

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Možnost implementace systému ISO 14000 a jeho vliv na kvalitu vody  
v Mlýnské stoce v intravilánu města České Budějovice

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultanti diplomové práce: Ing. Dana Jirotková

Autor: Petra Jelínková

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra JELÍNKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z10456**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Možnost implementace systému ISO 14000 a jeho vliv na kvalitu vody v Mlýnské stoce v intravilánu města České Budějovice**  
Zadávací katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

### Zásady pro vypracování:

**Cílem práce** je zpracovat výsledky kvality vody v Mlýnské stoce, zjistit, k jakým změnám dochází v průběhu jejího průtoku městem Č. Budějovice ve vztahu k vypouštění vod z objektu teplárny a navržení optimalizace tohoto procesu s ohledem na normu ISO 14 000.

**Metodika:** Zpracovat literární zdroje zabývající zadanou problematikou.

**Hypotéza:** Vody, vypouštěné z výroby tepla do vodoteče, výrazně negativně ovlivňují její kvalitativní ukazatele.

**Výsledky:** Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů.

**Diskuse:** Shrnutí zjištěných údajů.

**Závěr:** Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků.

**Seznam použité literatury:** V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.



Rozsah grafických prací: tabulky a grafy

Rozsah pracovní zprávy: 25-35 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Nařízení vlády č. 229/2007Sb.
- Horáček, Z.: Vodní zákon č. 254/2001 Sb. : po novele zákonem č. 150/2010 Sb., účinné od 1. 8. 2010 s komentářem. Praha: SONDY, 2011. 423 s. ISBN 978-80-86846-39-2
- Nesměrák, I.: Základní statistické charakteristiky rozdělení průtoků, koncentrací a látkových toků na přítocích a odtocích z komunálních čistíren odpadních vod. Vyd. 1., Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2010. 143 s. ISBN 978-80-87402-02-3 (brož.)
- Reynolds, J. D.: Management of freshwater biodiversity : crayfish. 1st ed., Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 374 s. ISBN 978-0-521-51400-2
- Odborné články z databází dostupných v katalogu akademické knihovny Jihočeské univerzity.
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: 12. března 2012

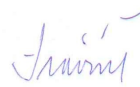
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

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



prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2012

### **Prohlášení autora BP**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 12. 4. 2013

.....

Petra Jelínková

## **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu práce Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení. Také děkuji svým rodinným příslušníkům a přátelům, za technickou pomoc a za psychickou podporu při psaní této bakalářské práce.

## **ABSTRAKT**

Předmětem této bakalářské práce bylo po dobu celého roku 2012 každý druhý měsíc odebírat vzorky vody z Mlýnské stoky. Bylo odebráno celkem 18 vzorků u kterých byla v laboratoři Teplárny a.s. Novohradská 32 v Českých Budějovicích provedena analýza. U těchto vzorků bylo zjišťováno znečištění, vzniklé při průtoku Mlýnské stoky intravilánem Českých Budějovic.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Mlýnská stoka, intravilán, vzorky

## **ABSTRACT**

The subject of this thesis was to take samples of water from the Mill sewer every month for the whole of 2012. A total of 18 samples which were taken in the lab of Teplárny a. s. in Novohradská 32 street in České Budějovice were analyzed. The pollution arising from urban sewer flow Mill České Budějovice at these samples were investigated.

### **KEYWORDS:**

Mill sewer, urban, samples

## **OBSAH**

1. Úvod.....	8
2. Literární rešerše.....	9
2.1 Historie Mlýnské stoky .....	9
2.2 Normy ISO .....	9
2.2.1 Základní zásady managementu kvality .....	10
2.2.2 Nová norma .....	11
2.2.3 Management systému jakosti .....	11
2.2.4 Postupy systému.....	12
2.3 ISO 14000 .....	12
2.3.1. Definice .....	12
2.4 Vodní zákon .....	13
2.4.1 Ochrana vod .....	14
3. Cíl práce .....	16
4. Metodika .....	17
4.1 Odběr vzorků.....	17
4.1.1 Mapy odběrových míst.....	18
4.2 Spektrofotometrické stanovení.....	19
4.2.1 Železo .....	19
4.2.2 Fosfor .....	20
4.2.3 Amonné ionty.....	20
4.2.4 Mangan.....	21
4.2.5 Měď .....	22
4.3 Použité metody.....	22
4.3.1 Stanovení pH .....	22
4.3.2 Stanovení chloridů .....	23
4.3.3 Stanovení síranů .....	24
4.3.4 Stanovení nerozpuštěných látek .....	25
4.3.5 Stanovení biochemické spotřeby kyslíku.....	26
5. Výsledky měření a diskuse.....	30
6. Závěr .....	42
7. Summary .....	43
8. Použitá literatura .....	44

## 1. Úvod

Hodnocením a zaváděním systémů kvality se zabýval američan Dr. W. Edwards Deming, který se po 2. světové válce proslavil důsledným zaváděním strategických metod při zabezpečování kvality. Připojil také myšlenku trvalého zlepšování kvality a zákonů podniku a formuloval 14 bodů řízení kvality. Je mu též přisuzováno autorství metody zlepšování PDCA jako systematického přístupu k řešení problémů a zlepšování. Dále formuloval 7 smrtelných nemocí řízení kvality. Na jeho počest byla pojmenována japonská cena za kvalitu, byl jmenován jako konzultant do předních firem. V roce 1960 dostal nejvyšší japonské státní vyznamenání od japonského císaře (Doležalová, 2012).

Postupem let vznikla celá řada norem specializovaných na jednotlivé oblasti sledování kvality. Jednou z nich je řada ISO 14000 a její enviromentální manažerský systém, který se zabývá postupným snižováním zátěže na životní prostředí. Do těchto enviromentálních aspektů spadá také závazek k neustálému zlepšování prevence proti znečištění. Jejím cílem je postupné snižování zátěže na životní prostředí.

Přínos norem ISO 14000 se týká firem, ve kterých je zaveden funkční enviromentální systém managementu. Tento systém značí zákazníkovi, že firma dbá na životní prostředí. To znamená, že zde dochází ke snížení rizika enviromentálních havárií, rozšíření možnosti zakázek v exportní i státní oblasti. Ale také úspory energie, výroby a dalších zdrojů.

Přetrvávajícím problémem však zůstává znečišťování povrchových vod, které probíhá nekontrolovatelně z odpadních vod, rozptýlené zástavby a zemědělských produktů. Nejvíce dochází ke znečištění u menších toků s malým průtokem, které protékají hustě osídlenými oblastmi. Tomuto parametru odpovídá Mlýnská stoka, která protéká celým intravilánem Českých Budějovic a je tedy vhodným ukazatelem znečištění povrchových vod vlivem městského průmyslu, výroby a celkového života obyvatel.



## **2. Literární rešerše**

### **2.1 Historie Mlýnské stoky**

Mlýnská stoka je z části uměle vybudovaný vodní tok, který odbočuje z Malše nad Velkým jezem. Byl původně bočním ramenem Malše. Toto boční rameno se využívalo jako napájení hradebního příkopu, který byl součástí vodního opevnění města. Zároveň však sloužila i jako náhon na kola Předního a Zadního mlýna. Podél hradebních zdí a parkánů byla mlýnská stoka zpětně spojena s Malší. V roce 1874 byly zbourány dlouhé úseky městských hradeb a byla provedena regulace. Mlýnská stoka původně protékala širokými meandry až k stávající Novohradské ulici a nad Senovážným náměstím býval jez (tzv. Špitálský), který vzdouval vodu na mlýn a využíval se k zpracování grafitu. Tam kde sídlí dnešní budova hlavní pošty, přibírala mlýnská stoka vody z Hlinského a Dobrovodského potoka. Ty však byly na přelomu 19. a 20. století odvedené novým korytem nad železniční tratí.

Do pravidelného koryta nad ulicí U Tří lvů byla upravena před první světovou válkou, to dalo základ vzniku současné podoby Vrchlického nábřeží. Ochranná hráz na vtoku opatřena stavidly, byla vybudována nad železniční tratí ve 30. letech 20. století. Bylo tak použito zasypaného a upraveného původního koryta Vltavy, toto přispělo k celé regulaci řeky Vltavy.

V 50. letech, kdy byla městská elektrárna přestavěná na teplárnu, byla Mlýnská stoka ztracena. Poté v 60. letech byl uskutečněn záměr zakrytí koryta v souvislosti s výstavbou Domu kultury Metropol na Senovážné náměstí (Kopáček, 2006; Kovář, 1998).

### **2.2 Normy ISO**

Zkratka ISO znamená International Organisation for Standardization, v překladu to znamená Mezinárodní organizace pro standardizaci. Jsou to mezinárodní normy přijaté Mezinárodní normalizační společností v roce 1987 a postupně novelizované v letech 1994 a 2000. Má za úkol zkoumat procesy v organizaci z pohledu kvality. Tento program má zajistit základní předpoklady a

podmínky pro trvalou kvalitu procesů a prověřit zda existují v organizaci správně dokumentované a efektivně fungující procesy kvality.

Tyto normy, které se postupně rozrůstaly, byly velmi rychle globálně akceptovány. Roku 1994 došlo k zásadní novelizaci. Nejdříve vycházely normy ze všeobecných zkušeností firem, které dosahovaly vynikajících výsledků v jakosti výrobků většinou v oblasti leteckého a automobilového průmyslu, poté se postupně aplikovaly i do ostatních služeb.

V dnešní době mají normy univerzální charakter, dbají na prevenci zabezpečování kvality a jsou aplikované jak ve výrobních organizacích, tak i v podnicích služeb bez ohledu na jejich velikosti (Pešek, 2003).

