na sadě vzorků jednoho společenstva. Zde se jedná o srovnání změny diverzity fytoENTOSU mezi vzorky z potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek podle rozdílnosti v počtu druhovém složení (Hewson & Fuhrman, 2004; Van Dyke, 2008)

Vzorec Whittakerova indexu:

$$\beta = \frac{S}{\bar{\alpha}} - 1$$

β – míra podobnosti mezi dvěma tůňkami

α - průměrný počet druhů na jednu tůňku v dané skupině (ovlivněných, nebo neovlivněných)

S – celkový počet druhů nalezených ve všech tůňkách na lokalitě v dané skupině (ovlivněných, nebo neovlivněných)

Ze vzorce vyplývá, že pokud má β vysokou hodnotu, pak to znamená, že jednotlivé ovlivněné nebo neovlivněné lokality se liší unikátními druhy, které jsou jen v jedné lokalitě. Pokud β má nízkou hodnotu, pak to znamená, že se druhově tyto lokality moc neliší.

3.4.3. Mnohorozměrné analýzy

Strukturu společenstev na dané lokalitě jsem sledovala mnohorozměrnou metodou **NMDS** (non-metric multidimensional scaling). Touto analýzou jsem testovala každou sadu vzorků z jednotlivých lokalit. Jako distanční kritérium byl zvolen Bray-Curtisův index, který bere v úvahu i kvantitativní poměry jednotlivých taxonů (Magurran 2004). Analýzu NMDS jsem nechala spočítat pro tři dimenze (Borg & Groenen, 2005; Machová-Černá & Neustupa, 2009), protože hodnota stresu pro dvě dimenze byla poměrně vysoká. Tuto analýzu proto znázorňuji vždy dvojicí dvourozměrných grafů.

Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných vzorků jsem porovnávala pomocí neparametrické metody one-way **ANOSIM** (analysis of similarities) a pomocí neparametrického testu **NPMANOVA** (non-parametric multivariate analysis of variance) na 10 000 permutací (Machová–Černá & Neustupa, 2009). Tyto dvě analytické metody se používají na testování rozdílu mezi dvěma nebo více skupinami vzorků. Předpokladem k provádění analýzy je, že dané různé typy skupin musí mít podobný medián a rozptyl (Hammer et al., 2008).

U lokalit, ve kterých jsem pomocí analýzy ANOSIM a NPMANOVA zjistila, že se ovlivněné a neovlivněné tůňky liší, jsem prováděla analýzu **SIMPER** (similarity percentage) pomocí Bray-Curtisova indexu. Tato metoda zjišťuje, jaké druhy ze společenstva (a kolika procenty) jsou primárně zodpovědné za rozdílnost dvou studovaných lokalit (Baldwin et al., 1998; Hammer et al., 2008).

Vztah abiotických proměnných prostředí a druhového složení jednotlivých lokalit jsem zobrazila a testovala pomocí kanonické korespondenční analýzy (CCA, Canonical Correspondence analysis). Před vlastním testováním bylo nutné provést standardizaci dat, kde u veškerých proměnných, které neměly stejné jednotky, byly nejdříve v programu Microsoft Excel pomocí RANK jejich hodnoty nahrazeny pořadím. Statistickou signifikanci prvních dvou os CCA (postihujících nejvíce variability v druhových datech vysvětlených parametry prostředí) jsem testovala permutačními testy s 2 000 permutacemi. Vzájemná poloha mezi první osou a abiotickými parametry ukazuje významnost působení jednotlivých faktorů prostředí na druhové složení lokalit.

4. Výsledky

Většina vybraných lokalit se nacházela v pohraničních horách České republiky, kromě jedné lokality z Polska (Czarne Bagno). Nejmenší hodnota pH byla v ovlivněných tůňkách 3,5 (Boží Dar) (Tab. 31) a největší 6,2 (Czarne Bagno) (Tab. 55). V neovlivněných tůňkách bylo nejmenší pH 3,1 (Klečové louky letní odběr) (Tab. 17) a největší 5,6 (Czarne Bagno) (Tab. 55). Nejmenší naměřená průměrná konduktivita byla 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Klečové louky - jarní odběr, neovlivněná část) a největší 94,57 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Czarne Bagno - neovlivněná část rašeliniště). Průměrné hodnoty dostupného fosforu 0,07 mg/l (neovlivněná část Černohorského rašeliniště) a nejvíce bylo naměřeno 0,31 mg/l (jarní odběr na Chalupské slati v neovlivněné části). Průměrná největší koncentrace dusičnanových aniontů NO_3^- byla naměřena na Černohorském rašeliništi, kde bylo <0,0 mg/l v neovlivněné části a 0,03 mg/l v ovlivněné. Naopak nejvíce NO_3^- jsem naměřila na jaře na Chalupské slati, 0,77 mg/l v neovlivněné části a 0,80 Mg/l v části ovlivněné. Poslední abiotický parametr, který jsem měřila, amonný kationt NH_4^+ , se vyskytoval v nejvyšší průměrné koncentraci opět při jarním odběru na Chalupské slati v potenciálně neovlivněné části rašeliniště, kde jeho hodnota byla 0,43 mg/l. Naopak nejmenší průměrná koncentrace tohoto kationtu se nacházela při letním odběru na Klečových loukách, kde byla jeho hodnota 0,01 mg/l v neovlivněné části a v ovlivněné 0,03 mg/l. Všechny průměrné hodnoty naměřených parametrů jednotlivých lokalit podle ovlivněnosti a neovlivněnosti tůňek jsou napsány v příloze (Tab. 3).

4.1. Seznam nalezených druhů podle lokalit

Celkem jsem na šesti lokalitách našla 89 druhů řas a sinic (Tab. 2). Nejvíce druhů jsem našla na rašeliništi Czarne Bagno na Polské straně Orlických hor koncem hlavní vegetační sezóny začátkem září, celkem 72, nejméně druhů se vyskytovalo na začátku vegetační sezóny začátkem května zhruba 14 dní po odtání sněhu v Jizerských horách na Klečových loukách, kde jsem našla celkem jen 45 druhů řas a sinic.

4.2. Struktura druhového složení lokalit

Nejprve byla analyzována NMDS analýzou struktura druhového složení ve všech studovaných vzorcích dohromady s rozlišenými ovlivněnými a neovlivněnými odběrovými místy (Obr. 4a – první a druhá osa, 4b – druhá a třetí osa). Z obrázku 3 vyplývá, že blízkost turistických chodníků neovlivňuje druhové složení vzorků nijak zásadně.

Také paralelní 3-D NMDS analýza (Obr. 5a,b) s jednotlivými vzorky sloučenými podle lokalit (například červeně označený KRNAP8 představuje veškeré druhy nalezené v ovlivněných tůňkách na Černohorském rašeliništi atd.) znázorňuje, že druhové složení lokalit na ovlivněných a neovlivněných lokalitách se příliš neliší. Z obou grafů můžeme tedy usuzovat, že ovlivněné a neovlivněné tůňky se většinou druhově z velké části překrývají. Můžeme však pozorovat některé lokality (a to jak v rámci ovlivněných, tak neovlivněných tůňek), které naznačují výrazně odlišné druhové složení bentosu (Obr. 5a,b). Z ovlivněných můžeme například jmenovat Czarne Bagno (CZBA9), podzimní odběr na Chalupské slati (CHAL10), či Boží Dar (BoDa). Z neovlivněných naopak především rašeliniště v Jizerských horách Klečové louky (KLE5, KLE7) a Na Čihadle (CIH5).

Porovnáním alfa diverzit (spočítaných pomocí Shannonova indexu a Simpsonova indexu), které jsou zobrazené Box–ploty (Obr. 6 a 7), vidíme, že variabilita vypočtených hodnot diverzity je u ovlivněných tůňek ve většině případů větší, než u tůňek neovlivněných. Naopak tomu je pouze v případě lokality Czarne Bagno (CZBA9), kde je druhová diverzita větší v neovlivněné části rašeliniště a dále u jarního odběru na Klečových loukách (KLE5) a na Černohorském rašeliništi (KRNAP8).

4.3. Výsledky analýz jednotlivých lokalit

V této kapitole popisují výsledky analýz po jednotlivých lokalitách zvlášť. V závorce jsou uvedeny odkazy na příslušné grafy a tabulky zařazené v příloze. Dále je nutné uvést, že při

některých odběrech nebylo možno odebrat větší množství tůňek k analýze, protože byly vyschlé.

4.3.1. PR Klečové louky (Jizerské hory)

Na Klečových loukách jsem odebírala vzorky dvakrát, jednou na začátku sezóny zhruba dva týdny po odtání sněhu 2. 5. 2008, druhý odběr byl letní 25. 7. 2008. Při jarním i letním odběru jsem našla 32 druhů, avšak ne úplně shodných. Při jarním odběru se naměřené hodnoty pH pohybovaly mezi 3,76 a 4,34, konduktivity mezi 9 a 36, $\mu\text{S}/\text{cm}$, celkový fosfor 0,02 - 0,29 mg/l, dusičnany <0.0 – 0,8 mg/l a amoniakální dusík 0,01 – 0,3 mg/l (Tab. 10). Při letním odběru bylo pH mezi 3,03 a 4,36, konduktivity mezi 14 a 63, $\mu\text{S}/\text{cm}$, celkový fosfor 0,08 - 0,9 mg/l, dusičnany 0,01– 2,1 mg/l a amoniakální dusík <0.0 – 0,07 mg/l (Tab. 17). Podél povalového chodníku jsem odebrala vzorky ze všech tůňek, které se tam vyskytovaly.

Z grafu analýzy NMDS (Obr. 8a, b) lze usoudit, že druhové složení potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek se na Klečových loukách v jarním odběru zřejmě liší. Z grafu je dále patrná větší druhová heterogenita neovlivněné části rašeliniště, než ovlivněné. Analýza similarity ANOSIM i mnohorozměrná neparametrická MANOVA nicméně nevykázaly signifikantní p-hodnotu (permutační p-hodnoty byly lehce nad arbitrární 0,05 hranicí), která by potvrdila průkaznost rozdílů ve druhovém složení mezi skupinami vzorků (Tab. 11).

Hodnoty Shannonova a Simpsonova indexu (Tab. 12 a 13) ukazují, že na Klečových loukách se ani alfa diverzita mezi ovlivněnými a neovlivněnými skupinami vzorků neliší. Totéž ukazuje i hodnota Whittakerova indexu pro beta diverzitu (tab.14). Kanonická korespondenční analýza CCA (Obr. 9) poukazuje na rozdílnost ovlivněných a neovlivněných tůňek. Toto rozdělení však není moc spolehlivé, protože testování spolehlivosti této analýzy na 2000 permutací dalo hodnotu $p=0,24$. Přesto lze podle grafu předpokládat, že variabilitu druhových dat nejvíce ovlivňuje NH_4^+ (v mg/l) a konduktivita. Čím byly tyto hodnoty větší, tím pravděpodobněji byly tůňky více ovlivněné. Opačný trend je vidět u pH, kde platí, že čím je pH větší, tím pravděpodobněji budou tůňky spíše neovlivněné.

Výrazně zesílený trend můžeme pozorovat při letním odběru. Již na první pohled vidíme z obrázku (15a, b), že se začátkem léta na Klečových loukách oddělily dvě skupiny tůňek a to

potenciálně ovlivněné (vyznačené červeně) a neovlivněné (vyznačené zeleně). Hodnota stresu je přitom malá (0,077), proto danou analýzu můžeme pokládat za věrohodnou. Dále můžeme říci, že heterogenita tůňek v neovlivněné části rašeliniště je větší, než v části ovlivněné. Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných vzorků porovnávané parametrickou metodou one-way ANOSIM a metodou neparametrickou NPMANOVA na 10 000 permutací (Obr. 18) nám také ukazuje na rozdílnost v druhové variabilitě dvou druhů tůňek. Abychom zjistili, které druhy a kolika procenty se nejvíce podílí na tomto rozdělení, použila jsem analýzu SIMPER (Tab. 22). Z dané tabulky vidíme, že prvních pět druhů popisuje 53,74 % variability tůňek. Nejvíce se v ovlivněných částech rašeliniště vyskytuje *Mougeotia* sp. s abundancí celkem 26 %, kdežto v neovlivněných tůňkách se vyskytuje jen v 6,2 % případech. Naopak *Frustulia saxonica* nebo *Chroococcus turgidus* se vyskytují 2-krát častěji na neovlivněných stanovištích než v ovlivněných.

Analýzy alfa diverzity (Tab. 19 a 20) ukazují s velkou pravděpodobností na rozdíl ve vnitřní druhové diverzitě v rámci jednoho vzorku na neovlivněných a na ovlivněných stanovištích. Skupina ovlivněných vzorků vykazovala konzistentně vyšší hodnoty indexů alfa-diverzity než vzorky neovlivněné. Také analýzy beta diverzity (Tab. 21) naznačují na zřejmý rozdíl v charakteru společenstev v ovlivněných a neovlivněných vzorcích, protože vzorky odebírané z neovlivněné části rašeliniště byly ve své diverzitě výrazně heterogenější.

Z ordinačního diagramu CCA (Obr. 19), který znázorňuje výsledky analýzy letních odběrů na Klečových loukách, nemůžeme vysledovat jasné oddělení dvou typů lokalit, ale přesto můžeme vysledovat, že hodnota pH je větší v neovlivněných tůňkách, než ovlivněných.

Z porovnání obou odběrů, jarního i letního, můžeme vysledovat jistý rozdíl mezi potenciálně ovlivněnými a potenciálně neovlivněnými lokalitami, a to jak v jejich druhovém složení, tak i analýzách diverzity. Při jarním odběru (14 dní po odtání sněhu) mezi těmito dvěma skupinami lokalit nebyly nicméně prokázány rozdíly, kdežto při letním odběru na začátku prázdnin společenstva dvou typů tůňek byly jasně odlišné.

4.3.2. Na Čihadle (Jizerské hory)

Lokalitu rašeliniště Na Čihadle v Jizerských horách jsem odebírala sice dvakrát, ale odebraný materiál šel zpracovat pouze z jarního odběru, protože vzhledem k extrémně suché zimě, jaru a létu v roce 2008 (ústní sdělení p. Svátka, ČHMU v Liberci) byly tůňky tohoto rašeliniště kolem povalového chodníku zcela vysušené, tudíž nebylo možno provádět srovnávací analýzy mezi ovlivněnou a neovlivněnou částí rašeliniště. Proto zde uvádím jen výsledky prvního odběru z 2. května 2008.

Při odběru byla průměrná hodnota pH ovlivněné části rašeliniště 3,05 a neovlivněné části 3,22. Konduktivita byla v ovlivněné části větší a to 28,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kdežto v neovlivněné byla 17 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Průměrné hodnoty dalších měřených parametrů ovlivněného rašeliniště: celkový fosfor 0,2 mg/l, dusičnany 0,3 mg/l a amoniakální dusík 0,27 mg/l. Průměrné hodnoty v neovlivněné části rašeliniště: celkový fosfor 0,1 mg/l, dusičnany 0,55 mg/l a amoniakální dusík 0,19 mg/l (Tab. 25).

Z pohledu na graf (Obr. 23a, b) lze vyvodit, že se liší potenciálně ovlivněné a neovlivněné tůňky. Jiné vzezření okolí tůňek bylo vidět i z prvního pohledu přímo v terénu. Tůňky 1 a 2 se nacházely hned u povalového chodníku, v jejich okolí se kromě suchopýru (*Eriophorum* sp.) a rašeliníku (*Sphagnum* sp.) nacházela především brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a několik zakrslých smrčků (*Picea* sp.). Lokality 3 a 4 se nacházely 0,5 m od povalového chodníku, rostl kolem nich suchopýr, rašeliník, borůvčí, ale byla v jejich okolí i klikva (*Vaccinium oxycoccus*) a v tůňce 4 byl tmavě hnědý nárost, stejně jako v tůňkách 7 a 8. V bezprostředním okolí kolem ovlivněných tůňek jsem našla poházené papírové kapesníky a několik zbytků dokouřených cigaret. V centrálním rašeliništi se v hojné míře nacházela i klikva, suchopýr, rašeliník a naopak se v okolí nevyskytovalo borůvčí a bylo tam jen několik osamělých zakrslých smrků. Analýza similarity ANOSIM i mnohorozměrná neparametrická MANOVA (Tab. 26) ovšem neprokázaly rozdílnost ve druhovém složení mezi ovlivněnými a neovlivněnými lokalitami. Permutační p-hodnota byla u analýzy ANOSIM 0,262 a u analýzy NPMANOVA 0,174.

Analýzy alfa diverzity (Tab. 27 a 28) ani beta diverzity (Tab. 29) neprokazují odlišnost mezi potenciálně ovlivněnými a neovlivněnými lokalitami. Z grafu kanonické korespondenční analýzy CCA (Obr. 24) je patrné rozdělení zkoumaných vzorků na dvě skupiny, které se částečně překrývají. První jsou ovlivněné lokality nacházející se do 0,5 m od povalového

chodníku a druhá neovlivněná, která se nachází v tomto případě od 15 m do 40 m od povalového chodníku. Permutační p-hodnota vyšla těsně nad hranicí signifikance ($p = 0,06$). První osa popisuje 47,4 % variability vysvětlitelné proměnnými prostředí s hladinou průkaznosti $p = 0,034$, druhá osa vyšla nesignifikantně. S první osou souvisí hodnota pH a obsah celkového rozpuštěného fosforu. Vyšší pH se vyskytuje v neovlivněných tůňkách. Naopak s vyšší obsahe rozpuštěného fosforu ve vodě je v tůňce spíše ovlivněné. Podobně jako u NMDS analýzy (Obr. 23a, b) se lokalita č. 4 prolíná do skupiny mezi neovlivněné tůňky. Může to být způsobeno například tím, že tůňka číslo 4 se nacházela za hustým porostem borůvčí nacházejícího se těsně u povalového chodníku, proto se k dané tůňce nedostanou ani lidé ani psi.

4.3.3. Božídarské rašeliniště (Krušné hory)

NPR Božídarské rašeliniště v Krušných horách jsem navštívila 27. července 2008. Naměřené hodnoty pH v ovlivněné části rašeliniště byly 3,46 – 3,86; konduktivity 50 - 71 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor < 0.0 - 19 mg/l, dusičnany < 0.0 - 0,3 mg/l a amoniakální dusík < 0 - 0,44 mg/l. Průměrné hodnoty v neovlivněné části rašeliniště: pH 3,54 – 4,16; konduktivita 23 – 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0 - 0,24 mg/l, dusičnany < 0.0 - 0,02 mg/l a amoniakální dusík < 0.0 - 0,04 mg/l (Tab. 32).

