

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Identifikace bodových zdrojů znečištění povrchových vod a jejich kvantifikace
na vybraných povodích na Šumavě.**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Procházka, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jana Štíhová

Autor: Bc. Zdeňka Tomková

České Budějovice 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

****Laboratoř aplikované ekologie (dnes součást KAG)**

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zdeňka TOMKOVÁ

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Název tématu: Identifikace bodových zdrojů znečištění povrchových vod a jejich kvantifikace na vybraných povodích na Šumavě.

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1. Vypracovat literární rešerši dané problematiky a dostupných údajů ze sledovaného území.**
- 2. Provést vhodný výběr lokalit a identifikaci stávajících přítoků a vodotečí vybraných povodí.**
- 3. Uskutečnit pravidelné odběry vzorků a jejich následné zpracování.**
- 4. Vyhodnocení získaných výsledků ve vztahu k funkci ekosystémů v povodích, porovnání výsledků s obdobným monitoringem v rámci ČR.**
- 5. Na základě vyhodnocení navrhnout opatření pro zlepšení stavu.**

Rozsah grafických prací: mapová příloha, obrázková příloha, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu vč. tabulek
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Pitter, P. : Hydrochemie, VŠCHT Praha, 1999. Směrnice 2000/60/es Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky: Ministerstvo životního prostředí ČR. 96 p, 2001.

Gergel, J., Benešová, J., Březina, K. B., Ehrlich, P. (1999): Revitalizace drobných vodních toků. - Metodická pomůcka, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 88 pp.

Monitoring jakosti vody na drobných vodních tocích, Monitoring dusičnanů pro potřeby směrnice Rady 91/676/EHS (nitrátová směrnice): www.zvhs.cz, www.lesycr.cz, www.mze.cz.


MÍCHAL, I. (1994): Ekologická stabilita. - Veronica, Praha, 275 pp.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Procházka, Ph.D.
Katedra agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2009
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2010


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Libor Pechar, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 31. března 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Tomková Zdeňka

V Českých Budějovicích 30. dubna 2010

Poděkování

Tímto způsobem bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Procházkovi, Ph.D. za trpělivé vedení práce a za odbornou pomoc.

Dále bych ráda poděkovala konzultantce Ing. Janě Štíchové za rady a odbornou pomoc.

Můj dík patří také v neposlední řadě mé rodině, která mi poskytuje neobyčejnou podporu při studiu na vysoké škole.

Práce byla součástí výzkumného záměru ZF JU v Č. Budějovicích: MSM 6007665 806, „Trvale udržitelné způsoby zemědělského hospodaření v podhorských a horských oblastech zaměřené na vytváření souladu mezi jejich produkčním a mimoprodukčním uplatněním.“

Abstrakt

Během roku 2009 probíhalo hodnocení chemismu povrchových vod u tří malých povodí na Šumavě v oblasti Svatotomášské hornatiny, a sice Bukového (lesy), Mlýnského (polo-intenzivní odvodněná pastvina, část obce Pasečná) a Horského potoka (mokřady, lesy, kosené louky, část obce Svätý Tomáš).

Snahou bylo zmapovat tři hlavní období v průběhu roku. Jarní odběr (12. květen) by měl ilustrovat začátek vegetačního období s vyššími průtoky vody. Letní odběr (21. červenec) je v období na vrcholu vegetační a turistické sezóny, sezónních prací v lese a především v zemědělství (pastva a kosení luk). Poslední odběr (21. říjen) reprezentuje období na konci vegetační sezóny, zpravidla s nejnižšími průtoky v korytě toku, konec turistické sezóny a ukončení celoplošné pastvy.

Již v průběhu terénního šetření spojeného s odběrem vzorků a měřením vodivosti byly zjištěny některé přítoky se zvýšenou koncentrací rozpuštěných látek ve vodě. Zatímco na Bukovém potoce, jak se předpokládalo, se tyto přítoky víceméně nevyskytovaly, na Horském potoce se poměrně nečekaně, zato výrazně, projevíly hned v pramenné oblasti. Na Mlýnském potoce se vyšší koncentrace rozpuštěných látek ve vodě vyskytovaly vzhledem k odvodnění a celoplošné pastvě dobytka dle předpokladu po celém povodí. Jednoleté sledování prokázalo výhodu hodnocení kvality vody jednoduchým měřením vodivosti přímo v terénu. Vysoké vodivosti vody na přítocích v terénu byly následně potvrzeny laboratorním rozbořem na vybrané ionty. Na základě identifikace bodových zdrojů znečištění bylo navrženo doporučení pro zlepšení současného stavu.

Klíčová slova: povodí, vodivost, voda, bodové zdroje znečištění, anionty, kationty

Abstract

An evaluation of chemical parameters of surface waters proceed in the three small basin areas in Šumava Mountains, in the area of Svatý Tomáš highlands, during the year 2009: Bukový (woods), Mlýnský (semi-intensive and drained pasture, part of Pasečná village) and Horský stream (wetlands, woods, mowed meadows, a part of Svatý Tomáš village).

The aim was to chart the three main periods during the year. The spring sampling (the 12th May) should illustrate the beginning of growing season with higher water flow rates. The summer sampling (the 21st July) is the period on the top of growing and touristic season, seasonal works in wood and especially in agriculture (grazing and mowing meadows). The last sampling (the 21st October) represents the season at the end of growing season, generally with the lowest flow rates in the stream, the end of touristic season and the end of full-area grazing.

Already during the field research, involving the water sampling and conductivity measurement, there were some inflows with increased concentrations of dissolved solids found. Whereas in Bukový stream, as has been assumed, these inflows didn't more or less occur, in Horský stream they had, relatively surprisingly but significantly, appeared immediately in headwater area. The elevated concentrations of dissolved solids occurred in Mlýnský stream in the whole area of basin, as has been assumed regarding to drainage and full-area grazing.

One year monitoring proved the advantage of water quality evaluation using simple measurement of conductivity in field. High water conductivity in field was subsequently confirmed by laboratory analysis of selected ions. On the basis of identification of point sources of pollution, the recommendation improving present condition was suggested.

The keywords: basin area, conductivity, water, point source pollution, anions, cations

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární přehled	11
2.1 Voda a její vlastnosti	11
2.1.1 Elektrolytická konduktivita	12
2.1.2 Teplota vody	12
2.2 Povrchové vody	13
2.3 Chemické složení vody	15
2.3.1 Dusičnany, dusitany, amoniakální dusík	15
2.3.2 Fosforečnany	17
2.3.3 Sírany	18
2.3.4 Chloridy	18
2.3.5 Sodík a draslík	19
2.3.6 Vápník a hořčík	19
2.3.7 Železo, mangan a zinek	20
2.4 Obecné znečištění vod	22
2.5 Ochrana vod	22
2.6 Charakteristika sledované oblasti – Šumava	26
2.6.1 Vegetace bioregionu Šumava	27
2.7 Ekologie a revitalizace systémů	28
2.7.1 Ekologická stabilita	28
2.7.2 Úpravy toků, historie a důvod revitalizací	30
3. Cíle	32
4. Metodika	33
4.1 Charakteristika vybraných povodí	33
4.2 Odběr vzorků	36
4.3 Laboratorní zpracování vzorků	38
5. Výsledky a diskuse	41
5.1 Vodivost	41
5.1.1 Bukový potok	42
5.1.2 Horský potok	43

5.1.3 Mlýnský potok	45
5.2 Koncentrace hlavních bazických kationtů	46
5.2.1 Bukový potok	47
5.2.2 Horský potok	48
5.2.3 Mlýnský potok	49
5.3 Koncentrace vybraných aniontů	50
5.3.1 Bukový potok	51
5.3.2 Horský potok	52
5.3.3 Mlýnský potok	54
5.4 Identifikace bodových zdrojů znečištění	55
5.4.1 Bukový potok	56
5.4.2 Horský potok	56
5.4.3 Mlýnský potok	57
5.5 Porovnání naměřených hodnot s dlouhodobým sledováním	59
5.6 Zhodnocení aktuálního stavu a návrh možných opatření pro zlepšení	61
5.6.1 Bukový potok	62
5.6.2 Horský potok	62
5.6.3 Mlýnský potok	63
6. Závěr	65
7. Seznam literárních zdrojů	66
8. Přílohy	69

1. Úvod

Voda je život. A nejen to, vždyť nelze přehlédnout význam tohoto nedoceňovaného přírodního bohatství pro utváření krajiny a celého světového dění. Voda se mění stále více ve strategický zdroj, neboť její potřeba výrazně převyšuje omezené zdroje, jejichž nerovnoměrné rozložení v prostoru i čase zvyšuje nepříznivé dopady.

Lidé se naučili využívat vodu ve všech odvětvích svého života již od samého počátku své historie. Nedokážeme se jí vzdát a zrovna tak nedokážeme bez ní existovat. Potřeba vodních zdrojů stále roste. To vede ke snižování jejich počtu a samozřejmě i k jejich znečišťování a snižování kvality.

Některé projevy nedostatku a znečištění vod jsou patrné již dnes. V různých částech světa můžeme pozorovat i katastrofální změny. Sucha, zasolování půd, pokles hladiny podzemních vod a další změny, které už nejsou jen ojedinělým jevem.

Naším jediným zájmem by neměly být pouze hlavní vodárenské toky, ale i ty menší, popřípadě i potoky, které do hlavních toků ústí. Odtud se mohou dostávat nežádoucí látky přímo do hlavní vodní sítě a mohou způsobit nemalé potíže.

Historie naší planety je úzce spojena s vodou. Stejně tak i historie Šumavy. Z hlediska vodohospodářského je Šumava pozoruhodnou oblastí, zdejší krajina je bohatá nejen na vody tekoucí, ale i na vody stojaté. Vždyť byla také v roce 1978 vyhlášena chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV) (Anděra, 2003).

Na Chráněnou krajinnou oblast Šumava se vztahuje také Ramsarská úmluva, a to především na šumavská rašeliniště. V dnešní době čítají 3371 ha a byla zapsána v roce 1990 (Štěpánová, 2010)

Charakter Šumavy tvořili a tvoří také její obyvatelé. Nejen v minulosti, ale i dnes ovlivňujeme podmínky v tomto regionu.

Jako by nestačily přírodní vodní toky. Ještě byly budovány umělé. Schwanzenberský plavební kanál je unikátní dílo a dnes je vyhlášen Národní kulturní památkou.

Zemědělská činnost obyvatel na Šumavě je úzce spojena s jejím osidlováním. V dřívějších dobách se obyvatelstvo specializovalo převážně na chov hospodářských zvířat pro vlastní potřebu. V 70. letech 20. století se zemědělství stále více intenzifikovalo. Zvyšoval se podíl zornění v této oblasti a tak se Šumava stávala náchylnější k větrné a vodní erozi. Byly aplikovány vysoké dávky průmyslových hnojiv. Tyto faktory samozřejmě také znehodnocovaly kvalitu místních povrchových i podzemních vod (Anděra, 2003).

Některé toky také byly narovnávány, takže se celkově narušil vodní režim krajiny (Ehrlich, 2003).

V dnešní době se snažíme jednat s prostředím ohleduplněji. Snažíme se nacházet schůdná řešení v oblastech životního prostředí, která by byla výhodná pro přírodu i pro lidskou společnost. Ekologická stabilita všech ekosystémů pak pomáhá ke stabilitě celé společnosti.

2. Literární přehled

2.1 Voda a její vlastnosti

Molekula vody vytváří miniaturní dipól. U většího kyslíku se objevuje záporný náboj, zatímco vodíková strana je pozitivně nabitá. Tekutost vody je dána právě tím, že molekuly vody snadno řetězí jedna k druhé. Síly, které mezi molekulami vody působí, se nazývají vodíkové vazby (můstky). Tím se celek projevuje jako kapalina a ne jako molekulový prach, který můžeme přesýpat. Elektrochemické síly mají ještě jeden závažný dopad – molekula vody se může provazovat se všemi látkami, které se navenek projevují pozitivními i negativními náboji. V takovém případě, voda rozpouští a nebo hydrolyzuje okolní látky.

Právě dipólové vlastnosti vody způsobují to, že se voda, respektive její roztoky, účastní většiny reakcí probíhajících v živých organismech. Nepřekvapí nás pak, že dřevo stromů obsahuje kolem 50% vody, lidské tělo přes 60% vody a těla ryb 77 – 80% vody (Blažek, 2006).

Molekuly vody se pohybují. Zvyšuje-li se teplota, zvětšuje se rychlost jejich pohybu. Je-li teplota vysoká, jsou rychlosti molekul tak velké, že při jejich náhodném přiblížení nemají mezimolekulární síly šanci udržet molekuly u sebe. Ty se prostě opět vzdálí tak daleko od sebe, až se přestanou ovlivňovat. V tomto stavu má voda podobu páry.

Je-li rychlost pohybu molekul menší, zdrží se při přiblížení u sebe. Navenek má vše podobu vody v kapalném skupenství. Většina molekul se již pohybuje pomalu a nemohou se vymanit ze silového působení ostatních molekul.

Jestliže se teplota ještě sníží, najdou si molekuly své „stálé partnery“ a voda má podobu ledu (Simon, 2005).

Vzhledem k těmto vlastnostem má voda maximální hustotu při 3,98 °C a při dalším ochlazování k bodu tuhnutí zvětšuje svůj objem. Tato anomálie brání promrzání vody v nádržích až ke dnu a umožňuje tak přežití některých vodních organismů. Rovněž je příčinou tepelné stratifikace a proudění v nádržích.

Povrchové napětí vody ovlivňuje do značné míry její fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti. Snížení povrchového napětí vody způsobují povrchově aktivní látky (tenzidy). Mohou být přirozeného nebo antropogenního původu. Naproti tomu existují i látky, které mohou povrchové napětí zvyšovat. (Pitter, 1999).

2.1.1 Elektrolytická konduktivita

Elektrolytická konduktivita je míra koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody. U přírodních a užitkových vod, s velmi nízkou koncentrací organických látek, je mírou obsahu anorganických elektrolytů (aniontů a kationtů). Konduktivita slouží také ke kontrole výsledků chemického rozboru vody (Pitter, 1999).

Z elektrolytů vznikají disociací ionty, které přenášejí elektrický proud. Vodivost roztoků závisí na koncentraci a disociačním stupni elektrolytů, nábojovém čísle iontů, pohyblivosti iontů v elektrickém poli a teplotě vzorku (Horáková, 2003).

2.1.2 Teplota vody

Velký význam má teplota povrchových vod, protože ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických procesů a tím celý proces samočistění. Při teplotách pod 5 °C probíhají již biochemické procesy jen velmi zvolna.

Teplota je nezbytným údajem při výpočtu chemických rovnovah ve vodách, při stanovování biochemické spotřeby kyslíku, při hodnocení samočistění povrchových vod aj. (Pitter, 1999)

Přirozená teplota vody v tocích ve velké míře kopíruje teplotu vzduchu. Na horách je chladněji než v nížinách, a proto teplota vody v horních úsecích toků bývá zpravidla nižší než v nížinách. V letních měsících, kdy probíhá intenzivní sluneční záření, tomu odpovídají poměrně vyšší teploty vzduchu a tím se zvyšuje i teplota vody.

Teplota vzduchu se mění v průběhu dne, v noci bývá chladno a odpoledne obvykle tepleji. Následkem toho i voda vykazuje denní kolísání teploty, které je však mnohem menší než u vzduchu. Největšího rozdílu mezi maximální a minimální denní teplotou vody bývá dosaženo v červenci a srpnu při hodnotách okolo 5°C až 6°C. Nejvyšší teploty vody se vyskytují v červenci a srpnu, kdy denní průměry dosahují hodnot až kolem 26°C. (Blažek, 2006)

2.2 Povrchové vody

Česká republika je vnitrozemským státem, leží uprostřed evropského kontinentu na rozvodí tří moří. Bývá proto také často nazývána „střechou Evropy“. Jejím územím probíhají hlavní evropské rozvodnice oddělující úmoří Severního, Baltského a Černého moře.

Mezi významné přírodní faktory, ovlivňující využívání vodních zdrojů, patří morfologické podmínky, geologická charakteristika, vlastnosti půd ovlivňující odtokové poměry na našem území, využití ploch a hospodářské aktivity ČR, klimatické podmínky území (Štamberová, 1998).

Přírodní vody nejsou a nemohou být nikdy stoprocentně čisté. Získávají své chemické vlastnosti rozpouštěním a chemickými reakcemi s pevnými látkami, kapalinami a plyny, se kterými přicházejí do kontaktu při vodním cyklu. Chemické složení vod se mění, ale tyto změny jsou pochopitelné, pokud bereme v úvahu chemické reakce hornina – voda.

Rozpuštěné minerální látky pocházejí také z usazenin. Na zvětrávání se podílejí plyny a těkavé látky (Laws, 1993).

Povrchové vody jsou všechny vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Dělí se na vody kontinentální a vodu mořskou. Kontinentální povrchové vody jsou jednak tekoucí (vodní toky) a jednak stojaté (jezera, nádrže, rybníky). Podle užití tekoucích vod se rozlišují toky vodárenské (voda po úpravě určena pro pitné účely) a ostatní (obecně užitné), určené pro průmyslové použití, chov ryb, závlahy, rekreační účely aj.

Složení kontinentálních povrchových vod je ovlivněno:

- Geologickou skladbou podloží a složením dnových sedimentů
- Hydrologicko-klimatickými poměry (srážkovými a teplotními poměry, ročním obdobím, dálkovým transportem škodlivin)
- Půdně-botanickými poměry (zalesnění, druh půd)
- Antropogenní činností (průmyslem, zemědělstvím, komunálními odpady)
- Příronem podzemních vod

Zdroje znečišťování povrchových vod jsou trojího druhu:

Bodové: zdroj, ze kterého je znečištění do vodního útvaru přiváděno soustředěně a je možné zjišťovat jeho kvalitu i kvantitu, např. odpadní vody z městských čistíren a přímé vstupy průmyslové, městské a dešťové kanalizace do toků.

Plošné: splachy z okolní půdy, především zemědělsky obdělávané, atmosférické depozice.

Difúzní: rozptýlené bodové zdroje (Pitter, 1999)

Chemické složení povrchových vod je tedy velmi bohaté, ale závislé na lokalitě. Ve vodě se mohou vyskytovat nejen plyny a minerální soli, ale i různé škodliviny, jako jsou oleje, fekálie a těžké kovy. Ve vodě bývají též organické látky, výluhy z kořenů, trav a tlející organická hmota. Z látek nerozpuštěných, ale rozptýlených, se ve vodě setkáváme s písky, jíly a oxidy železa.

Rozpuštěný kyslík ve vodě má také význam pro samočistění vody. Horská bystřina, která teče přes kameny, kde dochází k rozpuštění vzdušného kyslíku, má větší schopnost samostatného odbourávání škodlivin. Množství kyslíku ve vodě je důležitým ukazatelem kvality vody, jeho koncentrace ovlivňuje výskyt určitých druhů ryb (Simon, 2005).

2.3 Chemické složení vody

Chemické složení vody je důležitý fenomén, podle kterého se vody klasifikují. S ohledem na obsah solí se vody dělí na: sladké, smíšené a slané. V přírodě se nevyskytuje voda chemicky čistá. Veškerá voda na Zemi má rozpuštěné plyny a organické i anorganické látky. Srážkové a povrchové vody jsou převážně málo mineralizované s výjimkou moří, jejichž mineralizace dosahuje 24 – 35 g/l. Podzemní voda je obecně slabě mineralizovaná, avšak v některých hlubokých sedimentárních strukturách jejich mineralizace dosahuje až 300 g/l i více.

Z chemického hlediska se jedná převážně o pravé roztoky. Hlavní rozpuštěné látky – ionty jsou: Kationty – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ a anionty: sírany, chloridy a hydrogenuhličitany. Dále jsou přítomny dusičnany, dusitany a fosforečnany (Myslík et al., 1999)

2.3.1 Dusičnany, dusitany, amoniakální dusík

Dusík je důležitý pro život organismů, jako základní prvek proteinů, včetně genetického materiálu. Rostliny a mikroorganismy mění anorganický dusík na organickou formu. V životním prostředí se vyskytuje v řadě oxidačních stavů, jako NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ a N_2 .

Dusík podstupuje v prostředí biologickou i nebiologickou přeměnu při svém koloběhu. Hlavní nebiologické procesy zahrnují fázi přeměny jako je těkání, sorpce a sedimentace. Biologické přeměny sestávají z:

- a) Pohlcení anorganických forem, amoniaku a dusičnanů, rostlinami a mikroorganismy, aby vytvořily organický dusík, např. aminokyseliny.
- b) Redukce plynného dusíku na amoniak a organický dusík za pomoci mikroorganismů.
- c) Komplex heterotrofních přeměn z jednoho organismu na jiný.
- d) Oxidace amoniaku na dusičnany a dusitany – nitrifikace.

- e) Amonifikace organického dusíku k produkci amoniaku během rozkladu organického materiálu.
- f) Redukce NO_3^- na N_2O a molekulární dusík (N_2) za anaerobních podmínek – denitrifikace (Chapman, 1996).

V přírodě se tedy vyskytuje dusík ve třech formách. Dusík anorganicky vázaný (amoniakální dusík NH_4^+ - N), dusitanový dusík (NO_2^- - N) a dusičnanový dusík (NO_3^- - N).

V atmosférické vodě je již obsažen amoniakální dusík a proto je jeho výskyt jak v povrchových, tak i podzemních vodách v malém množství (0,1 mg/l NH_4^+ - N). Vyšší koncentrace amoniakálního dusíku jsou z hygienického hlediska indikátorem možného bakteriálního znečištění. Lze jej však dobře redukovat chloraminací. Vždy je však nutno posoudit, jaký je možný původ amoniaku a ověřit, zda voda není současně bakteriologicky závadná. Amoniak má toxické účinky na ryby a proto je jeho hodnota sledována v povrchových vodách (Myslil et al., 1999).

Jako minerály se jednoduché amonné soli v přírodě nevyskytují a nejsou proto ve vodách přírodního původu. Amoniakální dusík je primárním produktem rozkladu organických dusíkatých látek živočišného i rostlinného původu. Proto antropogenním zdrojem amoniakálního dusíku organického původu jsou především splaškové odpadní vody a odpady ze zemědělských výroby. Antropogenním zdrojem amoniakálního dusíku anorganického původu jsou především dusíkatá hnojiva, která se infiltrují a splachem ze zemědělsky obdělávaných ploch, dostávají do vod podzemních a povrchových (Pitter, 1999).

Obdobný charakter mají i dusitany a dusičnany. Dusitany jsou málo stálé a proto se mohou oxidací, chemicky i biochemicky, snadno redukovat. Dusičnany jsou pro člověka sami o sobě málo škodlivé, škodí však nepřímo redukcí bakteriální činnosti v gastrointestinálním traktu. Jejich druhá role je reakce s hemoglobinem, který pak ztrácí schopnost přenášet kyslík. Nebezpečná dávka dusitanů je pro dospělého člověka 500 mg/l, ale u kojenců, jejichž krev obsahuje hemoglobin F, snáze oxidovatelný, je proto nebezpečná hodnota 10 mg/l NO_2^- - N (Myslil et al., 1999).

Dusičnany jsou v minerálech obsaženy jen velmi zřídka. Zdrojem jsou hnojené, zemědělsky obhospodařované půdy. V přírodních vodách se koncentrace

dusičnanů mění také v závislosti na vegetačním období. Maxima a minima závisí také na způsobu obdělávání půdy (Pitter, 1999).

