

Biologická fakulta Jihočeské univerzity
České Budějovice



MAGISTERSKÁ PRÁCE

Mikrovegetace toků centrální Šumavy

Klára Kubečková

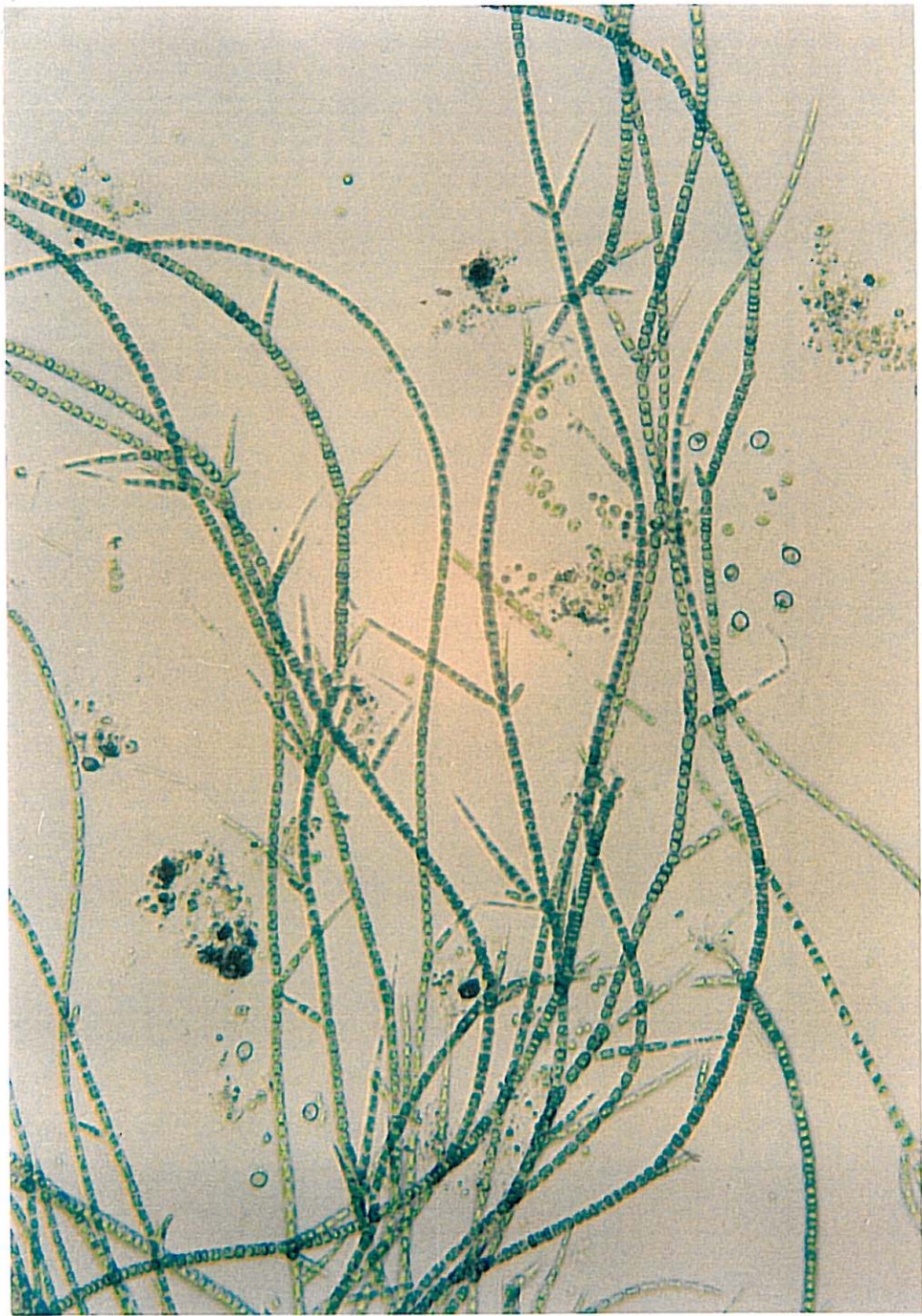
1997

vedoucí práce: Doc. RNDr. Jiří Komárek DrSc.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracovala samostatně,
jen s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, 29.12. 1997

K. Kubečková
.....



Obsah:

1. Úvod	1
2. Cíle práce	2
3. Metodika	2
3.1. Odběr a zpracování vzorků	2 - 3
3.2. Stanovení množství chlorofylu <u>a</u>	3
3.3. Měření chemismu vody	3
3.4. Vyhodnocení dat	3
4. Popis lokalit	4 - 8
5. Výsledky a diskuse	8
5.1. Druhové složení řas	8 - 9
5.2. Porovnání podobnosti lokalit	9
5.3. Sezónní změny nárostových společenstev	10
5.4. Kvantitativní měření	10 - 13
5.5. Osidlování umělých substrátů	13 - 15
5.6. Ekologická charakteristika vybraných druhů	15 - 19
6. Závěr	19
7. Literatura	19 - 23

Na přiložené disketě jsou tabulky v programu Excel s údaji o výskytu jednotlivých druhů řas na všech lokalitách během obou sezón. Soubor druh96 - data z roku 1996, soubor druh97 - data z roku 1997.

1. Úvod

Šumava je spolu s Bavorským lesem největším lesním komplexem ve střední Evropě a zároveň důležitým územím přirozené akumulace vod. Centrální Šumava pramenným územím, které je protkáno velkým množstvím toků. Pramení zde velké řeky jako Vltava, Vydra či Otava, většinu vodní sítě však tvoří drobné říčky a potůčky (Lukavský a kol. 1997). Pramenné toky Šumavy představují výjimečný biotop, který je velmi málo ovlivněn lidskou činností, díky tomu nám mohou poskytnout informace o složení a funkci společenstevch v nenarušených čistých tocích.

Pramenné úseky toků jsou významným floristickým biotopem, jehož hlavní složku mikrovegetace tvoří perifytické řasy obrůstající pevné podklady, hlavně nárosty na kamenech tzv. epilithické nárosty. Některé druhy přirůstají k podkladu pomocí slizových stopek nebo terčíků (*Gomphonema*, *Oedogonium*), slizovými pochvami (*Phormidium*) a vytvářejí korovité vrstvy nebo trsy odstávajících vláken (*Stigeoclonium*) či slizové kolonie (*Tetraspora*, *Hydrurus*) (Marvan et Sládečková in Hindák 1978). Perifytické řasy jsou důležitými primárními producenty, prvním článkem v potravním řetězci. Na jejich rozvoji je závislá bentická fauna. K pochopení funkce celého biotopu je proto nutné znát všechny jeho složky a vztahy mezi nimi.

Studiu řas v Šumavských tocích byla věnována pozornost již v 80. letech minulého století (Hansgirg 1886, 1892). Hansgirgův *Prodromus* je systematicky nejucelenější soupis řas, který charakterizuje dřívější stav řas na našem území. Od té doby zde byly prováděny pouze dílčí studie a moderní zpracování neexistuje. Další drobnější publikace zabývající se řasami v tocích Šumavy a Bavorského lesa jsou z jednorázových sběrů v letech 1895, 1903 a 1927. V roce 1895 H. Braun studoval rozsivky v okolí Eisensteinu v Německu (Braun 1895). Mikrovegetací v tocích Grossen Mühl u Aigenu, v okolí Prachatic, Č. Krumlova a Horní Plané se zabýval A. Pascher. Celkem pozoroval 476 druhů řas (Pascher 1903, 1927). K podrobnějším a dlouhodobějším studiím patří práce Růžičky, který se v rámci průzkumu zátopové oblasti území Lipna zabýval krásivkami horní Vltavy (Růžička 1957). K nejnovější publikacím, které se zabývají toky Šumavy, patří práce H. Zahradkové, které se věnují sezónním změnám ve vegetaci řas a osidlování pokusných substrátů řasami (Zahradková 1995, 1997).

Větší pozornost, než řasám v tocích, byla věnována řasám Šumavských jezer (např. Rosa 1941, Lukavský in press) a rašeliništím (Ettl a kol. 1957, Lederer 1995).

2. Cíle práce

Úkolem této práce bylo:

- studium druhového složení řasových nárostů
- zjištění řasových dominant a popsání jejich základních ekologických charakteristik
- zjištění sezónní dynamiky v mikrovegetaci toků
- porovnání druhového složení řas a množství chlorofylu *a* na odběrových profilech
- sledování osidlování pokusných substrátů a zjištění afinity jednotlivých druhů k substrátům

3. Metodika

3.1 Odběr a zpracování vzorků

Odběry vzorků jsem prováděla v letech 1996 a 1997 jedenkrát měsíčně během vegetační sezóny (březen - říjen, listopad) na šesti vybraných lokalitách pěti toků centrální Šumavy (obr.1) Studovaným materiálem byly nárosty sinic a řas na přirozeném substrátu (granit) a na pokusných substrátech (vápenec, sterilní smrkové dřevo, podložní sklo). Pokusné substráty jsem umístila na začátku vegetačních sezón do proudnice toků. Vápenec jsem volně položila do toku, dřevo uvázala na kovovou tyč pomocí vlasce (obr.2) a skla jsem v r. 1996 upevnila do umělohmotné zátky (Hrbáček 1972, Sládečková 1995), která byla uvázána na kovovou tyč pomocí vlasce. Tento způsob upevnění se na sledovaných tocích neosvědčil, protože proud vody je zde silný a skla se často lámala. V r. 1997 jsem skla upevnila ve svislé poloze do umělohmotných krabiček (Sládečková 1962) (obr.3), které jsem ukotvila do dna pomocí kovových tyček. Nárosty pro kvalitativní analýzu jsem seškrabávala ze substrátů kartáčkem a nožem, pro kvantitativní analýzu pouze kartáčkem. Pro kvalitativní analýzu jsem nárosty ze skel neoškrabávala, protože jsem na nich mohla přímo studovat neporušené kolonie sinic a řas.

Vzorky jsem pozorovala v nativním stavu světelným mikroskopem. Pro přesnější určení rozsivek (*Bacillariophyceae*) jsem připravovala trvalé pleuraxové preparáty (Fott 1954, Houk & Marvan 1993). Na světelném mikroskopu jsem zhotovovala mikrofotografie řas. Pro zpřesnění determinace jsem se pokoušela řasy převést do kultury na živném médiu Z (Staub 1961) a na médiu Z s přísadkou křemíku pro kultivaci rozsivek. Kultivace však nevedla k žádným podstatnějším výsledkům z několika důvodů: kultivační média nejsou vhodná pro většinu řas z

oligotrofních tekoucích vod a jsou velmi selektivní pro jednotlivé skupiny řas, v laboratorních podmínkách nejsem schopná zajistit proudění vody a s ním spojenou disturbanci stanoviště, která je důležitým faktorem pro růst řas v horských tocích.

3. 2. Stanovení množství chlorofylu a

Pro kvantitativní stanovení biomasy jsem zvolila metodu stanovení chlorofylu a. Biomasy řas jsem odebírala z podložních skel (30,24 cm² plocha skla), která byla v toku exponována následujícím způsobem: první sklo 1 měsíc, druhé 2 měsíce ... poslední sklo 7 měsíců. V laboratoři jsem oškrabala skla kartáčkem. Získaný bioseston jsem filtrovala přes filtry Watman GF/C a vysušila filtračním papírem. Takto upravené vzorky byly uchovávány nad silikagelem při -15 °C maximálně dva měsíce. Chlorofyl a jsem stanovila metodou extrakce do acetonu se spektrofotometrickou koncovkou (Vyhnálek 1994).

3.3. Měření chemismu vody

Z ekologických faktorů jsem na odběrových stanovištích měřila teplotu vody rtuťovým teploměrem s přesností 0,1 °C. Na Roklanském potoce jsem měřila ještě teplotu vody maximo - minimálním teploměrem s přesností 0,1 °C během celé vegetační sezóny v r. 1996. V r. 1997 jsem umístila do toků další 3 maximo - minimální teploměry, které mi byly během sezóny ukradeny. Dále jsem měřila pH v r. 1996 a 1997 a vodivost v r. 1997 měřícím přístrojem Gryf 107.

Údaje o trofickém potenciálu vody jsem získala díky mé spolupráci na projektu Intereg II. , který se zabýval studiem povrchových vod Šumavy a Bavorského lesa v letech 1995/96. Trofický potenciál vody byl stanovován metodou řasového mikrotestu (Lukavský 1991).

3. 4. Vyhodnocení dat

Získaná data jsem vyhodnotila v programu Excel a metodami mnohorozměrné analýzy dat v programu Canoco (ter Braak 1990). V programu Canoco jsem použila přímou gradientovou analýzu CCA (Canonical Correspondence Analysis), která předpokládá unimodální odpověď druhů na gradienty prostředí (Jongman et. al. 1987). V CCA jsem použila jako vysvětlující proměnné substráty, lokality a roky. K otestování statistické významnosti vztahu mezi druhovými daty a vysvětlujícími proměnnými jsem použila Monte - Carlo permutační test (ter Braak 1990). Při testu jednotlivých vysvětlujících proměnných byly ostatní proměnné užity jako covariables (tj. parciální CCA). Podoba a výsledky těchto analýz jsou uvedeny v tabulce 1. Grafické výstupy jsem provedla v programu Canodraw.