### **2.2.1 Základní zásady managementu kvality**

Koncepce managementu kvality je dnes stavěna na téměř totožných principech. Všichni odborníci se bez výjimky shodují na zásadách, ke kterých se dospělo na základě dlouholetých zkušeností. Identifikovali osm zásad managementu kvality, které může vrcholové vedení používat k vedení organizace pro zvýšení výkonnosti:

- zaměření na zákazníka,
- vedení a řízení zaměstnanců,
- zapojení zaměstnanců,
- procesní přístup,
- systémový přístup k managementu,
- neustálé zlepšování,
- přístup k rozhodování zakládající se na faktech,
- vzájemně prospěšné dodavatelské vztahy (Doležalová, 2012).

### 2.2.2 Nová norma

Pokud zakládáme novou normu, musíme klást důraz na způsobilost organizace poskytovat shodné výrobky nebo služby a specifikovat požadavky na systém managementu jakosti.

Podle Deminga, který je považován za tzv. otce jakosti, je zohledněn model stálého zlepšování jakosti, který spočívá ve sledu činností plánování – provedení – kontrola – následná zlepšující akce.

Tak naplňuje organizace očekávání zákazníka a průběžně zlepšuje svou činnost. Toto uspořádání je rozčleněno na proces, který je řízen vedením to obstarává pro proces potřebné zdroje. Současně s tímto procesem se provádí měření a analýza pro zlepšení. Rovněž nová norma vyžaduje sledování názorů zákazníka, co se týká organizace a jejich výkonů.

ISO norma, má osm následujících charakteristických rysů:

- zaměření na stabilitu jakosti,
- zavedení pořádku a disciplíny do zabezpečování jakosti,
- detailní dokumentace všech postupů zabezpečování jakosti,
- dokladovost (evidence, záznamy), realizace postupů,
- zpětná vazba a na jejím základě uskutečnění nápravy,
- maximální dosažení spokojenosti zákazníka,
- nepřetržité zlepšování,
- prevence neshod (Pešek, 2003).

### 2.2.3 Management systému jakosti

Činnostmi celého vedení rozumíme management systému jakosti, které stanovuje veškerou politiku jakosti a její cíle a odpovědnosti. Realizované prostředky jako je plánování jakosti, zabezpečování jakosti, řízení jakosti a zlepšování jakosti v rámci systému jakosti.

V příručce jakosti, což je základní dokument, musí být v celém svém rozsahu zdokumentován systém jakosti. Musí obsahovat soubory technicko-organizačního postupu a navazujících ověřených pracovních, kontrolních a zkušebních postupů (Pešek, 2003).

#### **2.2.4 Postupy systému**

Tyto postupy popisují celý systém managementu a musí být připraveny společně s příručkou jakosti. Pro všechny činnosti jsou předepsány a musí odpovídat normě ISO. Ve vztahu k platnému organizačnímu řádu a politice jakosti, musí stanovovat odpovědnost za jejich zabezpečování. Na složitosti práce a použitých metodách závisí na podrobnosti postupů.

Vrcholový management má za povinnost navzájem sladit cíle jakosti nižších úrovních, jak co se týká místa i času, ale dbát i na neustálé zlepšování systému kvality ve smyslu norem řady ISO (Pešek, 2003).

### **2.3 ISO 14000**

Tato norma je identická s EN ISO 14001:1996

Souborem norem ČSN EN ISO 14000, jehož je tato norma součástí, se do českého názvosloví technické normalizace poprvé zavádí řada nových termínů souvisejících s problematikou životního prostředí (ČNI 1997).

#### **2.3.1. Definice**

##### **Životní prostředí, environment**

Prostředí, ve kterém organizace provozuje svou činnost a zahrnující ovzduší, vodu, půdu, přední zdroje, rostliny a živočichy, lidi a jejich vzájemné vztahy

POZNÁMKA – V této souvislosti se „prostředí“ rozlišuje za hranice organizace do globálního systému.

### **Environmentální aspekt**

Prvek činností, výrobků nebo služeb organizace, který může ovlivňovat životní prostředí

POZNÁMKA – Významný environmentální aspekt je environmentální aspekt, který má nebo může mít významný environmentální dopad.

### **Environmentální dopad**

Jakákoli změna v životním prostředí, ať nepříznivá, či příznivá, která je zcela nebo částečně způsobena činností, výrobky či službami organizace.

### **Prevence znečišťování, předcházení znečišťování**

Používání procesů, praktik, materiálů nebo výrobků, které zabraňují, snižují nebo regulují znečišťování, což může zahrnovat recyklaci, zpracování, změny procesů, řídicí mechanismy, účinné využívání zdrojů a náhradu surovin

POZNÁMKA – mezi potenciální přínosy prevence znečišťování patří snížení negativních environmentálních dopadů, zvýšení účinnosti a snížení nákladů (ČNI, 1997).

## **2.4 Vodní zákon**

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich závisících suchozemských ekosystémů (Horáček, 2011).

Ochrana vod je komplexní činností spočívající v ochraně množství a jakosti povrchových i podzemních vod, a to v souladu s požadavky českého práva i práva EU. Základním právním předpisem Evropského parlamentu a Rady ustavujícím rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států je směrnice

2000/60/ES z 23. října 2000. Ochranu vod, jejich využívání a práva k nim upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Některá jeho paragrafová ustanovení jsou upřesněna či rozvedena tzv. podzákonými předpisy (nařízení vlády, vyhlášky). Ministerstvo životního prostředí společně s Ministerstvem zemědělství každoročně předkládá vládě Zprávu o stavu vodního hospodářství v České republice, která popisuje a hodnotí stav jakosti a množství povrchových a podzemních vod i související legislativní, ekonomické, výzkumné a integrační aktivity [online]. 2008 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/ochrana\\_vod](http://www.mzp.cz/cz/ochrana_vod)

Ministerstvo vnitra, Vodní zákon 254/2001 § 38 Hlava V. Ochrana vodních poměrů a vodních zdrojů uvádí: „Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňující její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod.“

#### **2.4.1 Ochrana vod**

Za posledních 50 let se zvýšilo celkové využití vody čtyřikrát. V současné době lidé využívají přes 4000 km<sup>3</sup> za rok z toho je určeno 70 – 80 % pro zavodňování, 20 % průmyslu a jen 6 % pro spotřebu domácností.

Znečištění povrchových vod dosahuje v současné době globálních rozměrů. Okolo 10 % všech řek ve světě lze považovat za znečištěné, protože hodnota jejich biologické potřeby kyslíku překračuje kritickou hranici 6,5 mg/l. V řekách i jezerech stoupá obsah rozpuštěných látek a zejména živin, především sloučenin dusíku a fosforu. Značná část těles povrchové vody je dále znečišťována různými toxickými látkami, například sloučeninami těžkých kovů a organickými látkami, které pocházejí jak ze zemědělství tak odpadních vod průmyslu (Mohan, 1995).

Nedílnou součástí ochrany vod je ochrana její jakosti v závislostech užívání vody. Jakost povrchových vod ovlivňují zásadním způsobem bodové zdroje znečištění – města a obce, průmysl (Kvítek, 2005).

Množství škodlivých látek ve vypouštěných odpadních vodách z každého zdroje – podniku i větší provozovny, hypermarketu apod. musí být podle zákona kontrolováno. Měření množství a kvalitního složení vypouštěných odpadních vod se provádí jednak z důvodu kontroly řádného stavu technologií tak, aby byly dodrženy příslušné limity, a dále jako podklad pro výpočet poplatků za vypouštění odpadních vod.

Při překročení legislativně daných limitů producent takové odpadní vody platí značné pokuty. Těžce kontaminované vody z průmyslu, včetně sektoru dopravy a pohonných hmot, se nemohou vypouštět do kanalizace a nechat procházet komunální čistírnou. Tyto technologické vody se tedy odvádějí do jímek a odkalovacích nádrží, případně do specializovaných průmyslových čistíren odpadních vod, a postupně se náročnými fyzikálními, chemickými a elektrochemickými a dalšími metodami, včetně spalování kalů, zbavují specifických nečistot a toxických odpadních látek (Polásková, 2011).

### **3. Cíl práce**

Cílem práce je zpracovat způsob hodnocení kvality odpadních vod z průmyslového podniku do vodního toku (Mlýnská stoka) v intravilánu města České Budějovice a srovnat je s aplikací normy ISO 14000. Na základě výsledků následně navrhnout případné úpravy tak, aby bylo dosaženo shody s normou ISO 14000.



## 4. Metodika

### 4.1 Odběr vzorků

Vzorky byly odebírány následujícím způsobem, který je uveden v následujících publikacích:

Minimální četnost odběrů povrchových vod je 4-5x za rok s tím, že se zachytí základní období:

- jarní tání (březen),
- období intenzivního růstu a vývoje rostlin (květen),
- období nejvyšších letních teplot (začátek žní),
- období podmítek (srpen – září),
- období hydrologického minima (říjen – listopad),

(Kvítek, 2005).

Reprezentativní vzorek – většinou je nutné vzorkovat na více místech a potom smícháním získat průměrný vzorek (Popl, 1995) na přepadu (při odběru se nesmí zvířít usazeniny dna) do polyetylénového kbelíku o objemu 10 litrů a poté přelije do polyetylénové lahve o obsahu 3 l. Na místě odběru je nejprve třikrát propláchneme odebíranou vodou. Řádně naplněné a uzavřené se ještě téhož dne odvezou do laboratoře k analýze. Při zpracování druhý den se vzorky uloží do chladničky a skladují se při teplotě 3 – 4 °C (Kvítek, 2005).

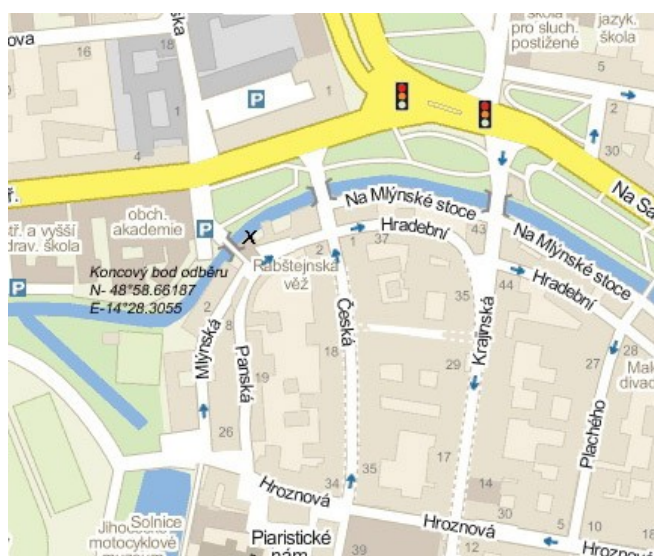
## 4.1.1 Mapy odběrových míst

Obrázek č. 1 Mapa odběrového místa (začátek) z Mlýnské stoky v intravilánu města



Zdroj: Petra Jelínková

Obrázek č. 2 Mapa odběrového místa (konec) z Mlýnské stoky v intravilánu města



Zdroj: Petra Jelínková

**Obrázek č. 3** Mapa odběrového místa (teplárna) z Mlýnské stoky v intravilánu města



Zdroj: Petra Jelínková

## 4.2 Spektrofotometrické stanovení

Vzorky pro spektrofotometrické stanovení byly měřeny na Genesis 10 Thermo – elektron corporation.

### 4.2.1 Železo

Pomocí redukce se všechny ionty železa transformují na železnaté ionty. V roztoku pufovaném thioglikolátem tyto ionty reagují s derivátem triazinu a vytvářejí červeno-fialový komplex.

#### Příslušenství

- Pístová pipeta na pipetování objemu 5 ml
- Hranolová kyveta 20 mm
- Destilovaná voda na slepé stanovení - blank
- Fotometr

### **Postup vlastního stanovení**

Do zkumavky bylo pomocí pipety odpipetováno 5ml vzorku. Dále byly přidány 3 kapky Činidla Fe 1 a vzorek s činidlem byl promíchán. Vzorek byl nechán stát po dobu 3 minut, potom přenesen do kyvety a provedeno měření ve fotometru při vlnové délce 565 nm (Reagenční testy-Merk,2007).

#### **4.2.2 Fosfor**

Tímto testem se měří pouze orthofosforečnany. Pokud měřím celkový fosfor musím výsledek vydělit číslem 2,293.

#### **Příslušenství**

- Pístová pipeta na pipetování objemu 5 ml
- Hranolová kyveta 10 mm
- Destilovaná voda na slepé stanovení - blank
- Fotometr

### **Postup vlastního stanovení**

Do testovací zkumavky bylo pomocí pipety odpipetováno 5ml vzorku. Přidáno 5 kapek Činidla PO<sub>4</sub> 1, promícháno. Přidána 1 mikrolžička Činidla PO<sub>4</sub> 2, zkumavka byla uzavřena víčkem a roztok intenzivně míchán dokud nebylo činidlo zcela rozpuštěno. Vzorek s reagenциemi byl po dobu 5 minut nechán reagovat, potom převeden do kyvety a bylo provedeno měření vzorku ve fotometru při vlnové délce 564 nm (Reagenční testy-Merk,2007).

#### **4.2.3 Amonné ionty**

Amoniakální dusík se vyskytuje částečně ve formě amonných iontů a částečně jako amoniak. Mezi těmito formami existuje rovnováha závislá na hodnotě pH. V silně alkalických roztocích je NH<sub>4</sub>-N přítomný téměř výhradně jako amoniak, který reaguje s chlornany a vzniká monochloamin. Tento dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol.

### **Příslušenství**

- Pístová pipeta na pipetování objemu 5 ml a 1,2 ml
- Hranolová kyveta 50 mm
- Blank – připravuje se stejně jako vzorek, ale místo něj se použije destilovaná voda
- Fotometr

### **Postup vlastního stanovení**

Do testovací zkumavky bylo pomocí pipety odpipetováno 10ml vzorku. Poté pomocí pipety přidáno 1,2 ml Činidla  $\text{NH}_4$  1 a zamícháno. Dále přidána 2 mikrolžičky (ve víčku láhve s  $\text{HN}_4$  2) Činidlo  $\text{NH}_4$  2 a energicky protřepáno, až se činidlo zcela rozpustilo. Vzorek s činidly se nechal 5 minut reagovat (reakční čas A). Poté byly přidány 4 kapky Činidla  $\text{NH}_4$  3 zamícháno a necháno stát 5 minut (reagenční čas B). Potom bylo provedeno měření vzorku ve fotometru při vlnové délce 690 nm (Reagenční testy-Merk,2007).

### **4.2.4 Mangan**

V alkalickém roztoku reagují ionty manganu s oxidem a vytvářejí červeno – hnědý komplex.

### **Příslušenství**

- Hranolová kyveta 50 mm
- Blank – destilovaná voda
- Fotometr

### **Postup vlastního stanovení**

Do testovací zkumavky bylo pomocí pipety odpipetováno 10ml vzorku. Poté přidáno 8 kapek Činidla Mn 1 a promícháno. Dále přidány 4 kapky Činidla Mn 2 promícháno a necháno stát 2 minuty (reagenční doba A). Po uplynutí reakční doby bylo přidány 4 kapky Činidla Mn 3 promícháno a necháno stát 2 minuty (reagenční doba B), potom se vzorek přenesl do kyvety a provedeno měření vzorku na fotometru při vlnové délce 446 nm (Reagenční testy-Merk,2007).

#### 4.2.5 Měď

V amoniakálním prostředí reagují ionty mědi s cuprizonem a vytvářejí modrý komplex.

#### Příslušenství

- Hranolová kyveta 20 mm
- Blank
- Fotometr

#### Postup vlastního stanovení

Do testovací zkumavky bylo pomocí pipety odpipetováno 5ml vzorku. Poté přidána 1 odměrná lžička Činidla Cu 1, energicky promícháno dokud se činidlo nerozpustilo. Dále přidáno 5 kapek Činidla Cu 2 a promícháno. Necháno reagovat 5 minut, potom přenesen vzorek do kyvety a provedeno měření vzorku na fotometru při vlnové délce 599 nm (Reagenční testy-Merk,2007).

### 4.3 Použité metody

#### 4.3.1 Stanovení pH

Tato metoda vychází z postupů, který uvádí norma ČSN ISO 10523

#### Chemikálie

- Standardní tlumivé roztoky

Bylo používáno komerčně dostupných primárních tlumivých roztoků, dosud neovlivněných působením rostoucích mikroorganismů.

#### Přístroje a pomůcky

- Teploměr

Se stupnicí dělenou po 0,5°C

- pH-metr

Inolab výrobce firma WTW (SRN) vybavený teplotní kompenzací

- Skleněná elektroda a srovnávací elektroda

## Postup zkoušky

### - Příprava

Bylo použito komerčních certifikovaných tlumivých roztoků o hodnotě pH 4, 7 a 9 (dodavatel firma Merck)

### - Kalibrační a přímé měření

Byla změřena teplota vzorku a stanovena kompenzace teploty na pH-metru – Inolab WTW provedl automaticky. Elektroda byla opláchnuta vodou, dále vzorkem, a ponořena do vzorku. Roztok se promíchal. Míchání se přerušilo a po ustálení se zjistila hodnota pH. Elektroda se opláchla vodou a ponořila se do vody, aby se odstranily poslední stopy vzorku nebo tlumivého roztoku. Elektroda se opláchla vodou a ponořila se do tlumivého roztoku pH 4 a pH 7 firmy Merck.

## Kalibrace

Kalibrace se ověřuje pomocí dvou standardních certifikovaných roztoků od firmy WTW

### 4.3.2 Stanovení chloridů

Tato metoda vychází z postupů, který uvádí norma ČSN ISO 9297

## Chemikálie

### - Dusičnan stříbrný, odměrný roztok, $c(\text{AgNO}_3) = 0,02 \text{ mol/l}$

V odměrné baňce na 1000 ml se ve vodě rozpustilo 3,397 g dusičnanu stříbrného ( $\text{AgNO}_3$ ), předem sušeného při  $105^\circ\text{C}$ . Objem se doplnil po rysku.

Roztok se uchovával v temnu ve skleněné hnědé láhvi se zabroušenou zátkou, je stálý několik měsíců.

### - Chroman draselný, roztok indikátoru, 100 g/l

Ve vodě se rozpustilo 10 g chromanu draselného ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) a objem se doplnil na 100ml

### - Činidlo, na zvýšení tlumivé kapacity

Práškový uhličitan vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ )

## Přístroje

Obvyklé laboratorní zařízení.

## Postup zkoušky

- Titrace

Do roztoku se přidal 1 ml roztoku chromanového indikátoru. Roztok se titroval po kapkách odměrným roztokem dusičnanu stříbrného do právě vzniklého červenavě hnědého zbarvení.

### 4.3.3 Stanovení síranů

Tato metoda vychází z postupů, který uvádí norma TNV 757477

#### Chemikálie

K rozboru byly použity chemikálie zaručeně analyticky čisté a destilovaná voda nebo voda odpovídajících vlastností.

- Kyselina dusičná, koncentrovaná,  $\rho(\text{HNO}_3) = 1,42 \text{ g.cm}^{-3}$
- Dusičnan olovnatý, odměrný roztok  $\rho[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] \sim 1,8 \text{ g/l}$ ,

tj.  $c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] \sim 0,0054 \text{ mol/l}$

V destilované vodě bylo rozpuštěno 3,6 g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sušeného při  $180^\circ\text{C}$  po dobu 2 hodin. Kvantitativně převedeno do 2000ml odměrné baňky a doplněno po rysku.

- Dithizon, kyselina benzoová, indikátorová směs

Dithizon byl smíšen s kyselinou benzoovou v objemovém poměru 1:50 a směs rozetřena na jemný prášek.

- Čistý ethanol, 96%
- Zásobní roztok standardu,  $\rho(\text{SO}_4) = 1000 \text{ mg/l}$ , tj.  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,0104 \text{ mol/l}$

V odměrné baňce 2000 ml bylo ve vodě rozpuštěno 2,9573 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  předem vysušeného při teplotě  $200^\circ\text{C}$  a doplněno vodou po rysku

- Pracovní roztok standardu,  $\rho(\text{SO}_4^{2-}) = 100 \text{ mg/l}$ , tj.  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,00104 \text{ mol/l}$

Do 100 ml odměrné baňky bylo odpipetováno 10 ml zásobního roztoku standardu a doplněno vodu po rysku.

- Roztok pro slepé stanovení

Pro slepé stanovení byla použita destilovaná voda a zpracován stejným způsobem jako vzorek.

- Kyselina chlorovodíková (HCl), zředěná k regeneraci katexu

Opatrně bylo smícháno 14ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové,  $\rho(\text{HCl}) = 1,18 \text{ g/ml}$ , s vodou a doplněno v odměrném válci vodou na 100ml.



## **Přístroje a pomůcky**

Běžné laboratorní vybavení a dále:

- Kolona naplněná katexem ve vodíkovém cyklu

Skleněná trubice o průměru 1 až 2 cm s fritou a kohoutem, která byla naplněná do výše 10 až 20 cm silně kyselým měničem kationtů (Lewatit K-100) s průměrem zrn 0,5 až 1,0 mm. Nad fritu umístíme malou vrstvu konexi, který změnou barvy indikoval nasycení katexu (Lewatit R-S 1080 G1). Před naplněním kolony se nechal katex bobtnat ve vodě 12 hodin. Nabobtnalý katex se plnil do kolony zcela naplněné vodou. K uvedení do pracovní formy (regeneraci) se používala zředěná kyselina chlorovodíková, která protékala kolonou. Objem regeneračního roztoku byl 1,1 násobek objemu katexu v koloně. Nakonec byl katex promýván destilovanou vodou, dokud promývací voda obsahuje chloridy.

*Zkouška na chloridy* – se provedena dusičnanem stříbrným. K 5 ml promývací vody se přidala zředěná kyselina dusičná do zřetelně kyselé reakce a 1 ml roztoku dusičnanu stříbrného. Jestliže promývací voda neobsahuje chloridy, zůstane roztok čirý. Pokud se roztok zakalí, pokračujeme v promývání.

## **Postup zkoušky**

Asi 80 ml až 100ml vzorku vody bylo prokapáno katexovou kolonou rychlostí 0,1 ml/s. Prvních 50 až 70 ml eluátu bylo vylito. Zbytek eluátu byl jímán do suché kádinky, ze které se odpipetoval objem 20 ml který byl použit k titraci.

## **Postup**

Ke zkoušenému objemu vzorku 20 ml odměrným válcem bylo přidáno 40 ml ethanolu a indikátorová směs (dithizon s kys. benzoová) do zřetelné zelené barvy (ale ne příliš intenzivní). Roztok byl titrován odměrným roztokem (dusičnan olovnatý) z mikrobyrety do fialově červené barvy.

### **4.3.4 Stanovení nerozpuštěných látek**

Tato metoda vychází z postupů, který uvádí norma ČSN EN 872

## **Přístroje a pomůcky**

Běžné laboratorní zařízení a dále:

- Sušárna, s regulovatelnou teplotou  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Analytické váhy
- Petriho miska
- Exsikátor s náplní silikagelu
- Zařízení pro vakuovou nebo tlakovou titraci, vhodné pro daný průměr použitého filtru
- Filtra z borosilikátových skelných vláken neobsahujících pojidla. Filtry firmy Filpap Štětí se střední velikostí pórů 0,7 až 1,3 $\mu\text{m}$ .
- *Příprava filtrů*: Filtry byly předem promyty asi 150 ml destilované vody a vysušeny při  $105^{\circ}\text{C}$  po dobu hodiny.

## **Postup**

Filtr byl vložen do zařízení pro vakuovou nebo tlakovou titraci a přefiltroval se přes něj známý objem vzorku (500ml). Filtr byl vyjmut z vakuového zařízení a vložen do petriho misky poté se sušil do konstantní hmotnosti v sušárně při  $105^{\circ}\text{C}$  po dobu 2 hodin, nebo respektive do doby kdy hmotnostní změna sušiny na filtru byla menší než 4% popřípadě 0,5 mg. Po ochlazení v exsikátoru byla miska s rozpuštěnými látkami sušením zvážena.

### **4.3.5 Stanovení biochemické spotřeby kyslíku**

Tato metoda vychází z postupů, který uvádí norma ČSN EN 1899-1

## **Chemikálie**

Inokulum = očkovací látka

Neobsahuje-li již sám zkoušený vzorek vody dostatečný počet adaptovaných mikroorganismů, musí se použít inokulum z následujících zdrojů. Byla použita surová voda.

Roztoky soli

- Fosforečnan, tlumivý roztok, pH 7,2

Asi v 500ml vody se rozpustilo 8,5 g dihydrogenfosforečnanu draselného ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), 21,75 g hydrogenfosforečnanu draselného ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), 33,4 g heptahydrátu

hydrogenfosforečnanu sodného ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) a 1,7 g chloridu amonného ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Roztok se zředil na 1000 ml vodou a byl promíchán.

- Síran hořečnatý heptahydrát, roztok 22,5 g/l

Ve vodě bylo rozpustěno 22,5 g heptahydrátu síranu hořečnatého ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Roztok byl zředěn na 1000 ml vodou a promíchán.

- Chlorid vápenatý, roztok 27,5 g/l

Ve vodě bylo rozpuštěno 27,5 g bezvodého chloridu vápenatého ( $\text{CaCl}_2$ ). Roztok byl zředěn na 1000 ml a promíchán.

- Chlorid železitý hexahydrát, roztok 0,25 g/l

Ve vodě bylo rozpuštěno 0,25 g hexahydrátu chloridu železitého ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Roztok byl zředěn na 1000ml a promíchán.

#### Ředící voda

Asi k 500ml destilované vody bylo přidáno po 1 ml roztoků solí. Směs byla zředěna na 1000 ml destilovanou vodou a promíchána. Takto získaný roztok byl vytemperován na teplotu  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  a při této teplotě uchován, provzdušněn po dobu nejméně 1 hodiny provzdušňovacím zařízením (kompresorem) pro akvária.

Po provzdušnění byl přidán objem 20 ml inokula.

#### Glukóza a kyselina glutamová, kontrolní vzorek

Potřebná dávka bezvodé glukózy ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) a kyseliny glutamové ( $\text{COOH}_7\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHNH}_2\text{-COOH}$ ) byl sušena 1 hodinu při  $105^\circ\text{C}$ . Bylo odváženo po 150 mg každé látky, rozpuštěno ve vodě, zředěno na 1000 ml vodou a promícháno.

Roztok byl připraven těsně před použitím a po skončení práce byl zbývající roztok týž den vyléván.

#### Allylthlomočovina(ATM)( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ , roztok 1,0 g/l

Ve vodě bylo rozpuštěno 200 mg allylthiomočoviny, zředěno na 200 ml a promícháno. Roztok byl uchováván při  $4^\circ\text{C}$ . Roztok je stálý nejméně dva týdny. Tato sloučenina je toxická a musí s ní být nakládáno s opatrností.

### **Přístroje a pomůcky**

Používané skleněné nádobí musí být udržováno v čistotě, bez adsorbovaných toxických nebo biologických rozložitelných látek a musí být chráněno před znečištěním.

- Inkubační lahvičky,

300 ml, se zabroušenými skleněnými zátkami a pokud možno bez zaoblení (s kónickým zúžením do hrdla) tzv. kyslíkovou.

Lahvičky musí být před použitím pečlivě vyčištěny. Do prázdných lahviček bylo přidáno 5 ml promývacího roztoku (např. 2,5 g jodu a 12,5 g jodidu draselného na 1 litr roztoku kyseliny sírové 1 %) a dobře promícháno, aby byly opláchnuty i stěny lahvičky. Po 15 minutách byl roztok vylit a lahvička důkladně vypláchně vodovodní a potom destilovanou vodou.

- Inkubátor(termostat) BT 120 udržovaný na teplotě 20°C
- Chladnička
- Nádoba k ředění

Skleněný odměrný válec.

- Provzdušňovací zařízení

Byl užit provzdušňovací kompresor pro akvária.

### **Skladování vzorku**

Vzorky byly uchovávány při teplotě od 0°C až 4°C v naplněných hermeticky uzavřených lahvičkách od doby odběru až do doby rozboru.

### **Příprava zkoušených roztoků**

Zkoušený vzorek byl vytemperován na 20°C a protřepáním v zcela naplněné nádobě bylo odstraněno případné přesycení kyslíkem.

Do nádoby k ředění (odměrný válec) byl nalit 1 litr vzorku, přidány 2 ml roztoku ATM a 20 ml inokula. Obsah nádoby byl mírně promíchán, aby se uvolnily zachycené vzduchové bubliny.

### **Postup se stanovením rozpuštěného kyslíku membránovou elektrodou**

Pro každé stanovení byla naplněna inkubační lahvička tak, aby trochu přetékala. Vzorek byl proměřen na měřícím přístroji WTW Oxi 330. Během plnění bylo dbáno, aby nedošlo ke změně koncentrace kyslíku. Bublínky ulpělé byly uvolněny poklepáním na stěnu lahvičky.

Lahvičky byly uzavřeny tak, aby pod zátkami nezůstaly vzduchové bubliny. Lahvičky se zkoušenými roztoky byly uloženy do termostatu a ponechány po dobu 5

dnů ve tmě. Po uplynutí inkubační doby se v každé lahvičce stanoví koncentrace rozpuštěného kyslíku pomocí přístroje firmy WTW Oxi 330.

### **Přístroje**

Měřicí přístroj firmy WTW Oxi 330, který má následující části:

- Měřicí sonda polarografického typu (stříbro/zlato)
- Měřicí člen, kalibrovaný, ukazující přímo koncentraci rozpuštěného kyslíku, anebo také procento nasycení kyslíkem
- Teploměr je součástí přístroje Oxi 330
- Barometr – přístroj Oxi 330 má automatickou korekci vestavěným tlakovým čidlem v rozmezí 800 až 1080 mbar, přesnost čidla  $\pm 2$  mbar

### **Postup**

Použití měřicího přístroje se řídí pokyny pro obsluhu Oximetru Oxi – 330 firmy WTW.

### **Kalibrace**

Postup je popsán v pokynech pro obsluhu Oximetru Oxi – 330 firmy WTW.

### **Stanovení**

Stanovení analyzované vody bylo provedeno podle pokynů pro obsluhu Oximetru Oxi – 330 firmy WTW (Standardní operační postup).

## 5. Výsledky měření a diskuse

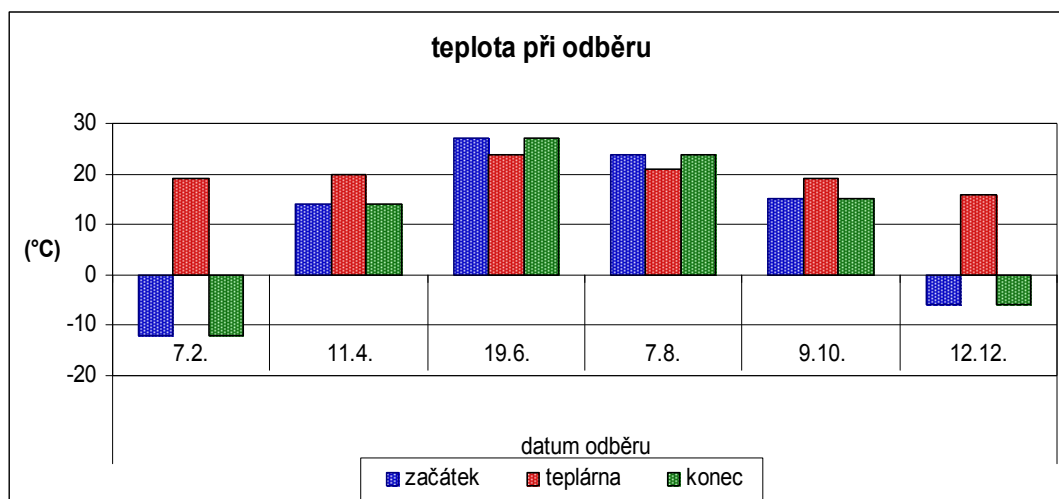
Vzorky byly odebírány každý druhý měsíc vždy ze stejných odběrových míst: začátek Mlýnské stoky (viz. obrázek č. 1), vzorkovač v budově chemické úpravní vod teplárny (viz. obrázek č. 3) a konec Mlýnské stoky (viz. obrázek č. 2).

Při odběru vzorků byla teploměrem měřena teplota vzduchu (viz. tabulka č. 1, graf č.1):

Tabulka č. 1 Výsledky měření teploty vzduchu při odběru vzorků v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
Teplota (°C)	začátek	<b>-12</b>	14	27	24	15	<b>-6</b>
	teplárna	19	20	24	21	19	16
	konec	<b>-12</b>	14	27	24	15	<b>-6</b>

Graf č. 1 Výsledky měření teploty vzduchu při odběru vzorků v roce 2012

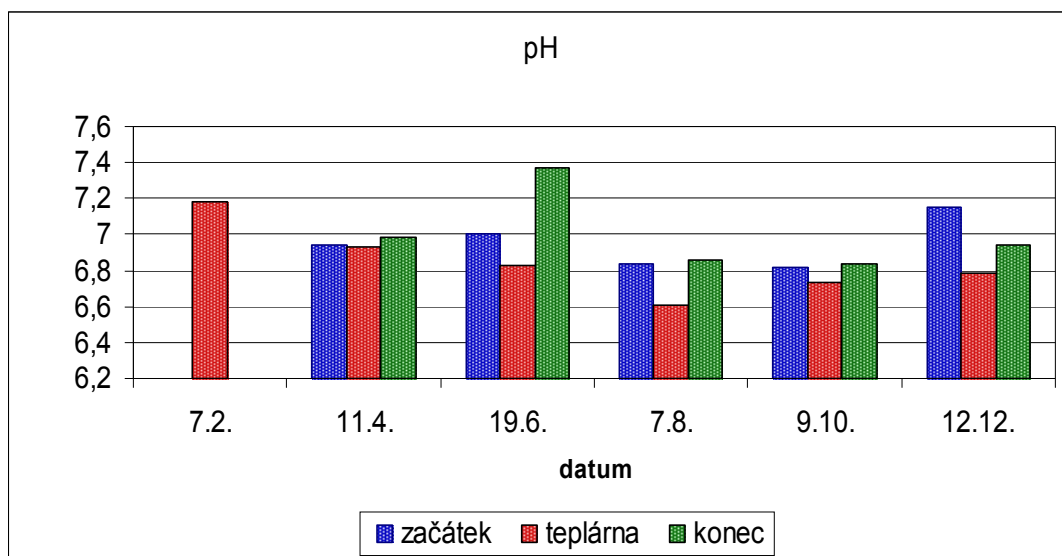


- měření pH

Tabulka č. 2 Hodnota pH odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
pH	začátek		6,94	7,00	6,84	6,82	7,15
	teplárna	7,18	6,93	6,83	6,61	6,73	6,79
	konec		6,98	7,37	6,86	6,84	6,94

Graf č. 2 Hodnota pH odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



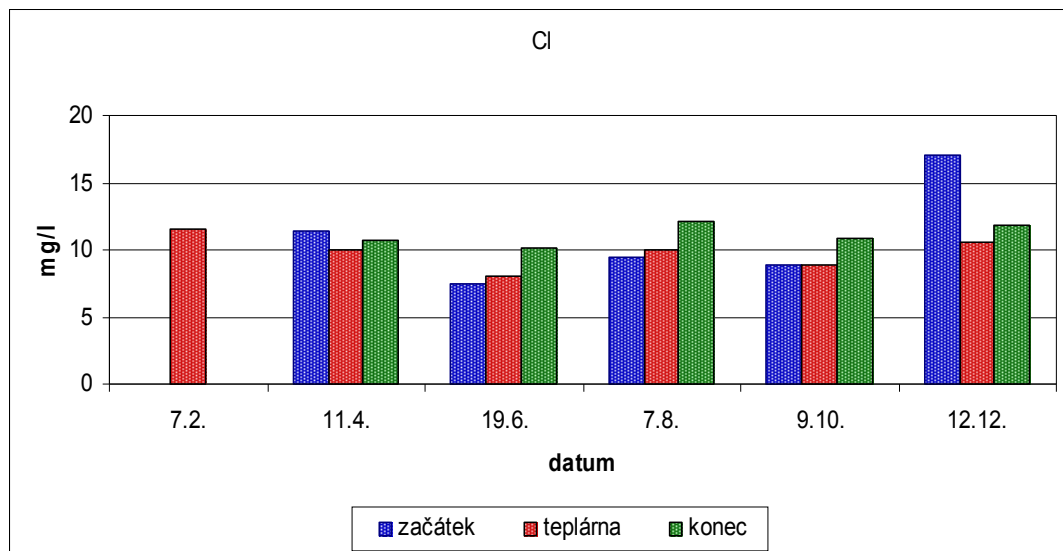
Z uvedených hodnot v tabulce č. 2 a grafu č. 2 je patrné že 7. 8. 2012 na odběrovém místě teplárna byla naměřena celkově nejnižší hodnota pH = 6,61, naopak 7. 2. 2012 bylo pH 7,18 na teplárně vyšší než průměrná, což je v souladu se zjištěními Adámka (1989), který uvádí, že koncentrace vodíkových iontů (aktivní reakce vody – pH) je významný hydrochemický faktor, jehož hodnota se poměrně rychle mění.

- stanovení chloridů

Tabulka č. 3 Výsledky chloridů odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
Cl <sup>-</sup>	začátek		11,41	7,44	9,50	8,933	17,0869
	teplárna	11,6	9,93	8,08	9,93	8,933	10,5641
	konec		10,64	10,21	12,05	10,848	11,8403

Graf č. 3 Výsledky chloridů odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



Na grafu č. 3 a z tabulky č. 3 je viditelné značné zvýšení chloridů dne 12. 12. 2012 a to 17,0869 mg/l na začátku Mlýnské stoky. Nejnižší hodnota 7,44 mg/l Cl<sup>-</sup> byla naměřena dne 19. 6. 2012 na začátku Mlýnské stoky. Horáková (2007) uvádí, že chloridy jsou nejrozšířenější formou výskytu chloru ve vodách. Větší množství chloridů bývá v přírodní vodě ukazatelem znečištění splaškovými či průmyslovými vodami. V pitné vodě můžeme naměřit maximálně 100 mg/l.

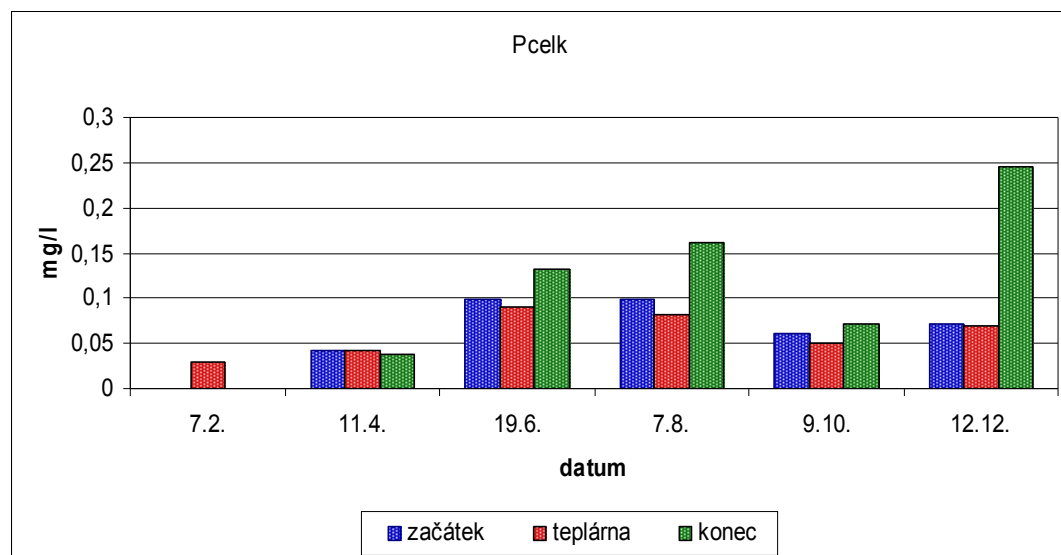


- **stanovení fosforu**

Tabulka č. 4 Výsledky měření celkového fosforu odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
P <sub>celk</sub>	začátek		0,041	0,098	0,099	0,060	0,071
	teplárna	0,029	0,043	0,090	0,082	0,050	0,069
	konec		0,037	0,133	0,161	0,071	0,245

Graf č. 4 Hodnoty fosforu v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



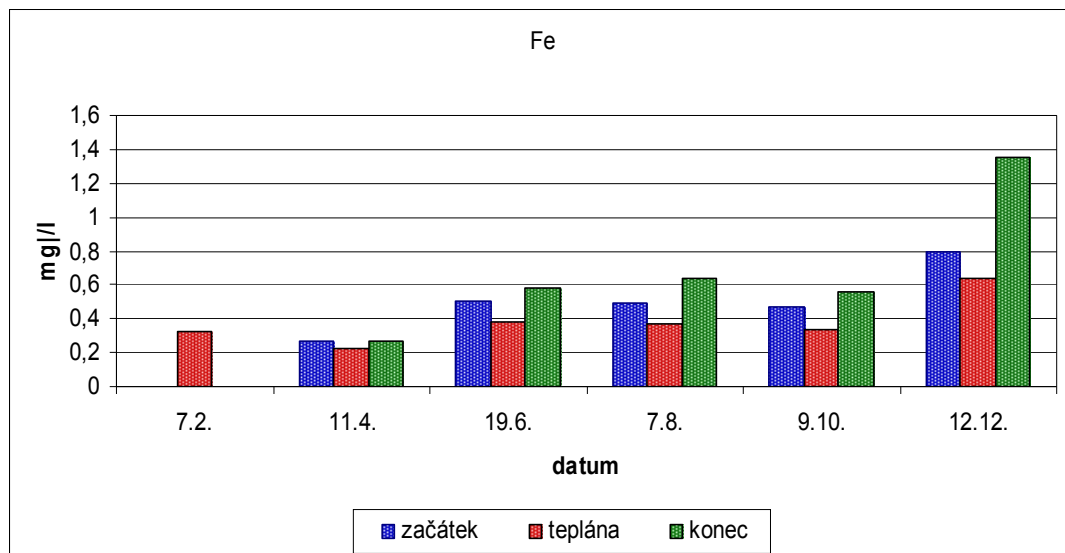
Z grafu č. 4 a tabulky č. 4 je patrná značná odchylka mezi hodnotou 0,0029 mg/l odběrové místo teplárna a hodnotou 0,245 mg/l P<sub>celk</sub>. z odběrového místa konec Mlýnské stoky. Pitter (1999) uvádí, že náhlý vzrůst koncentrace fosforečnanů může indikovat případné fekální znečištění. Při odběru nebylo ze vzorku smyslově toto znečištění patrné. Sensorické hodnocení vzorků nebylo součástí mé práce.

- stanovení železa

Tabulka č. 5 Výsledky měření železa odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
Fe	začátek		0,274	0,500	0,496	0,470	0,792
	teplárna	0,323	0,219	0,375	0,370	0,333	0,639
	konec		0,263	0,582	0,635	0,559	1,350

Graf č. 5 Hodnoty železa v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



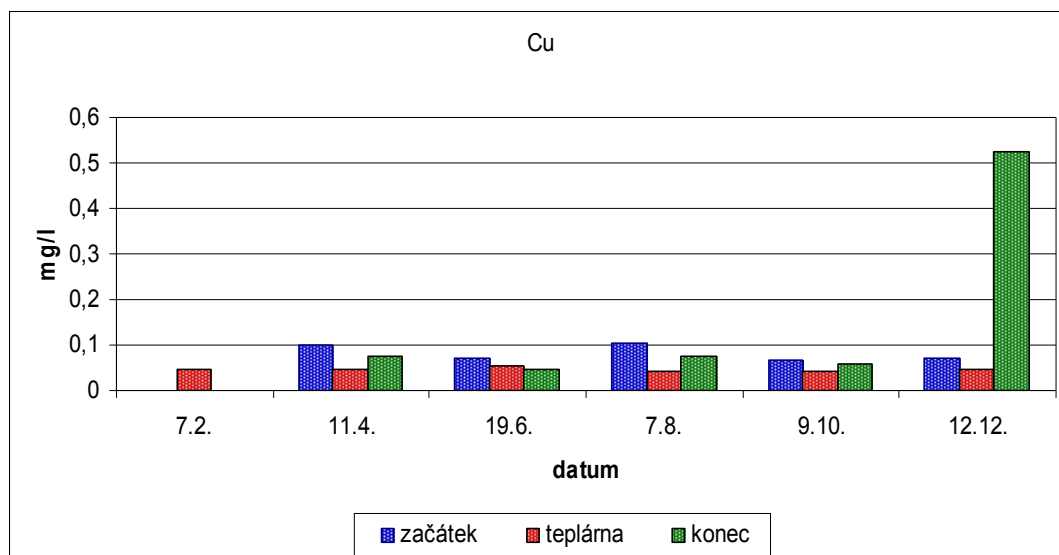
Z uvedených hodnot v grafu č. 5 a tabulce č. 5 je zřejmé, že nedochází k výraznějším odchylkám, až na poslední hodnotu odběrové místo konec Mlýnské stoky ze dne 12. 12. 2012, která činila 1,350 mg/l Fe, což je dvojnásobek ostatních hodnot. Horáková (2007) uvádí, že ve vodě přítomné železo ovlivňuje organoleptické vlastnosti a může způsobovat i závady technického rázu (koroze).

- stanovení mědi

Tabulka č. 6 Výsledky měření mědi odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
Cu	začátek		0,101	0,069	0,104	0,066	0,072
	Teplárna	0,047	0,044	0,054	0,041	0,041	0,044
	konec		0,076	0,044	0,076	0,057	0,523

Graf č. 6 Hodnoty mědi v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



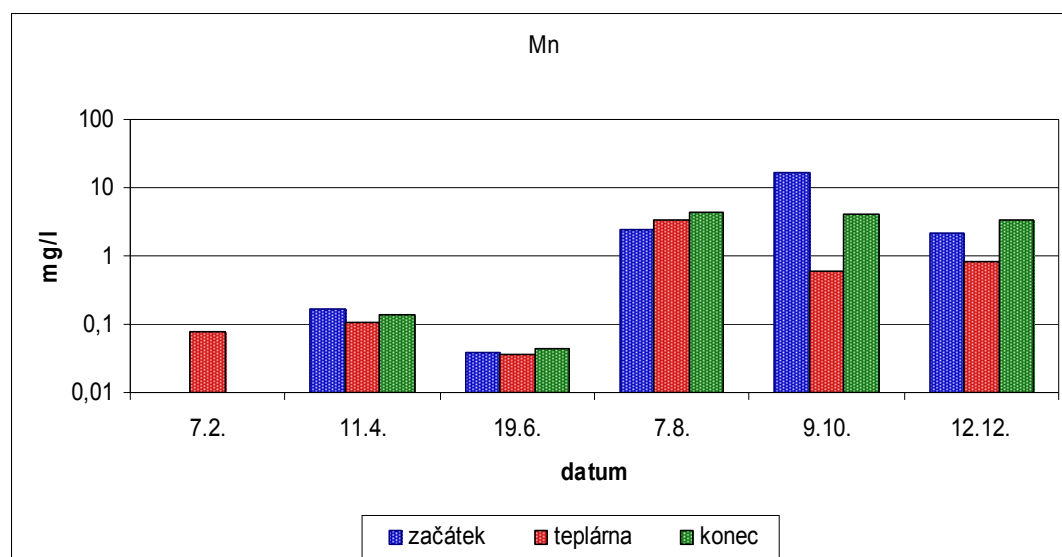
V grafu č. 6 a tabulce č. 6 je jasně viditelná výrazná odchylka od běžných hodnot ze dne 12. 12. 2012 odběrové místo konec Mlýnské stoky. Přestože obdobné zvýšení hodnot v daném období bylo zjištěno i v předchozích měřeních železa a celkového fosforu, je zvýšené množství mědi řádově 10x vyšší než průměrné hodnoty ostatních odběrů, nelze vyloučit chybu při odběru vzorku nebo při vlastním stanovení. Pro ověření této odchylky by byla zapotřebí opakovaná analýza, nebylo ji však možno provést z důvodu absence daného vzorku.

- stanovení manganu

Tabulka č. 7 Výsledky měření manganu odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
Mn	začátek		0,169	0,039	2,402	16,4	2,15
	teplárna	0,075	0,104	0,036	3,362	0,6	0,80
	konec		0,142	0,043	4,323	4,0	3,33

Graf č. 7 Hodnoty manganu v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



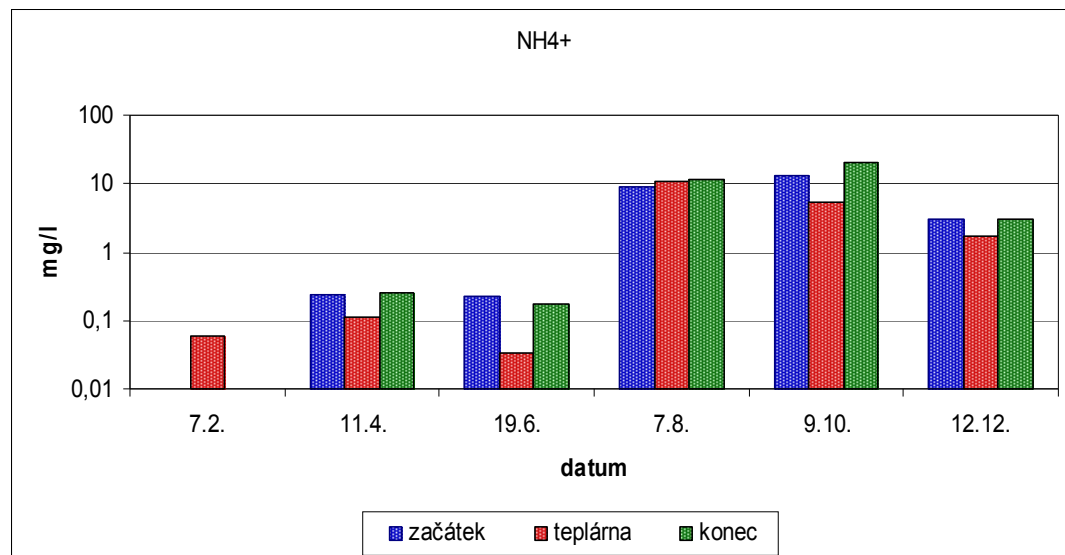
Na grafu č. 7 a v tabulce č. 7 nejvyšší naměřenou hodnotu při měření manganu bylo číslo 16,4 mg/l zjištěné dne 9. 10. 2012 ve vzorku z odběrového místa začátek Mlýnské stoky. Celkové zvýšení bylo zjištěno 7. 8. 2012 na všech odběrových místech. Pitter (1999) uvádí, že mangan v přírodních vodách běžně doprovází železo a jeho koncentrace obvykle neobsahuje hodnoty 1 mg/l. Mnou zjištěné hodnoty ve druhé polovině roku 2012 tento limit výrazně překročily.

- stanovení amonných iontů

Tabulka č. 8 Výsledky měření amonných iontů odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	začátek		0,237	0,221	9,126	13,0	3,09
	teplárna	0,061	0,112	0,034	10,57	5,4	1,74
	konec		0,248	0,171	11,53	20,0	2,98

Graf č. 8 Hodnoty amonných iontů v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



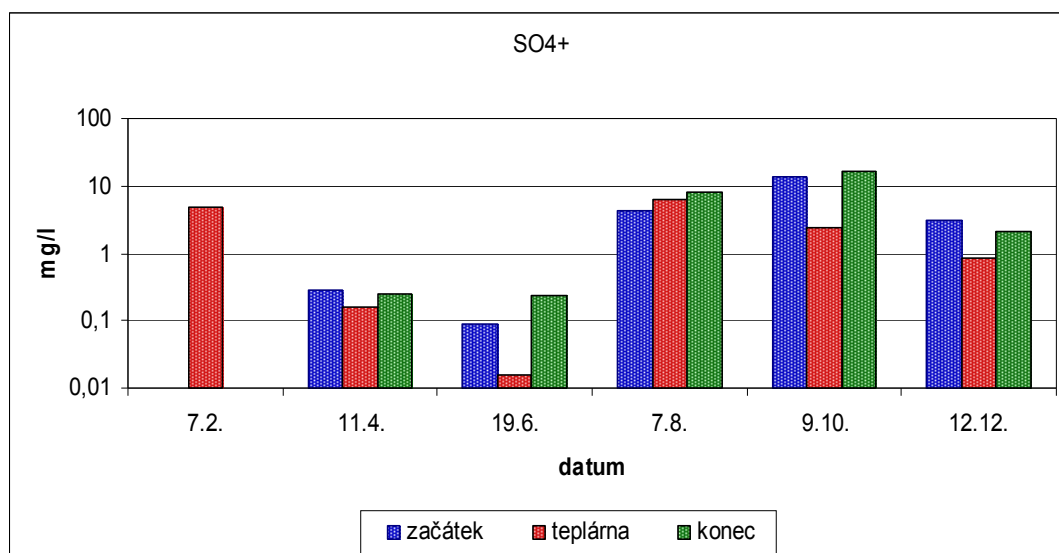
Na grafu č. 8 a v tabulce č. 8 bylo možné pozorovat hodnoty s velkým rozmezím. Od 0,034 mg/l hodnota naměřená dne 19. 6. 2012 až po hodnotu 20,0 mg/l, která byla naměřena 9. 10. 2012. Horáková (2007) uvádí, že amoniakální dusík se vyskytuje téměř ve všech přírodních vodách jeho koncentrace bývá malá, a to v desetinách mg/l (výjimečně v několika málo jednotkách mg/l). Splaškové vody obsahují desítky mg/l amoniakálního dusíku a v některých odpadních průmyslových vodách a některých odpadních vodách ze zemědělství lze zjistit stovky mg/l. Z toho vyplývá že zvýšené hodnoty 7. 8. 2012 a 9. 10. 2012 mohl způsobit splach ze splaškové kanalizace. Horáková (2007) dále uvádí, že při rozboru povrchových vod patří amoniakální dusík mezi základní ukazatele kontroly jakosti.

- stanovení síranů

Tabulka č. 9 Výsledky měření síranů odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7.2.	11.4.	19.6.	7.8.	9.10.	12.12.
SO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	začátek		0,284	0,092	4,323	14,0	3,09
	teplárna	4,803	0,160	0,016	6,244	2,4	0,84
	konec		0,248	0,234	8,165	16,0	2,07

Graf č. 9 Hodnoty síranů v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



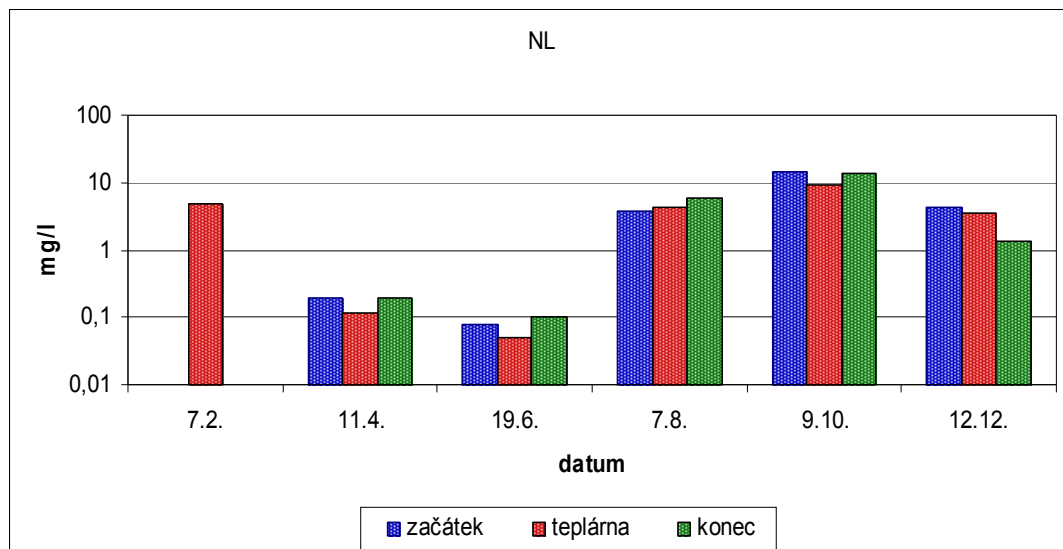
Hodnoty v grafu č. 9 a v tabulce č. 9 ukazují značný výkyv od 0,016 mg/l naměřených 19. 6. 2012 z odběrového místa teplárna až po hodnotu 16,0 mg/l naměřenou 9. 10. 2012 z odběrového místa konec Mlýnské stoky. Celkové zvýšení hodnot bylo pozorováno 7. 8. 2012 na všech odběrových místech. Pitter (1999) uvádí, že v prostých podzemních a povrchových vodách se koncentrace síranů pohybuje obvykle v desítkách či stovkách mg/l, čemuž má měření odpovídat.

