

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Bakalářská práce

2013

Nela Radová



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE

**Fotoautotrofní organismy v prameništích
povodí horní Blanice**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Michal Bílý, Mgr., Ph.D.

Bakalant: Nela Radová

Praha 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radová Nela

Aplikovaná ekologie

Název práce

Fotoautotrofní organismy v prameništích povodí horní Blanice

Anglický název

Phototrophic organisma in springs of upper stream Blanice River catchment

Cíle práce

- Zinventarizovat skladbu fotoautotrofních organismů, které na prameništích produkují biomasu, která může být zdrojem detritu i přímou potravou pro prameništní faunu .
- porovnat složení těchto organismů ve 2 kategoriích pramenišť
- popsat časovou řadu sukcesních změn těchto společenstev od zimy do léta

Metodika

Studijní plochy:

- celkem 6 pramenišť typu helokrěnu, klasifikovatelných v počtu 3 + 3 do dvou kategorií, podle obsahu minerálních živin ve vyvěrající vodě.

- celkem 4 návštěvy studijních ploch v období zima, časně jaro, pozdnější jaro, začátek léta.

- při každé návštěvě:

- osnímkování plochy každého prameniště z hlediska % pokryvnosti makrovegetací, z neurčitelných druhů odebrat vzorky pro herbářové položky
- osnímkování plochy každého prameniště z hlediska % přítomnosti řasových nárostů, zvláště hodnotit řasy zelené, řasy hnědé, sinice
- Odebrání vzorků pozorovaných viditelných řasových nárostů (podle situace v každém prameništi)
- Odebrání směsného vzorku detritu a nárostů pro pozorování v terénu nezaznamenaných řas, především rozsivek (Celkem 24 vzorků)

v laboratoři (ihned po odběru):

- prohlídka a orientační determinace vzorků „viditelných“ řas za živa, část možno zafixovat (formaldehyd) (6 vzorků)
- orientační prohlídka směsných vzorků „neviditelných“ řas ((6 vzorků)

- zhotovení trvalých preparátů z rozsivek, determinace alespoň do rodu.

- Vyhodnocení časových řad změn společenstva od zimy do léta v obopu typech pramenišť.

Rozsah textové části

30 stran

Klíčová slova

prameniště, fyto bentos, makrofyta, fotoautotrofové, sezónní vývoj

Doporučené zdroje informací

Hindák, F. (ed): Sladkovodné riasy. SPN Bratislava, 1978, 728 s.

Skácelová, O., Uher, B., Kroča, J.: Phytobenthos of small streams in the Moravskoslezské Beskyty and Javorníky Mountains. Čas. Slez. Muz. Opava, 59: 81-95

Kubíková, L.: VLIV FYZIKÁLNĚ CHEMICKÝCH PARAMETRŮ PRAMENIŠŤ V POVODÍ BLANICE NA JEJICH OŽIVENÍ. diplomová práce, FŽP ČZU Praha, 2008

Vedoucí práce

Bílý Michal, Mgr., Ph.D.

Konzultant práce

Mgr. Ondřej Simon

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 4.9.2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Michala Bílého, Mgr., Ph.D., za poskytnutí informací školitelem práce Mgr. Ondřejem P. Simonem a s využitím zde uvedených literárních pramenů.

V Praze, 15. 4. 2013

.....

ABSTRAKT

V práci byly sledovány fotoautotrofní organismy šesti helokrénních a jednoho limnokrénního prameniše v povodí řeky Blanice na Šumavě, s důrazem na rozsivková společenstva. Práce uvádí do problematiky prameništích biotopů a jejich oživení. Výzkumná část se zabývá taxonomickým složením společenstev, změnou v pokryvnosti a hojnosti taxonů přítomných na prameništích během časové řady čtyř odběrů (březen, květen, červenec, srpen) a charakteristikami, které zjištěné skutečnosti vysvětlují. Ordinací (RDA) bylo zjištěno, že jednotlivá prameniště a zástin jsou proměnné, které nejlépe vysvětlují uspořádání rozsivkových společenstev na prameništích, zatímco termín odběru není signifikantní. Z fotoautotrofních organismů byla zaznamenána nejvyšší druhová diverzita pro společenstva rozsivek, čítajících celkem 52 taxonů. Práce poskytuje první konkrétní výstupy týkající se uspořádání fotoautotrofních organismů, jež na zde sledovaných prameništích produkují biomasu, která může být původcem detritu a také zdrojem potravy zdejší fauny. Zároveň umožňuje klást předpoklady takového uspořádání společenstev k podobným prameništím v dané oblasti.

Klíčová slova: prameniště, fyto-bentos, makrofyta, fotoautotrofové, sezónní vývoj

ABSTRACT

Photoautotrophic organisms, with focusing on diatom communities, of six helocren and one limnocren springs of the Blanice river catchment in the Šumava mountains were investigated in this work. The work introduces to the issue of spring habitats and their recovery. The research deals with the taxonomic composition of communities, the change of coverage and the abundance of the present taxa during four terms of sampling (March, May, July, August) and with the variables that explain established facts. The ordination (RDA) found that the individual springs and the shading are variables that best explain the composition of these spring diatom communities, whereas the term of sampling wasn't significant. The diatom communities biodiversity was the highest of photoautotrophic organisms. Diatoms involves 52 taxa there. The work gives first concrete results about the composition of photoautotrophic communities of these spring, the producers of the biomass, that can be an originator of detritus and also the source of food for local spring fauna. It also provides a possibility to assume such communities arrangement for similar springs of this area.

Keywords: springs, phytobenthos, macrophytes, photoautotrophs, seasonal development

1 ÚVOD	9
2. CHARAKTERISTIKA PRAMENIŠTNÍCH BIOTOPŮ	10
2. 1 FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÉ A MORFOLOGICKÉ PARAMETRY	10
2. 2 FAUNA PRAMENIŠTÍ	11
2. 3 FOTOAUTOTROFNÍ ORGANIZMY PRAMENIŠTÍ	12
2. 3. 1 Význam fotoautotrofních organizmů na prameništích.....	12
2. 3. 2 Řasy.....	13
2. 3. 3 Makrofyta.....	15
3. POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ	18
4. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH PRAMENIŠTÍ	20
5. METODIKA PRÁCE	22
5. 1 POPIS ODBĚROVÝCH MÍST	22
5. 2 TERÉNNÍ ODBĚR VZORKŮ A MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÝCH PARAMETRŮ ..	22
5. 3 ZAJIŠTĚNÍ VZORKŮ MAKROFYT.....	23
5. 5 PREPARACE ROZSIVEK A PŘÍPRAVA TRVALÝCH PREPARÁTŮ	23
5. 6 MIKROSKOPOVÁNÍ A URČOVÁNÍ DRUHŮ	24
5. 7 HODNOCENÍ DAT	25
5. 7. 1 Měření a odhadované parametry	25
5. 7. 2 Rozsivky.....	25
5. 7. 3 Další skupiny řas.....	26
5. 7. 4 Makrofyta.....	26
6 VÝSLEDKY	27
6. 1 MĚŘENÉ A ODHADOVANÉ PARAMETRY NA PRAMENIŠTÍCH	27
6. 2 MECHOROSTY.....	29
6. 3 CÉVNATÉ ROSTLINY	30
6. 4 ROZSIVKY.....	32
6. 5 DALŠÍ SKUPINY ŘAS.....	35
7 DISKUZE	37
8 ZÁVĚR	42
9 LITERATURA	43
10 PŘÍLOHY	49

1 ÚVOD

Prameniště jsou biotopy, které jsou vhodným a zajímavým předmětem studia zejména díky své stabilitě fyzikálně - chemických parametrů. Vědeckých prací zabývajících se problematikou prameništních biotopů v České republice však není mnoho. Větší množství prací pochází zejména z oblasti Alp. Na prameništích povodí horní Blanice na Šumavě již probíhal výzkum zabývající se zejména fyzikálně – chemickými a morfologickými parametry a přítomnými bezobratlými živočichy. Fotoautotrofní organismy zde však doposud nebyly blíže studovány.

V práci, pro niž bylo vybráno jedno limnokrenní a šest helokrenních pramenišť, je kladen důraz zejména na rozsivková společenstva. Cílem je provést čtyři návštěvy lokalit během odlišné roční sezóny, při nichž budou měřeny a odhadovány parametry prostředí a získány vzorky pro následné zpracování. Dále je cílem určit taxonomické složení přítomných fotoautotrofních organismů, zjistit pokryvnosti makrofyta a makroskopických řas a určit hojnosti taxonů rozsivek a makroskopicky viditelných řas ve vzorcích ze čtyř odběrů. Účelem je rovněž statistické zhodnocení získaných dat zahrnujících taxonomické složení a hojnosti taxonů daných do souvislosti s parametry prostředí a časovou řadou.

Práce poskytne první základní informace o složení fotoautotrofních organismů sledovaných pramenišť a předloží výsledky zjišťovaných závislostí s prostředím. Ucelí informace jež jsou pro daná prameniště známy a umožní klást možné předpoklady k prameništím podobných vlastností. Blíže informuje o původcích detritu na prameništích a možného zdroje potravy prameništní fauny.

2. CHARAKTERISTIKA PRAMENIŠTNÍCH BIOTOPŮ

2.1 Fyzikálně – chemické a morfologické parametry

Prameniště, jako biotopy, se do povědomí ekologů začala více dostávat až od 80. let 20. století, neboť byla po dlouhou dobu vnímána jenom jako součást potoků a řek (Hahn 2000). Vyskytují se v místech, kde vyvěrá podzemní voda (Chytrý et al. 2001) a jsou tedy určitým mezistupněm podzemní a povrchové vody (Hahn 2000). Odlišnost pramenišť od podpovrchových vod je zejména v rozvoji primárních producentů, kteří uplatňují fotosyntézu (Hindák et al. 1978). Jsou to maloplošné biotopy, jejichž rozloha se ve většině případech pohybuje v řádech jednotek až desítek m² a v České republice se nacházejí roztroušeně po celém jejím území od kolinního do subalpínského stupně na loukách nebo v lesích. V okolí pramenů mohou vznikat slatiniště či přechodová rašeliniště se zastoupením různých druhů mechů, zejména rašeliníků (*Sphagnum*) (Chytrý et al. 2001).

Pomocí kritérií, jež zvolíme, lze prameniště dále třídit do určitých kategorií. Dle teploty vody lze prameny dělit na vřelé (>50°C), teplé (>20°C) a chladné (<20°C) (Hynie 1955). Dle obsahu vápníku vymezujeme vápnitá prameniště (Hahn 2000) s tvorbou pěnoveců, kde proudí voda s vysokým obsahem rozpuštěného Ca²⁺, HCO₃⁻ nebo také Mg²⁺ a vznikají zde proto inkrustace CaCO₃, a křemičitá prameniště bez tvorby pěnovce, jejichž voda má nízký obsah Ca²⁺ a HCO₃⁻ a nedochází zde proto k inkrustacím CaCO₃ (Chytrý et al. 2001). Obecně platí, že při nízkých hodnotách pH je ve vodě přítomný oxid uhličitý (CO₂) a kyselina uhličitá (H₂CO₃). Se vzrůstajícím pH se zvyšuje podíl disociované kyseliny uhličitě v podobě hydrogenuhličitanového aniontu (HCO₃⁻), který je dále disociován na uhličitanový aniont (CO₃²⁻), jehož podíl je vysoký při nejvyšších hodnotách pH (Lampert & Sommer 2007). Podle Sabater & Roca (1992) i Falasco et al. (2012) se pH pramenišť na kyselém podloží pohybuje okolo neutrální hodnoty. V České republice se vápnitá prameniště vyskytují zejména v karpatské oblasti Moravy ale také v Českém středohoří, Pojizeří, v Českém krasu či na Křivoklátsku. Prameniště bez tvorby pěnovce mají široké rozšíření, hojnější však v horských a podhorských oblastech (Chytrý et al. 2001).

Springer & Stevens (2009) uvádí typy pramenišť na základě hydrogeologického určení způsobu výstupu podzemní vody na povrch. Helokrény jsou prameny malého sklonu, zvodnělá vrstva je neomezená a blízko při povrchu

a dává vzniknout pramenným mokřadům, kde nemusí být jasně viditelný vývěr nebo jich zde může být více. Podíl běhuté vody je nízký a stejně tak je nízká i průtoková rychlost (Kubíková et al. 2012). U limnokrénů voda vyvěrá z omezené či neomezené zvodnělé vrstvy a na povrchu se vytváří tůň. Rheokrény jsou tekoucí prameny, u nichž dochází k vývěru vody do jednoho nebo více pramenných stružek (Springer & Stevens 2009), a jejichž průtoková rychlost bývá vyšší než u helokrénů (Kubíková et al. 2012).

Jsou to biotopy, které mají, ve srovnání s ostatními, poměrně velkou fyzikální a chemickou stabilitu (Odum 1971 in Kapfer et al. 2012). Avšak fyzikální a chemické vlastnosti prameniště vykazují také jistou roční i diurnální variabilitu, k níž dochází působením biotických i abiotických faktorů. Teplota vody v prameništích dosahuje během roku jen nízké několikastupňové variability, která po směru proudu vzrůstá. Chytrý et al. (2001) s tímto souhlasí u dostatečně vydatných pramenů. U malých toků souvisí denní změny teploty s ohřevem vody ze slunečního záření. Koncentrace O₂ bývají u pramenných vod nízké, vzhledem k jejich dlouhodobému pobytu pod povrchem (Lampert & Sommer 2007). Prameniště jsou předmětem studia fauny (Hahn 2000; Bojková et al. 2011; Bottazzi et al. 2011; Stoch et al. 2011; Kubíková et al. 2012) i floristických studií (Audorf et al. 2011; Tomaselli et al. 2011; Falasco et al. 2012; Sekulová et al. 2012), v nichž bývá sledován vliv fyzikálně – chemických, geomorfologických parametrů a parametrů daného prostředí a také vliv biotických interakcí.

2. 2 Fauna prameniště

Na různých evropských prameništích byla sledována zejména společenstva bezobratlých bentických živočichů a souvislosti mezi jejich složením a podmínkami na daném stanovišti. Mezi hlavní nalézané taxony patří zástupci čeledí *Turbellaria*, *Bivalvia*, *Oligochaeta*, *Crustacea*, *Plecoptera*, *Coleoptera*, *Diptera* či *Trichoptera*, zatímco skupina *Ephemeroptera* má buď velmi nízký výskyt zástupců či žádný (Hahn 2000; Kubíková et al. 2012). Planktonní organizmy jsou zastoupeny např. skupinou *Copepoda* a *Ostracoda* (Stoch et al. 2011). Podle Kubíková et al. (2012), kde jsou sledována oligotrofní středně kyselá prameniště s podložím z metamorfovaných hornin (granulity, rekrystalizované granulity, ortoruly), se pro přítomnost nejčastějších druhů ukazují být nejvlivnějšími zejména průtok a substrátová heterogenita a také napojení či nenapojení prameniště na vodní síť.

Naproti tomu chemické vlastnosti vody jsou důležité pouze pro některé druhy. Hahn (2000) dává největší důležitost pH vody a substrátu u pramenišť s pískovcovým podložím.

2. 3 Fotoautotrofní organizmy pramenišť

2. 3. 1 Význam fotoautotrofních organismů na prameništích

Význam fotoautotrofních organismů přítomných na prameništích biotopech je v jejich účasti v biogeochemických cyklech (Moravec et al. 1994). Narozdíl od živočichů, dokážou primární producenti využívat zdroj slunečního záření v procesu fotosyntézy k získávání energie, která je nezbytná pro život. K fotosyntéze, jejímiž produkty jsou energie, kyslík (O_2) a glukóza ($C_6H_{12}O_6$), je nezbytný oxid uhličitý (CO_2), voda (H_2O) a světlo (Begon et al. 1997; Brönmark & Hansson 2005). Zdrojem pro stavbu buněk, růst a rozmnožování jsou pro ně živiny v podobě iontů, molekul, roztoků či plynů (Lampert & Sommer 2007). Jsou schopni přijímat do svých těl makrobiogenní prvky (např. N, P, S, K, Mg, Ca) v anorganické formě, a přetvářet je na organickou podobu (bílkoviny, cukry). Rostliny využívají dusík zejména v dusičnanových (NO_3^-) a amonných (NH_4^+) iontech, fosfor v podobě fosforečnanových iontů (PO_4^{3-}) (Begon et al. 1997). Tyto minerální látky jsou hromaděny v rostlinné biomase a je možné sledovat jejich sezónní změny (Moravec et al. 1994). Fotoautotrofní organizmy přítomné na prameništích (makrofyta, řasy) z prostředí odebírají zdroje, avšak také je do něj dodávají (Begon et al. 1997). Rostlinná rezidua, jako částice mrtvého organického materiálu, spoluutváří detrit z autochtonní hmoty, který pak ovlivňuje živé organismy jako zdroj živin a energie (Begon et al. 1997; Lampert & Sommer 2007; Tichá et al. 2012). Tichá et al. (2012) uvádí, že detrit submontánních chladných pramenišť na Šumavě je tvořen z 26% právě zbytky rostlinného materiálu, avšak s jeho různými proporcemi v jednotlivých typech pramenišť. V malých lesních vodních tocích však může být značným přísunem organické hmoty alochtonní materiál např. v podobě listového opadu (Moravec et al. 1994).

Na fotoautotrofní organizmy, utvářející rostlinná společenstva pramenišť, působí řada ekologických faktorů (fyzikální, chemické, klimatické), vůči kterým mají dané druhy určitou amplitudu tolerance. Pokud takový faktor vykazuje kvantitativní odlišnosti, vytváří se tak jeho ekologický gradient. Projevem

ekologických gradientů jsou změny v druhovém uspořádání společenstev (Moravec et al. 1994). Zhodnocením těchto změn lze stanovit β – diverzitu společenstev na prameništích (Sekulová et al. 2011).

2. 3. 2 Řasy

Mezi významné zástupce fotoautotrofních organismů pramenišť patří skupina hnědých řas, rozsivky (*Bacillariophyceae*). Jsou to eukaryotní mikroskopické organismy obsahující fotosyntetická barviva chlorofyl a, c a fucoxanthin (Hindák et al. 1978). Jsou tvořené jednou buňkou, jež je uložena ve frustule tvořené oxidem křemičitým (SiO₂). Křemík potřebný ke stavbě frustuly získávají rozsivky z vnějšího vodného prostředí (Lampert & Sommer 2007). Frustula se skládá ze dvou do sebe zapadajících misek – epitéky a hypotéky. Dle tvaru dělíme rozsivky na centrické, jež jsou radiálně symetrické a penátní, jež mají bilaterální symetrii. Dvoudílnost frustuly také vede k odlišnému zobrazení z pohledu valvárního (čelní pohled na misku) a pleurálního (boční pohled na misky) (Hindák et al. 1978). Frustula na sobě nese důležité rozlišovací znaky v podobě různě sestavených komůrek do řad, které tak tvoří stria. Mimo jiné, jsou rozsivky právě určováním počtu strií na určité vzdálenosti (10 či 100 μ m) a měřením rozměrů schránek řazeny do druhové příslušnosti. K rozmnožování může docházet pohlavním či nepohlavním způsobem, přičemž nepohlavní rozmnožování probíhá cestou jednoduchého dělení buněk, kdy vznikají dvě dceřinné buňky menší velikosti. Dceřiná buňka si musí vždy jednu křemičitou misku dotvořit. Dělením tedy dochází ke stálému zmenšování frustul a stejný druh tak může ve vzorku nabývat různých velikostí. Buňky některých druhů se řetězí a vytváří kolonie, jiné existují samostatně (Hindák et al. 1978).

