Project:

Vltava - the River in Our Capital City

School: Secondary Chemical School, Prague
Masarykova střední škola chemická Praha

Class/Grade: Grade 1 - 14/15 years

Teacher: Blanka Jelínková and colleagues

Judges Comment:

Poznání řeky Vltavy z různých hledisek, především jejího znečištění, seznámení se s technologií výroby pitné vody a s technologií čištění odpadních vod. Dominující práce pak byla měření koncentrace dusičnanů a fosforečnanů ve vodě odpadní i pitné reflektometrií přístrojem RQflex.

Obsah:

1	Úvod	*3*
2	Vltava - historie	*4*
3	Povodí - současnost Vltavy	*4*
4	Voda	*6*
5	Úpravna vody Podolí	*6*
6	Pražská ústřední čistírna odpadních vod	*7*
7	Stanovení dusičnanů a fosforečnanů	*8*
8	Merck RQflex - laboratoř do kapsy	*10*
9	Závěr	*10*
10	Seznam literatury	*11*

Řeka v našem hlavním městě - Vltava

1. Úvod

Projekt „Vltava, řeka v našem hlavním městě“ vytvořili učitelé a studenti 1. ročníku Masarykovy střední školy chemické v Praze. Tito studenti studují obor analytická chemie, rozšířený o monitorování životního prostředí. Věk studentů je 14 - 15 let, jsou tedy teprve na začátku svého odborného studia. Námět projektu si vybrali studenti sami. Chtěli poznat řeku z různých hledisek, především její znečištění.
Učitelka chemie rozdělila studenty na čtyři skupiny. Každá skupina dostala svůj úkol, který musela samostatně zpracovat a o výsledcích své práce informovat celou třídu. Tak se všichni učili získávat informace, navazovat kontakty s odborníky a spolupracovat v týmu. Učili se také, jak informace a poznatky zpracovat do konečné písemné a grafické podoby a jak přitom využít počítač.

Úkoly jednotlivých skupin:

- První skupina zpracovala obecné informace o řece - historické, zeměpisné a vodohospodářské. Měřila koncentrace dusičnanů a fosforečnanů.

- Druhá skupina se zabývala principem měření koncentrací těchto ukazatelů a principem funkce měřícího přístroje.

- Třetí skupina se obeznámila s technologií čištění splaškových odpadních vod.

- Čtvrtá skupina se věnovala výrobě pitné vody z říční vody.

Měření koncentrací prováděli studenti ve školní laboratoři, vzorky odebírali v terénu. Ostatní úkoly bylo možno splnit jen ve spolupráci s podniky. Studenti s učiteli navštívili a podrobně si prohlédli tyto podniky:

Povodí Vltavy a.s. - vodohospodářské laboratoře
Ústřední čistírnu odpadních vod v Praze
Vodárnu "Podolí"

Na projektu pracovalo 16 studentů. Pracovali s velkou chutí a zájmem. V průběhu řešení se dostávali k dalším souvislostem, až bylo nutno rozsah sebraného materiálu zredukovat.

2. Vltava - historie

Kudy tekla Pravltava

Pražskou kotlinu a její dnešní tvářnost modelovala především Vltava viz obr. č. 1. Navíc svým tokem určovala anebo alespoň silně ovlivňovala postup lidského osídlení. Řeka však vždy neměla takovou podobu, jako má dnes. V době třetihor, to je asi před 50 miliony lety, se valila voda ve výši 120 - 150 metrů nad dnešní hladinou Vltavy. Později, když hladina klesla, proudila voda přibližně přes dnešní náměstí Míru a Tylovo k severu na Letenskou pláň a k Podbabě. Když byla jen 20 metrů nad hladinou dnešní řeky, tekla voda na úrovni Karlova náměstí, přes Václavské náměstí. Proud byl hodně široký, mnohem širší než dnes. Podle toho, jak řeka klesla, rozeznávají geologové celou řadu teras. (obr. č. 1)

