

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

**Přírodovědecká fakulta
Katedra fyzikální chemie**

**Vliv odpadních vod vypouštěných ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany
na kvalitu vody v řece Moravě**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce:

Šárka Cikrytová

Studijní obor:

Ekochemie

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Robert Pucek , PhD.

Olomouc 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou v seznamu použité literatury. Souhlasím s tím, že práce je prezenčně zpřístupněna v knihovně Katedry fyzikální chemie, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne.....

.....

Podpis

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Robertu Pruckovi, Ph.D. za jeho cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala zaměstnancům OP Papírny Olšany na oddělení ČOV a to paní laborantce Lence Lajterové a panu Ing. Otakaru Tobolovi za jejich vřelý přístup, cenné rady a hlavně, že jsem za nimi mohla kdykoliv přijít pro jakékoli informace, které se vztahovaly k mému tématu bakalářské práce. Poskytnuté informace jsem využila, jak v teoretické, tak praktické části mé práce.

.....

Šárka Cikrytová

Bibliografické údaje:

Jméno a příjmení autora:	Šárka Cikrytová
Název práce:	Vliv odpadních vod vypouštěných ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany na kvalitu vody v řece Moravě
Typ práce:	Bakalářská práce
Pracoviště:	ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany
Vedoucí práce:	RNDr. Robert Pucek, PhD.
Rok obhajoby práce:	2014
Anotace:	Bakalářská práce se zabývá vlivem odpadních vod vypouštěných ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany na kvalitu vody v řece Moravě. Po dobu jednoho roku a to od června 2012 do května 2013 byl sledován vliv odpadních vod na Kvalitu v řece Moravě a to na třech různě situovaných místech. V těchto místech byly stanovovány tyto hodnoty: teplota, konduktivita, pH, BSK ₅ , CHSK _{Cr} , obsah amonných iontů (NH ₄ ⁺), dusitanů (NO ₂ ⁻), dusičnanů (NO ₃ ⁻), fosforečnanů (PO ₄ ³⁻) a nerozpuštěné látky.
Klíčová slova:	Povrchová voda, kvalita, časový průběh, ČOV
Počet stran:	75
Počet příloh:	0
Jazyk: český	

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Šárka Cikrytová

Title: Influence of wastewater discharged WWTP OP papírna, Ltd. Olšany of water quality in the river Morava

Type of thesis: The Bachelor thesis

Department: WWTP OP papírna, Ltd. Olšany

Supervisor: RNDr. Robert Pucek, PhD.

The year of presentation: 2014

Abstract: The bachelor thesis is occupying the influence of wastewater outgoing from ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany focused on the quality of water in the river Morava. For the time of one year from June 2012 till May 2013 was observed the influence of wastewaters on quality in river Morava in three of situated places. In these places were determined these values : temperature, conductivity, pH, biochemical oxygen demand (B.O.D.₅ test), C.O.D.₅ test, ammonium ions content, ammonium nitrites (NH₄)⁺, nitrite dioxide (NO₂)⁻, nitrate trioxide (NO₃)⁻, ortho phosphate (PO₄)³⁻ and undissolved substances.

Keywords: Surface water, quality, timing, WWTP

Number of pages: 75

Number of appendices: 0

Language: Czech

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Teoretická část.....	11
2.1. Vzorkování vod.....	11
2.2. Rozdělení vod podle druhů.....	11
2.2.1. Atmosférické vody	11
2.2.2. Podzemní vody.....	13
2.2.3. Povrchové vody.....	13
2.3. Senzorické vlastnosti vody.....	14
2.3.1. Teplota.....	14
2.3.2. Barva.....	14
2.3.3. Průhlednost.....	14
2.3.4. Zákal.....	15
2.3.5. Pach.....	15
2.3.6. Chuť.....	15
2.4. Fyzikální vlastnosti vody.....	16
2.4.1. pH.....	16
2.4.2. Konduktivita.....	16
2.4.3. Rozpustnost látek ve vodě.....	17
2.4.4. Povrchové napětí.....	18
2.4.5. Neutralizační kapacita.....	18
2.4.6. Celková mineralizace.....	18
2.5. Povaha a vlastnosti znečišťujících látek.....	19
2.6. Anorganické látky ve vodách.....	19