Výskyt rozsivek je v přírodě velice častý a to zejména ve sladkých a slaných vodách, ale také na vlhkých místech, jako např. mechy, půda a další. Jsou důležitou složkou fyto-bentosu tekoucích i stojatých vod a tedy i pramenišť, nacházejí se však i v planktonu (Hindák et al. 1978; Brönmark & Hansson 2005). Podle Falasco et al. (2012) jsou prameniště taková stanoviště, jež jsou bohatší na počet přítomných druhů a rodů rozsivek než jezera či řeky. Součástí fyto-bentosu bývají také vláknité řasy dalších skupin, které se mohou průběžně od podkladu oddělovat a tvořit plovoucí shluky. Fyto-bentos se pak liší podle charakteru daného podkladu, kdy lze rozlišovat nárosty na pevném podkladě, např. kameny (epilitón), na vyšších vodních rostlinách

(epifytón) či povlaky na sedimentu (epipelón), který může být písčité či bahnitý (Hindák et al. 1978).

Podle Hindák et al. (1978) se druhové složení řas v prameništích odvíjí z velké části podle chemismu vyvěrající vody. Tedy důležitými faktory jsou pH vody, tvrdost a množství anorganických sloučenin fosforu a dusíku. Vliv má však také typ substrátu, teplota či světlo. S tím souhlasí i Nováková (2002) a Allan & Castillo (2007), který mezi významné faktory ovlivňující bentická řasová společenstva dále uvádí i přítomnost spásáčů. Falasco et al. (2012) sleduje také hloubku, jež je u pramenišť menší, a zákal. V limnokrénových prameništích, kde bývá dno písčité až bahnité, jsou častými např. *Surirella spiralis*, *Campylodiscus noricus*, či druhy rodu *Pinnularia*. Vzhledem ke kamenitému dnu jsou rheokrénová společenstva rozsivek zastoupena z větší části epilitickými druhy. Pokud je stanoviště vystaveno většímu zástínu, lze často nalézt např. *Diatoma hiemale*, *Fragilaria virescens* či *Tetracyclus*. Na druhé straně na místech s vyšším osvětlením nastupuje rozvoj zelených řas. Ty se tedy vyskytují na mělkých či dobře osvětlených otevřených místech. Při větší dostupnosti světla jsou v prameništích častými např. rody *Draparnaldia*, *Stigeoclonium* či *Ulothrix* (*Chlorophyceae*) nebo rod *Tribonema* patřící do oddělení *Xanthophyceae*. Naproti tomu na větší zástin reaguje kladně např. *Batrachospermum* (*Rodophyceae*) (Hindák et al. 1978). Nováková (2002) zmiňuje, že se zvyšujícím se zastíněním klesá počet druhů přítomných na stanovišti. Helokrény, které mají substrát zejména bahnitý, se zdají být velice bohaté na rozsivkovou flóru. Protože je fyzická struktura helokrénů různorodá, vyskytují se zde hojně i aerofilní druhy, které mohou existovat na vlhkých vynořených částech přítomných mechů. V prameništích mohou být jak druhy tekoucích tak stojatých vod, a to z důvodu odlišnosti charakterů jednotlivých typů pramenišť (Hindák et al. 1978). V helokrénech jsou místa, kde je voda stojatá ale i tekoucí (Kubíková et al. 2012). Rozdílná rychlost proudění tedy vede také k formování rozsivkového společenstva, např. cestou snížení či eliminací přítomnosti druhů nepřizpůsobených k životu v lotických vodách (Hindák et al. 1978). Právě z těchto důvodů může být složení rozsivkového společenstva v rheokréních pramenech blízké společenstvím říčním (Falasco et al. 2012). Ve společenstvu lze také rozlišovat druhy alkalobiontní, alkalofilní, jež jsou ve vodách zásaditých, acidobiontní, acidofilní, které jsou přítomny v kyselých vodách, nebo indiferentní, druhy vyskytující se v obou typech vod. Ve vápencových oblastech, v slatinných mokřadech nebo v eutrofizovaných

vodách jsou přítomny druhy jako *Synedra amphicephala*, *Stefanodiscus dubium*, *Diatoma vulgare* a další. Acidobiontní a acidofilní druhy obývají oligotrofní vody s nízkým obsahem rozpuštěných minerálů na kyselém geologickém podloží. Mezi takové se řadí např. *Tabellaria flocculosa*, *Navicula vitraea* či zástupci rodů *Eunotia* nebo *Pinnularia* (Hindák et al. 1978). Falasco et al. (2012) uvádí pro oligotrofní prameniště s kyselým podložím např. druhy *Achnantidium minutissimum*, jejíž výskyt v oligotrofních tekoucích vodách dokládá také Blanco et al. (2012), *Diatoma hyemalis*, *D. mesodon*, *Meridion circulare*, *Surirella augusta* a mnohé zástupce rodů *Fragilaria*, *Gomphonema* či *Nitzschia* Falasco et al. (2012). Nováková (2002) nalézá v krkonošských rašeliništích druhy *Caloneis bacillum*, *Diatoma mesodon*, *Eunotia arcus*, *E. bilunaris*, *Neidium affine*, *Pinnularia borealis* a další, v nichž se shoduje s Falasco et al. (2012), uvádějící druhy oligotrofních pramenišť. Falasco et al. (2012) však také dokládá rozdílnost společenstev ve vztahu k mikroklimatickým faktorům, jako je např. expozice daného území, jež je tak vystavováno určitým podmínkám prostředí.

V různých vědeckých pracích se o rozsivkových společenstvech píše ve spojení s bioindikací. Falasco et al. (2012) je vztahuje k bioindikaci dlouhodobých změn prostředí, jako je změna teploty v horách či ústup ledovce nebo také k indikaci vlivu lidské činnosti a zmiňuje, že k hodnocení kvality vody je nedostačující použití standardních indexů diverzity rozsivek, s čímž souhlasí také Blanco et al. (2012).

2. 3. 3 Makrofyta

Charakteristickým rostlinným společenstvem pro luční prameniště bez tvorby pěnoveců je, podle Chytrý et al. (2001), *Cardamino-Montion* Br.-Bl.1926, pro lesní prameniště bez tvorby pěnovce je jím *Cardaminion amare* Maas 1959, jehož možný výskyt je veden i pro malé lesní potoky (Valachovič et al. 2001). Podle Valachovič et al. (2001) se tato společenstva liší mimo jiné v míře zastoupení mechorostů. Pro svaz *Cardaminion amare* Maas 1959 jsou typické taxony *Montia fontana*, *Stellaria alsine*, *Philonotis fontana*, *Epilobium palustre* a *E. parviflorum*. Mezi nalézané taxony mechorostů patří např. *Marchantia polymorpha*, *Pellia epiphylla*, *Rhizomnium punctatum* a další. V tomto společenstvu dominují mechorosty, Chytrý et al. (2001) však dodává jejich možné potlačení zdrojovkami (*Montia* sp.) a ptačinci (*Stellaria* sp.). Charakteristickými taxony svazu *Cardaminion amarae* Maas 1959 jsou *Cardamine amara*, *Carex remota*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Stellaria alsine*

(Valachovič et al. 2001). Z druhů cévnatých rostlin mohou být dále přítomny např. *Caltha palustris*, *Impatiens noli-tangere*, *Veronica becabunga* a další, z mechorostů např. *Brachythecium rivulare* či *Pellia epiphylla* (Chytrý et al. 2001), které však netvoří dominantní zastoupení (Valachovič et al. 2001). V okolí pramenišť mohou vznikat přechodová rašeliniště a nevápnitá slatiniště. Přechodová rašeliniště jsou spojována se svazem *Sphagno recurvi* – *Caricion canescensis* (Chytrý et al. 2001). Mechorosty zde dominantně zastupuje např. *Sphagnum flexuosum* či *S. palustre*, jež se vyskytují na stanovištích s vyšším obsahem PO₄³⁻ ve vodě, a nebo mohou mít porosty polydominantní charakter (Hájková & Hájek 2003). Z dalších mechů lze zmínit např. *Calliergon stramineum*, *Polytrichum commune* a jiné. Bylinné patro je zastoupeno zejména ostřicemi, např. *Carex echinata*, *C. nigra*, *C. canescens*, oběvovat se také můžou zástupci rodu *Vaccinium*. Přechodová rašeliniště mohou být prolínány nevápnitými slatiništi (Chytrý et al. 2001), jež jsou bohatá na mechorosty. Možnými zastupujícími vegetačními svazy jsou *Caricion fuscae*, *Sphagno warnstorffii* – *Tomenthypnion* (Hájková & Hájek 2003), *Caricion demissae* a další (Chytrý et al. 2001). Tato stanoviště mají výrazně vyvinuté mechové patro, v němž se vyskytuje dominantní kalcitolerantní červeně zbarvený *Sphagnum warnstorffii*. Z bylinného patra se uplatňují ostřice, suchopýry, přesličky či orchideje (Chytrý et al. 2001; Hájková & Hájek 2003).

Druhové složení makrofytní vegetace přítomné na prameništích a další vývoj či změny v utvářených společenstvech jsou i z dlouhodobějšího pohledu ovlivňovány abiotickými i biotickými faktory a tedy druhové složení poukazuje např. na chemické vlastnosti vody (Hájková & Hájek 2003). Z fyzikálně – chemických vlastností uvádí Kapfer et al. (2012) změnu pH, jako faktor nejvíce vysvětlující změny v druhovém složení cévnatých rostlin (pozitivní korelace). S tím souhlasí Hájková & Hájek (2003) a k pH řadí také konduktivitu, Ca²⁺, Mg²⁺ a organický podíl v půdě, který bývá vyšší na slabě kyselých prameništích oproti těm bazickým. Proměnlivost průtoku a teploty nemají významnější vliv (Kapfer et al. 2012). Audorf et al. (2011) porovnává hydrochemické, hydrofyzikální a prostorové proměnné a jejich vliv na druhové složení vegetace pramenišť a jako hlavní řídicí faktor se ukazují hydrochemické proměnné (Al, Ca, Mg, PO₄³⁻, Mn, K). Druhové uspořádání mechorostů je nejvíce vysvětleno změnami konduktivity vody. Změny ve složení jsou vysvětlovány pozitivní korelací ve vztahu ke konduktivitě a negativní korelací

ve vztahu k pH. Také Hájková & Hájek (2003) neuvádí vztah pH k druhovému složení mechorostů jako významný. Vysokou druhovou diverzitu však uvádí pro hodnoty pH 6 – 7. Podle Heino et al. (2005) je významným faktorem ovlivňujícím biodiverzitu mechorostů intenzivní hospodaření v krajině. Na prameništích, jež jsou takto ovlivněny, dochází k poklesu hojnosti druhů charakteristických pro tyto biotopy a jejich nahrazování běžnějšími druhy. Rod *Sphagnum* se ukazuje jako významný konkurent specializovaných prameništních druhů. Na pokryvnost mechorostů a jejich biomasu má, podle Hájková & Hájek (2003), negativní vliv také zůstávající nadzemní biomasa cévnatých rostlin.

3. POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Území, na němž bylo vybráno 7 pramenišť, se nachází v Jihočeském kraji, v okrese Prachatice. Vybraná stanoviště se nacházejí v CHKO Šumava, v katastrálním území Horní Sněžná a Spálenec, na ploše o rozloze cca 2 km² v nadmořské výšce od 800 do 1010 m. Prameniště, jež byla studována, patří do povodí řeky Blanice na Šumavě, do hlavního povodí řeky Labe a úmoří Severního moře.

Geomorfologicky náleží sledované území systému Hercynskému, provincii Česká Vysočina, subprovincii Šumavská soustava, oblasti Šumavská hornatina, celku Šumava a podcelku Želnavská hornatina.

Šumavské pohoří bylo v minulosti průběžně utvářeno různými činiteli, přičemž zde vznikly zlomové zóny, jež jsou orientovány převážně ve směru SZ-JV. Geologický základ Šumavy je tvořen moldanubikem a moldanubickým plutonem, který je reprezentován několika granulitovými masivy. Jedním z nich je Křišťanovský granulitový masiv, kde se nachází studované lokality (Křenová 2008). Geologické podloží vybraného území, tvoří tedy převážně metamorfované horniny z období Paleozoikum - prekambrium, a to granulit a granulitová rula a rekristalizovaný granulit (Pelc 1996). Kyselé granulity vznikaly za vysokého tlaku a procházely několika metamorfními fázemi. V Českém masivu tvoří tělesa o velikosti až 20 x 15 km a oblast moldanubika jižních Čech je jeho významnou součástí (Kotková 2005). Roztroušeně je přítomen také biotitický a cordierit - biotitický migmatit místy s granátem, muskovitem a silimanitem, a dále drcená zóna brekcie. Větší zastoupení zde mají také kvartérní sedimenty vzniklé v období holocénu až pleistocénu. Jsou jimi deluviofluviální hlíny a hlinité písky, deluviální a deluviálně fluviální hlinitopísčité a hlinitokamenité sedimenty a dále také deluviální převážně kamenité až blokové sedimenty soliflukované bloky (Pelc 1996).

Hlavním půdním typem oblasti je kryptopodzol modální (Geoportal 2013), typický pro polohy nad 800 m n. m.. Kryptopodzoly vznikaly v chladném a vlhkém klimatu pod kyselými horskými bučinami či smrčínami a jsou vysoce produktivní jako lesní půdy. Hlavním pochodem při jejich tvorbě je intenzivní vnitropůdní zvětrávání, doprovázené uvolňováním seskvioxidů. Tímto pochodem vzniká charakteristický rezivý půdní horizont. Humusový horizont bývá u kryptopodzolů mělký. (Tomášek 2003). Ve vlhčích částech území sem zasahuje také kambizem

oglejená kyselá (Geoportal 2013) a dále glej fluvický (Geoportal 2013), jehož vznik je vázán na dlouhodobé provlhčení podzemní i povrchovou vodou (Tomášek 2003.).

Území se nachází v chladné klimatické oblasti C7, průměrná roční teplota je zde přibližně 5 – 6 °C a průměrný roční úhrn srážek činí 800-1000 mm/rok (Tolazs et al. 2007).

4. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH PRAMENIŠŤ

Šumavská prameniště patřící do horního povodí řeky Blanice byla předmětem některých vědeckých prací (Kubíková 2008; Kubíková et al. 2012; Tichá et al. 2012), zabývajících se druhovým složením fauny, typy substrátu, morfologickými parametry pramenišť a fyzikálně chemickými parametry pramenné vody. Prameniště, na něž se zaměřuje tato práce, patří do kategorie chladných pramenů oligotrofních vod na podloží z metamorfovaných hornin (Kubíková et al. 2012), typů helokrén a limnokrén (VUV 2008). V souvislosti s mozaikovitostí krajiny (lesy, louky, mokřady, pastviny) (Kubíková et al. 2012) lze tyto biotopy řadit do lučních či lesních pramenišť bez tvorby pěnovce (Chytrý et al. 2001). Tichá et al. (2012) uvádí přítomnost svazů *Cardamino-Montion* Br.-Bl.1926 a *Cardaminion amare* Maas 1959 v souladu s charakteristikou pramenišťních biotopů v Chytrý et al. (2001). Okolní dřevinný porost většiny pramenišť je tvořen smrkovými lesy (*Picea abies*), popř. s příměsí buku (*Fagus sylvatica*), olše (*Alnus glutinosa*), břízy (sp. *Betula*) či vrby (sp. *Salix*). Rozlohy pramenišť dosahují 5 až 20 m². Sklon terénu dosahuje maximální hodnotu 3 (VUV 2008). Vzhledem k nízké hustotě osídlení je toto území blízké přirozenému stavu (Kubíková et al. 2012).

Sledovaná prameniště jsou napojena na říční síť a jejich vydatnost se pohybuje od 0,05 do 0,7 l/s. Nejnižší teplota vody měřená v místě odtoku dosahovala hodnoty 3,8 °C, nejvyšší pak 9,8 °C. Chemické analýzy vody z pramenišť, které byly provedeny v roce 2008, ukázaly, že pH je středně kyselé s hodnotami pohybujícími se od 5,3 do 6,7. Byla také měřena konduktivita, jejíž hodnoty byly nízké, v rozmezí 48 až 102 μS/cm. Sledováno bylo množství živin rozpuštěných ve vodě, zejména NO₃⁻, PO₄⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Mg²⁺ a Ca²⁺. Vzhledem k nízkému obsahu Fe ve vodě nejsou zaznamenány jeho produkty (VUV 2008). Substrát je tvořen zejména vegetací a humolitem, u pramenišť s vyšší průtokovou rychlostí (0,3-0,7l/s) je typická přítomnost písčitého a kamenitého materiálu (Kubíková et al. 2012). Podle Tichá et al. (2012) je detrit tvořen největší měrou fekálními peletami, jež jsou následovány zbytky rostlinného materiálu a amorfním materiálem. Mezi dominantní skupiny zde vyskytujících se živočichů patří *Plecoptera*, *Chironomidae*, *Pisidium* a rod *Gammarus* (Kubíková et al. 2012). Základní údaje o fyzikálně – chemických a morfologických parametrech k jednotlivým prameništím jsou uvedeny v tab. č. 1

prameniště	Horsn 31	Horsn 40 C	SP 22 B	SP 32	SP 41	SP 84	SN 29
parametr							
typ	helokren	helokren	helokren	limnokren	helokren	helokren	helokren
svah	1	3	x	1	1	2	2
plocha (m ²)	20	10	x	5	10	10	10
nadmožská výška (m n.m.)	1010	984	x	1000	975	923	887
průtok (l/s)	0,2	0,05	x	0,7	0,2	0,1	0,3
teplota (O) (°C)	6,3	5	x	9,8	6,2	10,1	7,8
pH	6,39	5,73	6,04	5,53	5,3	6,6	6,69
konduktivita (μS/cm)	62,9	61,1	56,2	49,7	64,1	48,4	102
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	12,8	14,7	x	10,7	14,9	12,4	15,8
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,026	0,03	0,016	0,025	0,023	0,032	0,01
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,09	0,50	1,62	3,16	2,86	0,50	11,90
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,014	0,046	x	0,005	0,017	0,014	0,032
Cl ⁻ (mg/l)	3,97	0,76	x	1,11	1,36	1,26	3,07
Mg ²⁺ (mg/l)	1,16	1,11	x	0,822	0,823	0,782	1,58
Ca ²⁺ (mg/l)	4	3,81	3,86	2,4	3,13	3,17	5,29

Tab. č. 1. Fyzikálně – chemické a morfologické parametry studovaných pramenišť (VUV 2008).

5. METODIKA PRÁCE

5. 1 Popis odběrových míst

Pozorováno bylo sedm pramenišť označovaných kódy SP 41, SP 32, SP 84, SP 22B, Horsn 40 C, Horsn 31 a SN 29. Všechna prameniště se řadí mezi helokrény, kromě SP 32, který je limnokrén. Nacházejí se na území o rozloze cca 2km² v nadmořských výškách od 889 do 1010 m n.m..