3. Povodí - současnost Vltavy

1. Popis toku:

Vltava je nejdelší českou řekou s největším průtokem vody. Pramení na Šumavě pod Černou horou v nadmořské výšce 1.172 m n.m. a tvoří hlavní osu české říční soustavy. Její délka od pramene k soutoku s Labem je 430,3 km, celková plocha povodí Vltavy je 28.090 km^2.
Tok řeky na území hlavního města měří 30,9 km. Nejužší je Vltava nad soutokem s Berounkou, je pouze 40 m široká. Nejširší je naopak u Šítkovského jezu, kde má 300 m. Nejhlubší je pod Vyšehradskou skálou - 9 m. Jinak kolísá mezi 3-4 metry. Celkem Vltava přibírá 23 přítoků. Průtok vody je podle dlouhodobého průměru 147 m^3/s.
Vltava v Mělníku ústí do Labe, které se v Hamburku vlévá do Severního moře. Vltava je příkladem říčního systému vysloveně symetrického, pravé i levé její přítoky, pokud jde o jejich počet i místní rozdělení, jsou téměř v rovnováze.

2. Využití Vltavy

Vltava slouží jako zásobárna povrchové vody, umožňuje provoz vodních cest, využívá se k výrobě elektrické energie v hydroelektrárnách. Slouží k rekreaci, provozování vodních sportů, k rybaření.
Na Vltavě byla postavena řada velkých přehrad (tzv. Vltavská kaskáda), které způsobily velký zásah do původních ekosystémů. Největší z nich jsou Lipno, Orlík, Kamýk, Slapy, Štěchovice a Vrané.

3. Znečištění

Znečištění je plošné (hlavně splach z polí, komunikací) a bodové (výrobní podniky, lidská sídla). Nedostatečně čištěné odpadní vody z bodových zdrojů zatěžují vodu živinami, které způsobují nadměrný růst řas - eutrofizaci údolních nádrží Vltavské kaskády.
Velkou zátěž způsobují v některých úsecích komunikace, které vedou kolem řeky. Jsou zdrojem znečištění těžkými kovy, a to z vlastního provozu motorových vozidel a z posypových materiálů.
Negativně na řeku působí i stavební činnost, využívání pozemků, skládky odpadů, těžba nerostných surovin a v neposlední řadě i intenzivní rekreace.
V roce 1997 má být spuštěna jaderná elektrárna Temelín, která je postavena v blízkosti řeky. Ve vypouštěných odpadních vodách bude nutno sledovat radioaktivní izotop vodíku tritium. Také zvýšení teploty vlivem vypouštění odpadních vod znamená negativní dopad na život v řece.

Přehled významných bodových zdrojů znečištění na Vltavě:

Název zdroje	*množství tis. m^3/rok*	*vypouštěné znečištění t BSK_5/rok*
UNILEVER PTZ Nelahozeves	1 189,0	335,7
Kaučuk Kralupy n. Vlt. ČOV NRK	1 574,1	22,0
VKM a.s. ČOV Kralupy n. Vlt.	3 710,6	80,0
Obilní lihovar Kralupy n. Vlt.	431,9	218,0
VÚAB Roztoky u Prahy	1 009,1	124,0
StčVaK Praha-záp, ČOV Roztoky	613,3	95,5
PKVT Praha ÚČOV Praha	184 966,4	5 988,0
PKVT Praha odlehčení Prahy	3 410,8	448,6
Pražské vodárny Podolí	501,7	11,0
SEMOS Modřany	322,0	12,0
Cukrospol Praha Modřany	484,7	188,3
Papírny Vrané n. Vlt.	1 402,0	18,0
StčVaK Příbram ČOV Kamýk n. Vlt.	74,4	9,8
VaKJč, d. ČB Týn nad Vltavou	860,0	20,0
VaKJč, d. ČB Hluboká n. Vlt.	184,3	9,8
VaKJč, d. ČB České Budějovice ČOV	22 241,3	1 348,0
VSB 0227 Planá u Č Budějovic	160,0	5,2
Obec Včelná	57,6	17,3
JIP Papírny Větřní (Č. Krumlov)	14 226,1	71,1
VaKJč, d. ČB Český Krumlov	79,0	14,0
JIP Papírny Loučovice	3 330,0	86,6
VaKJč, d. ČB Horní Planá	174,0	37,0

