

MONITORING OF A POTENTIAL POLLUTION SOURCES OF THE RIVER SVRATKA

MONITORING POTENCIÁLNÍCH ZDROJŮ ZNEČIŠTĚNÍ ŘEKY SVRATKY

Grmela J., Kopp R.

Department of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apiculture, Faculty of Agronomy,
Mendel University, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: jan.grmela@mendelu.cz

ABSTRACT

Our objective was to observe potential sources of organic pollution of Svratka River in a section above the Brno reservoir, between Veverská Bytíška and Nedvědice. For observation were chosen tributaries Nedvědička, Besének, Loučka, Lubě, Bílý potok and Kuřimka. For just reason were chosen Wastewater treatment plants at this river section – WWTP Nedvědice, WWTP Doubravník, WWTP Březina, WWTP Veverská Bytíška. The quality of water was examined on sites by portable devices (Hach HQ40d, Hanna combo). For laboratory analysis were taken water samples into plastic bottles from depth about 10 cm. Directly in terrain was measured water temperature, content of dissolved oxygen, pH and conductivity. Water samples were analyzed for total nitrogen, nitrate, nitrite, total phosphorus, orthophosphate, COD and TOC. For analysis were used a commercial semi-micro methods WTW and spectrophotometric assessment. The highest concentrations of organic and anorganic pollution from our observation were found in WWTP Březina, WWTP Nedvědice and in tributaries Lubě and Kuřimka nearby their estuaries to the Svratka.

Key words: Svratka, river, tributary, wastewater treatment plant, hydrochemistry

Acknowledgments: Authors thank to Individual project IGA IP 13/2012

ÚVOD

Řeka a všechny organismy v ní žijící jsou ohroženy lidskou činností v okolí řeky. Splachy a výluhy z okolních pozemků přinášejí do řeky a jejich přítoků společně s čistírnami odpadních vod určité množství organických i anorganických látek, které mohou při vyšších koncentracích způsobit ekologickou havárii, nebo z dlouhodobého hlediska výrazně urychlovat eutrofizaci. Pro sledování a zhodnocení ekologické stability rybích společenstev je znalost potenciálního ohrožení ichtyofauny důležité. Sledování kvality vody v řece je důležité pro její udržení a případně také zlepšení stavu. Úsek řeky Svratky nad údolní nádrží Brno je významným biotopem pro mnoho živočichů vázaných na kvalitní vodu. Z ryb žijících v tomto úseku jsou to především hospodářsky významné druhy Lipan podhorní (*Thymallus thymallus*) a Pstruh obecný (*Salmo trutta m. fario*), který je využíván jako bioindikátor (WINKLEROVÁ 2008).

MATERIÁL A METODIKA

Sledování kvality vody proběhlo ve vegetační sezoně roku 2012. Pro účely monitoringu bylo vytipováno 10 lokalit, které by mohly být možnými významnými zdroji organického znečištění. Sledování a vzorkování probíhalo na přítoku Nedvědička při ústí do Svratky v obci Nedvědice, na přítoku Loučka při ústí do řeky u obce Předklášteří, na přítoku Besének při ústí do řeky u obce Předklášteří, na přítoku Lubě pod přemostěním toku 130 metrů nad ústím do řeky, na přítoku Bílý potok při ústí do řeky v obci Veverská Bytíška a na přítoku Kuřimka při ústí do řeky na počátku vzdutí ÚN Brno. Dále byly odebírány vzorky vody vytékající z ČOV Nedvědice, ČOV Doubravnik, ČOV Březina a ČOV Veverská Bytíška. Přimo v terénu byly pomocí přenosných přístrojů měřeny hodnoty základních hydrochemických parametrů. Hodnoty pH, množství rozpuštěného kyslíku a teplota byly měřeny přístrojem Hach HQ40d a vodivost vody (konduktivita) přístrojem Hanna combo. Všechny hodnoty zjišťované v terénu byly měřeny přímo v recipientu. Vzorky vody pro laboratorní analýzy byly odebírány do PE lahví z hloubky 10 – 20 cm pod hladinou. Vzorky vody z čistíren odpadních vod byly odebírány do PE lahví přímo z potrubí.