5. 2 Terénní odběr vzorků a měření fyzikálně – chemických parametrů

Terénní odběry probíhaly v průběhu roku 2011 a to 22.3., 25.5., 12.7. a 24.8 a v roce 2012 dne 20.10. 2012, kdy byly provedeny dodatečné odběry. Sběr dat byl prováděn pokaždé na sedmi stejných prameništích. Do malých vzorkovnic (0,2l) byly odebírány vzorky makroskopických řas (pokud byly nalezeny) a vzorky rozsivek odebráním detritu z různých míst na daném prameništi (v blízkosti vývěru, odtoku, v oblasti volné hladiny i v okolí makrofyta). Tyto vzorky rozsivek byly pak v laboratoři fixovány 2% formaldehydem. Získané vzorky makrofyta pro herbářování, které nebyly určeny na místě, byly umístovány do mikrotenových sáčků pro udržení vlhkosti. Na každé lokalitě byla vždy odhadnuta pokryvnost makrofyta a vláknitých makroskopických řas dle sedmi-členné Braun – Blanquetovy stupnice (Braun – Blanquet 1921 in Moravec et al 1994), podle které - označuje výskyt jednoho jedince, + značí pokryvnost <1%, 1 pokryvnost 1 – 5%, 2 pokryvnost 5 – 25%, 3 pokryvnost 25 – 50%, 4 pokryvnost 50 – 75% a 5 pokryvnost 75 – 100%. Dne 24.8. nebyla pokryvnost makrofyta a vláknitých řas zaznamenána z technických důvodů. Plocha volné hladiny byla odhadována v procentech a zástin dle stupnice 0 – 5, přičemž 0 je plocha zcela bez zástinu a 5 zcela zastíněná plocha. Zaznamenávání byli také viditelní živočichové či stopy jejich činnosti. Na prameništích byl dále zjištěn okolní dřevinný porost, jehož zástupci byli označováni rodovými názvy. V místě vývěru a odtoku pramene byla měřena konduktivita a teplota vody pomocí zkalibrovaného přístroje. Změření konduktivity a teploty při výjezdu z 24.8.2012 však z technických důvodů nebylo umožněno. Dne 24.8.2012 byl změřen průtok daných pramenišť. K měření byl použit igelitový pytel, kýbl s vnitřním cejchováním o objemu 10l a měřič času. V místě odtoku na prameništi byla do pytle napouštěna voda po dobu 30 sekund, u vydatnějších pramenů po dobu 10 sekund. Množství vody bylo přelito do kýblu a z cejchování zjištěn objem vody (l). Výsledný průtok byl

přepočten do jednotek l/s. Z technických důvodů nebylo provedeno měření průtoku na prameništi Horsn 40 C. Pro dokumentaci stavu pramenišť v jednotlivých sledovaných obdobích byly také pořízeny fotografie fotoaparátem Fujifilm FinePix F200 (Příloha IX).

5. 3 Zajištění vzorků makrofyt

Po dočasném uskladnění makrofyt v mikrotenových sáčcích byly získané vzorky vylysovány a následně herbářovány. Jednotlivé taxony byly opatřeny štítkem obsahujícím jméno rostliny, údaje o datu sběru, geografické zařazení naleziště, typu stanoviště, nadmořské výšce a jméno sběratele a determinátora. Určování do taxonů proběhlo v souladu s Kubát et al. (2002), Martinovský et al. (1965) a Váňa et al. (2009).

5. 5 Preparace rozsivek a příprava trvalých preparátů

Preparace rozsivek, tedy odstranění organické hmoty uvnitř jejich schránek, a příprava trvalých preparátů byla nezbytnou součástí při dalším postupu práce určování rozsivek. Důvodem preparace je to, že na křemičitých frustulách jsou určovací znaky, které by jinak nebyly dostatečně zřetelné. Schránky očištěné od organických látek však mají pod světelným mikroskopem dobře viditelné povrchové struktury, pomocí nichž lze jedince taxonomicky zařadit.

K preparaci rozsivkových schránek byly použity dvě metody. První z nich byla metoda vypalování pomocí peroxidu vodíku (H_2O_2) a dichromanu draselného ($K_2Cr_2O_7$) (Veselá 2005). Postup práce byl následující: do zkumavek byla zvlášť napipetována malá množství vzorků z jednotlivých odběrových lokalit a poté byl do zkumavek přidán 30% roztok peroxidu vodíku. Vzorky byly ponechány v klidu po dobu 1h. Následně byl obsah zkumavek přelit do kádinek. Dále, pro urychlení průběhu oxidace organických látek ve vzorcích, bylo do kádinek přidáno malé množství dichromanu draselného, což vedlo k exotermní reakci. Chemická reakce se projevila zbarvením roztoku do fialova a šuměním. Vzorky byly ponechány v klidu, dokud se zcela neodbarvily do žlutooranžova. Organický sediment a obsahy schránek byly oxidací odstraněny. Obsah kádinek byl přelit do zkumavek a následně proběhla centrifugace vyvážených vzorků při 1200 ot/min po dobu 10 minut. Ze vzorků byl odstraněn supernatant a nahrazen destilovanou vodou. Vzorky byly opět vyváženy a centrifugovány. Tento postup byl 3x opakován. Na dně zkumavek zůstal bělavý

sediment rozsivkových schránek. Jak se však ukázalo později, u některých vzorků nedošlo k úplné oxidaci, tedy v preparátech zůstal organický materiál překrývající schránky rozsivek. Z toho důvodu byl dodatečně využit druhý postup s užitím kyseliny sírové (H_2SO_4), manganistanu draselného (KMnO_4) a kyseliny šťavelové (COOH)₂ (Bílý 1993). Do zkumavek byla nepipetována velmi malá množství vzorků, následně přidáno pár kapek kyseliny sírové a po několika minutách byl přidáván koncentrovaný roztok manganistanu draselného a to do doby, než ustalo zbarvování roztoku do hněda a zůstávala fialová barva manganistanu draselného. Vzorky zůstaly stát cca 24 hodin a následně bylo provedeno odbarvení fialové barvy pomocí kyseliny šťavelové, díky jejíž přítomnosti se barva změnila na světle žlutou až bezbarvou. Odbarvování je důležité pro dobrou viditelnost rozsivkových schránek v preparátech. Dále probíhal postup stejně jako u předchozí metody, tedy centrifugace vzorků, pro odstranění kyseliny šťavelové.

Pro vytvoření trvalého preparátu byla sterilní pipetou nanесena kapka suspenze centrifugovaných rozsivkových schránek na krycí sklíčko. Po samovolném odpaření vody zůstal na sklíčku šedavý film. Na podložní sklíčko byla nanесena syntetická pryskyřice Pleurax a na ni následně přiloženo krycí sklíčko s rozsivkami. Tímto způsobem proběhla preparace a vytváření trvalých preparátů rozsivek ze všech sedmi prameništ'.

5. 6 Mikroskopování a určování druhů

Vzorky vláknitých řas byly mikroskopovány do dvou dnů po jejich odběru. Organismy byly určeny do rodů pomocí Hindák et al. (1978) a Hindák et al. (1975). Dále byla zaznamenávána hojnost taxonů ve vzorcích nalezených na prameništích ze všech vykonaných návštěv. Tato hojnost byla hodnocena podle tří-členné stupnice kategorií, kde kategorie 1 = nízká hojnost, 2 = střední hojnost, 3 = vysoká hojnost. K mikroskopování trvalých preparátů rozsivek, stejně jako vláknitých řas, byl používán světelný mikroskop. Determinace rozsivek probíhala během ledna a února roku 2013. Determinovány byly na nejnižší určitelný taxon. Determinace rozsivek byla provedena v souladu s Krammer & Lange – Bertalot (1986, 1988, 1991 a, b). Pro dokumentaci byly pořízeny fotografie makroskopických řas i rozsivek (Příloha VII, VIII).

Zároveň byla zaznamenávána míra zastoupení přítomných druhů rozsivek v daných vzorcích. V každém vzorku byla tato míra zastoupení odhadována vždy na

deseti zorných polích. V každém jednotlivém poli bylo užíváno stupnice 1-3 (1 – druh vzácný, ojedinělý výskyt; 2 – druh častý; 3 – druh dominantní) a následně byly vypočteny aritmetické průměry výskytu druhů z těchto deset polí. Podle získaných průměrných hodnot byla druhům přiřazena výsledná hodnota ze stupnice 1-3 a to na základě rozdělení :1: 0,1-0,5; 2: 0,6-2,5; 3: 2,6-3.

5. 7 Hodnocení dat

5. 7. 1 Měřené a odhadované parametry

K hodnocení dat týkajících se konduktivity, teploty a plochy volné hladiny je využita popisná statistika (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximum, minimum). Data jsou pro přehlednost zpracována graficky.

5. 7. 2 Rozsivky

Byla sledována závislost druhového složení rozsivek na prameništích na zástinu, době provedení vzorkování a konkrétním prameništi. Položena byla nulová hypotéza H_0 , že charakteristiky prostředí nemají vliv na druhové uspořádání rozsivek, jež bylo zjištěno během jednotlivých odběrů. Vzhledem k charakteru získaných dat, a po srovnání s jinými pracemi (Nováková 2002; Zvára 2003; Veselá 2005), byl k jejich vyhodnocení zvolen způsob mnohorozměrné analýzy dat v programu Canoco for Windows (Lepš & Šmilauer 2000). Datový soubor byl tvořen 26 vzorky (provedené odběry), vysvětlovanými proměnnými (druhy) a vysvětlujícími proměnnými, nebo – li charakteristikami prostředí (7 pramenišť, 4 termíny odběru, zástin). Prameniště, jako charakteristika, zde zastupuje stanoviště, jež je definováno konkrétním souborem parametrů (fyzikálně – chemických, morfologických). Vzhledem k tomu, že zde figurovalo více vysvětlovaných proměnných a byly přítomny vysvětlující proměnné, byla jako statistická metoda vybrána přímá gradientová analýza (nebo – li ordinace). Technikou lineární ordinační metody byla zvolena redundanční analýza (RDA). Testování signifikace vztahů s charakteristikami prostředí proběhlo pomocí Monte Carlo permutačního testu.

Analýza dat byla provedena ve třech krocích za využití RDA (redundanční analýza): (1) do analýzy byly zahrnuty všechny vzorky a jako vysvětlující proměnné byla zvolena jednotlivá prameniště a termíny odběrů, a která sledovala jejich vliv na druhové uspořádání; (2) zahrnuty byly všechny vzorky, avšak jako vysvětlující

proměnná zde figuroval pouze zástin; (3) zahrnuty byly všechny vzorky, ale vysvětlované proměnné představovaly pouze ty druhy, které se v některém ze vzorků vyskytovaly se zastoupením kategorie 3, vysvětlujícími proměnnými byla pouze prameniště. Ordinační diagramy následně znázornily výsledky analýz.

5. 7. 3 Další skupiny řas

Zjištěné rody a míra jejich zastoupení na prameništích ze všech sledovaných období jsou znázorněny graficky. Využita je popisná statistika pro určení četnosti výskytu druhů. Pokryvnost, která přísluší těmto makroskopickým řasám, je rovněž znázorněna graficky.

Dále je využita také matematická statistika. Byla sledována závislost počtu rodů na míře zastínění na prameništích za využití regresní a korelační analýzy s použitím Pearsonova korelačního koeficientu (Audorf et al. 2011). Regresní analýza umožňuje zjistit, jakého je závislost charakteru a s jakou přesností lze odhadnout závislou proměnnou (počet rodů) pomocí nezávislé (zástin). Korelační analýza ukazuje sílu vztahu daných proměnných (Zvára 2003).

5. 7. 4 Makrofyta

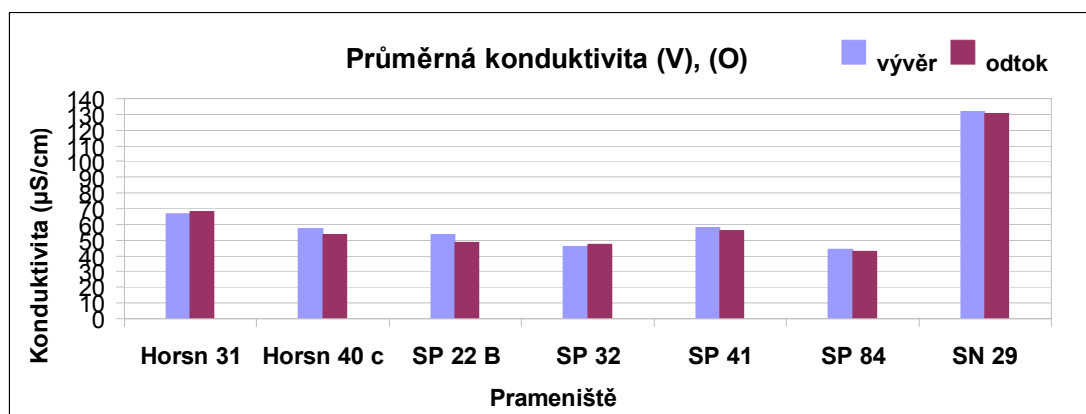
Data mechorostů byla využita pouze k určení četnosti výskytu druhů a ke grafickému znázornění minimální a maximální možné pokryvnosti nalezených taxonů na daném prameništi.

Podobně jako v případě vláknitých řas byla sledována závislost počtu taxonů cévnatých rostlin přítomných na prameništích na stupni zastínění. Využita k tomu byla regresní a korelační analýza (Audorf et al. 2011). Dále byly vybrány taxony, které dosáhly pokryvnosti 2 nebo 3 při některém ze vzorkování a dále byly graficky zpracovány. Do výpočtů byla skupina Poaceae zahrnuta jako celek, nebylo počítáno zvlášť s jednotlivými zástupci skupiny.

6 VÝSLEDKY

6.1 Měřené a odhadované parametry na prameništích

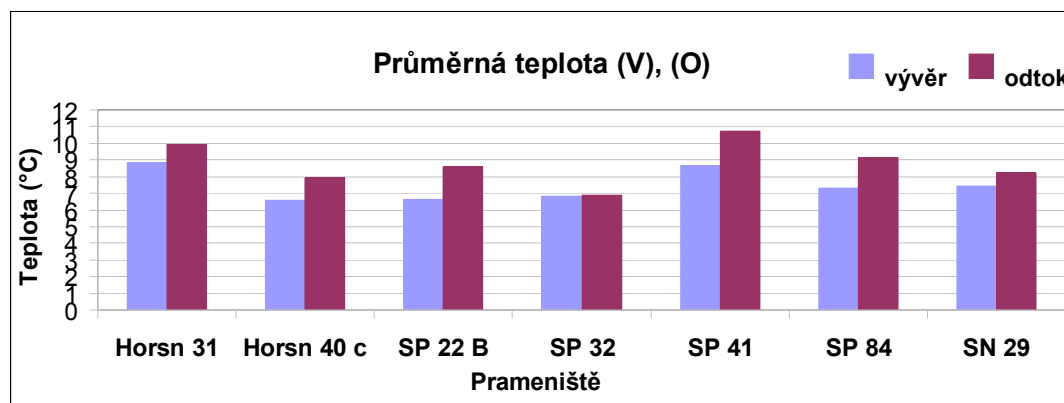
Zjištěné parametry pramenišť jsou uvedeny v tab. č. 2. (Příloha I). Naměřené konduktivity a teploty jsou graficky znázorněny v příloze II. Nejvyšší konduktivita v místě vývěru (133,0 $\mu\text{S/cm}$) byla naměřena 22.3.2011 na prameništi SN 29, nejnižší (42,0 $\mu\text{S/cm}$) 12.7.2011 na prameništi SP 84. V místě odtoku odpovídala maximální (132,6 $\mu\text{S/cm}$) i minimální (37,3 $\mu\text{S/cm}$) hodnota stejným prameništím (Příloha II, Obr. č. 1 a 2). Tab. č. 3 (Příloha I) uvádí průměrné hodnoty a směrodatné odchylky jednotlivých měření konduktivit na prameništích. Nejvyšší průměrná hodnota konduktivity u vývěru ($x=131,7$ $\mu\text{S/cm}$) i odtoku ($x=130,5$ $\mu\text{S/cm}$) náleží prameništi SN 29. Nejnižší průměrná konduktivita u vývěru ($x=44,0$ $\mu\text{S/cm}$) i u odtoku ($x=42,6$ $\mu\text{S/cm}$) je na prameništi SP 84. U pěti z pramenišť se průměrná konduktivita vody u odtoku mírně snížila oproti vývěru, u dvou se naopak mírně zvýšila (Obr. č. 3). Z hlediska časové řady se naměřená konduktivita vody u vývěru ani u odtoku výrazně neměnila. Největší směrodatná odchylka konduktivity vody u vývěru ($\sigma=6,8$ $\mu\text{S/cm}$) je na prameništi Horsn 31, u odtoku ($\sigma=6,2$ $\mu\text{S/cm}$) na prameništi SP 22 B.



Obr. č. 3. Srovnání průměrných konduktivit při vývěru (V) a při odtoku (O) mezi sebou pro jednotlivá prameniště.

Nejvyšší průměrnou teplotu vody u vývěru má prameniště Horsn 31 ($x=8,8^{\circ}\text{C}$), naopak nejnižší má prameniště Horsn 40 C ($x=6,6^{\circ}\text{C}$). U odtoku je nejvyšší průměrná teplota vody na prameništi SP 41 ($x=10,7^{\circ}\text{C}$), nejnižší na SP 32 ($x=6,9^{\circ}\text{C}$). Všechna prameniště vykazují zvýšení průměrné teploty vody v místě odtoku (Obr. č. 4). Průměrný teplotní rozdíl mezi vývěrem a odtokem na

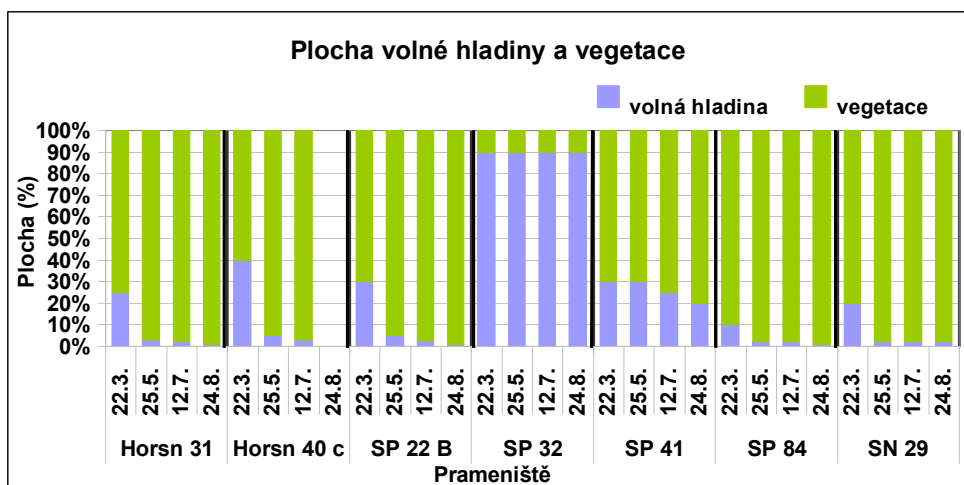
prameništích je 1,3°C. Z naměřených hodnot z jednotlivých návštěv stanovišť je zřejmé průběžné navyšování teploty vody v místě vývěru i odtoku u většiny z pramenišť (Příloha č. II, Obr. č. 5 a 6). Směrodatné odchylky teplot na jednotlivých prameništích jsou uvedeny v Tab. č. 3 (Příloha I).