4. Popis lokalit

Sledované toky se nacházejí na území centrální Šumavy na Kvildské pláni (Teplá Vltava, Kvildský potok) a na Modravské pláni (Roklanský, Modravský potok, Vydra) v nadmořské výšce 1000 - 1100 m. Podloží toků je tvořeno dvouslídým světlým granodioritem středně - drobnozrnným v okolí obce Kvilda a biotickou žulou, granodioritem s muskovitem v okolí obce Modrava (Chábera 1987). Podnebí centrální Šumavy má přechodný ráz mezi klimatem oceanickým a kontinentálním, tzn., že výkyvy teplot jsou poměrně malé a srážky poměrně vysoké se stejnoměrným rozložením během celého roku. Průměrná teplota vzduchu se pohybuje okolo 3 °C a fyzická zima začíná již koncem října a končí koncem března nebo začátkem dubna (Chábera 1987).

Všechny sledované toky mají charakter horské bystřiny s vysokým obsahem kyslíku, s nízkým obsahem živin, s nízkou teplotou vody a jsou xeno - oligosaprobni.

Lokality jsem vybírala tak, aby se vždy dva toky vlévaly do třetího (Vydra vzniká soutokem Roklanského a Modravského potoka ap.). Odběrová stanoviště na jednotlivých lokalitách jsem umístila do proudu vody 40 cm od břehu, bez většího zastínění, a aby byla pokud možno hůře přístupná turistům.

Teplá Vltava

Teplá Vltava pramení na východním svahu Černé hory v nadmořské výšce 1172 m, sklon toku v okolí obce Kvilda je 26,2 ‰. Na tomto toku jsem si vybrala 2 odběrová stanoviště. První 2 km nad obcí Kvilda (obr.4) a druhé 0,5 km pod čističkou obce. Tok zde má písčité dno se středně velkými kameny. Kameny jsou porostlé *Fontinalis squarosa*, *Bazzania trilobata*.

Na první lokalitě byla nejnižší naměřená teplota vody 0,5 °C (3/1996), nejvyšší teplota vody byla 10,4 °C (8/1996) a nejnižší naměřená hodnota pH 4,3 (5/1996), nejvyšší hodnota pH 7,8 (10/1997) během obou sezón.

Na druhé lokalitě byla nejnižší naměřená teplota vody 1,2 °C (3/1996), nejvyšší teplota vody byla 11 °C (7/1997) a nejnižší naměřená hodnota pH 4,2 (5/1996), nejvyšší hodnota pH 7,4 (10/1997) během obou sezón.

Kvildský potok

Kvildský potok pramení v Kvildské slati a ústí do Černého potoka u obce Kvilda. Délka toku je jen 4,8 km. Odběrové stanoviště leží 0,5 km nad obcí Kvilda u bývalých rýžovacích náspů. Dno toku je písčité bez kamenů, porostlé *Agrostis* sp., *Callitriche* sp., *Batrachium fluitans* a *Glyceria fluviatilis*. Nejnižší naměřená teplota vody 1,6 °C (3/1996), nejvyšší teplota vody 10,5 °C (8/1996) a nejnižší naměřená hodnota pH 4,3 (4/1997), a nejvyšší hodnota pH 7,4 (10/1996) během obou sezón.

Roklanský potok

Roklanský potok vzniká v rašelinné oblasti na svazích Blatného vrchu. Délka toku je 14,5 km (Chábera 1987). Odběrové stanoviště se nachází na bezlesí 1 km nad obcí Modrava. Koryto má písčito - kamenitý charakter opět s porosty *Fontinalis squarosa* a *Bazzania trilobata*. Tok je částečně zastíněný smrky rostoucími na březích. Nejnižší naměřená teplota vody byla 0,5 °C (3/1996), nejvyšší teplota vody byla 10,4 °C (7/1996) a nejnižší naměřená hodnota pH 4,5 (5,6/1996), nejvyšší hodnota pH 7,3 (8/1997) během obou sezón.

Modravský potok (obr.5)

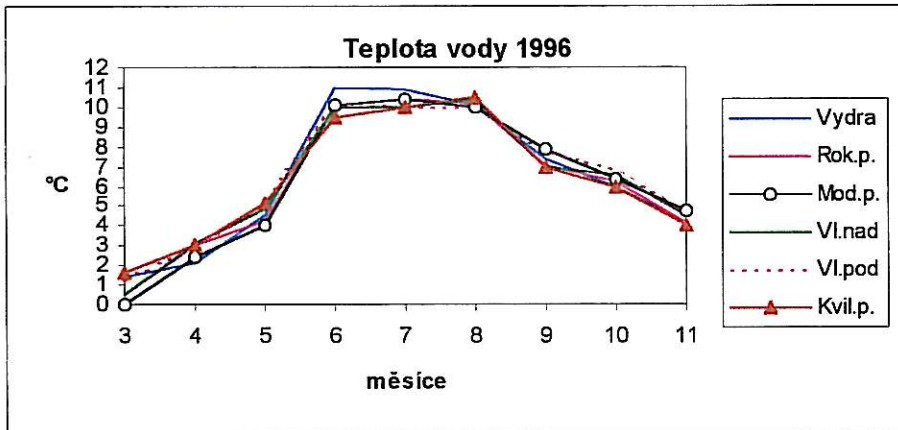
Modravský potok, který je zdrojnicí Vydry a Otavy vzniká soutokem Luzenského a Březnického potoka pod Březníkem v nadmořské výšce 1 133 m. Odběrové stanoviště leží 1 km nad obcí Modrava. Koryto toku je kamenité s porosty *Fontinalis squarosa*, *Bazzania trilobata*, částečně zastíněné vegetací na březích. Nejnižší naměřená teplota vody byla 0 °C (3/1996), nejvyšší teplota vody 10,4 °C (7/1996) a nejnižší naměřená hodnota pH 3,9 (5/1996, 6/1997), nejvyšší pH 7,5 (10/1997) během obou sezón.

Vydra (obr.6)

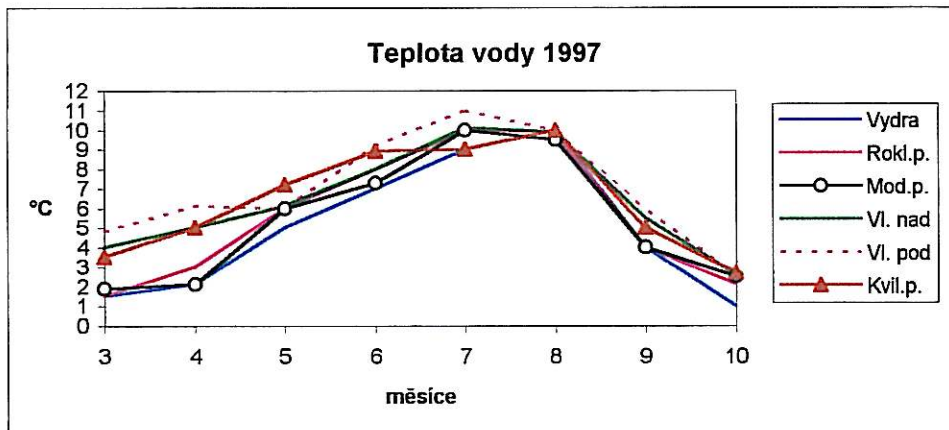
Vydra vzniká soutokem Modravského a Roklanského potoka v blízkosti obce Modrava. Má ráz horské bystřiny o sklonu kolem 25‰ s četnými přejemi (Chábera 1987). V toku jsou velké žulové balvany. Odběrové stanoviště leží 300 m pod čistírnou odpadních vod obce Modrava. Tok je částečně zastíněn smrky. Nejnižší naměřená teplota vody byla 1 °C (10/1997), nejvyšší teplota vody byla 10,9 °C (7/1996) a nejnižší naměřená hodnota pH 4,2 (4/1996), nejnižší hodnota pH 8,2 (10/1997) během obou sezón.

Údaje na sledovaných lokalitách o teplotě vody jsou uvedeny v grafu 1,2,3, hodnoty pH v grafu 4,5,6,7 a o vodivosti v grafu 8,9.

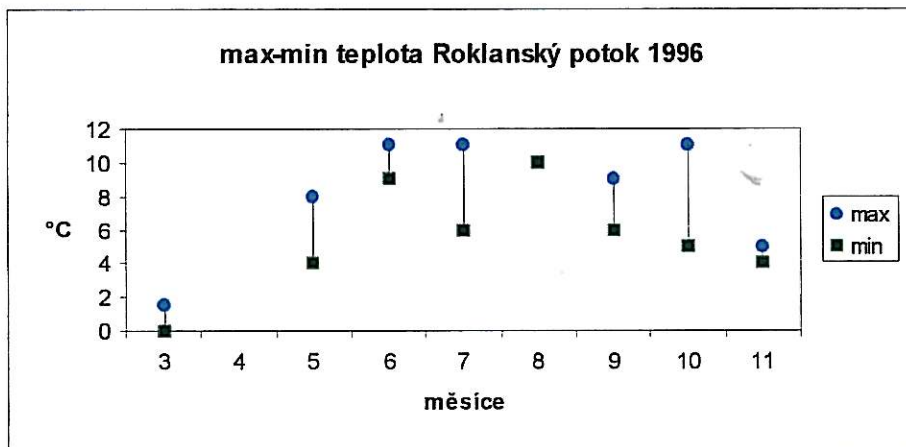
Graf 1. Průběh aktuálních teplot vody v r. 1996 na všech lokalitách.



Graf 2. Průběh aktuálních teplot v r.1997 na všech lokalitách.

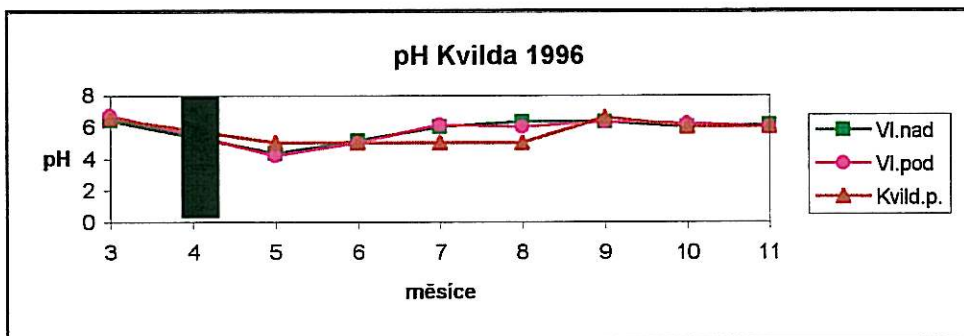


Graf 3. Maximo - minimální teploty na lokalitě Roklanský potok měřené v r.1996. V dubnu chybí měření z důvodu povodně.



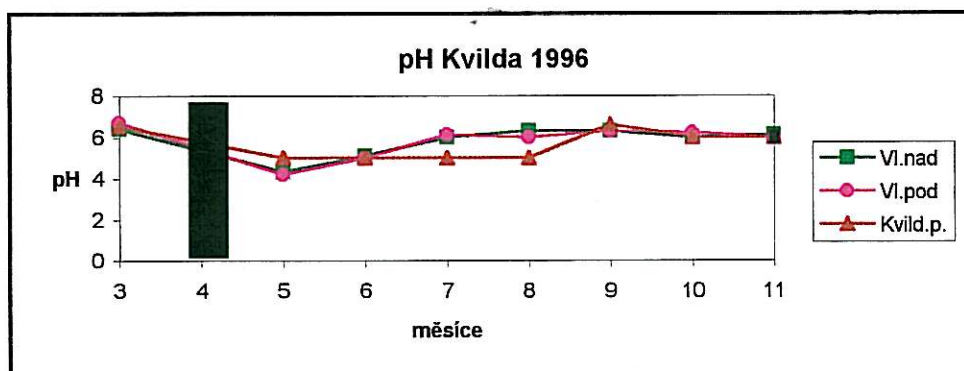
Graf 4. Hodnoty pH naměřené v r. 1996 na lokalitách v okolí obce Modrava.

Černý obdélník - pH nezměřeno v dubnu kvůli povodni.

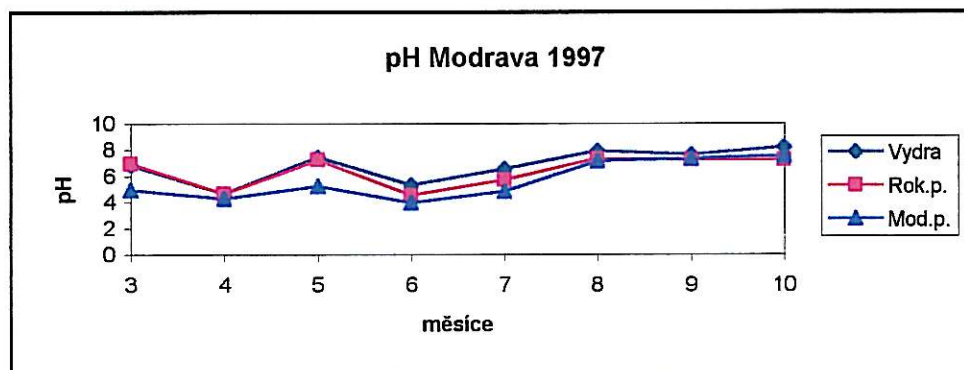


Graf 5. Hodnoty pH naměřené na lokalitách v okolí obce Kvilda v r. 1997.