Laboratorní analýzou byly stanovovány následující parametry vodního prostředí: Celkový organický uhlík (TOC) – stanoven spotřebou kyseliny sírové a peroxidodisíranu a přeměnou na oxid uhličitý. N celkový – měřen s dimethylphenolem po přeměně dusíku na dusitany Koroleffovou metodou. Fosfor celkový a fosforečnany byl měřen za použití kyseliny askorbové a molybdenanu amonného, CHSK_c bylo stanoveno pomocí komerčního setu od firmy WTW. Amonné ionty byly stanoveny indofenolovou metodou, Dusitany pomocí N-(1-naftyl)-ethyldiaminu a Dusičnany za použití salicylátu sodného.

Tabulky a grafy byly zpracovány v programu Excel ze sady Microsoft Office 2007 společnosti Microsoft.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Základní fyzikálně chemické ukazatele

Teplota má zásadní vliv na kyslíkovou bilanci v toku. Obsah kyslíku je nepřímo úměrný teplotě (Pitter 2009). Klíčovou roli hraje teplota vody při samočisticích procesech, kdy reguluje intenzitu biochemických procesů (Langhammer 2009). Podle Nařízení vlády č. 88/1999 je maximální přípustné tepelné znečištění vodárenských toků 20°C a u ostatních 26°C. Nejvyšší naměřená teplota byla na lokalitách Loučka 25,7°C a Nedvědička 25,2°C v měsíci červenci. Úsek Nedvědičky před ústím do řeky Svratky v délce cca 500m je regulován. Koryto tvoří kameny usazené do betonu a je lemováno kamennou zdí a není zastíněno vegetací. Výška vodního sloupce je zde nízká, proto se voda v přítoku prohřívá. Přítok Loučka v úseku před ústím do řeky teče přirozeným korytem. Je zde však stejně jako v předchozím případě malý vodní sloupec a tok není zastíněn vegetací.

Hodnoty pH zjištěné při terénních měřeních byly v rozmezí od pH 6,59 (Svratka pod. - 8. 8. 2012 7: 35) do pH 9,42 (Nedvědička – 18.5.2012 12:45). V průměru bylo na všech lokalitách zjištěno pH vyšší než 7. V neznečištěných povrchových vodách ovlivňuje pH vody nejvíce horninové prostředí, přičemž hodnoty pH se pohybují zpravidla v rozmezí 4,5–8,3 (Pitter, 2009).

Koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě je velmi důležitým indikátorem celkové čistoty vody v toku. Na obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě přímo závisí život ryb a vodních organismů. Jako kritická mez pro většinu druhů ryb je považována hranice 3–4 mg/l, pro citlivější druhy ryb, jakými jsou například ryby lososovitě, potom hranice 6 mg/l (Lellák a Kubíček, 1991). Nejnižší zjištěná koncentrace rozpuštěného kyslíku na přítocích byla naměřena na lokalitě Kuřimka v ústí do řeky (2,95 mg.l⁻¹). Řeka v místě kde ústí přítok Kuřimka je obhospodařován jako mimopstruhový. Vůbec nejnižší koncentrace kyslíku byla naměřena na lokalitě ČOV Doubravník v měsíci dubnu (0,32 mg.l⁻¹). Průměr naměřených hodnot obsahu rozpuštěného kyslíku u přítoků splňuje požadavky nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

Konduktivita je dobrým ukazatelem možného znečištění. Hodnoty konduktivity v toku výrazně kolísají v závislosti na úrovni antropogenní zátěže. Míru přítomnosti kationtů a anionů ve vodě zvyšuje výskyt znečišťujících látek v toku. Vysoké hodnoty konduktivity tak jsou symptomem přítomnosti antropogenní zátěže, ukazatel nicméně neumožňuje hodnotit nebo odlišit charakter znečištění (Langhammer 2009, Hájek 2000). Konduktivita velmi výrazně závisí na teplotě vody (Grünvald, 1997, Heteša a Kočková 1997).