Obr. č. x. Srovnání průměrných teplot při vývěru (V) a při odtoku (O) mezi sebou pro jednotlivá prameniště.

Na sledovaných prameništích je zřejmý gradient zástinu (Tab. č. 2, Příloha I). Nejnižší zjištěný stupeň zástinu (1) byl na prameništi SP 22 B, následované Horsn 31, a SP 41 (2). Prameništím Horsn 40 C a SP 84 odpovídá stupeň 3, prameništi SN 29 stupeň 4. Na prameništi SP 84 byla určena kategorie nejvyššího zastínění (5), na stanovišti však bylo mozaikovitě osvětlení nízké intenzity. Změny zastínění během jednotlivých návštěv pramenišť nebyly výrazné, a proto se nepromítly ve změně kategorií zástinu.

Maximální odhadnutá procentuální hodnota plochy volné hladiny (90%) byla zaznamenána na prameništi SP 32 a během všech čtyř návštěv se neměnila. Minimální hodnota se lišila ve vztahu k době návštěvy i lokaliě stanoviště. 22.3.2011 byla minimální hodnota zaznamenána na prameništi SP 84 a činila 10%. 25.5. a 12.7. 2011 činila minimální hodnota 2% (Horsn 31, SP 31, SP 84, SN 29) a 24.8. 2011 1% (Horsn 31, SP 22 B, SP 84). U každého z pramenišť je zachycena tendence zmenšování plochy volné hladiny, kromě prameniště SP 32, kde plocha volné hladiny tvořila stále 95%. Grafické znázornění plochy volné hladiny a vegetačního pokryvu v procentech, na všech prameništích a během všech návštěv, je na obr. č. 7. Hodnoty uvádí Tab. č. 2 (Příloha I). Naměřené průtoky na prameništích (Tab. č. 2) ukázaly, že nejvydatnějším je prameniště SP 32 ($Q=0,7$ l/s) a nejméně vydatným jsou Horsn 31 a SP 84 ($Q=0,1$ l/s).



Obr. č. 7. Srovnání plochy volné hladiny s ploch pokrytou vegetací během jednotlivých období pro studovaná prameniště.

V dřevinném porostu okolí většiny pramenišť je zastoupen smrk (*Picea sp.*). Pouze u prameniště SN 29 se nevyskytuje. Dále je významně zastoupena vrba (*Salix sp.*), která se vyskytuje u všech pramenišť kromě SP 32. V okolí některých pramenišť se však vyskytuje i jeřáb (*Sorbus sp.*) (Horsn 40 C), javor (*Acer sp.*) (SP 22 B), olše (*Alnus sp.*) (SP 41) a bříza (*Betula sp.*) (SN 29). Prameniště SP 32 se nachází v jehličnatém porostu, naproti tomu prameniště SN 29 v listnatém.

Při návštěvách lokalit byla také zaznamenávána přítomnost živočichů či stopy jejich činnosti. Na všech prameništích, vyjma Horsn 40 C a SP 32, byl nalezen trus vysoké zvěře a stopy po jejím pohybu (sešlapání, rozválení, rozrytí). Mezi nalezené bezobratlé živočichy patří zástupci rodu *Gammarus sp.*, čeledi *Bivalvia*, *Chironomidae*, *Lumbricidae*, *Plecoptera*, *Trichoptera* a *Turbellaria*. Z obratlovců byl spatřen zástupce skupiny *Amphibia*. Nejvíce zaznamenaných skupin živočichů bylo na prameništi SP 41.

6. 2 Mechorosty

Nalezeno bylo 10 taxonů mechorostů (Tab. č. 4), z nichž dva druhy jsou řazeny mezi játrovky (*Chiloscyphus coadunatus*, *Pellia sp.*) a ostatní mezi mechy. Z rašeliníků byly nalezeny tři druhy, a to *Sphagnum fallax*, *S. palustre* a *S. squarrosum*. Dále zjištěnými jsou *Brachythecium rivulare*, *Drepanocladus aduncus*, *Plagiomnium elatum*, *Rhyzomnium punctatum* a *Rhytidiadelphus squarrosus*. Nejvíce zaznamenaných druhů náleží prameništím SP 41 a SP 84, nejméně prameništím

Horsn 40 C a SP 22 B. Nejrozšířenějšími jsou *Plagiomnium elatum*, *Rhizomnium punctatum*, *Rhytidiadelphus squarrosus* a *Sphagnum palustre*, jež byly zaznamenány na čtyřech ze sledovaných prameništ. Druhý nejčtenější výskyt má *Brachythecium rivulare* a *Pellia sp.*, vyskytující se na dvou prameništích. Ostatní druhy (*Drepanocladus aduncus*, *Sphagnum fallax* a *S. squarrosus*) jsou zaznamenány pouze na jednom prameništi (SP 41).

Mechorosty na většině stanovišť nedosahovaly vysokých pokryvností (<5%). Výjimkou je prameniště SP 32, kde byly mechorosty zastoupeny výrazněji (5-25%) druhy *Rhizomnium punctatum* a *Pellia sp.*. Při každém navštívení lokalit byla zaznamenána stejná pokryvnost mechorostů (Tab. č. 5, Příloha IV). Přítomné druhy a jejich pokryvnosti na jednotlivých prameništích uvádí tab. č. 4 a grafické znázornění jejich maximálních a minimálních možných pokryvností je v Příloze III.

Prameniště	Horsn 31	Horsn40 C	SP 22 B	SP 32	SP 41	SP 84	SN 29
Taxon							
Játrovky							
<i>Chiloscyphus coadunatus</i>	1						
<i>Pellia sp.</i>				2		1	
Mechy							
<i>Brachythecium rivulare</i>			1			1	
<i>Drepanocladus aduncus</i>					1		
<i>Plagiomnium elatum</i>	1	1				1	
<i>Rhizomnium punctatum</i>			1	2	1		
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		1				1	1
<i>Sphagnum fallax</i>					1		
<i>Sphagnum palustre</i>	1			1		1	
<i>Sphagnum squarrosus</i>					1		

Tab. č. 4. Nalezené taxony mechorostů a jejich pokryvnost na prameništích.

6.3 Cévnaté rostliny

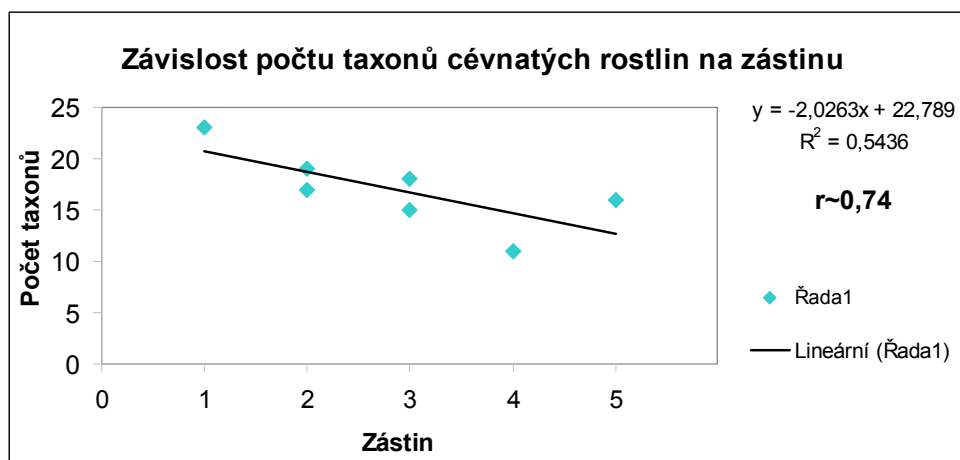
Na prameništích bylo celkem nalezeno 36 taxonů (Tab. č. 5, Příloha IV). Na prameništi SP 22 B je zaznamenáno nejvíce taxonů (23, zahrnuje skupinu Poaceae, tedy ne její zástupce), naopak nejméně (5) jich je na prameništi SP 32. Nejčtenější výskyt byl zaznamenán pro druhy *Cardamine amara* a *Stellaria alsine*, jež byly nalezeny na všech sedmi prameništích. Na šesti prameništích pak byl nalezen druh *Myosotis palustre*. Druhy *Epilobium palustre*, *Equisetum sylvaticum*, *Galium palustre*, *Juncus conglomeratus* a *Potentilla erecta* byly přítomny na pěti sledovaných prameništích. Na druhé straně druhy *Ajuga reptans*, *Dactylorhiza majalis*, *Equisetum arvense*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus* a *Viola palustris* byly zaznamenány vždy pro jediné prameniště.

Vybrané taxony, které dosáhly v některém ze vzorků pokryvnosti 2 a 3, jsou uvedeny v tab. č. 6 a přítomnost těchto taxonů na prameništích během časové řady je graficky znázorněna v Příloze V. Skupina *Poaceae* představovala nejvyšší dosažený stupeň pokryvnosti 3 na všech prameništích kromě SP 32. Skupina *Poaceae* zahrnuje *Agrostis canina*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca sp.*, *Glyceria sp.*, *Holcus lanatus*, *Poa sp.*. Druh *Juncus conglomeratus* byl svou pokryvností (stupeň 2) významný na prameništích Horsn 31, SP 22 B a SP 41, na němž dosáhl stupně 3. *Chaerophyllum hirsutum* dosahoval stupně pokryvnosti 2 na prameništích Horsn 40 C a SP 22 B a na prameništi SN 29 až stupně 3.

Prameniště	Horsn 31			Horsn 40 C			SP 22B			SP 32			SP 41			SP 84			SN 29									
	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.				
Odběr																												
<i>Caltha palustre</i>	1	1	1				x	1	1	1	1						1	1	1	1	1	2	2	x				
<i>Cardamine amara</i>	1	2	2	1	1	1	1	x	1	2	1	1	1	1	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	x			
<i>C. rostrata</i>	1	2	2	2				x	1	1	1	1													x			
<i>Epilobium obscurum</i>		1	1	2				x									1	1	1			2	1		1	1	x	
<i>Galium palustre</i>		1	1	2		1	1	x			1	1	1				1	1	1			1	2			x		
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	1	1	1	1	1	2	2	x	1	1	2	2						1	1	1	1	1	1	2	3	x		
<i>Juncus conglomeratus</i>	1	1	2	1				x	1	1	2	2					1	2	2	3	1	1	1	1		1	1	x
<i>J. effusus</i>								x													1	1	2	2			x	
POACEAE	3	3	2	3	3	2	2	x	3	2	3	3					3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	x
<i>Scirpus sylvaticus</i>								x													1	2	2	2			x	
<i>Stellaria uliginosa</i>	2	1	1	1	1	1	1	x	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	x
<i>Tephrosia crista</i>					1	2	2	x		1	1	1					+	+	+		1	1	1				x	
<i>Urtica dioica</i>								x			1	1					0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	x
<i>Veronica beccabunga</i>								x	1	1	1	1													2	2	1	x

Tab. č. 6. Pokryvnosti taxonů, které při některém ze vzorkování dosáhly pokryvnost 2 a 3.

Regresní analýzou byla dokázána negativní lineární závislost počtu taxonů na stupni zastínění na prameništích (Obr. č. 8). Se zvyšujícím se stupněm zastínění tedy klesá počet taxonů. Pearsonův korelační koeficient dosahuje hodnoty $r \sim 0,74$, což značí vysokou sílu tohoto vztahu.



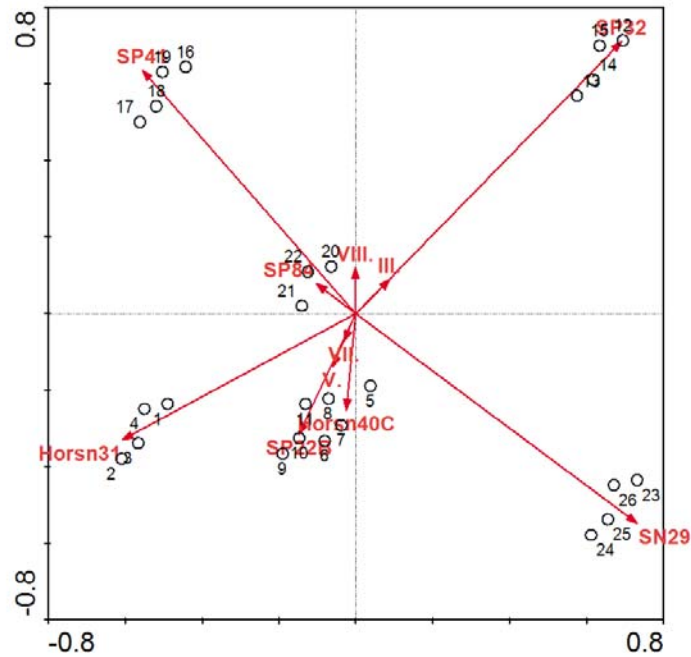
Obr. č. 8. Negativní lineární závislost počtu taxonů cévnatých rostlin přítomného na jednotlivých prameništích na zástínu.

6. 4 Rozsivky

Bylo nalezeno 52 taxonů, zastupujících 20 rodů (Tab. č. 7, Příloha VI). Nejvíce taxonů bylo zjištěno na prameništích Horsn 40 C (36 taxonů) a SP 41 (35 taxonů). Následovalo prameniště SP 22 B (34 taxonů), dále SP 84 a SN 29 (31 taxonů). Nejnižší počet byl zaznamenán pro prameniště Horsn 31 (29 taxonů) a SP 32 (28 taxonů). Průměrně připadá 32 taxonů na jedno prameniště. Rody *Eunotia* a *Pinnularia* byly zastoupeny nejvíce druhy. Na všech prameništích se vyskytovala např. *Achnanthes lanceolata*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema clavatum*, *Meridion circulare*, *Pinnularia subcapitata* či *Pinnularia viridis*. Naopak *Cymbella ventricosa*, *Fragilaria parasitica* či *Tabellaria fenestrata* byly nalezeny každá na jednom z pramenišť.

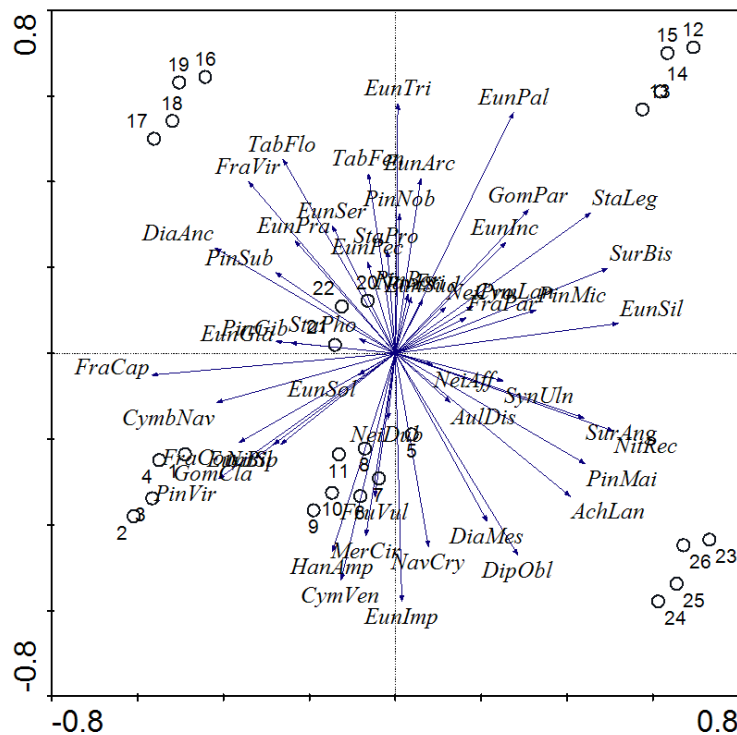
Redundanční analýza, v níž byly zahrnuty všechny taxony a jako vysvětlující proměnné vystupovala jednotlivá prameniště a termíny odběrů, ukázala, že termín odběru má velmi nízkou signifikanci. Hlavním faktorem určujícím druhové uspořádání rozsivkových společenstev je dané prameniště. Do modelu byla zahrnuta všechna prameniště a poslední termín vzorkování 24.8. (VIII), zbylé termíny nebyly zahrnuty, protože u nich byla překročena hladina významnosti p ($\alpha=0,01$). Prameniště a srpnový odběr vysvětlují dohromady 69% celkové variability druhového uspořádání. Termíny březen (III), květen (V) a červenec (VII) vysvětlují 4% variability.

Ordinační diagram (Obr. č. 9) zobrazuje rozmístění jednotlivých vzorků vzhledem k vysvětlujícím proměnným. Prameniště SP 32, SN 29, SP 41 a Horsn 31 vysvětlují nejvíce variability druhového uspořádání na prameništích (14%, 14%, 13%, 9%, v daném pořadí). Tato uvedená prameniště se od ostatních významně odlišují. Je zřejmé, že prameniště SN 29 a SP 41 jsou navzájem výrazně odlišná, stejně tak jako prameniště SP 32 a Horsn 31. Podobnost v druhovém uspořádání vykazuje prameniště Horsn 40 C s SP 22 B, a také prameniště SP 84 s SP 41.



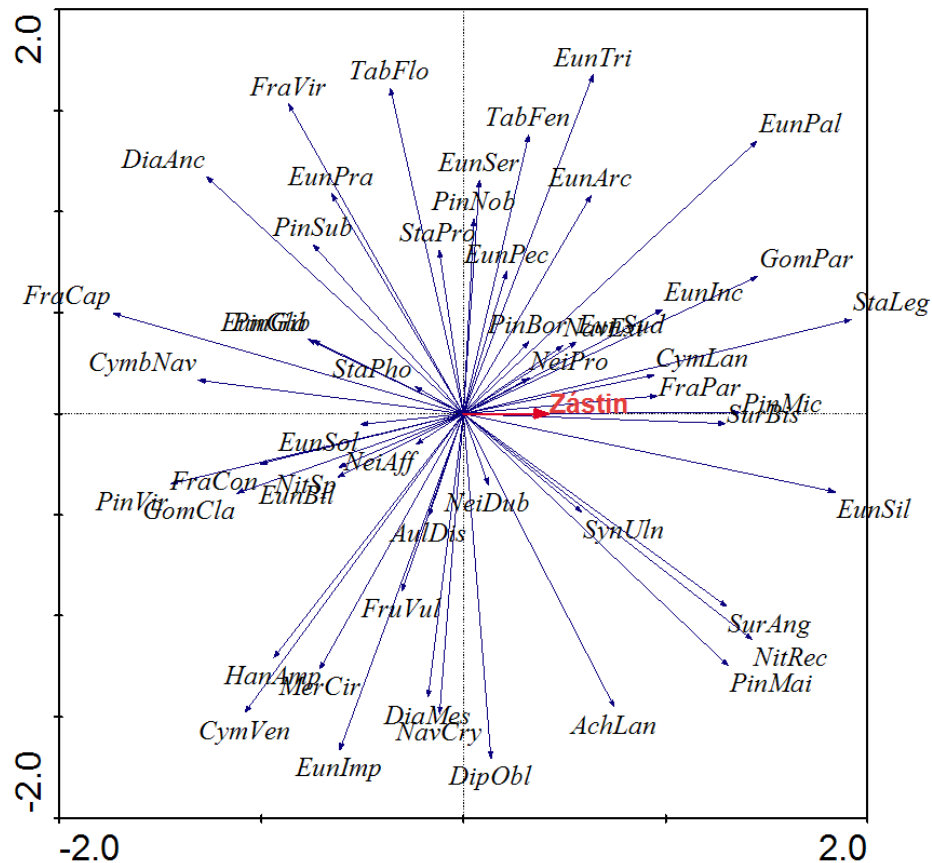
Obr. č. 9. Ordinační diagram RDA zobrazující vzorky ve vztahu k jednotlivým prameništím a termínům odběru.