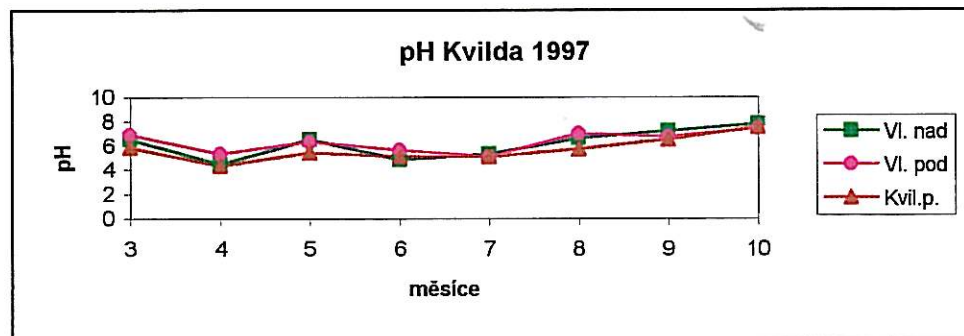
Černý obdélník - pH nezměřeno v dubnu kvůli povodni.



Graf 6. Hodnoty pH naměřené na lokalitách v okolí obce Modrava v r.1997.

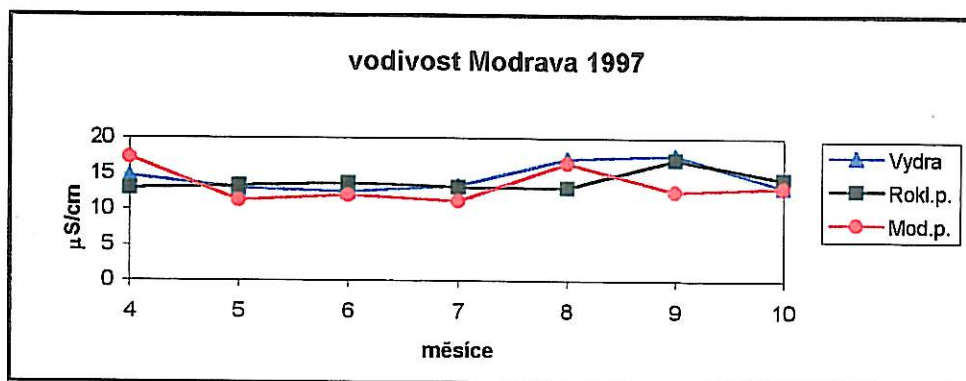


Graf 7. Hodnoty pH naměřené na lokalitách v okolí obce Kvilda v r.1997.

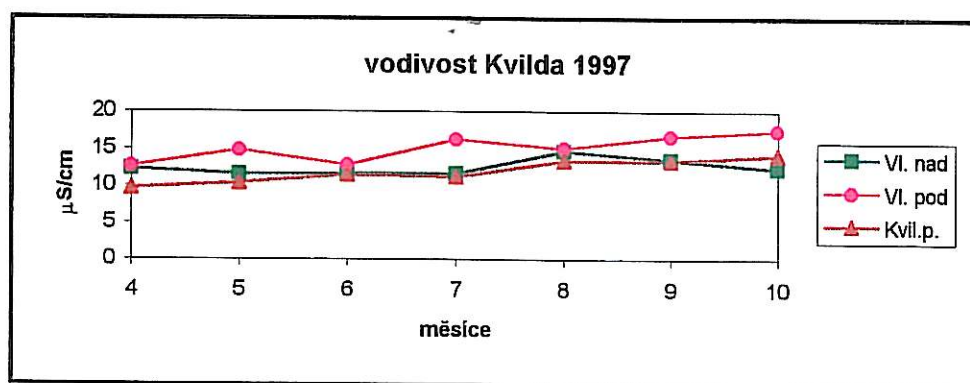


Graf 8. Vodivost měřená na lokalitách v okolí obce Modrava v r.1997.

Graf 8. Vodivost měřená na lokalitách v okolí obce Modrava v r.1997.



Graf 9. Vodivost měřená na lokalitách v okolí obce Kvilda v r. 1997.



5. Výsledky a diskuse

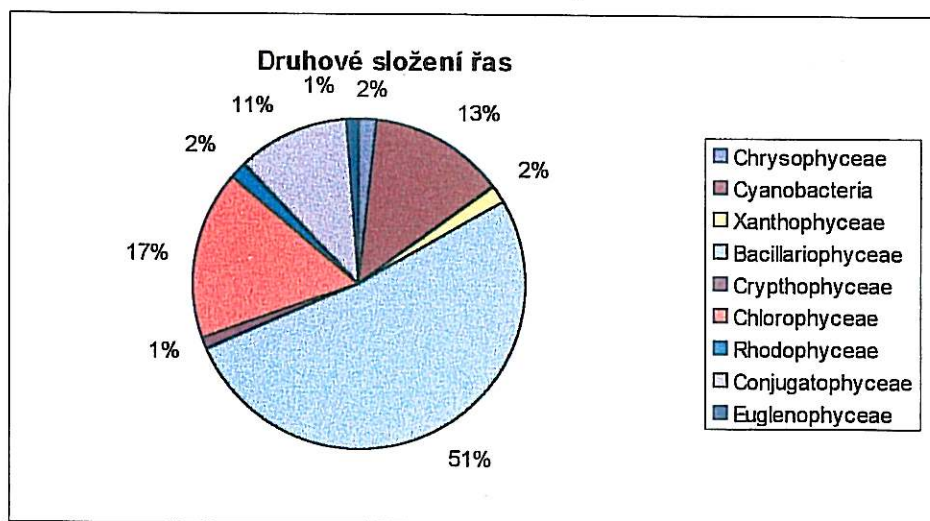
5. 1. Druhové složení řas

Na všech sledovaných lokalitách během obou sezón jsem determinovala 170 druhů řas (příloha 1). Nejhojnější skupinu řas tvoří rozsivky (*Bacillariophyceae*, 89 druhů). Po nich následují zelené řasy (*Chlorophyceae*, 29 druhů), sinice (*Cyanoprocarvota*, 22 druhů) a spájivky (*Conjugatophyceae*, 19 druhů). K méně početným patří zlativky (*Chrysophyceae*, 3 druhy), ruduchy (*Rhodophyceae*, 3 druhy), žlutozelené řasy (*Xanthophyceae*, 3 druhy) krásnoočka (*Euglenophyceae*, 2 druhy) a kryptomonády (*Cryptophyceae*, 2 druhy) (graf 10). Významnější rozdíly v počtu druhů řas u jednotlivých tříd mezi oběma sezónami jsem nezjistila. Výjimku tvoří výskyt *Nephrodiella lunaris* (*Xanthophyceae*), která se vyskytovala v r. 1997 na všech lokalitách, kromě lokality Vltava nad Kvildou. Tento druh jsem v r. 1996 nezaznamenala ani jedenkrát. Druhou výjimkou jsou řasy *Euglena mutabilis* a *Euglena* sp. (*Euglenophyceae*), které se vyskytovaly pouze v r.1996 na všech lokalitách (disketa). Mezi nejhojnější druhy patří rozsivky *Eunotia tridentula*, *Eunotia pectinalis*, *Fragilaria virescens*, *Gomphonema angustatum*, *Pinnularia appendiculata*, *Tetracyclus rupestris* (disketa).

Rozdíly v druhovém složení řas mezi sezónami znázorňuje příloha 2. Testování rozdílů druhového složení řas během obou sezón metodou CCA bylo průkazné ($P < 0,01$). Pouze v r.1996 se objevuje zlativka *Chryso-sphaera paludosa*, hojněji než v r. 1997 se vyskytují např. *Cocconeis placentula*, *Eunotia praerupta*, *Chlorella* sp. Pouze v r. 1997 se objevuje zelená řasa *Schroederia* cf. *setigera*, *Klebsormidium flaccidum*, hojněji než v r. 1996 se vyskytují např. *Amphora coffeaeformis*, *Tetraspora gelatinosa*, *Characium* sp.

Podíl jednotlivých taxonomických skupin na celkovém složení nárostů je srovnatelný s výsledky většiny autorů studujících horské bystřiny. Nejhojnější skupinu řas tvoří obvykle tř. *Bacillariophyceae*, po ní následují tř. *Cyanobacteria* nebo *Chlorophyceae* (Wysocka 1949, Kann 1978, Johansson 1982, Kawecka 1981, Pfister 1992 a,b, Zahrádková 1997).

Graf 10. Druhové složení řas během obou sledovaných sezón na všech lokalitách.



5. 2. Porovnání podobnosti lokalit

Na všech sledovaných lokalitách jsou nejhojnější skupinou řas rozsivky, po nich následují zelené řasy a sinice. Největší počet druhů jsem determinovala na lokalitě Vltava nad Kvildou (119 druhů) a nejnižší počet na lokalitě Vydra (93 druhů). Při porovnání druhového složení na jednotlivých lokalitách mnohorozměrnou analýzou CCA ($P < 0,01$, první kanonická osa vysvětluje 35,1% variability dat vztažených k hodnotám environmentálních proměnných) se nejvíce odlišuje lokalita Kvildský potok (Př.3). Kvildský potok je jedinou sledovanou lokalitou, kde se objevují 3 druhy ruduch (*Audouinella chalybea*, *Lemanea fluviatilis*, *Batrachospermum vagum*). Charakteristickou rozsivkou této lokality je *Navicula gastrum*. Druhou odlišnou lokalitou je Vltava pod Kvildou, která je z části ovlivněna lidskou činností. V r. 1997 je charakteristická výskytem *Microspora amoena* po celou vegetační sezónu.

5. 3. Sezónní změny nárostových společenstev

Vegetační sezóna začíná v horských tocích až po roztání ledů, které často zakrývají úplně celou hladinu toku. Na Šumavě začíná sezóna koncem března až začátkem dubna. V této době se vyskytují v tocích převážně rozsivky, které jsou významnou složkou perifytonu po celý rok, až do konce vegetační sezóny (říjen - listopad). Mezi druhy, které jsem pozorovala po celou sezónu patří, kromě rozsivek, také ruducha *Audouinella chalybea* a sinice *Leptolyngbya* sp. Zajímavý byl rozvoj zelené řasy *Microspora amoena*, která se za obvyklých podmínek (r.1997) objevuje již na začátku sezóny (březen, duben). V r. 1996 její rozvoj opozdila dubnová povodeň a *Microspora amoena* se objevuje až v červnu. Od května do září r. 1997 jsem pozorovala *Stigeoclonium* cf. *tenue*. V říjnu se již začínají objevovat umírající kolonie. V r. 1996 se umírající kolonie začínají objevovat až v listopadu. Tento posun byl způsoben poklesem teploty vody v r.1997 (teplota vody v srpnu okolo 10 °C, v září 4 - 5 °C, naproti tomu v r. 1996 byla teplota vody v říjnu 6 - 7 °C a teprve až v listopadu dosáhla 4 - 4,5 °C) spolu s působením povodně. Mnoho řas, hlavně z tř. *Chlorophyceae*, *Conjugatophyceae* a *Rhodophyceae* se začíná rozvíjet až koncem června, začátkem července (*Characium* sp., *Cladophora glomerata*, *Klebsormidium flaccidum*, *Actinotaenium cucurbita*, *Zygnema* sp., *Lemanea fluviatilis*). V letních měsících se tedy objevují druhy, které potřebují ke svému rozvoji větší množství živin, větší množství záření a nižší disturbanci stanoviště.

Celkově by se dalo říci, že růst perifytonu v r. 1996 byl ovlivněn dubnovou povodní, která zpozdila jeho rozvoj o 1 - 2 měsíce dozadu.

Kawecka et al. (1971) popisuje podobný průběh sezónní dynamiky perifytonu z horských toků Polských Tater. Tání sněhu v Polských Tatrách nastává až koncem dubna, začátkem května. Na začátku sezóny se také zde objevují rozsivky, které jsou přítomny po celou vegetační sezónu, a povlaky sinic. Na konci května a v červnu často dochází k porušení společenstev silným proudem vody. Společenstva se restaurují během léta (červenec, srpen) a v tomto období se mnohé druhy objevují poprvé nebo dosahují maxima (*Ulothrix zonata*). Rozvoj zelených řas nastává během léta a jejich kolonie odumírají v září, říjnu. V tekoucích vodách je rozvoj řas do značné míry výsledkem působení geomorfologických (struktura a stabilita sedimentu) a hydrobiologických poměrů (Kann 1978).

5. 4. Kvantitativní měření

Zjištění množství nárostových řas v tocích horského charakteru naráží na mnohé metodické potíže a chyby. Metodu používanou pro planktonní společenstva (počítací metodu) nelze použít, protože v jednotlivých vzorcích jsou jak zástupci vláknitých řas, tak bohatá

společenstva jednobuněčných rozsivek (Elster 1991). Ani metodu stanovení sušiny není možno v oligotrofních tocích použít, protože nárosty nevytváří tak mohutná společenstva, aby hodnoty byly měřitelné a tok vody často unáší partikule půdy, které obsahují organické látky. Tyto organické látky by mohly ovlivnit hodnoty měření. Dalším problémem je různorodost toku, která vytváří velké množství mikrobiotopů v nichž je rozvoj řas různý, proto se z toku dá jen velmi těžko odebrat průměrný vzorek.