Z obrázků 30a, b (NMDS graf) je patrné, že potenciálně ovlivněné i neovlivněné lokality jsou podobné. Oba typy odběrových míst se z velké části překrývají, přičemž hodnota stresu je 0,148. Pokud se však zaměříme na jednotlivé tůňky, uvidíme zde shluky podobajících se tůňek z hlediska umístění v rašeliništi: Tůňky 1 – 3 se nacházely hned u povalového chodníku do 50 m od příjezdové silnice, z makrovegetace zde převládal rašeliník (*Sphagnum* sp.) a ostřice (*Carex* sp.). Tůňky č. 4, 5, 6 a 9 se nacházely těsně před uzavírací závorou, kde byl povalový chodník rozšířen do větší odpočívací plošiny. Zde bylo mnoho obalů od sušenek, papírových kapesníků a vyšlapané cestičky i mimo chodník. Tůňky 12 a 13 se nacházely do 10 m za závorou v uzavřené části rašeliniště 2 m od povalového chodníku. V blízkosti č. 12 byl zbytek toaletního papíru, což dokazuje, že do těchto míst chodí lidé na záchod. Nakonec lokality č.14 až 16, se nacházely v travnatém centru rašeliniště, kde nebylo příliš vody a hustý porost ostřice odběrové tůňky zastiňoval.

Analýza ANOSIM i mnohorozměrná neparametrická MANOVA (Tab. 33) poukázaly na jistý rozdíl v druhovém složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných tůňek. Abychom zjistili, které druhy a kolika procenty se nejvíce podílí na tomto rozdělení, použila jsem analýzu SIMPER (Tab. 37). Z dané tabulky vidíme, že prvních pět druhů popisuje 47,43% variability tůňek. Nejvíce se v ovlivněných částech rašeliniště vyskytuje *Cryptomonas* sp. celkem 29,9 %, kdežto v neovlivněných tůňkách se vyskytuje jen v 8,25 % případů. Naopak *Eunotia exigua* se vyskytuje téměř 3-krát častěji na neovlivněných stanovištích než v ovlivněných.

Analýzy alfa diverzity pomocí Shannonova indexu (Tab. 34) a Simpsonova indexu (Tab. 35) ukazují, že na Božím Daru se alfa diverzita mezi ovlivněnými a neovlivněnými skupinami vzorků neliší. Totéž vyplývá i z analýzy beta diverzity měřené pomocí Whittakerova indexu (Tab. 36).

Na ordinačním diagramu CCA (Obr. 31) můžeme na rašeliništi Boží Dar vysledovat částečné překrývání neovlivněných a ovlivněných stanovišť. Stejně jako u analýzy NMDS (Obr. 30a, b), se zde shlukují lokality příchodové cesty č. 1 až 3, rozšířeného povalového chodníku č. 4-6, 8, a 9, dále č. 12 a 13, které se nacházely v uzavřené části povalového chodníku a č. 14 až 16, které se nacházely v centru rašeliniště. Podél první osy, která popisuje 33,6 % variability s průkazností $p = 0,002$, koresponduje opět nejvíce pH, které dosahuje vyšších hodnot v potenciálně neovlivněné části rašeliniště. S první osou koresponduje také konduktivita, která je na rozdíl od pH větší spíše v neovlivněné části rašeliniště.

Na tomto místě ještě stojí za zmínku, že v tůňce č. 10. která se nacházela zhruba 1 m od povalového chodníku, jsem našla několik buněk typicky eutrofních druhů rodu *Pediastrum*: *Pediastrum bodyanum*, *P. duplex* a *P. simplex*.

4.3.4. Chalupská slat' (Šumava)

Celkem jsem na této lokalitě provedla dva odběry, jeden jarní 7. 5. 2008 a druhý podzimní 9. 10. 2008. Z jarního odběru jsem si přivezla 5 vzorků z ovlivněného rašeliniště a 5 vzorků z neovlivněného, při podzimním odběru jsem odebrala 4 vzorky od povalového chodníku a 4 vzorky z břehu jezírka.

Při jarním odběru byla průměrná hodnota pH ovlivněné části rašeliniště 3,08 a neovlivněné 3,66. Konduktivita byla v ovlivněné části 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kdežto v neovlivněné byla 58,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Průměrné hodnoty dalších měřených parametrů ovlivněného rašeliniště: celkový fosfor 0,21 mg/l, dusičnany 0,77 mg/l a amoniakální dusík 0,10 mg/l. Průměrné hodnoty v neovlivněné části rašeliniště: celkový fosfor 0,31 mg/l; dusičnany 0,8 mg/l a amoniakální dusík 0,43 mg/l (Tab. 39).

U podzimního odběru jsem naměřila v potenciálně ovlivněné části rašeliniště průměrné pH 4,17; konduktivitu 41,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,23 mg/l a amoniakální dusík 0,14 mg/l. V potenciálně neovlivněné části rašeliniště bylo průměrné pH 3,58; konduktivita 62,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,22 mg/l a amoniakální dusík 0,08 mg/l. Dusičnanový aniont jsem neměřila, protože jsem musela opakovat měření celkového fosforu a na další analýzu už jsem neměla dostatek vody z rašeliniště (Tab. 47).

Z pohledu na graf NMDS (Obr. 38a, b) je patrné, že se při jarním odběru ovlivněné a neovlivněné tůňky překrývají. Ovšem lze také říci, že heterogenita tůňek neovlivněných je malinko větší, než ovlivněných. Ovlivněné vzorky 1 až 5 byly odebírány z hlavní centrální tůně rašeliniště, kde je povalový chodník rozšířen v odpočívadlo s dřevěným stolkem a lavičkou. Cestou od silnice nebylo možno nikde odebrat vzorek bentosu, protože okolí bylo téměř suché bez sebemenší vodní plochy. Analýza similarity ANOSIM i mnohorozměrná neparametrická MANOVA (Tab. 40) vykazaly signifikantní p-hodnotu 0,041 v případě analýzy ANOSIM a 0,015 v případě analýzy neparametrické MANOVy. Rozdíly ve druhovém složení mezi skupinami vzorků můžeme proto považovat za průkazné. Analýzou SIMPER (Tab. 44) zjistíme, že prvních šest druhů popisuje celkem 51,46 % rozdílnosti druhového složení na rašeliništi. Nejvíce odlišuje rozdělení tůňek *Mougeotia* sp. celkem 22,00 %, kdežto v neovlivněných tůňkách se vyskytuje jen v 3,80 % případech. V neovlivněných tůňkách zase převažuje *Neidium iridis* a *Eunotia exigua*.

Hodnoty Shannonova indexu (Tab. 41) ukazují mírně signifikantní odlišnost mezi tůnkami (permutační p-hodnota = 0,06) Hodnota Simpsonova indexu (Tab. 42) vyšla nesignifikantně (p-hodnota je 0,205) a žádnou odlišnost mezi tůnkami nepotvrzuje. Whittakerův test beta diverzity (Tab. 43) naopak odlišnost mezi ovlivněnými a neovlivněnými lokalitami potvrdil. Z dané tabulky vyplývá, že druhová diverzita je větší u potenciálně neovlivněné části rašeliniště, než ovlivněné. Na tomto místě je nutné zdůvodnit, proč jsem zde neuvedla graf kanonické korespondenční analýzy CCA. Při tomto odběru, jsem měřila pouze 4 abiotické parametry. Na třech místech podél břehu jezera a jeden vzorek (č. 7) jsem odebírala z tůňky mimo jezero. Proto pro analýzu CCA bylo k dispozici velmi málo informací.

Stejně jako při jarním odběru i na podzim bylo možno odebírat vzorky z ovlivněné části až na konci povalového chodníku kolem odpočívadla z břehu jezera. Podzimní odběr se od jarního lišil výraznějším rozdělením potenciálně ovlivněných a potenciálně neovlivněných tůňek. Při pohledu na graf analýzy NMDS (Obr. 45a, b) vidíme, že se při podzimním odběru na Chalupské slati oddělily dvě skupiny vzorků a to ovlivněné (vzorky 1 až 4) a neovlivněné (vzorky 5 až 8). Přitom můžeme říci, že heterogenita tůňek v neovlivněné části rašeliniště je větší, než v části ovlivněné. Hodnota stresu je malá (0,079), proto danou analýzu můžeme pokládat za věrohodnou. Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými stanovišti, ovlivněných a neovlivněných vzorků, porovnávané parametrickou metodou one-way ANOSIM a metodou neparametrickou NPMANOVA na 10 000 permutací (Obr. 48) nám také ukazuje na rozdílnost v druhové variabilitě dvou druhů tůňek s velikou průkazností. Permutační p-hodnoty vyšly 0,027 u ANOSIMu a 0,026 u NPMANOvy. Které druhy a kolika procenty se nejvíce podílí na tomto rozdělení bylo zjišťováno analýzou SIMPER. Z dané tabulky (Tab. 52) vidíme, že prvních šest druhů popisuje celkem 61,69 % rozdílnosti druhového složení na rašeliništi. Nejvíce odlišuje dva typy tůňek *Ankistrodesmus* sp., který se vyskytuje v 56,00 % případů v ovlivněné části, kdežto podél břehu v centrální části rašeliniště je jen v necelých 5,00 % případů, nebo *Dinobryon divergens* (8,00 %). Naopak v centrální neovlivněné části rašeliniště se vyskytuje hojně *Cryptomonas* sp. (13,00 %), nebo *Eunotia exigua* (10,50 %). Analýzy alfa diverzity (Tab. 49 a 50) ukazují s velkou pravděpodobností na rozdíl ve vnitřní druhové diverzitě v rámci jednoho vzorku na neovlivněných a na ovlivněných odběrových místech. Skupina neovlivněných vzorků vykazovala u obou analýz vyšší hodnoty indexů alfa-diverzity než vzorky ovlivněné. Srovnání změny beta diverzity fyto-bentosu mezi vzorky ovlivněnými a neovlivněnými tůnkami vyšlo téměř shodně (Tab.51).

Stejně jako všechny výše zmíněné analýzy podzimního odběru, jasně oddělil i graf CCA (Obr. 46) od sebe dva typy rašelinných stanovišť. Tůňka č. 1 až 4 je z pár centimetrů od povalového chodníku (tedy ovlivněná) a tůňky č. 5 až 8 jsou z břehu jezera vzdálené 30 m až 50 m, tedy neovlivněné. Přitom první osa popisuje téměř 60 % variability se spolehlivostí 0,06, což je na hranici signifikance. Z abiotických faktorů, které vysvětlují druhové rozdělení daných druhů lokalit, je to především konduktivita a obsah celkového fosforu rozpuštěného ve vodě. V obou případech vyšší hodnoty těchto faktorů lze najít v potenciálně neovlivněné části rašeliniště. Naopak pH je nejnižší v části ovlivněné.

Podobně jako v Jizerských horách, byl výraznější rozdíl mezi ovlivněnými a neovlivněnými lokalitami prokázán v pokročilé sezóně, což může být vysvětleno zvýšenou návštěvností rašelinišť.

4.3.5 Czarne Bagno (Polsko)

Na lokalitě Czarne Bagno v Orlických horách jsem odebírala vzorky v létě 7. září 2008. Na rozdíl od rašelinišť v Jizerských horách nebylo zásadně ovlivněno suchem, tudíž jsem mohla odebrat dostatečné množství vzorků. Hodnoty v ovlivněné části rašeliniště byly: pH 4,82; konduktivita 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,14 mg/l, dusičnany 0,1 mg/l a amoniakální dusík 0,14 mg/l. Průměrné hodnoty v neovlivněné části rašeliniště: pH 4,64; konduktivita 94,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,1 mg/l, dusičnany 0,17 mg/l a amoniakální dusík 1,04 mg/l (Tab. 55).

Graf NMDS (Obr. 63a, b) neukazuje, že by mezi ovlivněnými a neovlivněnými částmi rašeliniště byly výrazné rozdíly. Přesto zde lze vysledovat jisté podobnosti mezi shlukými tůňkami. Například velmi vysoká podobnost ovlivněné tůňky č. 1 (0 m od povalového chodníku) a neovlivněné č. 9 (10 m od povalového chodníku). V obou případech se jednalo o odvodňovací strouhu, byť ne o stejnou. Lokality pod č. 10 (20 m od chodníku) a 13 (30 m od chodníku) jsou z vymačkaného rašeliníku. Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných lokalit jsem porovnávala metodou one-way ANOSIM a NPMANOVA (Obr. 56). U analýzy NPMANOVA vyšla permutační p-hodnota těsně nad hranicí signifikance (0,058), což ukazuje na částečnou rozdílnost v druhové variabilitě dvou druhů tůňek. Analýza ANOSIM vyšla nesignifikantně. Pro zajímavost, abychom zjistili, které druhy a kolika procenty se nejvíce podílí na tomto, byť slabém rozdělení, použila jsem analýzu SIMPER (Tab. 60). Z dané tabulky vidíme, že prvních pět druhů popisuje něco málo přes 39 % variability. Vidíme, že v neovlivněných lokalitách převládá *Neidium iridis*, naopak v ovlivněných částech to je *Eunotia bilunaris*.

Hodnoty Shannonova a Simpsonova indexu (Tab. 57 a 58) ukazují, že na rašeliništi Czarne Bagno se alfa diverzita mezi ovlivněnými a neovlivněnými skupinami vzorků nijak zásadně neliší. Totéž ukazuje i hodnota Whittakerova indexu pro beta diverzitu (Tab. 59).

Z grafu na obr. 54 (CCA analýza), který znázorňuje vzdálenost mezi ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami, můžeme vysledovat, že se zde částečně oddělily dva druhy lokalit. Protože je hodnota p vysoká ($p = 0,58$), nemůžeme z daného rozložení usuzovat závěry. Z provedených analýz vyplývá, že na lokalitě Czarne Bagno v Orlických horách není prokazatelný rozdíl mezi ovlivněnou a neovlivněnou částí rašeliniště.

4.3.6. Černohorské rašeliniště (Krkonoše)

Na Černohorském rašeliništi v Krkonošském národním parku jsem byla odebírat vzorky 21. srpna 2008. Naměřené hodnoty pH v ovlivněné části rašeliniště byly 3,82; konduktivity 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,085 mg/l, dusičnany $<0,0$ mg/l a amoniakální dusík 0,24 mg/l. Průměrné hodnoty v neovlivněné části rašeliniště: pH 3,63; konduktivita 43,91 $\mu\text{S}/\text{cm}$; celkový fosfor 0,73 mg/l; dusičnany 0,33 mg/l a amoniakální dusík 0,22 mg/l (Tab. 63).

Z pohledu na graf analýzy NMDS (Obr. 61a, b) vidíme, že dva druhy vzorků červeně potenciálně ovlivněné 1 až 8 a zeleně vyznačené potenciálně neovlivněné vzorky 9 až 14 se značně překrývají. Dále můžeme usoudit, že heterogenita tůňek ovlivněných a neovlivněných je přibližně stejná. Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami potenciálně ovlivněných a neovlivněných vzorků porovnávaných neparametrickou metodou one-way ANOSIM a metodou NPMANOVA (Obr. 64) ukazují na rozdílnost v druhovém složení dvou druhů tůňek. Které druhy a kolika procenty se nejvíce podílí na tomto rozdělení, je vyjádřeno analýzou SIMPER. Z dané tabulky (Tab. 68) vidíme, že prvních šest druhů popisuje téměř 60,00 % variability tůňek. Nejvíce se v ovlivněných částech rašeliniště vyskytuje *Cryptomonas* sp. celkem 28,40 %, kdežto v neovlivněných tůňkách se vyskytuje jen v 4,17 % případů. Naopak *Frustulia saxonica* se vyskytuje v potenciálně neovlivněných stanovištích téměř v 25,00 % případů oproti ovlivněným částem rašeliniště, kde se vyskytuje pouze v 1,88 % případů. Další druhy, vyskytující se na oligotrofních stanovištích *Chroococcus turgidus* a *Netrium digitus* se v neovlivněných místech rašeliniště vyskytovaly výrazně v hojnější míře, než v ovlivněných částech.

Analýzy rozdílů v alfa diverzitě mezi potenciálně ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami naznačují, že tento parametr studovaných společenstev se neliší (Tab. 65 a 66). Na rozdíl od alfa diverzity, beta diverzita testovaná pomocí Whittakerovým indexem podobnosti (Tab. 67) potvrzuje jistou odlišnost mezi potenciálně ovlivněnými a neovlivněnými stanovišti. Z dané tabulky vyplývá, že druhová diverzita je větší u potenciálně ovlivněné části rašeliniště, než neovlivněné.

Kanonická korespondenční analýza CCA (Obr. 62) poukazuje na rozdílnost ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami.

5. Diskuze

V šesti studovaných lokalitách jsem našla celkem 89 druhů sinic a řas v 51 rodech. Nejméně druhů se vyskytovalo na začátku vegetační sezóny začátkem května zhruba 14 dní po odtání sněhu v Jizerských horách na Klečových loukách, kde jsem našla celkem 45 druhů řas a sinic, z toho v ovlivněné části rašeliniště pouze 18 druhů. Naopak nejvíce druhů jsem našla při letním odběru 7. září 2008 na rašeliništi Czarne Bagno na polské straně Orlických hor, kde bylo celkem 72 druhů sinic a řas. Stejně jako u výzkumu Novákové (2002), nejvíce zástupců obsahovala skupina krásivek (*Zygnematophyceae*) a rozsivek (*Bacillariophyceae*). Dále jsem našla ve studovaných rašeliništích krásnoočka (*Euglenophyceae*), vláknité i kokální sinice (*Cyanobacteria*), zelené řasy (*Chlorophyceae*) a další. Nejvíce byly ve vzorcích zastoupeny oligotrofní druhy upřednostňujících nízké pH, především *Chroococcus turgidus*, *Actinotaenium cucurbita*, *Eunotia exigua*, *Neidium iridis*, *Netrium digitus* a další. Blízko povalových chodníků se v tůňkách nacházely i druhy upřednostňující eutrofnější prostředí, jako jsou například druhy rodu *Pediastrum* které se nacházely na Božím Daru, *Ankistrodesmus* sp., *Dinobryon divergens* a další., které se nacházely hlavně na Chalupské slati, ale i na jiných lokalitách. Všechny zmíněné řasy se nejhojněji nacházely přímo u povalového chodníku a minoritně i v neovlivněné části. Částečný výskyt eutrofních druhů v neovlivněné části rašeliniště byl nejvíce pozorován na Chalupské slati, kde byly veškeré vzorky odebrány podél břehu hlavního jezírka. Eutrofní druhy se tudíž mohly dostat do neovlivněných částí například větrem, nebo vodním ptactvem, zejména kachnou divokou (*Anas platyrhynchos*). (Kristiansen, 2000). Tu jsem pozorovala i na Klečových loukách v Jizerských horách, kde se nevyskytuje souvislá velká vodní plocha, ale jen tůňky o velikosti do 5 m².

Na grafu NMDS pro všechny studované lokality (Obr. 4, 5) nelze spolehlivě rozlišit ovlivněné a neovlivněné lokality. Může to být tím, že v jednom grafu byly analyzovány odběry z jara v Jizerských horách a na Chalupské slati, kde nebyly mezi potenciálně ovlivněnými a ovlivněnými částmi rašeliniště prokázány rozdíly a také proto, že každá lokalita má určitý druh biotopů, který ovlivňuje výskyt jednotlivých druhů (Nováková, 2002). Z tohoto pohledu si lze všimnout, že například lokality v Jizerských horách se nachází v grafu (Obr. 5a,b) blízko sebe. Zde možná příčina této podobnosti může být v tom, že Jizerské hory byly ve druhé polovině 20. století značně acidifikovány kyselými dešti (Štěpánková & al., 2008) a

teprve posledních pár let dochází k jejich postupné revitalizaci. Také na rašeliništi Czarne Bango a částečně Černohorském rašeliništi a Božím Daru docházelo u analýzy NMDS k překryvům ovlivněných a neovlivněných částí rašeliniště.