2.6.1. Kovy.....	20
2.6.2. Nekovy.....	23
2.6.3. Plyny rozpuštěné ve vodách.....	30
2.7. Organické látky.....	31
2.7.1. Chemická spotřeba kyslíku (CHSK).....	32
2.7.1.1. Stanovení CHSKMn - chemická spotřeba kyslíku manganistanovou metodou.....	32
2.7.1.2. Stanovení CHSK dichromanem draselným – standardní metoda.....	33
2.7.1.3. Stanovení CHSK dichromanem draselným – modifikovaná semimikrometoda.....	33
2.7.2. Nerozpuštěné látky (NL).....	33
2.7.3. Biochemická spotřeba kyslíku (BSK).....	33
2.7.4. Rozpuštěné látky (RL).....	35
2.8. Legislativa vodního hospodářství.....	35
2.9. Popis ČOV OP Papírna, s.r.o. Olšany.....	36
2.9.1. Popis čištění odpadních vod OP papírna, s.r.o.....	37
2.9.2. První stupeň chemického srážení.....	38
2.9.3. Druhý stupeň chemického srážení.....	38
2.9.4. Biologická ČOV.....	39
2.9.5. Třetí stupeň chemického srážení.....	39
2.9.6. Retenční nádrže.....	39
2.9.7. Kalové hospodářství.....	39
3. Experimentální část.....	45
3.1. Použité chemikálie.....	45

3.2. Použité přístroje.....	45
3.3. Odběry vzorků.....	45
3.4. Stanovení biochemické spotřeby kyslíku- BSK.....	46
3.5. Stanovení nerozpuštěných látek – NL.....	47
3.6. Měření teploty.....	48
3.7. Stanovení pH.....	48
3.8. Stanovení konduktivity.....	49
3.9. Stanovení chemické spotřeby kyslíku- CHSK.....	49
3.10. Stanovení dusitanů (N-NO ₂).....	50
3.11. Stanovení dusičnanů (N-NO ₃).....	50
3.12. Stanovení amoniakálního dusíku (NH ₄ ⁺).....	51
3.13. Stanovení fosforečnanů (PO ₄ ³⁻).....	51
3.14 Výsledky měření	52
4. Diskuze.....	69
5. Závěr.....	73
6. Literatura.....	74

1. ÚVOD

Čištění odpadních vod patří neodmyslitelně ke každé papírně nebo celulózce. Ve firmě OP papírna jsou obě výroby a proto funkce ČOV velmi důležitá. V neposlední řadě lze jistě říci, že podle správně fungující čistírny se hodnotí firma a její vztah k životnímu prostředí. V roce 1995 byla dokončena a uvedena do zkušebního provozu stávající čistírna odpadních vod a úpravna říční vody, která měla prokázat účinnost v čištění odpadních vod, dodržování stanovených limitů a čištění říční vody pro potřeby technologie.

Princip čištění odpadních vod je na bázi mechanického předčištění a biologického dočištění. Veškeré odpadní vody z výroby jsou čištěny nejdříve sedimentací, kde dojde k oddělení zejména vláken a plnidel. V následujícím biologickém stupni (aktivaci) dochází k oxidaci organických látek (jemnobublinná vzduchová aerace). Po tomto biologickém stupni následuje usazování aktivovaného kalu a jeho zpětné čerpání do aktivace. Před odtokem do řeky dochází k závěrečnému dočištění sedimentací v poslední nádrži v tzv. čičiči, ve kterém se provádí srážení biologicky neobouratelného znečištění.

Vzhledem k tomu, že v řece Moravě žije mnoho živočichů je firma pod permanentní kontrolou rybářů, pracovníků zabývajících se ochranou životního prostředí a zejména všech lidí pohybujících se v blízkosti řeky. Zároveň v lokalitě u Chromečského mostu je pozorován již několik let výskyt kriticky ohroženého druhu Mihule potoční (Lamperaplaneri). Na jaře roku 2003 pracovníci ochrany přírody zaznamenali nižší výskyt tohoto živočicha a na základě jejich upozornění došlo ke kontrole firmy ze strany České inspekce životního prostředí.