Jako nejvhodnější metodu jsem zvolila stanovení množství chlorofylu a, přestože i u této metody se setkávám s množstvím nepřesností.

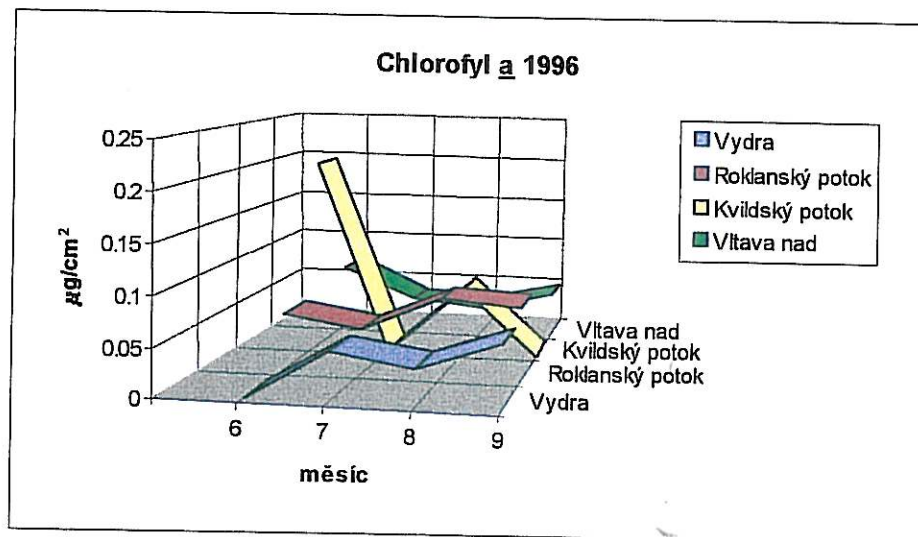
Vzorky pro stanovení chlorofylu a (dále jen chl a) jsem v r. 1996 odebírala ze všech pokusných substrátů (dřevo, vápenec, sklo). Množství chl a jsem měřila na spektrofotometru a výsledky převáděla na $\mu\text{g chl } \underline{a} / \text{cm}^2$. Problémy nastaly při přesném stanovení povrchu dřeva a vápence. Povrch dřeva je velmi porézní a tudíž se mi nepodařilo jeho přesné stanovení. Vápenec jsem do toku umisťovala neopracovaný s hrbolatým povrchem, abych nezpomalovala osídlování substrátu. Povrch jsem se snažila určit tak, že jsem obalila vápenec alobalem a pak měřila plochu alobalu. I zde docházelo k velkým nepřesnostem. S podobnými problémy se potýkali Grzenda & Brehmer (1960), kteří chtěli zjišťovat primární produkci perifytonu na přírodním materiálu. Výsledky, které získaly, měly vysokou variabilitu, která byla způsobena různou texturou substrátu.

Třetím pokusným substrátem bylo sklo. Jeho povrch se stanovuje dobře, avšak kolonizace řasami je zpomalena jeho hladkým povrchem. Mímoto na mnou sledovaných lokalitách osídlovaly sklo jen některé druhy řas. I přes tyto nevýhody jsem se nakonec rozhodla vyjádřit množství řas v toku stanovením chl a na skle. Měření chl a na skle jsem opakovala v r. 1997.

Výsledky chl a z r. 1996 jsou velmi ovlivněny dubnovou povodní. Při této povodni mi uplavaly všechny pokusné substráty a proto jsem je musila na konci dubna instalovat znovu. Osídlování bylo zpomaleno a první měření jsem prováděla až po měsíční expozici - v červnu. Nejvyšší hodnotu chl a $0,206 \mu\text{g/cm}^2$ jsem naměřila v červnu na lokalitě Kvildský potok. Zajímavý je pokles množství chl a v červenci na většině lokalit (Graf 11). Tento pokles je způsoben nízkou četností druhů. Měření v r. 1996 považuji za orientační, protože údaje ze dvou lokalit (Modravský potok a Vltava pod Kvildou) zcela chybí. Tato absence je způsobena tím, že nebylo možné naměřit hodnoty chl a (uplavání substrátu (Modravský potok 7/1996) nebo nulové nárosty řas (Vydra 6,7,11/1996, Modravský potok 7/1996, Roklanský potok 7/1996, Vltava nad Kvildou 6/1996).

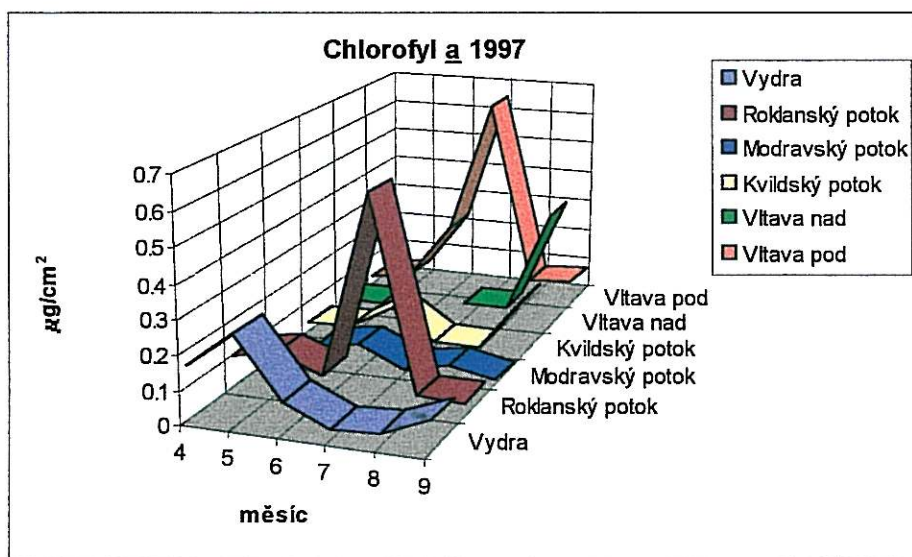
V r. 1997 měření probíhala od dubna do září. V říjnu jsem nacházela už jen umírající kolonie řas a prázdné schránky rozsivek. Na lokalitě Vydra jsem zaznamenala maximální množství chl a v květnu 0,265 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Maximum bylo způsobeno dominantním výskytem *Phaeodermatium rivulare*. Na třech lokalitách opět, jako v r. 1996, došlo k poklesu množství chl a, které bylo způsobeno nízkou četností řas. Stejný pokles popisuje Kawecka (1993) v Tatranských tocích. Zde je způsoben odumíráním *Klebsormidium rivulare* a kameny porostou bakterie, které konkurují řasám. Na lokalitách Roklanský potok a Vltava pod Kvildou jsem naměřila maximální hodnoty chl a v červenci. V červenci na těchto lokalitách tvořila hlavní složku nárostů zelená řasa *Tetraspora gelatinosa*, která ovlivnila množství chl a. Absence hodnot chl a na lokalitě Vltava nad Kvildou je způsobena uplavením skel (Graf 12). Maximální množství chl a, během obou sezón, jsem naměřila na lokalitě Vltava pod Kvildou 0,65 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Mnou zjištěná maximální hodnota chl a je velmi nízká ve srovnání s podobnými lokalitami v tocích Tater (5,4 - 13,2 mg/m^2) (Kawecka 1993), na Teplé Vltavě (1,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) (Zahrádková 1997). V horských tocích jsou pro růst řas a časovou periodicitu velmi důležité dva faktory: rychlost toku a episodické záplavy (Backhaus 1968).

Graf 11. Množství chlorofylu a naměřené v r. 1996 pouze na 4 lokalitách.



Graf 12. Množství chlorofylu a naměřené v r.1997.

Chybí hodnoty chlorofylu a z lokality Vltava nad Kvildou z června a července.



5.5. Osidlování umělých substrátů

Osidlování nových substrátů je vždy zajímavým procesem a objasňuje mnohé vztahy mezi jednotlivými složkami biocenózy a ekologické nároky jednotlivých druhů řas. Cílem tohoto pokusu bylo zjistit afinitu řas k pokusným substrátům a pozorovat osidlování pokusných substrátů.

Do toků jsem umisťovala 3 substráty - dřevo, vápenec a sklo. Pokusné substráty jsem vybrala proto že: 1. smrkové dřevo je přirozenou součástí toků a je běžně osidlováno řasami, často se na něm dají pozorovat koncem léta makroskopické kolonie vláknitých řas. 2. vápenec představuje v Šumavských tocích cizorodý substrát, ale ve vápencových pohořích je osidlován velmi bohatou mikroflórou (Wasylik 1971). Při náhodném sběru řas na říčce Křemelná jsem objevila v toku vápence, na kterých rostlo společenstvo řas odlišné od okolních společenstev rostoucích na žule. Vápenec se do toku dostal při stavbě silnice, takže byl ve vodě víc jak 10 let. Myslela jsem si, že na mnou umístěných vápencích porostou podobné řasy. To se však nestalo. Předpokládám, že tato situace nenastala, protože osidlování probíhá pomalu a na mnou instalovaných pokusných substrátech neproběhla celá sukcese. 3. sklo je pokusný substrát běžně používaný při studiu řas ve stojatých i tekoucích vodách. Důvodem k výběru byla možnost srovnání mých výsledků s výsledky jiných autorů a možnost přesného měření chl a.

Dřevo - je přirozenou složkou toků Šumavy, a proto jeho osidlování nepředstavovalo pro řasy zvláštní problém. Na jeho povrch jsem pozorovala druhové složení řas velmi podobné granitu (přirozený substrát). Mezi druhy společně oběma substrátům patří např. *Surirella linearis*, *Neidium productum*, *Pseudanabaena* sp., *Microspora amoena*, *Zygnema* sp.

Vápenec - není přirozenou součástí Šumavských toků, a proto probíhalo jeho osidlování pomalu. Kolonizátory, hlavně v prvních měsících, byly převážně druhy s vyšší ekologickou plasticitou (*Achnanthes minutissima*, *Tetracyclus rupestris*) a sinice, které se vyskytují i v tocích s vápencovým podložím (*Chamaesiphon incrustans*, *Leptolyngbya* sp.). Druhové složení řas na vápenci bylo z větší části podobné druhovému složení na dřevu a žule.

Sklo - je cizorodou složkou toků a jeho osidlování v pozorovaných tocích je zajímavým fenoménem. Druhové složení řas na skle je zcela odlišné od ostatních substrátů. Hlavními dominantami osidlujícími jeho povrch během celé sezóny jsou : *Hydrococcus rivularis*, *Chamaesiphon investiens*, *Chryso-sphaera paludosa* (objevuje se pouze v r. 1996), *Phaeodermatium rivulare*, *Pseudendoclonium* sp. a *Fragilaria virescens*. Mnohé z dominant se objevují pouze na skle (*Phaeodermatium rivulare*, *Chryso-sphaera paludosa*). Doprovodnou složku tvoří různé druhy rozsivek (disketa). Kolonizaci povrchu skel zpomaluje hladký povrch, který působí jako limitující faktor, protože povrch mohou osídlit pouze druhy se slizovými stopkami nebo podobnými orgány.

Podobnou limitaci kolonizace skel pozorovala Zahrádková (1997) na Teplé Vltavě, kdy pokusná skla osidlovala pouze 11 druhů řas z 29 druhů rostoucích na pokusných substrátech (žulové desky, sklo). Kawecka (1971) instalovala do plesa Wielky Staw pokusné substráty (stirofoamovou kostku, podložní sklo). Pokusné substráty osídlil větší počet druhů řas než v Šumavských tocích (109 druhů). Dominantu nárostů tvořily rozsivky (76,1 %), po nich následovaly zelené řasy (17,4 %). Na stirofoamové kostce rostly řasy lépe nežli na skle. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že používání skel jako pokusných podkladů v oligotrofních vodách není nejvhodnější, protože působí selektivně a jsou osidlovány pouze některými druhy řas.

Při testování podobnosti druhového složení řas na substrátech metodou CCA ($P < 0,01$, první kanonická osa vysvětluje 63,2% variability dat vztažených k hodnotám environmentálních proměnných) vyšlo, že nárosty na sklech se výrazně liší od ostatních substrátů. Největší druhovou podobnost vykazují nárosty na dřevě a žule (Př.4)

Průběh kolonizace substrátů na sledovaných tocích probíhal tak, že nejprve se uplatňovaly drobnější druhy rozsivek (*Tetracyclus rupestris*, *Navicula avenaceae*), po nich

následovaly sinice (*Pseudanabaena* sp.) a až během léta se objevuje většina zelených řas (*Tetraspora gelatinosa*, *Draparnaldia glomerata*).

Obecně se předpokládá, že jednotlivé skupiny řas preferují určitý typ podkladu. Podle Rotta (in Whitton 1991) sinice, ruduchy a zlativky osidlují nejčastěji kameny. Naopak rozsivky, zelené řasy a spájkivky nedávají přednost žádnému povrchu a rostou téměř všude.