4. Správa povodí

Podnik Povodí Vltavy zabezpečuje svoji vodohospodářskou a ekologickou funkcí na území o rozloze 28.708 km^2, což je 55% plochy Čech. Je rozdělen na tři závody řízené ústředím v Praze:

a) závod Horní Vltava se sídlem v Českých Budějovicích, 154 pracovníků spravuje 1.533 km toků na území 12.198 km^2
b) závod Dolní Vltava se sídlem v Praze, 304 pracovníků spravuje 1.464 km toků na území 7.169 km^2
c) závod Berounka se sídlem v Plzni, 178 pracovníků spravuje 1.636 km toků na území 9.341 km^2 (obr.č.2)

My jsme navštívili krásné nové laboratoře v Praze. Viděli jsme přípravu vzorkovnic, seznámili jsme se s plánem odběrů a s odběrovými místy. Prohlédli jsme si jednotlivá pracoviště vybavená mnoha moderními přístroji. V laboratořích se provádí stanovení chemických, mikrobiologických a radiochemických ukazatelů ve vodě a rozbory sedimentů. Některé rozbory se provádějí v terénní pojízdné laboratoři. Laboratoře podléhají dozoru akreditačního střediska ASLAB.

4. Voda

Voda v přírodě se nevyskytuje chemicky čistá. Obsahuje vždy rozpuštěné plyny a rozpuštěné i nerozpuštěné látky anorganického i organického původu. Různé látky přijímá již v atmosféře, ale k hlavnímu jejímu obohacování rozpuštěných látek dochází při infiltraci půdou a horninami. Umělým zdrojem organických a anorganických látek v přírodních vodách jsou odpadní vody průmyslové a splaškové.
Ve vodě je mnoho sloučenin, ale nás nejvíce zaujaly fosforečnany a dusičnany, neboť jsou velmi sledovány a ve velkém množství mohou značně ovlivnit kvalitu přírodních vod (eutrofizace) a tím tedy i kvalitu pitných vod a uškodit všem živým organismům.
Praha používá jako jeden ze zdrojů surové vody, pro úpravu na pitnou, povrchovou vodu z řeky Vltavy. Proto jsme i my sledovali množství fosforečnanů a dusičnanů v pitné vodě.
Protože Ústřední čistírna odpadních vod, která čistí odpadní vody z celé Prahy, vypouští přečištěnou vodu do Vltavy, sledovali jsme koncentrace těchto iontů také tam.

5. Úpravna vody

Asi 5 km od naší školy se nachází úpravna vody, která vyrábí pitnou vodu z říční vody. Budovy úpravny navrhoval vynikající architekt Antonín Engl. Nevypadají vůbec jako průmyslový podnik, ale spíše jako divadlo nebo muzeum. Budova úpravny byla vyhlášena za národní technickou památku.
Úpravna již dávno nestačí potřebě velkoměsta. Většina vody pro Prahu se přivádí z údolní nádrže Želivka (asi 100 km jihovýchodně od Prahy a ze systému studní vybudovaných v písčitých náplavech kolem řeky Jizery (asi 60 km severně od Prahy).

Technologický postup úpravy vody

Voda se nasává přes česla, která zachytí hrubé plovoucí nečistoty. Pak jde do lapačů písku. Potom se čerpá do nejvyššího patra úpravny a přivádí se do čiřičů. Jeden z čiřičů byl právě prázdný, takže jsme si mohli prohlédnout jeho konstrukci. Do čiřičů se dávkuje koagulant. V pražské úpravně se používá levný síran železnatý $FeSO_4.7H_2O$, který se chlorem zoxiduje

$$6\ FeSO_4 + 3\ Cl_2 \longrightarrow 2\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ FeCl_3$$

Železité soli ve vodě hydrolyzují za vzniku rezavě hnědých vloček hydroxidu železitého.

$$FeCl_3 + 3\ H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\ HCl$$
$$Fe_2(SO_4)_3 + 6\ H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\ H_2SO_4$$

Na těchto vločkách se zachycují jemné a silně hydratované částice, které pak spolu s vločkami sedimentují a odtahují se ze dna čiřiče do kanalizace. Ke zvýšení účinnosti čiření se přidává pomocný koagulant - polyakrylamid. Po obvodu čiřiče přepadem odtéká vyčiřená voda.
Z rovnic hydrolýzy vyplývá, že vyčiřená voda je kyselá. Musí se tedy zalkalizovat, aby se její pH pohybovalo kolem hodnoty 7. Za tím účelem se přidává do vody vápenné mléko - $Ca(OH)_2$. Celý proces čiření a alkalizace je průběžně kontrolován laboratoří.