Hodnoty základních fyzikálně chemických ukazatelů vodního prostředí na sledovaných přítocích jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1 hodnoty základních hydrochemických parametrů na zkoumaných lokalitách (průměr)

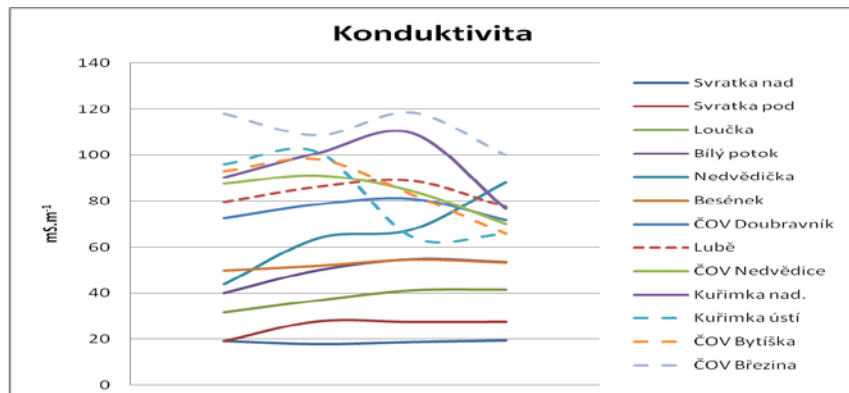
lok	t (°C)	O ₂ %	O ₂ mg.l ⁻¹	pH	Vodivost mS.m ⁻¹
Svratka nad	10,8	98,7	10,7	8,13	18,9
Svratka pod	15,4	111,8	10,7	8,00	25,6
Loučka	17,3	116,5	11,0	8,79	37,8
Bílý potok	15,6	122,4	12,0	8,82	49,5
Nedvědička	16,9	111,7	10,6	8,92	65,8
Besének	14,2	99,4	10,1	8,49	52,4
Lubě	15,5	69,0	6,9	8,21	83,2
Kuřimka nad.	15,3	80,1	8,0	8,22	94,5
Kuřimka ústí	14,8	60,2	6,2	7,91	81,9
ČOV Nedvědice	16,1	59,6	5,8	7,37	83,2
ČOV Doubravník	13,8	29,6	2,3	7,68	75,9
ČOV Bytíška	12,9	68,4	7,2	7,70	84,9
ČOV Březina	16,9	69,5	6,6	7,53	111,3

Tab. 2 Ukazatele a hodnoty jakosti povrchových vod vhodných pro život a reprodukci.

Ukazatel	Hodnoty pro vody lososové		Hodnoty pro vody kaprové	
	cílové	přípustné	cílové	přípustné
Rozpuštěný kyslík (mg/l)	50 % <input type="checkbox"/> 9	50 % <input type="checkbox"/> 9	50 % <input type="checkbox"/> 8	50% <input type="checkbox"/> 7
	100% <input type="checkbox"/> 7		100% <input type="checkbox"/> 5	
pH		6,9		6,9
Amonné ionty (mg/l)	<input type="checkbox"/> 0,04	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,2	<input type="checkbox"/> 1
Dusitany (mg/l)	<input type="checkbox"/> 0,6		<input type="checkbox"/> 0,9	

(dle nařízení vlády č. 71/2003 Sb.)

Graf č. 1 Hodnoty konduktivity jednotlivých lokalit v průběhu sledování



Graf č. 1 znázorňuje vývoj konduktivity v průběhu sledování. Vzorky z přítoků měly spíše nižší vodivost než vzorky vody z čistíren. V grafu je patrné, že se konduktivita měnila jen málo, což značí poměrně stálou kvalitu přitékající vody. U lokalit Kuřimka nad, Kuřimka ústí a u posledního odběru na lokalitě Nedvědička došlo k výraznější změně vodivosti. Jak ale uvádí Langhammer (2009) může být náhlý výkyv způsoben změnou vodnatosti. Jinými slovy může být vodivost náhle ovlivněna naředěním například srážkami, nebo naopak zkoncentrováním v důsledku malého průtoku. Změna vodivosti u přítoku Nedvědička mohla být způsobena snížením průtoku z důsledku dlouhotrvajícího sucha v letním období roku 2012.