Zjištěný průběh kolonizace substrátů ve sledovaných tocích odpovídá údajům uváděným v literatuře. Mc Intire (1966) sledoval kolonizaci skel a porcelánových tyčí v tocích s různou rychlostí proudu. Zjistil, že v počátečních stádiích rychlost proudu neovlivňovala kolonizaci. Prvním kolonizátorem byla rozsivka *Achnanthes lanceolata* a malé druhy rodu *Navicula*. Následovaly větší druhy rozsivek a zelené vláknité řasy (*Stigeoclonium*). Zelené vláknité řasy se objevily pouze v toku s nižší rychlostí proudu. Úspěšnost malých druhů rozsivek při osidlování substrátů vysvětluje Cox (1991 in Fajtová 1997) tím, že malé buňky mají větší rychlost obratu než větší buňky, z toho vyplývá i větší rychlost dělení a větší schopnost osídlit nový povrch.

5. 6. Ekologická charakteristika vybraných druhů řas

Významnou roli v tocích Šumavy hrají rozsivky, které jsou ve sledovaných tocích nejhojnější. Mezi hojné druhy patří např. *Achnanthes minutissima*, *Cymbella ventricosa*, *Tabelaria flocculosa* a další druhy.

Achnanthes minutissima KÜTZ.

Je rozsivka patřící k epilithickým druhům, které se vyskytují na všech lokalitách během obou sezón. Osidluje všechny druhy substrátu, častější je její výskyt na vápenci. Na Šumavě roste při teplotě vody 0 - 11 °C a pH 4,2 - 7,9.

Achnanthes minutissima je častým druhem horských toků v Tatrách, v Pyrenejích a v Tyrolských Alpách. V Tyrolských Alpách se její četnost pohybuje mezi 60- 95% během roku v potoce Gschnitzbach (Pfister 1992b). Roste v hodně okysličených vodách, v málo znečištěných tocích (Sanecki 1993), při pH 4,3 - 9,2, jako neoptimálnější pH se udává 7,5 - 7,8 (Kawecka & Eloranta 1987). *Achnanthes minutissima* spolu s dalšími rozsivkami např. *Gomphonema olivaceum* má širokou světelnou valenci (Kawecka 1985). Tento druh má také velmi širokou ekologickou valenci, a je poměrně málo citlivý na obsah solí ve vodě (Hindák 1978), tuto skutečnost potvrzují nálezy z termálních pramenů Karlových Var (Kaštovský 1997).

Amphora coffeaeformis (AG.) KÜTZ.

Amphora coffeaeformis nepatří k běžným řasám horských toků. Nalezla jsem ji v r. 1996 pouze na lokalitě Vltava pod Kvildou jako součást nárostů na sklech. V r. 1997 se již vyskytovala na všech lokalitách převážně v letních měsících. Teplota vody 5 - 10 °C, pH 4,8 - 7,2, nejvyšší naměřená vodivost 16,9 µS/cm. Nejprve jsem si myslela, že jsem své sběry *Amphora coffeaeformis* kontaminovala. Věnovala jsem tedy zvýšenou pozornost tomu, abych vzorky nekontaminovala (používala jsem zcela nové pipety a mikroskopovací skla), přesto jsem živou *Amphora coffeaeformis* ve vzorcích nalézala.

Amphora coffeaeformis je udávána v literatuře jako meso - polyhalobní druh (Hindák 1978). Tento druh jsem nalezla v minerálních pramenech Soosu a jeho výskyt je udáván i z termálních pramenů Karlových Varů, kde roste v okrajových oblastech horké vody (teplota se pohybuje okolo 40 °C, vodivost 6,64 mS/cm) spolu s *Pinnularia microstauron*, *Neidium productum*, *Rhopalodia giberula*, *Achnanthes minutissima* a dalšími rozsivkami (Kaštovský 1997). *Amphora coffeaeformis* a *Pinnularia microstauron* se rovněž vyskytují v termálních pramenech Yellowstonského národního parku (Copeland 1936). Některé z těchto druhů (*Pinnularia microstauron*, *Neidium productum*) jsem nacházela v potocích Šumavy, kde mnou naměřená maximální teplota vody byla 11 °C. Dá se tedy předpokládat, že jsou to druhy s širokou teplotní valencí a poměrně málo citlivé na obsah solí ve vodě.

Cladophora glomerata (L.) KÜTZ.

Tato vláknitá zelená řasa rostla v r. 1996 na lokalitách Vltava nad Kvildou a Vydra pouze v červnu a v červenci na žule a dřevu. V r. 1997 se vyskytla jen na lokalitě Modravský potok v září na žule. Teplota vody 4 - 10,9 °C, pH 5,1 - 7,3.

Cladophora glomerata není v Šumavských tocích hojným druhem, ale v některých pracích je udávána jako řasa rostoucí do nadmořské výšky okolo 500 m.n.m. (Johansson 1982, Fajtová 1997). Naproti tomu je její výskyt udáván z severní strany Vysokých Tater (Kawecka 1993) a z řeky Dunajec, kde dosahuje nejvyššího rozvoje až na podzim (Sanecki 1993). Myslím si tedy, že limitujícím faktorem pro růst *Cladophora glomerata* není nadmořská výška. Rott, Pfister (1988) uvádějí, že nejhornější hranici výskytu této řasy ovlivňuje stabilita substrátu, teplota vody a pufrovací kapacita.

Chamaesiphon polonicus (ROSTAF.) HANSG.

Chamaesiphon polonicus se vyskytoval v r. 1996 na lokalitách Vltava pod Kvildou a Kvildský potok pouze v září, při teplotě vody 7 - 7,8 °C, pH 6,3 - 6,6. V r.1997 byl jeho výskyt hojnější na všech lokalitách během celé vegetační sezóny na všech substrátech. Teplota vody 2 - 11 °C, pH 4,1 - 8. Tato sinice vytváří na substrátech černé skvrny. *Chamaesiphon polonicus* jsem pozorovala i na substrátech, které byly nějaký čas na suchu (kolísání hladiny toku až o 0,5m během měsíce).

Podle Kawecka & Kownacka & Kownacki (1971) je *Chamaesiphon polonicus* sinicí vysokohorských a horských toků o šířce 0,5 - 6 m, se spádem 600 - 100 ‰ s granitickým podložím, ale i s vápencovým podložím (Pfister 1992a). Tento druh má široké rozpětí pH a teplot, při kterém je schopný růst - pH 5,8 - 7,4 (Jaag 1945), na Šumavě rostl i při pH okolo 8, teplota vody 5,5 - 19,5 °C (Kawecka & Eloranta 1987). *Chamaesiphon polonicus* je schopný přežít vyschnutí i vymrznutí (Geitler 1932). Ward (1994) uvádí, že je schopen přečkat vyschnutí toků v zimě, díky slizovým obalům, které ho chrání. Schopnost přečkat vyschnutí toků předurčuje *Chamaesiphon polonicus* být dobrým kolonizátorem periodických toků.

Hydrurus foetidus (VILL.) KIRCHN.

Tento druh jsem našla pouze na lokalitě Vltava pod Kvildou v r. 1996 v březnu, září a říjnu, přestože je v literatuře o horských tocích uváděn jako hojný. Naměřená teplota vody byla 1,2 - 7,8 °C a pH 6,2 - 6,7.

Hydrurus foetidus je charakteristickým druhem horských bystřin s granitickým (pH 6,4 - 6,9) i vápencovým (pH 6,8m - 7,5 (8,3)) podložím, které mají spád 20 - 100 ‰, šířku 2 - 6 m. Dno toků je tvořeno oblázky nebo pískem a štěrkem, teplota vody v zimě 0,5 - 4 °C, v létě 6,8 - 12,5 °C (Kawecka & Kownacka & Kownacki 1971). O ekologických nárocích tohoto druhu se v literatuře objevují rozporuplné údaje: Hovassen, Joyon in Kawecka (1985) říkají, že *Hydrurus foetidus* potřebuje pro svůj rozvoj dlouhé a intenzivní záření, naproti tomu Squires et al. (1973) našli kolonie i pod ledem. Z daných výsledků vyplývá, že tento druh má širokou světelnou valenci. Jeho hlavní rozvoj nastává v zimních a jarních měsících (Pfister 1992a) a je ovlivňován převážně teplotou vody. Maximální teplota, při které ještě roste je okolo 15 °C (Kann 1978). Dalším limitujícím faktorem, který ovlivňuje růst kolonií jsou naplaveniny, detrit na dně toku a vysoký rozvoj bakteriálních společenstev (Kawecka 1981, Kawecka & Eloranta 1987). Z jakých důvodů není hojný na sledovaných tocích se mi nepodařilo zjistit.

Zvláštní pozornost si zasluhují řasy tř. *Rhodophyceae*, které jsou na seznamu ohrožených řas. Jejich výskyt je vázán na čisté vody (xeno - oligosaprobni nebo i mesotrofní), ale vždy bez organického nebo průmyslového znečištění (Komárek & Marvan 1996). Na Šumavských lokalitách jsem našla 3 druhy - *Audouinella chalybea*, *Batrachospermum vagum* a *Lemanea fluviatilis*.

***Audouinella chalybea* (LYNGB.) FRIES**

Tuto ruduchu jsem našla v r. 1996 na lokalitě Vydra, Modravský potok a Vltava nad Kvildou a v r. 1997 na Vydře, Modravském potoku, Vltavě nad Kvildou a na dvou nových lokalitách Vltava pod Kvildou a Kvildský potok. Dá se předpokládat, že na lokalitu Vltava pod Kvildou se přesunula z výše položené Vltavy nad Kvildou. Rostla při teplotě vody 2,1 - 10,4 °C a pH 3,9 - 7,5.

Je problematické srovnávat výskyt *Audouinella chalybea* s ostatními autory, protože ve starší literatuře je uváděna pod rodovým jménem *Chantransia*. Pod tímto jménem jsou někdy popisována vývojová stadia rodu *Batrachospermum* (Kann 1978). Hindák (1978) uvádí tento druh jako hojný, charakterizující oligosaprobni poměry. Její výskyt byl však také zaznamenán na řece Bitýšce (průměrná konc. P - PO₄ 0,12 mg/l, průměrné pH 7,5) a Chrudimce. Na řece Chrudimce je udávána jako převládající složka nárostů jarních a letních měsíců (P - PO₄ 0,01 - 0,53 mg/l, pH 6,3 - 7, teplota vody 8 - 20 °C). Ačkoliv je *Audouinella chalybea* udávána jako druh charakterizující oligosaprobni poměry, lze konstatovat, že dobře snáší i podmínky β - mesosaprobni (Fajtová 1997).

***Lemanea fluviatilis* (L.) AG.**

Výskyt této řasy jsem zaznamenala pouze v r. 1997 na lokalitách Kvildský a Roklanský potok. *Lemanea fluviatilis* roste na stanovištích výrazně torentilních (kaskády) a dobře osvětlených, pevně přichycena k žulovému podkladu při teplotě vody 4 - 10 °C a pH 4,5 - 7,2. Absence v r. 1996 mohla být způsobena dubnovou povodní, která omléla všechna počáteční stadia řas a potom *Lemanea fluviatilis* neměla dostatečně dlouhou dobu pro svůj rozvoj. K podobnému závěru došla ve své práci Zahrádková (1997), kde uvádí výskyt *Lemanea annulata* v Teplé Vltavě sporadický, přestože v r. 1994 byla hojnější.

Lemanea fluviatilis je charakteristická řasa vysokohorských a horských toků (Kawecka 1971), náležící k typu řas s trvalým bazálním rhizoidem a dlouhou splývavou stélkou. Dle Rotta a Pfistera (1988) je citlivá na znečištění vody a výrazný pokles hladiny toku. Kawecka (1993) ji

uvádí jako druh objevující se ve stinných částech toku. Tuto skutečnost nemohu potvrdit, protože jsem řasu nacházela pouze na dobře osvětlených stanovištích.

6. Závěr

Mikrovegetace toků centrální Šumavy je v mnoha rysech shodná s řasami xeno - oligotrofních horských toků Švédska (Johansson 1982), Polska (Wysocka 1949, 1952, Kawecka 1971, 1985) a Rakouska (Pfister 1992 a,b). Na sledovaných lokalitách jsem determinovala 170 druhů řas. K nejhojnějším skupinám patří rozsivky, druhou nejpočetnější skupinou jsou sinice, po nich následují zelené řasy a spájivky.

Vegetační sezóna potoční mikroflory na Šumavě začíná koncem března, začátkem dubna, končí koncem října a začátkem listopadu. K řasám, které se vyskytují během celé sezóny patří většina rozsivek a *Audouinella chalybea*, *Leptolyngbya* sp.. Mnoho řas hlavně z tř. *Chlorophyceae*, *Rhodophyceae* a *Conjugatophyceae* se objevuje až v letních měsících. Sezónní dynamika mikrovegetace ve sledovaných tocích je výsledkem působení geomorfologických a hydrobiologických poměrů.

Při zjišťování podobnosti druhového složení na jednotlivých lokalitách jsem zjistila, že nejvíce se odlišuje lokalita Kvildský potok, po ní následuje lokalita Vltava pod Kvildou, která je ovlivněna lidskou činností. Na lokalitě Vltava pod Kvildou jsem naměřila největší množství chl \underline{a} 0,65 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (7/1997) na všech sledovaných lokalitách během obou sezón.