Takto upravená voda se vede mohutným potrubím (∅ 1200 mm) do druhé budovy vodárny, kde jsou v obrovské hale pískové filtry. Na nich se zachytí zbylé nečistoty a stržené vločky. Pískový filtr se postupně zanáší a jeho odpor roste. Proto se po určité době promývá zespodu tlakovou vodou.
Po filtraci se ještě voda dezinfikuje chlorací. Pak jde voda do akumulačních nádrží a odtamtud se čerpá do vodojemů, kde se mísí s vodou z jiných zdrojů. (obr.č.3)
Zajímali jsme se, odkud úpravna dováží chlor. Chlor se vyrábí ve velikém chemickém podniku Spolana Neratovice (25 km na sever od Prahy) elektrolýzou solanky. Úpravna odebírá 1x za měsíc pět sudů chloru o objemu 500 l. Při jeho dopravě musí být dodržována přísná bezpečnostní opatření.
Druhým naším úkolem bylo změřit množství PO_4^{3-} a NO_3^- v pitné vodě. Měření bylo prováděno na RQ reflektometru.

Průměrné výsledky našeho měření: $PO_4^{3-} = 0$ mg . dm^{-3}
$NO_3^- = 20$ mg . dm^{-3}

Tyto výsledky odpovídají české normě.

6. Pražská ústřední čistírna odpadních vod

Součástí našeho projektu bylo také seznámení se s likvidací odpadních vod z našeho města. Proto jsme navštívili Ústřední čistírnu odpadních vod (ÚČOV) v Praze na Trojském ostrově.
ÚČOV byla postavena v roce 1967 na jednom z Vltavských ostrovů, v místech, kde Vltava prakticky opouští město. Stoková síť, která odvádí odpadní vody na městskou čístírnu se řídí kanalizačním řádem pražské stokové sítě pro povodí ÚČOV. Producenty odpadních vod rozděluje do dvou základních skupin.
První zahrnuje většinu klíčových producentů průmyslových odpadních vod, které mají vodohospodářským orgánem pro jakost vypouštěných vod povoleny vlastní limity. Do této skupiny patří zejména strojírenské, elektrotechnické, chemické, farmaceutické, energetické a také dopravní a polygrafické podniky.
Druhou skupinou je tzv. obecná skupina znečišťovatelů, která zahrnuje veškeré ostatní producenty a má stanoveny jednotlivé limity ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod.
V čistírně jsme si prohlédli mechanické čištění odpadních vod, jež spočívá v odstranění nerozpuštěných látek. Mechanický stupeň zahrnuje česle, lapáky tuků a olejů, lapáky písku a usazovací nádrže.
Také jsme viděli biologické čištění, kde probíhá biochemický rozklad organických látek působením mikroorganismů, zahrnuje aktivační nádrže. Směs vyčištěné vody s aktivovaným kalem se odvádí do dosazovacích nádrží, odkud se voda vypouští po kontrole do toku. Část kalu se vrací do přítoku aktivačních nádrží a jeho přebytek se zpracovává v tzv. kalovém hospodářství.
Dozvěděli jsme se že, vyhnilý kal byl až do roku 1988 distribuován zemědělským organizacím, kde se využíval ke kompostování. Pro vysoký obsah kadmia bylo od tohoto způsobu zneškodňování vyhnilého kalu upuštěno. Nyní se odvodňuje na kalolisech nebo se čerpá na kalová pole, ev. se odváží říčními loděmi do kalových lagun podél řeky Vltavy.
Nedílnou součástí ÚČOV jsou laboratoře, které sledují účinnost jednotlivých stupňů čistícího procesu po stránce fyzikálně - chemické a biologické. Tam jsme se seznámili s metodami stanovení jednotlivých sledovaných parametrů, např. BSK_5, jednotlivých forem dusíku ap. Nás zejména zajímala stanovení fosforečnanů a dusičnanů.
V současné době je ÚČOV, vzhledem k nedostatečné kapacitě, jedním z rozhodujících pražských znečišťovatelů. Proto již byly zahájeny práce na její intenzifikaci. Současně se plánuje stavba nové čistírny odpadních vod pro hlavní město Prahu. (obr. č. 4)