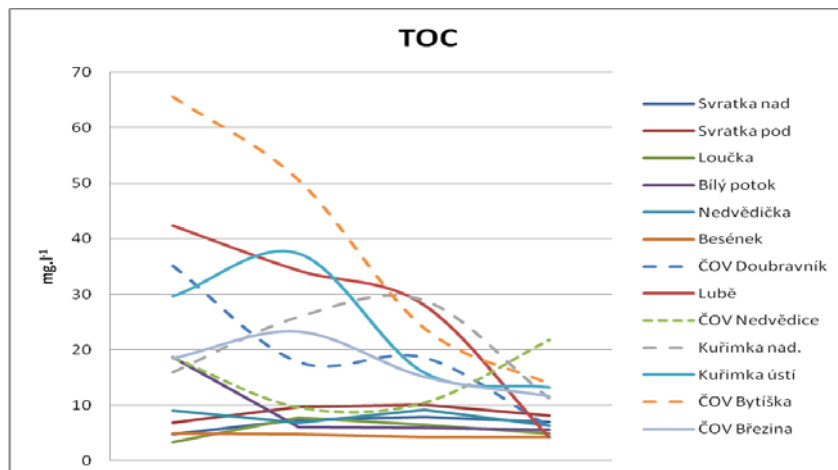
Organické látky

Organické látky v povrchových vodách mohou mít dvoji původ. Přirozeně se do toků dostávají výluhem z půd a sedimentů nebo jako produkty životní činnosti živočišných a rostlinných organismů a bakterií. Značná část organického znečištění má však antropogenní charakter. Zdrojem takového znečištění může být průmysl, zemědělství a komunální odpadní vody (Langhammer 2009, Pitter 2009, Moriarty 1983). Pro zjištění množství organických látek byly sledovány hodnoty celkového organického uhlíku (TOC) a hodnoty chemické spotřeby kyslíku (CHSK_{Cr}).

Tab. č. 3 Hodnoty TOC a CHSK

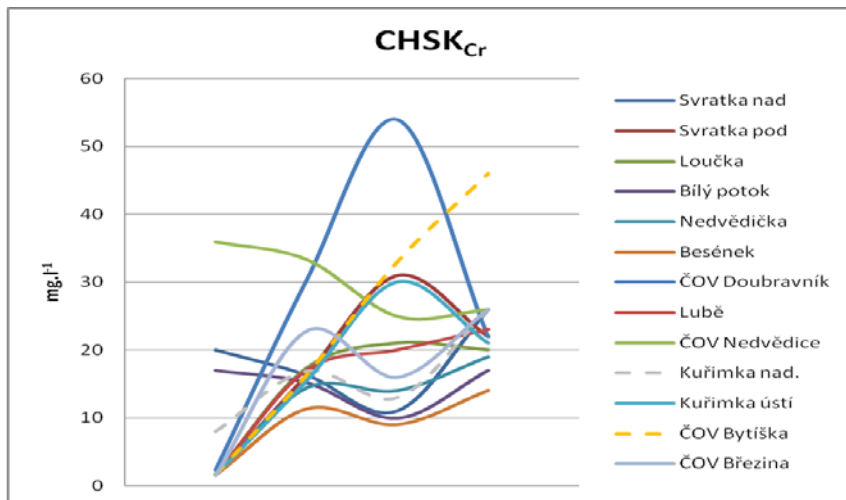
	Svratka nad	Svratka pod	Loučka	Bílý potok	Nedvědička	Besének	ČOV Doubravnik	Lubě	ČOV Nedvědice	Kuřimka nad.	Kuřimka ústí	ČOV Bytíška	ČOV Březina
TOC	6,8	8,7	5,6	9,1	7,8	4,6	19,4	27,3	15,1	20,5	24,0	38,5	17,2
CHSK _{Cr}	18,3	17,7	15,0	14,8	12,2	9,0	27,2	15,4	30,1	16,0	17,0	24,2	16,6