Při analýze alfa diverzity, jejíž hodnoty jsem pro všechny odebrané rašeliniště znázornila box-ploty (Obr. 5 a 6) je vidět, že kromě Klečových luk při jarním odběru (kde byla druhová diverzita větší v neovlivněné části rašeliniště), rašeliniště Czarne Bango a Černohorského rašeliniště (v těchto dvou lokalitách byla druhová diverzita téměř stejná), byla druhová diverzita větší v ovlivněných částech rašeliniště. To by mohl být důsledek vyšší trofie způsobené lidmi, kteří tam chodí (Cook & Raymond, 1984; Coppock, 1982; Kerry & al., 2003). Dalším potenciálním vysvětlením by mohl být fakt, že na podrážkách bot mohou být přítomny i spóry různých druhů řas, které se tak mohou dostat do tůňky v okolí povalového chodníku a v případě příznivých podmínek se v tůňce namnožit. To, že při jarním odběru na Klečových loukách a rašeliništi Na Čihadle se tento trend neprojevil, přičítám teprve nastupující vegetační sezóně (zhruba 2 týdny po odtání sněhu) a tomu, že v zimě lidé do rašelinišť po povalových chodnicích nechodí. Stejný trend jako na Klečových loukách jsem pozorovala i v případě Chalupské slati na Šumavě. I zde se při druhém odběru v hlavní vegetační sezóně projevil výrazný rozdíl mezi ovlivněnou a neovlivněnou částí rašeliniště, kdežto při jarním odběru nebyl zdaleka tak patrný. Na lokalitě Czarne Bango nebyl rozdíl mezi ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami zjištěn v žádné analýze. Může to být způsobeno například proto, že rašeliniště je pravděpodobně mnohem méně navštěvováno turisty. Na Černohorském rašeliništi, přestože tam proudí velké davy návštěvníků, nebyly rozdíly mezi ovlivněnou částí a neovlivněnou částí rašeliniště tolik patrné. Ale analýza druhového složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných vzorků porovnávaných pomocí neparametrické metody (Tab. 54) ukázaly, že se druhové složení těchto tůňek částečně liší. U rašelinišť, kde je rozdíl mezi ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami zřejmý, můžeme vypozařovat velkou oblibu těchto míst jako cílů výletu, jejich snadnou dostupnost (většinou se tato rašeliniště nachází v bezprostřední blízkosti silnice, kam se dá dojet na kole, autem nebo veřejnou dopravou) a v případě Klečových luk i nedalekým občerstvením, což způsobí delší zdržení turistů v okolí a tím spojenou větší návštěvnost naučné stezky vedoucí rašeliništěm. Silně průkazný rozdíl byl zjištěn také například na Chalupské slati, která je pro lidi nejsnáze přístupná, protože leží zhruba 500 m od autobusové zastávky Svinná Lada a v jejím okolí jsou i obytné domy. Oddělení ovlivněných a neovlivněných částí rašeliniště je tam patrné i při jarním odběru, ještě se zvýraznilo při odběru podzimním.

Při analýze vlivu abiotických proměnných na druhové složení metodou kanonické korespondenční analýzy (CCA), byla ilustrována závislost druhového složení na pH, konduktivitě, dostupného fosforu a sloučenin dusíku. Druhová diverzita řas nebyla vždy pozitivně korelována s pH lokality, jako to prokázal ve svém výzkumu na rašeliništích Neustupa et. al. (2009). Dále se ve všech analýzách ukázalo, že se v rašeliništích s velmi nízkým pH, uplatňuje nepřímá úměra velikosti konduktivity a pH. Tento jev byl popsán i v článku od Malatoni (1999). Tyto studie byly prováděny na rašeliništích s pH nižším než 5. Možné vysvětlení tohoto jevu může být takové, že pokud pH klesne pod 4 – 5, dochází k rozpouštění podložní horniny a tím k výraznému zvýšení iontů, především hliníku, železa a manganu, rozpouštěných ve vodě (Lindsay et al., 1989), čímž se zřejmě zvýší vodivost.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, zda se liší druhové složení bentických řas a sinic potenciálně ovlivněných a neovlivněných částí horských vrchovišť. Studie byla prováděna na šesti rašeliništích v pěti sudetských pohořích. Z provedených analýz je zřejmé, že na rašeliništích, které jsou lehce dostupné po veřejné komunikaci, se dva druhy tůněk, blízko povalového chodníku a na druhé straně v centrální části rašeliniště, liší alespoň v jedné z analýz (diverzity, nebo analýz druhového složení) především při odběrech v létě a na podzim. Rozdíl mezi ovlivněnou a neovlivněnou částí rašeliniště nebyl patrný pouze na lokalitě Czarne Bagno z polské strany Orlických hor, při jarním odběru na Klečových loukách a na rašeliništi Na Čihadle v Jizerských horách, kde jsem vzorky odebírala zhruba dva týdny po odtání sněhu. Zajímavý byl výrazný rozdíl mezi odběrem na začátku a uprostřed vegetační sezóny na Chalupské slati na Šumavě a Klečových loukách v Jizerských horách. U obou lokalit se v pokročilé sezóně výrazně oddělily tůňky odebírané podél povalového chodníku od tůněk odebraných v centrální části rašeliniště. Obě lokality jsou hojně navštěvované turisty. Zvláště v případě Chalupské slati, kde je zhruba 500 m od rašeliniště i autobusová zastávka.

Řasy a sinice, které se nejvíce podílely na změně druhového složení ovlivněných a neovlivněných částí rašeliniště byly například *Frustulia saxonica*, *Eunotia exigua*, *Actinotaenium cucurbita*, *Neidium iridis* nebo *Chroococcus turgidus*, které se nacházely v tůňkách neovlivněných daleko od povalového chodníku. Naopak druhy *Mougeotia* sp., *Dinobryon divergens*, *Ankistrodesmus* sp., nebo *Cryptomonas* sp. se nacházely nejvíce podél chodníku.

7. Seznam literatury

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR**, (2009): Rašeliniště v Karlovarském kraji, <http://www.karlovyvary.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=4395>
- Algea**, (2008): <http://www.algea.cz>
- Allan J. D.**, (1995): Stream ecology, Structure and function of running waters, Springer, 399p.
- Baldwin D. S., Ford P., Nielsen D. L.**, (1998): Resolution of the spatial variability in sediment composition within and between water-storage reservoirs using non-parametric statistical techniques, Pergamon, **32/3**: 826 - 830
- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R.**, (1997): Ekologie – jedinci, populace a společenstva, Vydavatelství Univerzity Palackého, 949 p.
- Bobbing R., Hornung M., Roelofs J. G. M.** (1998): The effects of air – borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi – natural European vegetation, Journal of Ecology, **86**: 717 – 738
- Borg, I. & Groenen, P.**, (2005): Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications. 2nd. Edition, Springer, 614 p.
- Borics G., Tóthmérész B., Grigorzsky I., Padisák J., Várbíró G., Szabó S.**, (2003): Algal assemblage of bog – lakes in Hungary and their relation to water chemistry, hydrological conditions and habitat diversity, Hydrobiologia, **502**: 145 – 155
- Bragazza L., Limpens J., Gerdol R., Grosvernier P., Hájek M., Hájek T., Hajkova P., Hansen I., Iacumin P., Kutnar L., Rydin H., Tahvanainen T.**,(2005): Nitrogen concentration and $\delta^{15}\text{N}$ signature of ombrotrophic *Sphagnum* mosses at different N deposition levels in Europe, Global Change Biology, **11**: 106-114
- Coppock J. T.**, (1982): Tourism and conservation, Tourism Management, **3**: 270-276
- Cook M. & Raymond W**, (1984): Tourism in the Midlands – some environmental considerations, Tourism Management, **5**: 229-233
- Čihař M.**, (2002): Naše hory, Ottovo nakladatelství, 278 p.
- Ellenberg H.**, (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 5. edt, tab. 73, www.hedl.net/raseliny/system_raselin.rtf
- Felix J., Toman J., Hísek K.** (1978): Přírodou krok za krokem, Artia, 180 p.
- Hewson I. & Fuhrman J. A.**, (2004): Richness and Diversity of Bacterioplankton Species along an Estuarine Gradient in Moreton Bay, Australia, Applied and environmental microbiology, 3425–3433

- Hindák F.** (1978): (eds.), Sřadkovodné riasy, SNP, 721 p.
- Hindák F.** (1996): Valachovič M., Hauskrecht M., (eds.), Křúč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae), Slovenská botanická spoločnosť při SAV, 77 p.
- Houk V.**, (2005): Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part I., Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. – Czech Phycol., **1**: 111 p.
- Jiroušek M.**, (2008): Koncentrace živin v hlavičkách vrchovištních rašeliníků ve vztahu k hlavním vegetačním gradientům, diplomová práce, PřF MU
- Jóža M., Vonička P., Holec J., Kocourková J., Krampl F., Kůrka A., Lauterer P., Nevrlý M., Potocka J. et Višňák R.**, (2004): Jizerskohorská rašeliniště – Jizersko-Ještědský horský spolek, Liberec, 160 p.
- Kašpar L.**, (2007): Vznik a vývoj turistiky v českých zemích do roku 1914, Autoreferát disertační práce FTVS UK v Praze
- KČT**, (2009): <http://web.kct.cz/clanky.php?id=1>
- Kerry L. Bridle, Jamie B. Kirkpatrick**, (2003): Impacts of nutrient addition and digging for human waste disposal in natural environments, Tasmania, Australia. Journal of Environmental Management, **69**: 299-306
- Kolečko J.**, (2003): Karlovarský kraj, Freytag & Berndt, 100 p.
- Komárek J. & Anagnostidis K.**, (1998): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 19, Cyanoprokaryota Teil 1, Chroococcales, Gustav Fischer – Verlag, 548 p.
- Komárek J. & Anagnostidis K.**, (2005): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 19, Cyanoprokaryota Teil 2, Oscillatoriales, Elsevier GmbH, 759 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.**, (1986): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Bacillariophyceae, Teil 2, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Eunotiaceae, Gustav Fischer – Verlag, 596 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.**, (1991a): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Gustav Fischer – Verlag, 596 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.**, (1991b): Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Bacillariophyceae, Teil 4, Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen, zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil, Gustav Fischer – Verlag, 436 p.
- Kristiansen J.**, (2000): Cosmopolitan chrysophytes. – Syst. Geogr. Pl. **70**: 291-300

- Kuhry P. & Turunen J.**, (2006): Wieder /R. K., Vitt D. H. (eds.), The post glacial development of boreal and subarctic peatlands, *Boreal Peatland Ecosystems*, Springer, 25 – 46
- Lamers L. P., Bobbing R., Roelofs J. M. G.**, (2000): Natural nitrogen filter fails in polluted raised bog, *Global Change Biology*, **6**: 583 – 586
- Lenzenweger R.**, (1996): Desmidiaceen flora von Österreich, Teil 1, J. Cramer Verlag, 120p.
- Lenzenweger R.**, (1997): Desmidiaceen flora von Österreich, Teil 2, J. Cramer Verlag, 153p.
- Lenzenweger R.**, (1999): Desmidiaceen flora von Österreich, Teil 3, J. Cramer Verlag, 158p.
- Lenzenweger R.**, (2003): Desmidiaceen flora von Österreich, Teil 4, J. Cramer Verlag, 63p.
- Lelák J. & Kubíček F.**, (1992): Hydrobiologie, Karolinum, 256 p.
- Lindsay W. L., Vlek P. L. G., Chien S. H.**, (1989): Phosphate minerals. In Dixon JB, Weed SB (eds), *Minerals in soil environments*, 2nd edn., Soil Science of America, 1089 – 1130
- Ludvík M.**, (1986): Malá encyklopedie turistiky, 1.vyd., Academia, 346 p.
- Ludvík M., Stehlíková L., Scheinpflugová S., Grulichová J.**, (1988): Orlické hory, Turistický průvodce ČSSR, Olympia, 314 p.
- Mackovčín & Albrecht**, (2003): Chráněná území ČR VIII., Českobudějovicko, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Artedit, 808 p.
- Mackovčín & Kuncová**, (2002): Chráněná území ČR III, Liberecko, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Artedit, 331 p.
- Magurran A. E.**, (2004): *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Publishing, 106 – 116
- Machová-Černá K. & Neustupa J.**, (2009): Spatial Distribution of Algal Assemblages in a Temperature Lowland Peat Bog, *International Review of Hydrobiology*, **94**: 40 – 56
- Malatoni G.**, (1999): Ecological studies on algal communities from Tierra del Fuego peat bogs, *Hydrobiologia*, **391**: 157 – 171
- Michelčíková B.**, (2008): Ekosystémový přístup k tekoucím vodám, Vodní hospodářství a vodní stavby, Juniorstav
- Modrý M. & Sýkorová J.**, (2004): Maloplošná území Libereckého kraje, Liberecký kraj, resort životního prostředí, Geoprint, 75 p.

- Neustupa J., Černá K., Šťastný J.,** (2009): Diversity and morphological disparity of desmid assemblages in Central European peatland, *Hydrobiologia*, **630**: 243 - 256
- Nováková S.,** (2002): Algal flora of subalpine peat bog pools in the Krkonoše Mts, *Preslia*, **74**: 45 - 56
- Ondráček J.,** (2006): FSpS MU Brno tech. spolupráce: Servisní středisko pro podporu e-learningu na MU Brno
<http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/turistika/ch08s01.html#d0e1969>
- Pokorný J. & Rejšková A.,** (2007): Rašeliniště v České republice, Síť environmentálních a informačních center pro péči o mokřady a vodou v krajině
- Rubín J. & kol.,** (2004): Přírodní památky, rezervace a parky, Olympia, 186 p.
- Říhová – Ambrožová J.,** (2007): Encyklopedie hydrobiologie, vydavatelství VŠCHT Praha, http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/
- Schlesinger W. H.,** (1997): Biochemistr: an analysis of global change. 2nd edn., Academic
- Spurná I.,** (2008): Kam na víkend – Krušné hory a Karlovarsko, Computer press, 110 p.
- Stanovisko ČHMU,** (2007): Klimatická změna na počátku 21. století a její předpokládaný další vývoj
- Stevenson R. J., Bothwell M. L., Lowe R. L. (eds),** (1996): Algal ecology, freshwater bentic ecosystems, Academic press, 753 p.
- Štěpánek M. & Červenka R.,** (1974): Problémy eutrofizace v praxi, Avicenum, 231 p.
- Štěpánková J., Vavrušková J., Hašler P., Mazalová P., Pouličková A.,** (2008): Diversity and ecology of desmids of peat bogs in the Jizerské hory Mts, *Biologia*, **63/6**: 895 - 900
- Šťastný J.,** (2005): Diverzita a ekologie krásivek ve vybraných lokalitách České republiky, diplomová práce, PřF UK
- Tolasz R. & kol.,** (2007): Atlas podnebí Česka, Český hydrometeorologický ústav a Univerzita Palackého v Olomouci, 255 p.
- Tolonen K. & Hosiaislouma V.,** (1978): Chemical properties of surface water in Finnish ombrotrophic mire complexes with special reference to algal growth, *Ann. Bot. Fennici*, **15**: 55 – 72
- Van Dyke F.,** (2008): Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications, 2 nd Edition, Springer, 90 p.
- Vašina L. & Klimovič T.,** (2004): Jak vznikl JJHS, Ročenka Jizersko-ještědského horského spolku 2003, Geoprint, 207 p.

- Veselá J.**, (2005): Sinice a řasy malých vodních toků Národního parku České Švýcarsko, PřF UK
- Vitousek P. M. & Horvath R. W.**, (1991): Nitrogen limitation on land and in the sea: how can it occur?, *Biochemistry*, **13**: 87 – 115
- Vitousek P. M. & White P. S.**, (1981): Process studies in succession. In: West DC, Shugart HH, Botkin DB (eds), *Forest succession, concepts and application*, Springer, Berlin Heidelberg 267 – 276
- Vitt D. H., Suzane E. B., Tai-Long J.**, (1995): Seasonal variation in water chemistry over a bog-rich fen gradient in Continental Western Canada, Department of Botany, The University of Alberta, Edmonton, Canada, *Sci.*, **52**: 587 – 606
- Vlček R.**, (2008): Krkonošský národní park 1963 – 2008, *Časopis Krkonoše - Jizerské hory*, **5**
- Walbridge R.M. & Navaratnan J. A.** (2006): Phosphorus in Boreal Peatlands, Wieder R. K., Vitt D. H. (eds.), *Boreal Peatland Ecosystems*, Springer, 233 – 255
- Welch E. B. & Lindell T.**, (1992): *Ecological effects of wastewater: applied limnology and pollution effects*, 2. edition, E & FN Spon, Taylor & Francis group, 70 – 76
- Wieder R. & Vitt D. H. (eds)**, (2006): *Boreal Peatland Ecosystems*, Springer,
- Wolowski K. & Hindák F.**, (2005): *Atlas of Euglenophytes*, Veda, 136 p.
- Zvára K.**, (2003): *Biostatistika*, Karolinum, 213 p.