2.3.2 Fosforečnany

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpuštění a vyluhování některých minerálů a zvětralých hornin (Pitter, 1999).

V přírodních a odpadních vodách se fosfor vyskytuje většinou jako rozpuštěný ortofosforečnan a polyfosforečnan. Dalším zdrojem jsou především domácí odpadní vody obsahující detergenty, průmyslové odpadní vody a splach hnojiv ze zemědělských pozemků.

Fosfor je nepostradatelná živina pro živé organismy. Obecně je to limitující živina pro růst řas a tudíž ovládá základní produkci vodních těles. Umělý nárůst koncentrace díky lidské činnosti, je hlavní příčina eutrofizace (Chapman, 1996).

Termín eutrofizace popisuje podmínky v jezerech a nádržích, zahrnující nadbytek růstu řas. Ačkoliv některá produktivita řas je nezbytná, aby podporovala potravní řetězec ve vodním ekosystému, nárůst řas při podmínkách eutrofizace může vést ke znehodnocení vody. První krok k eutrofizaci je přísun živin z přítoku z povodí nebo splaškové vody. Objem vody, bohatý na živiny tak produkuje velký podíl zelené biomasy (Manahan, 2005).

Přírodní eutrofizace je způsobena zejména přísunem sloučenin dusíku a fosforu vyluhovaných z půdy a z rozkladu odumřelých vodních organismů. **Antropogenní eutrofizace** vod vzniká především smýváním dusíkatých a fosforečných hnojiv z polí, splaškovými vodami a fekáliemi. V eutrofizované vodě dochází k masovému rozvoji řas a sinic, jejichž hromadění při hladině se označuje jako vodní květ.

Narůstá podíl bezkyslíkatých (anaerobních) procesů, postupně je vyčerpáván kyslík. V takové vodě nemohou žít ryby ani jiní živočichové závislí na přítomnosti kyslíku (Kvítek, 2003).

2.3.3 Sírany

Sírany jsou převážně přítomné v povrchové vodě jako SO_4^{2-} . Dostávají se do vod vyluhováním minerálů, jako jsou sádrovec nebo sulfidické minerály, jako pyrit a z usazených hornin. Sírany jsou oxidovatelná forma síry a jsou velmi rozpustné ve vodě. Do povrchových vod mohou značnou část síranů přinést atmosférické srážky a průmyslové vody. Bakterie poté využívají jejich kyslík a mění sírany při anaerobních podmínkách na sirovodík (Chapman, 1996).

Sírany v koncentracích vyskytujících se v povrchových a prostých podzemních vodách nemají hygienický význam. Při velké koncentraci ovlivňují chuť vody, avšak prahová koncentrace chuti závisí také na přítomných kationtech. Velké koncentrace síranů spolu s vyššími koncentracemi hořčíku a sodíku způsobují, že voda má laxativní účinky (Pitter, 1999).

2.3.4 Chloridy

Většina chloru se ve vodách vyskytuje ve formě chloridů (Cl⁻). Do povrchových vod se dostává s atmosférickou depozicí oceánské mlhoviny, zvětráváním usazených hornin (většinou sedimenty usazených slaných hornin) a z kejdy, průmyslových odpadních vod a splachem ze silnic a zemědělství. Solení komunikací v zimě může přispět ke zvýšení koncentrace chloridů v podzemních a povrchových vodách.

Vyšší koncentrace se mohou vyskytovat poblíž výskytu splaškové vody a dalších odtoků znečištění jako jsou zavlažovací drenáže. Sezónní kolísání koncentrace chloridů v povrchových vodách se může objevit tam, kde byly v zimě soleny silnice (Chapman, 1996).

2.3.5 Sodík a draslík

Sodík a draslík se v přírodě vyskytují pouze ve sloučeninách, nejčastěji ve formě chloridů. Vyluhují se z různých hlinitokřemičitanů nebo se uvolňují při jejich zvětrávání. Antropogenním zdrojem sodíku jsou některé průmyslové odpadní vody z výroby, které obsahují chlorid nebo síran sodný. Draslík může přecházet do podzemních a povrchových vod prosakováním nebo splachem z polí hnojených draselnými hnojivy.

Sodík a draslík ve vodách může pocházet i z živočišných výkalů. Člověk vylučuje močí asi 5g sodíku a 2,2 g draslíku za den. Tato část pak přechází do splaškových odpadních vod. Významným zdrojem sodíku v městských odpadních vodách je sypaní komunikací v zimním období chloridem sodným (Pitter, 1999).

Všechny přírodní vody obsahují nějaké sodíky, neboť je to jeden z nejhojnějších prvků na zemi. Najdeme ho v iontové formě Na^+ , v rostlinách a živočišném materiálu. Koncentrace sodíku v povrchových vodách je ovlivněna místními geologickými poměry. Sodík je běžně měřen tam, kde bude voda používána k pití, pro zemědělství nebo pro zavlažování. Zvýšená koncentrace sodíku u některých půd může ovlivnit její strukturu tím, že ovlivňuje pohyb vody a tím i růst rostlin.

Draslík se obvykle vyskytuje ve formě iontů a soli jsou vysoce rozpustné. Rychle se včlení do minerální struktury a působí jako hlavní výživový prvek ve vodní biotě (Chapman, 1996).

2.3.6 Vápník a hořčík

Vápník je přítomný ve vodě jako Ca^{2+} a rychle se uvolňuje z hornin bohatých na vápenaté minerály, hlavně jako uhličitany a sulfáty, obzvláště vápenec a sádrovec. Kationt je hojný v povrchových a podzemních vodách. Soli vápníku, spolu se solemi hořčíku, jsou zodpovědné za tvrdost vody. Výrobní procesy, stejně tak jako voda a úprava odpadních vod, také přispívá vápníkem do povrchových vod. Kyselá dešť

také mohou pomoci vyluhovat vápník z půdy. Typická koncentrace v přírodních vodách je méně než 15 mg/l.

Hořčík je běžný v přírodních vodách jako Mg^{2+} a spolu s vápníkem je tvůrce tvrdosti vody. Vzniká hlavně při zvětrávání hornin. Nachází se v mnoha organokovových sloučeninách a organickém materiálu, protože je základním prvkem živých organismů. Koncentrace hořčíku v přírodních vodách může dosahovat až 100 mg/l v závislosti na typu horniny v povodí (Chapman, 1996).

Hořčík je ve vodách kvantitativně méně zastoupen než vápník. Souvisí to jednak s tím, že je v porovnání s vápníkem méně obsažen v zemské kůře, jednak zřejmě s tím, že podobně jako u draslíku dochází k jeho sorpci a k výměně iontů při styku vody s některými horninami a jílovými minerály a že je mimo to využíván rostlinami. Hmotnostní poměr Ca:Mg se zpravidla pohybuje v rozmezí 4:1 až 2:1.

Antropogenním zdrojem vápníku a hořčíku mohou být některé průmyslové odpadní vody z provozů, ve kterých se kyseliny neutralizují vápnem, vápencem, dolomitem nebo magnezitem. Vody se obohacují vápníkem a hořčíkem také při odkyselování podzemních vod hydroxidem vápenatým nebo filtrací přes různě odkyselovací hmoty (Pitter, 1999).

2.3.7 Železo, mangan a zinek

Železo a mangan jsou v zemské kůře velmi rozšířeny. Jsou zastoupeny v hmotnostním poměru Fe : Mn = 50 : 1 a proto také ve vodách je obsah železa větší. Železo je v malých koncentracích běžnou součástí vod. V povrchových vodách je obsah železa obvykle jen v setinách až desetínách mg/l. Vyšší obsahy jsou jen ve výtocích z rašelinišť, kde je železo vázáno na huminové kyseliny. V nádržích a jezerech se železo, právě tak jako mangan, hromadí ve spodních vrstvách v množství až několik desítek mg/l. U dna pak při aerobních podmínkách vzniká černý FeS, který se, právě tak jako mangan, hromadí v sedimentech (Myslil et al., 1999).

Obsah železa ve vodě je méně významný. Jeho obsah však ovlivňuje barvu, chuť i zákal. Antropogenním zdrojem Fe mohou být některé průmyslové odpadní

vody (např. z válcoven, moříren, drátoven) a korozní procesy ve vodovodním potrubí (Pitter, 1999).

Obsah Mn je ve vodách daleko nižší. Mangan je důležitý jak pro rostliny, tak i pro živočichy. V povrchových i podzemních vodách je obvykle v malých koncentracích (pod 1 mg/l). Mangan je zdravotně nezávadný, ovlivňuje však při koncentracích vyšších než 0,1 mg/l, chuť vody (Myslil et al., 1999).

Mangan obvykle doprovází železné rudy. Přichází do vod také z půd a sedimentů. Antropogenními zdroji Manganu mohou být některé průmyslové odpadní vody, např. ze zpracování rud, z metalurgických závodů a z chemických provozů, kde se oxiduje manganistanem draselným (Pitter, 1999).

Zinek je běžnou součástí hornin, půd a sedimentů. Například v jílech bývá obsaženo 100 mg/kg zinku. Větší množství zinku se dostává do vod při oxidačním rozkladu sulfidických rud.

Antropogenním zdrojem zinku v přírodních vodách je především atmosférický spad. Do atmosféry se dostává zinek při spalování fosilních paliv a při zpracování neželezných rud. Z průmyslových odpadních vod obsahují zinek např. vody ze zpracování zinkových rud, z moříren mosazi, ze zpracování tuků a z povrchové úpravy kovů, kde je zinek zpravidla vázán v různých komplexech. Také hnojiva obsahují zinek jako znečišťující příměs. Dalším zdrojem zinku mohou být deponované čistírenské kaly (Pitter, 1999).

Obsah zinku ve vodách je z hygienického hlediska málo závadný, jen při vyšších koncentracích způsobuje zažívací potíže. Více škodí zinek vodním organismům. Chuťově se obsah zinku projeví až od 10 mg/l a při těchto koncentracích vytváří při vaření na povrchu vody blanku, která opalizuje (Myslil et al., 1999).

2.4 Obecné znečištění vod

Napříč historií byla kvalita vody určujícím faktorem pro lidskou společnost. Znečištění fekáliemi podporovalo šíření nemocí, které pak decimovaly celá města. Dnes obecně platí, že vodou šířené nemoci jsou velmi dobře kontrolovány. Přesto mohou být velké koncerny, které jsou sami zapojeny do ochrany vody, potenciálními dodavateli znečišťujících látek.

Vodní polutanty mohou svědčit o různých zdrojích znečištění a je důležité, aby měly ukazatele znečištění, které svědčí o zdroji. Některé herbicidy mohou svědčit o odtoku ze zemědělství. Fekální koliformní bakterie se tradičně udávají jako znaky znečištění z domácích zdrojů. Složky jídla, léků a produkty osobní péče mohou značit přívod ze zdroje splašků. Kofein, čaj a colové nápoje mohou být užitečné znaky zdrojů domácího znečištění vody.

K minimalizaci problémů znečištění je třeba kontrola takovýchto zdrojů. Obzvláště těžké kovy a nerozpustné organické složky musí být kontrolovány, aby bylo možné opětné použití vody ve vodním systému, zavlažování nebo doplnění povrchové vody (Manahan, 2005).

2.5 Ochrana vod

Základním motivem ochrany množství a kvality vod je myšlenka zachování využitelnosti zdrojů vody pro současnost, ale i pro zdravý vývoj budoucí generace.

V ochraně vody patří ochrana vodohospodářsky významných území k základním opatřením s ohledem na jejich preventivní charakter. Prevence znečištění a nadměrného využívání vod je přitom z dlouhodobého hlediska nejúčinnějším nástrojem efektivní ochrany a tento přístup je doporučován i prosazován ze strany mezinárodních institucí (Štamberová, 1998).

Ochrana vod je jednou z prvních oblastí, jimiž se komunitární právo životního prostředí začalo komplexněji zabývat. Vztahuje se na vody sladké i mořské.

Nárůst znečištění pocházejícího ze zemědělské výroby a způsobovaného hnojivy s obsahem dusičnanů vyvolal přijetí tzv. nitrátové směrnice (Simon, 2005)

Prováděcím předpisem je Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., O stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a o provádění protierozních opatření v těchto oblastech. Zranitelné oblasti jsou v ČR vyhlášeny 11. 4. 2003. Jsou územně vymezeny katastrálními územími ČR. Nařízení vlády upravuje používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření ve zranitelných oblastech (akční program) s účinností od 1. 1. 2004 (Klír, 2005).

Předpis Evropské unie (91/676/EHS) je vytvořený pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. Členské státy musejí podle stanovených kritérií určit vody, které byly nebo by mohly být znečištěny dusičnany. Musejí rovněž označit jako citlivé ty půdní oblasti na svém území, které jsou a nebo byly nadměrně zatížené dusičnany. Pro tyto zóny se zpracovávají akční programy obsahující určitá opatření. Směrnice rovněž počítá se zavedením tzv. *kodexů dobré zemědělské praxe*, kterými by se měli řídit zemědělci na základě dobrovolnosti (Simon, 2005).

Zásady správné zemědělské praxe, směřující ke snížení znečištění dusičnany s přihlédnutím k podmínkám v různých oblastech Společenství, by měly obsahovat určitá pravidla s následujícími ustanoveními uplatňovanými podle jejich reálné použitelnosti:

- Období nevhodné pro aplikaci hnojiv
- Aplikace hnojiv na půdu na velmi strmých pozemcích
- Aplikace hnojiv na půdu na podmáčených, zaplavených, zmrzlých nebo sněhem pokrytých pozemcích
- Podmínky pro aplikaci hnojiv na půdu v blízkosti vodních toků
- Kapacita a konstrukce zásobníků pro skladování statkových hnojiv, včetně opatření k zamezení znečišťování podzemních a povrchových vod odtoky a průsaky tekutin s obsahem statkových hnojiv a odtoky ze skladovaného rostlinného materiálu, jako je siláž

- Postupy pro aplikace na půdu umělých a statkových hnojiv, včetně dávky hnojiv a rovnoměrnosti jejich aplikace, které zajistí, že úniky živin do vod zůstanou na přijatelné úrovni

Členské státy mohou do zásad správné zemědělské praxe zahrnout také tyto body:

- Postupy při obhospodařování půdy, včasné střídání plodin a zajištění poměru mezi pozemky určenými pro trvalé porosty a pro jednoleté plodiny na orné půdě
- Udržování minimálního rostlinného pokryvu schopného v určitých (srážkových) obdobích odebírat z půdy dusík, který by jinak mohl způsobovat znečištění vod dusičnany
- Vypracování plánů hnojení pro jednotlivé zemědělské provozy a vedení záznamů o používání hnojiv
- Předcházení znečištění vod odtoky nebo vsakováním vod mimo dosah kořenů rostlin v zavlažovacích systémech (Směrnice rady 91/676/EHS, 2002).

Obecná ochrana vod a jejich prostředí platí plošně a všude, zavazuje každého a týká se jak ochrany jakosti, tak podmínek tvorby zásob a oběhu vody v přírodním prostředí a prostředí ovlivňovaném člověkem. Ochrana vod a jejich prostředí je veřejným zájmem, jejich poškození může mít negativní důsledky na každého, a to nejen přímo, ale zejména zprostředkovaným účinkem přes poškozené životní prostředí.

Základním prostředkem **obecné ochrany** jsou ustanovení zákona o vodách. Ke zlepšení stavu je nezbytné zejména:

- Celoplošně prosazovat obecnou ochranu vod konkretizací požadavků a opatření v procesech komplexních pozemkových úprav a tvorby dokumentů územního plánování všech stupňů.
- Novelizovat příslušné legislativní a ekonomické nástroje, při jejich současné harmonizaci s direktivami Evropské unie.

- Při posuzování vlivu staveb a na životní prostředí podle zákona 100/2001 Sb. (EIA) považovat ochranu vod za jeden z rozhodujících faktorů (Štamberová, 1998).

Zákon č. 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na životní prostředí, podléhá v něm stanovené záměry staveb, a provozů, jejichž provedení by mohlo vážně ovlivnit životní prostředí. Účelem posuzování vlivů na životní prostředí je získat podklad pro rozhodnutí. Posuzují se vlivy na obyvatelstvo, na životní prostředí (živočiškové, rostliny, ekosystémy, půda, horninové prostředí, voda, ovzduší, klima a krajina, přírodní zdroje, hmotný majetek a kulturní památky) a na jejich vzájemné působení a souvislosti (Klír, 2005)

- Zvýšit povědomí o závazcích k životnímu prostředí u každého občana.
- Trvale zlepšovat kvalitu správní činnosti vodohospodářských orgánů.
- Zabezpečit důslednou kontrolu plnění zákona a rozhodnutí vodohospodářských orgánů.

Dalším prvkem systému ochrany vod je **selektivní zpřísněná ochrana** v oblastech s velkým významem a s příznivými přírodními podmínkami pro tvorbu, případně pro akumulaci podzemního a povrchového odtoku vody. V pojmech, vycházejících z platné legislativy, jsou tímto prvkem systému ochrany chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV).

Chráněné oblasti přirozené akumulace vod byly stanoveny nařízením vlády pro ochranu vod povrchových a podle stejného schématu zákazů nebo omezení taxativně vyjmenovaných činností na celém území CHOPAV i pro ochranu podzemních vod.

Na území CHOPAV je zejména zakázáno zmenšovat plochu lesních pozemků nad povolenou hranici a provádět jejich odvodňování, je omezen i rozsah odvodňování zemědělských pozemků, množství těžby rašeliny a povrchové těžby nerostů, zřizování skládek bez opatření zamezujících vyluhování jejich obsahu a řada dalších činností (Štamberová, 1998).

2.6 Charakteristika sledované oblasti - Šumava

Šumava se rozkládá na území dlouhém 120 km. Maximální šířka dosahuje až 45 km. Začíná na severu Všerubským průsmykem, na jihu pak končí Vyšebrodským průsmykem. Geomorfologicky se dělí na oblast Železnorudska, Plání (s Povydrím), Trojmeznou hornatinou a Boubín, Lipenskou oblast s Želnavskou hornatinou.

Spolu s Bavorským lesem historicky patří k českému masívu. Horotvorné přeměny zemského povrchu před miliardou let vyzvedly na tomto území horstvo podobné Alpám. V dalších dobách bylo přirozenou erozí horstvo upravováno, současná podoba Šumavy se začala utvářet až v třetihorách před 2,5 milionu až 8 tisíci lety v době ledové. Při ústupu ledovců pak vznikla kamenná moře a pod karovými stěnami jezera (Martan, 2007).

Od trvalejšího osídlení Šumavy a Pošumaví dlouho odrazovali pravěkého člověka především nepříznivé přírodní i klimatické podmínky. Od počátku doby železné se v jižních a jihozápadních Čechách objevovali Keltové.

Teprve s příchodem Slovanů, kteří se v Pootaví usadili na přelomu 7. a 8. století, můžeme hovořit o souvislém osídlení šumavského podhůří (Anděra, 2003).

Lipenské pravobřeží bylo osídlováno od 13. století. Vytvořila se postupně sídelní struktura založená na extenzivním využívání celého území. Poválečný odsun obyvatel německé národnosti, vybudování „železné opony“ a přehradní nádrže Lipno, oddělující tuto oblast od vnitrozemí, byly příčinou zániku většiny sídel. Výrazně tak poklesla hustota obyvatelstva z původních 40 na 2 - 3 obyvatele na km². Po dobu půl století zde probíhal specifický způsob hospodaření daný režimem hraničního pásma a odlišný od okolního území (Procházka et al., 2001).

Šumava byla odvěkou hradbou mezi dvěma horními toky řek – Vltavou na české a Dunajem na bavorské a rakouské straně. Až do 17. století neexistovala na jejím plochém vrcholu ani žádná oficiální hranice (Janoušková, 2005).

Prakticky celé území národního parku je dnes součástí evropského systému NATURA 2000 a zahrnuje i řadu lokalit chráněných dalšími mezinárodními úmluvami. Například šumavská rašeliniště jsou pod patronací Ramsarské úmluvy o ochraně mokřadů (Valenta, 2005).

Největším bohatstvím Šumavy jsou její lesy. Do své dnešní podoby se vyvíjely více než deset tisíciletí a jejich druhová skladba se ustálila zhruba před třemi tisíciletími. Tyto původní lesy by na Šumavě rostly dodnes, kdyby do nich nezasáhl člověk.

Když byly v polovině 19. století původní lesy téměř vykáčeny, majitelé polesí nechali na holinách vysazovat především rychle rostoucí a pro těžbu nejžádanější, smrky (Votýpka jr., 2005).

2.6.1 Vegetace bioregionu Šumava

Plošně nejrozsáhlejší vegetační jednotkou Šumavy jsou květnaté bučiny (*Dentario enneaphylli – Fagetum*). Přejídný stupeň mezi květnatými bučinami a horskými smrčínami je tvořen acidofilními horskými bučinami (*Calamagrostio Villone – Fagetum*). Plošně dominuje *Calamagrostio Villone – Piceetum*, na úživnějších půdách jsou vyvinuty vysokobylinné smrčiny (*Athyrio alpestris – Piceetum*). V okolí rašelinišť a v doprovodných partiích podél vodních toků ve vyšších částech bioregionu jsou hojně vyvinuty podmáčené smrčiny (*Mastygobrio – Piceetum a Sphagno – Piceetum*).

Květena Šumavy je charakterizována především převahou středoevropských montánních a subpramontánních druhů. Typický je velmi hojný výskyt endemitů zvonečníku černého (*Phyteuma nigrum*) a oměje šalamounku (*Aconitum callibotryon*).

Velmi nápadný je floristický rozdíl mezi severozápadní a jihovýchodní částí Šumavy. Na jihovýchodě se projeví psineček skalní (*Agrostis rupestris*), vrba velkolistá (*Salix appendiculata*), koprniček bezobalný (*Mutellina purpurea*) a hořec šumavský (*Gentiana pannonica*). Některé z nich se druhotně rozšířily na antropogenní bezlesí, kde mají dnes těžiště výskytu.

Na jihovýchodě to je především pryskyřník omějolistý (*Ranunculus aconitifolius*), kýchavice bílá (*Veratrum album*), řeřišnice trojlistá (*Cardamine triflora*) a kerblík lesní (*Antriscus nitida*) (Culek et al., 1995).

2.7 Ekologie a revitalizace systémů

2.7.1 Ekologická stabilita

Harmonická kulturní krajina je taková, v níž jsou v souladu přírodní krajinnotvorné složky se složkami vytvořenými, resp. změněnými, do různé míry člověkem. V harmonické kulturní krajině jsou plochy destabilizovaných ekosystémů (pole, intenzivní louky, sídla, atd.) vyváženy plochami ekologicky stabilnějších přirozených a přírodě blízkých ekosystémů (lesy s přirozenou dřevitou skladbou, mokřady, přirozená travnatá společenstva, apod.).

Antropogenní vlivy v harmonické kulturní krajině nesmí překročit únosnou mez, jinak by tato krajina přestala být nejen úživnou, ale i neestetickou. Neexistuje žádný vzorec, který by umožnil jednoduše naplánovat, jak má vypadat harmonická krajina v různých oblastech České republiky.

Mají-li ekosystémy a krajinné systémy trvale plnit své produkční a mimoprodukční funkce pro společnost, potřebujeme poznat hranice, kam až je můžeme zatěžovat, aniž bychom je podstatně horšili.