V tocích jsem pozorovala osidlování 3 typů pokusných substrátů - dřevo, vápenec a sklo. Na dřevě se nachází druhové složení řas velmi podobné žule. Na vápenci probíhá kolonizace v Šumavských tocích velmi pomalu a je osidlován převážně druhy s velkou ekologickou plasticitou nebo druhy rostoucími v tocích s vápencovým podložím. Z pokusných substrátů řasy nejobtížněji osidlují sklo. Často na něm vytváří dominanty druhy, které se v toku běžně nevyskytují např. *Pseudendoclonium* sp. Osidlování pokusných substrátů probíhá od malých druhů rozsivek, přes větší druhy rozsivek až po zelené řasy.

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomohli k tomu, aby tato práce spatřila světlo světa.

7. Literatura

- Backhaus, D. (1968):** Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. III. Die räumliche und zeitliche Verleitung der Algen.- *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 34: 2č - 73 p.
- Braun, H. (1895):** Beiträge zur Diatomeenkunde Böhmens.- *Verh. zool. bot. Gess.* 45: 271- 283 p.
- Copeland, J. J. (1936):** Yelowstone thermal Myxophyceae. - *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 36: 1 - 232p.
- Elster, J. (1991):** Antropogenně podmíněné hromadné výskyty řas v drobných boitopech povodí Lužnice.- *Disertační práce BÚ ČSAV; Třeboň, 155 pp.*
- Ettl, H., Javornický, P., Perman, J. (1957):** Řasová mikroflora rašelinišť a drobných vod v okolí Horské Kvildy na Šumavě. - *Ochrana přírody, Praha, 6: 161-167 p.*
- Fajtová, K. (1997):** Vytváření nárostových společenstev řas v kamenitých úsecích řeky Chrudimky a zhodnocení jejich vývoje na pokusných a přirozených podkladech.- *Magisterská práce Biologické fakulty, Č. Budějovice, 24 pp.*
- Geitler, L. (1932):** Cyanophyceae.- in *Rabenhorst's Kryptogamenflora 14: 1 - 1169 p.*
- Grzenda, A. R., Brehmer, M. L. (1960):** Quantitative methods for the collection and measurement of stream peryphyton.- *Limnol. & Oceanogr.*, 190 - 194 p.
- Hansgirg, A. (1886):** Prodromus der Algenflora von Böhmen 1.- *Arch. naturw. Landesdurchforsch. Böhmen. Prag, 5 (6): 1- 288 p.*
- Hansgirg, A. (1892):** Prodromus der Algenflora von Böhmen 2.- *Arch. naturw. Landesdurchforsch. Böhmen. Prag, 8 (4): 1- 268 p.*
- Hindák, F. a kol. (1978):** Sladkovodné riasy.-*SNP Bratislava, 724 pp.*
- Houk, V., Marvan, P. (1993):** Klíč k určovní rozsivek.- *in print, 24 pp.*
- Hrbáček, J. , Blažka, P. a kol. (1972):** Limnologické metody.-*UK, Praha, 205 pp.*
- Chábera, St. a kol. (1987):** Příroda na Šumavě.-*Jihočeské nakladatelství, České Budějovice, 182 pp.*
- Jagg, O. (1945):** Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Geists in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland.- *Beitr. Kryptogamenflora Schweiz.*, 9 (3) 7 - 560 p.
- Johansson, C. (1982):** Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden.- *Acta phytogeogr. suec.* 71: 1-84 p.

- Jongman, R. H., ter Braak, C. J. F. & van Tongeren, O. R. F. (1987):** Data analysis in community and landscape ecology.- *Pudoc, Wageningen*
- Kann, E. (1978):** Systematic und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche.- *Arch. Hydrobiol./ Suppl. Monographische Beiträge* 53: 405 - 643 p.
- Kaštovský, J. (1997):** Vegetace termálních pramenů Karlových Varů.-*Magisterská práce Biologické fakulty, Č. Budějovice, 17pp.*
- Kawecka, B. (1970):** Algae on the artificial substratum in the Wielky Staw In the Valley of the Five Polish lakes (High Tatra Mts.).- *Acta Hydrobiol.* 12, 4 : 423 - 430 p.
- Kawecka, B. (1971):** General characteristics of the biocoenosis in the streams of the Polish High Tatras.- *Acta Hydrobiol.* 13 (4): 465 - 476 p.
- Kawecka, B. (1981):** Sessile algae in European mountain streams. - *Acta Hydrobiol.* 23: 17 - 46 p.
- Kawecka, B. (1985):** Ecological characteristics of sessile algal communities in the Olczyski stream (Tatra Mts., Poland) with special consideration of light and temperature.- *Acta Hydrobiol.* 27 (3): 299 - 310 p.
- Kawecka, B., Eloranta, P. (1987):** Communities of sessile algae in some small streams of Central Finland. Comparison of the algae of the high mountains of Europe and those of its northern regions.- *Acta Hydrobiol.* 29 (4): 403 - 415 p.
- Kawecka, B. (1993):** Green and other algae in the streams on the northern side of the High Tatra.- *Polish. Bot. Stud. Guidebook Series* 10: 17 - 32 p.
- Komárek, J. Marvan, P. (1996):** Stav ohrožení flory řas ČR.- *Severočes. Přír., Litoměřice, suppl. 9: 61 - 70 p.*
- Lederer, F. (1995):** A new species of *Cyanodictyon* (Cyanoprokaryota, Chlorococcales) from peat- bogs in the Šumava Mts., Czech Republic.- *Preslia, Praha*, 67: 117- 121 p.
- Lukavský, J. (in press):** Algae of the Šumava Mts.1. Černé jezero lake.-*Arch. Hydrobiol.*
- Lukavský, J. (1991):** Stanovení trofického potenciálu a toxicity vody řasovým testem. Minimetoda v sérologických destičkách.- *Vodní hospodářství* ,11/91, 410-416 p.
- Lukavský, J. , Bauer, J., Lederer, F. , Šmilauer, P. (1997):** Řasy potoků Šumavy a Bavorského lesa.- *Limnologický výzkum pro rozumné hospodaření s vodou, Česká limnologická společnost*, 102- 105 p.
- Mc Intire, C.D. (1966):** Some effects of current velocity on periphyton communities in laboratory streams.- *Hydrobiol.* 27: 559 - 570p.
- Pascher, A. (1927):** Neuer Beitrag zur Algenflora des südlichen Böhmerwaldes
- Pascher, A. (1903):** Zur Algenflora des südlichen Böhmerwaldes.- *Deutschen naturw. medicin., Prag*, 6 : 1-51 p.

- Pfister, P. (1992a):** Artenspektrum des Algenaufwuchsen in 2 Tiroler Berzbächen - Teil 1: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyceae.- *Algol. Studies* 65: 43 -61 p.
- Pfister, P. (1992b):** Artenspektrum des Algenaufwuchsen in 2 Tiroler Bergbächen - Teil 2: Diatomophyceae.- *Algol. Studies* 66: 35 - 72 p.
- Rosa, K. (1941):** Die Algen des Schwarzen Sees und der Seewand im Böhmerwalde.- *Studia Botanica Čechica*, 1: 1- 40 p.
- Rott, E., Pfister, P. (1988):** Natural epilithic algal communities in fast - flowing streams and rivers and some man - induced changes.- *Verh. ,Internat. Verein. Limnol.* 23. 1320 - 1324 p.
- Růžička, J. (1957):** Krásivky horní Vltavy (Šumava).- *Preslia* 29: 132- 154 p.
- Sanecki, J. (1993):** Algae of the river Dunajec. - *Polish. Bot. Stud. Guidebook Series* 10: 45- 62p.
- Sládečková, A. (1995):** Nárostové testy toxicity.-*Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním prostředí, Výzkumný ústav rybníkářský a hydrobiologický Vodňany*, 109- 115 p.
- Sládečková, A.(1962):** Limnological investigation methods for the periphyton („Aufwuchs“) community. - *The botanical review* 28: 268- 350 p.
- Squires, L. E., Rushforth, S. R., Endsley C. J. (1973):** An ecological survey of the algae of Huntington Canyon Utah.- *Sci. Bull. Biol. Ser.* 18, 1 - 87 p.
- Staub, R. (1961):** Ernährungphysiologisch- autökologische Untersuchung an den planktonischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC.-*Schweiz. Z. Hydrol.* 23: 82-198 p.
- Stockner, J. G. (1967):** Observations of thermophilic algal communities in Mount Rainer and Yellowstone National Park.- *Limnol. & Oceanogr.*, vol. 12/1, 13 - 17 p.
- ter Braak, C. J. F.(1990):** CANOCO - a FORTRAN program for CANONical Community Ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis, version 3.10.- *Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA*
- Vyhnálek, V.(1994):** Determination of chlorophyll-a in fresh waters using the whole- water technigue.-*J. Plankton res* 16: 795- 808 p.
- Wasylik, K. (1971):** Algal commuties in the Czarny Dunajec River (Southern Poland) and some of its affluens.- *Fragmenta floristica et geobotanica, Ann. XVII, Pars* 2: 257 - 354 p.
- Ward, J. V. (1994):** Ecology of alpine streams.- *Freshwater Biol.* 32: 277 - 294 p.
- Wysocka, H. (1949):** Glony Wisly na odcinku Warszawy. Cześć I: Seston.- *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 20: 69 - 118 p.
- Zahrádková, H. (1995):** Sezónní změny ve vegetaci řas toků pramenné oblasti centrální Šumavy.- *Bakalářská práce Biologické fakulty, Č. Budějovice*, 24 pp.

Zahrádková, H. (1997): Řasová mikroflóra horního toku Teplé Vltavy.- *Magisterská práce Biologické fakulty, Č. Budějovice, 30 pp.*

Analýza	Vysvětlující proměnná	Covariables	F	P
CCA	roky	lokality	6.74	< 0.01
		měsíce		
		substrát		
CCA	substrát	lokality	3.54	< 0.01
		měsíce		
		roky		
CCA	lokality	měsíce	3.81	< 0.01
		roky		
		substrát		

Tabula 1. Výsledky mnohorozměré analýzy CCA provedené na sledovaných tocích.

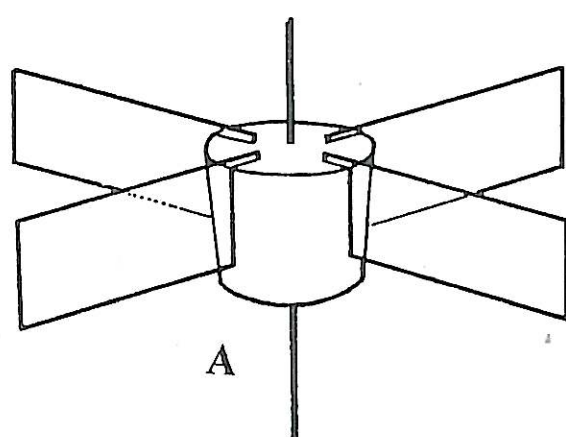


Mapka sledovaných lokalit.

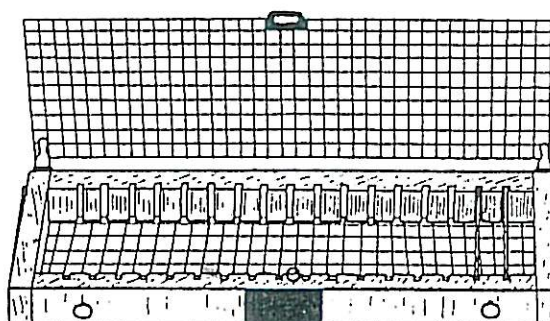
- 1 - Vydra, 2 - Roklanský potok, 3 - Modravský potok, 4 - Kvitavský potok,
- 5 - Vltava nad Kvitidou, 6 - Vltava pod Kvitidou



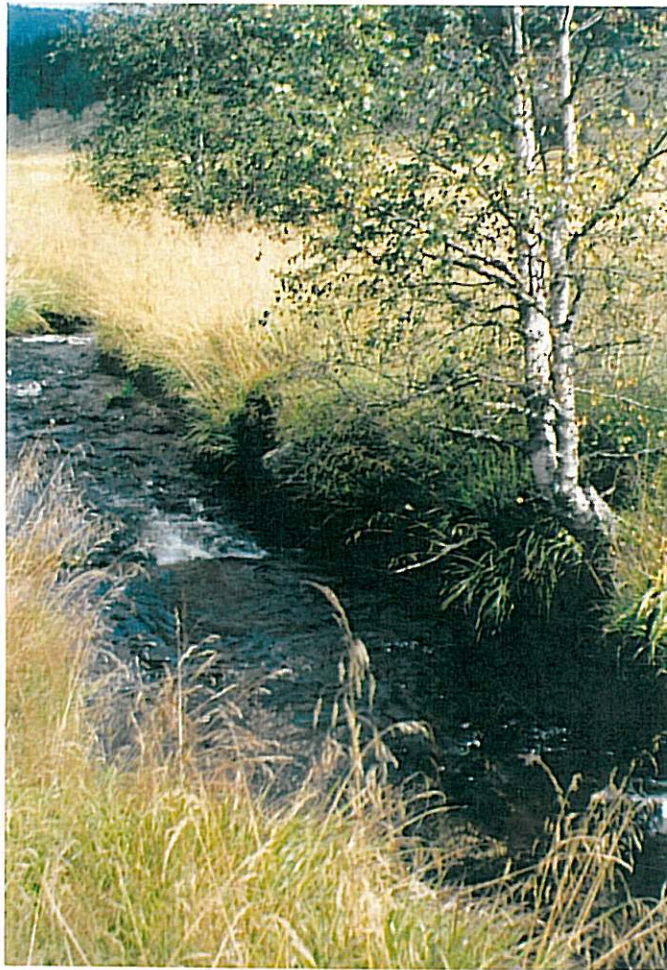
obr.2 Způsob upevnění pokusného substrátu (smrkové dřevo) na sledovaných lokalitách.