Příloha

<i>Achnanthes minutissima</i>	achmi	<i>Merismopedia</i> sp.	meris
<i>Anabaena</i> sp.	anab	<i>Microspora crassa</i>	miccr
<i>Actinotaenium cucurbita</i>	actcu	<i>Microspora floccosa</i>	micfl
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	ankis	<i>Microspora quadrata</i>	micqu
<i>Anomoeoneis serians</i>	anose	<i>Mikrospora stagnorum</i>	mikst
<i>Bambusina brebisonii</i>	bambr	<i>Microspora tenuiderma</i>	mictē
<i>Closterium gracile</i>	clogra	<i>Microthamnion</i> sp.	mitha
<i>Closterium kuetzingii</i>	kloki	<i>Mougeotia</i> sp.	mouge
<i>Closterium parvulum</i> var. <i>cornutum</i>	clopa	<i>Navicula</i> sp.	navic
<i>Closterium moniliferum</i>	clomo	<i>Neidium iridis</i>	neiir
<i>Closterium pseudolunula</i>	clops	<i>Netrium digitus</i>	netdi
<i>Closterium striolatum</i>	clost	<i>Netrium oblongum</i>	netob
<i>Cosmarium humile</i>	coshu	<i>Nitschia</i> sp.	nits
<i>Cosmarium margaritifera</i>	cosma	<i>Oedogonium</i> sp.	oedog
<i>Cosmarium ralfsii</i>	cosra	<i>Oocystis</i> sp.	oocys
<i>Cryptomonas</i> sp.	crypt	<i>Oocystis</i> sp.2	ooc2
<i>Cylindrocystis brebissonii</i>	cylbr	<i>Pediastrum boryanum</i>	pedbo
<i>Cymbella ventricosa</i>	cymve	<i>Pediastrum duplex</i>	peddu
<i>Dinobryon divergens</i>	dindi	<i>Pediastrum simplex</i>	pedsi
<i>Draparnaldia glometara</i>	dragl	<i>Pinnularia pseudogiba</i>	pinps
<i>Euastrum elegans</i>	euael	<i>Pinnularia viridis</i>	pinvi
<i>Euastrum insigne</i>	euain	<i>Pseudanabaena</i> sp.	pseud
<i>Euglena caudata</i>	eugca	<i>Pseudostaurastrum</i> sp.	pstro
<i>Euglena clavata</i>	eugcl	<i>Radiococcus</i> sp.	radio
<i>Euglena desess</i>	eugde	<i>Staurastrum aculeatum</i>	staac
<i>Euglena gracilis</i>	euggr	<i>Staurastrum dilatatum</i>	stadi
<i>Euglena mutabilis</i>	eugmu	<i>Staurastrum hirsutum</i>	stahi
<i>Euglena</i> sp.	eugl	<i>Staurastrum margaritaceum</i>	stama
<i>Eunotia bilunaris</i>	eunbi	<i>Staurastrum punctulatum</i>	stapu
<i>Eunotia exigua</i>	eunex	<i>Staurodesmus</i> sp.	stade
<i>Eunotia glacialis</i>	eungl	<i>Stauroneis</i> sp.	staur
<i>Eunotia muscicola</i>	eumus	<i>Strombomonas</i> sp.	strom
<i>Eunotia rhomboides</i>	eunrh	<i>Surirella splendida</i>	sursp
<i>Frustulia saxonica</i>	frusa	<i>Synura</i> sp.	synsp
<i>Gomphonema</i> sp.	gomp	<i>Tabellaria fenestrata</i>	tabfe
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	chla1	<i>Tetmemorus laevis</i>	tettle
<i>Chlamydomonas</i> sp.2	chla2	<i>Trachelomonas caudata</i>	traca
<i>Chroococcus giganteus</i>	chrgi	<i>Trachelomonas globularis</i>	tragl
<i>Chroococcus turgidus</i>	chrtu	<i>Trachelomonas</i> sp.1	tra1
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	klefl	<i>Trachelomonas</i> sp.2	tra2
<i>Lepocinclis playfairiana</i>	leppl	<i>Trachelomonas volvocina</i>	travo
<i>Lepocinclis</i> sp.	lepoc	<i>Tribonema gayanum</i>	triga
<i>Leptolyngbya</i> sp.	lepto	<i>Vaucheria</i> sp.	vauch
<i>Malomonas</i> sp.	malom	<i>Zygnema</i> sp.	zygn

Tab. 1: Seznam zkratk druhů použitých při analýzách

	Čihadla		Klečové louky		Chalupská slat'		Klečové louky		Boží Dar		Černohorské rašeliniště		Czarne bagno		Chalupská slat'	
	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N
Chrysophyceae																
<i>Dinobryon divergens</i>					x			x								x
Xanthophyceae																
<i>Tribonema gayanum</i>													x			
<i>Vaucheria</i> sp.			x													
Chlorophyta																
<i>Ankistrodesmus</i> sp.															x	x
<i>Draparnaldia glomerata</i>					x	x									x	x
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chlamydomonas</i> sp.2	x		x	x	x	x		x	x	x	x			x		x
<i>Microspora crassa</i>	x		x				x									
<i>Microspora floccosa</i>			x						x	x			x			x
<i>Microspora quadrata</i>					x	x	x	x								
<i>Microspora stagnorum</i>											x	x		x		
<i>Microspora tenuiderma</i>		x	x	x	x	x	x	x		x						
<i>Microthamnion</i> sp.														x		
<i>Oedogonium</i> sp.	x			x												x
<i>Pediastrum boryanum</i>										x						
<i>Pediastrum duplex</i>										x						
<i>Pediastrum simplex</i>										x						
<i>Oocystis</i> sp.1									x	x	x	x		x		
<i>Oocystis</i> sp.2									x	x						
<i>Radiococcus</i> sp.		x							x							
Charophyta																
Klebsormidiophyceae																
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
Zygnematophyceae																
<i>Actinotaenium cucurbita</i>		x		x				x	x							x
<i>Bambusina brebissonii</i>		x		x				x								
<i>Closterium gracile</i>														x		
<i>Closterium kuetzingii</i>														x		
<i>Closterium moniliferum</i>														x		
<i>Closterium parvulum</i> var. <i>cornutum</i>														x		
<i>Closterium pseudolunula</i>													x			
<i>Closterium striolatum</i>													x	x	x	x
<i>Cosmarium humile</i>		x														
<i>Cosmarium margaritifera</i>		x						x								
<i>Cosmarium ralfsii</i>									x				x			x
<i>Cylindrocystis brebissonii</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euastrum elegans</i>				x	x						x					x
<i>Euastrum insigne</i>		x														
<i>Mougeotia</i> sp.					x	x	x	x					x	x		
<i>Netrium digitus</i>	x	x			x		x	x		x	x	x			x	x
<i>Netrium oblongum</i>	x	x		x	x	x	x	x								
<i>Pseudostaurastrum</i> sp.											x					
<i>Staurastrum aculeatum</i>				x												
<i>Staurastrum dilatatum</i>														x		

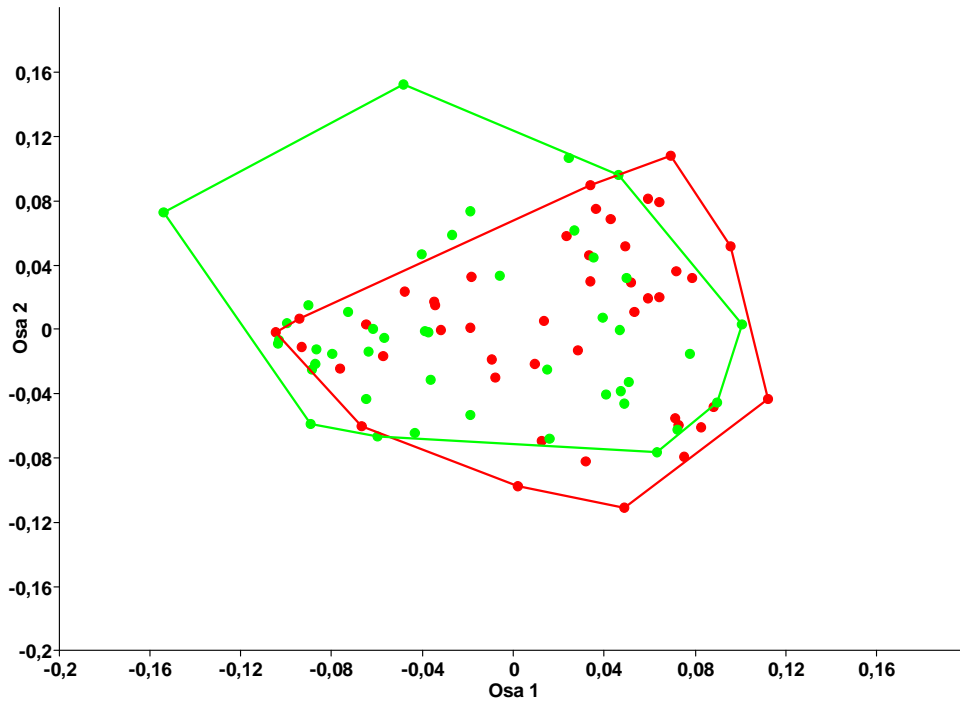
	Čihadla		Klečové louky		Chalupská slat'		Klečové louky		Boží Dar		Černohorské rašeliniště		Czarne bagno		Chalupská slat'	
	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N
<i>Staurastrum hirsutum</i>														x		
<i>Staurastrum margaritaceum</i>	x						x		x	x	x		x	x		
<i>Staurastrum punctulatum</i>													x			
<i>Staurodesmus</i> sp.				x												
<i>Stauroneis</i> sp.													x			
<i>Tetmemorus laevis</i>						x			x					x		x

Tab. 2: Přehled nalezených druhů všech lokalit. **O** (ovlivněná část rašeliniště), **N** (neovlivněná část rašeliniště).

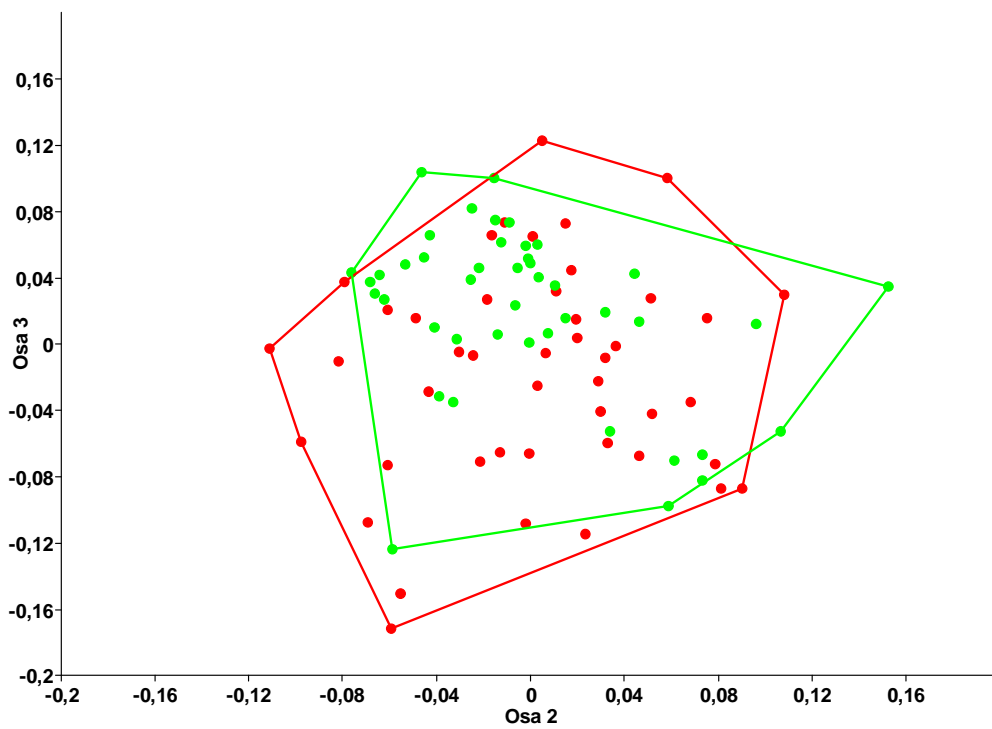
		pH	kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)
Klečové louky 2. 5. 2008	O	3,88	26,00	0,19	0,28	0,19
	N	4,15	12,00	0,24	0,12	0,04
Klečové louky 25. 7. 2008	O	4,07	45,67	0,14	0,99	0,03
	N	3,58	30,00	0,29	0,66	0,01
Na Čihadle 2. 5. 2008	O	4,05	28,50	0,20	0,30	0,27
	N	4,22	17,00	0,10	0,55	0,19
Boží Dar 27. 7. 2008	O	3,63	59,90	0,10	0,06	0,06
	N	3,81	47,43	0,08	0,00	0,02
Chalupská slat' 7. 5. 2008	O	3,80	28,00	0,21	0,77	0,10
	N	3,66	58,50	0,31	0,80	0,43
Chalupská slat' 9. 10. 2008	O	4,18	41,50	0,23	X	0,14
	N	3,58	62,50	0,22	X	0,08
Czarne Bagno 7. 9. 2008	O	4,82	50,00	0,14	0,14	0,10
	N	4,64	94,57	1,05	0,10	0,17
Černohorské rašeliniště 21. 8. 2008	O	3,81	45,14	0,09	0,00	0,24
	N	3,67	40,49	0,07	0,03	0,22

Tab. 3: Průměrné hodnoty naměřených parametrů vody v tůňkách všech lokalit. **O** (ovlivněná část rašeliniště), **N** (neovlivněná část rašeliniště), **X** (neměřené hodnoty), **P** (dostupný fosfor),

Struktura druhového složení lokalit

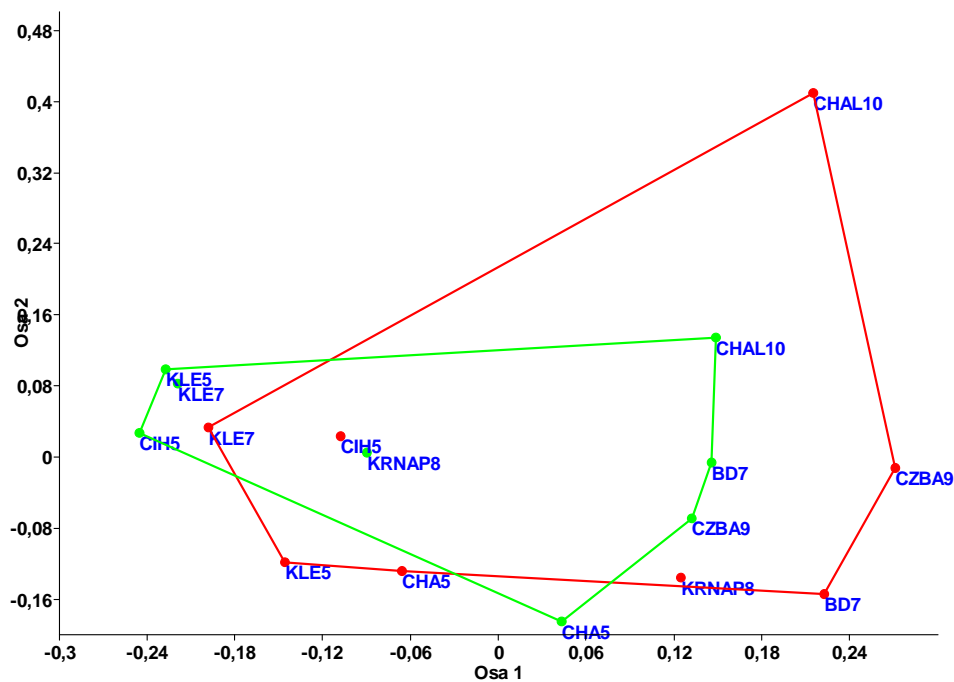


Obr. 4a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy

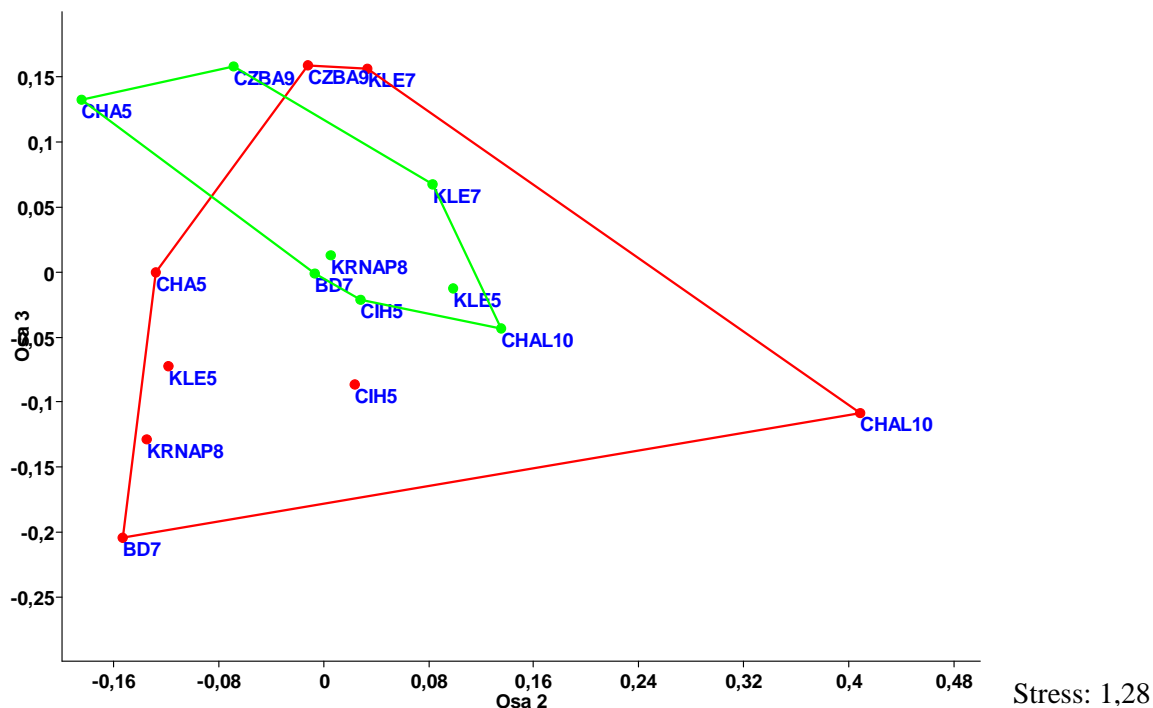


Stress: 0,23

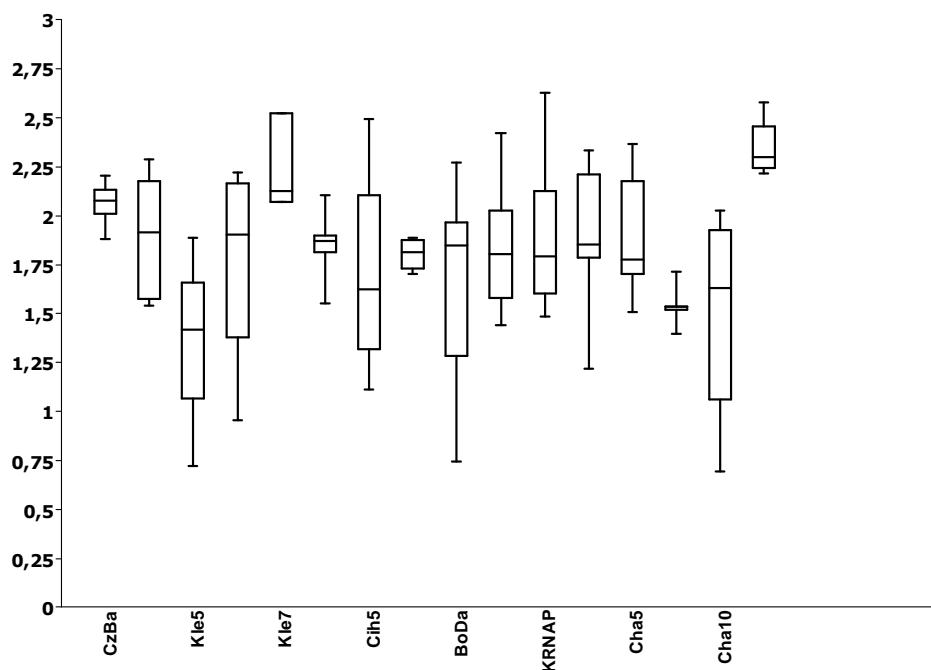
Obr. 4b: Grafy 3-D NMDS analýzy všech studovaných vzorků. Červené jsou ovlivněné tůňky, zeleně jsou vyznačeny tůňky neovlivněné. Pro analýzu byl použit Bray-Curtisův index druhové podobnosti.