Na obr. č. 10 je znázorněno rozložení druhů a vzorků v závislosti na prameništích a termínech odběrů. Je zde rozpoznatelné, které druhy mají tendenci vyskytovat se společně a to zejména v závislosti na konkrétním prameništi.



Obr. č. 10. Ordinační diagram RDA zobrazující přítomné druhy a vzorky ve vztahu k proměnným prameništím a termínům odběru.

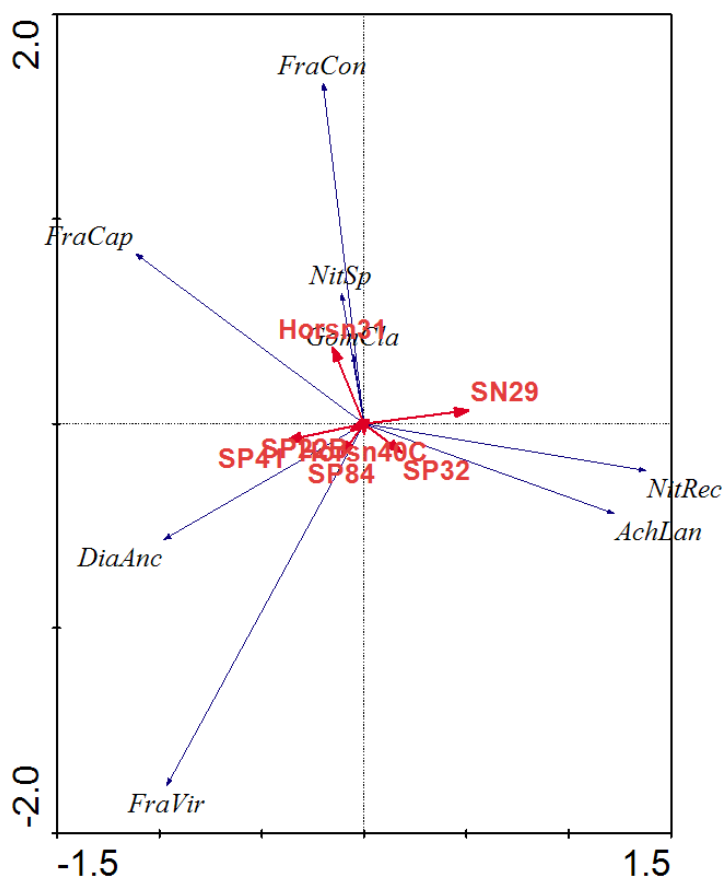
Dále byl sledován vliv zástinu na prameništích. RDA ukázala, že tato environmentální proměnná vysvětluje téměř 18% variability druhového uspořádání na prameništích. Obr. č. 11 ukazuje rozložení druhů v závislosti na zástinu. Z diagramu lze např. vyčíst, že druhy jako *Fragilaria parasitica*, *Pinnularia microstauron*, *Surirella biseriata* či *Eunotia silvahercynia* preferují zastíněnější stanoviště, zatímco *Diatoma anceps*, *Eunotia glacialis* či *Fragilaria capucina* se vyskytují zejména na méně zastíněných prameništích.



Obr. č. 11. Ordinační diagram RDA zobrazující rozložení druhů ve vztahu k zástinu.

Obr. č. 12 znázorňuje výsledky RDA pro dominantní druhy a prameniště jako vysvětlující proměnné. Analýzou bylo zjištěno, že prameniště vysvětlují přibližně 70% celkové variability sedmi dominantních druhů. Prameniště společně s termíny odběrů vysvětlují 76% jejich variability. Ukázalo se však, že odběrový měsíc březen, byl v tomto případě pro druhy významnějším faktorem než prameniště SP 84, SP 22 B a Horsn 40 C. Pro znázornění významnosti pramenišť však měsíc březen nebyl zahrnut do diagramu. Prameniště SN 29 nejsilněji určuje dominanci druhu *Nitzschia recta*, prameniště Horsn 31 dominanci druhů *Fragilaria construens* a *F. capucina*

a prameniště SP 41 *Diatoma anceps*. Tato prameniště vysvětlují nejsilněji dominanci těchto druhů.

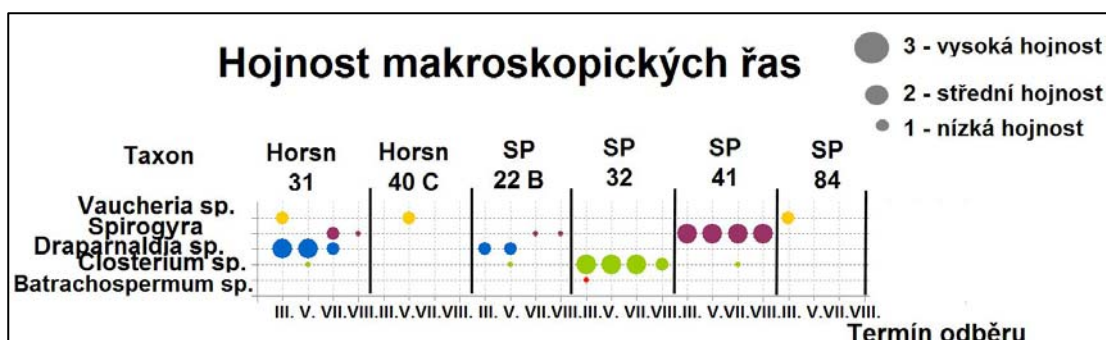


Obr. č. 12. Ordinační diagram zobrazující rozložení dominantních druhů vzhledem k jednotlivým prameništím.

6. 5 Další skupiny řas

Během jednotlivých návštěv byly nalezeny vzorky makroskopických řas na šesti prameništích, pouze na prameništi SN 29 jejich přítomnost nebyla zaznamenána. Celkem byli nalezeni zástupci pěti rodů, a to *Batrachospermum sp.*, *Closterium sp.*, *Draparnaldia sp.*, *Spirogyra sp.* a *Vaucheria sp.*. Taxonomicky nejbohatším je prameniště Horsn 31, kde je zaznamenána přítomnost čtyř zástupců. Naopak nejméně nalezených taxonů bylo na prameništích Horsn 40 C a SP 84, s jediným zástupcem *Vaucheria sp.* *Closterium sp.* vykazuje největší rozšíření na prameništích, a sice na čtyřech (Horsn 31, SP 22 B, SP 32, SP 41). Naopak nejnižší četnost výskytu má *Batrachospermum sp.*, jehož nález byl zaznamenán pouze na prameništi SP 32. Na prameništi SP 32 byl při každém termínu odběrů získán vzorek *Closterium sp.*. Jeho hojnost ve vzorcích z prvních tří odběrů dosahovala kategorie 3. Ve vzorku z posledního odběru hojnost poklesla na kategorii 2. Přesto, že *Closterium*

sp. je jednobuněčný organismus, vysoké množství buněk způsobilo vznik makroskopicky viditelných chuchvalců (Příloha VII, f). Z prameniště SP 41 byl vždy získán vzorek *Spirogyra sp.*, se stálou hojností kategorie 3. Na prameništi Horsn 31 byly odebrány vzorky *Draparnaldia sp.* při prvních třech návštěvách. V prvních dvou vzorcích byla hojnost výskytu v kategorii 3, ve třetím v kategorii 2. *Batrachospermum sp.* a *Vaucheria sp.* vykazovaly nižší hojnosti. Grafické znázornění hojnosti taxonů v získaných vzorcích je na obr. č. 13.



Obr. č. 13. Hojnost makroskopických řas v odebraných vzorcích během časové řady pro jednotlivá prameniště.

Jednotlivá prameniště se mezi sebou lišila v pokryvnostech vláknitých řas (Tab. č. 5, Příloha IV). Nejvyšší pokryvnost vláknitých řas (dle stanovených kategorií) byla zaznamenána na prameništích SP 32 a SP 41.

Regresní analýza prokázala negativní lineární závislost počtu rodů vláknitých řas na stupni zastínění prameniště. Se vzrůstajícím stupněm zastínění klesá počet druhů na prameništi. Korelační koeficient ($r \sim 0,57$) značí spíše středně silnou závislost (Obr. č. 14).



Obr. č. 14. Negativní lineární závislost počtu taxonů cévnatých rostlin přítomného na jednotlivých prameništích na zástinu.

7 DISKUZE

Z naměřených hodnot fyzikálně – chemických parametrů vyplývá, že konduktivita na prameništích, ať už při vývěru či odtoku, je během časové řady relativně neměnná. Je tedy zřejmé, že v tomto ohledu jsou vlastnosti vody ovlivňovány zejména geologickým podložím. To může být také důvodem, proč má prameniště SN 29 výrazně vyšší konduktivitu vody než ostatní prameniště. Zatímco voda ostatních pramenišť dosahuje průměrných hodnot 40 – 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, SN 29 dosahuje průměrných hodnot okolo 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Podloží v místě SN 29 je tvořeno kvartérními sedimenty, zatímco ostatní prameniště jsou na metamorfovaných horninách z období Paleozoika (Pelc 1996). Může tedy docházet k výraznějšímu vyplavování iontů do prostředí. Možný vliv však může mít také přísun chemismu ze splachu půdy z okolních pastvin. Tak vysokou konduktivitu zde způsobují zejména ionty Cl^- a NO_3^- , jejichž hodnoty jsou zde také výrazně vyšší než u ostatních pramenišť. Dále bylo zjištěno, že teplota vody na prameništích má tendenci stoupat během časové řady, a to jak při odtoku tak i při vývěru. To může souviset s vydatností pramene a se slunečním zářením jako zdrojem tepla. Nejvyšší průměrnou teplotu při vývěru mají prameniště Horsn 31 a SP 41, jejichž průtoky činí pouhých 0,1 a 0,2 l/s. U všech pramenišť došlo ke zvýšení teploty v místě odtoku, což je způsobeno dobou zdržení vody na stanovišti. Prameniště, která mají větší rozlohu a nižší stupeň zastínění (SP 22 B, SP 41, Horsn 31) vykazují vyšší nárůst teploty v místě odtoku, než prameniště u kterých je tomu naopak (Chytrý et al. 2001; Lampert & Sommer 2007). Na větší ploše je voda zdržena delší dobu a vyvěrající voda nestačí ochlazovat vodu, která je již v přímém kontaktu s prostředím nad zemským povrchem. Proto také průměrná teplota vody při vývěru prameniště SP 32, jež je limnokrénní povahy, má nejvyšší stupeň zastínění 5 a dosahuje nejvyšší průtokové hodnoty 0,7 l/s, dosáhla pouze minimálního navýšení oproti průměrné teplotě při vývěru. Voda rychle odtéká a nestihne se ohřát.

V druhovém uspořádání makrofytní vegetace jsou určité podobnosti mezi prameništi. Na všech prameništích jsou přítomny *Cardamine amara* a *Stellaria alsine*, což napovídá přítomnosti svazu *Cardaminion amare* Maas 1959. Pro tento svaz jsou charakteristickými také nalezené mechorosty *Brachithecium rivulare* (SP 22 B, SP 84) a *Rhizomnium punctatum* (SP 22 B, SP 32, SP 41). Avšak přítomné taxony poukazují na prolínání s dalšími vegetačními svazy. Zejména značné

zastoupení skupiny *Poaceae*, dále výskyt *Caltha palustre*, *Cirsium heterophyllum*, *C. palustre*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Scirpus sylvaticus* a *Juncus effusus* vede k doměnce o přítomnosti svazu *Calthion palustris* Tüxen 1937. Důvodem takového prolínání je zřejmě nízká vydatnost zde sledovaných pramenišť a morfologická nestejnost helokrenního typu prameniště. Podle Chytrý et al.(2001) má pak vegetace pramenišť s nízkou vydatností charakter vlhkých pcháčových luk. Vzhledem k negativní korelaci počtu taxonů se stupněm zástínu lze vyvodit, že na osvětlenějších stanovištích (Horsn 31, SP 22 B, SP 41, SP 84) budou pak více zastoupeny luční druhy, navyšující počty nalezených taxonů. V této souvislosti se na prameništi SP 32 (stupeň zastínění 5) vyskytují stínomilné druhy *Chrysosplenium alternifolium*, *Cardamine amara* či *Equisetum sylvaticum* a jsou zde ve větší míře zastoupeny mechorosty. Také byla pouze na tomto prameništi zaznamenána přítomnost vláknité řasy *Batrachospermum sp.*, jejíž výskyt je uváděn pro stinná stanoviště (Hindák et al. 1978). Přítomnost zástupců rodů *Sphagnum*, *Carex*, *Epilobium* či *Equisetum* poukazuje na možnost prolínání svazů typických pro slatiniště, přechodová rašeliniště či rašelinné louky, jejichž prostředí je neutrální až slabě kyselé (Chytrý et al. 2001; Žíla 2005). Na SP 41(pH 5,4) byly nalezeny dva druhy rašeliníků *Sphagnum fallax* a *S. squarosum*, *S. palustre* byl zaznamenán na prameništích SP 32 (pH 5,5), Horsn 31 (pH 6,4) a SP 84 (pH 6,6). Jeho výskyt zde může vysvětlovat také vyšší obsah PO43- ve vodě než u ostatních pramenišť (Hájková & Hájek 2003; VUV 2008). Diverzita dalších nalezených skupin řas je výrazně nižší než diverzita rozsivek, což na silikátových prameništích není zvláštností (Nascimbene et al. 2011). Lze se domnívat, že míra zastoupení a diverzita nalezených taxonů makroskopických řas souvisí s osvětlením pramenišť a s plochou volné hladiny, resp. plochou zarostlou vegetací. Bylo vypořádováno, že na prameništích Horsn 31 a SP 22 B, která mají nižší stupeň zastínění 1 a 2, je přítomno více taxonů než na těch ostatních. Zároveň se však na těchto dvou prameništích během časové řady snížila míra zastoupení nalezených taxonů a to vlivem nástupu vysokobylinné vegetace, která velmi snížila plochu volné hladiny a dostupnost světla (Hindák et al. 1978). Avšak nebylo tomu tak u prameniště SP 32, kde makrofyta tvoří během celé časové řady minimální pokryvnosti, ani u SP 41, kde sice dochází k rozvoji makrofyta, ale plocha prameniště bývá pravidelně narušována zvěří a během roku zde stále zůstává vyšší procento plochy volné hladiny, kde mohou dobře růst makroskopické řasy, vlivem lepšího osvětlení (Hindák et al. 1978).

Taxony *Batrachospermum sp.*, *Closterium sp.* a *Spirogyra sp.* jsou také známy z rašelinišť (Nováková 2002). Souvislost je zřejmě s hodnotou pH, neboť tyto taxony se nacházejí ve vyšší míře na prameništích SP 32 a SP 41 s nižším pH (5,53 a 5,3).

Nejvyšší diverzita α byla zjištěna u rozsivkových společenstev, protože celkem bylo nalezeno 52 taxonů. Porovnáním s výzkumy fotoautotrofních organismů prováděnými na jiných prameništích ve světě (Sabater & Roca 1992; Falasco & Bona 2011; Nascimbene et al. 2011) lze konstatovat, že i zde se potvrzuje vysoká diverzita pro rozsivková společenstva helokrénních pramenišť na silikátových podkladech, jejichž voda vykazuje nízkou trofií a konduktivitu a pH je mírně kyselé až neutrální. Nacházejí se zde taxony běžně přítomné na prameništích biotopech, mezi něž patří např. *Aulacoseira distans*, *Achnanthes lanceolata*, *Fragilaria capucina*, *Hantzschia amphioxys*, *Meridion circulare*, *Surirella biseriata*, *Synedra ulna* (Hindák et al. 1978; Sabater & Roca 1992; Lange – Bertalot 2004; Falasco et al. 2012;), *Diatoma mesodon*, *Gomphonema parvulum* (Falasco & Bona 2011; Falasco et al. 2012), *Surirella angusta* (Falasco et al. 2012), avšak přítomny jsou i taxony nalézané na rašeliništích (Hindák et al. 1978;). Patří mezi ně *Diatoma mesodon*, *Gomphonema parvulum*, *Tabellaria flocculosa*, (Falasco & Bona 2011), *Achnanthes lanceolata*, *Eunotia bilunaris*, *E. glacialis*, *E. soleirolii*, *Fragilaria virescens*, *Pinnularia subcapitata*, *P. viridis*, *Surirella biseriata* a další (Nováková 2002). Na prameništích bylo zaznamenáno hodně zástupců rodu *Eunotia* a *Pinnularia*, jež se podle Sabater & Roca (1992) vyskytují ve větších hojnostech v prameništích s nižším pH okolo 5,5. Toto tvrzení o vyšších hojnostech však nelze zcela potvrdit v této práci. Druhy *Nitzschia recta* a *Gomphonema parvulum* byly nalezeny v prameništích s větší vydatností (SN 29 Q = 0,3; SP 32 Q = 0,7, v daném pořadí). Průtok tedy může souviset s jejich výskytem, vzhledem k jejich nálezům i v oligotrofních řekách (Elias et al. 2012). S prameništi je často spojován druh *Achnantheidium minutissima* (Sabater & Roca 1992; Angeli et al. 2010; Falasco et al. 2012), jenž v nich dosahuje vysokých abundancí. Zde se vyskytuje ve velké míře druh *Achnanthes lanceolata*. Vysvětlení může spočívat v odlišném těžišti areálu výskytu těchto dvou druhů, neboť *A. minutissima* je uváděna ze studií prováděných v Pyrenejích a v italsko – francouzských částech Alp (Sabater & Roca 1992; Falasco et al. 2012). Angeli et al. (2010) uvádí výskyt *A. minutissima* v karbonátových prameništích. Kristová (2009) uvádí oba druhy pro pěnovecová prameniště v CHKO

Bílé Karpaty, ale pH i konduktivita jsou pro zdejší prameniště výrazně vyšší (pH > 8, konduktivita > 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Veselá (2005) naopak uvádí výskyt *A. lanceolata* na prameništích nižší konduktivity a nízkého pH. Dále z výsledků analýz plyne, že uspořádání rozsivkových společenstev inklinuje ke konkrétním prameništím jako k vysvětlujícím proměnným. Příčinou je zřejmě již zmiňovaná stabilita fyzikálně – chemických parametrů na prameništích biotopech (Odum 1971 in Kapfer et al. 2012). Měření konduktivity ukázalo relativní neměnnost jak během časové řady, tak mezi místem vývěru a odtoku. Srovnáním zde měřených průtoků s dostupnými dřívějšími hodnotami (VUV 2008) lze předpokládat také stabilitu vydatnosti pramenů. Také teplota vody u vývěru vykazovala nižší proměnlivost během časové řady. To tedy znamená, že jednotlivá prameniště jsou charakterizována určitým souborem fyzikálně – chemických parametrů (konduktivita, teplota, průtok, pH, živiny), od nichž se pak, mimo jiné, odvíjí charakter přítomných rozsivkových společenstev. Důkazem je výrazná odlišnost rozsivkových společenstev prameniště SP 41 a SN 29, jež vyplývá z ordinačních diagramů RDA (Obr. č. 9). SN 29 má výrazně vyšší konduktivitu, obsah NO_3^- , pH a s tím související obsah Ca^{2+} . Oproti SP 41 se zde vyskytují alkalofilní druhy *Nitzschia recta*, *Surirella angusta*, *Diploneis oblongella* nebo také zároveň spíše eutrofní druh *Synedra ulna* (Hindák et al. 1978). Na druhou stranu SP 41 zahrnuje výskyt acidofilních druhů *Eunotia praerupta*, *E. tridentula*, *Pinnularia gibba*, *Tabellaria fenestrata* či *T. flocculosa* (Hindák et al. 1978). Druhy *E. tridentula* a *E. glacialis* jsou uváděny v souvislosti s rašeliništi (Hindák et al. 1978). Rovněž jsou od sebe druhově vzdálena i rozsivková společenstva pramenišť Horsn 31 a SP 32 (Obr. č. 9). Tato prameniště mají zejména rozdílnou konduktivitu vody, pH, obsah Cl^- a Ca^{2+} ve vodě (VUV 2008). Tyto parametry jsou výrazně vyšší na Horsn 31, avšak SP 32 má výrazně vyšší průtok a je nejvíce zastíněné. Je zde opět viditelný vliv pH vody na výskyt acidofilních druhů *Eunotia tridentula*, *Pinnularia microstauron* či *P. nobilis* (Hindák et al. 1978) na prameništi SP 32. Ačkoliv má SP 32 nižší pH než Horsn 31, byly na prameništi Horsn 31 nalezeny acidofilní druhy *E. glacialis*, *E. praerupta*, *E. serra* var. *tetraodon*, které na SP 32 zaznamenány nebyly. Pomocí ordinačního diagramu (Obr. č. 11) je možné toto vysvětlit vyšším nárokem zmíněných druhů na osvětlení stanoviště. Na sedmi studovaných prameništích se nacházejí společenstva zahrnující jak acidofilní tak alkalofilní druhy, uváděné ve většině případech pro oligotrofní, xeno- či oligosaprobni vody (Hindák et al. 1978). Taxonomické složení

rozšívkových společenstev ve zdejších prameništích je nejspíš velmi ovlivňováno pH a konduktivitou vody, vzhledem k rozdílnostem v těchto parametrech.