Graf č. 2 Obsah celkového organického uhlíku v průběhu sledování

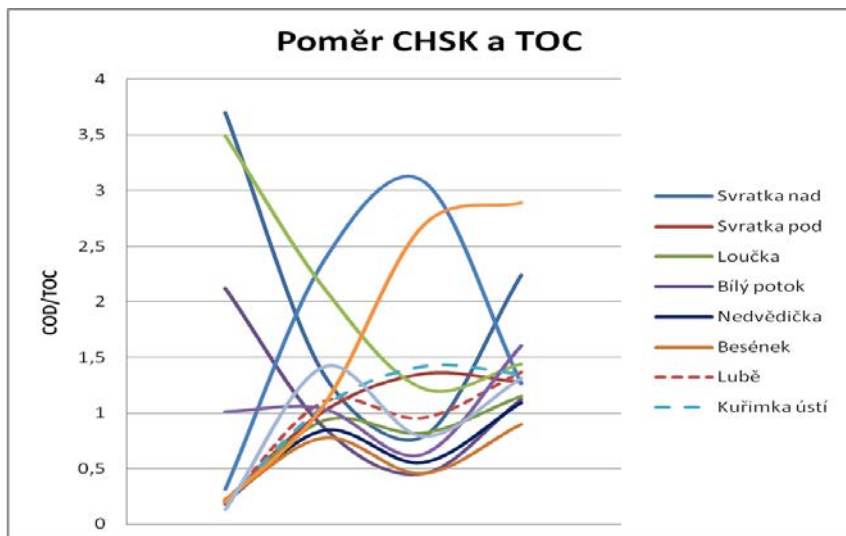


Hodnota TOC vyjadřuje množství CO_2 vzniklého při oxidaci organických látek. Vysoké hodnoty vykazují silné organické znečištění způsobující úbytek kyslíku ve vodě.

Graf č. 3 Obsah CHSK_{Cr}



Graf č. 4 Poměr CHSK/TOC na přítocích



Výrazné změny poměru mezi *toc* a *chsk* mohou znamenat měnění se charakter znečištění nebo strukturální změny zdrojů znečištění (Langhammer 2009). Hodnoty *chsk* a *toc* jsou využívány pro hodnocení kvality vody. Česká technická norma čsn 75 7221 jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod využívá tyto dvě hodnoty pro zařazení do tříd jakosti vody.

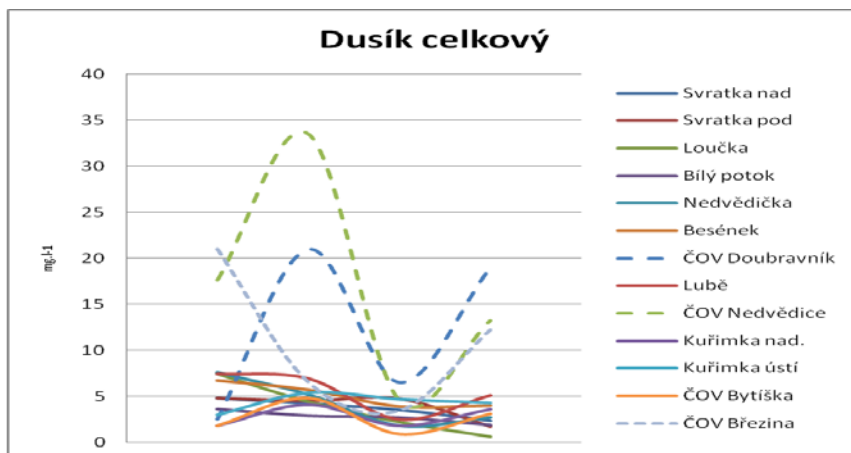
Tab. č. 4 třídy jakosti dle *toc* a *chsk* dle čsn 75 7221

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
CHSK _{Cr}	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	> 60
TOC	mg/l	< 7	< 10	< 16	< 20	≥ 20

Anorganické znečištění

Mezi ukazatele anorganického znečištění patří tzv. nutrienty neboli živiny, které jsou důležité pro život a růst organismů. Patří sem sloučeniny dusíku a fosforu (Langhammer 2009). Nejvyšší zátěž v našem sledování z hlediska koncentrace sloučenin dusíku, tedy námi analyzované koncentrace celkového dusíku, amonných a dusičnanových iontů, představují ČOV Doubravnik, ČOV Nedvědice a ČOV Březina. Z přítoků jsou to lokality Besének a Lubě. Dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod je přípustná koncentrace amonných iontů je u vodárenských toků 0,39 mg.l⁻¹ a u toků ostatních 2,33 mg.l⁻¹.