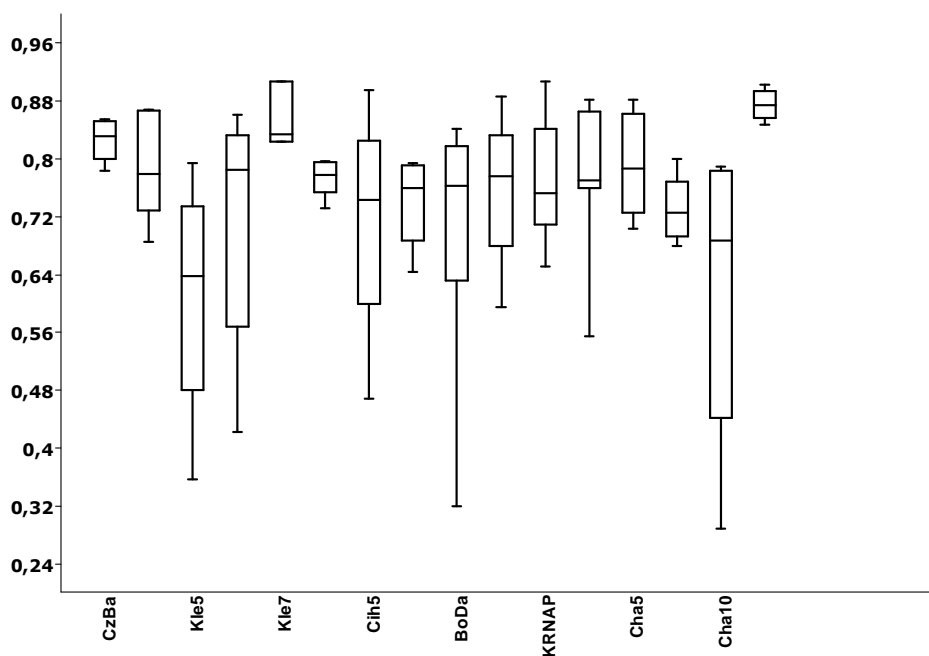
Obr. 5a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr. 5b: Graf NMDS se znázorněním ovlivněnosti či neovlivněnosti jednotlivých lokalit. Červeně označené jsou lokality ovlivněné, zeleně jsou označené lokality neovlivněné. KLE5 (Klečové louky květnový odběr), KLE7 (Klečové louky červencový odběr), CIH5 (Čihadla květnový odběr), CIH7 (Čihadla červencový odběr), CHA5 (Chalupská slat' květnový odběr), CHAL10 (Chalupská slat' říjnový odběr), CZBA9 (Czarne Bagno záříjový), KRNAP8 (Černohorské rašeliniště srpnový odběr). Rozložení a stress byl zjišťován pomocí Bray-Curtisova indexu.

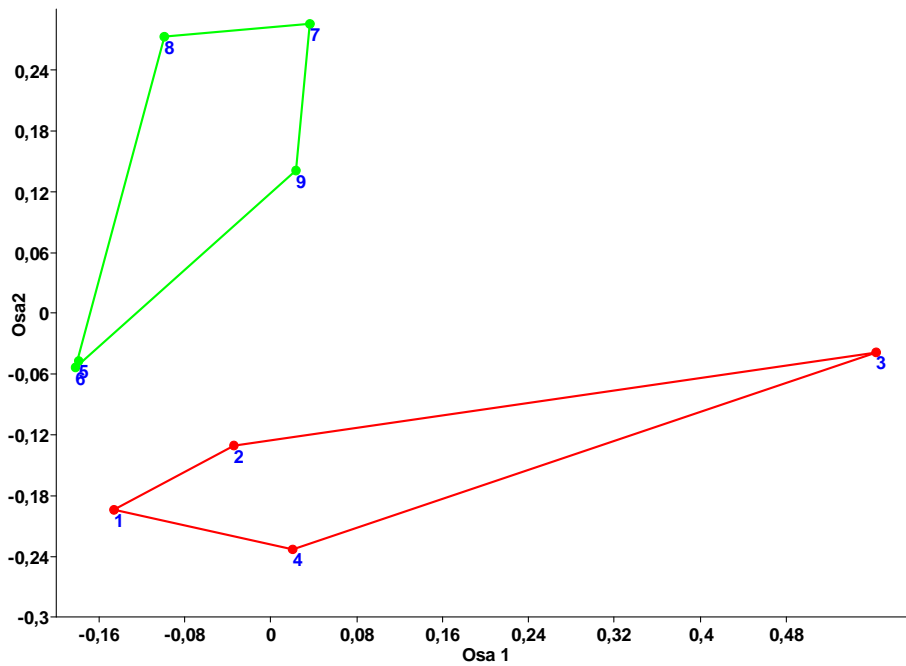


Obr. 6: Box-plot druhové diverzity jednotlivých lokalit pomocí Shannonova indexu. První z dvojice box-plotů jsou vždy odběry z potenciálně ovlivněných tůňek, druhé vždy odběry neovlivněné. CZBA (Czarne Bagno zářijový odběr), KLE5 (Klečové louky květnový odběr), KLE7 (Klečové louky červenecový odběr), CIH5 (Čihadla květnový odběr), BoDa (Boží Dar červenecový odběr), KRNaP8 (Černohorské rašeliniště srpnový odběr), CHA5 (Chalupská slat' květnový odběr), CHA 10 (Chalupská slat' říjnový odběr).

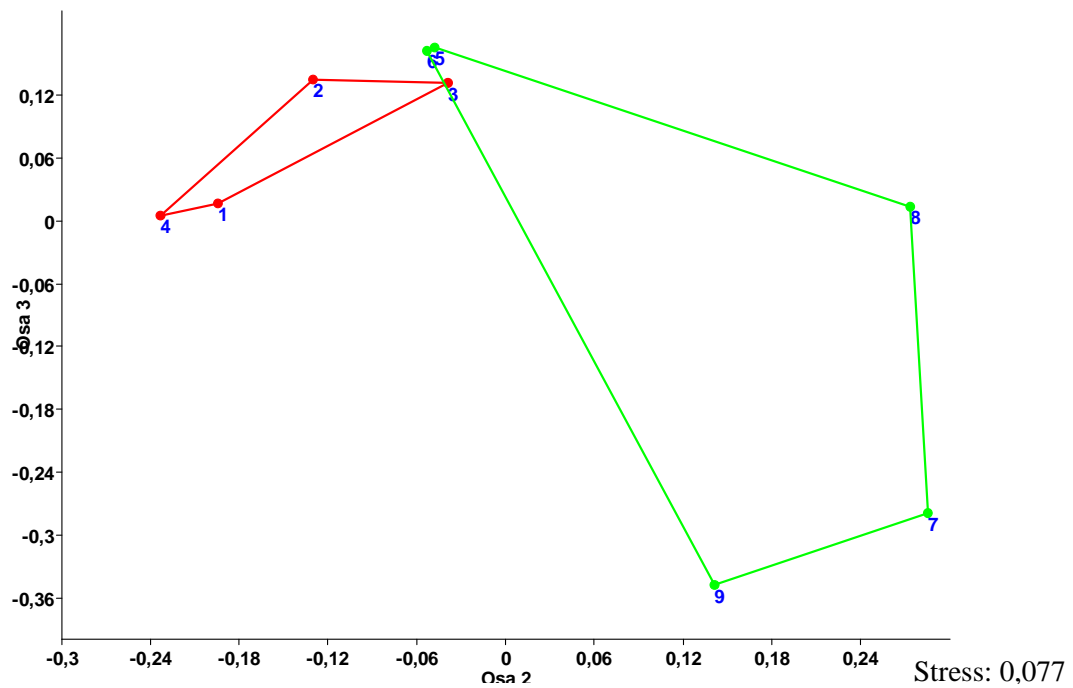


Obr. 7: Graf: Box-plot druhové diverzity jednotlivých lokalit pomocí Simpsonova indexu. První z dvojice box-plotů jsou ovlivněné tůňky, druhé neovlivněné. CZBA (Czarne Bagno zářijový odběr), KLE5 (Klečové louky květnový odběr), KLE7 (Klečové louky červenecový odběr), CIH5 (Čihadla květnový odběr), BoDa (Boží Dar červenecový odběr), KRNaP8 (Černohorské rašeliniště srpnový odběr), CHA5 (Chalupská slat' květnový odběr), CHA10 (Chalupská slat' říjnový odběr).

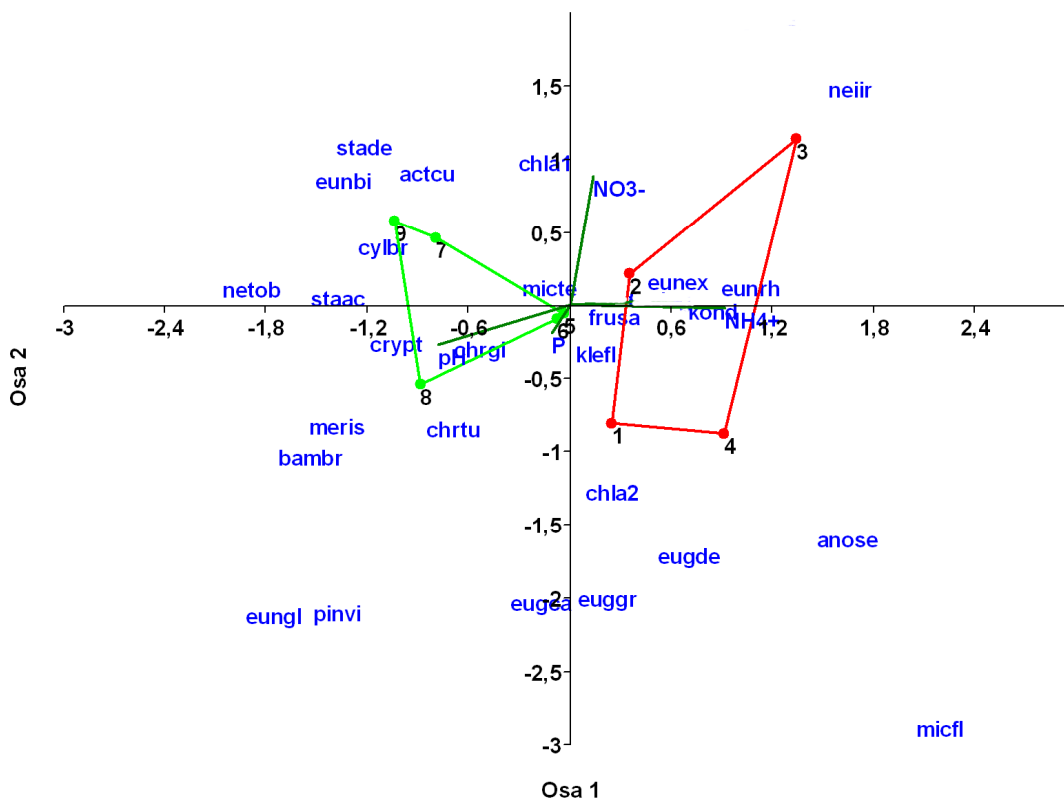
Klečové louky jarní odběr



Obr. 8a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr. 8b: Graf NMDS zobrazuje podle 2. a 3. osy polohu tůněk ovlivněných (vyznačených červeně) a neovlivněných (zeleně označených). Stress byl zjišťován pomocí Bray-Curtisova indexu.



p = 0,24

Obr. 9: Kanonická korespondenční analýza CCA zobrazuje vzdálenost ovlivněných a neovlivněných tůňek. 1. osa popisuje 55,06 % variability (p = 0,28), 2. osa popisuje dalších 34,08 % variability (p = 0,58).

	pH	kond ($\mu\text{S/cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	4,06	16	0,25	0,00	0,04	0
2	3,76	27	0,02	0,80	0,12	0
3	3,76	25	0,22	0,30	0,24	0
4	3,93	36	0,26	0,00	0,34	0
5	4,1	11	0,22	0,10	0,08	10
6	4,12	12	0,29	0,10	0,04	10
7	4,08	15	0,28	0,20	0,03	30
8	4,34	9	0,16	0,00	0,02	30
9	4,11	13	0,23	0,20	0,01	35

Tab. 10: Hodnoty : kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,212
p	0,091

NPMANOVA	
F	2,044
p	0,076

Tab. 11: Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných tůňek porovnávané pomocí neparametrické ANOSIM metody a neparametrické NPMANOVA. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	5
průměr	1,360	průměr	1,723
Testy			
F:	1,273	p	0,877
t:	-1,043	p	0,331
permutační test: p		0,308	

Tab. 12: Shannonův index znázorňuje hodnoty alfa diverzity. Permutační test byl testován na 10 000 permutací. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit.

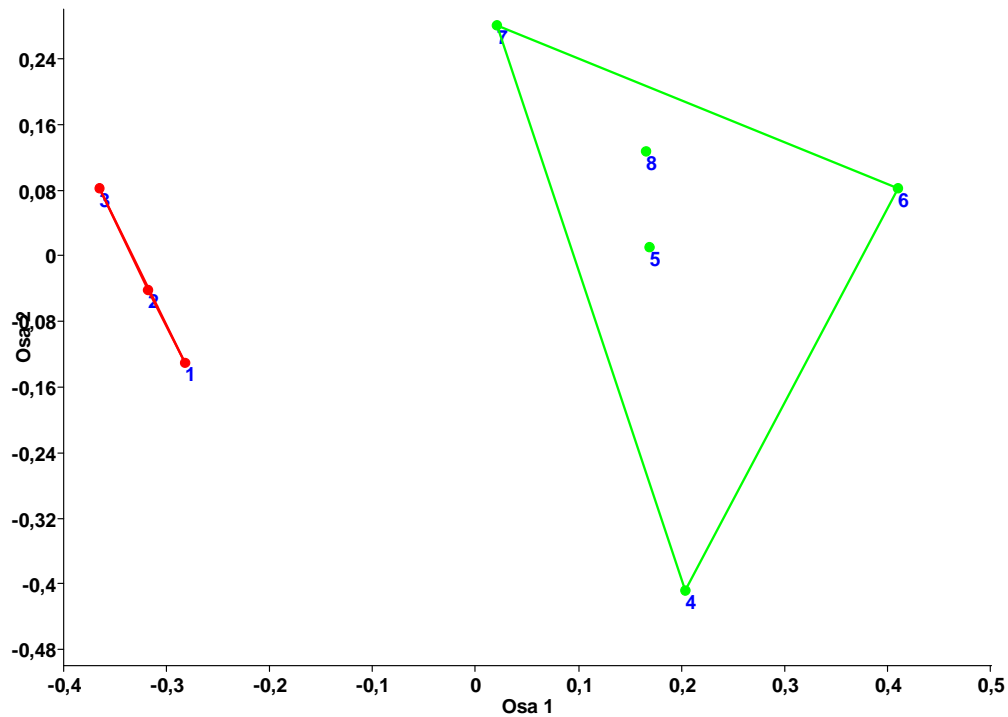
Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	5
průměr	0,606	průměr	0,693
Testy			
F:	1,066	p	0,997
t:	-0,689	p	0,512
permutační test: p		0,514	

Tab. 13: alfa diverzita testovaná pomocí vzorce Simpsonova indexu diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

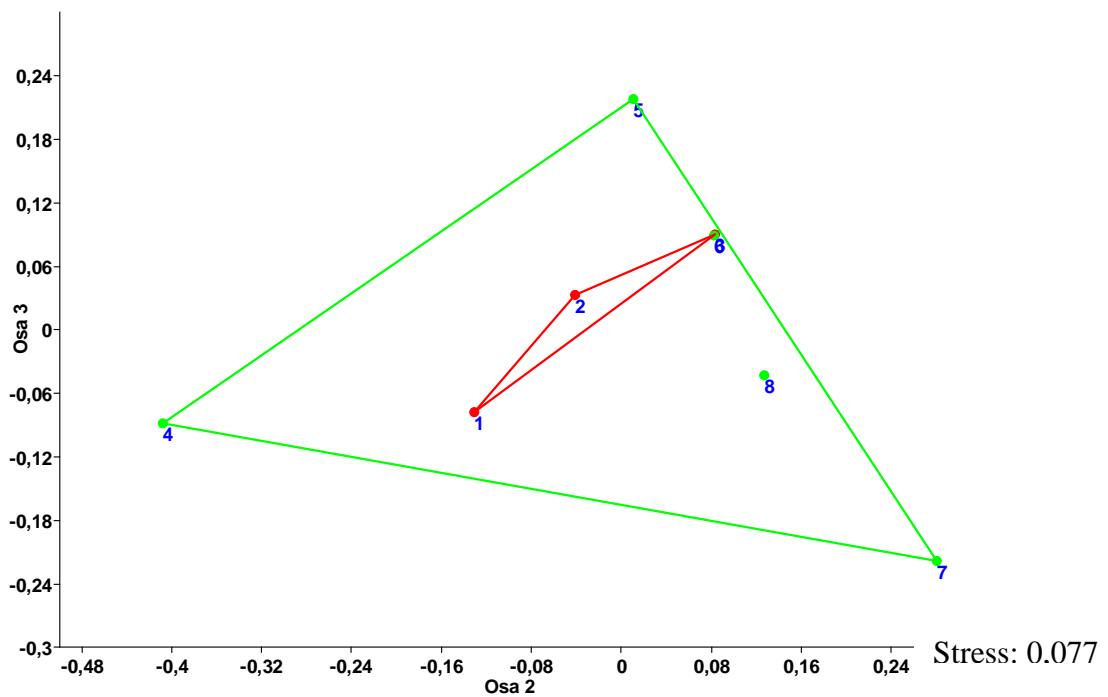
Whittakerův index	
ovlivněné	1,181
neovlivněné	1,142

Tab. 14: Pomocí Whittakerova indexu se zjišťuje hodnota β diverzity.

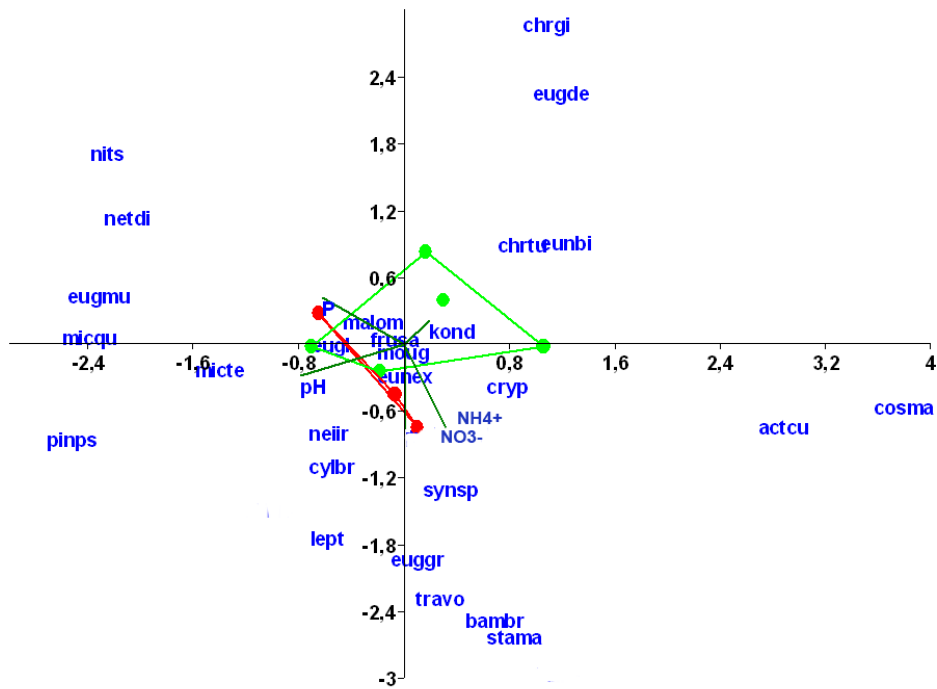
Klečové louky letní odběr



Obr. 15a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr. 15b: Graf NMDS zobrazuje podle 2. a 3. osy polohu ovlivněných (vyznačených červeně) a neovlivněných (zeleně označených) tůňek pomocí Bray-Curtisova indexu.