B



obr.3 Způsob upevnění pokusného substrátu (sklo) na sledovaných lokalitách. A. Způsob použitý v r. 1996 (Hrbáček (1972), Sládečková (1995)). B. Způsob použitý v r. 1997 (Sládečková (1962)).



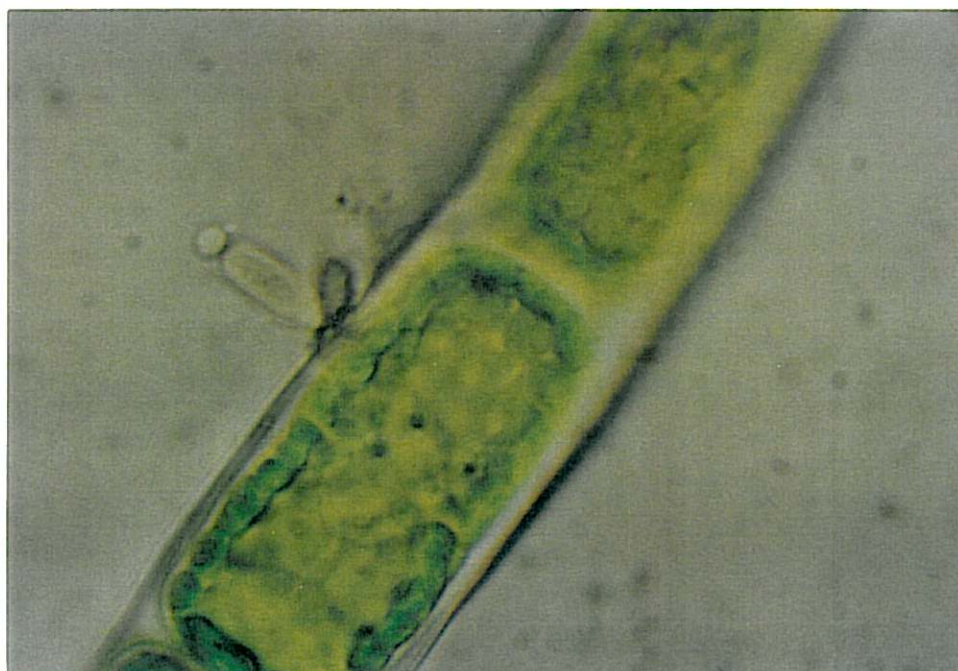
obr.4 Odběrové stanoviště Vltava nad Kvildou v letních měsících.



obr.5 Odběrové stanoviště Modravský potok, částečně zastíněné smrky, v letních měsících.



obr 6. Odběrové stanoviště Vydra na konci února.



obr.7 Zelená vláknitá řasa *Microspora amoena* s epifytickou sinicí *Chameosiphon incrustans*.

Seznam druhů pozorovaných na všech lokalitách v letech 1996/97:Cyanobacteria

- Aphanocapsa* sp.
Homoeothrix cf. *janthina* (BORN. et FLAH.) STARM.
Hydrococcus cesatii RABENH.
Hydrococcus rivularis (KÜTZ.) MENEGH.
Chamaesiphon incrustans GRUN. in RABENH.
Chamaesiphon investiens SKUJA
Chamaesiphon polonicus (ROSTAF.) HANSG.
Chamaesiphon sp.
Leptolyngbya boryana (GOM.) ANAGN., KOM.
Leptolyngbya sp.
Merismopedia sp.
Oscillatoria irrigua (KÜTZ.) GOMONT
Oscillatoria sp.
Oscillatoria spp.
Phormidium cf. *retzii* GOM. ex GOM.
Phormidium sp.
Pleurocapsa fluviatilis LAGERH.
Pseudanabeana sp.
Tolypothrix cf. *tenuis* KÜTZ. ex BORN. et FLAH.

Chrysophyceae

- Chrysophaera paludosa* (KORŠ.) BOURR.
Hydrurus foetidus (VILL.) KIRCHN.
Phaeodermatium rivulare HANSG.

Xanthopyceae

- Heterothrix* sp.
Neprodiella lunaris PASCH.
Tribonema vulgare PASCH.

Bacillariophyceae

- Achnanthes* cf. *lapponica* (HUST.) HUST.
Achnanthes lanceolata (BRÉB.) GRUN.
Achnanthes linearis (W. SMITH) GRUN.
Achnanthes minutissima KÜTZ.
Amphora coffeaeformis (AG.) KÜTZ.
Aulacosira granulata (EHRENBERG) SIMONSEN
Aulacosira subarctica (O. MÜLLER) HAWORTH
Asterionella formosa HASS.
Caloneis cf. *ventricosa* (EHRENB.) MEIST.
Cocconeis placentula EHRENB.

Cocconeis sp.
Cyclotella sp.
Cymbella affinis KÜTZ.
Cymbella naviculiformis AUERSW.
Cymbella ventricosa KÜTZ.
Cymbella sp.
Diatoma anceps (EHRENB.) KIRCHN.
Diatoma hiemale (ROTH) HEIB.
Diatoma vulgare BORY
Eunotia arcus EHRENB.
Eunotia bigibba KÜTZ.
Eunotiua bilunaris (EHRENB.) MILLS
Eunotia exigua (KÜTZ.) RABENH.
Eunotia pectinalis (DILLW.) RABENH.
Eunotia praerupta EHRENB.
Eunotia robusta RALFS.
Eunotia robusta var. *teraedron* (EHRENB.) RALFS.
Eunotia sudetica O. MÜLL.
Eunotia tenella (GRUN.) CL.
Eunotia tridentula EHRENB.
Eunotia valida HUST.
Fragilaria cf. *capucina* DESM.
Fragilaria construens (EHRENB.) GRUN.
Fragilaria vauscheriae (KÜTZ.) PETERSEN
Fragilaria virescens RALFS.
Frustulia rhomboides (EHRENB.) DE TONI
Gomphonema angustatum (KÜTZ.) RABENH.
Gomphonema olivaceum (LYNGB.) DESM.
Gomphonema subclavatum (GRUN.) GRUN.
Gomphonema truncatum EHRENB.
Hannaea arcus (EHRENB.) PATR.
Melosira varians AG.
Meridion circulara (GREV.) AG.
Navicula avenacea GRUN.
Navicula capitata EHRENB.
Navicula capitata var. *hungarica* (GRUNOW) ROOS
Navicula cincta (EHRENB.) RALFS
Navicula cryptocephala KÜTZ.
Navicula elginensis (GREG.) RALFS.
Navicula gastrum (EHRENB.) KÜTZ.
Navicula minima GRUN.
Navicula cf. *mutica* KÜTZ.
Navicula pupula KÜTZ.
Navicula radiosa KÜTZ.
Navicula rhynchocephala KÜTZ.
Navicula cf. *schoenfeldii* HUSTEDT
Navicula sp.

Neidium cf. *dubium* (EHRENB.) CL.
Neidium iridis (EHRENB.) CL.
Neidium productum (W. SMITH) CL.
Nitzschia gracilis HANTZSCH
Nitzschia linearis (AG.) W. SMITH
Nitzschia recta HANTZSCH
Nitzschia subtilis (KÜTZ.) GRUN.
Nitzschia sp.
Pinnularia appendiculata (AG.) CL.
Pinnularia biceps GREG.
Pinnularia borealis EHRENB.
Pinnularia cf. *divergens* W. SMITH
Pinnularia gibba (EHRENB.) EHRENB.
Pinnularia mesolepta (EHRENB.) W. SMITH
Pinnularia microstauron (EHRENB.) CL.
Pinnularia cf. *subcapitata* GREG.
Pinnularia viridis (NITZSCH) EHRENB.
Pinnularia sp..
Stauroneis anceps EHRENB.
Stauroneis smithii GRUN.
Surirella cf. *bifrons* (EHRENB.) EHRENB.
Surirella capronii BRÉB.
Surirella elegans EHRENB.
Surirella linearis W. SMITH
Surirella sp.
Synedra fasciculata (AG.) KÜTZ.
Synedra ulna (NITZSCH) EHRENB.
Tabelaria fenestrata (LYNG.) KÜTZ.
Tabelaria flocculosa (ROTH) KÜTZ.
Tetracyclus rupestris (A. BR.) GRUN.

Cryptophyceae

Cryptomonas obovata SKUJA
Cryptomonas sp..

Rhodophyceae

Audouinella chalybea (LYNGB.) FRIES
Batrachospermum vagum (ROTH) AG.
Lemanea fluviatilis (L.) AG.

Chlorophyceae

Characium obtusum A. BR.
Characium sp..
Chlorella sp.
Cladophora glomerata (L.) KÜTZ.
Clastidium setigerum KIRCHN.
Draparnaldia glomerata (VAUCH.) AG.

Gloeotila cf. contorta CHOD.
Gloeotila cf. protogenita KÜTZ.
Hormidium cf. flaccidum (KÜTZ.) BRAUN in RABENH.
Keratococcus bicaudatus (A. BR.) BOYE- PET.
Klebsormidium flaccidum (KÜTZ.) SILVA, MATTOX et BLACKWELL
Klebsormidium cf. scopulinum (HAZEN) Ettl et GÄRTNER
Klebsormidium sp.
Microspora cf. aguabilis WICHMANN
Microspora amoena (KÜTZ.) RABENH.
Microspora sp.
Neochloris aguatica STARR
Oedogonium sp.
Protoderma viride KÜTZ.
Pseudendoclonium sp.
Pseudococcomyxa simplex (MAINX) FOTT
Schroederia setigera (SCHRÖD.) LEMM.
Stichococcus bacillaris NÄG.
Stigeoclonium cf. tenue (AGARD) KÜTZ.
Tetraspora gelatinosa (VAUCH.) DESV.
Ulothrix moniliformis KÜTZ.
Ulothrix cf. tenerrima KÜTZ.
Ulothrix tenuissima KÜTZ.
Ulothrix variabilis KÜTZ.

Conjugatophyceae

Actinotaenium cucurbita (BRÉB.) TEIL.
Actinotaenium cf. mooreanum (ARCH.) TEIL.
Closterium abruptum W. WEST
Closterium cf. diana EHRENB.
Closterium cf. ehrenbergii MENEGH.
Closterium intermedium RALFS
Closterium cf. moniliferum (BORY) EHRENB.
Closterium pseudolunula BERGE
Closterium rostratum EHRENB.
Closterium cf. striolatum EHRENB.
Closterium sp.
Cosmarium cf. punctatum BRÉB.
Cosmarium reniforme ARCH.
Cylindrocystis brebissonii MENEGH.
Cylindrocystis sp.
Euastrum sp.
Penium cf. polymorphum (PERTY) PERTY
Staurastrum punctatum BRÉB.
Zygnema sp.

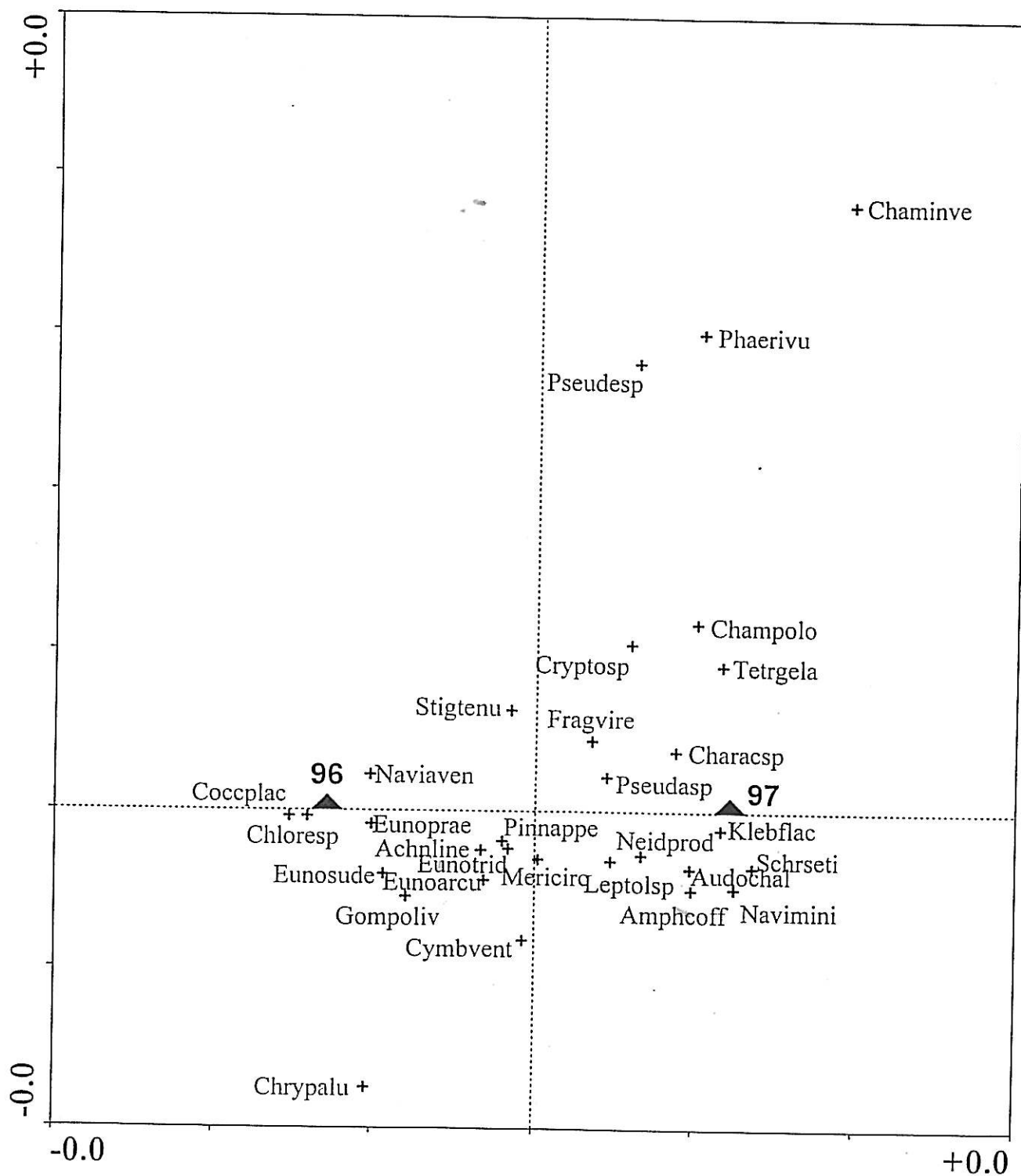
Euglenophyceae

Euglena mutabilis SCHMITZ.
Euglena sp.