Graf č. 5 Celkový dusík zjištěný na lokalitách



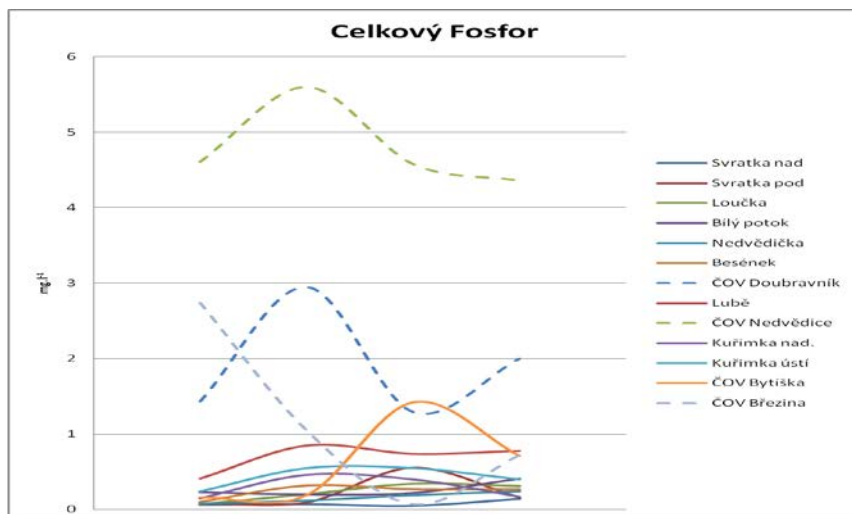
Dalším ukazatelem anorganického znečištění je koncentrace celkového fosforu a koncentrace fosforečnanových iontů. Nejvyšší koncentrace celkového fosforu byla vysledována na lokalitě

ČOV Nedvědice ($5,6 \text{ mg.l}^{-1}$). Průměrná koncentrace v průběhu sledování byla na této lokalitě $4,79 \text{ mg.l}^{-1}$. Druhá v pořadí s nejvyšší koncentrací celkového fosforu byla lokalita ČOV Doubravník ($1,92 \text{ mg.l}^{-1}$). Z přítoků ukázalo naše sledování nejvyšší koncentraci celkového fosforu na lokalitě Kuřimka ústí ($0,435 \text{ mg.l}^{-1}$). Tento přítok s malou vodnatostí protéká mezi obhospodařovanými zemědělskými pozemky. V době sledování byla kolem dolní části toku pěstována kukuřice. Největším zdrojem fosforu z přítoků ve sledovaném úseku je podle studie zabývající se bilancí fosforu v povodí UN Brno řeka Loučka přinášející $10,6 \text{ t P}$ za rok (Gardavská 2012).

Tab. č. 5 Nejčastěji používané hodnoty typické produkce fosforu z komunálních zdrojů (Langhammer 2009)

(Pitter, 2009)	(Nesměrák, 1997)
celková produkce 3 g/os/den	celková produkce $1,57 \text{ g/os/den}$
vylučování $1,5 \text{ g/os/den}$	vylučování $1,2 \text{ g/os/den}$

Graf č. 6 Celkový fosfor (koncentrace)



Kvalita vody

Dle normy ČSN 75 7221 se vody dělí do pěti tříd jakosti na základě koncentrace daných ukazatelů.

Tab. č. 6 Mezní hodnoty námi sledovaných ukazatelů pro určení třídy jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221

Obecné, fyzikální a chemické ukazatele						
Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
rozpuštěný kyslík	mg/l	>7,5	>6,5	>5,0	>3,0	≤ 3,0
konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	> 160
TOC	mg/l	< 7	< 10	< 16	< 20	≥ 20
CHSK _{Cr}	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	> 60
amoniakální dusík	mg/l	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	> 13
celkový fosfor	mg/l	< 0.05	< 0.15	< 0.4	< 1	> 1

Tab. č. 7 Třídy jakosti sledovaných ukazatelů na jednotlivých lokalitách

jakost	Vodivost	O ₂	TOC	CHSK	N-NH ₄	N-NO ₃	P _{total}
Svratka nad	I	I	I	II	I	II	II
Svratka pod	I	I	II	II	I	II	III
Loučka	I	I	I	II	I	II	III
Bílý potok	II	I	II	I	I	I	III
Nedvědička	II	I	II	I	I	II	III
Bešének	II	I	I	I	I	II	III
ČOV Doubravník	III	IV	IV	III	III	II	V
Lubě	III	II	V	II	II	II	IV
ČOV Nedvědice	III	III	III	III	III	V	V
Kuřimka nad	III	I	V	II	II	I	III
Kuřimka ústí	III	III	V	II	II	II	IV
ČOV Bytíška	III	II	V	II	I	I	IV
ČOV Březina	IV	II	IV	II	III	IV	V