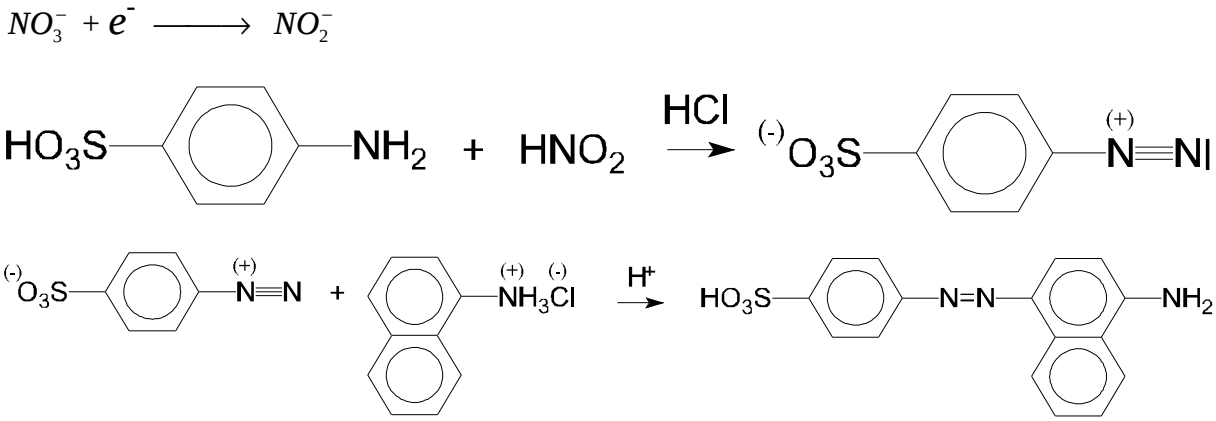
7. Stanovení dusičnanů a fosforečnanů ve vodách

V nenarušené přírodě existuje koloběh dusíku a fosforu, který je uzavřený. Lidskou činností vznikají sloučeniny dusíku a fosforu, které se na tento koloběh napojují a přetěžují jej. Hlavním zdrojem nežádoucího růstu těchto látek je používání vysokých dávek průmyslových hnojiv a nedodržování agrotechnických opatření. Také odtoky z čistíren odpadních vod, některé průmyslové odpadní vody a odpadní vody z domácností obsahují vyšší koncentrace sloučenin dusíku a fosforu, a to ve formě dusičnanů a fosforečnanů. Kromě uvedených zdrojů fosforečnanů ve vodách, je třeba připomenout kontaminaci prostřednictvím pracích prostředků.

Dusičnany

Dusičnany tvoří konečnou formu dusíkatých sloučenin ve vodách. Stupně rozkladu dusíkatých látek přecházejí z organického dusíku přes amoniak, dusitany až na dusičnany. Na přeměně jednotlivých forem se podílejí také mikroorganismy a konečná forma vždy souvisí s množstvím rozpuštěného kyslíku ve vodě.
Dusičnanové ionty, v denní dávce 200 mg, nejsou pro organismus škodlivé. Jejich toxicita se srovnává s toxicitou chloridu sodného. Ve větších dávkách mohou způsobit podráždění zažívacího traktu. Pozornost budí proto, že jsou zdrojem dusitanů, jejichž toxicita je nesporná. K redukci dusičnanů na dusitany dochází enzymaticky jednak v zažívacím traktu, jednak v potravinách s vysokým obsahem dusičnanů, zvláště po kuchyňské úpravě, kdy se pomnoží denitrifikační bakterie.
Dusitany se mohou podílet na vzniku karcinogenních nitrososloučenin nebo mohou působit toxicky. Bezprostředním negativním projevem vlivu dusitanů je alimentární dusičnanová methemoglobinemie uměle živených dětí do pěti měsíců věku dítěte. Vlastní příčinou je oxidační účinek dusitanů na hemoglobin; vytváří se tak derivát krevního barviva methemoglobin, který neplní funkci přenašeče kyslíku. Proto kojenci nemohou pít vodu, která má více než 15 $mg.dm^{-3}$ dusičnanů, pro dospělé je norma do 50 $mg.dm^{-3}$ v pitné vodě.
Pro stanovení dusičnanů ve vodách existují desítky metod. Největší skupinu používaných metod tvoří spektrofotometrické metody.
My jsme ke stanovení dusičnanů používali přístroj RQ reflektometr firmy Merck.