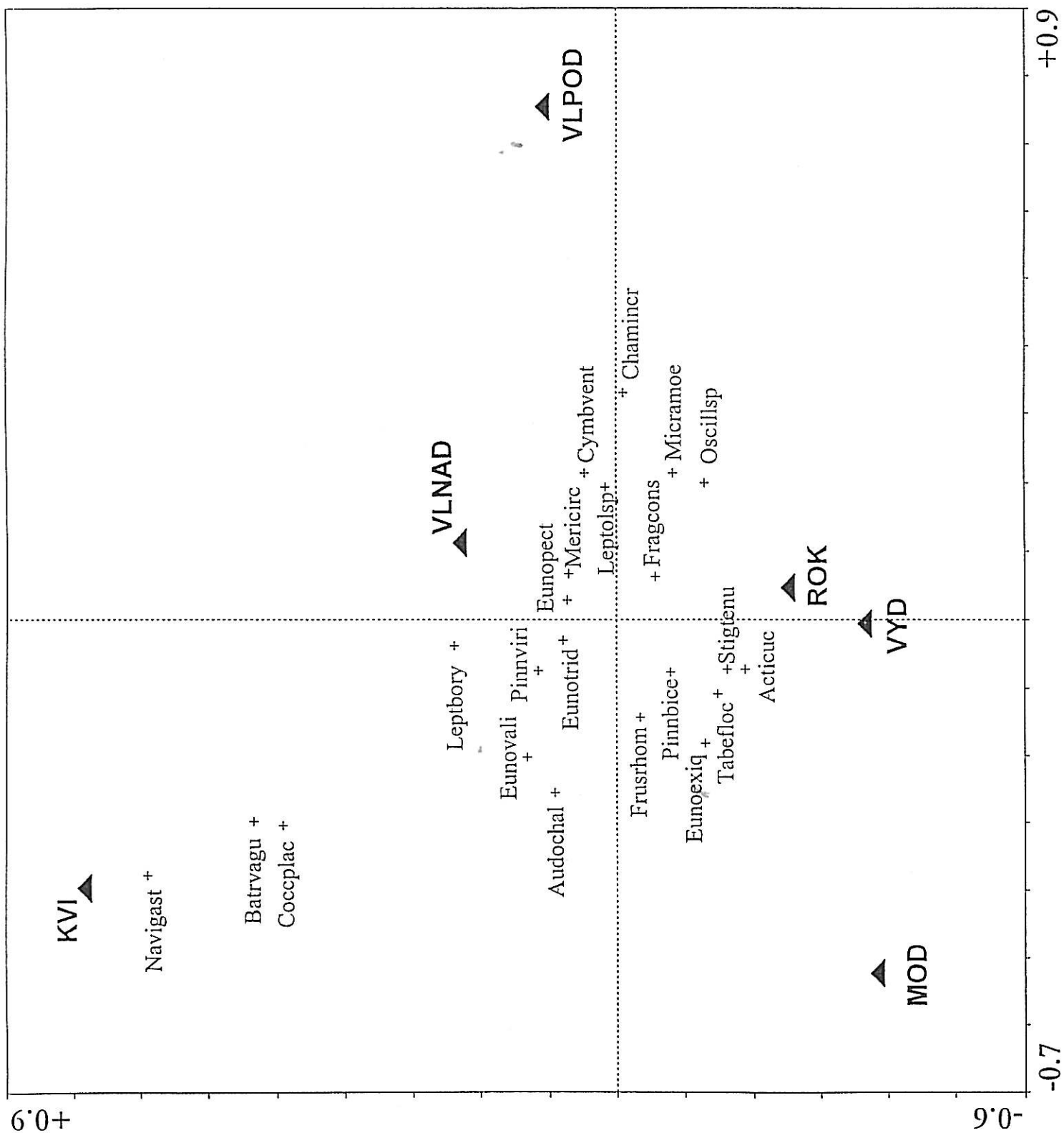
Výsledky analýzy CCA. Porovnávání podobnosti
druhového složení řas v letech 1996, 1997.

Druhy v těsné blízkosti centroidů mají k dané
proměnné nejtěsnější vztah.

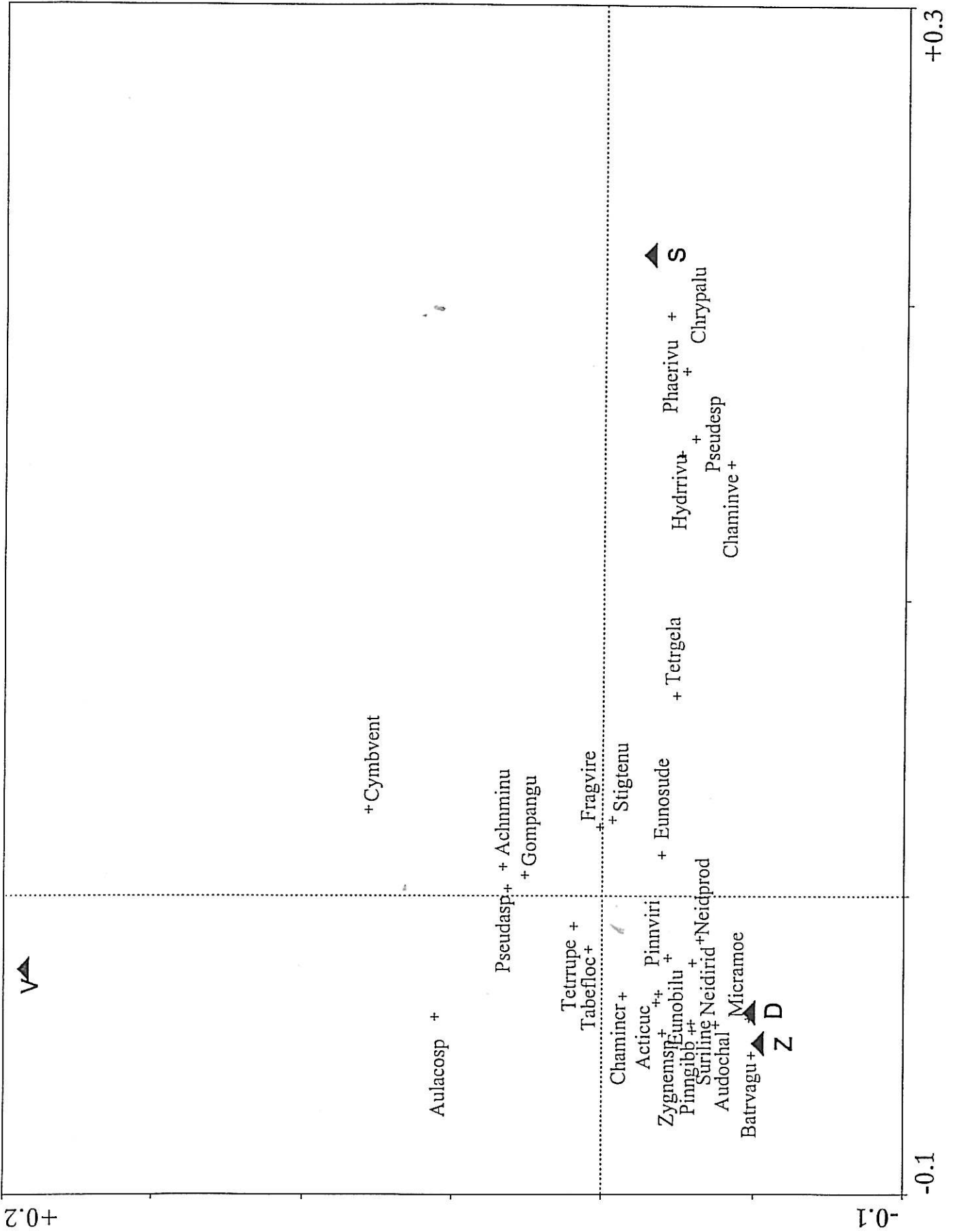
Vysvětlivky k grafu př.5.



Výsledky analýzy CCA. Porovnání podobnosti druhového složení řas na sledovaných lokalitách. Vysvětlivky k grafu př.5.



Výsledky analýzy CCA. Porovnání podobnosti druhového složení řas na pokusných substrátech. Vysvětlivky k grafu př.5.



Vysvětlivky k grafům a přílohám

Graf 1,2,4,5,6,7,8,9 - Vydra - lokalita Vydra
Rok.p. - lokalita Roklanský potok
Mod.p. - lokalita Modravský potok
Vl.nad - lokalita Vltava nad Kvildou
Vl.pod - lokalita Vltava pod Kvildou
Kvil.p. - lokalita Kvildský potok

Příloha 2. (roky) - 96 - rok 1996
97 - rok 1997

Příloha 3. (lokality) - KVI - Kvildský potok
VLNAD - Vltava nad Kvildou
VLPOD - Vltava pod Kvildou
ROK - Roklanský potok
VYD - Vydra
MOD - Modravský potok

Příloha 4. (substráty) - V - vápenec
Z - žula
S - sklo
D - dřevo

Zkratky druhů řas použité v příloze 2., 3., 4.

Acticucu - *Actinotaenium cucurbita*
Achline - *Achnanthes linearis*
Achminu - *Achnanthes minutissima*
Amphcoff - *Amphora coffeaeformis*
Audochal - *Audouinella chalybea*
Aulacosp - *Aulacosira* sp.
Batrvagu - *Batrachospermum vagum*
Cocclac - *Cocconeis placentula*
Cryptosp - *Cryptomonas* sp.
Cymbvent - *Cymbella ventricosa*
Cymbvent - *Cymbella ventricosa*
Eunoarcu - *Eunotia arcus*
Eunobilu - *Eunotia bilunaris*
Eunoexiq - *Eunotia exiqua*
Eunopect - *Eunotia pectinalis*
Eunoprae - *Eunotia praerupta*
Eunosude - *Eunotia sudetica*

Eunotrid - *Eunotia tridentula*
Eunovali - *Eunotia valida*
Fragconst - *Fragilaria construens*
Fragvire - *Fragilaria virescens*
Fragvire - *Fragilaria virescens*
Frusrhom - *Frustulia rhomboides*
Gompangu - *Gomphonema angustatum*
Gompoliv - *Gomphonema olivaceum*
Hydrriyu - *Hydrococcus rivularis*
Chamincr - *Chameosiphon incrustans*
Chaminve - *Chameosiphon investigans*
Champolo - *Chameosiphon polonicus*
Characsp - *Characium* sp.
Chloresp - *Chlorella* sp.
Chrypalu - *Chryso-sphaera paludosa*
Klebflac - *Klebsormidium flaccidum*
Leptbory- *Leptolyngbya boryana*
Leptolsp - *Leptolyngbya* sp.
Merirc - *Meridion circulare*
Micramoe - *Microspora amoena*
Naviaven - *Navicula avenacea*
Navigast - *Navicula gastrum*
Navimini - *Navicula minima*
Neidirid - *Neidium iridis*
Neidprod - *Neidium productum*
Neidprod - *Neidium productum*
Oscillsp - *Oscillatoria* sp.
Phaerivu - *Phaeodermatium rivulare*
Pinnappe - *Pinnularia appendiculata*
Pinnbice - *Pinnularia biceps*
Pinngibb - *Pinnularia gibba*
Pinnviri - *Pinnularia viridis*
Pseudasp - *Pseuanabeana* sp.
Pseudesp - *Pseudendo-clonium* sp.
Schrseti - *Schroederia setigera*
Stigtenu - *Stigeoclonium tenue*
Suriline - *Surirela linearis*
Tabefloc - *Tabelaria flocculosa*
Tetrgela - *Tetraspora gelatinosa*
Tetrrup - *Tetracyclus rupestris*
Zygnemsp - *Zygnema* sp.