8 ZÁVĚR

Z naměřených hodnot fyzikálně – chemických parametrů na prameništích bylo zjištěno, že konduktivita vody vykazuje v místě vývěru i odtoku relativní stabilitu během časové řady. Průměrné hodnoty ukázaly zvýšení teploty vody v místě odtoku oproti vývěru. Plocha volné hladiny se v období od první návštěvy (22.3.2011) k poslední (24.8.) snižovala s narůstající plochou pokrytou vegetací. To neplatilo pro SP 32 (limnokren), jenž dosahovalo vždy 90% volné hladiny.

Nejrozšířenější mechorosty jsou *Plagiomnium elatum*, *Rhizomnium punctatum* a *Sphagnum palustre*, jež byly zaznamenány na čtyřech prameništích. Pokryvnost mechorostů na helokrenních prameništích nepřesahovala 5% (stupeň 1), zatímco na limnokrenním byl dosažen stupeň 2 (<25%).

Cévnaté rostliny zahrnovaly celkem 36 taxonů. Na všech prameništích byly přítomny *Cardamine amara* a *Stellaria alsine*. Vysokou četnost výskytu měly také *Epilobium palustre*, *Equisetum sylvaticum*, *Galium palustre*, *Juncus conglomeratus*, *Myosotis palustre* a *Potentilla erecta*. Zaznamenány byly také *Carex nigra* a *Carex rostrata* dohromady na třech prameništích. Počet taxonů na každém z pramenišť koreloval negativně s odpovídajícím stupněm zástinu. Vysokých pokryvností (stupeň 2, 3) dosahovala skupina *Poaceae* na všech helokrenních prameništích.

Nalezeno bylo celkem 5 taxonů makroskopických řas, jež dosahovaly nízkých pokryvností (stupeň +, 1) na většině z pramenišť. Pouze na prameništi SP 32 a SP 41, s vyšším procentem plochy volné hladiny, dosahovaly pokryvností 2 a 3. Nejrozšířenějšími byly *Closterium sp.*, *Spirogyra sp.* a *Vaucheria sp.*

Celkově bylo určeno 52 taxonů rozsivek, s průměrným nálezem 32 taxonů na jedno prameniště. Rody *Eunotia* a *Pinnularia* jsou zastoupeny nejvíce druhy. Mezi nejrozšířenějšími jsou *Achnanthes lanceolata*, *Fragilaria capucina*, *F. virescens*, *Meridion circulare*, *Pinnularia viridis* a další. Dominantními taxony, které dosáhly stupeň hojnosti 3, jsou *Achnanthes lanceolata*, *Diatoma anceps*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *F. virescens*, *Gomphonema clavatum*, *Nitzschia sp.* a *N. recta*. Uspořádání rozsivkových společenstev je určováno samotnými prameništi, která jsou charakterizována souborem fyzikálně - chemických a morfologických parametrů. Termín odběrů není signifikantní. Dohromady prameniště vysvětlovala cca 70% variability rozsivkových společenstev. Signifikantní byl také zástin, samostatně vysvětlující cca 18% variability.

9 LITERATURA

ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. (2007): Stream ecology: Structure and function of running waters. 2nd edition. – *Springer*. 436 p.

ANGELI, N., CANTONATI, M., SPITALE, D. & LANGE – BERTALOT, H. (2010): A comparison between diatom assemblages in two groups of carbonate, low – altitude springs with different levels of anthropogenic disturbances. – *Fottea* 10(1): 115 – 128.

AUDORF, V., KAPFER, J. & BEIERKUHNLEIN, C. (2011): The role of spatial factors for vegetation of Central European springs. In: Cantonati M., Gerecke R., Jüttner I. & Cox E. J. (Eds), Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *J. Limnol.* 70 (Suppl. 1): 9 – 22.

BEGON, M., J. L. HARPER, & TOWNSEND, C. R.. (1997): Ekologie – jedinci, populace, společenstva. *Univ. Palackého. Olomouc*. 947 p.

BÍLÝ, M. (1993): Časová a vertikální distribuce nárostových řas v zatopeném lomu u Blatné. Diplomová práce. *UK. Praha*.

BLANCO, S., CEJUDO – FIGUEIRAS, C., TUDESQUE, L., BÉCARES, E., HOFFMANN, L. & ECTOR, L. (2012): Are diatom diversity indices reliable monitoring metrics? – *Hydrobiologia* 695: 199 – 206.

BOJKOVÁ J., SHENKOVÁ, J., HORSÁK, M. & HÁJEK, M. (2011): Species richness and composition patterns of clitellate (Annelida) assemblages in the treeless spring fens: the effect of water chemistry and substrate. – *Hydrobiologia* 667: 159 – 171.

BOTTAZZI, E., BRUNO, M. C., PIERI, V., DI SABATINO, A., SILVERI, L., CAROLLI, M. & ROSSETTI, G. (2011): Spatial and seasonal distribution of invertebrates in Northern Apennine rheocrene springs. In: Cantonati M., Gerecke R.,

Jüttner I. & Cox E. J. (Eds), Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *J. Limnol.* 70 (Suppl. 1): 77 – 92.

BRÖNMARK, C. & HANSSON, L. (2005): The Biology of Lakes and Ponds. 2nd edition. *Oxford university press*.

ELIAS, C. L., VIEIRA, N., FEIO, M.J. & ALMEIDA, S. F. P. (2012): Can season interfere with diatom ecological duality assessment? – *Hydrobiologia* 695: 223 – 232.

FALASCO, E. & BONA, F. (2011): Diatom community biodiversity in an Alpine protected area: a study in the Maritime Alps Natural Park. – *J. Limnol.* 70(2): 157 – 167.

FALASCO, E., ECTOR, L., CIACCIO, E., HOFFMANN, L. & BONA, F. (2012): Alpine freshwater ecosystems in a protected area: a source of diatom diversity. – *Hydrobiologia* 695: 233 – 251.

GEOPORTAL (2013): Mapové kompozice, klasifikace půdních typů. – dostupné z : <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>, citováno 10.4.2013

HAHN, H. J. (2000): Studies on classifying of undisturbed springs in Southwestern Germany by macrobenthic communities. – *Limnologica* 30: 247 – 259.

HÁJKOVÁ, P. & HÁJEK, M. (2003): Species richness and above – ground biomass of poor and calcareous spring fens in the flysch West Carpathians, and their relationships to water and soil chemistry. – *Preslia, Praha* 75: 271 – 287.

HEINO, J., VIRTANEN, R., VUORI, K.-M., SAASTAMOINEN, J., OHTONEN, A. & MUOTKA, T. (2005): Spring bryophytes in forested landscapes: Land use effects on bryophyte species richness, community structure and persistence. – *Biological conservation* 124: 539 – 545.

HINDÁK, F., CYRUS, Z., MARVAN, P., JAVORNICKÝ, P., KOMÁREK, J., Ettl, H., ROSA, K., SLÁDEČKOVÁ, A., POPOVSKÝ, J., PUNČOCHÁŘOVÁ, M. & LHOTSKÝ, O. (1978): Sladkovodné riasy. – *SPN Bratislava*. Bratislava. 728 p.

HINDÁK, F., KOMÁREK, J., MARVAN, P. & RŮŽIČKA, J. (1975): Kľúč na určovanie výtrusných rastlín. 1. diel: Riasy. – *SPN Bratislava*. Bratislava. 440 p.

HYNIE, O. (1955): Hydrogeologie minerálních vod. Část 1: Všeobecná hydrogeologie minerálních vod. – *SPN. Praha*. 151 p.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T. & KOČÍ, M. (eds) (2001): Katalog biotopů ČR. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*. Praha.

KAPFER, J., AUDORFF, V., BEIERKUHNLEIN, C. & HERTEL, E. (2012): Do bryophytes show a stronger response than vascular plants to interannual changes in spring water quality? – *Freshwater Science* 31(2): 625 – 635.

KOTKOVÁ, J. (2007): High – pressure granulites of the Bohemian Massif: recent advances and open questions. – *Journal of Geosciences* 52: 45 - 71.

KRAMMER, K. & LANGE – BERTALOT, H. (1986): Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1, *G. Fischer Verlag. Stuttgart*. 876 p.

KRAMMER, K. & LANGE – BERTALOT, H. (1988): Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2, *G. Fischer Verlag. Stuttgart*. 596 p.

KRAMMER, K. & LANGE – BERTALOT, H. (1991a): Bacillariophyceae. 3. Teil: Fragilariaceae, Eunotiaceae. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3, *G. Fischer Verlag. Stuttgart*. 576 p.

KRAMMER, K. & LANGE – BERTALOT, H. (1991b): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navinula (Lineolate) und Gomphonema. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4, G. Fischer Verlag. Stuttgart. 436 p.

KRISTOVÁ, E. (2009): Rozsivková flóra pěnovcových prameništ' přírodní rezervace Bílé potoky. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Brno.

KŘENOVÁ, Z. (2008): Národní park Šumava. – *Ochrana přírody* 6: 2-5.

KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J. JUN., KAPLAN, Z., KIRSCHNER, J. & ŠTĚPÁNEK, J. (2002): Klíč ke květeně České republiky. – *Academia. Praha*. 928 p.

KUBÍKOVÁ, L. (2008): Vliv fyzikálně – chemických parametrů prameništ' v povodí Blanice na jejich oživení. Diplomová práce. FŽP ČZU. Praha.

KUBÍKOVÁ, L., SIMON, O. P., TICHÁ, K., DOUDA, K., MACIAK, M. & BÍLÝ, M. (2012): The influence of mesoscale habitat conditions on the macroinvertebrate composition of springs in a geologically homogenous area. – *Freshwater Science* 31(2): 668 – 679.

LAMPERT, W. & SOMMER, U. (2007): Limnoecology: The ecology of lakes and streams. 2nd edition. – *New York: Oxford university press*.

LANGE – BERTALOT, H. (eds) (2004): Iconographia diatomologica. Annotated diatom micrographs. Volume 13. Ekology – Hydrogeology – Taxonomy. A.R.G. Gantner Verlag K.G.

LEPŠ, J. & ŠMILAUER, P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. – *Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice*. 102 p.

MARTINOVSKÝ, J. et al. (1965): Klíč na určovanie rastlín. – *SPN. Bratislava*. 712 p.

MORAVEC, J. (ed). (1994): Fytcenologie. – *Academia. Praha*. 403 p.

NASCIMBENE, J., SPITALE, D., THÜS, H. & CANTONATI, M. (2011): Congruencies between photoautotrophic groups in springs of the italian Alps implications for conservation strategies. In: Cantonati M., Gerecke R., Jüttner I. & Cox E. J. (Eds), Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *J. Limnol.* 70 (Suppl. 1): 3 – 8.

NOVÁKOVÁ, S. (2002): Algal flora of subalpine peat bog pools in the Krkonoše Mts. – *Preslia, Praha* 74: 45 – 56.

PELC Z. (1996): Geologická mapa ČR, list 32 – 12 Volary, 1: 50 000. – ČGS. *Praha*.

SABATER, S. & ROCA, J. R. (1992): Ecological and biogeographical aspects of diatom distribution in Pyrenean springs. – *Br. Phycol. J.* 27: 203 – 213.

SEKULOVÁ, L., HÁJEK, M., HÁJKOVÁ, P., MIKULÁŠTÍKOVÁ, E., BUTTLER, A., SYROVÁTKA, V. & ROZBROJOVÁ, Z. (2012): Patterns of bryophyte and vascular plant richness in European subalpine springs. – *Plant Ecology* 213: 237 – 249.

SPRINGER, A. E. & STEVENS, L. E. (2009): Spheres of discharge of springs. – *Hydrogeology Journal* 17: 83 – 93.

STOCH, F., GERECKE, R., PIERI, V., ROSSETTI, G. & SAMBUGAR, B. (2011): Exploring species distribution of spring meiofauna (Annelida, Acari, Crustacea) in the south – eastern Alps. In: Cantonati M., Gerecke R., Jüttner I. & Cox E. J. (Eds), Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *J. Limnol.* 70 (Suppl. 1): 65 – 76.

TICHÁ, K., SIMON, O. P., DOUDA, K. & KUBÍKOVÁ, L. (2012): Detrital Components in submontane organogenic springs in relation to their morphology, microhabitats and macroinvertebrates. – *Polish journal of ecology* 60(1): 163 – 175.

TOLASZ, R. (ed.) (2007): Atlas podnebí Česka. 1. vydání. – *Český hydrometeorologický ústav. Praha*. 256 p.

TOMASELLI, M., SPITALE, D. & PETRAGLIA, A. (2011): Phytosociological and ecological study of springs in Trentino (south – eastern Alps, Italy). In: Cantonati M., Gerecke R., Jüttner I. & Cox E. J. (Eds), Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *J. Limnol.* 70 (Suppl. 1): 23 – 53.

TOMÁŠEK, M. (2003): Půdy České republiky. 3. vydání. – *Česká geologická služba. Praha*. 68 p.

VALACHOVIČ, M. (ed.) (2001): Vegetácia Slovenska: Rostlinné spoločenstvá Slovenska: 3. Vegetácia mokradí. – *VEDA vydavateľstvo slovenskej akadémie vied. Bratislava*. 435 p.

VÁŇA, J., KUČERA, J., HRADÍLEK, Z. & SOLDÁN, Z. (2009): Klíč k určování mechorostů ČR. – dostupné z <http://botanika.prf.jcu.cz/bryoweb.klic/>, citováno 10.4.2013.

VESELÁ, J. (2005): Sinice a řasy malých vodních toků Národního parku České Švýcarsko. – Bakalářská práce. *Univerzita Karlova v Praze. Praha*.

VUV (2008): Evidence pramenišť. – *VUV. Nepsáno. Praha*.

ZVÁRA, K. (2003): Biostatistika. *Karolinum. Praha*. 210 p.

ŽÍLA, V. (2005): Atlas šumavských rostlin. – *Karmášek*. ISBN 80-239-4608-0.

10 PŘÍLOHY

Příloha I

Hodnoty měřených a odhadovaných parametrů na prameništích a průměrné hodnoty konduktivit a teplot

Příloha II

Naměřené hodnoty konduktivity a teploty v místě vývěru a odtoku během časové řady

Příloha III

Minimální a maximální možné pokryvnosti nalezených mechorostů pro jednotlivá prameniště

Příloha IV

Taxony makrofyta a makroskopických řas a jejich pokryvnosti během sledovaného období

Příloha V

Taxony cévnatých rostlin, které na prameništích dosáhly pokryvnosti 2 a 3 během jednotlivých odběrů

Příloha VI

Taxony rozsivek a jejich zastoupení ve vzorcích během sledovaného období

Příloha VII

Mikrofotografie makroskopických řas

Příloha VIII

Fotografie vybraných rozsivek (*Bacillariophyceae*)

Příloha IX

Fotografie sledovaných pramenišť

Příloha I

Hodnoty měřených a odhadovaných parametrů na prameništích a průměrné hodnoty konduktivit a teplot

Parametr	Konduktivita vývěr (V) ($\mu\text{S/cm}$)				Konduktivita odtok (O) ($\mu\text{S/cm}$)				Teplota vývěr (V) ($^{\circ}\text{C}$)				Teplota odtok (O) ($^{\circ}\text{C}$)				Zástin				Plocha volné hladiny (%)				Q (l/s)				
	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.		22.3.	25.5.	12.7.	24.8.
Oběr																													
Prameniště																													
Horsn 31	62,0	75,0	60,8	70,5	69,0	68,0	67,6	x	7,0	6,6	12,2	9,5	11,2	8,9	9,6	x	2	2	2	2	25	3	2	1	0,1				
Horsn 40 c	55,0	63,0	54,9	x	50,0	54,2	57,4	x	5,2	6,0	8,6	x	2,9	8,8	12,1	x	3	3	3	x	40	5	3	x	x				
SP 22 B	53,0	53,8	53,7	x	51,0	41,4	53,0	x	6,3	6,2	7,5	x	6,4	10,5	8,9	x	1	1	1	1	30	5	2,5	1	0,4				
SP 32	46,0	47,4	44,6	x	48,0	47,4	46,5	x	6,1	x	7,5	x	6,3	x	7,5	x	5	5	5	5	95	95	95	95	0,7				
SP 41	60,0	61,0	56,3	53,7	57,0	56,0	55,4	56,0	6,0	6,6	12,0	9,9	7,5	9,7	13,7	11,9	2	2	2	2	30	30	25	20	0,2				
SP 84	45,0	45,0	42,0	x	45,0	45,6	37,3	x	5,6	7,2	9,1	x	4,8	9,2	13,5	x	3	3	3	3	10	2	2	1	0,1				
SN 29	133,0	132,7	129,5	x	132,0	132,6	127,0	x	6,4	7,2	8,7	x	6,3	8,1	10,2	x	4	4	4	4	20	2	2	2	0,3				

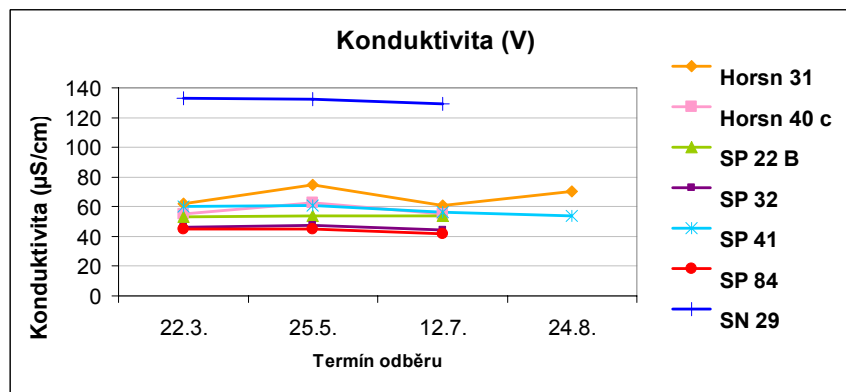
Tab. č. 2. Hodnoty měřených a odhadovaných parametrů na prameništích během odběrů.