Ekologická stabilita se udržuje přírodními procesy z vnitřních zdrojů ekosystému tzv. autoregulačními mechanismy. Antropogenní stabilitu ekologického systému uchovávají a vytvářejí lidské zásahy, jež u antropogenních systémů patří k „normálnímu“ prostředí systému (Míchal, 1994).

Vodní ekosystémy, mají vliv nejen na výskyt jednotlivých druhů a biodiverzitu obecně, ale také na lidská sídla a lidské aktivity. Lidské aktivity, včetně sektorů rozvoje zemědělství a sídel, sladkovodní ekosystémy značně poškodily a přispěly během 20. století ke ztrátě těchto systémů. Toto poškození snižuje kvalitu a množství vody a vede k omezení její efektivní dostupnosti pro lidské využití (Voda nad zlato, 2003).

Sladkovodní ekosystémy (hydrobiocenózy) vykazují pochopitelně významné odlišnosti od geobiocenóz. Především vstupy a výstupy se prakticky nikdy nerovnají a hlavním vstupem je přítok z povodí, hlavním výstupem odtok. Hydrobiocenózy toků tím nabývají co do energomateriálových toků mnohem „otevřenější“ ráz než

geobiocenózy. Naopak, v bezodtokových jezerech a v mořích se živiny mohou akumulovat v trvalých usazeninách a tím být vyjmuty z recyklace (Míchal, 1994).

Porovnání energomateriálových toků geobiocenóz a hydrobiocenóz (Míchal, 1994):

Geobiocenózy

VSTUPY	VÝSTUPY
Atmosférické srážky	Odtok půdou a vodními toky
Spad částic z atmosféry	Ztráty částic větrem
Imigrace organismů	Emigrace organismů
Přímý příjem z atmosféry	Přímé uvolňování do atmosféry
Přísun zvětráním geologického podkladu	Ztráty vymýváním
Aplikace hnojiv a biocidů	Skližeň biomasy

Hydrobiocenózy

VSTUPY	VÝSTUPY
Přítok z povodí	Odtok
Atmosférické srážky	Vyplavování
Imigrace organismů	Emigrace organismů
Přímý příjem z atmosféry	Přímé uvolňování do atmosféry
Uvolňování z usazenin	Ztráty trvalou sedimentací
Znečištění (splachy hnojiv a biocidů)	Skližeň biomasy

2.7.2 Úpravy toků, historie a důvod revitalizací

Již od středověku probíhaly vodohospodářské zásahy v údolích potoků a řek, a to hlavně v souvislosti s budováním mlýnů, pil a hamrů. Doba největších technických zásahů do vodního prostředí pak nastala ke konci 19. století. Rostoucím nárokům ochrany staveb a zemědělských ploch před zaplavováním a před zamokřením vycházely vstříc nové technické možnosti (Just, 2003).

Od poloviny minulého století ve vývoji krajiny a přírodního prostředí výrazně převažují negativní vývojové tendence, které byly umocněny v posledních desetiletích ekonomickým růstem uskutečňovaným na úkor spotřeby a devastace přírodních zdrojů.

Nejzávažnějším zásahem byla kolektivizace, která vedla k masivní likvidaci ekostabilizačních prvků, a přeměna tradičního zemědělství na tzv. průmyslovou velkovýrobu, charakterizovanou velkou spotřebou přírodních zdrojů. Za následky je považována ztráta přirozené úrodnosti půd, významné snížení schopnosti retence půd, snížení biologické rozmanitosti, atd. (Vrána, 2004).

Revitalizace musí vycházet z konkrétní situace celého povodí. Jednotlivé zásahy musí být posuzovány samostatně. Není možné určit všeobecná měřítká, podle kterých by se měli revitalizace komplexně řídit.

Je nutno vycházet z dané situace a musí být proveden komplexní průzkum vlivů působících na zájmové území a je třeba eliminovat všechny negativní vlivy, které by případná revitalizace mohla způsobit (Ehrlich, 2003)

Na potocích a drobných vodních tocích se používají především v opevněných, napřímených tratích, a to především k usměrnění proudu (k příčnému rozvlnění proudnice) a ke zvýšení výšky vodní hladiny nad hladkou dlažbou. Při průtoku vody soustavou výhonů v hladce opevněném korytě melioračními deskami nebo betonovými či polovegetačními tvárnicemi, se vytvářejí vlivem změn rychlosti vody v podélném i příčném směru místa proudivá a za usměrňovači či výhony místa tišin, kde dochází k ukládání splavenin, umožňujícím rozvoj hydrobiologického života v toku.

Jako výhony se používají vložené kameny. Je však nutno rozlišit, zda tento prvek použijeme pro upravené toky s nepoddajným opevněním (kamenná nebo betonová dlažba) a nebo u toků s poddajným opevněním (plůtky, pohoz).

Při používání vkládaných kamenů, ale i kamenných výhonů, je nutno počítat stupeň bezpečnosti. Zrnitost používaného kamene má vykazovat určitý stupeň bezpečnosti částice proti pootočení a uvolnění (Gergel, 1999)

3. Cíle

Cílem diplomové práce bylo získat potřebné údaje o území a zpracované problematice, provést vhodný výběr lokalit. Identifikovat přítoky v rámci modelových povodí a uskutečnit na nich měření a odběry vzorků pro následné chemické analýzy. Dále provést vyhodnocení získaných výsledků a v případě potřeby následně navrhnout opatření pro zlepšení stavu.

4. Metodika

4.1 Charakteristika vybraných povodí

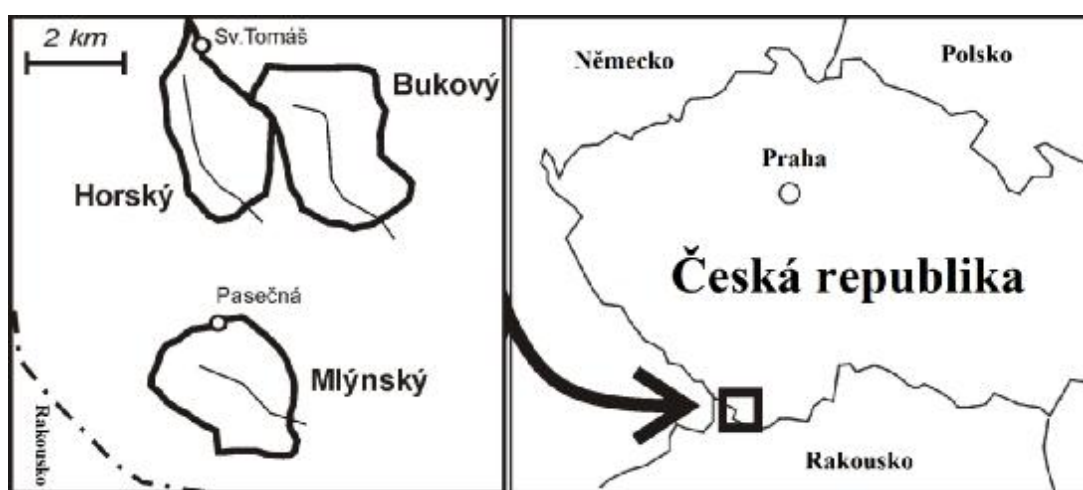
Vybraná povodí Bukového (1), Horského (2) a Mlýnského (3) potoka, představují tři různé typy krajinného pokryvu:

- (1) lesy (Příloha 1A)
- (2) mokřady, lesy a sklízené louky (Příloha 2A)
- (3) polo-intenzivní odvodněná pastvina (Příloha 3A)

Nadmořská výška studovaného povodí se pohybuje mezi 780 a 1026 m s průměrnými ročními srážkami mezi cca 950 a 1050 mm a průměrná roční teplota vzduchu je cca 5 ° C. Tato tři povodí mají podobné rozlohy (200-260 ha) a expozici (JV), ale výrazně se liší ve využití půdy a hospodaření. (Procházka et al., 2008b)

Sledovaná povodí Mlýnského, Horského a Bukového potoka se nacházejí v oblasti Svatotomášské hornatiny a náleží k povodí Dunaje.

Obrázek č. 1: Lokalizační mapka modelových povodí v rámci České republiky (Pocházka et al., 2008b)



Povodí Bukového potoka (Mapa č. 1, Příloha M1) pokrývá z 95% sekundární les s převahou smrku.

Obrázek č. 2: Bukový potok



Plochy v **povodí Horského potoka** (Mapa č. 1, Příloha M1) jsou pokryty převážně lesem (71%), mokřady a neobhospodařovanými plochami bezlesí (16,2%) a z části kosenými loukami (9,6%).

Obrázek č. 3: Horský potok



Povodí Mlýnského potoka (Mapa č. 1, Příloha M1) bylo v minulosti systematicky odvodněno, potok napřímen, zahlouben a vydlážděn, 70% plochy povodí pokrývají polointenzivně obhospodařované louky a pastviny (Procházka et al., 1999).

Částečná revitalizace proběhla v období od 1. srpna do 17. listopadu 1998. Cílem projektu bylo obnovit základní parametry potočného biotopu, zpomalit odtok vody z krajiny, zvýšit samočisticí schopnost vody a obnovit život v korytě potoka (Procházka et al., 1999).

Obrázek č. 4: Mlýnský potok



Na většině dříve zemědělsky obhospodařovaných ploch povodí Horského a Bukového potoka došlo k postupnému zalesnění převážně smrkem, v povodí Horského potoka byla navíc podstatná část území ponechána přirozené sukcesi. Pouze povodí Mlýnského potoka si dochovalo charakter zemědělsky využívaného území. Převládající pastevní hospodaření bylo provázáno systematickým odvodněním většiny bezlesých ploch.

Střídají se převážně smrkové lesy a druhotné bezlesí. Za nejcenější část sledovaného území lze považovat nivu Horského potoka, kde zachovalý vodní režim

umožňuje rozvoj cenných společenstev s řadou ohrožených druhů rostlin a dále některé druhově bohaté louky, které jsou v současné době většinou neobhospodařované.

V povodí Bukového potoka se pak jedná především o bučiny na jihozápadních svazích a některé lesní porosty s původní druhovou skladbou. Způsobem využití zcela odlišné povodí Mlýnského potoka není v současné době z hlediska ochrany přírody ničím výjimečné. Vlivem hospodaření v minulosti (hnojení, dosevy) je druhová skladba bezlesí značně pozměněna a ochuzena (Procházka et al., 2001).

4.2 Odběr vzorků

V průběhu června 1999 byly instalovány na každém povodí automatické měřicí stanice, které průběžně registrují výšku hladiny (tlakovým čidlem), vodivost a teplotu odtékající vody. Současně byly profily osazeny vodočetnými latěmi, které slouží pro kontrolu a kalibraci zaznamenaných hodnot (Foto 11 a 12, Příloha 4A) (Procházka et al., 2001).

Z těchto naměřených dat jsem využila hodnoty naměřených kationtů a aniontů, hodnoty vodivosti a teplot. Jednalo se o údaje z let 2000 – 2009.

Součástí práce nebylo jen využití stávajících dat, ale i získávání vlastních experimentálních údajů. Rozboru vody předcházela odběr vzorků zkoumané vody a doprava těchto vzorků do laboratoře.

Ukazatele jakosti vody, které se mohly změnit během dopravy do laboratoře a které nelze uchovat beze změny, byly stanovovány ihned na místě odběru. Jednalo se o stanovení teploty a konduktivity.

Celkem byly na všech lokalitách provedeny tři odběry. První odběr 12. května 2009, druhý odběr 21. července 2009 a třetí odběr byl proveden 21. října 2009. Snahou bylo zmapovat tři hlavní období v průběhu roku. Jaro 12. května by mělo ilustrovat na začátku vegetačního období s vyššími průtoky vody. Léto 21. července je období na vrcholu vegetační sezóny. V plném proudu je také turistická sezóna, sezónní práce v lese a především v zemědělství – v našem případě pastva a

kosení luk. Poslední odběr 21. října reprezentuje období na konci vegetační sezóny, zpravidla s nejnižšími průtoky v korytě toku, konec turistické sezóny a ukončení celoplošné pastvy.

Odběry v terénu spočívaly v procházení jednotlivých toků a odebírání reprezentativních vzorků vody, a to jak z hlavního toku, tak i z jeho přítoků. Tímto způsobem se tedy mapovaly potenciální zdroje znečištění, které mohou ony přítoky přinášet. Postupovalo se vždy směrem od místa uzávěrových profilů potoka k prameni potoka (Mapa č. 2 a 3, Příloha M2 a M3).

Ve druhém a třetím odběru už nebylo možné vyhledat všechny přítoky, neboť bujná vegetace kolem toku na některých místech ani nedovolovala dostat se k vodě a drenáže, které byly zaústěny blízko nad hladinou, byly pod vegetací, bez vody nebo neidentifikovatelné. V létě jsme se zaměřili více na problematické přítoky s vyššími koncentracemi látek.

Odebíralo se do plastových 100 ml polyethylenových vzorkovnic. Na každý vzorek byly použity dvě vzorkovnice – celkem tedy 200 ml tekutiny na každý vzorek odběru. Před samotným získáním vzorku, se vzorkovnice vyplachovaly dvakrát vodou z toku, aby se předešlo případné náhodné kontaminaci tekutiny nečistotami ve vzorkovnici. Každá vzorkovnice pak byla zakreslena do leteckého snímku.

Každá lahvička byla označena vlastním popiskem podle toho, jestli se jednalo o uzávěrový profil, pravostranný přítok, levostranný přítok nebo hlavní tok. Jednotlivá označení tedy vypadala takto:

Bukový potok

- B09-05: Bukový potok – uzávěrový profil v 1. odběru
- B09-08: Bukový potok – uzávěrový profil ve 2. odběru
- B09-10: Bukový potok – uzávěrový profil ve 3. odběru
- BT: Bukový potok – hlavní tok
- BP: Bukový potok – pravostranný přítok
- BL: Bukový potok – levostranný přítok

Horský potok

- H09-05: Horský potok – uzávěrový profil v 1. odběru
- H09-08: Horský potok – uzávěrový profil ve 2. odběru
- H09-10: Horský potok – uzávěrový profil ve 3. odběru
- HT: Horský potok – hlavní tok
- HP: Horský potok – pravostranný přítok
- HL: Horský potok – levostranný přítok

Mlýnský potok

- M09-05: Mlýnský potok – uzávěrový profil v 1. odběru
- M09-08: Mlýnský potok – uzávěrový profil ve 2. odběru
- M09-10: Mlýnský potok – uzávěrový profil ve 3. odběru
- MT: Mlýnský potok – hlavní tok
- MP: Mlýnský potok – pravostranný přítok
- ML: Mlýnský potok – levostranný přítok

4.3 Laboratorní zpracování vzorků

Odebrané a označené vzorky vody, byly dopraveny do Laboratoře aplikované ekologie katedry krajinného managementu ZF JU v Českých Budějovicích a uskladněny v chladu a temnu, aby nedošlo k jejich znehodnocení.

Laboratorní zpracování vzorků vody mělo několik částí a probíhalo v několika laboratořích. Celkovému chemickému zpracování předcházelo přefiltrování nabraných vzorků. 200 ml vody se poté rozdělilo do dvou lahvíček na 100 a 100 ml.

Anionty (NO_3^- -N, NO_2^- -N, PO_4^{3-} -P, Cl^- , SO_4^{2-}) a NH_4^+ -N byly stanoveny metodou průtokové injekční analýzy, která využívá spektrofotometrické principy stanovení jednotlivých složek s využitím automatického analyzátoru FIAstarTM 5000

a FIAstar™ 5012 (FOSS Analytical AB Sweden, 2008). Stanovení aniontů probíhalo v Laboratoři aplikované ekologie JU v Českých Budějovicích a v laboratoři Enki o. p. s., Třeboň.

FIAstar™ Systems jsou přístroje určené pro automatické chemické analýzy živin a dalších parametrů vody, půdy, vína, masa a dalších potravin a krmiv. FIA – Flow Injection Analysis (injekční průtoková analýza) je mikrochemická technika pro automatizaci chemických metod pracující na principu dávkování vzorku do proudu nosného media. Hlavními analyzovanými parametry jsou amoniak, dusičnany, dusitany, celkový dusík, fosfáty, celkový fosfor a další. Základní jednotka je vybavena vestavěným detektorem, termostatem, nástřikovým ventilem, čerpadlem a dále 5027 Samplerem (MILCOM servis a.s.).

Koncentrace amoniakálního dusíku ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) byla stanovena metodou plynové difúze. Působením hydroxidu sodného vzniká plyný amoniak, který pak reaguje se směsí acidobazických indikátorů. Výsledná změna zbarvení směsi je měřena fotometricky (Tecator AN 5220).

Koncentrace dusitanového dusíku ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) byla stanovena reakcí dusitanu se sulfanylamidem a *N*-(1-naftyl)-ethylendiaminem. Vzniklé purpurové azobarvivo je měřeno fotometricky při 540 nm (Tecator AN 5201). Koncentrace dusičnanového dusíku ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) je stanovena jako dusitany po redukci na Cd sloupci.

Koncentrace rozpuštěného reaktivního fosforu ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) byla stanovena reakcí s molybdenanem. Vzniklá kyselina fosfomolybdenová, která je redukována na fosfomolybdenovou modř chloridem cínatým v prostředí kyseliny sírové. Modré zbarvení je měřeno spektrofotometricky při 720 nm (Tecator AN 5240).

Koncentrace chloridů (Cl) byla stanovena reakcí chloridů s thiokyanatanem rtuťnatým. Reakcí vzniká chlorid rtuťnatý a thyokyanatanové ionty, které po reakci s dusičnanem železitým vytvářejí červeně zbarvený komplex. Výsledná barva je měřena fotometricky při 470 nm (Tecator AN 5256).

Koncentrace síranů (SO_4^{2-}) byla stanovena reakcí síranů s bariem z methylthymolového komplexu. Síranové ionty separují v alkalickém prostředí barium z komplexu methylthymolová modř- BaCl_2 . Výsledkem je pokles absorbance původně modře zbarveného komplexu při 620 nm a vzestup absorbance při 470 nm (Tecator ASTN 42/92).

Kationty Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , a kovy Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , byly stanoveny metodou absorpční atomové spektrometrie na přístroji Varian SpectrAA-640. Stanovení kationtů probíhalo v laboratoři katedry chemie JU v Českých Budějovicích.

5. Výsledky a diskuse

V kapitole Výsledky a diskuse jsou hodnoceny výsledky fyzikálně-chemických analýz (vodivost, základní anionty a kationty) ze třech uskutečněných odběrů v průběhu vegetační sezóny 2009 ze třech potoků a jejich přítoků. Abychom mohli vyloučit vliv jedné sezóny sledování, jsou získaná data pro porovnání vyhodnocena a diskutována ve vztahu k dlouhodobému sledování chemismu vody v dotčeném území (Laboratoř aplikované ekologie, ZF JU v Českých Budějovicích).

Jedná se o více než desetileté sledování odtékající vody z třech modelových povodí Mlýnského, Horského a Bukového potoka. Obecně lze z výsledků dlouhodobého sledování říci, že celkový obsah dusičnanového dusíku, vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku a chloridů je statisticky významně vyšší ve vodě Mlýnského potoka než ve vodách Horského a Bukového potoka (Procházka a kol., 2008b).

5.1 Vodivost

Vodivost je jedním ze základních parametrů pro určování jakosti vody. Horáková (2003) uvádí, že z elektrolytů vznikají disociací ionty, které přenášejí elektrický proud.

Vodivost je parametr závislý na teplotě, proto je potřeba kontrolovat, zda je přístroj nastaven s redukcí na teplotu 21°C či nikoliv. Hodnoty uvedené v tabulkách (Tabulka č. 61-69, Příloha 25,26 a 27) jsou hodnoty měřené v hlavním toku a přítocích přímo v terénu a po korekci na teplotu 21°C. Dále se vodivost při procházení toku orientačně měřila zhruba po 100 metrech, aby se podchytila případná náhlá změna parametru.

5.1.1 Bukový potok

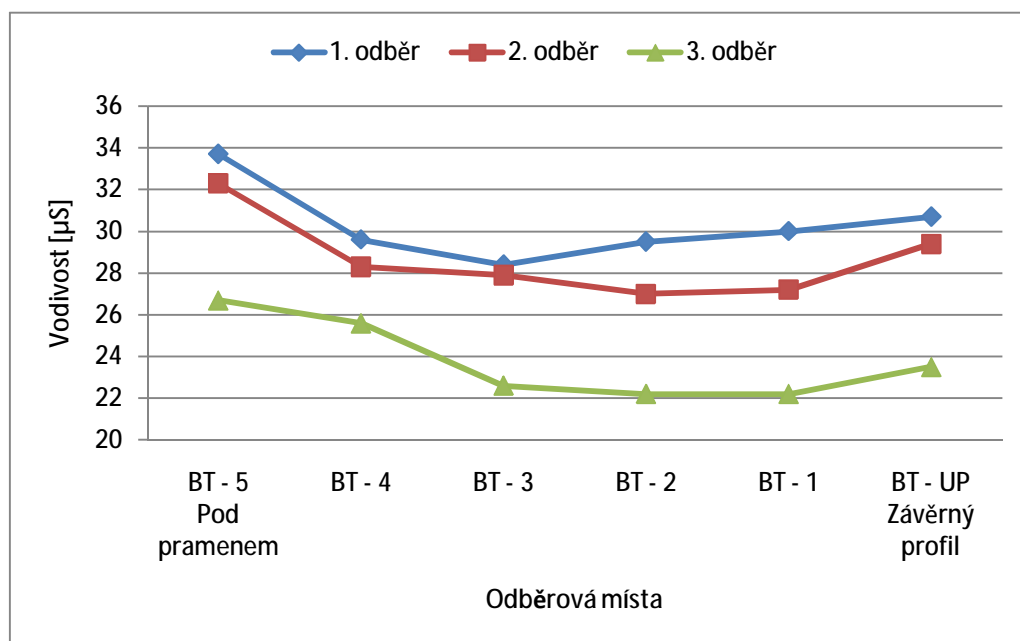
Hodnoty vodivosti na lokalitě Bukový potok (Tabulka č. 61, 64 a 67, Příloha 25, 26 a 27) nepřesáhly ve všech třech odběrech 34 μS . Kdy v prvním odběru pod pramenem (BT – 5) byla zjištěna hodnota 33,7 μS , v druhém odběru byla naměřena vodivost 32,3 μS a v odběru třetím, hodnota vodivosti ještě klesla a to na 26,7 μS . Tento pokles byl patrně zapříčiněn snížením teploty vody a to na průměrných 4,4 °C (Tabulka č. 67, Příloha 27).

O něco málo nižší hodnoty byly naměřeny na závěrném profilu. Vzhledem k oblasti pod pramenem se hodnoty vodivosti na závěrném profilu snížily v odběru prvním, druhém a třetím o 3,0 μS , 2,9 μS a 3,2 μS na hodnoty 30,7 μS , 29,4 μS a 23,5 μS .

Průměr hodnot vodivostí za vegetační sezonu 2009 (28,96 μS) na Bukovém potoce byl překročen. V lokalitě pod pramenem o 4,74 μS , 3,34 μS při druhém a třetím odběru. Ve třetím odběru již hodnota vodivosti klesla na 26,7 μS .

Dle Procházky (2008a i b) byly hodnoty vodivosti za období: 1999 – 2006 36,5 μS a 1999 – 2007 36,0 μS . Ve sledování za rok 2009 byla zjištěna vodivost 28,96 μS . Průběh tohoto sledovaného parametru má tedy klesajícím trend.