I. třída velmi čistá voda Voda je obvykle vhodná pro všechna užití, mj. pro

- vodárenské účely
- potravinářský průmysl
- koupání
- chov lososovitých ryb

Voda má velkou krajinnotvornou hodnotu

II. třída čistá voda Voda je obvykle vhodná pro většinu užití, mj. pro:

- vodárenské účely
- chov ryb
- vodní sporty
- zásobování průmyslu vodou

Voda má krajínotvornou hodnotu

III. třída znečištěná voda Voda obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu vodou.

Pro vodárenské účely je voda použitelná jen podmíněčně, pokud není

k dispozici zdroj lepší jakosti, při vícestupňové úpravě

Voda má malou krajínotvornou hodnotu

IV. třída silně znečištěná voda Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely.

V. třída velmi silně znečištěná voda Voda se obvykle nehodí pro žádný účel. (ČSN 75 7221)

ZÁVĚR

Všechny sledované lokality odpovídaly v průměru požadavkům na kvalitu vody pro vody kaprové (Bílý potok, Kuřimka, Lubě, Svratka pod) respektive pro vody pstruhové (Loučka, Besének, Nedvědička, Svratka nad.). Největšími potenciálními zdroji ve sledovaném úseku jsou z hlediska koncentrace vybraných parametrů čistírny odpadních vod. Nejvyšší koncentrace celkového N přináší ČOV Doubravník (900 os.) a Březina (cca 10000 os.). Nejvyšší koncentrace celkového P byly zjištěny u ČOV Nedvědice a ČOV Doubravník. Při dostatečném průtoku vody v řece dojde k výraznému naředění znečištění. Negativní dopad na kvalitu v řece se tak v případě čištění odpadních vod výrazně zmenšuje. Z přítoků vybraných pro monitoring byly nejvyšší koncentrace znečištění naměřeny v přítocích Lubě a Kuřimka. Ale vzhledem k množství přitékající vody se zvýšenou koncentrací látek ovlivňujících kvalitu vody jsou největšími přirozenými zdroji znečištění přítoky Loučka a Lubě. Tyto přítoky protékají intenzivně zemědělsky využívanou krajinou. S tím souvisí další možné problémy s výluhem látek z okolních polí. Ze sledovaných čistíren odpadních vod se jako nejvýznamnější znečišťovatel jeví ČOV Březina, která je napojena na největší počet osob a tedy zpracovává největší množství odpadních vod. Sledování množství organických látek a živin přitékajících řekou Svratkou má v posledních letech význam ve vztahu ke snahám o snížení vodního květu na ÚN Brno. Vědomosti o zdrojích organického znečištění mohou usnadnit řešení příčin nadměrného vodního květu.

LITERATURA

GARDAVSKÁ, Z. a kol. (2012) *Bilanční model povodí VN Brno*. In Vodárenská biologie Praha 2012. Ekomonitor. s. 60- 65. 218 s. ISBN 978-80-86832-65-4

GRÜNVALD, A. (1997) *Hydrochemie*, Praha, ČVUT.

HÁJEK, M. (2000): *Měření fyzikálně-chemických vlastností vody přenosnými přístroji* In: Stanová, V. (ed.) Rašeliniská Slovenska. DAPHNE . Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, str. 77-83.

HETEŠA, J. - KOČKOVÁ, E. (1997): *Hydrochemie*. – Skriptum MZLU Brno, 106 s.

MORIARTY F. (1983): *Ecotoxicology*. Academic press. 2. vydání. ISBN 0-12-506761-5

LANGHAMMER, J. (2009): *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. Praha 2002. Skriptum Univerzita Karlova. 225 s.

LELLÁK, J. AND KUBÍČEK, F. (1991) *Hydrobiologie*, Praha, Karolinum.

NESMĚRÁK, I. (1997) *Města a obce jako zdroj fosforu*. VTEI, 27(2).

PITTER, P. (2009): *Hydrochemie*. VŠCHT Praha 2009. 4. Vydání. ISBN 978-80-7080-701-9

WINKLEROVÁ, L. (2008): *Bioindikátory – jejich role při hodnocení stavu životního prostředí*. Bakalářská práce. VUT Brno 2008.

ČR (1998) Česká technická norma ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod

Nařízení vlády č. 82/1999 Sb. kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného znečištění vod.

Nařízení Vlády č. 71/2003 Sb. - o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod