

Sledování kvality pitných vod

Bc. Barbora F rstová

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora FÜRSTOVÁ**
Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**

Téma práce: **Sledování kvality pitných vod**

Zásady pro vypracování:

1) Provedte literární rešerši ohledně sledovaných parametrů pro pitnou vodu a stanovení některých vybraných ukazatelů. Jako zdroj informací použijte počítačových databází (dle domluvy s vedoucím a s konzultantem práce). 2) Na základě literární rešerše se pokuste vybrat některé významné ukazatele a navrhněte vhodné metody pro jejich stanovení (např. bromičnanů). 3) Aplikujte vybrané analytické metody těchto ukazatelů pro analýzy pitných vod (upravené povrchové vody respektive veřejné studánky) a pokuste se soustředit i na otázku finanční. 4) Dosažené výsledky kriticky zhodnoťte.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího a konzultanta práce (elektronické databáze a jednotlivé normy atd.) Konzultant: ing. Pavel Mrhálek Tel.:603 814 991,
E-mail:Pavel.Mrhalek@zlv.cz**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef Houser, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání diplomové práce:

5. února 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

25. května 2007

Ve Zlíně dne 1. února 2007


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




doc. Ing. Jaromír Hoffmann, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá sledováním vybraných parametrů u pitných vod zlínského regionu z ÚV Klečůvka, Tlumačov, Ludkovice a 3 studánek v oblasti Příluky, Bělov a Malenisko. Sledovány byly normou dané ukazatele: Hg, TOC, Fe, Mn, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Cd, Pb, Ca_2^+ , Mg_2^+ , BrO_3^- a koliformní bakterie). Dále se zabývá fotometrickým stanovením bromičnanů.

Klíčová slova: rtuť, veškerý organický uhlík, železo, mangan, amonné ionty, dusičnany, dusitany, kadmium, olovo, suma vápenatých a hořečnatých iontů, bromičnany, koliformní bakterie, stanovení, pitná voda

ABSTRACT

This diploma work deals with monitoring of chosen parameters near drinking waters in the region of Zlin from WW (water works) Klecuvka, Tlumacov, Ludkovice and 3 fountains in the area of Priluky, Belov and Malenisko. The standard parameters were monitored such as: Hg, TOC, Fe, Mn, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Cd, Pb, Ca_2^+ , Mg_2^+ , BrO_3^- and coliform bacteria). Further it considers with photometric measurement of bromates.

Keywords: mercury, Total Organic Carbon, ferrum, manganese, ammonia ions, nitrates, nitrites, cadmium, lead, sum calcic ions and magnesium ions, bromate, coliform bacteria, assesment, drinking water

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Josefu Houserovi, Ph.D. za odborné vedení, trvalý zájem a věcné připomínky při zpracování diplomové práce. Dále pak zaměstnancům Ústavu inženýrství ochrany životního prostředí za pomoc jak teoretickou tak i praktickou. A nakonec konzultantovi Ing. Pavlu Mrhálkovi za rady a také Úpravě vody Klečůvka za pomoc při realizaci mé diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně 24.5.2007

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VODA	11
2 PROBLÉMOVÉ PARAMETRY V OKRESE ZLÍN V LETECH 2002-2004	13
3 SLEDOVANÉ PARAMETRY	14
3.1 KOLIFORMNÍ BAKTERIE	14
3.1.1 Princip stanovení	15
3.2 AMONNÉ IONTY	15
3.2.1 Absorpční spektrofotometrie s fenolem a chlornanem	15
3.2.2 Stanovení reakcí se salicylanem sodným, chlornanem a nitroprusidem spektrofotometricky	15
3.3 DUSIČNANY	16
3.3.1 Princip stanovení absorpční spektrofotometrií v ultrafialové oblasti spektra	17
3.3.2 Stanovení dusičnanů salicylanem sodným absorpční spektrofotometrií	17
3.4 DUSITANY	17
3.4.1 Princip stanovení	17
3.5 KADMIUM A OLOVO	18
3.5.1 Stanovení pomocí diferenční pulzní anodické rozpouštěcí voltametrie (DPASV)	19
3.5.2 Atomová absorpční spektrometrie (AAS)	19
3.5.3 Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS)	19
3.6 MANGAN	20
3.6.1 Stanovení manganu fotometricky s formaldoximem	20
3.7 RTUŤ	21
3.7.1 Stanovení rtuti	21
3.8 SUMA VÁPNIKU A HOŘČÍKU	21
3.8.1 Stanovení pomocí odměrné metody s EDTA	22
3.9 CELKOVÝ ORGANICKÝ UHLÍK	22
3.9.1 Stanovení oxidací peroxodisíranem draselným	23
3.9.2 Stanovení na principu termické oxidace	23
3.10 ŽELEZO	23
3.10.1 Stanovení fotometricky s fenantrolinem	24
4 BROMIČNANY	25

4.1	VÝSKYT VE VODÁCH	25
4.2	VLIV NA LIDSKÝ ORGANISMUS	25
4.3	MOŽNOSTI STANOVENÍ.....	25
4.3.1	Stanovení izotachoforeticky.....	25
4.3.2	Iontové chromatografie.....	26
4.3.3	Stanovení spektrofotometricky.....	26
5	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	27
II	PRAKTICKÁ ČÁST	28
6	METODIKA	29
6.1	CHEMIKÁLIE	29
6.2	PŘÍSTROJE	33
6.3	ČINIDLA A POSTUPY	34
6.3.1	Koliformní bakterie	34
6.3.2	Amonné ionty	34
6.3.3	Dusičnany	35
6.3.4	Dusitany	35
6.3.5	Kadmium a olovo	36
6.3.6	Mangan	37
6.3.7	Rtuť	38
6.3.8	Suma vápníku a hořčíku	38
6.3.9	Veškerý organický uhlík.....	39
6.3.10	Železo	40
6.3.11	Bromičnany	41
7	ODBĚROVÁ MÍSTA.....	43
7.1	ÚPRAVNÝ VODY.....	43
7.1.1	ÚV Klečůvka.....	43
7.1.2	ÚV Tlumačov.....	43
7.1.3	ÚV Ludkovice.....	43
7.2	PÍRODNÍ VODA.....	44
8	DISKUZE VÝSLEDKŮ	45
8.1	PITNÉ VODY	45
8.2	BROMIČNANY	49
8.2.1	Úprava vzorku	50
8.2.2	Optimalizace kalibrace	52
8.2.3	Přídavek redukčního činidla	54
8.2.4	Vybarvovací činidlo	57
8.2.5	Ověření absorpčního spektra.....	58
8.2.6	Shrnutí	58
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	TERMÍNY A DEFINICE	64

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	66
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	67
SEZNAM TABULEK.....	68
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

ÚVOD

Voda na naší planetě tvoří hydrosféru, jejíž součástí jsou oceány, moře i veškerá voda povrchová (tekoucí, stojatá, i ve formě ledu a sněhu), podzemní, voda v ovzduší (atmosférická) i voda v tělech organismů.

Voda je v přírodě v neustálém oběhu, jehož základem je vypařování vody (především z povrchu oceánů) a následující srážky. energii potřebnou pro oběh vody poskytuje sluneční záření.

V organismech působí jako rozpouštědlo, účastní se biochemických reakcí (přeměny látek), vyztužuje a vzpružuje jejich těla a ovlivňuje tepelnou regulaci organismů. Z jejich těl odnáší škodlivé zplodiny. Pro řadu druhů je jediným a hlavním životním prostředím. Voda tedy představuje pro organismy nezbytnou podmínku života.

Většina vody na Zemi je slaná (mořská voda má obsah anorganických solí asi 5 %, sladká méně než 0,5 %), zatímco sladká tvoří jen necelé 3 % [1], přičemž 69 % této vody je v ledovcích, které jsou v polárních oblastech. Další 30 % je voda podzemní a jen necelé procento tvoří voda povrchová a atmosférická [2].

Voda má hodnotu nejen ekonomickou, ale především ekologickou. Pětina lidstva nemá přístup k nezávadné vodě. 2,6 miliardy lidí postrádá hygienické zázemí. 3 miliony lidí, převážně z rozvojových oblastí, umírají ročně na choroby způsobené kontaminovanou vodou a špatnou hygienou (např. průjemová onemocnění a malárie), 90 % z nich jsou děti do pěti let [3].

O to nepříjemnější je skutečnost, že se zásoby sladké vody na Zemi snižují. Podle odhadu Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) klesly zásoby vody v Evropě o třetinu, v Asii o tři čtvrtiny a v Africe o dvě třetiny. Rozdíly mezi zásobami vody a její spotřebou se neustále prohlubují a lze přitom předpokládat, že spotřeba vody bude v následujících letech stále stoupat. Pitná voda se stává strategickou surovinou a do intenzivně využívaných zemědělských oblastí se musí přivádět z velkých vzdáleností [2].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VODA

Tab. I: Vlastnosti vody [2]

Sumární vzorec	H ₂ O
Molární hmotnost	18,175 905 g/mol
Teplota tání	0 °C
Teplota varu	100 °C
Hustota	0,999 97 g/cm ³ (4 °C)
Disociační konstanta pK	14,0

Voda je sloučenina vodíku a kyslíku. Je základní podmínkou pro existenci života na Zemi. Za normální teploty a tlaku je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích: v pevném – led, v kapalném – voda a v plynném – vodní pára [2].

Mimořádné chemické a fyzikální vlastnosti vody jsou důsledkem geometrie její molekuly. Atomy v ní vázané nejsou uspořádány lineárně (v jedné přímce), ale chemické vazby mezi atomy svírají úhel 104° 27'. Různé afinitě atomů vodíku a kyslíku a zmíněné nelinearitě molekuly vděčí molekula vody za svoji polaritu, za existenci vodíkové vazby (zvané též vodíkové můstky) a anomálie následujících vlastností:

- hustota – největší hustotu má voda při 3,95°C. Je to způsobeno polymerizací vodních molekul v závislosti na teplotní změně úhlu mezi atomy vodíku. Nejmenší objem má proto při 3,95°C a dalším snižováním teploty se objem zase zvětšuje. Krystalová struktura ledu má okolo 10% „děr“ (ledovce „vystrkují“ toto procento objemu nad hladinu, zatímco 90% skrývají). Voda o teplotě kolem 4°C se hromadí na dně oceánů a vodních nádrží. Tato zvláštnost má např. tyto důsledky:

- led se tvoří na povrchu vodních ploch a tím nezmrzlou vodu izoluje, voda tolik nepromrzá do hloubky, přičemž voda o teplotě 3,95°C se hromadí na dně vodních ploch. Tato skutečnost je velmi důležitá pro přežití vodních organismů [2].

– led zvětšující svůj objem „trhá“ horniny a další látky a urychluje zvětrávání

- zvětšování objemu má význam pro rostliny a zemědělství – při mrznutí dochází ke kypření ornice

·měrná tepelná kapacita (specifické teplo) - je třikrát větší (4217 J/kg.K) než u většiny ostatních látek, jako jsou horniny, železo, hliník, atd. Proto má voda svou tepelnou setrvačností velký klimatický vliv a s výhodou se používá k transportu tepla (např. ústřední topení).

·specifická skupenská tepla (tání a varu) – v tomto parametru je voda naprosto neobvyklá. Vysoké výparné teplo umožňuje efektivní ochlazování teplokrevných obratlovců, jako je člověk – bez pocení by nepřežili. Tohoto je však využíváno i v průmyslu, např. u chladících věží.

·bod varu - obecný trend v periodické tabulce prvků je takový, že s rostoucí hmotností se zvyšuje teplota varu. Nicméně vodíkové můstky nám dokazují, že mají větší vliv na teplotu varu než hmotnost dané látky, a že voda a všechny sloučeniny s vodíkem v druhé periodě - B_2H_6 , CH_4 , NH_3 a HF - jsou výjimkou v tomto trendu [2].

2 PROBLÉMOVÉ PARAMETRY V OKRESE ZLÍN V LETECH 2002-2004

Tab. II: Problémové parametry v letech 2002 – 2004 [4]

Název oblasti	Ukazatel	Jednotka	Průměr překročení
SV Zlín-Klečůvka	amonné ionty	mg/l	0,15
	antimon	μg/l	3,1
	dusičnany	mg/l	7,58
	Escherichia coli	KTJ/100ml	0,07
	koliformní bakterie	KTJ/100ml	0,14
	mangan	mg/l	22,82
	nikl	μg/l	10,58
	železo	mg/l	0,09
SV Zlín-Otrokovice	antimon	μg/l	7,23
	barva	neurčená	
	benzo(a)pyren	μg/l	1,25
	pach	neurčená	
	počty kolonií při 22°C	neurčená	
	železo	mg/l	0,11
SV Zlín-Tlumačov	amonné ionty	mg/l	0,09
	dusitany	mg/l	0,08
	koliformní bakterie	KTL/100ml	0,09
	železo	mg/l	0,10

3 SLEDOVANÉ PARAMETRY

Zatímco kvalita pitné vody z veřejného vodovodu je pravidelně kontrolována, o vlastní zdroj musí lidé pečovat sami. Voda může obsahovat celou řadu látek ohrožujících jejich zdraví, případně měnících chuťové vlastnosti vody nebo způsobujících změnu jejího vzhledu např. zbarvení, zákal.

Znečištění vody může být povahy buď bakteriologické, způsobené např. průsaky septiků, žump, kanalizačních svodů, hnojením polí a zahrad, průnikem povrchových vod, splachy z cest a polí, spadnutím trávy nebo listů, utopením hlodavců nebo ptáků apod. nebo chemické, dané složením a vlastnostmi geologického podloží, průmyslovým spadem, přípravky na ochranu rostlin, hnojením, ropnými látkami apod.[3].

Jako potenciálně nebezpečné se mohou jevit následující parametry : koliformní bakterie (u nedesinfikovaných zdrojů), dusičnany a veškerý organický uhlík (u povrchových zdrojů). Ve své práci je proto budu sledovat a k nim ještě :amonné ionty, dusitany, kadmium, olovo, mangan, rtuť, sumu vápníku a hořčíku, železo a bromičnany. Charakteristiku jednotlivých parametrů a princip jejich stanovení uvádím níže.

3.1 Koliformní bakterie

Koliformní bakterie jsou gramnegativní, oxidázanegativní, laktosopozitivní tyčinkovité bakterie netvořící spory, které jsou schopné růst za aerobních i anaerobních podmínek za přítomnosti žlučových solí [5].

Koliformní bakterie byly až donedávna považovány za nejvýznamnější ukazatel fekálního znečištění. V současné době převládá názor, že jejich přítomnost svědčí pouze o použití nevhodné technologie úpravy vody, dodatečné kontaminaci nebo o zvýšeném obsahu živin – organických látek. Přes to jsou však i nadále využívány jako ukazatel, který indikuje zvýšený přísun nežádoucích mikroorganismů z vnějšího prostředí [6].

Mezní hodnota pro tento parametr je $0 \text{ KTJ}/100\text{ml}$ [7].

3.1.1 Princip stanovení

Podstatou metody je membránová filtrace. Zvolený objem nezředěného nebo zředěného vzorku vody se přefiltruje přes sterilní membránový filtr, který se pak přenese na selektivní kultivační agarové medium s laktosou. Filtry se pak kultivují při teplotě $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ po dobu 18 až 24 hodin. Potom se provede cytochromoxidázový test a určí se počet kolonií charakteristických pro koliformní bakterie [6].

3.2 Amonné ionty

Amoniakální dusík se vyskytuje téměř ve všech typech vod. Poměr disociovaného iontu NH_4^+ a nedisociovaného NH_3 ve vodě závisí na hodnotě pH. Při teplotě 20°C se vyskytuje při pH 7 a nižším pouze ion NH_4^+ , při vyšším než 10,5 převažuje nedisociovaná forma. Okolo pH 9,3 je poměr 1:1.

U pitných vod je obsah amoniakálního dusíku zahrnut mezi ukazatele, které slouží jako indikátor znečištění podzemních vod živočišnými a rostlinnými odpady, pokud vyloučíme anorganický původ [8,s.144; 9,s.206].

Mezní hodnota pro výskyt amonných iontů je $0,5 \text{ mg/l}$ [7].

3.2.1 Absorpční spektrofotometrie s fenolem a chlornanem

Stanovení je založeno na reakci amoniaku, chlornanu a fenolu za vzniku sloučeniny indofenolového typu. Tato látka je v alkalickém prostředí disociována na intenzivně modré indofenolové barvivo, které je vhodné pro spektrofotometrické stanovení [8;s.149].

3.2.2 Stanovení reakcí se salicylanem sodným, chlornanem a nitroprusidem spektrofotometricky

Reakcí amonných iontů se salicylanem sodným a chlornanovými ionty v přítomnosti nitroprusidu (nitrosopentakynoželezitan sodný) vzniká sloučenina modrého zbarvení. Alkalickou hydrolyzou dichlorisokyanuratanu sodného se tvoří in situ chlornanové ionty. Při pH 12,6 reaguje vznikající chloramin v přítomnosti nitroprusidu sodného se salicylanem sodným. Intenzita vzniklého zbarvení roztoku je přímo úměrná koncentraci

amonných iontů ve vzorku vody. Absorbance se měří při 660 nm v 5 cm kyvetě.

3.3 Dusičnany

Dusičnany se vyskytují ve všech typech vod. V čistých přírodních vodách jsou obvykle v malých koncentracích.

Protože jsou konečným produktem biochemické oxidace organicky vázaného dusíku, musí být jejich větší koncentrace v přírodních (hlavně podzemních) vodách důkazem staršího znečištění organického původu. Dusičnany jsou primárně ve vodě pro člověka málo závadné, ale sekundárně, po bakteriální redukci v gastrointestinálním traktu, jako dusitanů mohou být příčinou dusičnanové alimentární methemoglobinemie [8,s.219; 9,s.213], kdy dochází reakcí dusitanů s krevním barvivem (tzv. hemoglobinem F) ke vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík. Bez včasné lékařské pomoci se jedinec udusí, podobně jako při otravě oxidem uhelnatým [10].

Nejvyšší mezní hodnota je 50 mg/l. Musí však být dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsah dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1. Součet poměrů odpovídá svým významem nejvyšší mezní hodnotě. Obsah dusitanů v pitné vodě na výstupu z úpravny musí být nižší než 0,1 mg/l [7].

Limitní úprava dusitanů a dusičnanů pro kojence již ve vyhlášce ani v zákoně pro pitné vody není. Byli jsme totiž jediným státem, který toto upravoval a po vstupu do evropské unie bylo omezení již zrušeno.

Avšak ve Vyhláška 275/2004 Sb. pro balenou stolní vodu je v příloze č.2 oddíl B uváděn obsah dusičnanů max. 10mg/l (kojenecká voda) a 25mg/l pro pramenitou vodu.

Mimo dále uvedené typy stanovení je možno zjistit přítomnost dusičnanů ve vodě také pomocí izotachoforezy, nebo průtočnou injekční analýzou FIA, kontinuální průtočnou analýzou CFA (viz. ČSN EN ISO 13395) nebo ISE elektrodou.

3.3.1 Princip stanovení absorpční spektrofotometrií v ultrafialové oblasti spektra

Stanovení je založeno na přímém měření absorbance dusičnanů v ultrafialové oblasti spektra při vlnové délce $\lambda = 220 \text{ nm}$ [8; s.226].

3.3.2 Stanovení dusičnanů salicylanem sodným absorpční spektrofotometrií

Dusičnany obsažené ve vzorku vody nitrují salicylovou kyselinu v prostředí kyseliny sírové nebo trichloroctové [8; s.223].

3.4 Dusitany

Stejně jako dusičnany jsou i dusitany obsaženy ve všech typech vod. Jejich koncentrace v podzemních a povrchových vodách je však zpravidla velmi malá. Jako přechodný člen cyklu dusíku vznikají dusitany ve vodách zpravidla při biologické či biochemické redukci dusičnanů nebo při biochemické oxidaci amoniakálního dusíku. Z tohoto důvodu patří dusitany mezi významné indikátory fekálního znečištění přírodních vod. Indikátorovou hodnotu však ztrácejí, jestliže jsou anorganického původu. Mohou totiž vznikat ve vodách i chemickou redukcí dusičnanů s kovy (v podzemních vodách obsahujících železo nebo mangan) nebo ve vodách stagnujících v kovovém potrubí [8; s.211; 9; str.211].

Jejich nejvyšším rizikem však je, že v organismu metabolizují na nitrozoaminy které mohou způsobit rakovinné bujení.

Nejvyšší mezní hodnota dusitanů v pitné vodě je $0,5 \text{ mg/l}$ [7].

3.4.1 Princip stanovení

Dusitany ve zkoušeném objemu vzorku reagují v přítomnosti kyseliny fosforečné při hodnotě pH 1,9 s 4-aminobenzen-sulfonamidem (amid kyseliny sulfanilové) za vzniku diazoniové soli. Tato sůl tvoří s dihydrochloridem N-(1-naftyl)-1,2-diamino-ethanu (přidávaného spolu s 4-aminobenzen-sulfonamidem) růžové zabarvení. Absorbance se měří při 540 nm [11].

Další možnosti stanovení se liší pouze přidávaným činidlem.

3.5 Kadmium a olovo

Kadmium se přirozeně vyskytuje v zemské kůře. Možnými antropogenními vstupy mohou být zemědělství (fosfátová hnojiva), pigmenty pro barvy a plasty, baterie, spalování fosilních paliv, doprovodný kov při zpracování zinkových a olověných rud, pokovování, kaly z ČOV.

Kadmium u člověka porušuje činnost ledvin a pohlavních žláz, vyvolává destrukci červených krvinek, způsobuje rakovinu plic a vede ke kardiovaskulárním poruchám. Kademnaté ionty vyvolávají křehnutí kostí. Kadmium se ukládá v játrech, ledvinách a slezině [12; 13].

Hlavními symptomy akutní otravy jsou nauzea (pocit nevolnosti, nucení ke zvracení), vomitus (zvracení vyprovokováno z mozku), diarrhoea (průjem), křeče trávicího ústrojí, bolesti hlavy a intenzivní salivace (slinění) [14].

Olovo do prostředí vstupuje hlavně díky činnosti člověka a to zejména spalovacími motory (ještě donedávna se do benzínů přidávalo tetraethylolovo), těžbou a úpravou železných a neželezných rud, spalováním uhlí a topných olejů, spalováním odpadů a dřeva.

Olovo se v lidském organismu kumuluje v kostech, játrech a ledvinách. Má negativní vliv na krvetvorbu, nervový systém, trávicí ústrojí, ledviny a reprodukční systém. Olovo má rovněž mutagenní účinky a olovnaté ionty jsou karcinogenní [12;13].

Nejčastější formou akutní otravy olovem je postižení trávicího ústrojí. Počáteční příznaky jsou anorexie, dyspepsie, zácpa a kolikovitě záchvaty.

Při intoxikaci je nejvíce postižen krvetvorný systém, nervový systém, trávicí ústrojí a ledviny [14;s.208].

Kadmium a olovo stejně jako i další kovy je možné stanovovat pomocí atomové absorpční spektroskopie, ICP-MS neboli hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem, ale také pomocí diferenční pulzní anodické rozpouštěcí voltametrie [15].

Nejvyšší mezní hodnoty jsou pro kadmium $5,0 \mu\text{g/l}$ a pro olovo $10\mu\text{g/l}$ [7].

3.5.1 Stanovení pomocí diferenční pulzní anodické rozpouštěcí voltametrie (DPASV)

Měření sestává ze dvou kroků. V prvním se při dané hodnotě potenciálu (potenciálu vylučování, E_{dep}) vyloučí na povrchu pracovní rtuťové elektrody ve formě amalgamu kovy, vzniklé elektrolytickou redukcí příslušných iontů (Pb^{2+} , Cd^{2+}) [16].

Ve druhém kroku se pracovní elektroda anodicky polarizuje technikou diferenčně pulzní voltametrie a vyloučené prvky se při definovaných hodnotách potenciálů anodicky rozpouštějí. Anodický proud, který při tomto procesu vzniká, je přímo úměrný koncentraci jednotlivých prvků v měřeném roztoku a době elektrochemického vylučování. Zaznamená se křivka závislosti anodického proudu protékajícího pracovní elektrodou na vloženém potenciálu. Při měření v elektrolytu vhodného složení se jednotlivé píky příslušející anodickému rozpouštění přítomných prvků objevují při dostatečně odlišných hodnotách potenciálu, takže příslušné hodnoty proudů anodických pík lze snadno odečíst. [16].

3.5.2 Atomová absorpční spektrometrie (AAS)

Podstatou metody je absorpce vhodného elektromagnetického záření volnými atomy v plynném stavu [17].

3.5.3 Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS)

Je ultrastopová analytická metoda sloužící ke stanovení obsahu stopových množství jednotlivých prvků v analyzovaném vzorku. Tato technika umožňuje analyzovat téměř všechny prvky od lithia po uran s citlivostí až jednotek ng/l po stovky $\mu\text{g/l}$.

Roztok vzorku je zmlžen a vzniklá mlha je proudem argonu vedena do hořáku, ve kterém je za pomoci střídavého vysokofrekvenčního magnetického pole udržováno argonové plazma o teplotě 6 000 – 10 000 K.

Za takových podmínek se rozpouštědlo okamžitě odpaří a zanikají chemické vazby v molekulách přítomných sloučenin. Jednotlivé volné atomy

ve většině případů vytvoří kladně nabitě ionty Me^+ , které jsou dále unášeny do přechodové komory, kde je snížen tlak plynu na přibližně 0,01 Torru.

Po vstupu k detektoru klesá tlak na řádově 10^{-5} Torru a ionty se systémem elektromagnetických čoček dostávají do kvadrupólového detektoru. Zde jsou analyzované ionty vedeny takovým způsobem, aby na povrch zesilovače dopadly v daném časovém okamžiku pouze ionty se zvolenou hmotností. Dopadem na povrch zesilovače vzniká velmi slabý elektrický proud, který je následně zesílen a je změřena jeho intenzita. Naměřené intenzity signálu jsou přepočteny na koncentrace měřených prvků v analyzovaném roztoku [17].

3.6 Mangan

Ve vodě obsahující kyslík je převážná část manganu přítomna v nerozpuštěných formách, často v návaznosti na mikroorganismy nebo komplexy, např. s huminovými kyselinami. Ve vodě bez kyslíku anebo v silně kyselé vodě se veškerý mangan vyskytuje v rozpuštěné formě [18].

Mangan nemá větší vliv na hygienické vlastnosti vody, ovlivňuje však její organoleptické vlastnosti.

V provzdušněné vodě se hydrogenuhličitan sráží na formu hydroxidovou a vylučuje se na dně nádrží [19].

Další nepříznivou vlastností tohoto prvku je také biochemická oxidace manganovými bakteriemi. Ty mohou při nadměrném rozvoji zarůstat vodovodní potrubí [9;s.117].

Kromě níže uvedené lze mangan stanovit také AAS nebo ICP-MS.

Mezní hodnota tohoto parametru je $0,05 \text{ mg/l}$ [7]

3.6.1 Stanovení manganu fotometricky s formaldoximem

Ke zkoušenému vzorku se přidá roztok formaldoximu. Intenzita zbarvení oranžově červeného komplexu se pak měří při vlnové délce $= 450 \text{ nm}$ [18].

3.7 Rtuť

Rtuť a její sloučeniny patří mezi nejtoxičtější látky vyskytující se ve vodních ekosystémech.

Hlavními antropogenními zdroji jsou například spalování uhlí a jiných fosilních paliv, výroba chloru, vyluhování z odpadů obsahujících sloučeniny rtuti na skládkách, výroba cementu, tavení kovů atd [23].

Expozice sloučeninami rtuti se u lidí projevuje imunologickými, neurologickými, reprodukčními, genotoxickými a karcinogenními účinky a mohou končit i smrtí [20].

Nejvyšší mezní hodnota je $1,0 \mu\text{g/l}$ [7].

3.7.1 Stanovení rtuti

Pro stanovení rtuti se používá atomová absorpční spektrometrie, atomová fluorescenční spektrometrie, atomová emisní spektrometrie, ale také hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou [20].

3.8 Suma vápníku a hořčíku

Vápník a hořčík jsou běžnou součástí podzemních i povrchových vod. Suma vápníku a hořčíku je nejčastěji označována jako tvrdost vody. Ta pak záleží na charakteru půdy, kterou protéká: vápenatá půda dává vodu tvrdou, půda žulová a písčité dává vodu měkkou. Podle obsahu vápníku a hořčíku je tedy voda velmi měkká až velmi tvrdá [21].

Rozdělení podle tvrdosti [mmol/l]

velmi tvrdá	> 3,76
tvrdá	2,51 – 3,75
středně tvrdá	1,26 – 2,50
měkká	0,51 – 1,25
velmi měkká	< 0,50

Hořčík hraje důležitou roli jako kofaktor a aktivátor více než 300 enzymatických reakcí včetně glykolýzy, metabolismu ATP, transportu prvků

(např. Na, K a Ca) přes membrány, syntézy proteinů a nukleových kyselin, nervosvalové dráždivosti (svalové kontrakci) atd. Působí jako přirozený antagonist vápníku. Nedostatek hořčíku zvyšuje u člověka riziko různých patologických stavů jako jsou cévní spasmy, hypertenze, srdeční arytmie, arterioskleróza, akutní infarkt myokardu.

Doporučený denní příjem hořčíku činí přibližně 5 – 6 mg/kg/den, pro dospělého člověka (70 kg) tedy asi 350 – 400 mg/den.

Vápník je součástí kostí a zubů. Dále je nutný pro nervosvalovou dráždivost (snižuje ji), správnou funkci převodního systému myokardu, srdeční a svalovou kontraktilitu (stažitelnost), přenos nitrobuněčné informace a pro srážení krve – převádí protrombin na trombin. Nejznámějším projevem nedostatku Ca^{2+} je osteoporóza (řidnutí kostí) a osteomalacie (měknutí kostí); mezi méně známé, ale prokázané poruchy patří např. zvýšený krevní tlak.

Doporučená denní dávka je 800 mg Ca/osobu/den. U některých skupin obyvatel však může být potřeba vyšší [22].

Doporučená hodnota v pitných vodách pro sumu vápníku a hořčíku je 2,0 – 3,5 mmol/l [7].

3.8.1 Stanovení pomocí odměrné metody s EDTA

Komplexometrická titrace vápníku a hořčíku vodným roztokem disodné soli EDTA při hodnotě pH 10. Jako indikátor se používá sodná sůl eriochromčerně T, která v přítomnosti vápenatých a hořečnatých iontů dává vínově červené zbarvení [23].

3.9 Celkový organický uhlík

Celkovým obsahem organického uhlíku rozumíme obsah organického uhlíku obsaženého v rozpuštěných i nerozpuštěných organických sloučeninách. Pro tuto hodnotu se používá označení TOC, které je převzaté z anglického Total Organic Carbon.

Existují také zkratky: DOC (Dissolved Organic Carbon) - obsah organického uhlíku obsaženého v rozpuštěných látkách; TC (Total Carbon)

– celkový obsah uhlíku; TIC (Total Inorganic Carbon) – obsah anorganicky vázaného uhlíku [8; s.290].

Organické látky vyskytující se ve vodě jsou jak původu přírodního tak i antropogenního. Mohou významně ovlivňovat chemické a biologické vlastnosti vod, měnit barvu, chuť a pach vody. Vykazují však také alergenní, karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní účinky [9;s.277].

Veškerý organický uhlík má mezní hodnotu $5,0 \text{ mg/l}$ [7].

3.9.1 Stanovení oxidací peroxodisíranem draselným

Organický uhlík se v kyselém prostředí v přítomnosti stříbrných iontů jako katalyzátoru kvantitativně oxiduje peroxodisíranem draselným na CO_2 . Oxid uhličitý je vypuzován proudem plynu, který CO_2 neobsahuje, je absorbován v roztoku hydroxidu barnatého a měří se změna vodivosti [8, s.299; 9, s.288].

3.9.2 Stanovení na principu termické oxidace

Vzorek se katalyticky spálí v proudu kyslíku na CO_2 . Oxid uhličitý se detekuje nedisperzním infračerveným detektorem. Jako katalyzátor se používá platina nebo oxid kobaltnatokobaltitý [8, s.294; 9, s.288].

3.10 Železo

V povrchových vodách se železo vyskytuje obvykle v setinách až desetínách mg/l . Obsahy v jednotkách mg/l lze považovat za vysoké [24].

Oproti manganu je jeho koncentrace ve vodách obvykle nižší. Ale i jeho přítomnost způsobuje potíže a to hlavně technického rázu, protože materiály, které s ním přicházejí do kontaktu barví žlutě až hnědě.

Sejně jako mangan je problematický také pro jeho ovlivňování organoleptických vlastností vody a rozvoji železitých bakterií. Tyto ucpávají potrubí a při jejich odumírání voda zapáchá [9;s.111].

Mezní hodnota obsahu železa v pitných vodách je $0,2 \text{ mg/l}$ [7].

3.10.1 Stanovení fotometricky s fenantrolinem

Po přidavku roztoku 1,10-fenantrolinu ke zkoušenému objemu vzorku vznikne červenooranžový komplex vhodný k fotometrickému měření při vlnové délce $\lambda = 510 \text{ nm}$ [25].

4 BROMIČNANY

Vzhledem k požadavkům evropské směrnice 98/83/ES jsou v rámci úplného rozboru stanovovány u všech typů vod. Tato směrnice tedy ruší původní metodický návod hlavního hygienika z roku 2002, kde se doporučovalo stanovení bromičnanů pouze u vod ozonizovaných.

Požadavky evropské směrnice byly v ČR vydány Vyhláškou 252/2004 Sb. [7]. Nejvyšší mezní hodnota u bromičnanů je $10 \mu\text{g/l}$ [7].

4.1 Výskyt ve vodách

Bromičnany vznikají při desinfekci ozonem jako oxidační produkt pitné vody obsahující bromidy. Ty doprovázejí sloučeniny chloru.

Bohatým přírodním zdrojem bromidů je mořská voda, fosilní minerální vody a ropné vody. Antropogenním zdrojem jsou odpadní vody z chemického a farmaceutického průmyslu [9;s.178].

4.2 Vliv na lidský organismus

Bromičnany se dobře vstřebávají ze zažívacího traktu, pomalu se vylučují ledvinami (ale rychleji než chlorečnany); kůží se nevstřebávají.

Po požití bromičnanových solí může docházet ke zvedání žaludku, zvracení, bolestem břicha, anurii (nemožnost vylučování moči), průjmu, k různým stupňům deprese centrálního nervového systému. Většina těchto účinků je však vratných. Mezi nevratné patří selhání ledvin a hluchost. Vše je závislé na tom, v jaké koncentraci byly bromičnany požitý [26].

Problematikou bromičnanů a především jejich fotometrickým stanovením se ve své diplomové práci zabývala Kopčilová [27], na jejíž výsledky tato diplomová práce částečně navazuje.

4.3 Možnosti stanovení

4.3.1 Stanovení izotachforeticky

Izotachforéza patří mezi elektromigrační metody. Je založena na rozdílné pohyblivosti separovaných složek v elektrickém poli. Pro stanovení

bromičnanů v pitných vodách je však nutno vzorek před vlastním stanovením složitě upravovat [27;28]. Na přístroji se spojenými kolonami, je možno stanovení realizovat i bez složitě předúpravy vzorku, kdy na horní předseparační koloně probíhá ITP separace (vedoucí elektrolyt: 10 mM HCl + betaalanin + 0,1 % MHEC, pH=3,3, zakončující elektrolyt 5 mM jantarová kyselina). Ve spodní analytické koloně je provedena separace na principu kapilární zónové elektroforézy – CZE (nosný elektrolyt: 10 mM kyselina jantarová + betaalanin + MHEC, pH = 3,6) s detekčním limitem 2 µg/l [29].

4.3.2 Iontové chromatografie

Chromatografie je analytická metoda, při které je využíváno rozdílné rychlosti průchodu různých látek přes chromatografickou kolonu. Díky těmto rozdílným rychlostem dojde k rozdělení původní směsi látek na její jednotlivé složky, jejichž druh a koncentrace jsou zjišťovány v detektoru. Iontová chromatografie je analytická metoda, pomocí které lze stanovit stopové koncentrace některých aniontů, případně kationtů.

V iontově-výměnné chromatografii rozhodují o separaci různě velké elektrostatické přitažlivé síly mezi funkčními skupinami stacionární fáze a ionty vzorku [17].

4.3.3 Stanovení spektrofotometricky

V kyselém prostředí bromičnan reaguje s bromidem, obsaženým ve vybarvovacím činidle, za vzniku bromu a ten odbarvuje methylovanž [26]. Absorbance se měří při vlnové délce = 505 nm.

5 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Sledování vybraných ukazatelů v pitných vodách ve zlínském regionu
- Porovnání získaných dat a zhodnocení kvality sledovaných přírodních a upravených pitných vod
- Pokus o objasnění zakřivení kalibrační závislosti v oblasti koncentrací pod normovanou hodnotou 10 $\mu\text{g/l}$ bromičnanů u spektrofotometrické metody

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 METODIKA

Mimo níže uvedené byly u všech parametrů používány další standardní laboratorní pomůcky a chemikálie.

6.1 Chemikálie

Endova půda firmy Imuna

- složení:	masový výtažek	8,6g
	pepton pro bakteriologii	10,0 g
	laktosa	10,0 g
	chlorid sodný	5,0 g
	siřičitan sodný bezvodý	1,4 g
	agar	12,0 g

$C_{20}H_{17}N_3Cl$

Fuchsin

- LachNer s.r.o., Neratovice, ČR

- Mr = 334,8219 g/mol

Modifikovaný tergitolový agar 7, firma HiMedia, Indie

- složení:	masový pepton	10,0 g
	kvasnicový extrakt	6,0 g
	masový extrakt	5,0 g
	laktosa	20,0 g
	tergitol	0,1 g
	bromthymolová modř	0,05 g
	agar	16,0 g

$C_{19}H_{15}N_4Cl$

2,3,5-trifenyltetrazolium chlorid (TTC)

- HiMedia, Indie

- Mr = 334,80206 g/mol

$C_7H_5O_3Na$

Salicylan sodný

- LachNer s.r.o., Neratovice, ČR

- Mr = 160,10257 g/mol

$C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$	Dihydrát citronanu trisodného - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 294,09957 g/mol
$[Fe(CN)_5NO]Na_2 \cdot 2H_2O$	Dihydrát nitrosopentakyanoželezitanu sodného (nitroprusid) - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 297,94844 g/mol
NaOH	Hydroxid sodný, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 39,99711 g/mol
$C_3N_3O_3Cl_2 \cdot 2H_2O$	Dihydrát dichloroisokyanuratanu sodného - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 229,00116 g/mol
CRM	Certifikovaný referenční materiál - Analytika s.r.o., Praha, ČR
HCl	Kyselina chlorovodíková, p.a. - Merck s.r.o., Praha, ČR - Penta, Chrudim, ČR - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - vyrobená isothermální destilací - Mr = 36,46064 g/mol
H_3PO_4	Kyselina fosforečná, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 97,995181 g/mol
$NH_2C_6H_4SO_2NH_2$	Amid kyseliny sulfanilové (4-aminobenzen-sulfonamid) - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 172,206 g/mol
$C_{10}H_7NHCH_2NH_2 \cdot 2HCl$	Dihydrochlorid N-(1-naftyl)-1,2-ethylendiamin (NED) - Penta, Chrudim, ČR - Mr = 245,14774 g/mol

HNO_3	Kyselina dusičná, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 63,01288 g/mol
$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Dihydrát disodné soliethylendiamintetraoctové kyseliny - Penta, Chrudim, ČR - Mr = 372,23694 g/mol
HCHO	Formaldehyd - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 30,02598 g/mol
NH_3OHCl	Chlorid hydroxylamonný - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 69,4906 g/mol
NH_3	Amoniak - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 17,03056 g/mol
$[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Hexahydrát síranu diamono- železnatého - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 296,07728 g/mol
H_2SO_4	Kyselina sírová, p.a. - Merck s.r.o., Praha, ČR - Mr = 98,07948 g/mol
HNO_3	Kyselina dusičná, p.a. - Merck s.r.o., Praha, ČR - Mr = 63,01288 g/mol
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Dichroman draselný, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 294,1846 g/mol
$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2\text{Mg}$	Disodnohořečnatá sůl ethylendiamintetraoctové kyseliny

	- LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 358,4955 g/mol
NH ₄ Cl	Chlorid amonný - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 53,4912 g/mol
(HOCH ₂ CH ₂) ₃ N	Triethanolamin - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 149,18824 g/mol
CH ₃ CH ₂ OH	Ethanol - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 46,06844 g/mol
C ₂₀ H ₁₂ N ₃ O ₇ SNa	Sodná sůl eriochromčerni T (indikátor) - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 461,38107 g/mol
C ₁₀ H ₁₄ O ₈ N ₂ Na ₂ · 2H ₂ O	Dihydrát disodné soli Ethylendiamintetraoctové kyseliny - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 372,23694 g/mol
C ₈ H ₅ KO ₄	Hydrogenftalan draselný - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 204,2212 g/mol
CH ₃ COOH	Kyselina octová - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 60,05196 g/mol
CH ₃ COONH ₄	Octan amonný - Penta, Chrudim, ČR - Mr = 77,08252 g/mol
NH ₂ OH · HCl	Hydrochlorid hydroxydaminu - Penta, Chrudim, ČR - Mr = 62,4906 g/mol
C ₁₂ H ₈ N ₂ · HCl · H ₂ O	Monohydrát 1,10-fenantrolinu - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 234,68132 g/mol

$K_2S_2O_8$	Peroxodisíran draselný - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 270,3238 g/mol
$KBrO_3$	Bromičnan draselný, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 167,0005 g/mol
$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	Oranž methylová (indikátor) - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 327,33515 g/mol
KBr	Bromid draselný, p.a. - LachNer s.r.o., Neratovice, ČR - Mr = 119,0023 g/mol
$FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$	Hexahydrát síranu diamono- železnatého - ing. Petr Lukeš, Uherský Brod, ČR - Mr = 392,14088 g/mol

6.2 Přístroje

- Laminární box bio – II – A, výrobce Telstar, Španělsko
- Autokláv SANoclav Laboratorní sterilizátor, SANoclav LaM 3-20-MCS-J, SRN
- Biologický termostat, typ BT 120, ČR
- Spektrofotometr Cecil, typ CE 3041
- Analyzátor AMA 254, firma Altec s.r.o., Praha, ČR
- Analyzátor TOC, typ 5000A, firma Shimadzu, Japonsko
- Spektrofotometr Unicam, Helios , firma Chromspec spol. s r.o., Brno

6.3 Činidla a postupy

6.3.1 Koliformní bakterie

Endo agar: 9,5 g Endovy půdy se rozpustí v 200 ml destilované vody. Přidá se roztok 1 g fuchsinu rozpuštěného ve 4 ml ethanolu. Nechá se sterilizovat 25 minut při teplotě 125 °C. Po ochlazení se rozlije na Petriho misky.

Tergitolový agar: 17 g tergitolového agaru se smíchá s 300 ml destilované vody. Sterilizujeme 20 minut při teplotě 125 °C. Po částečném ochlazení se přidá 750 µl TTC, zamíchá a rozlije na Petriho misky.

Postup

100 ml vzorku se prefiltruje přes sterilní ultrafiltr o velikosti pórů 0,3 µm. Filtr se poté asepticky přenese na živné médium (Endo agar, Tergitolový agar) a kultivuje se 24 hodin při teplotě 37 °C.

6.3.2 Amonné ionty

- vybarvovací činidlo: do odměrné baňky na 250 ml se naváží 32,50±0,02 g salicylanu 32,50±0,02 g citronanu a obě chemikálie se rozpustí asi ve 200 ml demineralizované vody (dále demivody). Naváží se 0,237±0,005g nitroprusidu sodného a přidá se k roztoku v odměrné baňce a doplní se demivodou po rysku.
- roztok dichlorisokyanuranatanu sodného: v kádince na 400 ml se v asi 150 ml demivody za neustálého míchání a chlazení rozpustí 8,0±0,1 g NaOH a poté přidá 0,5±0,01 g $C_3N_3O_3Cl_2 \cdot 2H_2O$. Po rozpuštění se roztok převede do 250 ml odměrné baňky a doplní demivodou po rysku.
- pracovní kalibrační roztok ($c(NH_4^+) = 5 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 1000 ml se pipetou přidá 5 ml roztoku CRM

(o $c(\text{NH}_4^+) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní demivodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 mg/l.

Postup:

Do Erlenmayerovy baňky na 100 ml se odměrným válcem odměří 50 ml vzorku, k němu se dávkovačem přidají 4 ml vybarvovacího činidla a směs se promíchá. Potom se dávkovačem přidají 4 ml roztoku dichlorisokyanuranatanu sodného a promíchá se. Vzorek se nechá stát 60 minut při laboratorní teplotě a po uplynutí času změří na spektrofotometru při vlnové délce 660 nm.

6.3.3 Dusičnany

pracovní kalibrační roztok ($c(\text{NO}_3^-) = 100 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 250 ml se pipetou přidá 25 ml roztoku CRM (o $c(\text{NO}_3^-) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní demivodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 25,0; 35,0; 50,0; 60,0 mg/l.

Postup

Dle interního předpisu ÚV Klečůvka. Stanovováno spektrofotometricky při 210 nm.

6.3.4 Dusitany

- roztok H_3PO_4 o $c = 1,5 \text{ mol/l}$: do odměrné baňky na 250 ml se k asi 150 ml demivody přidá 25 ml kyseliny a po promíchání a ochlazení na laboratorní teplotu se doplní demivodou po rysku.
- roztok I: do kádinky na 150 ml se odměří 100 ml demivody, pipetou se přidá 25 ml konc. kyseliny H_3PO_4 a v tomto roztoku se rozpustí 10 g amidu kyseliny sulfanilové.

- roztok II: v kádince na 50 ml se v asi 30 ml demivody rozpustí 0,5 g N-(1-naftyl)-1,2-ethylendiamin-dihydrochlorid a promíchá se
- vybarvovací činidlo: se připraví smícháním roztoku I a II v odměrné baňce na 250 ml a doplní demivodou po rysku.
- kalibrační roztok ($c(\text{NO}_2) = 10 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 1000 ml se pipetou přidá 10 ml roztoku CRM ($c(\text{NO}_2^-) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní demivodou po rysku.
- pracovní kalibrační roztok ($c(\text{NO}_2) = 0,5 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 200 ml se pipetou přidá 10 ml kalibračního roztoku a doplní demivodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mg/l.

Postup

Do Erlenmayerovy baňky na 100 ml se odměrným válcem naměří 50 ml vzorku. K němu se přidá 1 ml roztoku kyseliny fosforečné a 1 ml vybarvovacího činidla. Absorbance se měří po 20 minutách od nadávkování vybarvovacího činidla na spektrofotometru při vlnové délce 540 nm.

6.3.5 Kadmium a olovo

- pracovní kalibrační roztok ($c(\text{Cd}) = 10 \text{ } \mu\text{g/l}$): do odměrné baňky na 1000 ml se pipetou přidá 100 ml roztoku CRM ($c(\text{Cd}) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní redestilovanou vodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 $\mu\text{g/l}$.
- pracovní kalibrační roztok ($c(\text{Pb}) = 10 \text{ } \mu\text{g/l}$): do odměrné baňky na 1000 ml se pipetou přidá 100 ml roztoku CRM ($c(\text{Pb}) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní redestilovanou vodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 5,0; 10,0; 15,0 $\mu\text{g/l}$.

Postup

Bylo prováděno v grafitové peci při atomizačních teplotách 1800 °C pro kadmium a 2000 °C pro olovo metodou kalibrační křivky.

6.3.6 Mangan

- roztok EDTA o $c = 0,24 \text{ mol/l}$: v odměrné baňce na 1000 ml se v asi 500 ml demivody rozpustí 90 g dihydrátu disodné soli EDTA a 19 g hydroxidu sodného. Po rozpuštění se doplní demivodou po rysku.
- roztok formaldoximu: v odměrné baňce na 250 ml se v asi 100 ml demivody rozpustí 25 g chloridu hydroxylamonného a asi 12,5 ml formaldehydu. Objem se doplní po rysku demivodou a promíchá.
- roztok I: v odměrné baňce na 200 ml se v asi 100 ml demivody rozpustí 84 g chloridu hydroxylamonného. Po rozpuštění se doplní demivodou po rysku.
- roztok II: do kádinky na 400 ml se odměrným válcem odměří asi 120 ml demivody, 70 ml koncentrovaného amoniaku a doplní demivodou po rysku
- roztok $\text{NH}_3\text{OHCl} / \text{NH}_3$: se připraví smícháním 200 ml roztoku I a 200 ml roztoku II.
- roztok kyseliny sírové: do odměrné baňky na 1000 ml se k asi 750 ml demivody přilévá 170 ml kyseliny sírové a po ochlazení se doplní po rysku.
- roztok síranu diamono- železnatého: do odměrné baňky na 1000 ml se naváží 0,7 g $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a rozpustí se v demivodě. Přidá se 1 ml roztoku kyseliny sírové a doplní demivodou po rysku.

- kalibrační roztok ($c(\text{Mn}) = 10 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 500 ml se pipetou přidá 5 ml roztoku CRM ($c(\text{Mn}) = 1000 \text{ mg/l}$) a doplní demivodou po rysku.
- pracovní kalibrační roztok ($c(\text{Mn}) = 0,3 \text{ mg/l}$): do odměrné baňky na 100 ml se pipetou přidá 0,3 ml kalibračního roztoku a doplní demivodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0,02; 0,05; 0,1; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 mg/l.

Postup

Do Erlenmayerovy baňky na 100 ml se pomocí odměrného válce přidá 50 ml vzorku, dále dávkovačem 1 ml roztoku $[(\text{NH}_4)_2\text{FeSO}_4]$, 2 ml roztoku EDTA a po promíchání přidáme 1 ml formaldoximu a ihned poté pipetou 2,5 ml NaOH. Po důkladném promíchání a stání 5 – 10 minut se přidají 3 ml $\text{NH}_3\text{OHCl} / \text{NH}_3$. Po hodině vybarvování se měří na spektrofotometru při vlnové délce 446 nm.

6.3.7 Rtuť

Postup

100 μl vzorku se umístí na spalovací lodičku a povellem řídicího počítače je zaveden do spalovací trubice. Ohřevem spalovací pece je vzorek vysušen a poté spálen. Rozkladné produkty procházejí přes katalyzátor, kde je dokončena jejich oxidace a amalgamátor, kde je selektivně zachycena rtuť, jejíž množství je poté změřeno.

6.3.8 Suma vápníku a hořčíku

- tlumivý roztok o $\text{pH} = 10$: do kádinky na 1000 ml se odměrným válcem odměří 570 ml roztoku amoniaku, přidá se 67,5 g chloridu amonného a 5 g disodnohořečnaté soli EDTA, které se v něm rozpustí. Roztok se kvantitativně převede do 1000 ml odměrné baňky s 300 ml demivody a doplní po rysku.
- indikátor Eriochromčern T: do 100 ml odměrné baňky se naváží 0,5 g

sodné soli eriochromové černi T, přidá se 50 ml triethanolaminu, 25 ml ethanolu a vše se promíchá a doplní demivodou po rysku.

- roztok disodné soli ethylendiamintetraoctové kyseliny: do 2000 ml odměrné baňky se naváží $7,45 \pm 0,002$ g Na_2EDTA a doplní se demivodou po rysku.

Postup

K 10 ml vzorku se přidá 1 ml tlumivého roztoku a tolik indikátoru, aby byl roztok zbarven vínově červeně. Titruje se odměrným roztokem Na_2EDTA do jasně modrého zbarvení.

6.3.9 Veškerý organický uhlík

- roztok kyseliny chlorovodíkové ($c = 2$ mol/l): do odměrné baňky na 250 ml se napipetuje 43,9 ml koncentrované HCl a doplní se redestilovanou vodou po rysku.
- zásobní roztok ($c = 1000$ mg/l): na lodičku se naváží 2,12507 g hydrogenftalanu draselného, kvantitativně se převede do 2000 ml odměrné baňky a po rozpuštění se doplní redestilovanou vodou po rysku.
- kalibrační roztok ($c = 100$ mg/l): do odměrné baňky na 500 ml se pipetou přidá 50 ml roztoku $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ a doplní redest. vodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0; 2,0; 6,0; 8,0 mg/l.

Postup

Do předem dokonale vyčištěných a vysušených vialek se nadávkuje vzorek a přidá 50 μl roztoku HCl . Přístrojově nastavíme probublání vzorku inertním plynem.

6.3.10 Železo

- octanový tlumivý roztok: V odměrné baňce na 250 ml se s asi 40 ml demivody rozpustí $100,0 \pm 0,1$ g octanu amonného. Odměrným válcem se odměří 125 ml kyseliny octové a po přidání k roztoku octanu se toto doplní po rysku.
- roztok hydrochloridu hydroxylamonného: Do odměrné baňky na 250 ml se naváží $25,0 \pm 0,1$ g $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, rozpustí se v demivodě a doplní po rysku.
- roztok 1,10 - fenantrolinu: Do odměrné baňky na 250 ml se naváží $1,25 \pm 0,03$ g $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{HCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ a po rozpuštění v demivodě se jí doplní po rysku.
- roztok peroxodisíranu draselného: Do odměrné baňky se naváží $20,0 \pm 0,2$ g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, rozpustí se v demivodě a doplní po rysku.
- kalibrační roztok ($c(\text{Fe}) = 10$ mg/l): do odměrné baňky na 250 ml se pipetou přidá 2,5 ml roztoku CRM ($c = 1000$ mg/l) a doplní demivodou po rysku.
- pracovní kalibrační roztok ($c(\text{Fe}) = 1,0$ mg/l): do odměrné baňky na 500 ml se pipetou přidá 50 ml kalibračního roztoku a doplní demivodou po rysku. Z tohoto roztoku se následně pipetováním daného objemu vytvoří kalibrační standardy o koncentracích 0,01; 0,02; 0,05; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0 mg/l.

Postup

Do 100 ml Erlenmayerovy baňky se odměrným válcem odměří 50 ml vzorku, dávkovačem se přidá 5 ml roztoku $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ a baňka s roztokem se umístí na elektrický vaříč a vaří se mírným varem 40 minut. Po ochlazení se roztok převede do odměrného válce a doplní demivodou na objem 50 ml. Roztok se převede do 100 ml Erlenmayerovy baňky, dávkovačem se přidá 1 ml hydroxylaminhydrochloridu, 2 ml octového tlumivého roztoku, 2 ml roztoku 1,10-fenantrolinu a promíchá. Vzorek se

měří po 15 minutách na spektrofotometru při vlnové délce 525 nm v 5 cm kyvetách.

6.3.11 Bromičnany

- **redukční činidlo:** Hexahydrát síranu diamonoželeznatého
 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1 mol/l

- příprava: do odměrné baňky na 25 ml se naváží 0,398035 g síranu železnato-amonného po rozpuštění v redestilované vodě se jí doplní po rysku. (Roztok se připravuje pro každé stanovení čerstvý).

Bromid draselný KBr, roztok 0,5 mol/l

- příprava: do 200 ml odměrné baňky se naváží 11,9002 g KBr a po rozpuštění v redestilované vodě se jí doplní po rysku

Methyloranž MO, roztok 0,01 mol/l

- příprava: do 100 ml odměrné baňky se naváží 0,3276 g MO a po rozpuštění v redestil.vodě se jí doplní po rysku

- **vybarvovací činidlo:** složení: MO $1,53 \cdot 10^{-5}$ mol/l; KBr $4,5 \cdot 10^{-3}$ mol/l; HCl 4,5 mol/l

- příprava: do 200 ml odměrné baňky se odpipetuje 0,306 ml MO; 1,8 ml KBr a 105,6 ml $\text{HCl}_{\text{iso c}} = 8,5156$ mol/l (popř. 79,5 ml HCl p.a. $c = 11,325$ mol/l). Po ochlazení na laboratorní teplotu se doplní redestilovanou vodou po rysku.

(Činidlo se uchovává v tmavé lahvi při laboratorní teplotě. Je stálý týden).

- zásobní roztok I o koncentraci $c_{\text{BrO}_3^-} = 1000$ mg/l

- příprava: v odměrné baňce 100 ml se v přibližně 50 ml redestilované vody rozpustí 0,13057 g KBrO_3 a doplní redestilovanou vodou po rysku.

- zásobní roztok II o koncentraci $c_{\text{BrO}_3^-} = 50$ mg/l

- příprava: do odměrné baňky 100 ml se pipetou odměří 5 ml roztoku I a doplní redestilovanou vodou po rysku.
 - zásobní roztok III o koncentraci $c_{\text{BrO}_3^-} = 0,5 \text{ mg/l}$
 - příprava: do odměrné baňky 200 ml se pipetou odměří 2 ml roztoku II a doplní redestilovanou vodou po rysku.
- Z tohoto roztoku se následně, pomocí pipetáže 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 a 5,0 ml, vytvoří kalibrační roztoky o koncentraci 5,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 a 50 $\mu\text{g/l}$.

Tabulka III: Pipetáž zásobního roztoku III po přípravu kalibračních roztoků

Vzorek	KR 1	KR 2	KR 3	KR 4	KR 5	KR 6
$c_{\text{BrO}_3^-} [\mu\text{g/l}]$	5	10	20	30	40	50
$V_{\text{III}} [\text{ml}]$	0,5	1	2	3	4	5

Postup:

Vzorek se odebírá do tmavé skleněné lahve o objemu 250 ml tak, aby v lahvi nebyl vzduch. Poté se v laboratoři probublává 20 minut dusíkem.

Do 50 ml Erlenmayerových baněk se odpipetuje 40 ml vzorku a přidá se 0,2 ml redukčního činidla. Obsah baňky se asi po dobu 30 vteřin promíchá a po uplynutí 1 minuty od přidavku Fe^{2+} se přidá 5 ml vybarvovacího činidla. Obsah baňky se opět promíchá.

Roztok se nechá stát při laboratorní teplotě po dobu 2 hodin od přidavku vybarvovacího činidla.

Po uplynutí doby se měří absorbance roztoků v kyvetách s optickou drahou 5 cm při vlnové délce 505 nm.

Obsah bromičnanů ve vzorku se vypočítá pomocí rovnice přímky z kalibrační přímky.

7 ODBĚROVÁ MÍSTA

Jedná se o 6 odběrových míst z toho 3 prameny a 3 úpravny vody.

7.1 Úpravny vody

7.1.1 ÚV Klečůvka

Klečůvka leží 8 km východně od Zlína v nadmořské výšce 334 m na ploše 267 ha. Na východě sousedí s k.ú. Zádveřice, na jihu s k.ú. Lípa, na západě s k.ú. Lužkovice, na severu s k.ú. Veselá. Tato úpravna zásobuje severovýchod okresu Zlín.

Jako zdroj surové vody je využívána Slušovická přehrada. Maximální průtok úpravny činí 250 l/s. Desinfekce je prováděna pomocí oxidu chloričitého v dávce asi 0,1 mg/l a plynného chloru asi 0,5mg/l na vstupu do akumulace. Na výstupu z akumulace je snaha dodržet max. 0,3 mg/l směsi Cl_2+ClO_2 .

7.1.2 ÚV Tlumačov

Asi 20 km západně od Zlína leží ÚV Tlumačov s průtokem surové vody okolo 400 l/s, která zásobuje velkou část okresu Zlín. Zdrojem této vody je jímací území Tlumačovský les a štěrkoviště Kvasice. Jedná se tedy z části o vodu povrchovou a z části o vodu podzemní.

K desinfekci slouží plynný chlor, kterého je na výstupu z akumulace okolo 0,5 - 0,7 mg/l (koncentrace kolem 1 mg/l nejsou výjimkou). Voda z ÚV Tlumačov se před dodáním do sítě míchá z vodou z jiného zdroje, který není desinfikován, proto bývá na výstupu z ÚV tak vysoký obsah chloru.

7.1.3 ÚV Ludkovice

Leží asi 20 km jihovýchodně od Zlína. Úpravna vody, znovu po 6ti letech, kdy došlo k přestavbě, obnovila svůj provoz v prosinci loňského roku. Surová voda je odebírána z Ludkovické přehrady, kterou napájí Ludkovický potok.

Pro desinfekci se používá plynný chlor z tlakových lahví, kdy dávka na výstupu z akumulace je asi 0,2-0,3mg/l.

7.2 Přírodní voda

Ve všech případech se jedná o pramenitou vodu poměrně hojně využívanou obyvateli bydlícími v jejich blízkosti k pitným účelům.

Přesné umístění viz. mapa v příloze č.1, body 4 – 6.

8 DISKUZE VÝSLEDKŮ

8.1 Pitné vody

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1 – ÚV Klečůvka | 4 – Zlín – Příluky (pramen) |
| 2 – ÚV Tlumačov | 5 – Bělov (pramen) |
| 3 – ÚV Ludkovice | 6 – Malenisko (pramen) |

Podmínky při odběru

6.3. 2007 Polojasné počasí s ranními teplotami okolo 5 °C. Odpoledne 15 °C.

10.4.2007 Oblačno, ráno 10 °C, odpoledne 15 °C.

24.4.2007 Počasí oblačné, ráno okolo 7 °C, odpoledne 20 °C.

Tab. III: Výsledky analýz vod z odběru dne 6.3. 2007

vzorek číslo	BrO ₃ ⁻ [µg/l]	Hg [µg/l]	TOC [mg/l]	Ca + Mg [mmol/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	kolif.bakt. [KTJ/100ml]
1	< 5,0	< 0,1	4,15	1,80	0,05	< 0,02	< 0,05	6,00	0,005	0
2	42,2	< 0,1	4,03	2,90	0,05	< 0,02	< 0,05	4,60	< 0,005	0
3	< 5,0	< 0,1	4,40	1,90	< 0,02	< 0,02	< 0,05	9,20	< 0,005	0
4	< 5,0	< 0,1	< 2,00	3,28	0,02	< 0,02	< 0,05	2,80	< 0,005	0
5	< 5,0	< 0,1	< 2,00	4,56	< 0,02	< 0,02	< 0,05	24,20	< 0,005	1
6	< 5,0	< 0,1	4,76	0,62	0,02	< 0,02	< 0,05	5,40	< 0,005	0
limit	10	1,0	5,0	2,0-3,5	0,2	0,05	0,5	50,0	0,5	0

Rtuť, železo, mangan, amonné ionty, TOC a dusitany jsou parametry naprosto bez problémů (tab.III).

Suma vápníku a hořčíku je jak u vzorku č. 1 tak i u vzorku č. 3 nižší než uvádí norma, jedná se tedy o středně tvrdou vodu (rozdělení viz kapitola 3.8) a vzorek č. 6 obsahuje množství odpovídající měkké vodě. Oproti tomu u vzorku č. 5 je norma překročena a jedná se o vodu velmi tvrdou.

Dusičnany jsou taktéž parametrem bez překročení limitu, ale vodu z pramene Bělov (č. 5) by jsem osobně nedoporučovala používat jako

kojeneckou, kde koncentrace převyšuje dříve akceptovanou mezní hodnotu pro kojenecké vody 15 mg/l.

Ve všech vzorcích vyjma č. 5 nebyly nalezeny koliformní bakterie. I u tohoto výsledku však lze konstatovat, že se jedná o jev ojedinělý vzhledem k dalšímu měření.

Bromičnany jsou překročeny u vzorku č. 2 z Úpravny vody Tlumačov. Příčiny tohoto zvýšení jsou studovány dále.

Byl měřen také obsah kadmia a olova v těchto vzorcích, ovšem z důvodu vysokého pozadí při měření DPV analýze nejsou výsledky doloženy.

Tab. IV: Výsledky analýz vod z odběru dne 10.4.2007

vzorek číslo	BrO ₃ ⁻ [μg/l]	Hg [μg/l]	TOC [mg/l]	Ca + Mg [mmol/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	kolif.bakt. [KTJ/100ml]
1	< 5,0	< 0,1	3,21	1,50	0,02	< 0,02	0,05	7,60	< 0,005	0
2	35,3	< 0,1	2,47	2,60	0,02	< 0,02	< 0,05	4,80	< 0,005	0
3	7,1	0,15	2,39	2,00	0,02	< 0,02	< 0,05	9,30	< 0,005	0
4	< 5,0	< 0,1	< 2,0	3,48	0,02	< 0,02	< 0,05	< 1,50	< 0,005	0
5	< 5,0	0,11	< 2,0	4,48	0,02	< 0,02	0,06	23,90	< 0,005	0
6	< 5,0	0,12	< 2,0	1,40	0,02	< 0,02	< 0,05	3,30	< 0,005	0
limit	10	1,0	5,0	2,0-3,5	0,2	0,05	0,5	50,0	0,5	0

U odběrů z 10.4.2007 (tab. IV) se u parametrů „rtuť, železo, mangan, amonné ionty, TOC a dusitany“ neobjevuje překročení limitu.

Suma vápníku a hořčíku je pod hranicí limitu u vzorků č. 1 a č. 6 (středně tvrdá voda). Naopak překročení horní hranice limitu a tedy velmi tvrdou vodu vykazuje vzorek č. 5.

Stejně jako u předchozí sady vzorků i v tomto případě byl stanoven obsah dusičnanů u vzorku č. 5 nad původním limitem pro kojeneckou vodu.

Koliformní bakterie nebyly v této sadě vzorků nalezeny v žádném z pozorovaných odběrových míst. Na vzorku č. 5 (Bělov) však vyrostlo 13 kolonií laktosonegativních bakterií.

Bromičnany byly opět překročeny u vzorku číslo dvě. V této sadě vzorků bylo testováno probublávání tohoto vzorku vzduchem, kvůli snížení rušivých vlivů na stanovení. Hodnota byla i přes to velmi vysoká 31,7 μg/l.

I v této sadě vzorků byla snaha o naměření koncentrace kadmia a olova, tentokrát pomocí atomové absorpční spektrometrie. V tomto případě byl však detekční limit přístroje vyšší než je limitní hodnota u těchto parametrů (přesněji 10 µg/l u Cd a 50 µg/l Pb)

Tab. V: Výsledky analýz vod z odběru dne 24.4. 2007

vzorek číslo	BrO ₃ ⁻ [µg/l]	Hg [µg/l]	TOC [mg/l]	Ca + Mg [mmol/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	kolif.bakt. [KTJ/100ml]
1	< 5,0	< 0,1	3,56	1,56	0,07	0,03	<0,05	6,20	< 0,005	0
2	33,0	< 0,1	2,81	2,68	0,05	0,05	<0,05	3,80	< 0,005	0
3	11,0	< 0,1	2,04	1,90	< 0,02	< 0,02	<0,05	7,90	< 0,005	0
4	< 5,0	< 0,1	< 2,0	3,30	0,05	0,03	<0,05	< 1,5	< 0,005	0
5	< 5,0	< 0,1	< 2,0	4,50	< 0,02	< 0,02	<0,05	23,10	< 0,005	0
6	< 5,0	< 0,1	4,6	1,74	0,03	< 0,02	<0,05	< 1,5	< 0,005	0
limit	10	1,0	5,0	2,0-3,5	0,2	0,05	0,5	50,0	0,5	0

vzorek číslo	Cd [µg/l]	Pb [µg/l]
1	< 0,5	< 5,0
2	< 0,5	< 5,0
3	< 0,5	< 5,0
4	< 0,5	< 5,0
5	< 0,5	< 5,0
6	< 0,5	< 5,0
limit	5,0	10,0

Obdobně jako u předchozích odběrů nebylo při analýzách rtuti, železa, amonných iontů, TOC a dusitanů zjištěno překročení limitu.

Jedinou změnou u této série, je vyšší obsah manganu u druhého vzorku, který je na hranici limitu. Jedná se však zřejmě o ojedinělý jev, protože v předchozích dvou měření s tím problém nebyl.

Stejně jako u předchozích dvou měření, i v tomto případě byl překročen limit pro sumu vápníku a hořčíku u vzorku č. 5 a pod limitem se ocitly vzorky č. 1, č. 3 a č. 6.

U měření dusičnanů byla i v tomto případě lehce zvýšena hodnota ve vzorku č. 5, což však zcela vyhovuje platné normě.

Koliformní bakterie nebyly opět nalezeny v žádném z měřených vzorků. Pro získání jistoty, že živná půda má schopnost kultivovat bakterie, byl proveden test nanesením vlastních kolonií. Bylo potvrzeno, že živné medium má schopnost kultivace.

Bromičnany byly opět překročeny u vzorku z Úpravny vody Tlumačova (č. 2) zcela ojediněle z Úpravny vody Ludkovice (č. 3), kde se zřejmě jedná, s přihlédnutím k předchozím měřením, o jev ojedinělý.

U vzorku číslo 2, bylo v této sadě testováno probublání dusíkem z tlakové lahve pomocí frity a zjištěna skutečnost, že toto má velký vliv na odstranění interferentů ovlivňujících stanovení. Po probublání hodnota bromičnanů klesla až na 5,4 $\mu\text{g/l}$.

U vzorků z 24.4. 2007 (tab. V) byla opět snaha o zjištění obsahu kadmia a olova. Byla použita absorpční atomová spektrometrie, avšak oproti předchozímu, s přidanou grafitovou pecí. Nalezené obsahy těchto prvků však v žádném z testovaných vzorků nepřekročily doporučenou hodnotu.

8.2 Bromičnany

Tab. VI: Změny v postupu a přípravě

	Původní	Změna
Příprava	1,5 ml 0,01M-MO 8,75 ml 0,5M-NaBr 365 ml konc. HCl Do 500 ml	0,153 ml 0,01M-MO 0,9 ml 0,5M-KBr 52,8 ml HCl _{iso} (c=8,5156 mol/l) Do 100 ml
Činidlo	$3 \cdot 10^{-5}$ M-MO 8,75 mM-NaBr 8,8 M-HCl	$1,53 \cdot 10^{-5}$ M-MO 4,5 mM KBr 4,5M-HCl
Dávkování	50 ml vz. + 3 ml v.č.	40 ml vz. + 5 ml v.č.
Doba vybarvování	2 hodiny při 505 nm	2 hodiny při 505 nm
Aktuální koncentrace	$1,698 \cdot 10^{-6}$ M-MO 0,5 mM-NaBr 0,5 M-HCl	$1,698 \cdot 10^{-6}$ M-MO 0,5 mM- KBr 0,5 M-HCl

Vzhledem k tomu, že byla testována i velmi čistá isothermálně destilovaná kyselina o nižší koncentraci než je u kyseliny p.a., nebylo možno dodržet její původní koncentraci ve vybarvovacím činidle. Byly proto provedeny úpravy tak, aby aktuální koncentrace všech látek zůstala beze změny (tab. VI).

V počáteční fázi nebylo přidáváno ani redukční činidlo, protože byla zkoumána pouze kalibrační závislost, ke které se používala redestilovaná voda. V této tudíž nebyl důvod k odstraňování chloritanů, ani jiné sloučeniny chloru.

Na rozdíl od citované práce [27] byly z důvodu eliminování všech chyb použity uzavřené zábrusové Erlenmayerovy baňky o objemu 50 ml (viz. 9.2.2).

8.2.1 Úprava vzorku

Jak je patrné z tab. III – V byl u vzorku z ÚV Tlumačov (č.2) několikanásobně překročen limit pro bromičnany v pitných vodách. Podle kapitoly 8.1.2 je zřejmé, že na této úpravně jsou používány vyšší dávky chloru k desinfekci, který má zřejmě vliv na stanovení bromičnan. Vzhledem k tomu, že jednotlivé literární zdroje [27; 30] se rozcházejí v názoru, jakým plynem probublávat vzorek, aby došlo k odstranění tohoto interferentu, byl proveden experiment u vzorku číslo 2, kdy bylo zkoušeno probublávání jak vzduchem tak i dusíkem.

Tab. VII: Test probublávání vzorku

* 10.4.2007 ** 24.4.2007

	Probublání		Neprobublání		Neprobub/probub rozdíl [%]
	A [l]	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [μg/l]	A [l]	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [μg/l]	
Vzduch*	0,493	31,67	0,473	35,29	- 10,26
Dusík**	0,623	5,37	0,471	33,00	- 84,21

Každý ze vzorků byl odebrán v jiné sadě, avšak ze stejného místa (viz. výše). Bylo zjištěno, že probublání dusíkem má velmi dobrý vliv na odstranění chloru ve vzorku. Pokud by se dusík nepoužil, došlo by zřejmě k trojnásobnému překročení limitu. Po použití dusíku se tak již nestane.

Mezi těmito vzorky byl však také rozdíl v aparatuře. Zatím co na dusík byla použita fritka, na kyslík pouze jehla, do které vháněl vzduch motorek o neznámém průtoku. Vzduchovací motorek nebyl schopen vytvořit dostatečný tlak, aby bylo možno použít stejné frity. V žádné z dostupných prací se neuvádí přesné podmínky pro stripování.

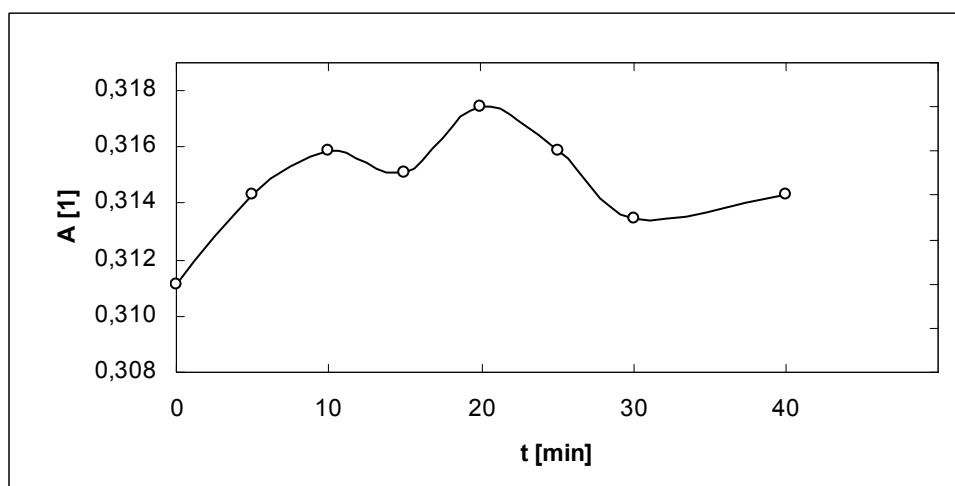
Účinek dusíku je zřejmě i ten, že vystripuje ze vzorku kyslík, který by oxidoval železnaté ionty na železité a tím snižoval jejich účinnost.

Pokus o potvrzení této teorie nebyl průkazný, neboť vzorek stejné vody, avšak odebrané až u spotřebitele, obsahoval velmi nízkou koncentraci bromičnanů a především rušících látek. Jak je vidět z tab. VIII (Obr.1) nárůst absorbance a tedy poměrně značný pokles koncentrace (Obr.2) během 20 minut. Hodnoty nemají příliš velkou vypovídací schopnost, neboť se

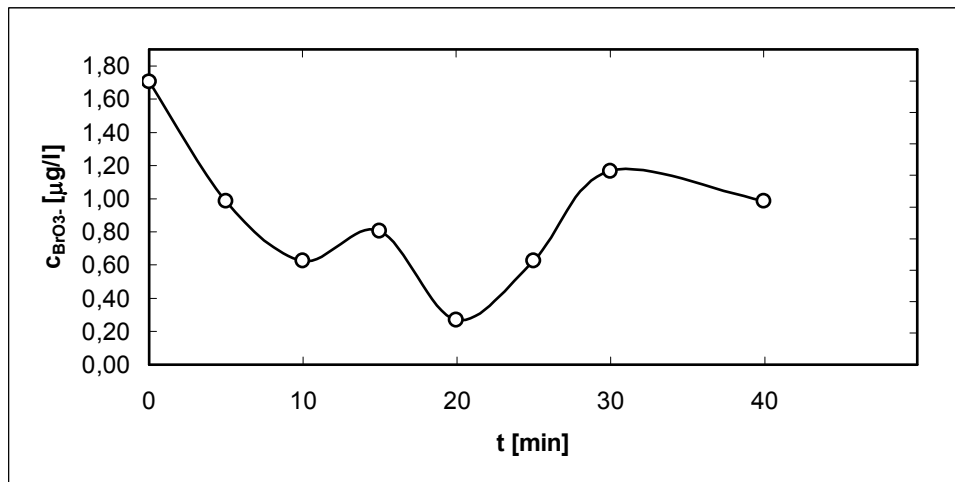
pracuje v oblasti pod nejnižším standardem, kde nelze jednoznačně mluvit o lineární kalibrační závislosti a hodnoty absorbance se pohybují od 0,320 do 0,312.

Tab. VIII: Test vlivu doby probublávání dusíkem na absorbanci vzorku

t [min]	A [1]	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [$\mu\text{g/l}$]
0	0,312	1,7956
5	0,316	1,0396
10	0,318	0,6615
15	0,317	0,8505
20	0,320	0,2835
25	0,318	0,6615
30	0,315	1,2286
40	0,316	1,0396



Obr. 1: Závislost absorbance vzorku na době probublávání

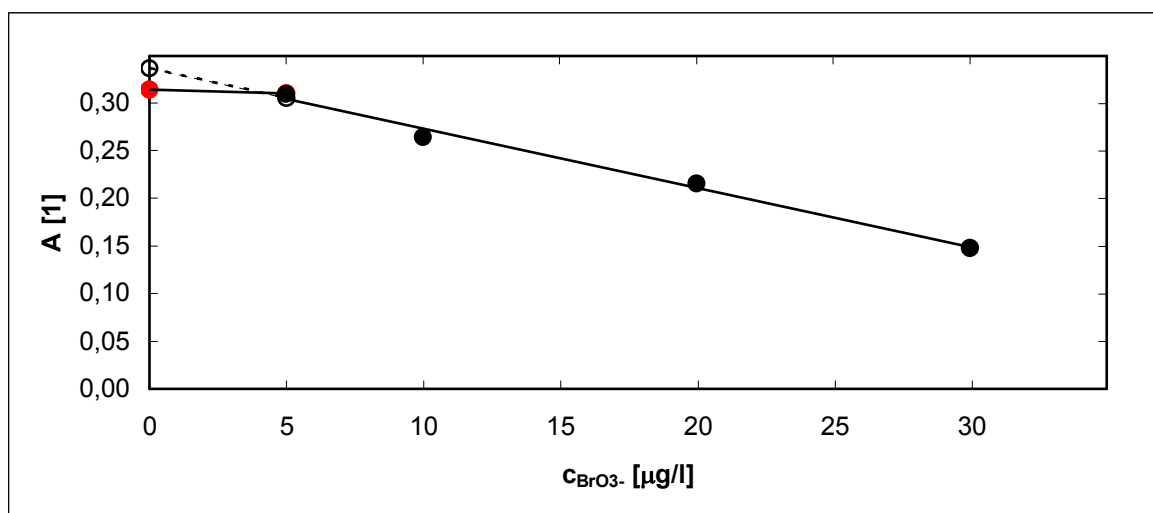


Obr. 2: Závislost koncentrace vzorku na době probublávání

V postupu [27] ke stanovení bromičnanů touto metodou je stanovená doba probublávání 20 minut a tato je zřejmě optimální, protože při ní dochází u absorbance k maximu a naopak u koncentrace k minimu hodnoty.

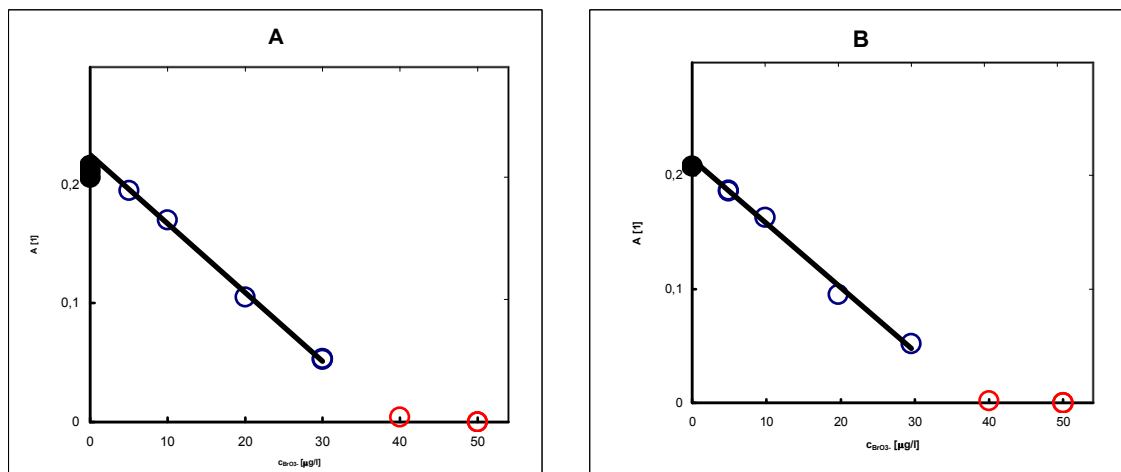
8.2.2 Optimalizace kalibrace

V této diplomové práci, kromě studia rozdílné kvality upravené a přírodní vody, byla také snaha o objasnění nerovnosti kalibrace (viz. obrázek 3).



Obr. 3: Zakřivení kalibrace

Studován byl také rozdíl mezi prací v kádinkách [27] a uzavřených zábrusových Erlenmayerových baňkách.

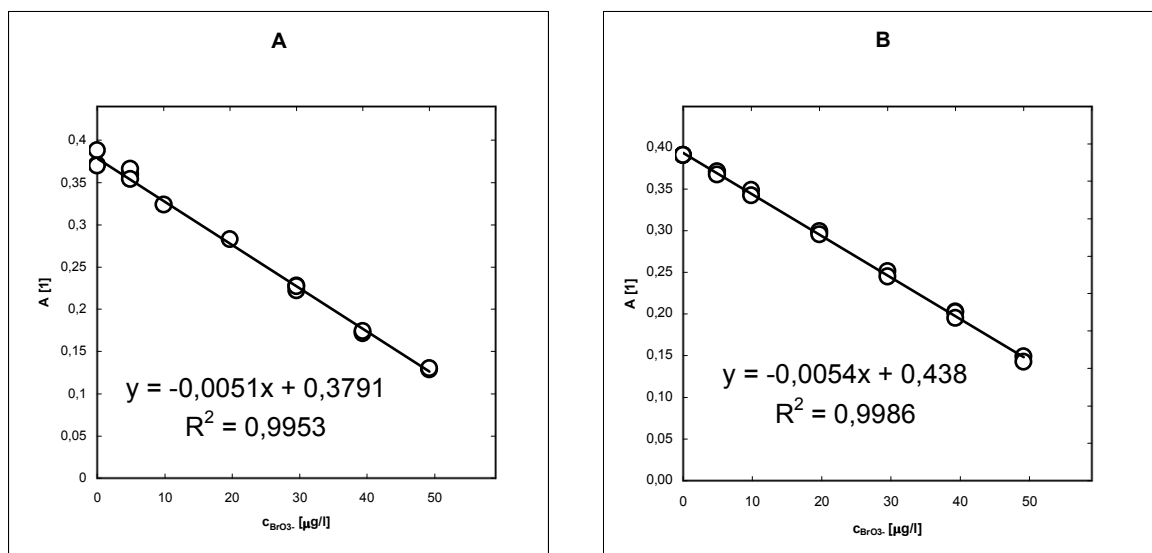


Obr. 4: A – Kalibrační závislost v kádinkách

B – Kalibrační závislost v Erlenmayerových baňkách

Z obrázku č.4 je zcela evidentní, že při použití kádinek (A), je ve standardním roztoku o nulové koncentraci bromičnanů daleko větší rozptyl hodnot, nežli při použití Erlenmayerových baňek (B). Dále bylo proto pracováno s Erlenmayerovými baňkami, kde se jedná o uzavřený systém.

Další důležitý fakt, který byl zjištěn je rozdíl mezi stanovením v řádně umytém laboratorním skle opláchnutém 1%-ním roztokem kyseliny chlorovodíkové a ve skle umyté pouze slabým roztokem saponátu.



Obr. 5: A – Laboratorní sklo umyté saponátem

B – Laboratorní sklo umyté a vypláchnuté 1%-ním roztokem kyseliny chlorovodíkové

Zde bylo jasně dokázáno (Obr. 5), obzvláště po srovnání korelačních koeficientů, že bez použití kyseliny jsou hodnoty velmi rozházené a přesnost měření nižší.

8.2.3 Příklad přidavku redukčního činidla

V postupu [27] je stanovený přídavek 0,2 ml redukčního činidla (Fe^{2+}). Toto se přidává kvůli odstranění chloritanů a vzhledem k tomu, že ve vzorku č. 2 se evidentně nacházelo jejich velké množství, bylo zkoušeno zda bude mít vyšší přídavek tohoto činidla nějaký vliv na jejich eliminaci.

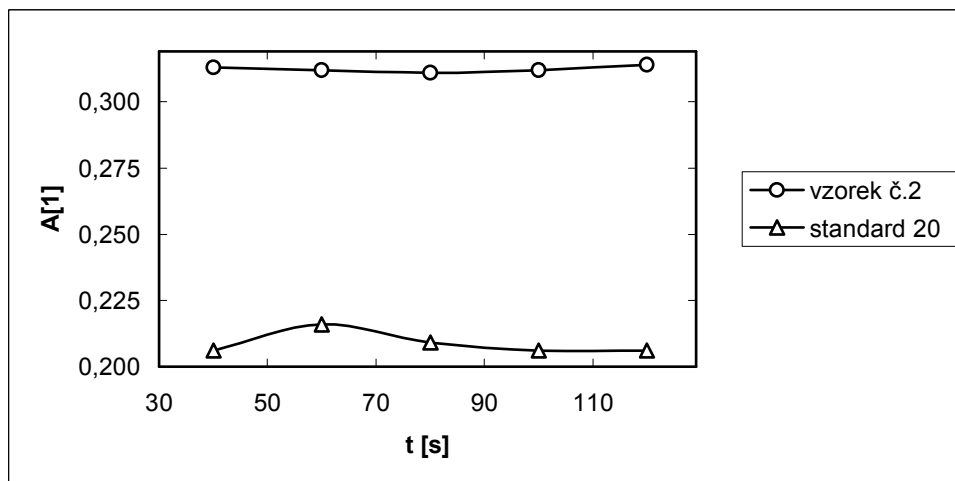
Tab. IX: Test vyššího přidavku redukčního činidla (vzorek z 10.4.2007)

Množství činidla [ml]	A[1]	A[1]	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [μg/l]	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [μg/l]
	provzdušněná	neprovzdušněná	provzduš.	neprovzduš.
0,2	0,588	0,548	17,09	19,16
0,4	0,566	0,561	15,53	16,61
0,6	0,570	0,560	14,75	16,80

Vzorek byl měřen po týdenním uchovávání v chladu, a proto je jeho počáteční koncentrace nižší než v den odběru.

Z hodnot (tab. IX) však bylo zřejmé, že přídavek většího množství činidla má sice vliv na snížení obsahu chloritanů ve vzorku, ovšem oproti snížení pomocí probublání dusíkem (viz. tabulka VII), je toto prakticky zanedbatelné.

Dále je v postupu [27] dán čas 60 vteřin přidavku vybarvovacího činidla po redukčním. Bylo testováno, z jakého důvodu je zadána tato hodnota.

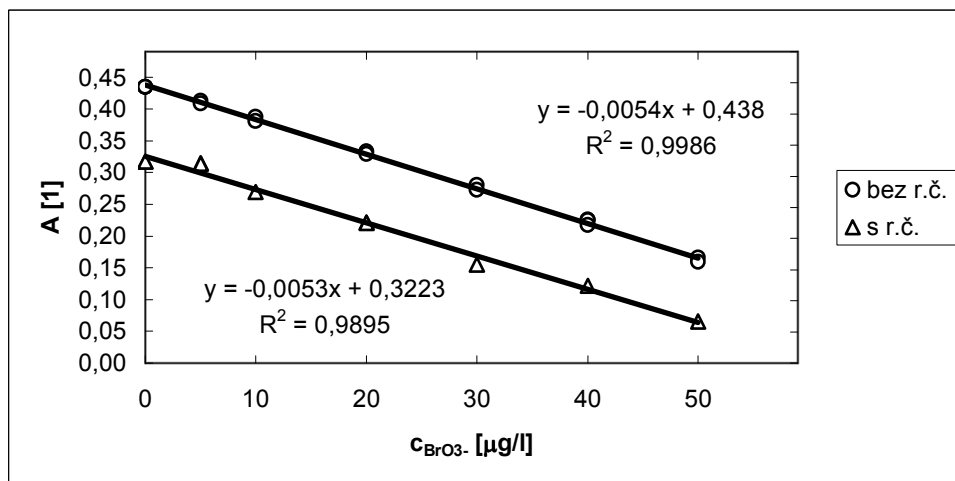


Obr. 6: Závislost absorbance na přidavku činidla v čase

Závislost (Obr.6) potvrzuje jako optimum 60 s interval přidavku činidla po dávkování roztoku železnatých iontů pro standard. U vzorku, pravděpodobně z důvodu přítomnosti interferujících látek, není maximum zaregistrováno.

Dále bylo experimentálně zjištěno, že pokud není redukční činidlo ke kalibraci vůbec přidáno má to jen velmi malý vliv na absorbanci, protože je zde odchylka v hodnotě asi 0,6%, což je zcela zanedbatelné.

A byla experimentálně potvrzena i další souvislost s přidavkem redukčního činidla, viz obrázek 7.



Obr. 7: Závislost vlivu přidavku redukčního činidla na zakřivení kalibrace

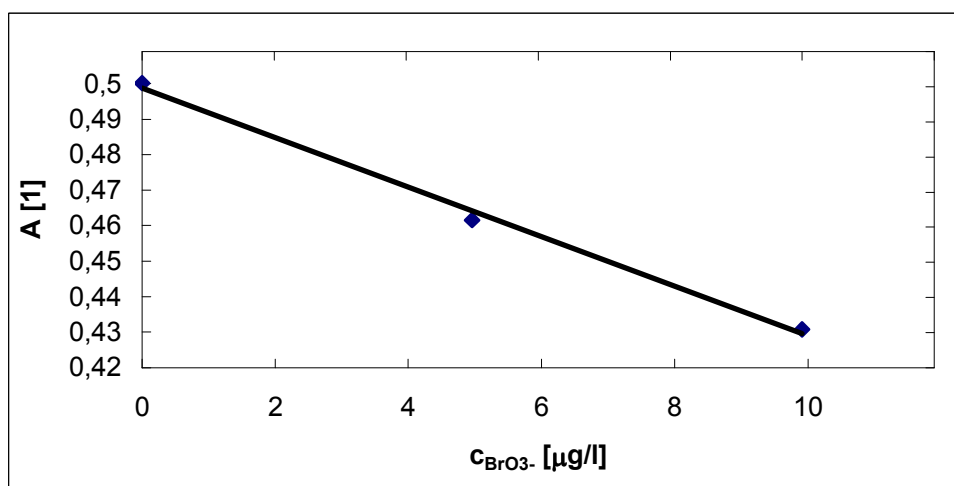
Je zde zřejmé, že, jak již bylo výše naznačeno, vliv redukčního činidla na matici bez obsahu chloritanů je značná.

Tab. X: Vliv přidavku redukčního činidla na koncentraci standardu

teoretická koncentrace [μg/l]	skutečná koncentrace vypočtená z navážky [μg/l]	koncentrace s redukčního č. [μg/l]	koncentrace bez redukčního č. [μg/l]
0	0,00	1,42	0,56
5	5,01	2,17	5
10	10,02	10,66	9,91
20	20,04	19,9	19,91
30	30,05	32,74	29,91
40	40,07	39,15	39,88
50	50,09	49,91	51,02

Vliv je po výpočtu koncentrace standardů z rovnice kalibrační křivky zcela zřejmý, aniž by se musela odchylka převádět na procenta. Byl proto proveden experiment s přidavkem železa přímo do vybarvovacího činidla. Vzhledem k tomu, že je zřejmý vliv redukčního činidla hlavně na standardní body o koncentraci 0 – 10 μg/l, bylo toto testováno pouze u nich.

Do vybarvovacího činidla bylo přidáno takové množství, které odpovídá změně koncentrace bromičnanů u slepého pokusu.



Obr.8: Vliv přidavku redukčního činidla do vybarvovacího činidla na zakřivení kalibrace

Největší vliv je patrný z následující tabulky.

Tab. XI: Vliv přidavku redukčního činidla do vybarvovacího činidla na zakřivení kalibrace

teoretická	skutečná koncentrace	Koncentrace
------------	----------------------	-------------

koncentrace [$\mu\text{g/l}$]	vypočtená z navážky [$\mu\text{g/l}$]	z kalibr. křivky [$\mu\text{g/l}$]
0	0,00	-0,18571
5	5,01	5,385714
10	10,02	9,814286

Z výsledků v tabulkách vyplývá, že redukční činidlo (železnaté ionty) má závažný vliv na zakřivení kalibrační křivky a tím i na reprodukovatelnost výsledků. Tuto otázku by bylo vhodné více prozkoumat, ale z časových důvodů již nemohlo být realizováno.

8.2.4 Vybarvovací činidlo

Byly používány 3 druhy chlorovodíkových kyselin: od firmy Penta, firmy Merk a vyrobená isothermální destilací.

Hned v počátku byl zjištěn rozdíl v absorbancích jednotlivých kyselin. Zatímco p.a. kyselina se vyznačovala absorbancí okolo 0,2; kyselina vyrobená isothermální destilací okolo 0,4. Po dvojnásobném přidavku methylované k p.a. kyselině ve vybarvovacím činidle, však byla tato hodnota nikoli 0,4; jak by se dalo předpokládat, ale mezi 0,6 a 0,7.

I přes toto zjištění byl do vybarvovacího činidla dáván dvojnásobný přídavek, aby bylo možno měřit vzorky s hodnotou koncentrací 40 a 50 $\mu\text{g/l}$.

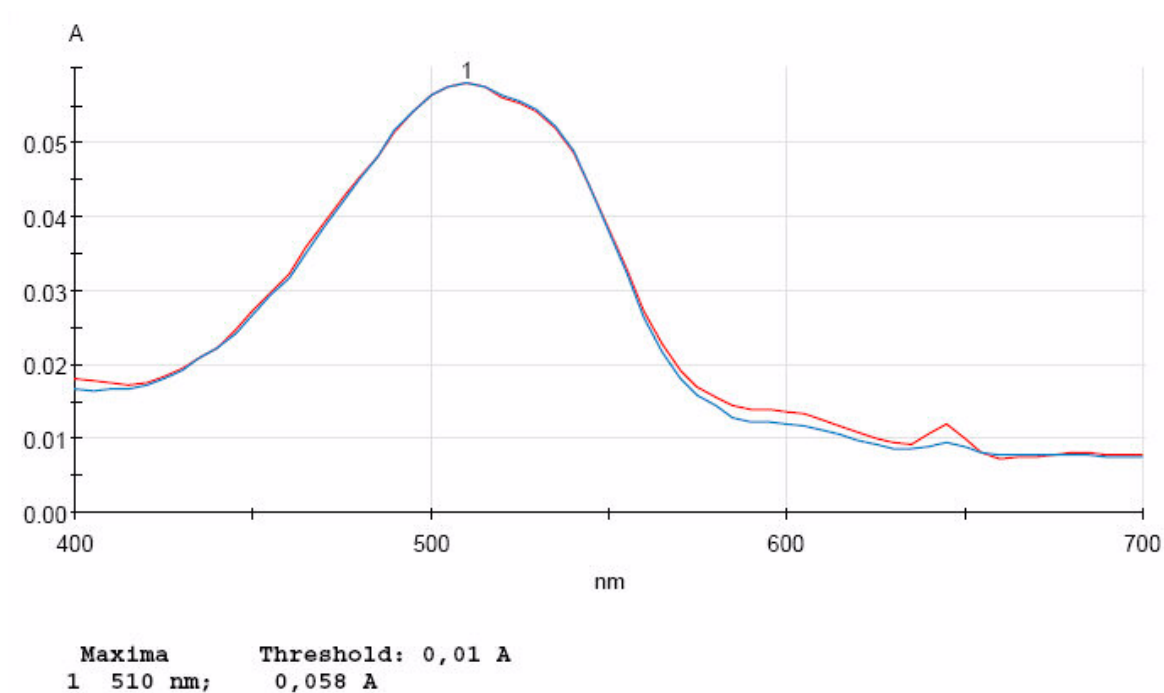
Z důvodu podezření na možnost, že volný chlor v kyselině zoxiduje v KBr bromid na brom bylo u standardu s nulovým obsahem bromičnanů testováno vybarvovací činidlo bez obsahu KBr.

Tab. XII: Test vlivu KBr na vybarvovací činidlo

	Vybarvovací činidlo s KBr	Vybarvovací činidlo bez KBr
	A [1]	
Standardní roztok 0 $\mu\text{g/l}$	0,206	0,202

Z naměřených hodnot bylo patrné, že KBr v činidle nemá vliv na standard o nulovém obsahu bromičnanů. Bylo tedy prokázáno, že příčinou nízkých hodnot absorbancí není s největší pravděpodobností volný chlor v kyselině chlorovodíkové.

8.2.5 Ověření absorpčního spektra



Obr. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.: Ověření maxima absorbance

V postupu [27] je doporučena vlnová délka 505 nm, bylo však zjištěno, že maximum se nachází na 510 nm (Obr. 9). Byl proto testován rozdíl u slepého pokusu v naměřených hodnotách při jednotlivých vlnových délkách.

Tab. XIII: Testování rozdílu vlnových délek

kyselina	$c_{\text{BrO}_3^-}$ [μg/l]	A [1] – 505 nm	A [1] – 510 nm
isotermální	0	0,390	0,391
p.a. HCl	0	0,376	0,377

Z tabulky XIII je patrné, že měření při 505 nm nebo 510 nm nemá pro samotné stanovení prakticky žádný vliv

8.2.6 Shrnutí

Jak bylo naznačeno, vliv probublávání odebraných vzorků dusíkem je velmi důležitý. Odstraní se tak negativní vlivy na měření.

Další poměrně důležitý údaj, který byl zjištěn je, potřeba řádného oplachování skla těsně před vlastním stanovení a to pomocí 1%-ního

roztoku kyseliny HCl. A používání uzavřených zábrusových lahví, ať už odměrných baněk nebo Erlenmayerových baněk.

Po shrnutí výše uvedených faktů je zřejmé, že největší vliv na zalomení kalibrace nemá, jak bylo v počátku uvažováno, kvalita kyseliny, ale redukční činidlo.

Vzhledem k tomu, že vliv jeho přídavku na absorbanci (viz. kapitola 9.2.3) je zanedbatelný, bylo doporučeno vůbec jej při kalibraci nepoužívat.

Zdá se, že daleko cennější by bylo přesně definovat podmínky stripování. Objem vzorku, výška vodního sloupce vzorku, průtok dusíku, porozita použité frity, minimální a maximální doba stripování. Vše by se muselo ověřit paralelně s jinou separační technikou, například s IC, nebo ITP.CZE.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala sledováním vybraných, v nedávné minulosti problematických, parametrů u pitných vod zlínského regionu z ÚV Klečůvka, Tlumačov a Ludkovice. Dále 3 studánek a to v oblasti: Příluky, Bělov a Malenisko. Lze konstatovat, že prakticky všechny vody splňovaly požadovanou normu na pitné vody (Hg, TOC, Fe, MN, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, Cd, Pb a koliformní bakterie).

Mírně pod požadovaným limitem je množství vápníku a hořčíku u pitné vody z Klečůvky a Ludkovic. Voda za studánky z Bělova má obsak vápníku a hořčíku podstatně vyšší a z Maleniska znatelně nižší, nežli je požadavek na pitnou vodu.

Všechny vody prakticky splňují limity i na bromičnany, vyjma pitné vody z Tlumačova kde byla mezní hodnota třikrát až čtyřikrát překročena. Problém však je pravděpodobně ve zvolené metodě stanovení. Bylo zjištěno, že vhodným stripováním dusíkem přes skleněnou fritu (tab.IV) se nepřijatelná hodnota 33 μg/l bromičnanů změní na hodnotu 5,34 μg/l, která plně vyhovuje platné normě. Popsaná metoda je vhodná zejména jako levná a relativně rychlá orientační metoda. Pro širší použití této metody je třeba blížeji specifikovat podmínky stripování (průtok dusíku, objem vzorku a výška vodní hladiny vzorku).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. *Hydrosféra, její charakteristika, význam pro život, různost vodního prostředí* [on-line]. [cit. 2006-11-23]. Dostupný z [www: http://www.prijimacky.cz/index.php?akce=detail&vyr=30&title=Maturnitn%C3%AD%20ot%C3%A1zky%20Ekologie#6](http://www.prijimacky.cz/index.php?akce=detail&vyr=30&title=Maturnitn%C3%AD%20ot%C3%A1zky%20Ekologie#6)
2. *Voda* [on-line]. [cit. 2007-01-06]. Dostupný z [www: http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda](http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda)
3. *Kvalitu vody a její znečištění prokáže chemický a bakteriologický rozbor* [on-line]. [cit. 2006-11-27]. Dostupný z [www: http://www.vodnizdroje.cz/rozbor.htm](http://www.vodnizdroje.cz/rozbor.htm)
4. *Zpráva o jakosti pitné vody v České republice za období 2002 – 2004* [on-line]. [cit. 2007-01-26]. Dostupný z [www: http://www.mzd.cz/data/c1805/lib/Report_bez_tabulky_1.pdf](http://www.mzd.cz/data/c1805/lib/Report_bez_tabulky_1.pdf)
5. ČSN EN ISO 9308-1. *Jakost vod – Stanovení Escherichia coli a koliformních bakterií – Část 1: Metoda membránových filtrů*. Praha: Český normalizační institut, 2001, s.6
6. TNV 75 7837. *Jakost vod – Stanovení koliformních bakterií v nedesinfikovaných vodách*. Praha: Hydroprojekt CZ, a.s., 2003, s.2-3
7. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č.252 z roku 2004
8. HORÁKOVÁ, M. – LISCHÉ, P. – GRÜN WALD, A. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*, SNTL, Praha 1986
9. PITTER, P. *Hydrochemie*, VŠCHT, Praha 1999
10. *Dusitany a dusičnany* [on-line]. [cit. 2007-01-25]. Dostupný z [www: http://www.vegetarian.cz/ostatni/voda/voda6.html](http://www.vegetarian.cz/ostatni/voda/voda6.html)
11. ČSN EN 26777. *Stanovení dusitanů. Molekulární absorpční spektrofotometrická metoda ((ISO 6777:1984)*. Praha: Český normalizační institut, 1995, s.4

12. *Význam cest expozice vybraným anorganickým látkám pro populaci ČR* [on-line]. [cit. 2006-12-03]. Dostupný z [www: http://www.szu.cz/chzp/rep01/obsah02.htm](http://www.szu.cz/chzp/rep01/obsah02.htm)
13. *Richter R.: Cizorodé prvky* [on-line]. [cit. 2006-12-10]. Dostupný z [www: http://old.mendelu.cz/%7Eagro/af/agrochem/multitexty/html/biogenni_prvky/cizorode_prvky.htm](http://old.mendelu.cz/%7Eagro/af/agrochem/multitexty/html/biogenni_prvky/cizorode_prvky.htm)
14. BENCKO, V. – CIKRT, M. – LENER, J. *Toxické kovy v pracovním a životním prostředí člověka*, Avicenum, Praha 1984
15. CLESCERI, L. S. – GREENBERG, A. E. – TRUSSEL, R. R. *Standards methods for the examination of water and waste water*, American Public Health Association, Washington DC, 1989
16. TNV 75 7389. *Jakost vod – Stanovení rozpuštěné mědi, olova, kadmia, selenu, thalia, kobaltu, niklu, chrómu a rtuti rozpouštěcí (strippiung) voltametrií*. Praha: Hydroprojekt CZ, a.s., 2001, s.4
17. KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*, nakladatelství Pavel Klouda, Ostrava 1996
18. ČSN ISO 6333. *Jakost vod – Stanovení manganu. Spektrofotometrická metoda s formaldoximem*. Praha: Český normalizační institut, 1996, s.3
19. MALÝ, J. – MALÁ, J. *Chemie a technologie vody*, NOEL 2000, s.r.o., Praha 1996
20. HOUSEROVÁ, P. – JANÁK, K. – KUBÁŇ, P. – PAVLÍČKOVÁ, J. KUBÁŇ, V. *Chemické formy rtuti ve vodních ekosystémech – vlastnosti, úrovně, koloběh a stanovení. Chemické listy*. 2006, roč.100, č.10, s. 862 – 867
21. *Tvrдость vody* [on-line]. [cit. 2007-05-01]. Dostupný z [www: http://www.vakkv.cz/html/zakaznikum/tvrдост.htm](http://www.vakkv.cz/html/zakaznikum/tvrдост.htm)

22. *Zdravotní význam tvrdosti pitné vody* [on-line] [cit. 2007-05-02].
Dostupný z www:
<http://www.szu.cz/chzp/voda/pitna-voda/tvrdost.html>
23. ČSN ISO 6059. *Jakost vod – Stanovení sumy vápníku a hořčíku. Odměrná metoda s EDTA*. Praha: Český normalizační institut, 1995, s.4
24. *Železo – mangan* [on-line]. [cit.2006-11-27]. Dostupný z www:
<http://www.aquar.cz/zelezomangan.html>
25. ČSN ISO 6332. *Jakost vod – Stanovení železa. Fotometrická metoda s 1,10- fenantrolinem*. Praha: Český normalizační institut, 1995, s.2
26. LENÁRTOVÁ, D. – KAROLYOVÁ, D. – TKÁČOVÁ, J. Kontrola škodlivosti vedlejších produktů desinfekce při úpravě vody, *Hydrochémia* 2002, str. 77-90
27. KOPČILOVÁ, M. Ověření a zavedení analytického postupu stanovení bromičnanů spektrofotometrickou metodou, UTB Fakulta technologická, ÚIOŽP, Zlín, 2006, str. 33
28. PRAUS, P. – DOMEK, V. Využití kapilární izotachoforézy v analytice vod, *Chemické listy* 87, 1993, 101 – 109
29. Determinatio of bromate and chlorite in drinking water.. Aplikační list č.24 Villa Labeco s.r.o , Spišská Nová Ves, Slovensko
30. TKÁČOVÁ, J. – LENÁRTOVÁ, D. – KÚTNIKOVÁ, D. Stanovení chloritanů a bromičnanů v pitných vodách – fotometrie versus iontová chromatografie, *Hydrochémia* 2004, str. 192
31. *Slovník cizích slov* [on-line]. [cit. 2007-05-15]. Dostupný z www:
<http://slovník-cizich-slov.abz.cz/>
32. *Wikipedia, otevřená encyklopedie* [on-line]. [cit. 2007-05-15]. Dostupný z www: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana

TERMÍNY A DEFINICE

Parametr = ukazatel

Vzorek = označení pracovních roztoků

Salinita = slanost vod [31]

Abioseston = nebiologické částice a nečistoty ve vodě

Gramnegativní bakterie = mají buněčnou stěnu tvořenou převážně liposacharidy a svrchu překrytou druhou membránou. Následkem toho vycházejí tyto bakterie z Gramova barvení zbarvené růžově, na rozdíl od grampozitivních bakterií [32]

Fakultativně anaerobní = případ, kdy mohou bakterie žít za přítomnosti i za nepřítomnosti kyslíku [32]

Expozice = vystavení se [31]

Genotoxicita = možné škodlivé účinky (např. silně znečištěného prostředí, povrchových vod, ovzduší) na genetický materiál [32]

Karcinogenita = schopnost vyvolat rakovinné bujení [31]

Anorexie = nechutenství [31]

Dyspepsie = porucha trávení [31]

Kofaktor = nízkomolekulová neaminokyselinová struktura, která spolu s řetězcem (nebo řetězci) aminokyselin (tedy s bílkovinou) tvoří tzv. složené enzymy [32]

Glykolýza = je metabolická dráha přeměny glukosy na dvě molekuly pyruvátu za vzniku energie [32]

Syntéza = spojení, sjednocení

Protein = bílkovina

Nukleová kyselina = je biochemická makromolekulární látka tvořená polynukleotidovým řetězcem, který ve své struktuře uchovává genetickou informaci [32]

Antagonista = opačně působící [31]

Patologický = chorobný

Spasma = křeč, sevření, vůlí neovlivnitelná svalová kontrakce [31]

Hypertenze = zvýšený krevní tlak

Arytmie = porucha rytmu (např. u srdce)

Arterioskleróza = skupina onemocnění charakterizovaná ztvrdnutím tepenné stěny a zúžením průsvitů cév [32]

Myokard = srdeční svalovina

Genotoxicita = toxicita pro plod

Mutagenita = schopnost vyvolat genetickou mutaci

Gastrointestinální = týkající se trávicí soustavy

Alimentární = potravinový, mající vztah k výživě

Hemoglobin = červené krevní barvivo [31]

Adenosintrifosfát = v biochemii je ATP znám jako „energetická měna“ v živých systémech (uvnitř buňky), protože ATP je schopné při svém vzniku v mitochondriích do své struktury (respektive do makroergní vazby mezi druhým a třetím fosfátem) vratně uschovat relativně velké množství energie (asi 50 kJ). Proto tato molekula slouží jako jistý druh energetického oběživa, pomocí něhož je energie fyzicky přenášena do potřebného místa. V místě potřeby je molekula ATP rozložena na adenosindifosfát a samostatný fosfát a energie uložená ve vazbě mezi nimi se uvolní [32].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KTJ kolonie tvořící jednotku

vz. vzorek

M jednotka látkové koncentrace [mol/l]

hustota [kg/m³]

v.č. vybarvovací činidlo

ATP adenosintrifosfát

p.a. pro analýzu – ukazatel čistoty chemikálií

k.ú. katastrální území

SEZNAM OBRÁZKŮ

1. Závislost absorpance na době probublávání	51
2. Závislost koncentrace na době probublávání	52
3. Zakřivení kalibrace	52
4. A Kalibrační závislost v kádinkách	53
B Kalibrační závislost v Erlenmayerových baňkách	53
5. A Laboratorní sklo umyté saponátem	53
B Laboratorní sklo umyté a vypláchnuté 1 %-ním roztokem kyseliny chlorovodíkové	53
6. Závislost absorpance na přídatku činidla v čase	55
7. Závislost vlivu přídatku redukčního činidla na zakřivení kalibrace	55
8. Vliv přídatku redukčního činidla do vybarvovacího činidla na zakřivení kalibrace	56
9. Ověření maxima absorpance	58

SEZNAM TABULEK

Tab. I:	Vlastnosti vody	11
Tab. II:	Problémové parametry v letech 2002 – 2004	13
Tab. III:	Výsledky analýz vod z odběru dne 6.3.2007	45
Tab. IV:	Výsledky analýz vod z odběru dne 10.4.2007	46
Tab. V:	Výsledky analýz vod z odběru dne 24.4.2007	47
Tab. VI:	Změny v postupu a přípravě	49
Tab. VII:	Test probublávání vzorku	50
Tab. VIII:	Test vlivu doby probublávání dusíku na absorbanci vzorku	51
Tab. IX:	Test vyššího přídávku redukčního činidla (vzorek z 10.4.2007)	54
Tab. X:	Vliv přídávku redukčního činidla na koncentraci standardu	56
Tab. XI:	Vliv přídávku redukčního činidla do vybarvovacího činidla na zakřivení kalibrace.....	57
Tab. XII:	Test vlivu KBr na vybarvovací činidlo	57
Tab. XIII:	Testování rozdílu vlnových délek	58

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: Mapa odběrových míst

PŘÍLOHA I: MAPA ODBĚROVÝCH MÍST



EVIDENČNÍ LIST MAGISTERSKÉ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Místo uložení práce: Ústřední knihovna UTB ve Zlíně
Autor práce: Bc. Barbora Fůrstová
Název práce česky: Sledování kvality pitných vod anglicky: Monitoring of drinking waters quality
Vedoucí práce: Ing. Josef Houser, Ph.D.
Vysoká škola (název a adresa): Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Mostní 5139, 760 01 Zlín Fakulta technologická, nám. T. G. Masaryka 275, 762 72 Zlín Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
Rok obhájení práce: 2007
Počet stran, obrázků, tabulek: 70 stran, 9 obrázků, 13 tabulek
Předmětová hesla: česky: rtuť, veškerý organický uhlík, železo, mangan, amonné ionty, dusičnany, dusitany, kadmium, olovo, suma vápenatých a hořečnatých iontů, bromičnany, koliformní bakterie, stanovení, pitná voda anglicky: mercury, Total Organic Carbon, ferrum, manganese, ammonia ions, nitrates, nitrites, cadmium, lead, sum calcic ions and magnesian ions, bromate, coliform bacteria, assesment, drinking water
Souhrn česky: Tato diplomová práce se zabývá sledováním vybraných parametrů u pitných vod zlínského regionu z ÚV Klečůvka, Tlumačov, Ludkovice a 3 studánek v oblasti Příluky, Bělov a Malenisko. Sledovány byly normou dané ukazatele: Hg, TOC, Fe, Mn, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Cd, Pb, Ca_2^+ , Mg_2^+ , BrO_3^- a koliformní bakterie). Dále se zabývá fotometrickým stanovením bromičnanů. anglicky: This diploma work deals with monitoring of chosen parameters near drinking waters in the region of Zlín from WW (water works) Klecuvka, Tlumacov, Ludkovice and 3 fountains in the area of Priluky, Belov and Malenisko. The standard parameters were monitored such as: Hg, TOC, Fe, Mn, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , Cd, Pb, Ca_2^+ , Mg_2^+ , BrO_3^- and coliform bacteria). Further it considers with photometric measurement of bromates.