Po následných kontrolách a dalších jednáních zde učinili opatření, aby se situace zlepšila a nedocházelo z jejich strany k ohrožování života v řece. Nyní lze konstatovat, že opatření, která zde prováděli, měla pozitivní trend a že dokázali dodržet stanovené limity pro vypouštění odpadních vod. Nicméně je potřeba dalšími technicko – technologickými opatřeními a zejména přísným dodržováním technologické kázně stabilizovat hospodaření s vodou. Ještě důležitější pak je hospodaření s vlákny, plnidly a ostatními přípravky a prostředky, sloužícím pro výrobu v pozitivním směru. Aby nekončily v odpadní vodě, kde mají již jen negativní vliv na čištění odpadních vod a způsobují velké ekonomické ztráty.

Stejně tak i přímo na čistírně odpadních vod je nutné postupovat po jednotlivých krocích ve zdokonalování technologie čištění, využívat všech dostupných poznatků a permanentní kontrolou a vyhodnocováním zabezpečit stabilitu odtékající vody do řeky ve stanovených limitech. To vše při předpokládaném trendu výroby ve vztahu k životnímu prostředí. Pro naplnění těchto záměrů byla provedena změna v zapojení aktivačních nádrží z paralelního toku přes tři nádrže na sériové zapojení,

což přineslo pozitivní výsledek ve formě zvýšení obsahu kyslíku, tolik potřebného pro optimální čištění. Další důležitou akcí byla změna v toku odpadní vody z výroby pololátky. Změnou ve vedení tohoto toku (odpadní vody z praní po várce) se dosáhlo kontinuálního dávkování na ČOV.

Cílem mé bakalářské práce bylo shromáždit data, která by se uplatnila při sledování vlivu odpadních vod vypouštěných ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany na kvalitu vody v řece Moravě. Měření byla prováděna v pravidelných intervalech po dobu 12 měsíců, aby byla zajištěna kontinuita výsledků. Pro sledování kvality vody na řece Moravě byly vybrány 3 odměrná místa v okolí ČOV OP papírna Olšany. Sledovány byly ukazatele kvality povrchových vod a to anorganické formy dusíku (dusitany, dusičnany, amonné ionty) a fosforečnany. Mezi další ukazatele patřily fyzikálně chemické vlastnosti vod, které zaujímaly teplotu, pH a stanovení konduktivitu. V neposlední řadě byly BSK₅, CHSK_{Cr} a nerozpustné látky.

2. Teoretická část

2.1. Vzorkování vod

Vlastnímu rozboru vody předchází odběr vzorku zkoumané vody a ve většině případů i doprava odebraného vzorku do laboratoře. Analyzovaný vzorek musí reprezentovat jakost vody v místě, v bodu i v době odběru vzorku. Chyby vzniklé nesprávným odběrem odebraného vzorku nebo nesprávným skladováním odebraného vzorku po dobu jeho uchování před započítáním analýzy nelze již obvykle napravit a vzorek se musí odebrat znovu podle správného postupu.

Ukazatele jakosti vody (tj. složka a vlastnosti vody), které se mohou změnit během dopravy vzorku vody do laboratoře a které nelze uchovat beze změny, je nutno stanovit ihned na místě odběru. Ukazatele jakosti vody, které lze konzervovat, se konzervují ihned na místě po odběru vzorku.

Podrobný, jednotný a obecný předpis pro odběr vzorků vod tedy neexistuje. V současné době je již v ČR vydaná ČSN, uvádějící pokyny pro odběry vzorků vod, dnových sedimentů a kalů. Tato norma má 15 samostatných částí.

Vzorek se odebírá do skleněných nebo plastových lahví do tzv. vzorkovnic. Běžně užívané vzorkovnice jsou reagenční skleněné lahve vyrobené z běžného sodnovápenato-křemičitého obalového skla. Ve speciálních případech je třeba užít vzorkovnice ze skla borokřemičitého. Z plastových materiálů se často užívá polyethylen (PE), polytetrafluorethylen (PTFE), polvinylchlorid (PVC), polyethylentereftalát (PET). Často se dává přednost chemicky odolným materiálům (např. PTFE). Tyto materiály jsou pro běžné použití velmi drahé. Použitím vzorkovnic z hnědého skla, nebo jiných neprůsvitných materiálů může být omezen průběh fotochemických reakcí.[1]