Princip stanovení: Dusičnanový ion je redukován na dusitanový ion. V přítomnosti tlumivého roztoku tento dusitanový ion reaguje s aromatickým aminem za vzniku diazoniové soli. Po diazotaci proběhne kopulace a intenzita zabarvení vzniklého azobarviva se měří.



Vzorky k měření jsme odebrali před čistírnou a za dosazovacími nádržemi, tedy před vypouštěním vyčištěné vody do řeky Vltavy. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce.

Fosforečnany

Fosforečnany nejsou pro lidi ani pro zvířata v podstatě jedovaté (limitní hodnota pro pitnou vodu je 1 $mg.dm^{-3}$). Podílí se však na eutrofizaci vod. Je to přirozené i umělé obohacování živinami, které způsobují pronikavé změny fyzikálně - chemických vlastností vody i biologického režimu vodních ekosystémů. Tento proces se projevuje rostoucí produkcí rostlinné biomasy a nadměrným rozmnožením zooplanktonu, který se řasami živí. Odumřelý plankton i rostlinná hmota klesají ke dnu a s nimi i velká množství organicky vázaného fosforu, který se po aerobním bakteriálním rozkladu přemění na nerozpustný fosforečnan železitý. Při tom dochází ke spotřebovávání rozpuštěného kyslíku ve vodě, což souvisí se samočistící schopností toku. Aerobní procesy jsou po spotřebování kyslíku nahrazeny anaerobními pochody, jejichž výsledkem je produkce metanu a amoniaku. Všechny tyto pochody negativně ovlivňují kvalitu povrchové vody.
Všechny skupiny sloučenin fosforu ve vodách převádíme na rozpuštěné anorganické orthofosforečnany, které potom stanovujeme absorpční spektrofotometrií. Pro stanovení veškerých fosforečnanů je nutno provést oxidační rozklad.
Měření fosforečnanů jsme provedli rovněž na RQ reflektometru.

Princip stanovení: V roztoku okyseleném kyselinou sírovou fosforečnanový ion reaguje s molybdenanem a vytváří fosfomolybdenovou kyselinu. Ta je redukovaná na fosfomolybdenovou modř a intenzitu jejího zbarvení, která je úměrná koncentraci fosforečnanů, měříme na reflektometru.

$$PO_4^{3-} + (NH_4)_2\,MoO_4 \rightarrow H_4P(Mo_{12}O_{40}) \rightarrow \text{ fosfomolybdenová modř}$$

Vzorky k měření jsme opět odebrali před čistícím zařízením a za dosazovacími nádržemi, tedy před vypouštěním přečištěné vody do řeky Vltavy. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka naměřených průměrných hodnot odpadní vody

	před čistírnou		za čistírnou		snížení obsahu iontů v %	
	naše měření	ÚČOV	naše měření	ÚČOV	naše měření	ÚČOV
NO_3^- $mg.dm^{-3}$	26	10	4	3,3	84,6	33
PO_4^{3-} $mg.dm^{-3}$	10	9	3	2,5	70	72,3
t ^oC	11,6		11,7			
pH	8		7,7			

Hodnocení výsledků:

Měření jsme prováděli během měsíce ledna 1996. Naměřené hodnoty PO_4^{3-} jsou v souladu s hodnotami uváděnými ÚČOV. Naměřené hodnoty NO_3^- nejsou v souladu s hodnotami uváděnými ÚČOV. Naše jsou vyšší. Je tak proto, že náš RQflex reagoval na přítomnost ostatních forem dusíku (NO_2^- ...) a my jsme neměli možnost tyto nežádoucí ionty odstranit. Výrobce indikátorových papírků upozorňuje na to, že NO_2^- stanovení ruší.

8. Merck RQflex - Laboratoř do kapsy

Pomocí systému Reflectoquant - Merck je nyní možné kvantitativně stanovovat nejrůznější parametry bez velkých nároků. Reflektometr RQflex je založen na principu reflektometrie (remisní fotometrie). Přístroj exaktně měří zónou analytického proužku odražené světlo. Podobně jako v klasické fotometii lze i zde z rozdílu mezi vycházejícím a reflektovaným zářením kvantitativně stanovit koncentraci obsažené látky.
Reflektometr RQflex se svými rozměry 19 x 8 x 2 cm, hmotností 275 g, pracovní teplotou v rozmezí 5 - 40 °C a svojí schopností uchovat v paměti až 50 výsledků výborně hodí i pro manipulaci v terénu.
K přístroji patří i sada analytických proužků, které jsou předpokladem jeho mobilnosti. Proužky Reflectoquant reagují na amoniak, tvrdost, chlor, chromany, cín, draslík, dusičnany, formaldehyd, fosfáty, hliník, hořčík, kobalt, kyanidy, kyselinu askorbovou, kyselinu peroctovou, mangan, měď, molybden, nikl, olovo, peroxidy, pH, siřičitany, stříbro v ustalovači, vápník, zinek a železo. Polyesterová fólie je biologicky odbouratelná a celkový obsah činidel v proužku je natolik bezpečný, že nevyžadují odkládání do zvláštního odpadu.
Součástí systému je i čárový kód, který je centrální jednotkou analytického systému Reflectoquant. Čárový kód předává přístroji veškeré informace nutné pro jeho řízení a kalibraci. Data jsou specifická pro danou šarži proužků a jsou zaznamenána v průběhu jejich výroby. Šaržově specifická kalibrace, korekce driftu vlnové délky a zdvojená optika přístroje zaručuje nejvyšší možnou přesnost.

Čím je systém zajímavý?

- Vysokou přesností danou zdvojenou optikou a kalibrací pro každou šarži.
- Mobilností danou malými rozměry.
- Žádné problémy s odpadem a recyklací.
- Rychlostí stanovení.

(obr. č.5)

9. Závěr

Práce nás studentů na projektu "Vltava, řeka v našem hlavním městě" pro tento rok skončila. Přinesla nám množství nových informací ekologických, vodohospodářských, chemických, technologických i jazykových.
Naučili jsme se pracovat s odbornou literaturou, naučili jsme se základům týmové práce, probudil se v nás nový vztah k životnímu prostředí, navázali jsme kontakty s lidmi v praxi laboratorní i provozní, prohloubil se zájem o studovaný obor.
Jsme pyšní na tuto naši současnou práci, ale zároveň smutní z toho, jak znečištěná je dosud naše řeka, jaké parametry znečištění nejsou dosud měřeny ať ve vodách odpadních nebo pitných, jak nedostatečná je dosud technologie úpravy pitné vody a i čištění vody odpadní.
Skončila tedy opravdu naše práce? Říkáme ne a chceme do budoucna na tomto projektu pokračovat.

Na projektu pracovali tito studenti:

Kateřina Kněžourková, Jiřina Venhauerová, Dana Grygarová, Kateřina Zugárková, Šárka Kocová, Tereza Hříchová, Jakub Hodaň, Lenka Havlíčková, Perla Běhalová, Martina Döbertová, Miriam Lehocká, Ivana Sejpková, Petr Kelbl, David Kosiner, Martin Váňa, Jiří Gregor, David Kosiner

10. Seznam literatury

1. K. Plicka: Vltava, Orbis Praha 1965
2. A. Chlum: Vodohospodářská výstavba na Vltavě, Praha 1960
3. Z. Kittner: Chemie vody a atmosféry, SPN Praha 1974
4. D. Frič: Československo - průvodce, Olympia Praha 1982
5. Kolektiv autorů: Povodí Vltavy - Výroční zpráva 1994, interní publikace
6. Kolektiv autorů: Povodí Vltavy - Vodohospodářské laboratoře, interní publikace
7. V. Cibula: Objevujeme Prahu
8. P. Pitter: Hydrochemie, SNTL Praha 1981
9. M. Horáková et al.: Chemické a fyzikální metody analýzy vod, SNTL Praha 1989
10. Merck RQflex - Manual
11. J. Havlová et al.: Ekologická studie Vltavy I a II, Hydroprojekt 1995
12. A. Heintz et al.: Chemie a životní prostředí, Tempus 1993
13. J. Podzimek: Povodí Vltavy, ČTK 1973