Obr.16: CCA zobrazuje vzdálenost ovlivněných a neovlivněných tůňek. 1. osa popisuje 26,7% variability ($p = 0,46$) a 2. osa popisuje dalších 20,4% variability ($p = 0,423$) $p = 0,42$

	pH	kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	4,36	63	0,20	0,06	0,01	0
2	4,02	49	0,12	0,80	0,07	0
3	3,83	25	0,11	2,10	0,02	1
4	3,93	14	0,19	0,80	0,01	20
5	3,89	18	0,16	1,20	0,01	25
7	3,03	34	0,08	0,01	0,00	45
8	3,53	44	0,10	0,80	0,03	55
9	3,54	40	0,90	0,50	0,00	60

Tab. 17: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,692
p	0,016

NPMANOVA	
F	2,941
p	0,016

Obr. 18: Podobnost ovlivněných a neovlivněných tůňek porovnávaná pomocí neparametrické metody ANOSIM a metody neparametrické NPMANOVA. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	3	počet lokalit	5
průměr	2,238	průměr	1,845
Testy			
F:	1,546	p	0,636
t:	2,50	p	0,046
permutační test: p		0,049	

Tab. 19: Hodnota alfa diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit Test signifikance: 10 000 permutací.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	3	počet lokalit	5
průměr	0,854	průměr	0,770
Testy			
F:	2,664	p	0,367
t:	3,285	p	0,016
permutační test: p		< 0,0001	

Tab. 20: Hodnota alfa diverzity zjišťovaná pomocí Simpsonova indexu. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit Test signifikance: 10 000 permutací.

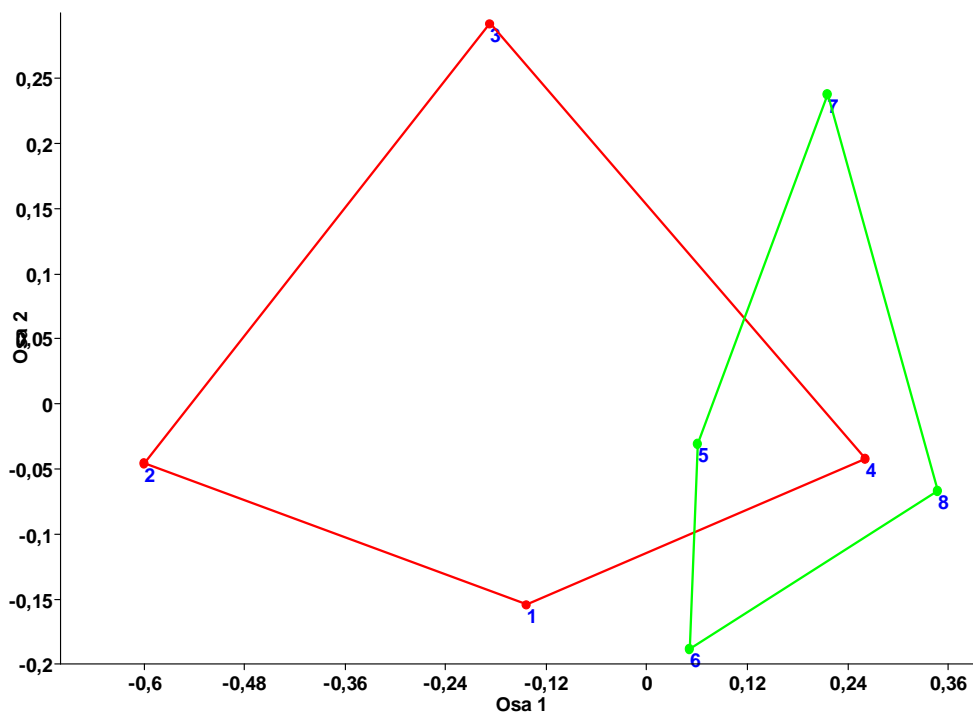
Whittakerův index	
ovlivněné	0,636
neovlivněné	1,213

Tab. 21: Srovnání změny diverzity fyto-bentosu mezi vzorky ovlivněných a neovlivněných tůňek podle rozdílnosti v druhovém složení Whittakerovým indexem. Permutace na 10 000.

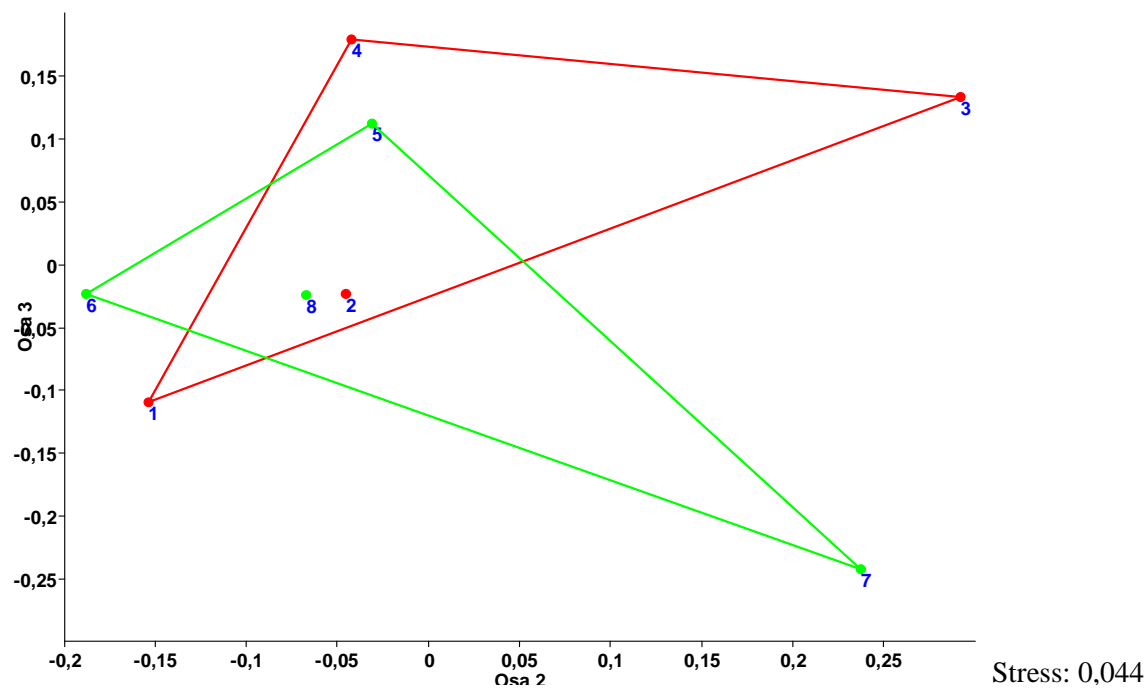
	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Mougeotia sp.</i>	17,1	26,0	6,2
<i>Frustulia saxonica</i>	32,2	18,7	36,2
<i>Chroococcus turgidus</i>	41,1	7,6	15,0
<i>Actinotaenium cucurbita</i>	47,7	0,6	7,6
<i>Babmbusina brebisonie</i>	53,7	7,0	0,0

Tab. 22: Výsledky analýzy SIMPER ukazující disriminující druhy mezi ovlivněnými a neovlivněnými tůňkami v letních odběrech z lokality Klečové louky. Sloupce obsahují procentuální zastoupení nejvýznamnějších disriminujících druhů v jednotlivých sadách vzorků. K analýze byl použit Bray-Curtisův index.

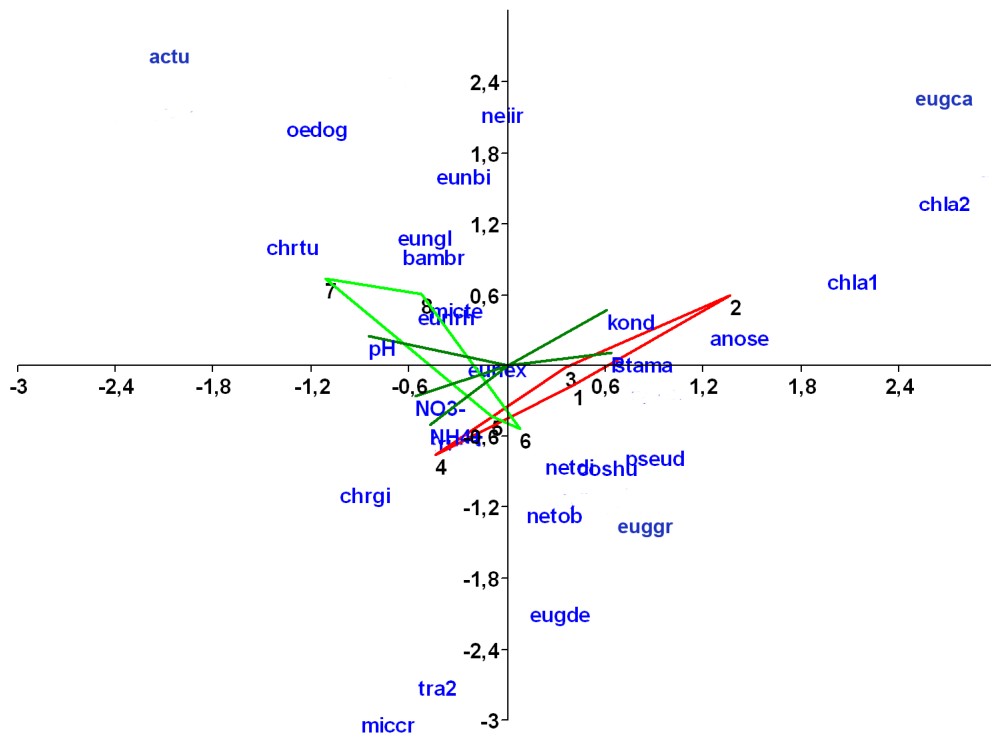
Na Čihadle



Obr. 23a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr. 23b: Graf NMDS zobrazuje polohu ovlivněných tůněk podle 2. a 3. osy (vyznačených červeně) a neovlivněných tůněk (zeleně označených) pomocí Bray-Curtisova indexu.



Obr. 24: CCA zobrazuje vzdálenost ovlivněných a neovlivněných tůňek. 1. osa popisuje 47,4% variability s permutací 0,034. Druhá osa vyšla nesignifikantně. $p = 0,06$

	pH	kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	4,13	14	0,12	0,1	0,27	0
2	3,69	63	0,29	0,0	0,12	0
3	4,17	29	0,2	0,7	0,19	0,5
4	4,21	8	0,18	0,4	0,50	0,5
5	4,11	14	0,08	0,2	0,20	15
6	4,14	15	0,10	0,8	0,18	25
7	4,35	14	0,08	0,7	0,25	35
8	4,26	25	0,13	0,5	0,13	40

Tab. 25: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,094
p	0,262

NPMANOVA	
F	1,477
p	0,174

Tab 26: Neparametrická metoda ANOSIM a metoda neparametrická NPMANOVA zjišťuje podobnost ovlivněných a neovlivněných tůňek. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	4
průměr	1,711	průměr	1,802
Testy			
F:	42,931	p	0,012
t:	-0,310	p	0,767
permutační test: p		0,690	

Tab 27: Alfa diverzita zjišťující vnitřní druhovou diverzitu v daném společenstvu zjišťovaná Shannonovým indexem s permutací na 10 000. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit.

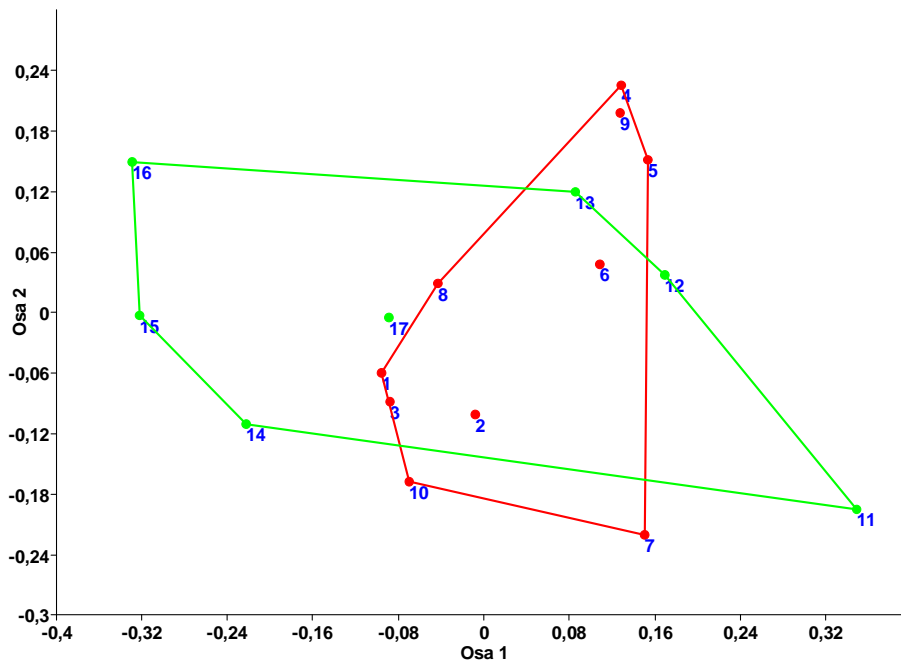
Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	4
průměr	0,712	průměr	0,739
Testy			
F:	6,538	p	0,157
t:	-0,278	p	0,790
permutační test: p		0,774	

Tab. 28: Simpsonův index zjišťuje hodnotu alfa diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit Test signifikance: 10 000 permutací.

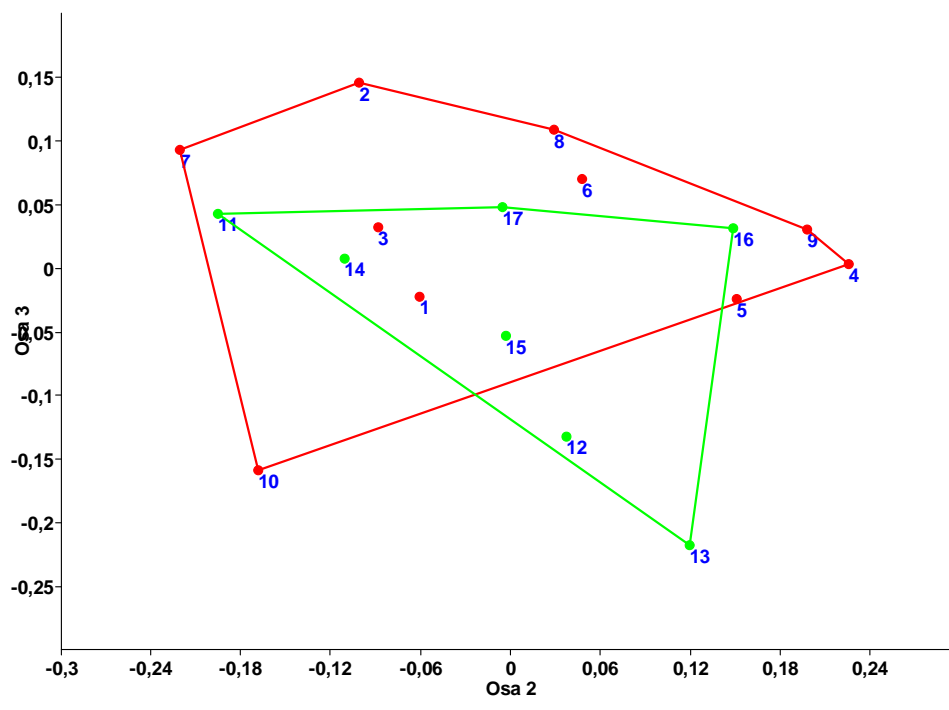
Whittakerův index	
ovlivněné	1,434
neovlivněné	1,250

Tab. 29: Whittakerův index diverzity zjišťuje změnu diverzity fyto-bentosu mezi vzorky ovlivněných a neovlivněných tůňek podle počtu unikátních druhů mezi vzorky.

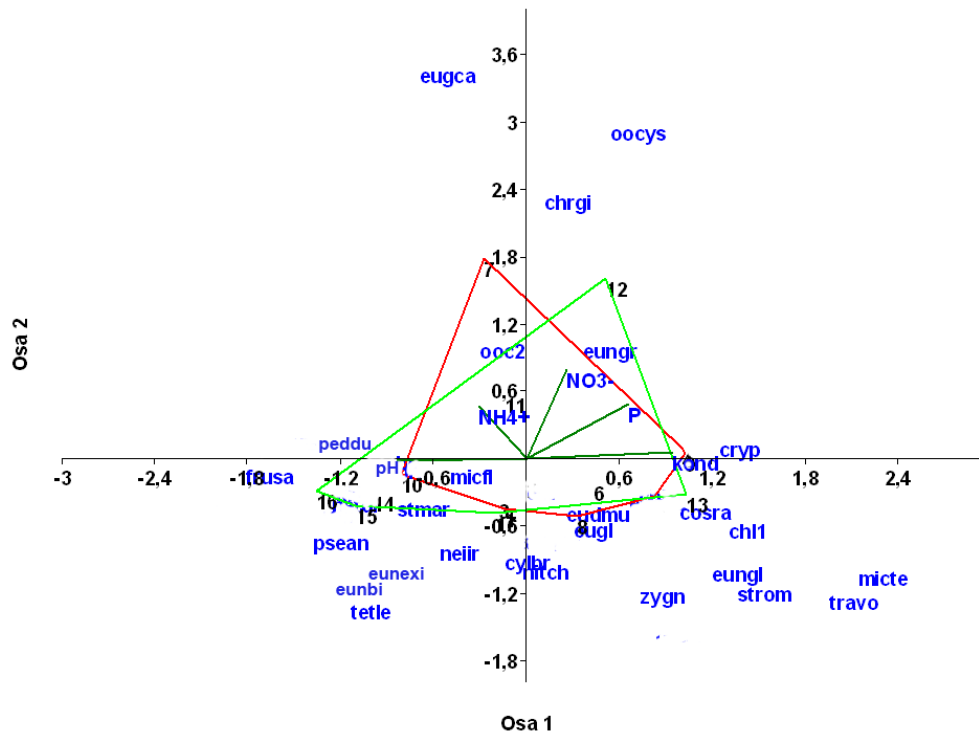
Božídarské rašelinště



Obr. 30a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr 30b: Graf NMDS zobrazuje polohu ovlivněných (vyznačených červeně) a neovlivněných (zeleně označených) tůněk. Jako distanční kritérium byl zvolen Bray-Curtisův index



p = 0,002

Obr. 31: 1. osa popisuje 33,6 % variability (p = 0,002), 2. osa popisuje 2,7 % variability (p = 0,07). Permutace na 2 000.

	pH	kond ($\mu\text{S/cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	3,51	54	0,00	0,0	0,12	0
2	3,85	50	0,00	0,0	0,01	0
3	3,71	61	0,07	0,0	0,01	0
4	3,55	71	0,12	0,3	0,00	0
5	3,59	65	0,11	0,0	0,00	0
6	3,63	67	0,19	0,0	0,04	0
7	3,67	50	0,18	0,3	0,44	0
8	3,5	71	0,14	0,0	0,00	0
9	3,46	71	0,14	0,0	0,00	0,5
10	3,86	39	0,08	0,0	0,00	1
11	3,71	61	0,11	0,0	0,02	5
12	3,65	64	0,19	0,2	0,02	5
13	3,54	75	0,24	0,0	0,01	10
14	3,78	38	0,03	0,0	0,01	20
15	4,14	23	0,00	0,0	0,01	30
16	4,16	24	0,00	0,0	0,04	40
17	3,68	47	0,00	0,0	0,00	50

Tab. 32: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,186
p	0,030

NPMANOVA	
F	1,96
p	0,035

Tab. 33: Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných tůňek porovnávané pomocí neparametrické metody ANOSIM a metody neparametrické NPMANOVA. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	9	počet lokalit	8
průměr	1,616	průměr	1,834
Testy			
F:	2,711	p	0,206
t:	-0,955	p	0,355
permutační test: p		0,359	

Tab. 34: Vnitřní druhová diverzita v daném společenstvu zjišťovaná Shannonovým indexem. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit Test signifikance: 10 000 permutací.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	9	počet lokalit	8
průměr	0,676	průměr	0,757
Testy			
F:	3,633	p	0,106
t:	-1,043	p	0,314
permutační test: p		0,327	

Tab.35: Alfa diverzita testovaná pomocí vzorce Simpsonova indexu diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit Test signifikance: 10 000 permutací.

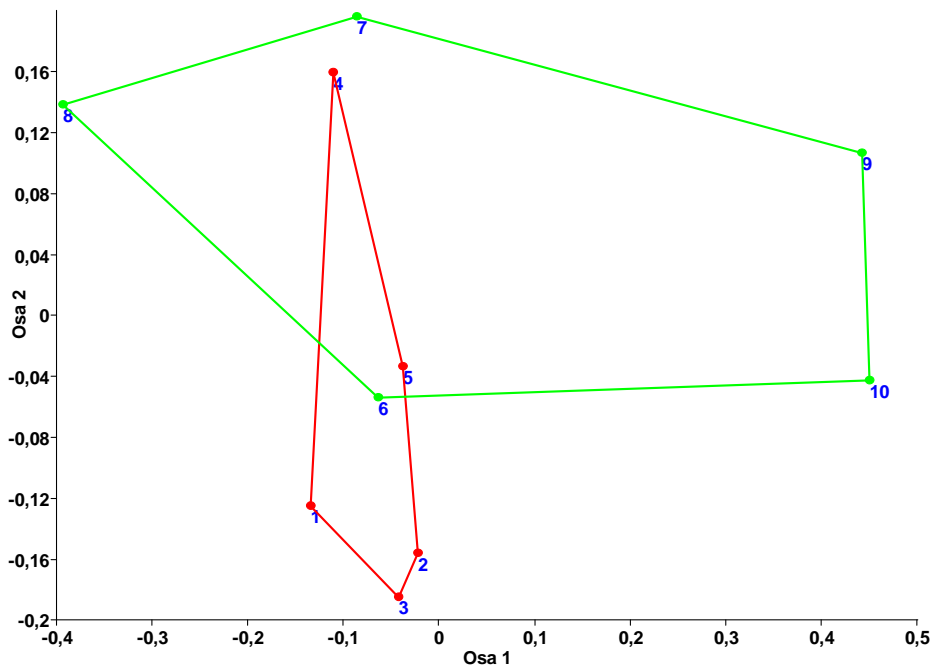
Whittakeruv index	
ovlivněné	2,159
neovlivněné	1,933

Tab. 36: Hodnoty Whittakerova indexu diverzity mezi vzorky z potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek podle počtu unikátních druhů.

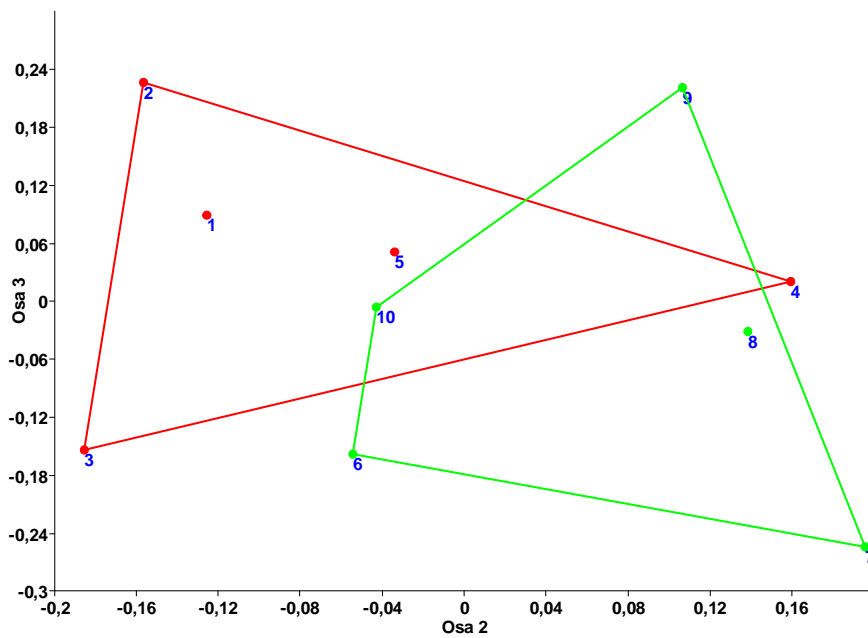
	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Cryptomonas sp.</i>	16,6	29,9	8,2
<i>Anomoneis seriens</i>	27,5	19,9	6,8
<i>Eunotia exigua</i>	35,4	3,0	12,8
<i>Oocystis sp.2</i>	42,0	3,2	8,1
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	47,4	2,4	7,8

Tab. 37: Analýzou SIMPER se zjišťuje procentuální zastoupení druhů jednotlivých lokalit. K analýze byl použit Bray-Curtisův index.

Chalupská slat' jarní odběr



Obr. 38a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Stress: 0,09

Obr. 38b: Graf nemetrické mnohorozměrné metody NMDS zobrazuje polohu ovlivněných tůněk (vyznačených červeně) a neovlivněných tůněk (zeleně označených) pomocí Bray-Curtisova indexu.

	pH	Kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	3,8	28	0,03	0,83	0,08	0
2	X	X	X	X	X	0
3	X	X	X	X	X	0
4	X	X	X	X	X	0
5	3,8	28	0,38	0,7	0,12	0
6	X	X	X	X	X	15
7	3,54	86	0,37	0,9	0,84	20
8	3,78	31	0,24	0,7	0,02	30
9	X	X	X	X	X	35
10	X	X	X	X	X	40

Tab. 39: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku), X (neměřené hodnoty)

ANOSIM		NPMANOVA	
R	0,23	F	1,961
p	0,041	p	0,016

Tab. 40: Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných vzorků porovnává neparametrická metoda ANOSIM a neparametrická NPMANOVA. Permutace byly zvoleny na 10 000.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	5	počet lokalit	5
průměr	1,903	průměr	1,537
Testy			
F:	9,719	p	0,049
t:	2,199	p	0,059
permutační test: p		0,066	

Tab. 41: Shannonův index diverzity zjišťuje, s jakou pravděpodobností budou dva nalezení jedinci ve společenstvu patřit k různým druhům. Permutace byla testována na 10 000. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	5	počet lokalit	5
průměr	0,791	průměr	0,733
Testy			
F:	2,445	p	0,408
t:	1,390	p	0,202
permutační test: p	0,205		

Tab.42: Simpsonův index diverzity . Tento index dává větší váhu druhům hojným, na rozdíl od vzácně se ve vzorku vyskytujícím. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

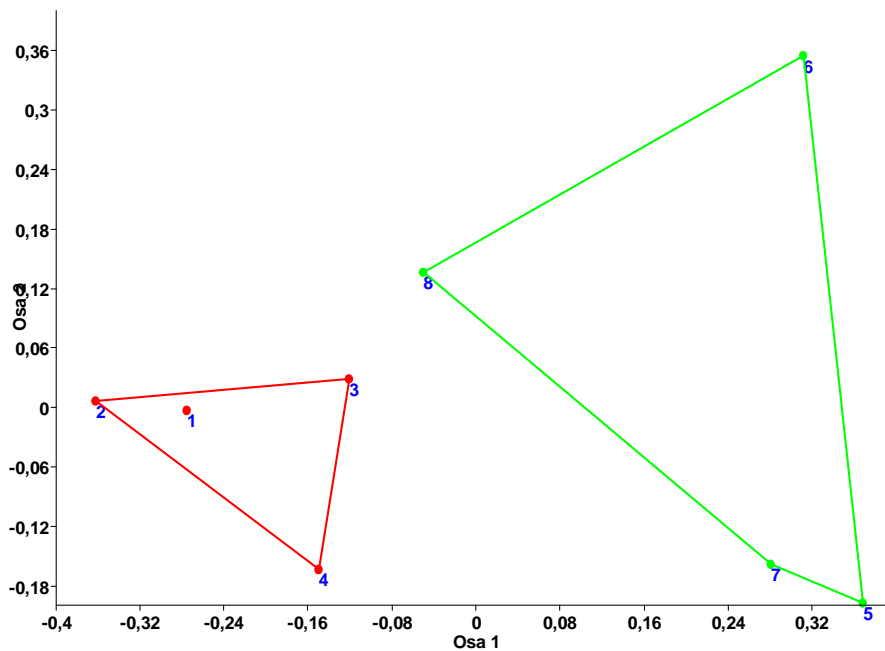
Whittakerův index	
ovlivněné	1,280
neovlivněné	2,158

Tab. 43: Hodnoty Whittakerova indexu diverzity mezi vzorky z potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek podle počtu unikátních druhů.

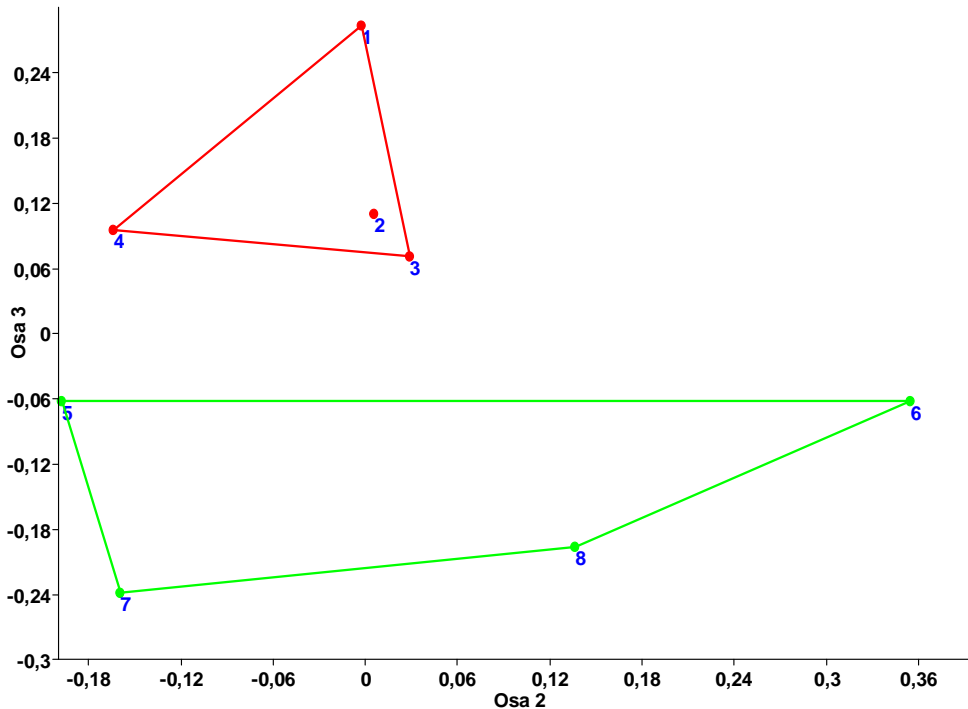
	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Mougeotia sp.</i>	11,54	22	3,8
<i>Cryptomonas sp.</i>	21,44	15,8	8,2
<i>Neidium iridis</i>	29,37	0,4	13,2
<i>Microspora quadrata</i>	37,21	7,0	10,2
<i>Dinobryon divergens</i>	44,38	12,0	0,0
<i>Eunotia exigua</i>	51,46	0,8	12,0

Tab. 44: Jaké druhy (a kolika procenty) se podílejí na druhové variabilitě dvou vybraných rozdílných lokalit se zjišťuje testem SIMPER pomocí Bray-Curtisova indexu.

Chalupská slat' podzimní odběr

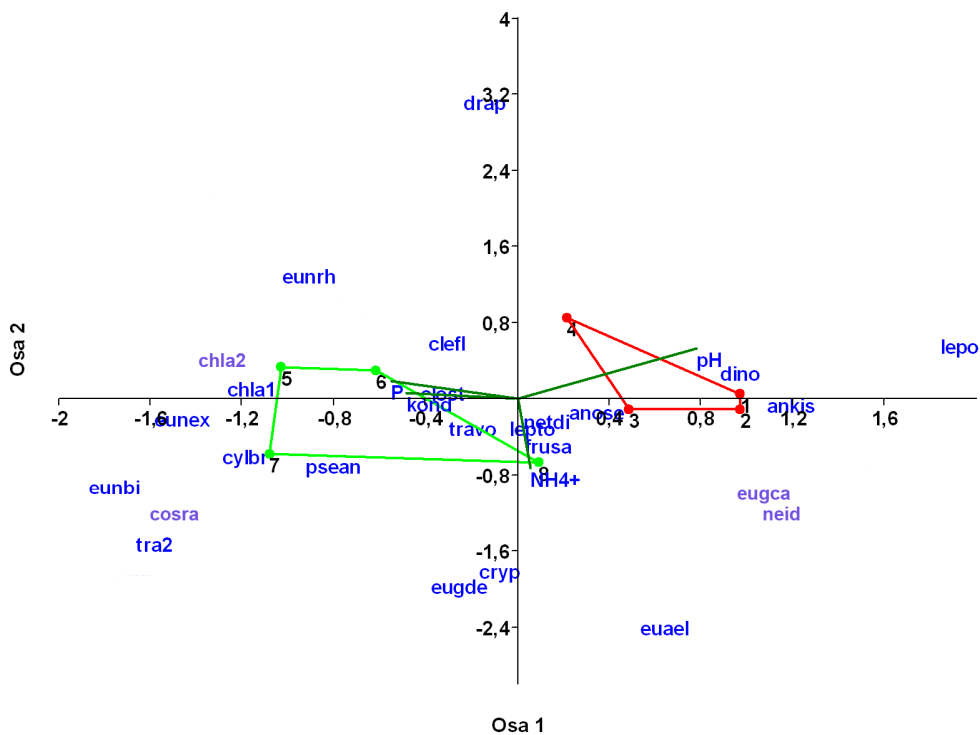


Obr. 45a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Stress: 0,079

Obr 45b: Graf NMDS zobrazuje polohu ovlivněných tůněk (vyznačených červeně) a neovlivněných tůněk (zeleně označených) vypočtenou na základě vzájemných podobností vzorků (Bray-Curtisův index podobnosti).



Obr. 46: Graf: 1. osa popisuje 59,4% variability ($p = 0,036$). Druhá osa popisuje 18,68 % variability ($p = 0,81$). $p = 0,23$

	pH	kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	4,66	55	0,06	0,08	0
2	4,01	33	0,07	0,06	0
3	3,93	33	0,48	0,37	0
4	4,10	45	0,32	0,04	0
5	3,50	37	0,37	0,05	30
6	3,98	69	0,09	0,06	30
7	3,04	107	0,36	0,13	40
8	3,81	37	0,07	0,08	50

Tab. 47: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,765
p	0,027

NPMANOVA	
F	5,132
p	0,026

Tab. 48: Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných tůňek porovnávané pomocí neparametrické metody ANOSIM a metody neparametrické NPMANOVA. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	4
průměr	1,492	průměr	2,347
Testy			
F:	13,442	p	0,061
t:	-2,804	p	0,031
permutační test: p		0,006	

Tab.49: Alfa diverzita zjišťující vnitřní druhovou diverzitu v daném společenstvu zjišťovaná Shannonovým indexem. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	4	počet lokalit	4
průměr	0,612	průměr	0,874
Testy			
F:	94,842	p	0,004
t:	-2,231	p	0,067
permutační test: p		0,030	

Tab 50: Alfa diverzita testovaná pomocí vzorce Simpsonova indexu diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

Whittakerův index	
ovlivněné	1,048
neovlivněné	0,966

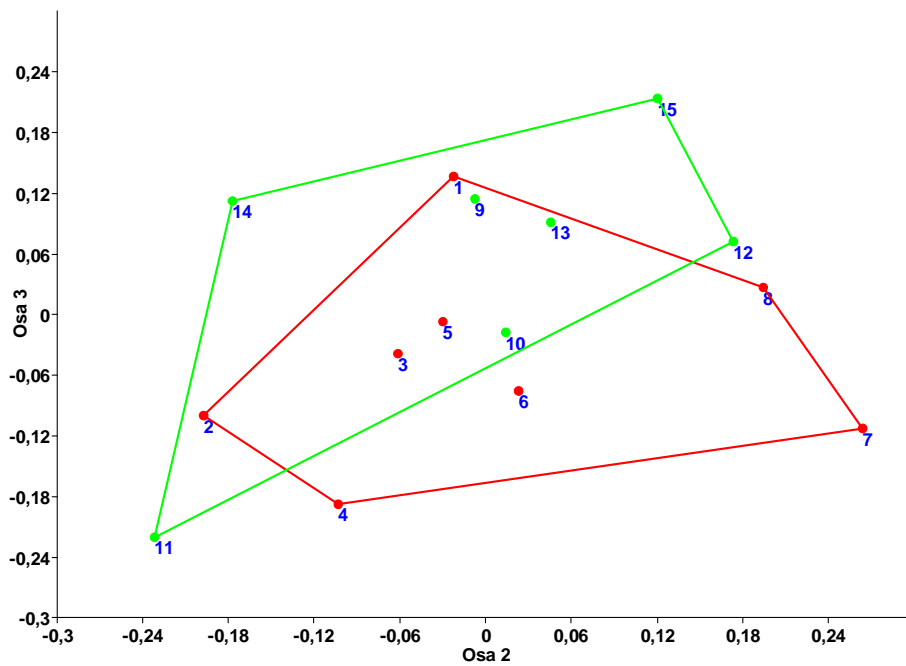
Tab. 51: Hodnoty Whittakerova indexu diverzity mezi vzorky z potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek podle počtu unikátních druhů

	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	32,06	56,00	4,75
<i>Cryptomonas sp.</i>	39,25	2,25	13,00
<i>Eunotia exigua</i>	45,66	0,25	10,50
<i>Chlamydomonas sp. 1</i>	52,07	3,75	10,80
<i>Dinobryon divergens</i>	57,08	8,00	0,00
<i>Draparnaldia glometara</i>	61,69	6,25	2,25

Tab. 52: Analýzou SIMPER se zjišťuje procentuální zastoupení druhů jednotlivých lokalit. K analýze byl použit Bray-Curtisův index

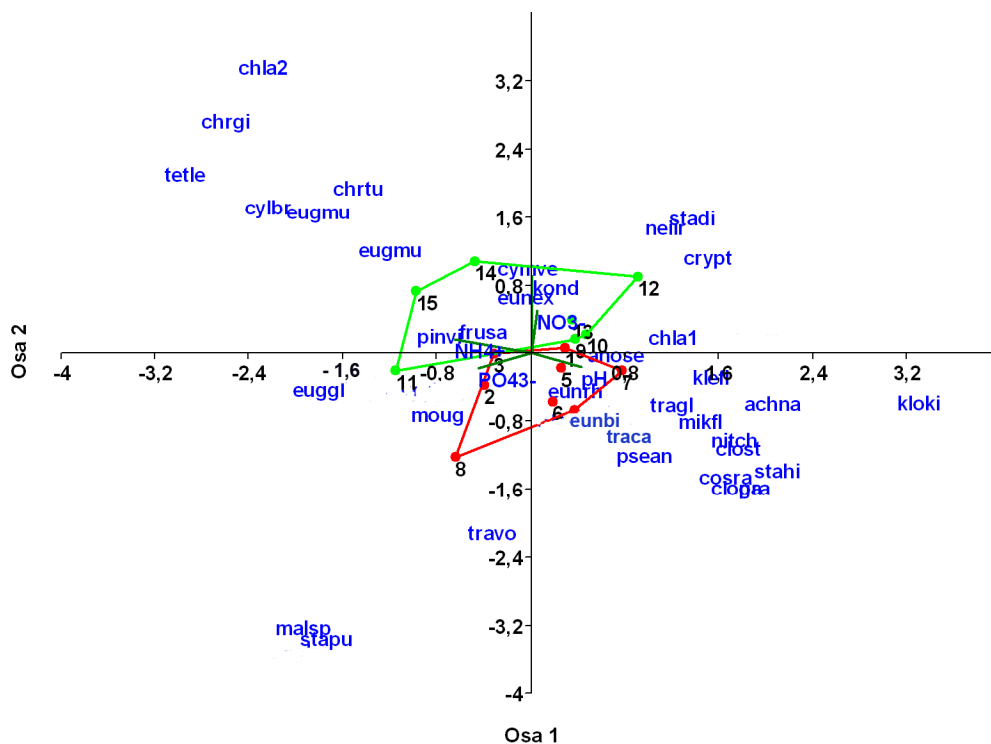
Czarne Bagno

Obr. 53a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Stress: 0,15

Obr 53b: Graf NMDS zobrazuje polohu ovlivněných tůněk (vyznačených červeně) a neovlivněných tůněk (zeleně označených) pomocí Bray-Curtisova indexu.