Parametr	konduktivita (V) ($\mu\text{S/cm}$)		konduktivita (O) ($\mu\text{S/cm}$)		teplota (V) ($^{\circ}\text{C}$)		teplota (O) ($^{\circ}\text{C}$)	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Prameniště								
Horsn 31	67,1	6,8	68,2	0,7	8,8	2,6	9,9	1,2
Horsn 40 c	57,6	4,6	53,9	3,7	6,6	1,8	7,9	4,7
SP 22 B	53,5	0,4	48,5	6,2	6,7	0,7	8,6	2,1
SP 32	46,0	1,4	47,3	0,8	6,8	1,0	6,9	0,8
SP 41	57,8	3,4	56,1	0,7	8,6	2,8	10,7	2,7
SP 84	44,0	1,7	42,6	4,6	7,3	1,8	9,2	4,4
SN 29	131,7	1,9	130,5	3,1	7,4	1,2	8,2	2,0

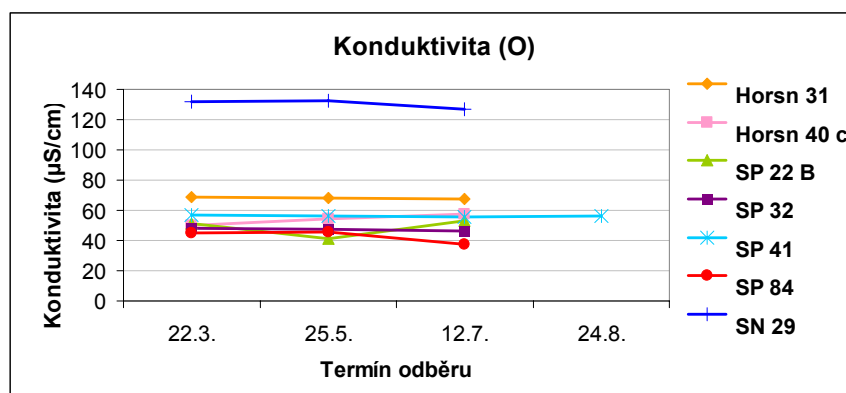
Tab. č. 3. Průměrné hodnoty (\bar{x}) a směrodatné odchylky (σ) vypočítané z naměřených hodnot konduktivity a teploty vody na prameništích.

Příloha II

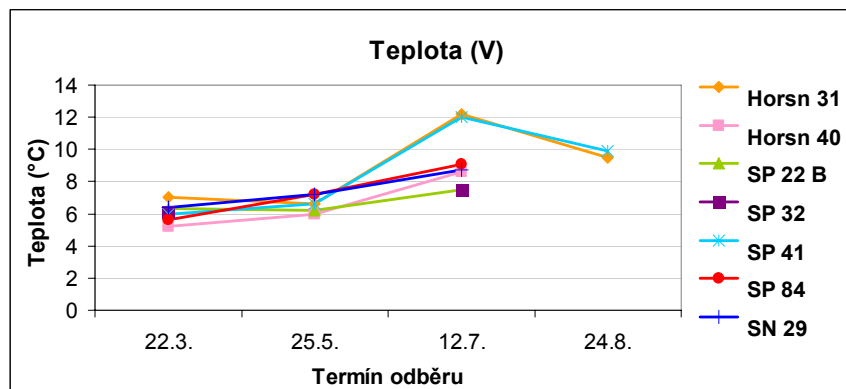
Naměřené hodnoty konduktivity a teploty v místě vývěru a odtoku během časové řady



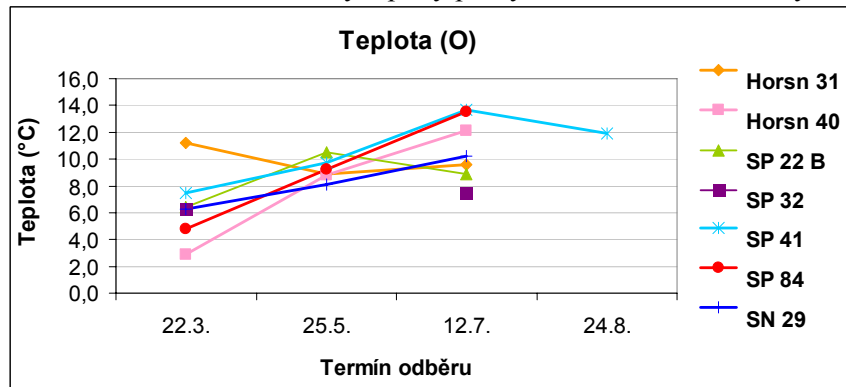
Obr. č. 1. Naměřené hodnoty konduktivity při vývěru během časové řady.



Obr. č. 2. Naměřené hodnoty konduktivity při odtoku během časové řady.



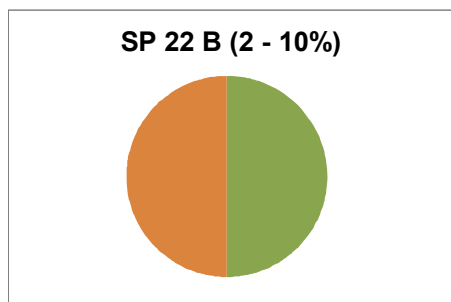
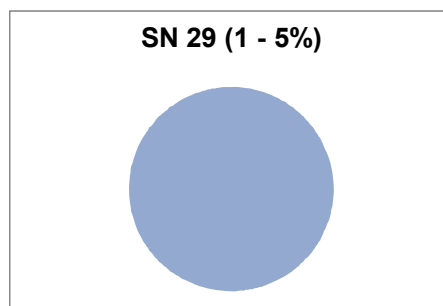
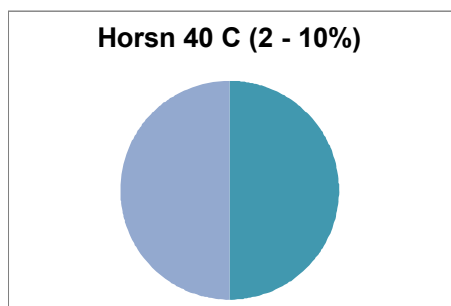
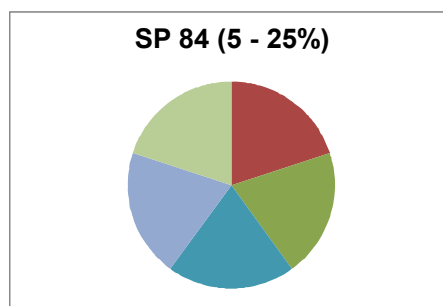
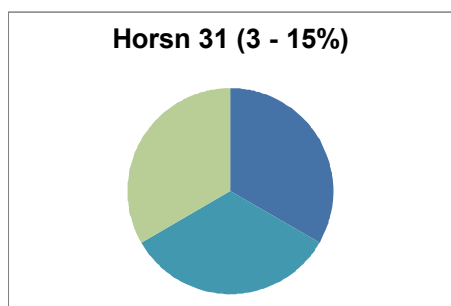
Obr. č. 5. Naměřené hodnoty teploty při vývěru během časové řady.



Obr. č. 6. Naměřené hodnoty teploty při odtoku během časové řady.

Příloha III

Minimální a maximální možné pokryvnosti nalezených mechorostů pro jednotlivá prameniště



 **Chiloscyphus coadunatus**

 **Pellia sp.**

 **Brachythecium rivulare**

 **Drepanocladus aduncus**


 **Plagiomnium elatum**

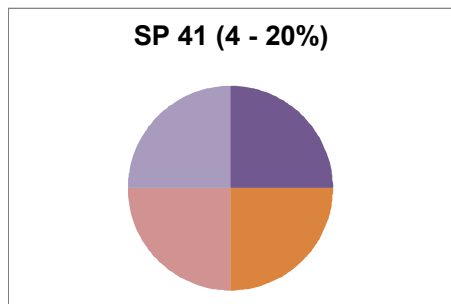
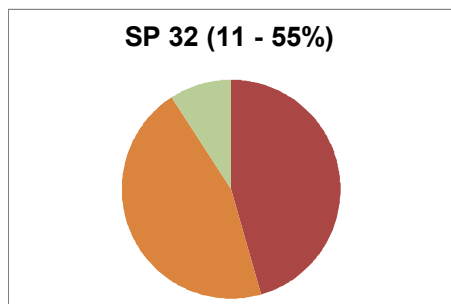
 **Rhizomnium punctatum**

 **Rhytidiadelphus squarrosus**

 **Sphagnum fallax**

 **Sphagnum palustre**

 **Sphagnum squarrosus**



Příloha IV

Taxony makrofyta a makroskopických řas a jejich pokryvnosti během sledovaného období

Prameniště	Horsn 31				Horsn 40 C				SP 22B				SP 32				SP 41				SP 84				SN 29				
	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	
Odběr																													
Taxon																													
Cévnaté rostliny																													
<i>Ajuga reptans</i>					+	+	+	x																				x	
<i>Athyrium filix-femina</i>								x		+	+	+	+	+	+	+	+											x	
<i>Caltha palustre</i>		+	+	+				x	+	+	+	+									+	+	1	+	+	2	2	x	
<i>Cardamine amara</i>	1	2	2	+	+	1	1	x	1	2	1	+	+	+	+	-	1	2	1	1	2	2	1	1	+	1	1	x	
<i>Carex nigra</i>	+	1	1	1				x	+	1	1	1					+	1	1	1								x	
<i>C. rostrata</i>	+	2	2	2				x	+	1	1	1																x	
<i>Cirsium heterophyllum</i>			+	+		+	+	x																				x	
<i>Cirsium palustre</i>			+	+				x												+	+		+	+	+			x	
<i>Dactylorhiza majalis</i>						+	+	x																				x	
<i>Epilobium obscurum</i>		1	1	2				x										+	+	+				2	1		1	1	x
<i>Epilobium palustre</i>		1	1	1		1	1	x		1	1	1						+	+	+				1	1			x	
<i>Equisetum arvense</i>						+	+	x																				x	
<i>E. palustre</i>								x		+	1	1						+	+	1								x	
<i>E. sylvaticum</i>		+	+	+				x		+	+	+	1										+	1		+	+	x	
<i>Galium palustre</i>		1	1	2		1	1	x		1	1	1						1	1	1				1	2			x	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	+	1	1	1	+	2	2	x	+	1	2	2									+	1	1	1	1	1	2	3	x
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	+	+	+	+				x						+	1	1	+											x	
<i>Juncus conglomeratus</i>	+	+	2	1				x	+	1	2	2					1	2	2	3	+	1	1	1		1	+	x	
<i>J. effusus</i>								x													+	1	2	2				x	

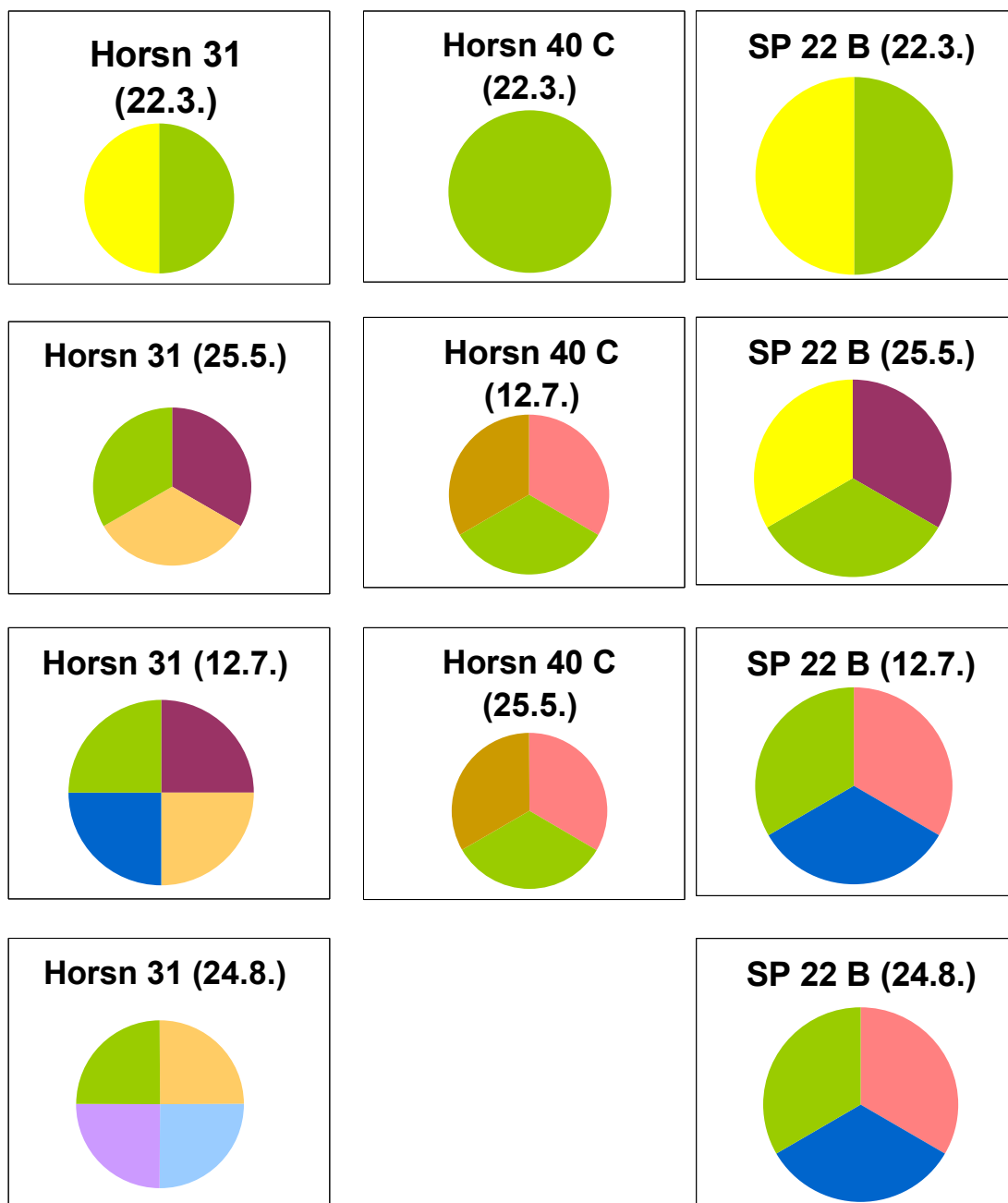
Tab. č. 5. Určené taxony cévnatých rostlin a jejich pokryvnosti na prameništích během prováděných odběrů. Pokryvnost mechorostů a makroskopických řas na prameništích.

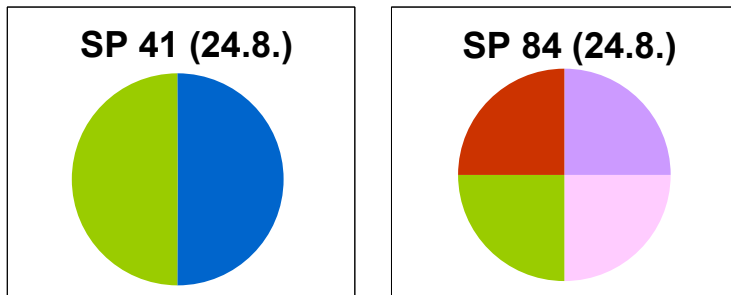
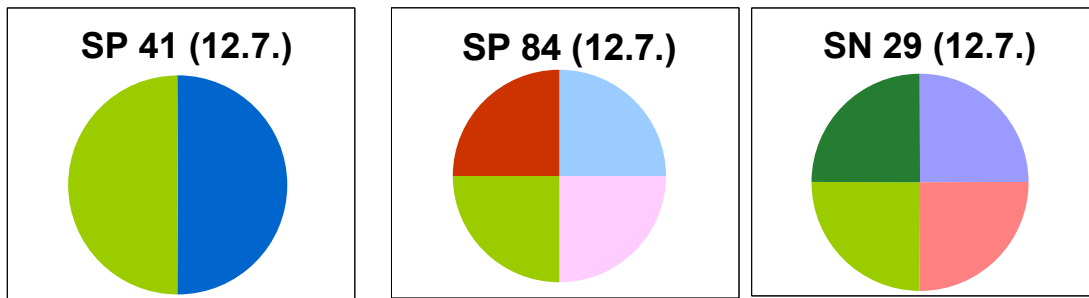
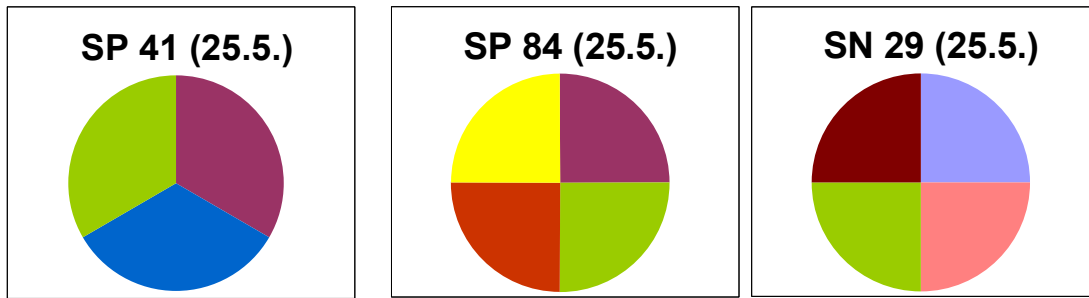
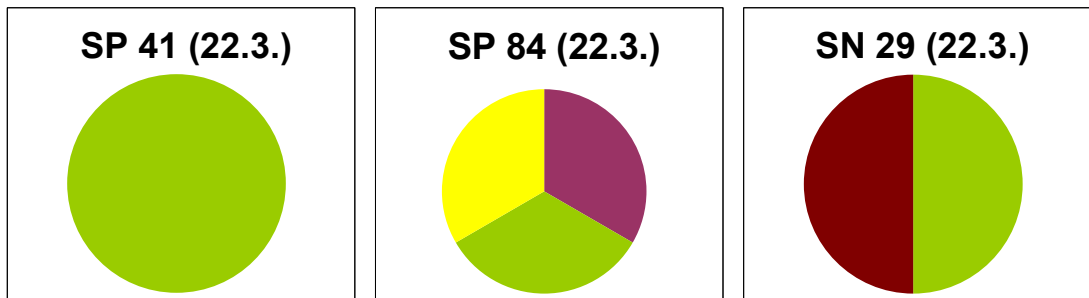
Prameniště	Horsn 31				Horsn 40 C				SP 22B				SP 32				SP 41				SP 84				SN 29				
	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	22.3.	25.5.	12.7.	24.8.	
Odběr																													
Taxon																													
Cévnaté rostliny																													
<i>Montia sp.</i>	+	+	+	+			x	+	+	+	+					+	+	+	+									x	
<i>Myosotis palustris</i>		+	+	+		1	1	x		+	1	+					+	+	1		+	+	+		+	+	x		
POACEAE	3	3	2	3	3	2	2	x	3	2	3	3					3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	x	
<i>Potentilla erecta</i>		+	+	+		+	+	x		+	+	+					+	+	+		+	+	+					x	
<i>Rumex acetosa</i>					1	+	+	x		+	+	+					+	+	+	1		+	+					x	
<i>Scirpus sylvaticus</i>								x												1	2	2	2					x	
<i>Stellaria alsine</i>	2	1	1	+	1	1	1	x	2	2	1	1	+	+	+	-	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	x	
<i>Tephrosieris crispa</i>					+	2	2	x		+	+	+						+	+	+		+	1	+				x	
<i>Urtica dioica</i>								x			+	+						-	+	+	+	+	+	1	1	+	1	2	x
<i>Veronica beccabunga</i>								x	+	+	+	+													2	2	1	x	
<i>Vicia sp.</i>			+	+				x			+	+																x	
<i>Viola palustris</i>					1	+	+	x																				x	
Mechorosty	1	1	1	1	1	1	1	x	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	
Makroskopické řasy	1	1	+	+		+		x	+	+	+	+	3	3	3	2	3	2	3	2	+							x	

Tab. č. 5 - pokračování. Určené taxony cévnatých rostlin a jejich pokryvnosti na prameništích během prováděných odběrů. Pokryvnost mechorostů a makroskopických řas na prameništích.

Příloha V

Taxony cévnatých rostlin, které na prameništích dosáhly pokryvnosti 2 a 3 během jednotlivých odběrů





- Caltha palustre
- Carex rostrata
- Galium palustre
- Juncus conglomeratus
- POACEAE
- Stellaria alsine
- Urtica dioica

- Cardamine amara
- Epilobium obscurum
- Chaerophyllum hirsutum
- Juncus effusus
- Scirpus sylvaticus
- Tephrosieris crispa
- Veronica beccabunga

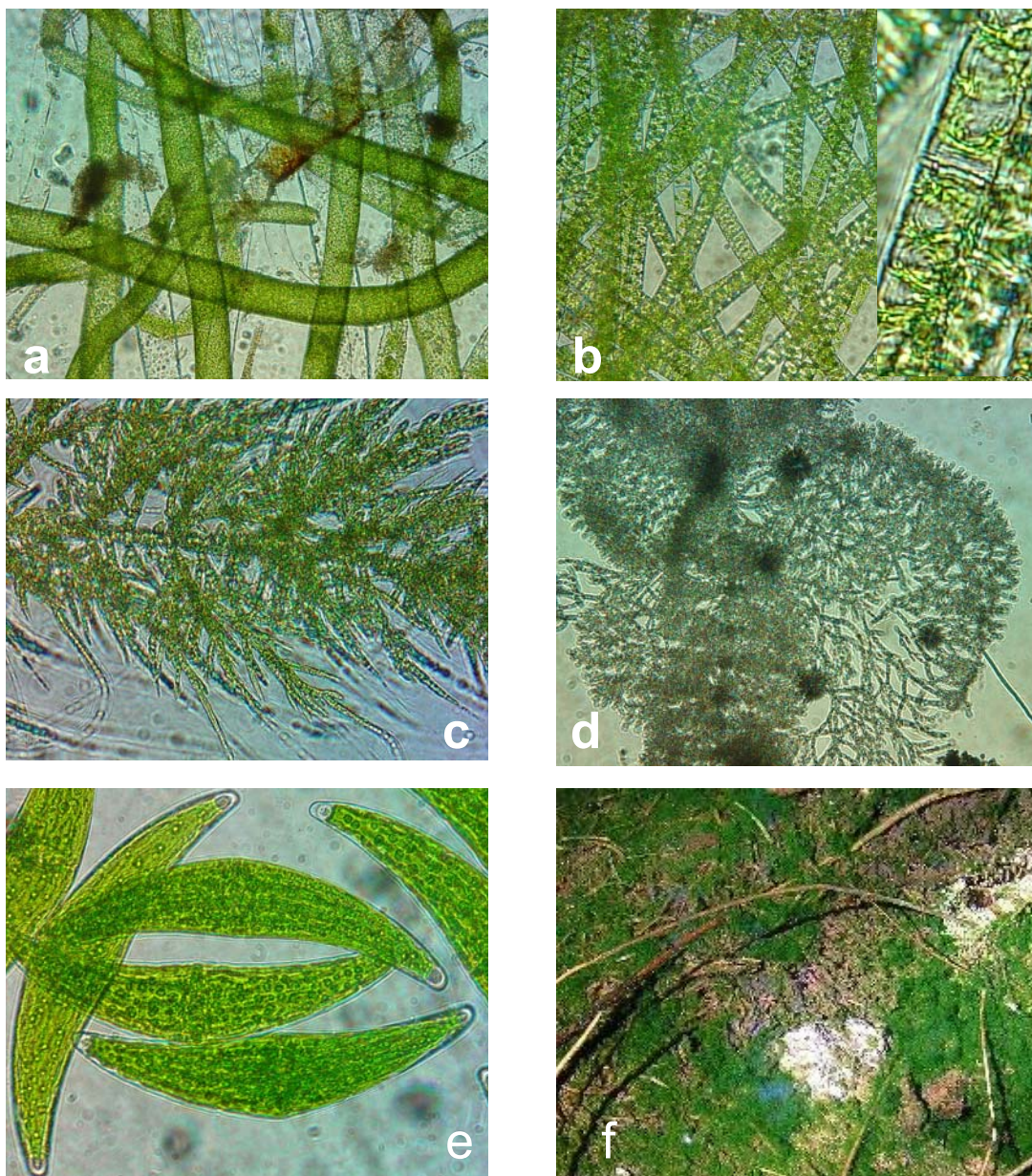
Příloha VI Taxony rozsivek a jejich zastoupení ve vzorcích během sledovaného období

Stanoviště	Odběr	Horsn 31				Horsn 40 C				SP 22 B				SP 32				SP 41				SP 84				SN 29			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Nalezené druhy																													
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow	AchLan	2	2	2	2	3	2	3	x	3	3	3	3	1	3	3	3	1	1		1	3	x	2	2	3	3	3	3
<i>Aulacoseira cf distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	AulDis	1	1			1	1	1	x	1	2	2	2		1	1	1		2	2	2		x			1	1	2	2
<i>Cymbella cf lanceolata</i> (Ehrenberg) V. Heurck	CymLan					1			x														x						
<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing	CymVen	2	2	2	1	1	2	1	x	2	2	2	2		1			1	2	1	1	2	x	1	1	2	2	2	2
<i>Cymboplectra naviculiformis</i> (Aureswald) Krammer	CymbNav	2	1	2	1	1	1		x	1	1	2						1	1	1	1	x							
<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	DiaAnc	3	1	2	1	1	1	1	x	2	2	2	2		1	2	1	3	2	2	2	2	x	1	2		1		
<i>Diatoma mesodon</i> Kützing	DiaMes					1	1	2	x	2	2	2	2									2	x	2	2	2	1	2	2
<i>Diploneis oblongella</i> (Kützing) Cleve-Euler	DipObl	1				1	1	1	x	1	1	1	1									1	x			1	2	1	1
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	EunArc								x					1				1	1			x							
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	EunBil	1	1	2	2	1	2	1	x		1	1						1	1	1		x				1			1
<i>Eunotia glacialis</i> Meister	EunGla		1	1	1		1	1	x		1	2						1	1	2		x	2						1
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Van Sull & Lange-Bertalot	EunImp	1	1	1	2	1	2	1	x	1	2	2	1									x				1	2	1	1
<i>Eunotia incisa</i> Gregory	EunInc	1			2	1	1	1	x	1	1	1	1	2	2	2	2			1		x							1
<i>Eunotia cf paludosa</i> Grunow	EunPal								x					2	2	2	2	1		2		x							
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	EunPec								x										2	2	x	1	1						
<i>Eunotia cf praerupta</i> Ehrenberg	EunPra			1					x	1	1							1	2	2	1	x				1			
<i>Eunotia serra var tetraodon</i> (Ehrenberg) Nörpel	EunSer			1					x									1	1	x									
<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst	EunSol			1	1	1	1	1	x	1		2							1	1	x								
<i>Eunotia silvahercynia</i> Nörpel, Van Sull & Lange-Bertalot	EunSil								x					1	1	2						x		1	1	1	1	2	1
<i>Eunotia sudetica</i> Otto Müller	EunSud								x													x	2						
<i>Eunotia tridentula</i> Ehrenberg	EunTri								x					1	1	1	1	2	2	2		x	1						
<i>Fragilaria cf capucina</i> Desmazières	FraCap	3	3	3	3	2	2	1	x	2	3	3	2		1	1	2	3	2	3	3	3	x	1	2	1		1	1
<i>Fragilaria cf construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FraCon	2	3	3	2		1	1	x		2	2						2	2	1		x				1	1	1	1
<i>Fragilaria parasitica</i> (W. Smith) Grunow	FraPar							1	x													x							
<i>Fragilaria virescens</i> (Ralfs)	FraVir	1	1	1	1	2	2	2	x	2	2	2	2	1	1	2	1	3	3	3	3	2	x	2	3	1			
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	FruVul	1	1	2		1	1	1	x	2	1							1		1		x		1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	GomCla	2	2	2	2	1	2	2	x	1	1	2	3	1	1			1	2	2	2	2	x	1	2	1	2	1	2
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GomPar													1	1														

Tab. č. 7. Seznam určených taxonů rozsivek a jejich hojností zastoupení ve vzorcích z jednotlivých odběrů (1: 22.3; 2: 25.5.; 3: 12.7.; 4: 24.8) pro jednotlivá prameniště. Uvedeny jsou zkratky taxonů užitých v RDA.

Příloha VII

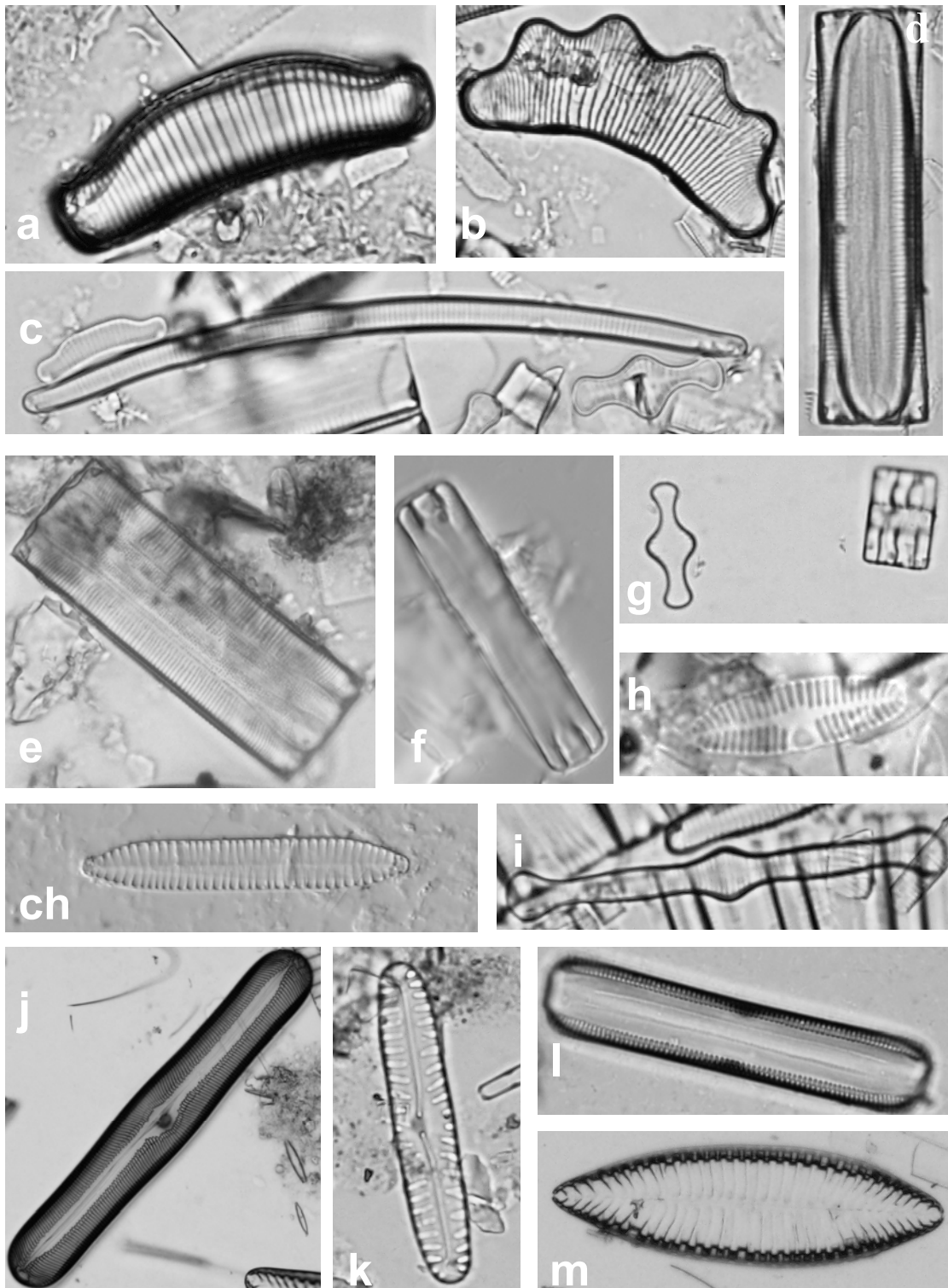
Mikrofotografie makroskopických řas



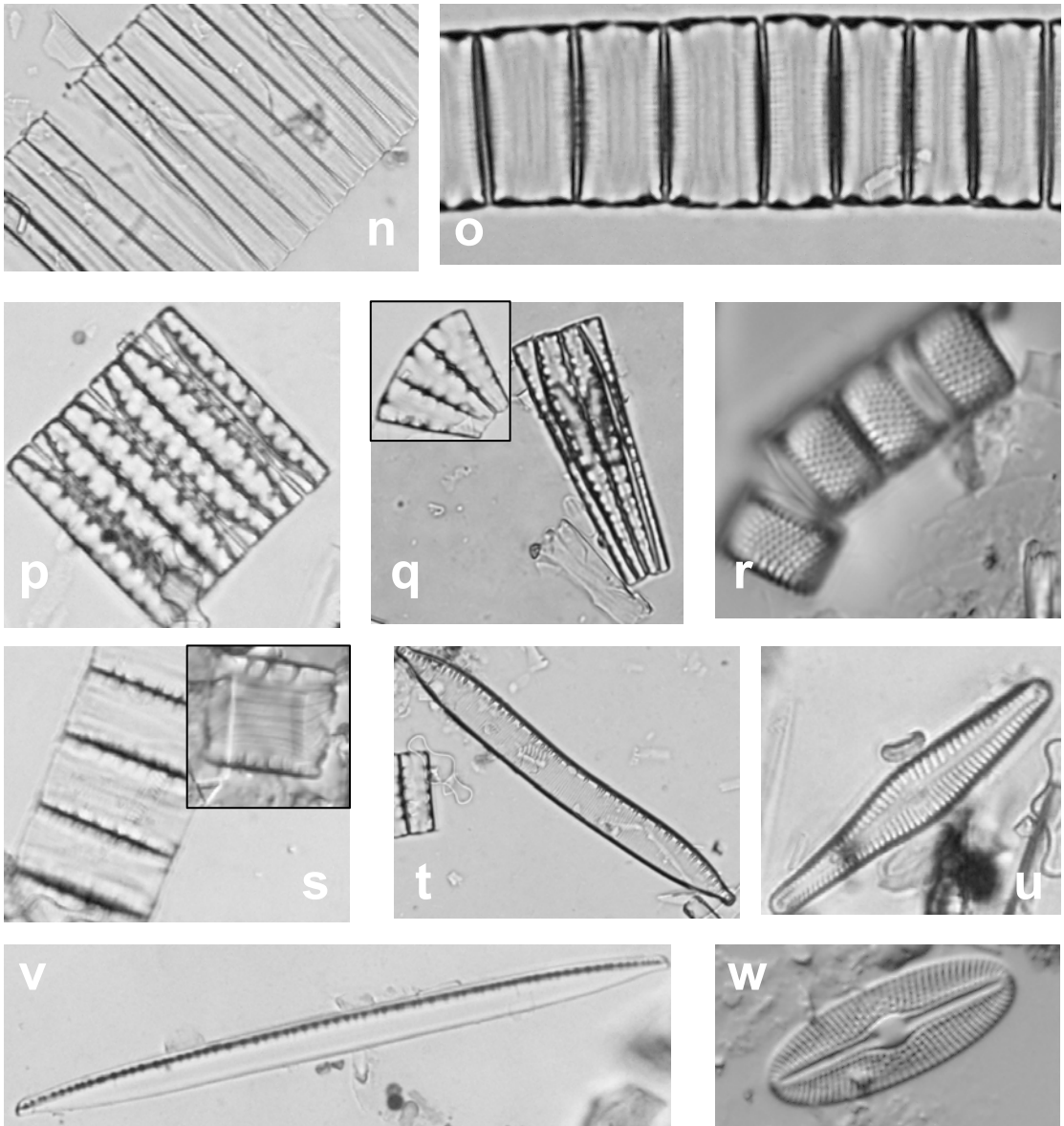
- a** *Vaucheria* sp. (*Xanthophyceae*)
- b** *Spirogyra* sp. (*Conjugatophyceae*)
- c** *Draparnaldia* sp. (*Chlorophyceae*)
- d** *Batrachospermum* sp. (*Rhodophyta*)
- e** *Closterium* sp. (*Conjugatophyceae*)
- f** *Closterium* sp. – makroskopicky viditelné shluky buněk

Příloha VIII

Fotografie vybraných rozsivek (*Bacillariophyceae*)



a *Eunotia cf. praerupta*, **b** *E. serra* var. *tetraodon*, **c** *E. bilunaris*, **d** *E. soleirolii*, **e** *E. glacialis*, **f** *E. silvahercynia*, **g** *Tabellaria flocculosa*, **h** *Achnanthes lanceolata*, **ch** *Surirella augusta*, **i** *Tabellaria fenestrata*, **j** *Pinnularia nobilis*, **k** *P. borealis*, **l** *P. viridis*, **m** *S. biseriata*



n *Fragilaria cf. capucina*, **o** *F. virescens*, **p** *Diatoma anceps*, **q** *Meridion circulare*,
r *Aulacoseira cf. distans*, **s** *D. mesodon*, **t** *Hantzschia amphioxys*, **u** *Gomphonema clavatum*,
v *Nitzschia cf. recta*, **w** *Diploneis oblongella*

Příloha IX

Fotografie sledovaných pramenišť



Foto č. 1. Horsn 31 (22. 3. 2011)



Foto č. 2. SP 22 B (22.3. 2011)



Foto č. 3. SP 32 (22.3.2011)



Foto č. 4. SP 84 (22.3.2011)



Foto č. 5. Horsn 40 C (25.5. 2011)



Foto č. 6. SP 41 (25.5. 2011)