- **stanovení nerozpuštěných látek**

Tabulka č. 10 Výsledky měření nerozpuštěných látek odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
NL	začátek		0,188	0,079	3,8424	14,5	4,39
	teplárna	4,8	0,116	0,051	4,3227	9,4	3,47
	konec		0,19	0,100	5,7636	13,5	1,37

Graf č. 10 Hodnoty nerozpuštěných látek v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



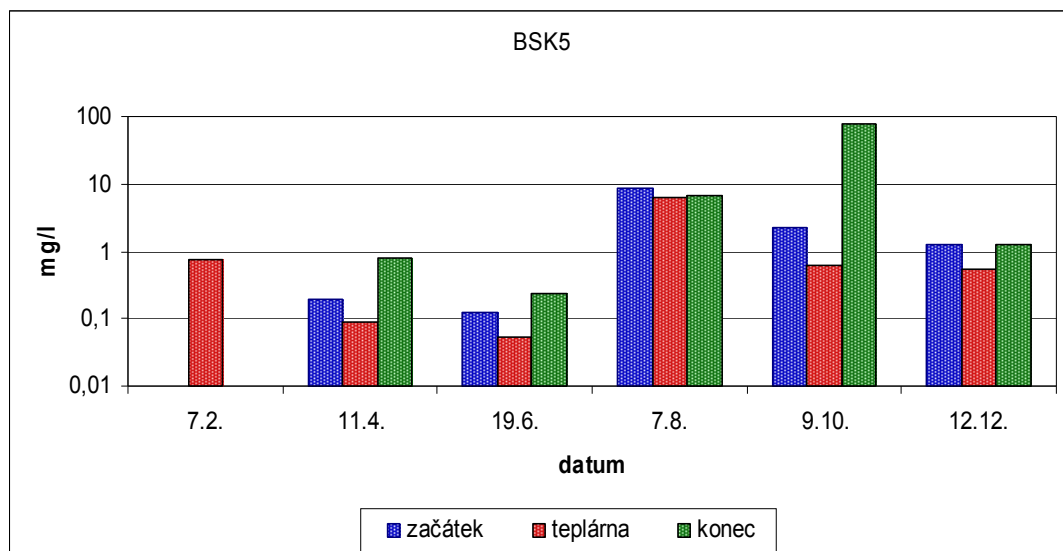
Z grafu č. 10 a tabulky č. 10 je zřejmé že došlo ke zvýšení hodnot 7. 8. 2012 a 9. 10. 2012 stejně jako u síranů a amonných iontů. Nejvyšší naměřená hodnota 14,5 mg/l z 9. 10. 2012 odběrové místo začátek Mlýnské stoky, naopak nejnižší hodnotou je 0,051 mg/l ze dne 19. 6. 2012 a odběrového místa teplárna.

- stanovení biochemické spotřeby kyslíku

Tabulka č. 11 Výsledky měření biochemické spotřeby kyslíku odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012

	místo odběru	datum odběru					
		7. 2.	11. 4.	19. 6.	7. 8.	9. 10.	12. 12.
BSK <sub>5</sub>	začátek		0,189	0,121	8,9336	2,2	1,23
	Teplárna	0,76	0,088	0,055	6,2439	0,6	0,53
	konec		0,823	0,241	6,7242	77,6	1,27

Graf č. 11 Hodnoty biochemické spotřeby kyslíku v průběhu měření odebraných vzorků vody v místech odběru v roce 2012



V grafu č. 11 a tabulce č. 11 je na první pohled viditelná značná odchylka od běžných hodnot a to ze dne 9. 10. 2012 odběrové místo konec Mlýnské stoky, kde byla naměřena hodnota BSK<sub>5</sub> 77, 6 mg/l. Adámek (1989) uvádí, že biochemická spotřeba kyslíku je vyjadřována jako množství kyslíku, spotřebovaného na biochemické rozkladné procesy, kterými jsou organické látky ve vodě mineralizovány. Toto množství kyslíku je přímo úměrné množství rozložitelných organických látek, proto lze na základě hodnot BSK<sub>5</sub> usuzovat na stupeň organického znečištění vody. Straškrabová (1996) uvádí, že pokud jsou ve vodě nitrifikující bakterie, může být naměřena vysoká hodnota BSK, která není způsobena



oxidací organických látek, ale chemosyntetickým procesem – oxidací amoniaku. Nicméně pod výtokem organického znečištění v silně znečištěné řece může dojít na krátkém úseku ke zvýšení počtu střevních bakterií – patogenů.

## 6. Závěr

Mlýnská stoka při svém průtoku intravilánem Českých Budějovic je kontaminována celou řadou látek, ať už organického a/nebo anorganického původu. Z výsledků měření je jasně patrné že počáteční hodnoty jsou vždy nižší než konečné i když z odběrového místa teplárny vychází výsledky s nejnižšími hodnotami. Z toho vyplývá že teplárna vodu z Mlýnské stoky využije a vrací zpět vodu ještě chemicky čistější než byla před odběrem. Je tedy jasné že není znečišťovatelem, nýbrž zlepšovatelem kvality vody. Znečištění, které vznikne dalším průtokem není možné přesněji identifikovat. Není tedy důvod, aby teplárna měnila své dosavadní normy a přecházela na normu ISO 14000. Aby nedocházelo k znečištění Mlýnské stoky, bylo by nutné aplikovat normu ISO 14000 na celé okolí podél průtoku, což není reálné.

## **7. Summary**

Mlynska stoka is contaminated by various materials on its way through the build up area of the town of Ceske Budejovice. These materials are both organic and anorganic origin. The measurement results clearly show that the initial values are always higher than the values measured at the end of the build up area; even though samples from the area of the heating plant have the lowest values measured. It means that when the water from Mlynska stoka is used by the heating plant and returned back it is chemically cleaner than it was before. Clearly the heating plant is not polluter but enhancer of the water quality. Further sources of water pollution can not be exactly identified. Therefore there is no reason for the heating plant to change its current standards and switch to the ISO norm 14000. To avoid the pollution of Mlynska stoka the whole area would have to adhere to the ISO norm 14000 which is not feasible.

## 8. Použitá literatura

ADÁMEK, ZDENĚK; JIRÁSEK, JIŘÍ; KRUPAUER, VLADIMÍR. *Rybářství a ochrana vod (návody do cvičení)*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989.

DOLEŽALOVÁ, HANA. *Základy jakosti*. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Ekonomická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7394-339-4.

HORÁČEK, ZDENĚK; KRÁL, MIROSLAV; STRNAD, ZDENĚK; VERONIKA, VYTEJČKOVÁ. *Vodní Zákon č. 254/2001 Sb. Po novele č. 150/2010 Sb., účinné od 1.8. 2010 Sb. S komentářem*. Pardubice: Sondy, s.r.o, 2011. ISBN 978-80-86846-39-2

HORÁKOVÁ, MARTA a kolektiv. *Analytika vody*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: KANAG – TISK, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-7080-520-6.

KALAVSKÁ, DAGMAR; HOLOUBEK, IVAN. *Analýza vod*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1989. ISBN 80-05-00065-0.

KOPÁČEK, JIŘÍ. *Encyklopedie Českých Budějovic*. České Budějovice: Nebe spol. s.r.o, 2006. ISBN 80-239-6706-1.

POPL, MILAN; FÄHNRIK, JAN. *Analytická chemie životního prostředí*. Praha: Ediční a audiovizuální centrum VŠCHT, 1995. ISBN 80-7080- 238-3.

KOVÁŘ, DANIEL; KOBLASA, PAVEL. *Ulicemi města České Budějovice - Názvy českobudějovických veřejných prostranství v minulosti a dnes*. České Budějovice: Nakladatelství Veduta, 2005. ISBN 80-86829-07-3.

KVÍTEK, TOMÁŠ a kolektiv. *Využití a ochrana vodních zdrojů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2005. ISBN 80-7040-773-5.

MOHAN, BEDŘICH. *Životní prostředí – globální perspektiva*. Univerzita Karlova: Karolinum v Praze, 1995, ISBN 80-7066-938-1

Norma ČSN EN ISO 14001 (01 0901). *Systémy environmentálního managementu- Specifikace s návodem pro její použití ČSN EN ISO 14001 (01 0901)*. Praha: Český normalizační institut, 1997.

PEŠEK, JAROMÍR. *Tvorba systému jakosti ve zdravotnictví s lékařství s využitím norem ISO*. Praha: 2003: Grada Publishing a.s, 2003. ISBN 80-247-0551- 6.

PITTER P. *Hydrochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1999. ISBN 80-03-00525-6.

POLÁSKOVÁ, ANNA a kolektiv. *Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí*. Univerzita Karlova v Praze: vydavatelství Karolinum v Praze, 2011. ISBN 978–80–264–1927–9.

*Reagenční testy-Merk spol. s.r.o, Zděbradska 72, Říčany-Jažlovice, 2007*

*Standardní operační postup Teplárny spol. a.s.*

STRAŠKRABOVÁ, VĚRA a kolektiv. *Mikrobiální ekologie vody*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, Ministerstvo životního prostředí v ČR, 1996, 1996. ISBN 80-85368-88-9.

Vodní zákon 254/2001 Sb § 38 Hlava V., ministerstvo vnitra. *Ochrana vodních poměrů a vodních zdrojů*. 2001.

#### **Internetové zdroje:**

www.mzp.cz. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. [online]. 2008 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/ochrana\\_vod](http://www.mzp.cz/cz/ochrana_vod)