Obr. 54: 1.osa 32,6 % variability ($p = 0,71$) 2. osa 12,8 % variability ($p = 0,34$). Permutace s 2 000 opakovaními. $p = 0,58$

	pH	kond ($\mu\text{S/cm}$)	P (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	vzdál (m)
1	6,23	92	0,005	0,19	0,5	0
2	4,62	52	0,06	0,24	0,0	0
3	4,02	53	0,63	0,11	0,0	0
4	4,01	39	0,00	0,02	0,0	0
5	5,26	47	0,00	0,04	0,0	0
6	4,59	38	0,00	0,19	0,0	0
7	5,05	49	0,02	0,03	0,3	0
8	4,81	30	0,43	0,27	0,0	0,5
9	5,37	52	0,12	0,03	0,1	10
10	5,93	55	0,04	0,02	0,2	10
11	3,86	50	0,02	0,05	0,0	15
12	3,96	122	0,00	0,03	0,0	20
13	5,6	101	0,00	1,82	0,0	30
14	3,64	97	0,00	2,64	0,5	30
15	4,09	185	0,49	2,73	0,4	40

Tab. 55: Czarne Bagno 7. 9. 2008: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM	
R	0,107
p	0,096

NPMANOVA	
F	1,577
p	0,058

Tab. 56: Neparametrická metoda ANOSIM a metoda neparametrická NPMANOVA zjišťuje podobnost ovlivněných a neovlivněných tůňek. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	8	počet lokalit	7
průměr	2,063	průměr	1,869
Testy			
F:	8,072	p	0,014
t:	1,766	p	0,101
permutační test: p		0,106	

Tab 57: Shannonův index diverzity zjišťuje, s jakou pravděpodobností budou dva nalezení jedinci ve společenstvu patřit k různým druhům. Permutace byla testována na 10 000. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	8	počet lokalit	7
průměr	0,825	průměr	0,784
Testy			
F:	6,044	p	0,032
t:	1,510	p	0,155
permutační test: p		0,152	

Tab. 58: Hodnota alfa diverzity zjišťovaná pomocí Simpsonova indexu. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

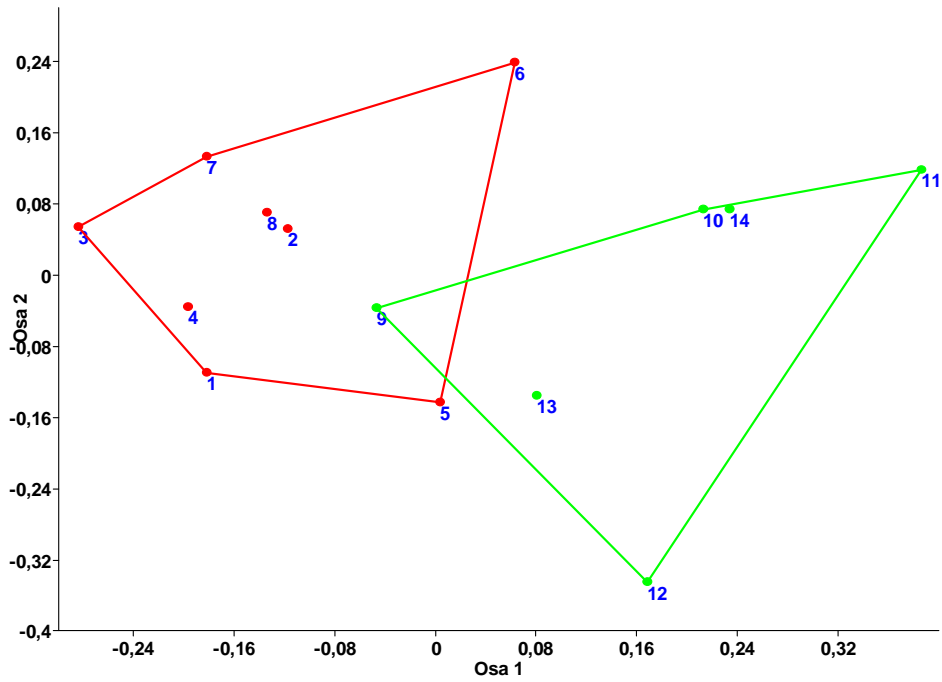
Whittakerův index	
ovlivněné	2,12
neovlivněné	2,121

Tab 59: Whittakerova indexu podobnosti srovnává změny diverzity fyto-bentosu mezi vzorky z potenciálně ovlivněných a neovlivněných tůňek podle rozdílnosti v druhovém složení.

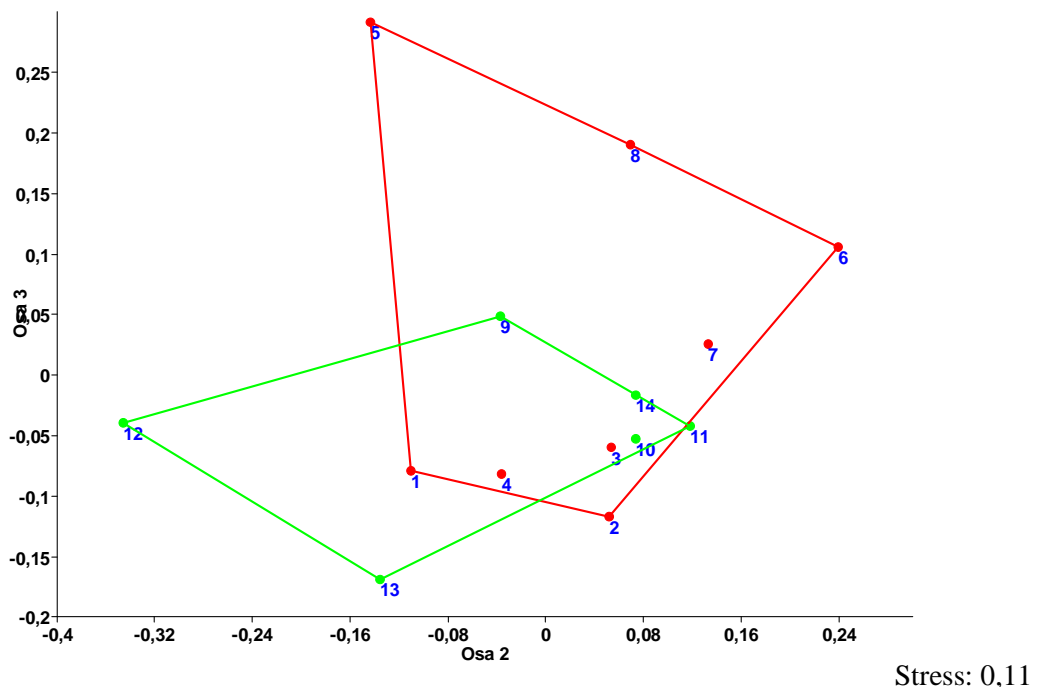
	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Eunotia exigua</i>	9,08	10,1	11,8
<i>Chlamydomonas sp.1</i>	18,09	4,3	16,8
<i>Eunotia bilunalis</i>	25,84	14,7	6,6
<i>Neidium iridis</i>	33,33	3,4	11,8
<i>Mougeotia sp.</i>	39,24	4,8	6,0

Tab. 60: Analýzou SIMPER se zjišťuje procentuální zastoupení druhů jednotlivých lokalit. K analýze byl použit Bray-Curtisův index

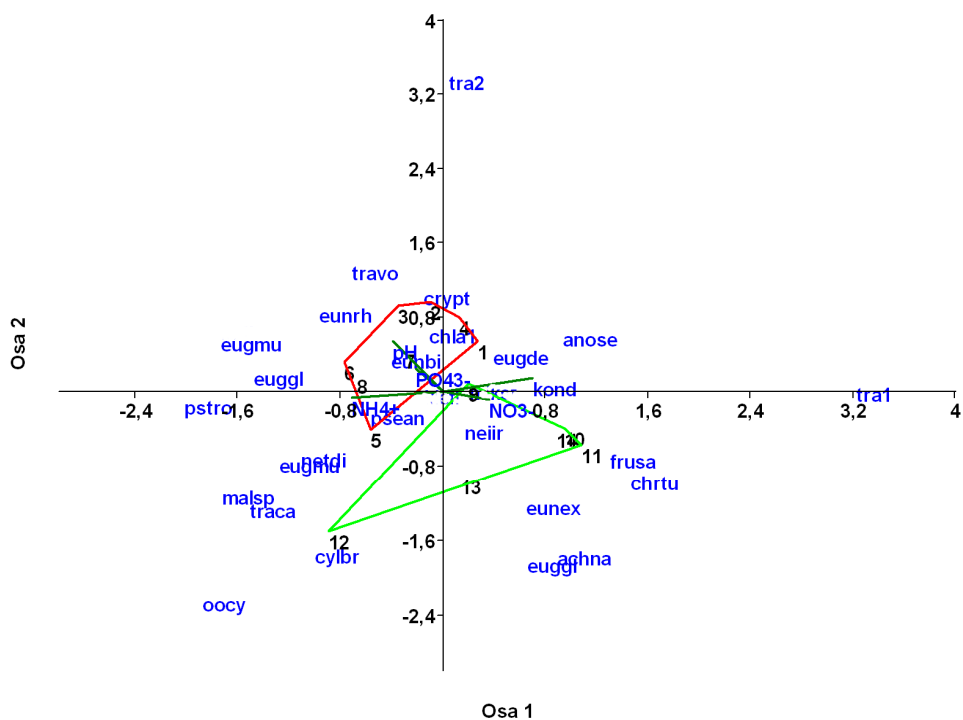
Černoohorské rašelinště



Obr. 61a: Graf 3-D NMDS analýzy podle 1. a 2. osy



Obr. 61b: Graf NMDS zobrazuje polohu ovlivněných (vyznačených červeně) a neovlivněných (zeleně označených) tůňek pomocí Bray-Curtisova indexu



Obr. 62: CCA graf, první osa popisuje 39,5% variability ($p = 0,86$) a druhá osa popisuje 14,7 % variability ($p = 0,51$) $p = 0,76$

	pH	kond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	P (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	vzdál (m)
1	3,65	110	0,07	0,0	0,23	0
2	3,72	58	0,20	0,0	0,22	0
3	3,83	44	0,15	0,0	0,30	0
4	3,80	33	0,07	0,0	0,16	0
5	3,86	27	0,06	0,0	0,25	0
6	3,93	23	0,09	0,0	0,26	0
7	3,90	21	0,02	0,0	0,24	0
8	3,93	20	0,02	0,0	0,23	15
9	3,88	37	0,08	0,1	0,17	50
10	3,77	43	0,00	0,0	0,21	50
11	3,71	47	0,02	0,0	0,22	60
12	3,43	43	0,11	0,0	0,28	60
13	3,45	62	0,01	0,0	0,21	80
14	3,53	71	0,22	0,1	0,20	80

Tab. 63: Černohorské rašeliniště 21. 8. 2008: kond (konduktivita), P (dostupný fosfor), NO_3^- (dusičnany), NH_4^+ (kation amonný), vzdál (vzdálenost tůňky od povalového chodníku)

ANOSIM		NPMANOVA	
R	0,448	F	3,523
p	0,003	p	0,004

Tab. 64: Druhové složení uvnitř a mezi jednotlivými lokalitami ovlivněných a neovlivněných tůňek porovnávané pomocí neparametrické metody ANOSIM a metody neparametrické NPMANOVA. Testováno na 10 000 permutací.

Shannonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	8	počet lokalit	6
průměr	1,892	průměr	1,873
Testy			
F:	1,033	p	0,933
t:	0,092	p	0,928
permutační test: p	0,924		

Tab. 65: Hodnota alfa diverzity zjišťována. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

Simpsonův index - ovlivněné x neovlivněné			
Ovlivněné lokality		Neovlivněné lokality	
počet lokalit	8	počet lokalit	6
průměr	0,770	průměr	0,766
Testy			
F:	1,806	p	0,461
t:	0,063	p	0,951
permutační test: p	0,954		

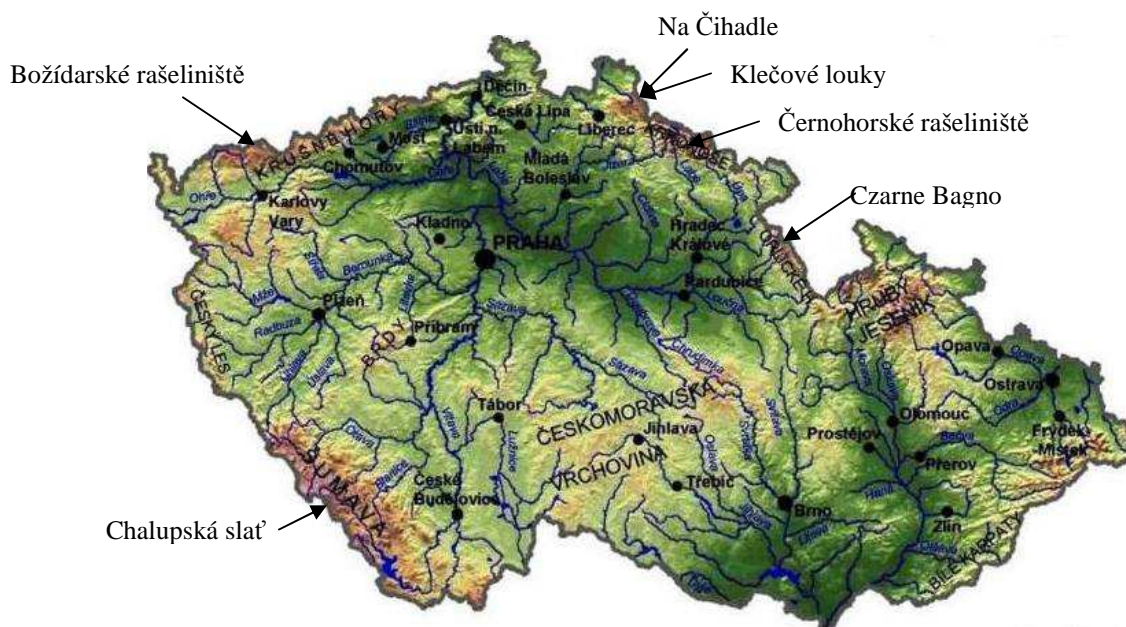
Tab. 66: alfa diverzita testovaná pomocí vzorce Simpsonova indexu diverzity. Průměr ovlivněné a průměr neovlivněné lokality znamená průměrnou hodnotu diverzity lokalit. Test signifikance: 10 000 permutací.

Whittakerův index	
ovlivněné	1,217
neovlivněné	0,775

Tab. 67: Srovnání změny diverzity fyto-bentosu mezi vzorky ovlivněných a neovlivněných tůňek podle rozdílnosti v druhovém složení Whittakerovým indexem. Permutace na 10 000.

	Celkem %	Ovlivněné %	Neovlivněné %
<i>Cryptomonas sp.</i>	16,73	28,40	4,17
<i>Frustulia saxonica</i>	32,05	1,88	24,50
<i>Chroococcus turgidus</i>	39,80	0,62	12,50
<i>Oocystis sp.</i>	46,19	0,50	9,83
<i>Netrium digitus</i>	52,45	9,63	1,83
<i>Anomoneis serians</i>	58,20	10,50	8,50

Tab.68: Analýzou SIMPER se zjišťuje procentuální zastoupení druhů jednotlivých lokalit. K analýze byl použit Bray-Curtisův index.



Obr. 69: Přehled lokalit

Obrazová příloha



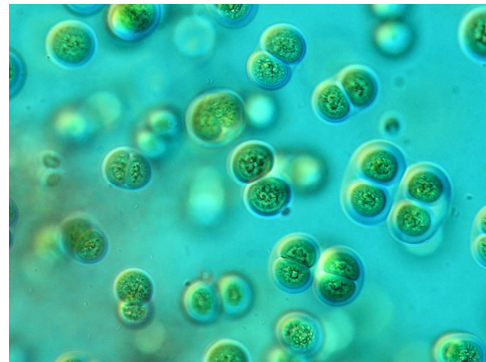
Cosmarium ralfsii



Cylindrocystis brebissonii



Euglena mutabilis



Chroococcus turgidus



Malomonas sp.



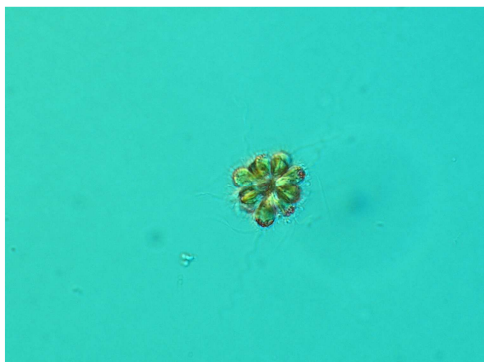
Merismopedia sp.



Netrium digitus



Pediastrum simplex



Synura sp.



Tetmemorus laevis



Czarne Bagno



Černoorské rašeliniště



Klečové louky



Černoorské rašeliniště



Klečové louky



Boží Dar