Graf č. 4: Průběh vodivosti hlavního toku na lokalitě Bukový potok



Projevil se zde podobný trend jako na Mlýnském potoce, ale opačný než na potoce Horském. Hodnoty vodivosti se snižovaly v průběhu sezóny. Bukový potok téměř zcela bezvýhradně protéká lesním ekosystémem, který se zřejmě během vegetační sezóny pozitivně podílí na snižování množství rozpuštěných látek v toku.

5.1.2 Horský potok

I v případě Horského potoka hodnoty vodivosti (Tabulka č. 62, 65 a 68, Příloha 25, 26 a 27) směrem od pramene k závěrnému profilu modelového povodí klesají (Graf č. 5). Zatímco v pramenné oblasti pod obcí Svatý Tomáš jsou hodnoty poměrně vysoké, na závěrném profilu byly zaznamenány hodnoty vodivosti o poznání nižší. V prvním odběru byla hodnota HT – UP (Mapa č. 3, Příloha M3) 37,6 μS , ve druhém odběru 36,0 μS a v odběru třetím 28,8 μS .

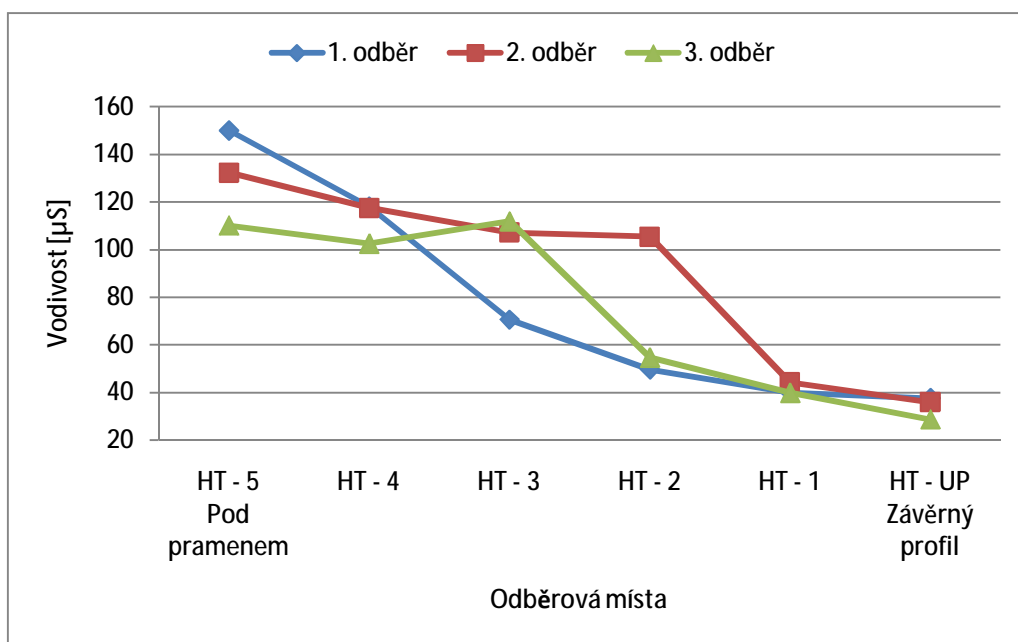
Trend průběhu poklesu vodivosti je zcela opačný než na Mlýnském potoce. To je patrně zapříčiněno provozováním pastvy.

Zde byl zaznamenán pokles vodivosti nejmenší při prvním odběru. Naproti tomu na Horském potoce se projevil v prvním odběru pokles vodivosti nejvýrazněji ze všech odběrů.

Nejvyšší hodnoty vodivosti byly naměřeny v místě HT – 5 (Mapa č. 3, Příloha M3) pod pramenem. Při prvním odběru v květnu byla naměřena hodnota 150,0 μS . Při druhém odběru v červenci byla vodivost 132,3 μS a ve třetím odběru klesla hodnota na 110,2 μS .

Zmíněný pokles v průběhu roku může mít souvislosti s bujným rozvojem vegetace, která na jaře v místě chybí a neplní tedy funkci jakési kořenové čistírny pod částí obce Svatý Tomáš.

Graf č. 5: Průběh vodivosti hlavního toku na lokalitě Horský potok



Stejně jako u Mlýnského potoka i zde jsou hodnoty z odběru v sezoně 2009 vodivosti několikanásobně překročeny. V roce 2009 byla průměrná vodivost $75,61 \mu\text{S}$ (Tabulka č. 79). Dle Procházky (2008a a 2008b) udává, že hodnoty vodivosti dlouhodobých průměrů byly $42,5 \mu\text{S}$ a $42,7 \mu\text{S}$.

Zde na Horském potoce tedy vodivost v sezoně 2009 vykazuje rostoucí trend. To má za příčinu přítok HL – 9 (Mapa č. 3, Příloha M3), na kterém byla naměřena hodnota vodivosti v prvním, druhém a třetím odběru takováto: $173,0 \mu\text{S}$, $192,1 \mu\text{S}$ a $201,0 \mu\text{S}$. Jednalo se též o maximální dosažené hodnoty vodivosti.

Směrem k závěrnému profilu se hodnoty snižují a to ve všech odběrech. Délka toku od pramene u obce Svatý Tomáš k závěrnému profilu je zhruba 2,5 km, může se zde tedy dobře projevit samočisticí schopnost potoka.

Samočisticí schopností se rozumí schopnost vodního útvaru samovolnými biologickými a chemickými procesy eliminovat určité množství znečišťujících látek za časovou jednotku (Pitter, 1999).

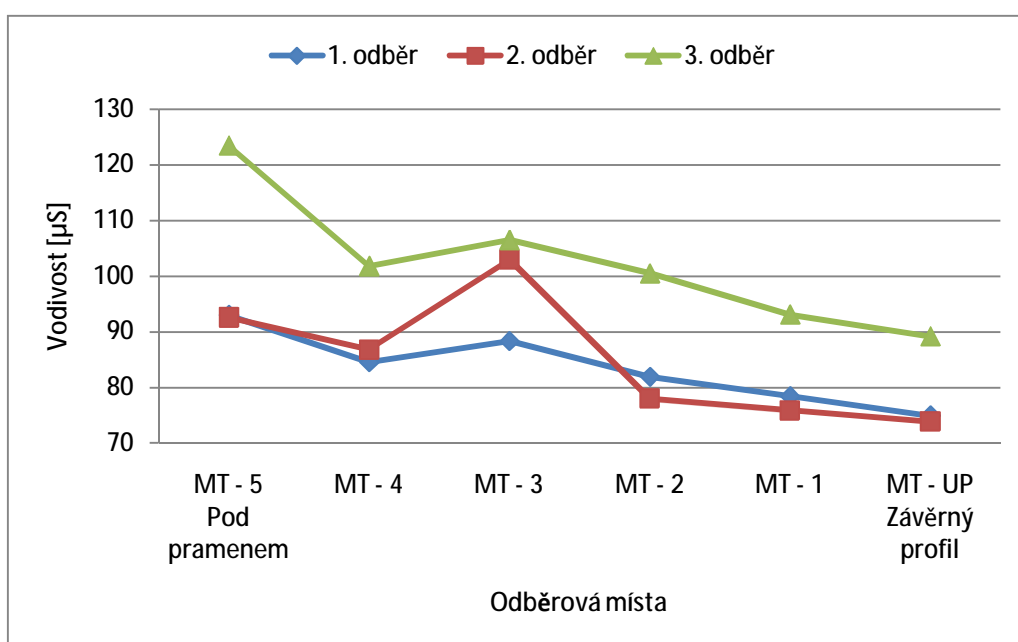
Samočisticí schopnost má však jen určitou kapacitu. Pokud jsou do recipientu přiváděny toxické látky, které blokují biochemické pochody a likvidují organismy podílející se na samočisticím pochodu, samočistění dále selhává (Drkal, 1997).

To se v našem případě v průběhu toku během měření neukázalo, proto jsme na konci měřeného úseku mohli zaznamenat tak nízké hodnoty vodivosti.

5.1.3 Mlýnský potok

V případě Mlýnského potoka hodnoty vodivosti (Tabulka č. 63, 66 a 69, Příloha 25, 26 a 27) od „pramene“ k závěrnému profilu postupně klesaly (Graf č. 6). Méně tomu bylo na jaře, při prvním odběru, nejvíce pak při třetím odběru na podzim. To je zřejmě dáno průtokem, tedy množstvím vody, kdy na podzim byl u pramene zaznamenán průtok velmi nízký (odhadem 0,5 l/s), zatímco na jaře teklo vody od pramene i z přítoků nepoměrně více.

Graf č. 6: Průběh vodivosti hlavního toku na lokalitě Mlýnský potok



V případě 2. odběru můžeme sledovat výraznější nárůst v bodě MT-3 na 103,0 µS. Nejmarkantnější nárůst je však v období třetího odběru (21. října 2009), kdy hodnota vodivosti v bodu MT – 3 (Mapa č. 2, Příloha M2) dosáhla k 106,5 µS, zatímco při prvním odběru (12. května) byla hodnota vodivosti nižší a to 88,3 µS.

Tuto část lokality obohacuje o rozpuštěné látky levostranný přítok ML – 4. Ten je hlavní příčinou vyšších hodnot vodivosti. Na tomto přítoku byla naměřena hodnota vodivosti 151,9 µS v odběru prvním, 149,5 µS v odběru druhém a 133 µS v odběru třetím. Tyto hodnot jsou průměrně 1,8 krát vyšší než je průměr v roce 2009 a jsou maximálními hodnotami vodivosti na této lokalitě (Tabulka č. 79).

Nejvyšší hodnota vodivosti 123,5 μS byla na hlavním toku zaznamenána při třetím odběru hned pod pramennou oblastí v odběrovém místě MT – 5 (Mapa 2, Příloha M2).

Odběrové místo MT – 5 je lokalita v pramenné oblasti Mlýnského potoka (Foto č. 7, Příloha 3A) a voda zde vytéká z podzemní drenáže, která sbírá vodu z horní části povodí v oblasti Pasečné. Možná vyšší koncentrace stáda dobytka v okolí může mít za následek i vyšší koncentrace látek v potoce, která se projevuje zejména ke konci pastevního období (21. říjen - 3. odběr).

Tyto naměřené hodnoty vodivosti jsou daleko vyšší, než je průměr za vegetační sezonu 2009 na Mlýnském potoce. Ten se pohybuje na hodnotě 83,98 μS (Tabulka č. 79).

Jak uvádí Procházka (2008a) v tabulce 5.2 Základní statistika chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2006, byl dlouhodobý průměr vodivosti na Mlýnském potoce 91,3 μS .

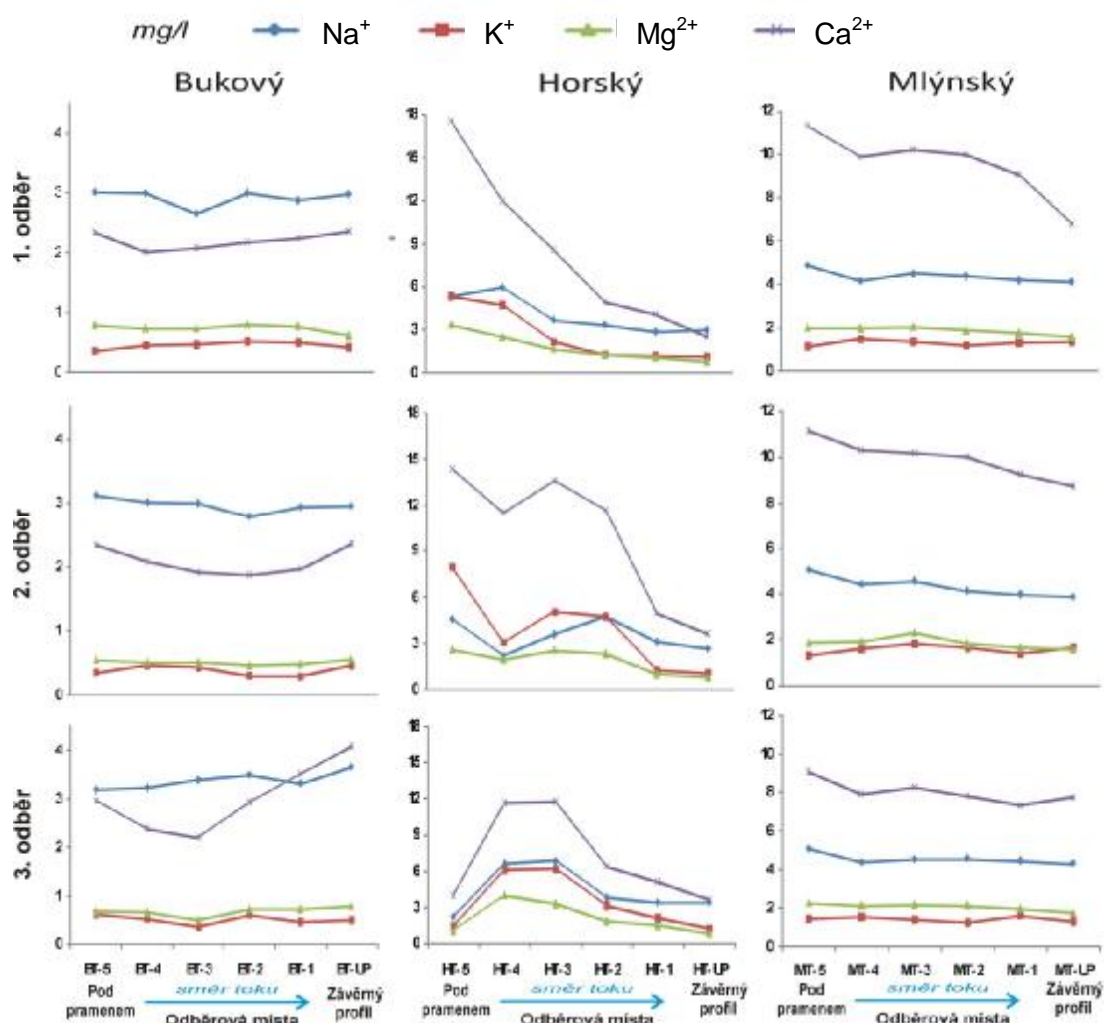
Dále, dle Procházky (2008b), byl dlouhodobý průměr 90,9 μS , jak uvádí Základní statistika chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2007.

V souladu s tímto se může říci, že průměrné hodnoty vodivosti na Mlýnském potoce mají klesající trend.

5.2 Koncentrace hlavních bazických kationtů

Průměrné roční koncentrace základních kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) ve srážkách jsou relativně nízké a konstantní za posledních deset let. V odtékající vodě jsou poněkud vyšší koncentrace v Mlýnském potoce ve srovnání s potoky Horským a Bukovým (Procházka a kol 2008b).

Obrázek č. 5: Hlavní bazické kationty



5.2.1 Bukový potok

Měřené hodnoty bazických kationtů na Bukovém potoce (Obrázek č. 5) vykazují celkem vyrovnaný průběh během sledovaného období. Nedochozí k markantním nárůstům koncentrací a rovněž se jedná o lokalitu s nejnižšími naměřenými koncentracemi oproti dalším dvěma Horskému a Mlýnskému potoku.

Hodnoty koncentrací vápenatého iontu se pohybovaly v prvním a druhém odběru na Bukovém potoce takto: 2,34 mg/l pod pramenem a 2,36 mg/l na závěrném profilu. Ve druhém odběru 2,96 mg/l pod pramenem a 4,08 mg/l na závěrném

profilu. Ve třetím odběru naopak hodnota koncentrace vápenatého kationtu vzrůstala a to směrem od pramene, k závěrnému profilu (z 2,96 mg/l na 4,08 mg/l).

Koncentrace hořečnatých a draselných iontů nevykazují v průběhu sledování žádné výkyvy a drží se pod hranicí 1 mg/l ve všech odběrech.

V sezoně 2009 byl naměřen průměr u Na^+ 3,15 mg/l, u K^+ 0,51 mg/l, 1,80 mg/l u Mg^{2+} a 1,73 mg/l u Ca^{2+} .

5.2.2 Horský potok

Průběh koncentrací jednotlivých kationtů na Horském potoce dokresluje obrázek č. 5. Zde se hodnoty vápenatého kationtu pod pramenem pohybovaly následovně: první odběr 17,52 mg/l, druhý odběr 14,35 mg/l a 4,01 mg/l odběr třetí. Na závěrném profilu jsou hodnoty všech kationtů v průběhu všech odběrů již pod hodnotou 4 mg/l.

Průběh koncentrací draselných a hořečnatých kationtů má velmi podobný trend v jednotlivých odběrech. Nevykazuje žádné markantní nárůsty a výkyvy. V prvním odběru se hodnoty pod pramenem a na závěrném profilu pohybují od 5,34 mg/l K^+ do 1,10 mg/l K^+ a u Mg^{2+} jsou to hodnoty 3,35 mg/l a 0,77 mg/l. Stejný průběh trendu je i při druhém a třetím odběru, kdy hodnoty koncentrace klesají směrem od pramene k závěrnému profilu.

Nejvyšší hodnoty byly naměřeny na Horském potoce a to u Ca^{2+} . Na Horském potoce v prvním odběru 17,52 mg/l. Zde, na této lokalitě, se postupně s dalším měřením koncentrace vápenatého kationtu snižovaly a to z hodnoty 14,35 mg/l ve druhém odběru na 11,67 mg/l. Stejný klesající trend vykazuje i třetí říjnový odběr (z 9,05 mg/l na 7,72 mg/l).

Na Horském potoce pod oblastí HT – 5 způsobují nárůst kationtů, patrně vody z nalezených zdrojů znečištění. Jedná se o levostranný přítok HL – 9, na kterém byly naměřeny hodnoty v prvním odběru: 34,24 mg/l Na^+ , 20,80 mg/l K^+ , 24,16 mg/l Mg^{2+} a 3,84 mg/l Ca^{2+} . V odběru druhém 13,81 mg/l, 8,89 mg/l, 2,88 mg/l a 15,28 mg/l a v odběru třetím 17,59 mg/l, 10,80 mg/l, 3,76 mg/l a 15,15 mg/l.

5.2.3 Mlýnský potok

Během období sledování, ve srovnání s Horským a Bukovým potokem, byly vyšší hodnoty koncentrace Mg^{2+} , Na^+ a K^+ naměřeny ve vodě Mlýnského potoka (Obrázek č. 5) (Procházka et al. 2008b).

Toto se ne úplně potvrdilo, neboť hodnoty Mg^{2+} , Na^+ se na Horském a Mlýnském potoce pohybovaly poměrně vyrovnaně kolem 2 – 3 mg/l. Na Bukovém potoce byly hodnoty koncentrace daleko nižší. Mg^{2+} od 0,79 mg/l do 0,47 mg/l a Na^+ 3,65 mg/l do 2,65 mg/l.

Oproti tomu hodnoty koncentrací K^+ byly nejvyšší naměřeny na Horském potoce a to 7,95 mg/l.

Na této lokalitě jsou trendy průběhů základních kationtů vyrovnané. Nenastávají zde výkyvy velké rozdíly mezi jednotlivými odběry. Nejvyšší naměřené koncentrace na Mlýnském potoce byly u vápenatého iontu v lokalitě MT – 5 pod pramenem v prvním odběru a to 11,31 mg/l, v odběru druhém a třetím se pak koncentrace snižovaly na 11,15 mg/l a 9,05 mg/l.

Na závěrném profilu byly hodnoty koncentrace v prvním, druhém a třetím odběru 6,79 mg/l, 8,75 mg/l a 7,72 mg/l.

Na^+ , K^+ a Mg^{2+} , měly téměř konstantní průběh (Obrázek č. 5) ve všech dobách odběru a neprokazovaly žádné větší kolísání v průběhu roku či toku.

Na Mlýnském potoce mohou způsobit potenciální nárůst kationtů, patrně vody z nalezených zdrojů znečistění. Jedná se o přítok ML – 4. Zde byly naměřeny maximální hodnoty koncentrací těchto kationtů: Na^+ 7,47 mg/l, K^+ 1,85 mg/l, Mg^{2+} 20,0 mg/l a Ca^{2+} 3,48 mg/l.

Dalším zdrojem zvýšených koncentrací může být drenážní voda svedená do hlavního toku Mlýnského potoka (Foto č. 17, Příloha 5A). Jedním z dalších faktorů ovlivňujících kvalitu vody především na Mlýnském potoce je i fakt, že se pastviny kolem používají k chovu dobytka.

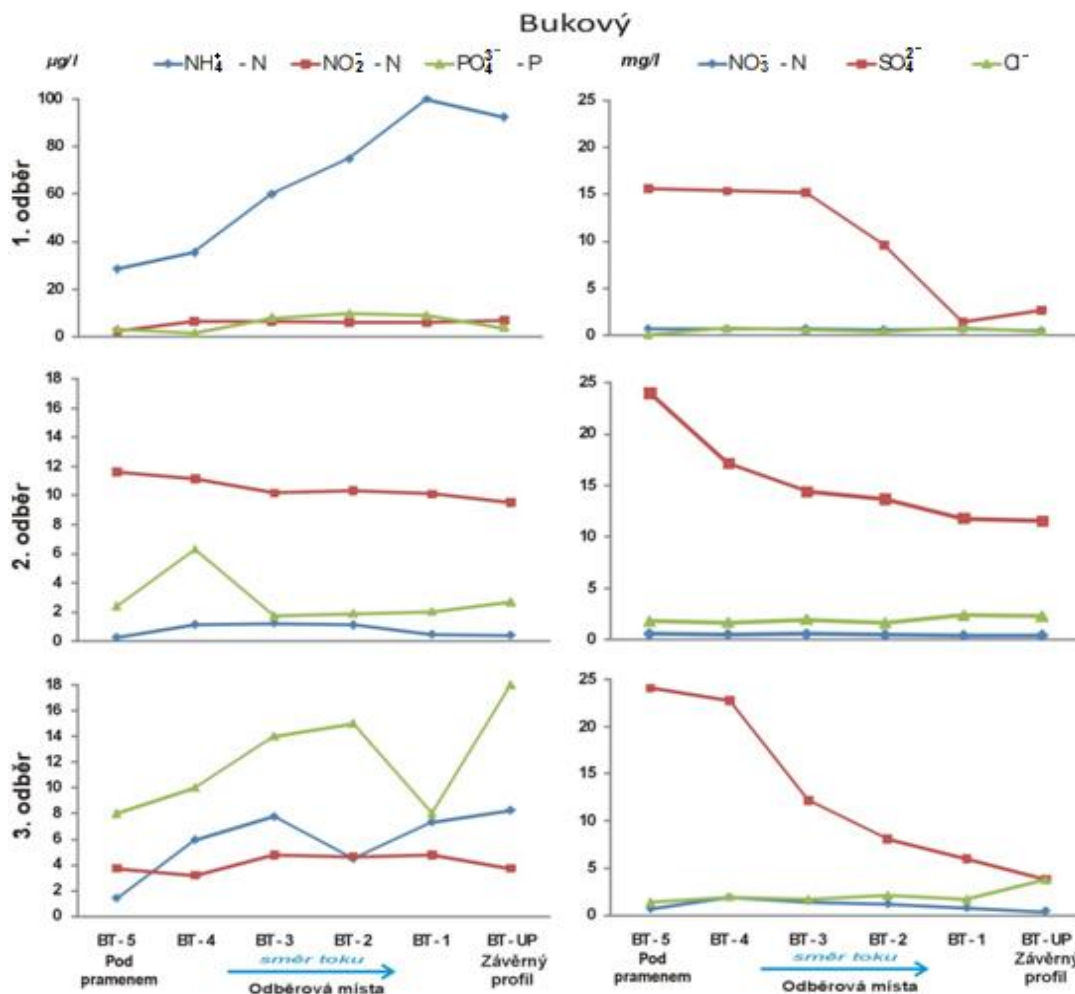
5.3 Koncentrace vybraných aniontů

Koncentrace dusičnanového dusíku ve srážkách ve studované oblasti se za posledních deset let mírně zvýšila, naproti tomu koncentrace dusičnanového dusíku v odtékající vodě Mlýnského potoka evidentně klesá, u Horského a Bukového potoka zůstává stabilní. Přesto jsou koncentrace v Mlýnském potoce několikrát vyšší než v Horském a Bukovém (Procházka a kol. 2008a).

Podobně dle Procházky (2008b) klesají v posledních letech v potocích i koncentrace síranů a alkalita (HCO_3^-), nepatrně potom chloridy a fosforečnanový fosfor. To přisuzuje snížením dálkových přenosů látek (emisí) a absencí hnojení minerálními hnojivy po roce 1989. Vyšší průměrné koncentrace aniontů na odtoku z Mlýnského potoka dává do souvislosti se systematickým odvodněním pastvin a předpokládanou mineralizací půdního profilu, současně však také s pastvou dobytka a s tím spojenou destrukcí vegetačního pokryvu žírem a sešlapem.

5.3.1 Bukový potok

Obrázek č. 6: Vybrané anionty Bukového potoka



Koncentrace dusičnanového a chloridového iontu na lokalitě Bukový potok měly v průběhu sledovaného období klesající tendenci ve směru od pramene k závěrnému profilu (Obrázek č. 6). Stejně jako dle Procházky (2008b) byly chloridy pozoruhodně konstantní v průběhu všech třech odběrů.

Nejvýrazněji se projevily sírany, kdy nejvyšší naměřené hodnoty byly ve druhém a třetím odběru a to na lokalitě BT – 5 pod pramenem. Nejednalo se však o markantní nárůst koncentrace tohoto iontu. V prvním, druhém a třetím odběru bylo naměřeno 15,60 mg/l, 23,97 mg/l a 24,05 mg/l. Z toho vyplývá, že v průběhu roku 2009 mají sírany na Bukovém potoce tendenci vzrůstat.

Fosforečnanový fosfor se během roku na Bukovém potoce nijak zvlášť neprojevilo. Jednalo se spíše o konstantní průběh. V prvním odběru byla nejvyšší

dosažená hodnota na 9,66 µg/l. Ve druhém a třetím odběru byla sice o něco vyšší (6,27 µg/l a 18,0 µg/l), ale nejednalo se o markantní navýšení hodnot koncentrace.

Amoniakální dusík vykázal největší nárůst v prvním odběru a to 99,7 µg/l v lokalitě BT – 1. Toto mohl způsobit některý přítok do Bukového potoka nebo vzniklý nárůst má za příčinu samo roční období. Tento odběr se uskutečnil 12. 5. 2009, tedy v období květu jehličnanů a pyl stromů, který se dostal se srážkami do toku, mohl zvýšit koncentraci amoniakálního dusíku.

Tyto anionty však nijak nepřekračují hodnoty koncentrací pro obecné požadavky z nařízení vlády Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ze dne 29. ledna 2003 O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

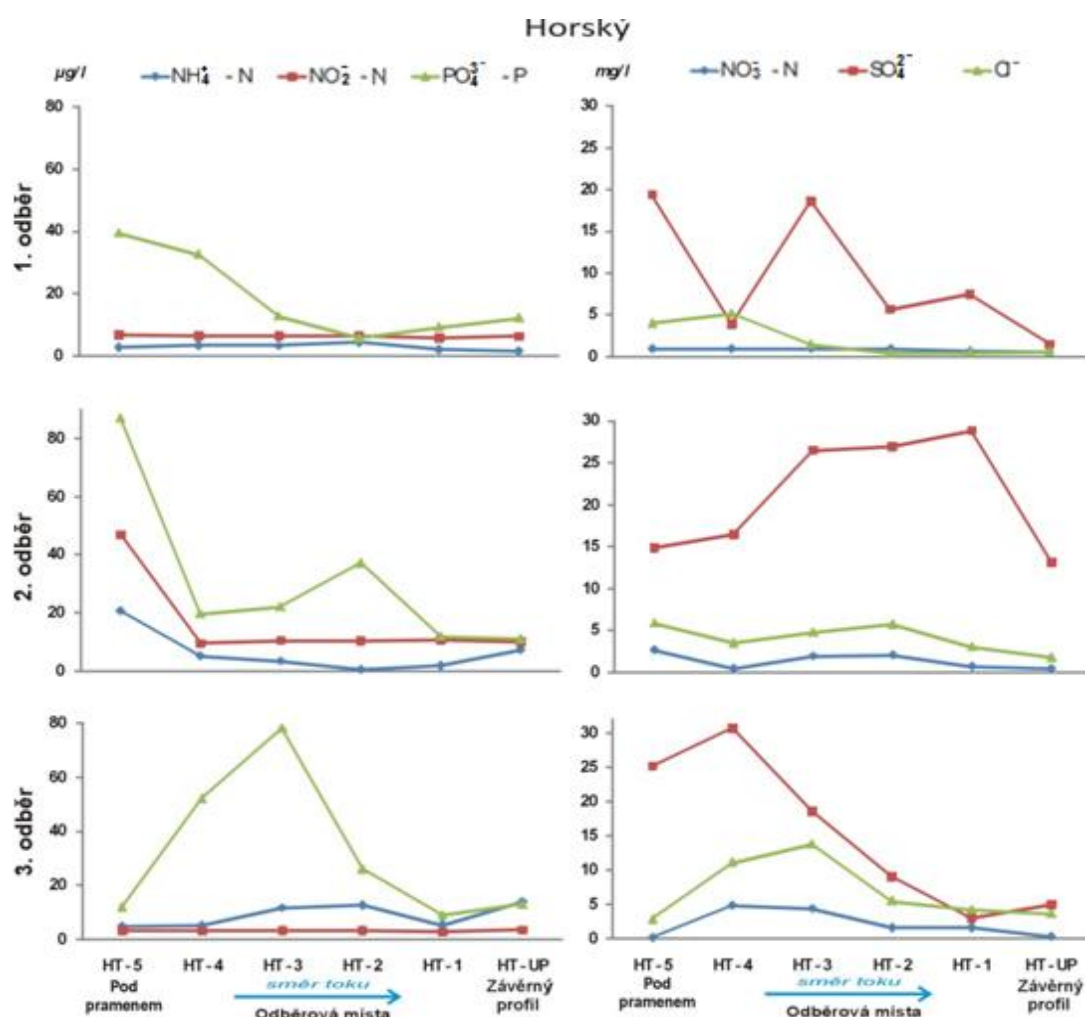
Toto se předpokládalo, protože jak uvádí Procházka (et al., 2001), pokrývá lokalitu Bukového potoka z 95% sekundární les s převahou smrku a neprobíhá tu žádná forma intenzivního hospodaření.

5.3.2 Horský potok

Jak uvádí Procházka (2008b), byla lokalita Horský potok výraznější na koncentrace některých aniontů. Fosforečnanový iont dosáhl na závěrném profilu na hodnotu 39,35 µg/l. 11,07 µg/l bylo naměřeno při druhém odběru a při třetím odběru se hodnota koncentrace dostala k 13,0 µg/l.

V průběhu sledovaného období se na lokalitě HT – 5 pod pramenem objevila ve druhém odběru zvýšená koncentrace fosforečnanového iontu 87,0 µg/l. Toto je nejvyšší naměřená hodnota ze všech. Zde se patrně projevila zvýšená sezónní turistická aktivita a to především v létě, kdy jsou rekreace v největším proudu.

Obrázek č. 7: Vybrané anionty Horského potoka



Amoniakální a dusitanový dusík mají více méně konstantní průběh, jen v období druhého odběru (21. 7. 2009) se opět projeví zvýšené koncentrace v lokalitě pod pramenem $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 20,65 $\mu\text{g/l}$ a $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 46,90 $\mu\text{g/l}$.

Tuto část toku ovlivňuje přítok HL – 9 (Mapa č. 3, Příloha M3), který s sebou patrně přináší znečišťující látky z blízké vesnice Svatý Tomáš ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 955,09 $\mu\text{g/l}$ a $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 17,24 $\mu\text{g/l}$).

Hodnoty koncentrací síranů a chloridů nejvyšších hodnot dosáhly při třetím odběru 21. 10. 2009 30,66 mg/l u síranů a 13,71 mg/l u chloridů. Nejnížší pak byly 12. 5. 2009 při odběru prvním a to 19,39 mg/l u síranů a 5,16 mg/l u chloridů. Směrem k závěrnému profilu koncentrace klesaly u obou iontů.

Dusičnanový dusík nabyl opět nejvyšší koncentrace ve druhém odběru na lokalitě HT – 5 pod pramenem. Hodnota koncentrace se pohybovala na 2,66 mg/l .

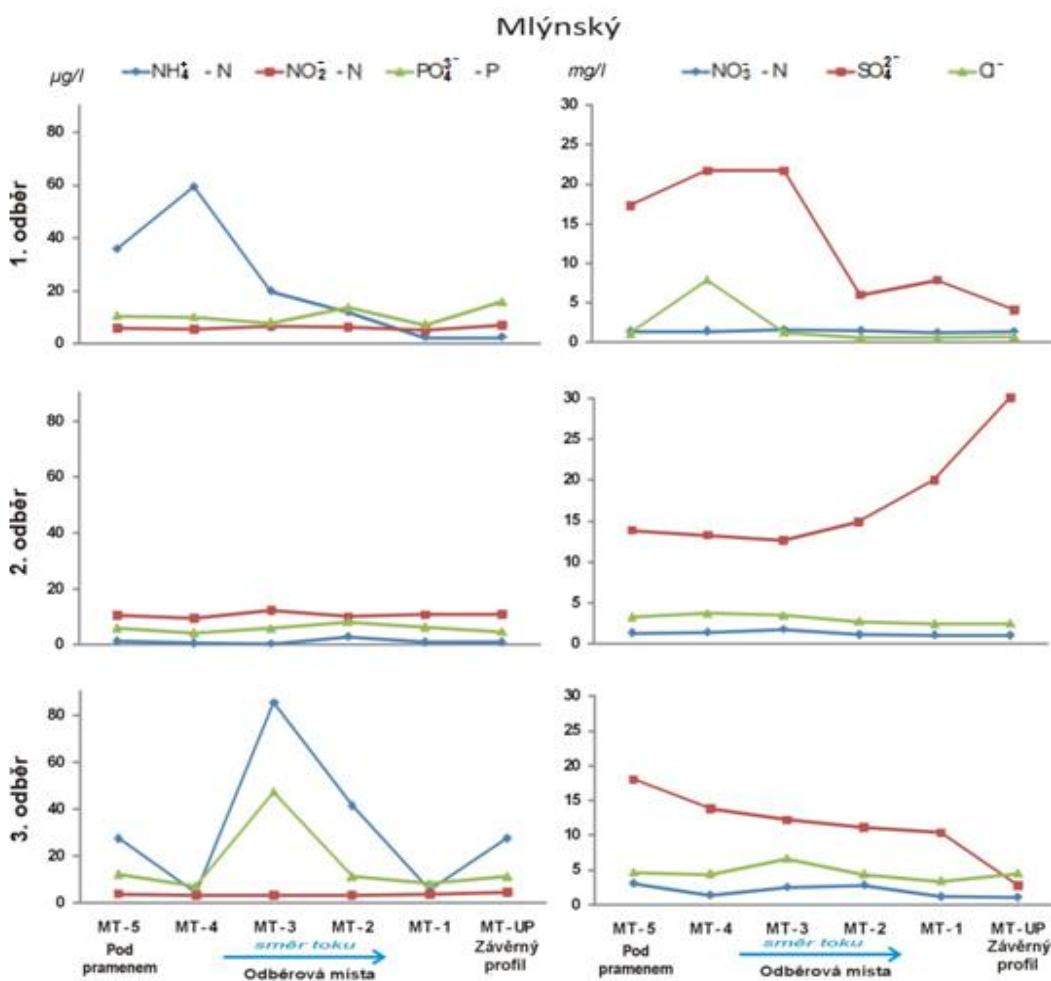
Jinak má průběh koncentrací dusičnanového iontu klesající trend v průběhu roku i vzhledem k odběrovým místům.

Maximální hodnoty koncentrace byly naměřeny na lokalitách HL – 8 a to hlavně u $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (1265,9 $\mu\text{g/l}$), HL – 5 (872,0 $\mu\text{g/l}$) a HL – 9 (750,06 $\mu\text{g/l}$) v prvním odběru. Při druhém a třetím odběru z těchto drobných přítoků voda do hlavního toku nepřitékala.

Ve druhém a třetím odběru to byla lokalita HL – 9, kde byla maxima koncentrací $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ 939,49 $\mu\text{g/l}$ a 136,0 $\mu\text{g/l}$. Další maxima se projevila na levostranném přítoku HL – 9 u amoniakálního dusíku a to v prvním a třetím odběru (955,09 $\mu\text{g/l}$ a 6973,0 $\mu\text{g/l}$).

5.3.3 Mlýnský potok

Obrázek č. 8: Vybrané anionty Mlýnského potoka



Zatím co dusitanový dusík nevykazuje v průběhu sledování žádné větší výkyvy, tak u fosforečnanového fosforu je průběh koncentrací následující: na závěrném profilu v prvním odběru bylo naměřeno 15,84 $\mu\text{g/l}$, ve druhém odběru 4,74 $\mu\text{g/l}$ a ve třetím 11,0 $\mu\text{g/l}$.

Zde na lokalitě MT – 3 se projevila zvýšená koncentrace. To se patrně projevil vliv přítoku ML – 4 (Mapa č. 2, Příloha M2). Fosforečnanový iont se zde dostal na hodnotu 47,0 $\mu\text{g/l}$. Stejný rostoucí trend prokázal i amoniakální dusík kdy se vyšplhala hodnota koncentrace k 85,24 $\mu\text{g/l}$.

Na Mlýnském potoce se projevily i rostoucí hodnoty síranů. V prvním odběru byla nejvyšší hodnota naměřena na lokalitě MT – 3 a měla hodnotu 21,70 mg/l . Druhá nejvyšší hodnota byla naměřena při druhém odběru 29,99 mg/l , ale na závěrném profilu. Ve směru od lokality pod pramenem k závěrnému profilu hodnoty koncentrací síranů vzrůstaly. Toto mohlo být zapříčiněno některou z drenáží, která je vyvedena do toku Mlýnského potoka.

Dusičnanový dusík a chloridy na této lokalitě nevykazovaly extrémní nárůsty či výkyvy v průběhu roku. Mají klesající respektive konstantní průběh.

5.4 Identifikace bodových zdrojů znečištění

Již v průběhu terénního šetření spojeného s odběrem vzorků a měřením vodivosti byly zjištěny některé přítoky se zvýšenou koncentrací rozpuštěných látek ve vodě.

Zatímco na Bukovém potoce, jak se předpokládalo, se tyto přítoky víceméně nevyskytovaly, na Horském potoce se poměrně nečekaně, zato výrazně, projevily hned v pramenné oblasti. Na Mlýnském potoce se vyšší koncentrace rozpuštěných látek ve vodě vyskytovaly dle předpokladu po celém povodí.

5.4.1 Bukový potok

Na této lokalitě (Mapa č. 3, Příloha M3) se potvrdily předpoklady, že se zde, vzhledem k výhradně lesnatému prostředí povodí Bukového potoka, nebudou vyskytovat žádné zdroje znečištění.

Toto se potvrdilo i v průběhu měření jednotlivých parametrů. Jejich hodnoty jsou v této lokalitě velmi nízké. Například vodivost se zde v průměru pohybuje od 23,8 μS do 30,3 μS . Hodnoty kationtů a aniontů jsou zde poměrně vyrovnané a nevykazují markantní výkyvy. Žádný přítok se v koncentracích výrazně nelišil od hlavního toku a dlouhodobého průměru.

Jedinou výjimku tvořily koncentrace amoniakálního dusíku, kdy při prvním jarním odběru byly koncentrace výrazně nižší na většině odběrových míst ve srovnání s povodími Mlýnským i Horským. To může mít souvislost s dobou kvetení smrku ztepilého, kdy se s velkým množstvím pylu dostává do odtékající vody i zmíněný dusík.

5.4.2 Horský potok

V průběhu měření vodivosti na Horském potoce poměrně nízké hodnoty v dolní části povodí (30 – 50 μS) poměrně výrazně stoupaly směrem k pramenné oblasti, zejména při prvním odběru (Graf č. 5). V horní části povodí byl také identifikován levostranný přítok HL - 9, (Mapa 3, Příloha M3) s jednoznačně nejvyšší hodnotou vodivosti v prvním odběru 173,0 μS , ve druhém odběru 192,1 μS a v odběru třetím 201,0 μS (Tabulka č. 71, 74 a 77, Příloha 28).

Tento přítok (Foto č. 6, Příloha 2A) se stal vůbec nejvíce zatíženou vodotečí ze všech tří povodí. Ač se to podle výsledků dlouhodobého měření na závěrném profilu (Procházka a kol 2008) nepředpokládalo, významně se zde projevil vliv části obce Svatý Tomáš. Tomu odpovídají i zvýšené koncentrace dalších sledovaných parametrů: NH_4^+ - N 955,09 $\mu\text{g/l}$, PO_4^{3-} - P 750,06 $\mu\text{g/l}$ v prvním odběru. Ve druhém a třetím odběru to byly hodnoty koncentrace u PO_4^{3-} - P 939,49 $\mu\text{g/l}$, 136,0 $\mu\text{g/l}$.

Amoniakální dusík se projevil hlavně ve třetím odběru a to hodnotou koncentrace 6973,0 µg/l.

Amoniakální dusík, dusitanový dusík a fosforečnanový fosfor vykazují nárůst hlavně v lokalitě HT – 5 v druhém odběru pod pramenem (Obrázek č. 7). Amoniakální dusík byl na hodnotě koncentrace 20,65 µg/l, dusitanový dusík 46,90 µg/l a fosforečnanový iont vykazoval hodnotu 87,0 µg/l.

Právě tyto nárůsty na této lokalitě jsou způsobeny již zmiňovaným přítokem HL – 9 (Tabulka č. 11, 14 a 17, Příloha 4, 5 a 6). Zde se koncentrace amoniakálního dusíku v prvním a třetím odběru dostaly na hodnotu: 955,0 µg/l a 6973,0 µg/l, koncentrace dusitanového dusíku: 17,24 µg/l a 8,75 µg/l a fosforečnanového fosforu: 750,06 µg/l a 136,0 µg/l.

Ve vztahu k závěrnému profilu mají všechny ionty klesající ráz. Amoniakální dusík 7,33 µg/l, dusitanový dusík 9,99 µg/l a fosforečnanový iont 11,07 µg/l.

Nejlépe znázorňuje projevy přítoku HL – 9 na Horském potoce ve druhém odběru obrázek č. 1. Zde byly nejvyšší hodnoty naměřeny právě v lokalitě HT – 5 pod pramenem. Pro Mg^{2+} : 2,59 mg/l, Na^{+} : 4,58 mg/l, K^{+} : 7,95 mg/l a Ca^{2+} : 14,35 mg/l.

I přes tento významný zdroj vysokých koncentrací jsou hodnoty na závěrném profilu modelového povodí několikrát nižší. Mg^{2+} : 0,79 mg/l, Na^{+} : 2,64 mg/l, K^{+} : 1,08 mg/l a Ca^{2+} : 3,60 mg/l. Z povodí tak odtéká voda s parametry odpovídajícími vodě z horských potoků.

5.4.3 Mlýnský potok

Velká část povodí Mlýnského potoka je protkána bohatým drenážním systémem (Procházka et al., 1999), a tak prakticky všechny přítoky Mlýnského potoka tvoří zaústění drenáží do toku (Foto č. 17, Příloha 5A).

Lokalita s nejvyšší naměřenou vodivostí byl levostranný přítok (Foto č. 10, Příloha 3A) v horní části povodí, v mapě označen jako ML – 4 (Tabulka č. 3, 6 a 9, Příloha 1, 2 a 3). Byla zde naměřena vodivost v prvním, druhém a třetím odběru na

závěrném profilu: 151,9 μS , 149,5 μS a 133,3 μS (Tabulka č. 30, 33 a 36, Příloha 28). Na závěrném profilu byly naměřeny vodivosti 74,9 μS , 73,9 μS a 89,2 μS .

Na místech, kde byla naměřena zvýšená hodnota vodivosti, se projeví i vyšší koncentrace u dusičnanového dusíku a u síranů. V prvním odběru 1,59 mg/l a 21,70 mg/l, ve druhém odběru 1,77 mg/l a 12,66 mg/l a v odběru třetím byly koncentrace 2,47 mg/l a 12,20 mg/l.

Dalším místem s vyšší koncentrací látek je oblast hlavního toku označena jako MT – 5 (Mapa č. 2, Příloha M2), (Tabulka č. 63, 66 a 69, Příloha 25, 26 a 27).

Toto je lokalita nedaleko od obce Pasečná v pramenné oblasti Mlýnského potoka (Foto č. 7, Příloha 3A), která je podmáčená. Zde byla naměřena v prvním, druhém a třetím odběru konduktivita 93,0 μS , 92,6 μS a 123,5 μS .

Tomu odpovídají i zvýšené hodnoty některých iontů: síranů hlavně ve třetím odběru 18,0 mg/l a amoniakálního dusíku ve třetím odběru 27,24 $\mu\text{g/l}$.

Dusičnanový dusík se v prvním a druhém odběru na Lokalitě Mlýnský potok pohyboval konstantně. Od pramene 1,36 mg/l po závěrný profil 1,33 mg/l v prvním a 1,35 mg/l a 1,05 mg/l.

Ve třetím odběru již dochází k nárůstu koncentrace dusičnanového dusíku. Na lokalitě pod pramenem je hodnota 3,0 mg/l, která je zároveň nejvyšší v celém průběhu sledování. Na uzávěrovém profilu je už koncentrace nižší a to na 1,04 mg/l.

Fosforečnanový fosfor se nejvíce projevil v lokalitě MT – 5 (12,0 $\mu\text{g/l}$) a MT – 3 (47,0 $\mu\text{g/l}$) a to hlavně ve třetím odběru. To koresponduje i se zaznamenanými zvýšenými vodivostmi.

Lokalita MT – 3 je exponovaná z přítoku ML – 4. Na této lokalitě také byly hodnoty sodných a vápenatých kationtů nejvyšší na celém toku a to ve všech odběrech. Na^+ : 4,90 mg/l, 5,05 mg/l a 5,07 mg/l. Ca^{2+} : 2,01 mg/l, 11,15 mg/l a 9,05 mg/l.

5.5 Porovnání naměřených hodnot s dlouhodobým sledováním

Procházka (2008a) ve své práci uvádí, že v průběhu let 1999 – 2006 byly nejvyšší hodnoty naměřeny na závěrných profilech povodí na Mlýnském potoce, koncentrace látek na Horském potoce o poznání nižší, zpravidla nejnižší byly vždy na Bukovém potoce.

Výsledky sledování z roku 2009 uvedené v tabulce č. 79 tomuto zcela neodpovídají, protože jsou zde zahrnuty všechny přítoky v povodí, které se v dlouhodobém sledování (Procházka a kol 2008a, b, 2009) nehodnotí.

Tab. č. 79: Základní statistika chemismu ze všech odběrů v sezoně 2009

Ukazatele		Bukový potok			Horský potok			Mlýnský potok		
		n	x	SD	n	x	SD	n	x	SD
Na⁺	mg/l	38	3,15	0,42	33	5,68	6,72	42	4,28	0,88
K⁺	mg/l	38	0,51	0,18	33	3,74	4,33	42	1,47	0,57
Mg²⁺	mg/l	38	1,80	1,31	33	4,71	5,38	42	6,10	4,28
Ca²⁺	mg/l	38	1,73	1,11	33	4,93	5,19	42	5,07	4,36
Fe³⁺	mg/l	38	0,21	0,13	33	0,14	0,16	42	0,23	0,22
Mn²⁺	mg/l	38	0,15	0,38	33	0,09	0,23	42	0,11	0,30
Zn²⁺	mg/l	38	0,04	0,08	33	0,03	0,05	42	0,02	0,05
NH₄⁺-N	μg/l	38	37,26	41,21	33	248,52	1218,4	42	26,94	37,90
NO₂⁻-N	μg/l	38	6,24	2,54	33	10,60	13,19	42	7,36	5,40
NO₃⁻-N	mg/l	38	0,74	0,52	33	3,12	5,59	42	1,39	0,67
PO₄³⁻-P	μg/l	38	7,47	6,60	33	138,84	317,19	42	13,04	10,61
SO₄²⁻	mg/l	38	13,29	9,12	33	14,50	8,83	42	12,80	7,19
Cl⁻	mg/l	38	1,38	0,86	33	6,03	10,16	42	2,24	2,09
Vodivost	μS/cm	38	28,96	5,75	33	75,61	52,37	42	83,98	23,34

n – Počet odběrů, x – Aritmetický průměr, SD – Směrodatná odchylka

Procházka (2009) uvádí, že dlouhodobý průměr dusičnanů je na Bukovém potoce 1,40 mg/l. V sezoně 2009 je průměrná hodnota koncentrace 3,28 mg/l. Tato

koncentrace je tedy nad hodnotou dlouhodobého průměru. U chloridů se projevil nepatrný nárůst koncentrace oproti dlouhodobému průměru o 0,52 mg/l, kdy v letech 1999 – 2006 (Procházka, 2009) byla průměrná hodnota koncentrace chloridů 0,86 mg/l a v sezoně 2009 byla průměrná hodnota 1,38 mg/l.

Ve sledovaném období roku 2009 byly hodnoty dusičnanů na Horském potoce 13,81 mg/l a chloridů 6,03 mg/l. Dle Procházky (2009) se hodnoty koncentrace chloridů pohybovaly na 1,01 mg/l a dusičnanů na 2,01 mg/l. Vzhledem k základní statistice chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2006 (Procházka 2009) vzrostly hodnoty koncentrace na Horském potoce u chloridů a dusičnanů o 5,02 mg/l a 11,8 mg/l.

Na Mlýnském potoce se hodnoty koncentrace dusičnanů v sezoně 2009 dostaly na 6,15 mg/l. Dlouhodobý průměr dle Procházky (2009) byl 7,39 mg/l.

Zde se tedy osvědčilo tvrzení Pittera, 1999, že dusičnany jsou v minerálech obsaženy jen velmi zřídka. Zdrojem jsou zemědělsky obhospodařované půdy. V přírodních vodách se koncentrace dusičnanů mění také v závislosti na vegetačním období. Maxima a minima závisí rovněž na způsobu obdělávání půdy.

Toto se uplatňuje ke konci pastevního období 21. října ve 3. odběru, kdy byly hodnoty koncentrace dusičnanů nejvyšší právě na Mlýnském potoce a dosahovaly až ke 13,28 mg/l.

Na Bukovém, Horském a Mlýnském potoce se průměrné hodnoty síranů za sezonu 2009 pohybovaly takto: 13,29 mg/l, 14,50 mg/l a 12,80 mg/l. Dle Procházky (2009) byly hodnoty koncentrace síranů 11,3 mg/l na Bukovém, 11,2 mg/l na Horském a 13,6 mg/l na Mlýnském potoce.

Průměrné koncentrace fosforečnanů se výrazně měnily mezi jednotlivými potoky. V průběhu sezony 2009 byly zjištěny hodnoty průměrné koncentrace na Bukovém, Horském a Mlýnském potoce 22,91 µg/l, 425,76 µg/l a 39,99 µg/l.

Celkově byl v průměru za vegetační období 2009 nejvýraznější Horský potok, který měl v některých parametrech, především díky bodovým zdrojům znečištění s vysokými koncentracemi látek v pramenné oblasti ve sledovaných aniontech, vyšší hodnoty než Mlýnský potok.

Obrázek č. 9: Základní statistika chemismu odtékající vody na závěrných profilech, rozdílnost mezi povodími v období let 1999 – 2007 (v mg.l⁻¹, vodivost v μS.cm⁻¹, ostatní v mg/l) (Procházka a kol., 2009)

Parameter	Precipitation			Mlýnský			Horský			Bukový			ANOVA F, P
	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD	
Conductivity	327	32.4	21.0	128	90.9	16.8	130	42.7	7.5	128	36.0	4.2	973.52***
pH	337	5.31	0.6	135	6.38	0.3	135	6.09	0.4	134	6.06	0.6	20.65***
Alkalinity	303	0.18	0.1	134	0.46	0.1	133	0.20	0.1	130	0.15	0.1	282.72***
NO ₃ ⁻	331	2.03	1.6	135	7.39	2.7	133	2.01	1.1	133	1.40	0.5	374.13***
Ca ²⁺	336	0.98	1.2	125	7.75	2.4	126	3.20	1.4	125	2.36	0.7	379.46***
Mg ²⁺	335	0.22	0.4	126	1.62	0.5	126	0.88	0.5	126	0.67	0.3	162.53***
Na ⁺	336	0.43	0.4	125	3.76	1.1	126	1.71	0.9	126	2.78	0.9	45.47***
K ⁺	335	0.63	0.6	125	1.61	0.3	126	1.07	0.3	126	0.58	0.4	233.28***
NH ₄ ⁺	331	0.87	1.4	125	0.04	0.1	136	0.03	0.1	136	0.03	0.1	1.62 n.s.
Cl ⁻	332	1.11	2.1	135	1.66	1.1	136	1.01	0.6	134	0.86	0.5	33.60***
SO ₄ ²⁻	310	6.10	6.0	134	13.6	6.7	134	11.2	6.4	132	11.3	7.5	5.38**

N – Number of cases; \bar{x} – mean; SD – standard deviation; *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001; n.s. – not significant; degrees of freedom = 2 in each cases; one-way ANOVA was computed for streams only

V rámci porovnání dlouhodobého sledování s vlastním měřením v průběhu sezóny 2009 lze konstatovat, že průměrné hodnoty ze sezónního sledování všech přítoků v povodí Bukového potoka odpovídají hodnotám z dlouhodobého monitoringu. Podobně je tomu i na Mlýnském povodí, jen s evidentně vyššími hodnotami koncentrací. Poměrně velké rozdíly jsou v průměrných hodnotách v povodí Horského potoka, kde sezónní průměr z roku 2009 výrazně zvyšují koncentrace z přítoků v pramenné oblasti (viz. kapitola 5.4.2 Horský potok.)

5.6 Zhodnocení aktuálního stavu a návrh možných opatření pro zlepšení

Cílem práce bylo zmapovat přítoky jednotlivých potoků a najít bodové zdroje znečištění. Pitter 1999 uvádí, že bodovým znečištěním se rozumí zdroj, ze kterého je znečištění do vodního útvaru přiváděno soustředěně a je možné zjišťovat jeho kvalitu i kvantitu, např. odpadní vody z městských čistíren a přímé vstupy průmyslové, městské a dešťové kanalizace do toků.

Vzhledem k dlouhodobým výsledkům chemismu vody na závěrných profilech Bukového, Horského a Mlýnského potoka (Procházka a kol. 2008a, b) nedochází k překročení parametrů pro obecné požadavky z Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ze dne 29. ledna 2003.

Lze tedy konstatovat, že voda odtékající ze všech tří povodí závěrným profilem vyhovuje platným normám a nepůsobí znečišťujícím faktorem pro okolní krajinu. V případě bodových zdrojů v rámci jednotlivých povodí situace tak jednoznačná již není.

5.6.1 Bukový potok

Na Bukovém potoce se dle předpokladu nepodařilo během vegetační sezóny 2009 nalézt přítoky, které by přinášely znečišťující látky do toku tohoto potoka.

Už naměřená průměrná vodivost ze tří odběrových období (30,3 μS , 28,7 μS , 23,8 μS) ukazuje na velmi dobrou kvalitu povrchové vody. Povodí je navíc zcela zalesněno, a tak jediným možným zdrojem znečištění by zde mohly být důsledky nešetrného lesnického hospodaření spojené se zvýšenou těžbou a nešetrným využíváním lesních cest a místních komunikací. To vše se však v průběhu měření neuskutečnilo, proto lze konstatovat, že povodí Bukového potoka nemá žádné zdroje bodového znečištění povrchových vod.

Jako vhodné doporučení zde, lze však připomenout průběžný monitoring, který by mohl včas podchytit některý z výše uvedených možných jevů.

5.6.2 Horský potok

Na Horském potoce nebyl na základě dlouhodobého měření na závěrném profilu předpoklad pro výskyt bodových zdrojů znečištění. Větší část území je pokryta lesem, potok protéká i přes mokřady a menší louky, ty jsou koseny jednou až dvakrát ročně, na horní hraně povodí je část obce Svatý Tomáš. A právě zřejmě skutečnosti spojené s provozem obce zejména v letní turistické sezóně mají za

následek zvýšené koncentrace látek v povrchových vodách pramenné oblasti Horského potoka. V levostranném přítoku potoka HL – 9 (Foto č. 6, Příloha 2A) pod zmiňovanou obcí byly dokonce naměřeny nejvyšší hodnoty ze všech tří povodí (6973,0 $\mu\text{g/l NH}_4^+ - \text{N}$, 939,49 $\mu\text{g/l PO}_4^{3-} - \text{P}$ a vodivost 201,0 μS).

Díky tomu, že potok následně protéká zčásti lesním porostem a zčásti mokřady v dolní části povodí, dojde k tomu, že se zvýšené koncentrace látek sníží natolik, že sledované povodí opouští v podstatě opět „čistá voda“. Má tedy schopnost zbavit se přirozenými procesy znečištění ve vodě (Chapman 1996).

Jako vhodné opatření pro snížení zatížení toku znečišťujícími látkami se zde logicky nabízí důsledná kontrola a čištění odpadních vod v oblasti sídelních struktur. Výhodou v případě Horského potoka je, i díky nízké hustotě osídlení, ten fakt, že v rámci sledovaného povodí tuto funkci částečně přebírá les a mokřad.

Je nutné konstatovat, že projev znečištění pramenné oblasti Horského potoka, přesahuje naměřené parametry pro obecné požadavky z Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ze dne 29. ledna 2003, O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Jednalo se hlavně o přítok HL – 9, kdy byly hodnoty amoniakálního dusíku v prvním a třetím odběru 955,09 $\mu\text{g/l}$ a 6973,0 $\mu\text{g/l}$ a obecné požadavky jsou podle Nařízení vlády 0,5 mg/l .

Stejně je tomu i u fosforečnanového fosforu a dusičnanového dusíku. Fosforečnanový fosfor, dosáhl svého maxima při prvním a druhém odběru 750,06 $\mu\text{g/l}$ a 939,49 $\mu\text{g/l}$. Obecné požadavky pro celkový fosfor je 0,20 mg/l .

Dusičnanový dusík měl naměřené hodnoty v prvním, druhém a třetím odběru: 21,18 mg/l , 8,56 mg/l a 23,39 mg/l . Obecné požadavky jsou 7 mg/l .

5.6.3 Mlýnský potok

Na Mlýnském povodí je kromě části obce Pasečná vybudována systematická odvodňovací drenáž a tudíž mnoho drenážních výustí (meliorační detail) do toku (Foto č. 17, Příloha 5A). Tudy se svádí voda z téměř celého povodí do toku. Z

porušeného drenážního systému někdy voda vyvěrá na povrch (Foto č. 16, Příloha 5A) a do potoka stéká po pastvinách povrchovým odtokem. V těchto místech je ohrazení pastvin často příliš blízko vody a dobytek, který sem chodí za vodou, zde rozšlapává půdu kolem hrazení (Foto č. 14, Příloha 5A). Společně s výkaly je místní destrukce vegetace sešlapem jedním z možných zdrojů znečištění vody v potoce. I Pitter (1999) udává, že na podmáčených pastvinách může docházet k vyplavování živin z půdy.

Nejvyšší koncentrace byly naměřeny na melioračním detailu ML – 4, který zřejmě odvádí vodu jak z části pastvin, tak i z části obce Pasečná (Foto č. 10, Příloha 3A). Odpovídají tomu i naměřené hodnoty PO_4^{3-} - P 23,0 $\mu\text{g/l}$, 22,74 mg/l SO_4^{2-} a 6,91 mg/l Cl. Tyto hodnoty nepřekračují obecné požadavky z Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ze dne 29. ledna 2003.

Opět se zde nabízí jako vhodné opatření důsledná kontrola čištění odpadních vod v oblasti sídel.

V případě pastvin se jedná o komplexnější řešení v rámci celého povodí. V okolí hlavního toku by bylo vhodné výrazně rozšířit pás bez pasení (posunout el. ohradník dále od potoka), který by sloužil jako nárazníkový pás před případnými splachy exkrementů a erozí rozšlapané půdy do potoka. Tento pás by se mohl nejlépe jednou do roka posekat pro získání píce pro dobytek na zimu.

Zamokřená místa v pastvinách by bylo vhodné z pastvy vyčlenit a oplotit, aby zde vlivem vyšších koncentrací stáda nedocházelo k rozšlapání půdy a vegetace.

S tím souvisí i častější přemísťování napáječek a příkrmovacích žlabů po pastvině.

Uvažovat by se dalo i o zaslepení některých drenáží, které zatěžují hlavní tok zvýšenými koncentracemi látek a zbytečně rychle odvádějí vodu z krajiny. Jde však o technicky a finančně náročné opatření, který i vzhledem k majetkoprávním vztahům (jak toku, tak okolních pozemků) nebude zřejmě ochoten nikdo realizovat. V neposlední řadě se zde dá opět doporučit kontinuální monitoring, který by mohl včas odhalit, případně dokumentovat, nežádoucí změnu stavu.

6. Závěr

Na příkladu třech modelových povodí Bukového, Horského a Mlýnského potoka bylo pomocí měření vodivosti a následných chemických analýz monitorováno bodové znečištění povrchových vod. Všechny tři potoky náleží do CHKO a BR Šumava i do oblasti CHOPAV.

V průběhu vegetační sezóny 2009 byly uskutečněny tři komplexní odběrové cykly. Již měřením vodivosti přímo v terénu bylo zjištěno několik lokalit s vyššími hodnotami, to bylo následně potvrzeno chemickým rozbořem pro vybrané ionty.

Získané výsledky byly diskutovány s dlouhodobým sledováním chemismu odtékající vody v rámci projektu Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích. Bylo konstatováno, že v povodí Bukového potoka se dlouhodobě nevyskytuje žádný zdroj bodového znečištění povrchových vod. V povodí Horského potoka se jedná o zdroj znečištění v pramenné oblasti pod obcí Svätý Tomáš, avšak v průběhu toku se vlivem dobré samočisticí schopnosti tento zdroj eliminuje. V povodí Mlýnského potoka jde o kombinaci plošného znečištění vlivem odvodnění pozemků a bodové až difúzní (dle Pittera 1999) zdroje z pastvy dobytka a zřejmě bodového znečištění spojeného s provozem obce Pasečná.

Na základě získaných poznatků byla v rámci této práce navržena opatření, která by mohla vést ke zlepšení současného stavu. Však, vzhledem k velmi nízké hustotě osídlení a zachovalé přírodě, se zde v průměru nejedná o koncentrace látek, které by převyšovaly běžné hodnoty v oblasti dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ze dne 29. ledna 2003. Úspěchem do budoucna by bylo, kdyby se současné průměrné hodnoty sledovaných parametrů na odtoku z povodí podařilo zachovat v podobné relaci. I z tohoto důvodu je v rozumné míře důležitý a potřebný kontinuální monitoring povrchových vod.

7. Seznam literárních zdrojů

- Anděra M., et al., 2003: *Šumava – příroda, historie, život*. Baset, Praha, 800 s.
- Blažek V., a kol., 2006: *Voda v České republice*. Consult Praha, 256s.
- Culek M., 1995: *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha, 589 s.
- Drkal F. a kol., 1997: *Ekologie a ochrana životního prostředí*. ČVUT, Praha, 120s.
- Ehrlich P., Ondr P., 2003: *Revitalizace krajiny*. České Budějovice, 45 s.
- FOSS, 2008: Analytical AB Sweden
- Gergel J., Benešová J., Březina K. B., Ehrlich P., 1999: *Revitalizace drobných vodních toků., Metodická pomůcka*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 88 s.
- Horáková M. akol., 2003: *Analytika vody., VŠCHT v Praze*, Praha, 335s.
- Chapman D., 1996: *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in enviromental monitoring*. E&FN Spon, an sprint of Chapman & Hall, Cambridge UK, 626 s.
- Janoušková J., 2005: *Přes hraniční hvozdy: Šumava*. Země světa., 4/2005, s. 16 - 18.
- Just T., et al., 2003: *Revitalizace vodního prostředí*. AOPAK ČR, Praha, 129 s.
- Klír J., 2005: *Ochrana vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů – pracovní metodika pro poradce a zemědělce*. Výzkumný ústav rostlinné výroby v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, Praha - Ruzyně, 57 s.
- Kvítek T., Tippl M., 2003: *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 10/2003, 47 s.
- Laws E. A., 1993: *Aquatic pollution*. J.Weley, N. York, 611s.
- Manahan S., 2005: *Environmental chemistry*. CRC Press, Boca Raton Florida, 783 s.
- Martan M., 2007: *Šumava-turistický průvodce*. Freitag&Berndt Praha a Kletr Plzeň, Plzeň, 160 s.
- Míchal I., 1994: *Ekologická stabilita*. Veronica, Praha, 275s.

MILCOM servis a.s. FIAstar™ systems [online]. Dostupné z: <http://www.milcom.cz/foss/fiastar.php>

Myslil V., et al., 1999: *Voda – Země – Život*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 87 s.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ze dne 29. ledna 2003 *O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech*

Pitter P., 1999: *Hydrochemie, VŠCHT Praha, 568s.*

Procházka J., Hakrová P., Pražáková D., Pecharová E. & Pokorný J., 1999: *Hodnocení revitalizace Mlýnského potoka I. úvodní studie*. Silva Gabreta, 3: 73.88.

Procházka J., Hakrová P., Pokorný J., Pecharová E., Hezina T., Wotavová K., Šíma M., Pechar L., 2001: *Vliv hospodaření na vegetaci a toky energie, vody a látek v malých povodích na Šumavě*. Silva Gabreta, 6: 199.224.

Procházka J., et al., 2008a: *Changes in Concentrations of Dissolved Solids in Precipitation and Discharged Water from Drained Pasture, Natural Wetland and Spruce Forest During 1999–2006 in Šumava Mountains, Czech Republic*. Springer, s. 39 – 51.

Procházka J., et al., 2008b: *Porovnání a dlouhodobý trend látkových toků tří malých povodí na Šumavě*. In Šír M., Tesař M., Lichner L. (eds.): *Hydrologie malého povodí 2008*. Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v.v.i. v Praze, Praha, s. 247-254.

Procházka J., Brom J., Pechar L. (2009): *The comparison of water and matter flows of three small catchments in the Šumava Mountains*. Soil and Water Research 4 (Special Issue 2): S75-S82.

Simon O. a kol., 2005: *Živel voda.*, Agentura Koniklec, Praha, 400s.

Směrnice rady 91/676/EHS ze dne 12. prosince 1991 o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů. Praha, 2002

Štamberová M., et al., 1998: *Vodní zdroje v České republice*. Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Brno, 89 s.

Štěpánová, Jana. *Ramsarská úmluva* [online]. AOPAK ČR: [29. 3. 2010]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=3258>

TECATOR: Application note no. AN 5201.

TECATOR: Application note no. AN 5220.

TECATOR: Application note no. AN 5240.

TECATOR: Application note no. AN 5256.

TECATOR: Application note no. ASTIN 42/92.

Valenta M., 2005: *Přírodní klenot: Šumava*. *Země světa.*, 4/2005, s. 5 – 7.

Voda nad zlato: Odborný časopis pro životní prostředí. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002. Vychází 4 až 6x ročně. ISSN 1213-3393.

Votýpka J., 2005: *Zelená střecha: Šumava*. *Země světa.*, 4/2005, s. 15 – 18.

Vrána K., Dostál T., Gergel J., 2004: *Revitalizace malých vodních toků*. Praha, 60 s.

8. Přílohy

Fotografické přílohy

Příloha 1A: Lokalita Bukový potok (Foto č. 1 - 3)

Příloha 2A: Lokalita Horský potok (Foto č. 4 - 6)

Příloha 3A: Lokalita Mlýnský potok (Foto č. 7 - 10)

Příloha 4A: Automatické měřicí stanice (Foto č. 11 – 13)

Příloha 5A: Znečišťující prvky (Foto č. 14 – 17)

Mapové přílohy

Příloha M1: Mapa povodí Mlýnského, Horského a Bukového potoka – letecký snímek (Mapa č. 1)

Příloha M2: Povodí Mlýnského potoka – odběrová místa (Mapa č. 2)

Příloha M3: Povodí Horského a Bukového potoka – odběrová místa (Mapa č. 3)

Tabelární přílohy

Příloha 1: Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)
(tab. č. 1 – 3)

Příloha 2: Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)
(tab. č. 4 – 6)

Příloha 3: Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)
(tab. č. 7 – 9)

Příloha 4: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)
(tab. č. 10 – 12)

Příloha 5: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)
(tab. č. 13 – 15)

Příloha 6: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)
(tab. č. 16 – 18)

Příloha 7: Koncentrace kationtů hlavních toků v jednotlivých lokalitách (1. odběr)
(tab. č. 19 – 21) – viz. příložené CD

Příloha 8: Koncentrace kationtů hlavních toků v jednotlivých lokalitách (2. odběr)
(tab. č. 22 – 24) – viz. příložené CD

Příloha 9: Koncentrace kationtů hlavních toků v jednotlivých lokalitách (3. odběr)
(tab. č. 25 – 27) – viz. příložené CD

Příloha 10: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)
(tab. č. 28 – 30)

Příloha 11: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)
(tab. č. 31 – 33)

Příloha 12: Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)
(tab. č. 34 – 36)

Příloha 13: Statistické charakteristiky kationtů jednotlivých lokalit (1. odběr)
(tab. č. 37 – 39) – viz. příložené CD

Příloha 14: Statistické charakteristiky kationtů jednotlivých lokalit (2. odběr)
(tab. č. 40 – 42) – viz. příložené CD

Příloha 15: Statistické charakteristiky kationtů jednotlivých lokalit (3. odběr)
(tab. č. 43 – 45) – viz. příložené CD

Příloha 16: Statistické charakteristiky aniontů jednotlivých lokalit (1. odběr)
(tab. č. 46 – 48) – viz. příložené CD

Příloha 17: Statistické charakteristiky aniontů jednotlivých lokalit (2. odběr)
(tab. č. 49 – 51) – viz. příložené CD

Příloha 18: Statistické charakteristiky aniontů jednotlivých lokalit (3. odběr)
(tab. č. 52 – 54) – viz. příložené CD

Příloha 19: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (1. odběr)
(tab. č. 55) – viz. příložené CD

Příloha 20: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (2. odběr)
(tab. č. 56) – viz. příložené CD

Příloha 21: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (3. odběr)
(tab. č. 57) – viz. příložené CD

Příloha 22: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (1. odběr)
(tab. č. 58) – viz. příložené CD

Příloha 23: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (2. odběr)
(tab. č. 59) – viz. příložené CD

Příloha 24: Porovnání statistických charakteristik jednotlivých lokalit (3. odběr)
(tab. č. 60) – viz. příložené CD

Příloha 25: Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (1. odběr)
(tab. č. 61 – 63)

Příloha 26: Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (2. odběr)
(tab. č. 64 – 66)

Příloha 27: Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (3. odběr)
(tab. č. 67 – 69)

Příloha 28: Vodivost v jednotlivých lokalitách (tab. č. 70 – 78)

Grafické přílohy

Příloha A: Průběhy vodivostí v hlavním toku při jednotlivých odběrech
(graf č. 1 - 3) – viz. příložené CD

Příloha 1

Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)

Tab. č. 1.: Kationty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 1)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
B09-05	2,98	0,42	2,36	0,61	0,19	0,00	0,02
BP - 1	3,17	0,52	4,72	0,95	0,09	1,08	0,03
BL - 1	3,98	0,43	3,41	0,89	0,23	0,09	0,03
BL - 2	3,04	0,41	3,03	0,82	0,29	0,04	0,03
BT - 1	2,87	0,50	2,24	0,76	0,22	0,02	0,04
BL - 3	4,03	0,58	3,05	1,02	0,44	0,02	0,03
BL - 4	2,82	0,41	4,27	0,90	0,35	1,74	0,03
BP - 2	4,49	0,70	5,10	1,09	0,25	1,14	0,06
BL - 5	3,34	0,71	2,55	0,85	0,43	0,12	0,08
BL - 6	2,62	0,50	2,13	0,84	0,00	0,05	0,02
BT - 2	3,00	0,51	3,40	0,79	0,00	0,52	0,01
BP - 3	2,49	0,47	2,37	0,70	0,00	0,05	0,00
BT - 3	2,65	0,47	2,08	0,73	0,04	0,05	0,00
BP - 4	2,99	0,79	3,20	0,77	0,00	0,17	0,01
BL - 7	3,40	0,76	2,91	0,66	0,09	0,49	0,03
BT - 4	2,99	0,45	2,02	0,72	0,09	0,02	0,00
BP - 5	2,83	0,84	2,05	0,70	0,20	0,00	0,00
BL - 8	2,40	0,43	1,79	0,90	0,00	0,00	0,00
BP - 6	2,68	0,32	1,98	0,76	0,08	0,00	0,00
BT - 5	3,01	0,36	2,34	0,78	0,11	0,00	0,00

Tab. č. 2.: Kationty na lokalitě Horský potok (odběr č. 1)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
H09 - 05	2,98	1,10	2,49	0,77	0,18	0,00	0,02
HL - 1	2,66	0,46	2,61	0,73	0,13	0,00	0,00
HL - 2	2,76	0,37	1,78	0,59	0,09	0,00	0,01
HL - 3	4,47	0,48	2,72	0,71	0,00	0,06	0,00
HL - 4	2,37	0,08	2,36	0,57	0,13	0,02	0,00
HP - 1	2,58	0,95	3,38	1,02	0,11	0,01	0,00
HT - 1	2,86	1,18	4,08	1,04	0,00	0,49	0,00
HL - 5	2,28	0,21	2,25	0,82	0,09	0,06	0,00
HP - 2	2,43	5,47	4,30	1,25	0,10	0,05	0,00
HP - 3	2,77	0,65	4,31	1,01	0,00	0,43	0,00
HL - 6	2,16	0,31	1,83	0,59	0,10	0,41	0,00
HT - 2	3,35	1,28	4,93	1,23	0,11	0,08	0,00
HL - 7	2,51	0,32	2,37	0,86	0,00	0,00	0,00
HT - 3	3,67	2,15	8,57	1,66	0,10	1,14	0,00
HP - 4	2,64	4,18	6,03	1,59	0,10	0,06	0,00
HT - 4	5,92	4,72	11,98	2,50	0,00	0,07	0,00
HL - 8	20,88	10,47	17,36	2,95	0,00	0,00	0,00
HT - 5	5,34	5,34	17,52	3,35	0,00	0,00	0,00
HL - 9	34,24	20,80	24,16	3,84	0,09	0,05	0,11

Tab. č. 3.: Kationty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 1)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
M09-05	4,14	1,38	6,79	1,60	0,23	0,00	0,04
MP - 1	3,01	2,50	6,20	1,19	0,00	0,02	0,00
MP - 2	4,08	1,38	8,00	1,53	0,00	0,00	0,00
MP - 3	3,32	2,25	6,91	1,49	0,00	0,00	0,00
MP - 4	3,93	0,96	7,74	1,61	0,00	0,00	0,00
ML - 1	5,29	0,97	12,68	2,14	0,34	0,64	0,33
MP - 5	3,25	0,78	6,67	1,25	0,00	0,03	0,00
MT - 1	4,22	1,33	9,07	1,76	0,11	0,02	0,00
ML - 2	3,47	0,82	6,45	1,27	0,42	0,02	0,00
ML - 3	4,37	2,21	7,99	1,79	0,13	0,00	0,00
MP - 6	4,52	0,77	6,96	1,60	0,00	0,31	0,00
MT - 2	4,40	1,19	9,98	1,89	0,14	0,45	0,00
MP - 7	3,86	0,88	8,22	1,83	0,63	0,07	0,00
MP - 8	2,80	0,82	5,68	1,15	0,90	0,10	0,00
MP - 9	4,40	1,02	11,22	1,97	0,25	1,05	0,00
MT - 3	4,52	1,36	10,23	2,05	0,15	0,04	0,00
MP - 10	4,42	1,25	8,45	2,04	0,00	0,00	0,00
ML - 4	7,47	1,85	20,00	3,48	0,00	0,00	0,00
MT - 4	4,18	1,49	9,89	1,98	0,15	0,00	0,00
ML - 5	5,68	0,72	10,00	2,11	0,20	0,00	0,00
MP - 11	3,22	0,88	10,33	1,36	0,00	1,55	0,00
MP - 12	4,08	1,33	10,25	1,53	0,00	0,09	0,00
MT - 5	4,90	1,14	11,31	2,01	0,19	0,00	0,00
ML - 6	3,93	2,05	10,25	2,19	0,00	0,00	0,00

Příloha 2

Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)

Tab. č. 4.: Kationty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 2)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
B 09-08	2,95	0,46	0,56	2,36	0,45	0,00	0,00
BT - 1	2,94	0,29	0,48	1,97	0,37	0,00	0,05
BT - 2	2,79	0,30	0,47	1,86	0,39	0,00	0,04
BT - 3	2,99	0,43	0,50	1,91	0,30	0,00	0,04
BT - 4	3,01	0,46	0,51	2,07	0,31	0,00	0,04
BP - 1	3,10	0,48	0,59	2,45	0,35	0,00	0,49
BT - 5	3,12	0,34	0,55	2,34	0,22	0,00	0,04

Tab. 5.: Kationty na lokalitě Horský potok (odběr č. 2)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
H 09-08	2,64	1,08	0,79	3,60	0,89	0,04	0,01
HT - 1	3,10	1,22	0,97	4,96	0,27	0,00	0,05
HT - 2	4,77	4,71	2,30	11,65	0,17	0,00	0,02
HT - 3	3,58	5,03	2,52	13,59	0,21	0,00	0,02
HT - 4	2,19	3,04	1,93	11,50	0,19	0,00	0,01
HT - 5	4,58	7,95	2,59	14,35	0,10	0,00	0,01
HL - 9	13,81	8,89	2,88	15,28	0,21	0,00	0,27

Tab. 6.: Kationty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 2)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
M 09-08	3,86	1,67	1,58	8,75	0,79	0,05	0,01
MP - 1	3,53	3,77	1,18	5,94	0,39	0,02	0,04
MP - 2	4,32	1,42	1,33	8,41	0,26	0,03	0,09
MT - 1	3,96	1,41	1,66	9,24	0,36	0,00	0,02
MT - 2	4,13	1,66	1,81	10,01	0,45	0,00	0,02
ML - 1	2,81	2,02	1,33	8,58	0,52	0,00	0,00
ML - 4	6,09	2,31	3,38	20,26	0,22	0,00	0,00
MT - 3	4,56	1,82	2,30	12,86	0,27	0,00	0,00
MT - 4	4,43	1,62	1,91	10,30	0,66	0,00	0,04
MT - 5	5,05	1,32	1,87	11,15	0,39	0,00	0,02

Příloha 3

Koncentrace vybraných kationtů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)

Tab. 7.: Kationty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 3)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
B 09 - 10	3,65	0,50	0,78	4,08	0,27	0,02	0,07
BL - 1	3,08	0,24	0,82	3,81	0,33	0,00	0,06
BP - 1	3,46	0,46	0,83	3,58	0,32	0,00	0,04
BT - 1	3,32	0,46	0,71	3,51	0,22	0,00	0,04
BT - 2	3,49	0,61	0,72	2,92	0,14	0,00	0,02
BP - 2	3,57	0,57	0,76	4,06	0,19	0,00	0,03
BT - 3	3,38	0,35	0,49	2,19	0,17	0,00	0,01
BP - 3	3,37	0,48	0,63	2,50	0,14	0,00	0,02
BT - 4	3,23	0,53	0,65	2,39	0,18	0,00	0,02
BP - 4	3,23	1,23	0,65	2,70	0,23	0,00	0,03
BT - 5	3,19	0,63	0,67	2,96	0,16	0,00	0,02

Tab. 8.: Kationty na lokalitě Horský potok (odběr č. 3)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
H 09 - 10	3,40	1,23	0,85	3,61	0,18	0,00	0,02
HT - 1	3,42	2,11	1,48	5,08	0,21	0,00	0,04
HT - 2	3,80	3,14	1,87	6,41	0,17	0,00	0,04
HT - 3	6,86	6,17	3,28	11,71	0,09	0,00	0,03
HT - 4	6,63	6,10	4,01	14,67	0,12	0,00	0,09
HT - 5	2,20	1,47	1,06	4,01	0,25	0,03	0,06
HL - 9	17,59	10,80	3,76	15,15	0,09	0,00	0,08

Tab. 9.: Kationty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 3)

Vzorky	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
M 09 - 10	4,29	1,30	1,74	7,72	0,15	0,00	0,05
MT - 1	4,44	1,61	1,94	7,32	0,25	0,00	0,03
ML - 1	3,08	1,40	1,24	6,46	0,25	0,00	0,03
MT - 2	4,54	1,23	2,12	7,81	0,15	0,00	0,03
MT - 3	4,50	1,39	2,16	8,24	0,16	0,00	0,04
ML - 4	5,25	1,33	3,11	9,94	0,18	0,00	0,03
MT - 4	4,36	1,53	2,12	7,90	0,22	0,00	0,04
MT - 5	5,07	1,43	2,25	9,05	0,27	0,00	0,02

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)

Tab. č. 10.: Anionty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
B09-05	92,16	6,85	0,49	3,56	2,68	0,37
BP - 1	39,82	6,77	0,53	0,25	25,89	0,58
BL - 1	85,04	0,01	0,15	1,21	34,45	1,01
BL - 2	77,85	7,09	0,18	0,60	31,40	0,78
BT - 1	99,77	5,89	0,63	8,73	1,37	0,73
BL - 3	48,51	6,21	0,08	1,86	17,88	0,49
BL - 4	192,62	1,64	0,38	11,06	0,04	3,29
BP - 2	90,14	6,37	0,94	20,57	9,60	1,16
BL - 5	49,34	6,53	0,10	1,03	7,50	1,39
BL - 6	4,71	6,29	0,32	0,53	9,08	0,50
BT - 2	74,68	5,97	0,58	9,66	9,60	0,42
BP - 3	8,44	5,57	0,92	25,64	12,97	0,69
BT - 3	59,84	6,37	0,71	7,78	15,18	0,53
BP - 4	43,64	5,97	0,47	1,87	16,65	1,03
BL - 7	67,54	6,45	0,41	14,44	24,08	0,89
BT - 4	35,29	6,45	0,69	1,28	15,34	0,74
BP - 5	30,81	7,01	1,05	14,01	15,60	0,75
BL - 8	13,05	6,05	0,45	1,44	13,05	0,41
BP - 6	28,50	6,45	1,05	1,31	0,32	0,50
BT - 5	28,43	2,11	0,66	3,08	15,60	0,06

Tab. č. 11.: Anionty na lokalitě Horský potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
H09 - 05	1,49	6,24	0,56	12,05	1,47	0,55
HL - 1	36,60	6,21	0,26	2,75	9,91	0,09
HL - 2	19,47	6,45	0,34	0,90	14,61	0,41
HL - 3	1,05	6,05	0,43	69,29	13,12	0,26
HL - 4	9,83	6,21	0,06	2,19	16,65	0,01
HP - 1	7,14	6,13	0,42	15,37	6,21	0,25
HT - 1	1,98	5,73	0,64	9,15	7,46	0,45
HL - 5	12,30	2,17	0,62	872,00	7,11	1,28
HP - 2	18,96	6,45	0,53	3,51	3,83	0,40
HP - 3	3,71	6,45	0,74	32,93	5,83	0,21
HL - 6	13,85	66,11	0,16	0,29	6,52	0,24
HT - 2	4,21	6,45	0,94	5,67	5,66	0,34
HL - 7	11,05	6,45	0,32	0,28	6,13	0,14
HT - 3	3,25	6,45	1,77	12,70	18,57	1,41
HP - 4	10,90	6,45	0,51	0,69	17,98	0,30
HT - 4	3,31	8,29	3,74	32,53	3,85	5,16
HL - 8	18,71	32,10	12,18	1265,90	27,47	25,22
HT - 5	2,73	6,61	4,35	39,35	19,39	3,97
HL - 9	955,09	17,24	21,18	750,06	25,89	20,94

Tab. č. 12.: Anionty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
M09-05	2,39	7,11	1,33	15,84	4,08	0,73
MP - 1	150,13	8,21	0,83	2,41	4,57	0,64
MP - 2	15,75	5,65	1,08	27,34	5,68	0,38
MP - 3	19,71	5,89	0,90	10,35	5,14	0,36
MP - 4	2,85	5,41	1,63	36,50	0,89	0,25
ML - 1	1,36	5,65	1,87	19,83	4,70	1,05
MP - 5	7,12	3,77	1,57	1,86	8,56	0,31
MT - 1	2,39	5,17	1,21	7,21	7,89	0,63
ML - 2	38,23	5,33	0,19	1,37	6,69	0,09
ML - 3	4,12	5,81	1,03	18,34	7,80	0,83
MP - 6	41,10	6,61	1,51	16,10	8,40	0,48
MT - 2	11,83	6,29	1,44	13,61	6,01	0,63
MP - 7	52,66	6,61	0,73	4,28	3,65	0,36
MP - 8	91,27	6,53	0,24	4,67	8,43	0,15
MP - 9	33,92	6,13	1,68	8,59	7,83	0,45
MT - 3	19,89	6,77	1,59	7,97	21,70	1,28
MP - 10	14,57	1,62	1,81	36,69	16,35	0,58
ML - 4	47,60	15,00	2,87	34,22	20,58	2,94
MT - 4	59,38	5,49	1,42	9,94	21,70	7,85
ML - 5	17,64	5,81	0,41	3,69	19,77	2,05
MP - 11	1,35	4,93	1,05	1,88	18,45	0,36
MP - 12	8,13	5,17	1,94	19,79	18,14	0,52
MT - 5	35,87	5,89	1,36	10,59	17,28	1,09
ML - 6	0,49	5,33	1,58	9,38	6,24	1,01

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)

Tab. č. 13.: Anionty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 2)

Vzorky	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
	μg/l	μg/l	mg/l	μg/l	mg/l	mg/l
B 09-08	0,40	9,54	0,40	2,66	11,53	2,28
BT - 1	0,46	10,10	0,44	2,01	11,80	2,38
BT - 2	1,12	10,35	0,49	1,89	13,65	1,63
BT - 3	1,22	10,17	0,55	1,73	14,41	1,96
BT - 4	1,14	11,17	0,54	6,27	17,13	1,65
BP - 1	8,00	10,00	0,55	3,00	0,32	1,41
BT - 5	0,24	11,62	0,57	2,38	23,97	1,80

Tab. 14.: Anionty na lokalitě Horský potok (odběr č. 2)

Vzorky	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
	μg/l	μg/l	mg/l	μg/l	mg/l	mg/l
H 09-08	7,33	9,99	0,40	11,07	13,13	1,81
HT - 1	1,73	10,62	0,71	11,90	28,84	3,04
HT - 2	0,45	10,26	2,06	37,07	26,97	5,67
HT - 3	3,37	10,53	1,90	22,09	26,50	4,72
HT - 4	5,12	9,54	0,46	19,61	16,49	3,48
HT - 5	20,65	46,90	2,66	87,00	14,89	5,82
HL - 9	0,30	9,17	8,56	939,49	19,52	23,98

Tab. 15.: Anionty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 2)

Vzorky	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
	μg/l	μg/l	mg/l	μg/l	mg/l	mg/l
M 09-08	0,87	10,99	1,05	4,74	29,99	2,51
MP - 1	141,75	14,98	0,75	23,46	28,11	2,92
MP - 2	0,15	10,35	0,98	16,51	24,20	2,08
MT - 1	0,90	10,81	1,09	6,30	20,01	2,47
MT - 2	2,98	10,08	1,15	8,26	14,89	2,77
ML - 1	0,97	10,08	0,03	2,86	11,28	1,65
ML - 4	0,42	35,11	2,58	14,81	14,19	6,67
MT - 3	0,21	12,35	1,77	5,83	12,66	3,50
MT - 4	0,54	9,63	1,42	4,33	13,29	3,74
MT - 5	1,22	10,53	1,35	5,96	13,87	3,30

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)

Tab. č. 16.: Anionty na lokalitě Bukový potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
B 09 - 10	31,61	3,73	0,37	18,00	3,78	3,73
BL - 1	67,56	5,97	1,36	10,00	30,38	1,33
BP - 1	15,85	4,52	0,97	9,00	27,14	2,79
BT - 1	7,30	4,78	0,74	8,00	5,98	1,64
BT - 2	4,44	4,65	1,13	15,00	8,11	2,06
BP - 2	7,61	6,10	1,51	15,00	8,86	2,15
BT - 3	7,73	4,78	1,42	14,00	12,17	1,64
BP - 3	3,48	5,18	1,08	9,00	14,35	1,82
BT - 4	5,92	3,20	1,87	10,00	22,74	1,90
BP - 4	80,14	5,44	2,71	18,00	26,75	2,46
BT - 5	1,35	3,73	0,67	8,00	24,05	1,36

Tab. 17.: Anionty na lokalitě Horský potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
H 09 - 10	14,03	3,55	0,35	13,00	4,93	3,55
HT - 1	5,37	2,80	1,64	9,00	2,99	4,18
HT - 2	12,64	3,33	1,64	26,00	9,01	5,47
HT - 3	11,65	3,33	4,41	78,00	18,56	13,71
HT - 4	5,17	3,20	4,89	52,00	30,66	11,07
HT - 5	4,77	3,46	0,15	12,00	25,15	2,78
HL - 9	6973,00	8,75	23,39	136,00	23,27	48,16

Tab. č. 18.: Anionty na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
M 09 - 10	27,42	4,42	1,04	11,00	2,71	4,42
MT - 1	5,19	3,46	1,11	8,00	10,34	3,37
ML - 1	108,97	4,39	1,35	13,00	13,78	3,04
MT - 2	41,28	3,06	2,74	11,00	11,14	4,33
MT - 3	85,24	3,20	2,47	47,00	12,20	6,62
ML - 4	2,23	2,54	1,77	23,00	22,74	6,91
MT - 4	4,06	3,20	1,34	7,00	13,85	4,35
MT - 5	27,24	3,73	3,00	12,00	18,00	4,53

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (1. odběr)

Tab.č. 28.: Anionty hl. toku lokality Bukový potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
BT - 5	28,43	2,11	0,66	3,08	15,60	0,06
BT - 4	35,29	6,45	0,69	1,28	15,34	0,74
BT - 3	59,84	6,37	0,71	7,78	15,18	0,53
BT - 2	74,68	5,97	0,58	9,66	9,60	0,42
BT - 1	99,77	5,89	0,63	8,73	1,37	0,73
B09-05	92,16	6,85	0,49	3,56	2,68	0,37

Tab.č. 29.: Anionty hl. toku lokality Horský potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
HT - 5	2,73	6,61	0,94	39,35	19,39	3,97
HT - 4	3,31	6,45	0,94	32,53	3,85	5,16
HT - 3	3,25	6,45	0,94	12,70	18,57	1,41
HT - 2	4,21	6,45	0,94	5,67	5,66	0,34
HT - 1	1,98	5,73	0,64	9,15	7,46	0,45
H09 - 05	1,49	6,24	0,56	12,05	1,47	0,55

Tab.č. 30.: Anionty hl. toku lokality Mlýnský potok (odběr č. 1)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
MT - 5	35,87	5,89	1,36	10,59	17,28	1,09
MT - 4	59,38	5,49	1,42	9,94	21,70	7,85
MT - 3	19,89	6,77	1,59	7,97	21,70	1,28
MT - 2	11,83	6,29	1,44	13,61	6,01	0,63
MT - 1	2,39	5,17	1,21	7,21	7,89	0,63
M09-05	2,39	7,11	1,33	15,84	4,08	0,73

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (2. odběr)

Tab.č. 31.: Anionty hl. toku lokality Bukový potok (odběr č. 2)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
BT - 5	0,24	11,62	0,57	2,38	23,97	1,80
BT - 4	1,14	11,17	0,54	6,27	17,13	1,65
BT - 3	1,22	10,17	0,55	1,73	14,41	1,96
BT - 2	1,12	10,35	0,49	1,89	13,65	1,63
BT - 1	0,46	10,10	0,44	2,01	11,80	2,38
B 09-08	0,40	9,54	0,40	2,66	11,53	2,28

Tab.č. 32.: Anionty hl. toku lokality Horský potok (odběr č. 2)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
HT - 5	20,65	46,90	2,66	87,00	14,89	5,82
HT - 4	5,12	9,54	0,46	19,61	16,49	3,48
HT - 3	3,37	10,53	1,90	22,09	26,50	4,72
HT - 2	0,45	10,26	2,06	37,07	26,97	5,67
HT - 1	1,73	10,62	0,71	11,90	28,84	3,04
H 09-08	7,33	9,99	0,40	11,07	13,13	1,81

Tab.č. 33.: Anionty hl. toku lokality Mlýnský potok (odběr č. 2)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
MT - 5	1,22	10,53	1,35	5,96	13,87	3,30
MT - 4	0,54	9,63	1,42	4,33	13,29	3,74
MT - 3	0,21	12,35	1,77	5,83	12,66	3,50
MT - 2	2,98	10,08	1,15	8,26	14,89	2,77
MT - 1	0,90	10,81	1,09	6,30	20,01	2,47
M 09-08	0,87	10,99	1,05	4,74	29,99	2,51

Koncentrace vybraných aniontů v jednotlivých lokalitách (3. odběr)

Tab. č. 34.: Anionty hl. toku na lokalitě Bukový potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
BT - 5	1,35	3,73	0,67	8,00	24,05	1,36
BT - 4	5,92	3,20	1,87	10,00	22,74	1,90
BT - 3	7,73	4,78	1,42	14,00	12,17	1,64
BT - 2	4,44	4,65	1,13	15,00	8,11	2,06
BT - 1	7,30	4,78	0,74	8,00	5,98	1,64
B 09 - 10	8,23	3,73	0,37	18,00	3,78	3,73

Tab. 35.: Anionty hl. toku na lokalitě Horský potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
HT - 5	4,77	3,46	0,15	12,00	25,15	2,78
HT - 4	5,17	3,20	4,89	52,00	30,66	11,07
HT - 3	11,65	3,33	4,41	78,00	18,56	13,71
HT - 2	12,64	3,33	1,64	26,00	9,01	5,47
HT - 1	5,37	2,80	1,64	9,00	2,99	4,18
H 09 - 10	14,03	3,55	0,35	13,00	4,93	3,55

Tab. č. 36.: Anionty hl. toku na lokalitě Mlýnský potok (odběr č. 3)

Vzorky	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	SO_4^{2-}	Cl^-
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l
MT - 5	27,24	3,73	3,00	12,00	18,00	4,53
MT - 4	4,06	3,20	1,34	7,00	13,85	4,35
MT - 3	85,24	3,20	2,47	47,00	12,20	6,62
MT - 2	41,28	3,06	2,74	11,00	11,14	4,33
MT - 1	5,19	3,46	1,11	8,00	10,34	3,37
M 09 - 10	27,42	4,42	1,04	11,00	2,71	4,42

Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (1. odběr)

Tab. č. 61: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Bukový potok (odběr č. 1)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
BT - 5	33,7	7,4
BT - 4	29,6	7,7
BT - 3	28,4	6,2
BT - 2	29,5	6,2
BT - 1	30,0	6,2
B09-05	30,7	8,0

min	28,4	6,2
max	33,7	8,0
aritmet průměr	30,3	7,0
SD	1,8	0,8

Tab. č. 62: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Horský potok (odběr č. 1)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
HT - 5	150,0	7,5
HT - 4	118,0	8,0
HT - 3	70,6	8,2
HT - 2	49,7	8,5
HT - 1	40,0	8,0
H09 - 05	37,6	8,0

min	37,6	7,5
max	150,0	8,5
aritmet průměr	77,7	8,0
SD	46,3	0,3

Tab. č. 63: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Mlýnský potok (odběr č. 1)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
MT - 5	93,0	7,9
MT - 4	84,5	7,7
MT - 3	88,3	7,8
MT - 2	81,9	8,2
MT - 1	78,4	8,1
M09-05	74,9	8,2

min	74,9	7,7
max	93,0	8,2
aritmet průměr	83,5	8,0
SD	6,6	0,2

Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (2. odběr)

Tab. č. 64: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Bukový potok (odběr č. 2)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
BT - 5	32,3	10,4
BT - 4	28,3	11,8
BT - 3	27,9	11,2
BT - 2	27,0	11,2
BT - 1	27,2	11,4
B 09-08	29,4	11,4

min	27,0	10,4
max	32,3	11,8
aritmet průměr	28,7	11,2
SD	2,0	0,5

Tab. č. 65: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Horský potok (odběr č. 2)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
HT - 5	132,3	10,0
HT - 4	117,5	11,9
HT - 3	107,2	11,6
HT - 2	105,4	11,4
HT - 1	44,4	11,9
H 09-08	36,0	10,5

min	36,0	10,0
max	132,3	11,9
aritmet průměr	90,5	11,2
SD	40,2	0,8

Tab. č. 66: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Mlýnský potok (odběr č. 2)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
MT - 5	92,6	10,0
MT - 4	86,8	9,5
MT - 3	103,0	9,4
MT - 2	78,0	10,4
MT - 1	75,9	10,3
M 09-08	73,9	9,9

min	73,9	9,4
max	103,0	10,4
aritmet průměr	85,0	9,9
SD	11,3	0,4

Fyzikálně - chemické vlastnosti na jednotlivých lokalitách (3. odběr)

Tab. č. 67: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Bukový potok (odběr č. 3)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
BT - 5	26,7	4,8
BT - 4	25,6	4,8
BT - 3	22,6	4,3
BT - 2	22,2	4,2
BT - 1	22,2	4,1
B 09 - 10	23,5	4,2

min	22,2	4,1
max	26,7	4,8
aritmet průměr	23,8	4,4
SD	1,9	0,3

Tab. č. 68: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Horský potok (odběr č. 3)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
HT - 5	110,2	6,8
HT - 4	102,6	5,4
HT - 3	111,9	5,4
HT - 2	54,7	3,7
HT - 1	39,9	3,3
H 09 - 10	28,8	4,8

min	28,8	3,3
max	111,9	6,8
aritmet průměr	74,7	4,9
SD	37,8	1,3

Tab. č. 69: Statistické charakteristiky na hlavním toku lokality Mlýnský potok (odběr č. 3)

vzorek	vodivost (μs)	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
MT - 5	123,5	6,5
MT - 4	101,8	5,3
MT - 3	106,5	5,8
MT - 2	100,5	6,4
MT - 1	93,1	5,7
M 09 - 10	89,2	6,0

min	89,2	5,3
max	123,5	6,5
aritmet průměr	102,4	6,0
SD	12,1	0,5

Vodivost v jednotlivých lokalitách**Příloha 28**Tab. č. 70: Bukový
potok (1. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
B09-05	30,7
BP - 1	36,4
BL - 1	42,8
BL - 2	32,7
BT - 1	30,0
BL - 3	40,7
BL - 4	29,2
BP - 2	48,3
BL - 5	27,5
BL - 6	31,0
BT - 2	29,5
BP - 3	27,8
BT - 3	28,4
BP - 4	24,2
BL - 7	28,3
BT - 4	29,6
BP - 5	30,9
BL - 8	26,7
BP - 6	28,2
BT - 5	33,7

Tab. č. 71: Horský
potok (1. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
H09 - 05	37,6
HL - 1	28,0
HL - 2	24,5
HL - 3	34,5
HL - 4	20,8
HP - 1	38,2
HT - 1	40,0
HL - 5	30,0
HP - 2	53,2
HP - 3	39,8
HL - 6	21,1
HT - 2	49,7
HL - 7	28,1
HT - 3	70,6
HP - 4	61,1
HT - 4	118,0
HL - 8	132,0
HT - 5	150,0
HL - 9	173,0

Tab. č. 72: Mlýnský
potok (1. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
M09-05	74,9
MP - 1	56,0
MP - 2	68,0
MP - 3	61,2
MP - 4	66,6
ML - 1	96,6
MP - 5	57,0
MT - 1	78,4
ML - 2	54,7
ML - 3	76,3
MP - 6	61,5
MT - 2	81,9
MP - 7	66,9
MP - 8	47,9
MP - 9	83,2
MT - 3	88,3
MP - 10	88,2
ML - 4	151,9
MT - 4	84,5
ML - 5	84,4
MP - 11	66,4
MP - 12	83,7
MT - 5	93,0
ML - 6	81,6

Tab. č. 73: Bukový
potok (2. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
B 09-08	29,4
BT - 1	27,2
BT - 2	27,0
BT - 3	27,9
BT - 4	28,3
BP - 1	30,4
BT - 5	32,3

Tab. č. 74: Horský
potok (2. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
H 09-08	36,0
HT - 1	44,4
HT - 2	105,4
HT - 3	107,2
HL - 9	192,1
HT - 4	78,5
HT - 5	132,3

Tab. č. 75: Mlýnský
potok (2. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
M 09-08	73,9
MP - 1	64,0
MP - 2	70,0
MT - 1	75,9
MT - 2	78,0
ML - 1	62,3
ML - 4	149,5
MT - 3	103,0
MT - 4	86,8
MT - 5	92,6

Tab. č. 76: Bukový
potok (3. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
B 09 - 10	23,5
BL - 1	27,3
BP - 1	27,2
BT - 1	22,2
BT - 2	22,2
BP - 2	22,8
BT - 3	22,6
BP - 3	21,8
BT - 4	25,6
BP - 4	19,5
BT - 5	26,7

Tab. č. 77: Horský
potok (3. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
H 09 - 10	28,8
HT - 1	39,9
HT - 2	54,7
HT - 3	111,9
HL - 9	201,0
HT - 10	102,6
HT - 11	110,2

Tab. č. 78: Mlýnský
potok (3. odběr)

vzorek	vodivost (μ s)
M 09 - 10	89,2
MT - 1	93,1
ML - 1	70,1
MT - 2	100,5
MT - 3	106,5
ML - 4	133,3
MT - 4	101,8
MT - 5	123,5

Lokalita Bukový potok

Foto č. 1: Průběh toku Bukového potoka



Foto č. 2: Bukový potok ve své střední části



Foto č. 3: Bukový potok u uzávěrového profilu



Lokalita Horský potok

Foto č. 4: Mokřad na Horském potoce



Foto č. 5: Potok pod sv. Tomášem



Foto č. 6: Přítok s vysokými koncentracemi látek pod obcí sv. Tomáš



Foto: Ing. Jan Procházka, Ph. D.

Lokalita Mlýnský potok

Foto č. 7: Pramenná oblast Mlýnského potoka



Foto č. 8: Zemědělské využívání pastviny na Mlýnském potoce



Foto č. 9: Vlastní tok Mlýnského potoka



Foto č. 10: Přítok s vyššími koncentracemi látek pod obcí Pasečná



Automatické měřicí stanice – zaznamenávají kontinuálně výšku hladiny (ultrazvukové čidlo), vodivost, teplotu vody a teplotu vzduchu

Foto č. 11: Měřicí stanice na Horském potoce po jarní povodni – mostek pod cestou



Foto č. 12: Měřicí stanice na Mlýnském potoce – betonový profil původně vydlážděného potoka



Foto č. 13: Měřicí stanice na Bukovém potoce – dřevěný obdélníkový profil s přepadem



Foto: Ing. Jan Procházka, Ph. D.

Znečišťující prvky

Foto č. 14: Rozšlapávaná část pastviny Mlýnského potoka a průsak podzemní vody



Foto č. 15: Podmáčené plochy kolem Mlýnského potoka vhodné k vymezení mimo pastvinu



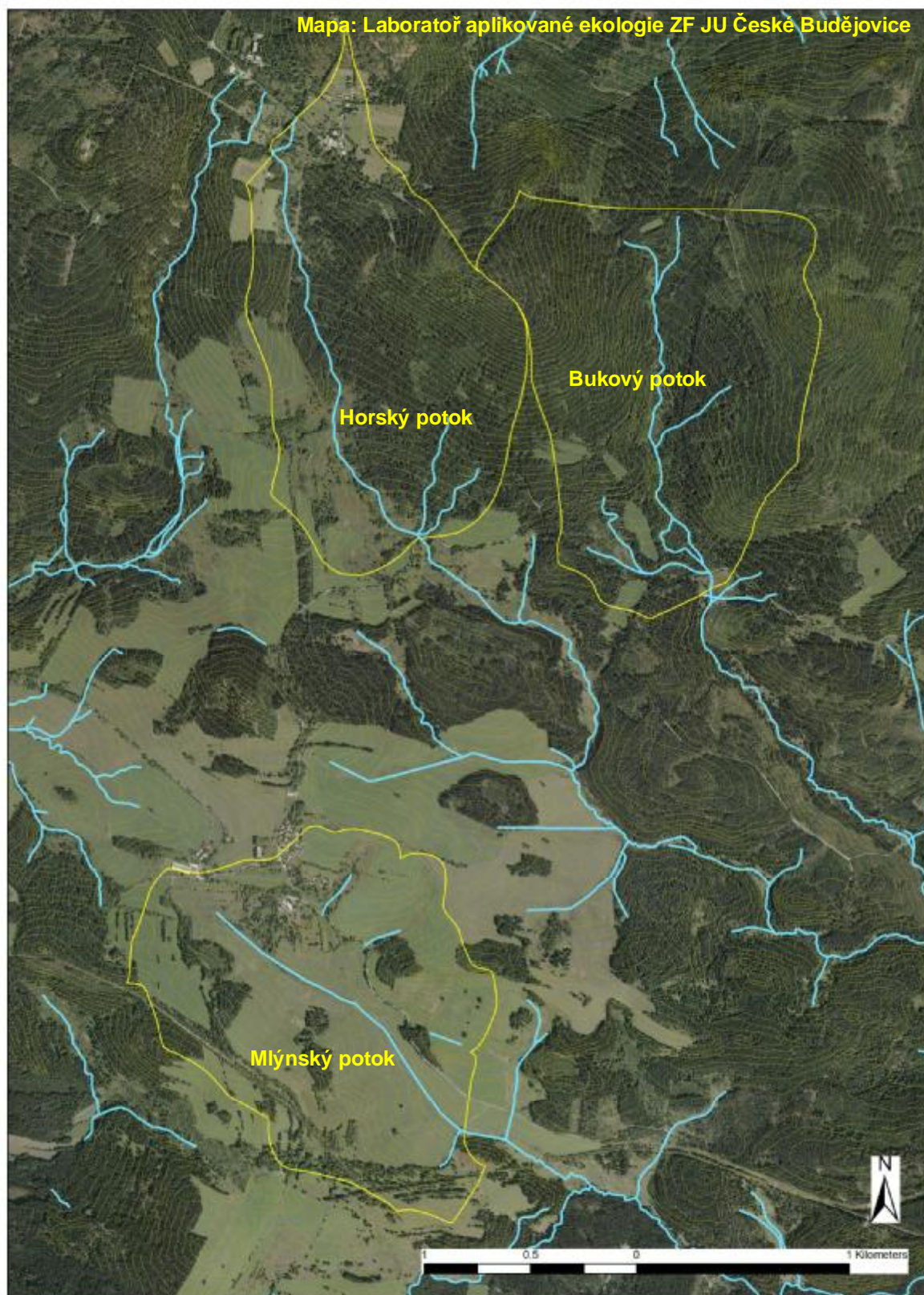
Foto č. 16: Pastviny Mlýnského potoka v místech s nefunkčním drenážním systémem



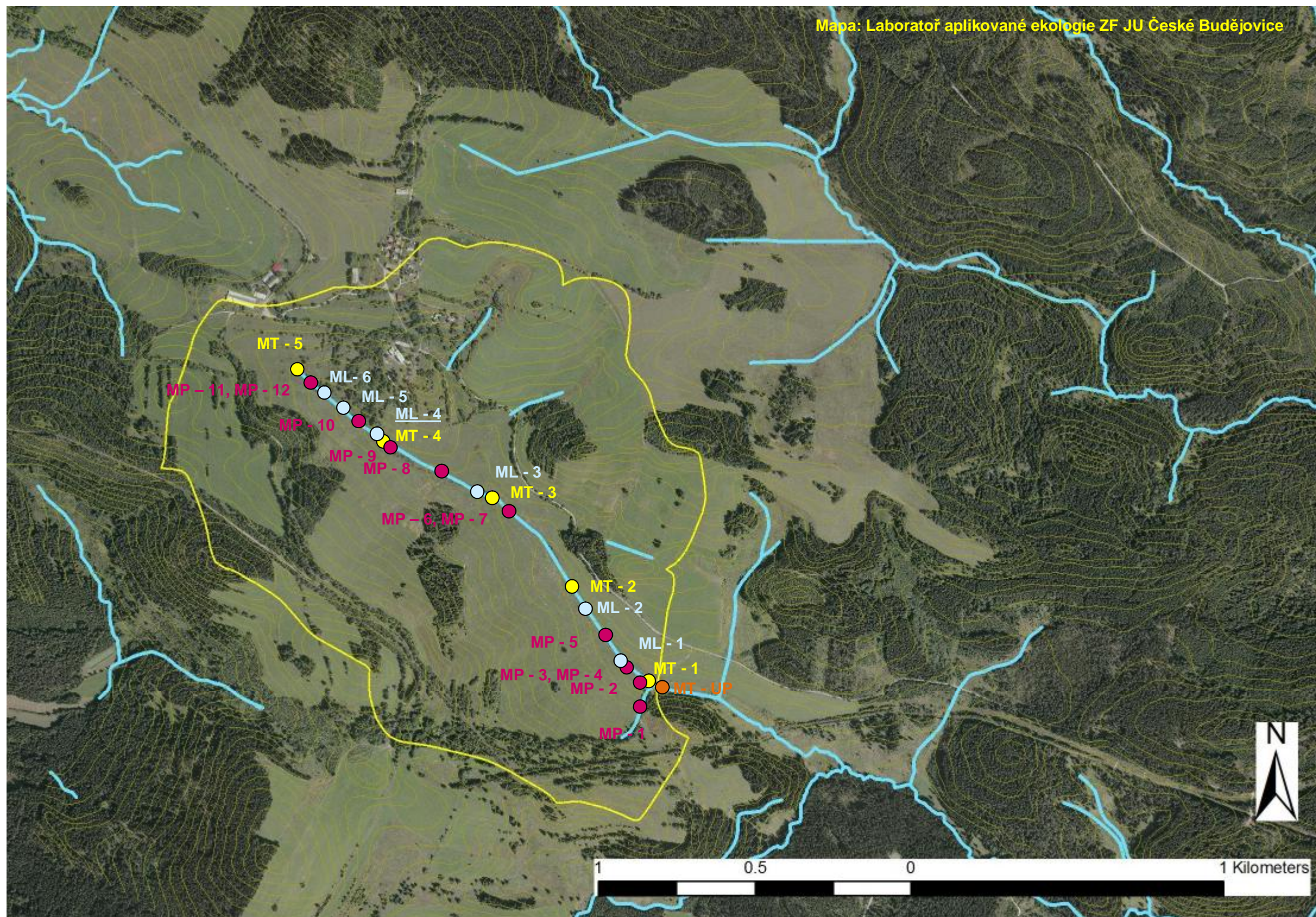
Foto č. 17: Zaústění drenážního systému do hlavního toku Mlýnského potoka



Mapa č. 1: Mapa povodí Mlýnského, Horského a Bukového potoka – letecký snímek



Mapa č. 2: Povodí Mlýnského potoka – odběrová místa



Legenda

Mlýnský potok

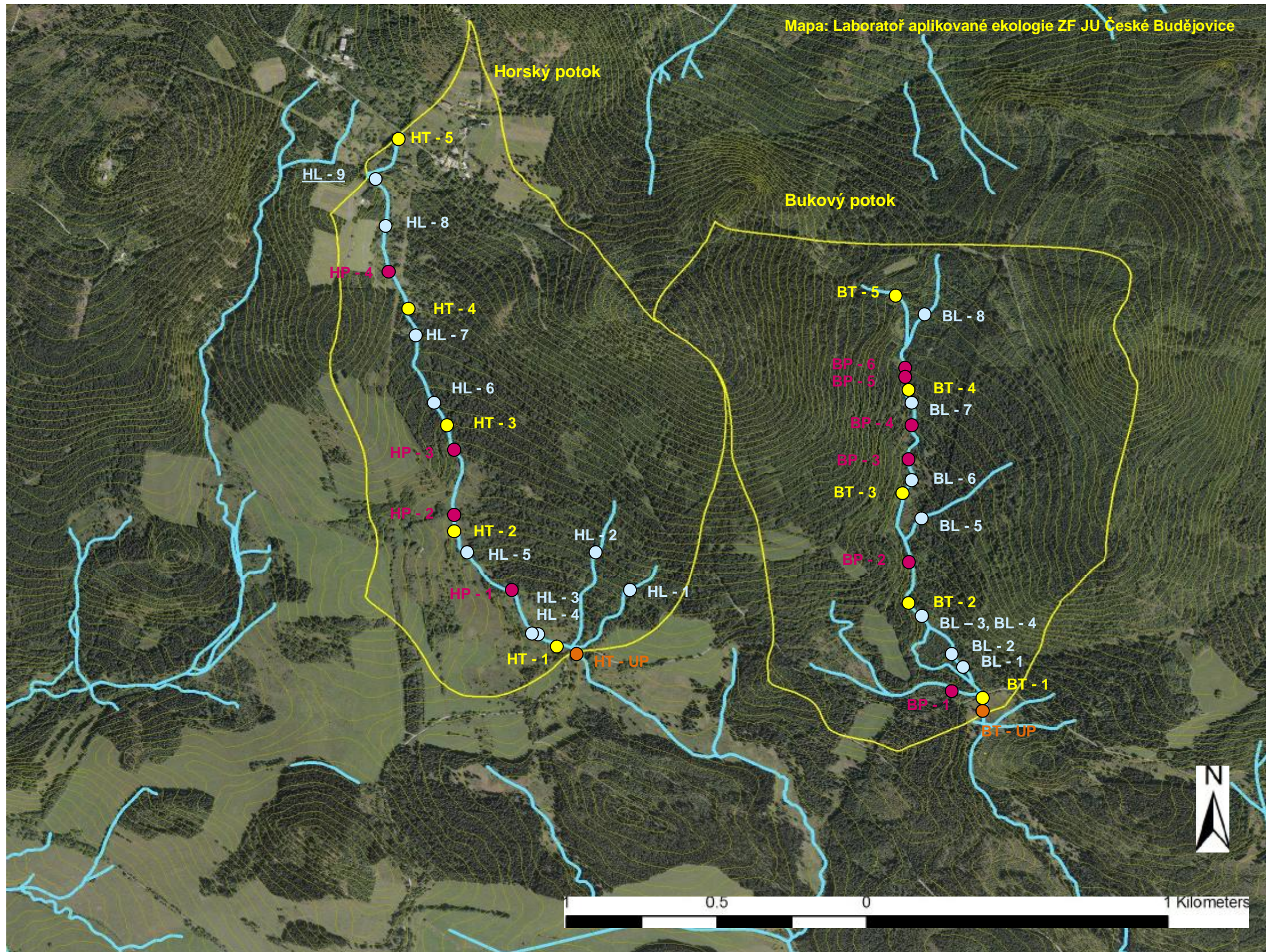
MT – UP ● Uzávěrový profil

MT 1 – 5 ● Odběr 1 – 5 na hlavním toku

MP 1 – 12 ● Pravostranný přítok 1 - 12

ML 1 – 6 ○ Levostranný přítok 1 - 6

Mapa č. 3: Povodí Horského a Bukového potoka – odběrová místa



Legenda

Horský potok

- HT – UP ● Uzávěrový profil
- HT 1 – 5 ● Odběr 1 – 5 na hlavním toku
- HP 1 – 4 ● Pravostranný přítok 1 – 5
- HL 1 – 9 ○ Levostranný přítok 1 – 5

Bukový potok

- BT – UP ● Uzávěrový profil
- BT 1 – 5 ● Odběr 1 – 5 na hlavním toku
- BP 1 – 6 ● Pravostranný přítok 1 – 5
- BL 1 – 8 ○ Levostranný přítok 1 – 8