2.2. Rozdělení vod podle druhů

Vody lze rozlišovat: podle původu, výskytu a použití. Podle původu lze vody rozdělit na přírodní a odpadní. Odpadní vody se dělí na splaškové (splašky) a průmyslové. Mezi odpadní vody patří i průtokové vody z odkališť nebo ze skládek odpadů. Podle výskytu se dělí přírodní vody na atmosférické, povrchové a podzemní.[2]

2.2.1. Atmosférické vody

Pod pojmem atmosférické vody se většinou rozumí veškerá voda v ovzduší bez ohledu na skupenství. Atmosférické srážky (voda dopadající k zemi) jsou výsledkem kondenzace, vodních par v ovzduší nebo na různých površích. Rozeznávají se srážky: kapalné (déšť, mrholení, mlha, rosa) a srážky tuhé (sníh, kroupy, námraza, jinozatka). Déšť je nejvydařenější druhem srážek. Většinou se atmosférickými srážkami rozumí voda dopadající na otevřenou plochu. V zalesněných oblastech mají značný význam podkorunové srážky. Množství srážek se vyjadřuje většinou jako srážková výška (mm). Jeden milimetr srážek odpovídá jednomu litru vody spadlé na plochu 1 m². Úhrn srážek je

celková výška srážek spadlých na danou plochu za dané období. Další významnou hodnotou je trvání deště. Podíl úhrnu a trvání definuje intenzitu deště (průměrnou nebo okamžitou). Významnou intenzitu mají tzv. přívalové deště. V ČR je průměrné množství srážek za rok asi 700mm. Chemické složení srážek se provádí dvojím způsobem. Při prvním způsobu dochází k vymývání aerosolů a ostatních látek v oblaku a při druhém způsobu k jejich vymývání pod oblakem. Neznečištěná spodní vrstva atmosféry má v průměru toto složení: 78,09 % dusíku, 20,95 % kyslíku, 0,93 % argonu, 0,03 % oxidu uhličitého a dále v sestupném procentuálním zastoupení: neon, helium, methan, krypton, oxid dusný, vodík, ozon, xenon a další. Kromě těchto látek se v ovzduší vyskytují téměř vždy také závadné látky, které jsou plynné, kapalné nebo tuhé.

Jejich zdroje jsou: přírodní (vulkanické, exhalace, exhalace z roztoku živočišných a rostlinných zbytků, částičky půdy, minerálů, pylu, živočišného a rostlinného detritu a mořské vody vynášené větrem), antropogenní (emise ze spalování fosilních paliv, výfukové plyny motorových vozidel, prach z rudných úprav, emise z průmyslových závodů, cementáren, výroby stavebních hmot aj.). Chemické složení srážek závisí na složení a znečištění ovzduší ve spodní a střední vrstvě atmosféry. Není tedy překvapením, vzhledem k tomu co bylo popsáno v minulém odstavci, že nejvíce jsou znečištěny srážkové vody právě v okolí velkých průmyslových lokalit a sídlišť. Oproti tomu nejméně znečištěné vody jsou v horských oblastech. Základní chemické složení srážek tedy odpovídá z kvalitativního hlediska základnímu složení podzemních a povrchových vod. Jsou však určité kvantitativní rozdíly a rozdíly v poměrech mezi jednotlivými kationty a anionty.

Celková mineralizace srážkových vod v oblastech bez antropogenního znečištění nejvíce v několika jednotkách mg/l a často bývá menší než 1 mg/l. Výjimkou jsou srážky v mořské oblasti. Z kationtů je většinou nejvíce zastoupený kation amonný. Je to hlavní kation, který se podílí na neutralizaci srážkových vod. Tímto se liší srážkové vody od podzemních a povrchových vod, kde nikdy kation amonný není dominující. Hodnota celkové mineralizace u srážek znečištěných antropogenní činností se může pohybovat až několika desítkách mg/l. U těchto srážek z aniontů převládají sírany a dusičnany, které jsou hlavní příčinou způsobující acidifikaci přírodních vod. Kyselé srážky lze z chemického hlediska definovat jako atmosférickou vodu, ve které byla vyčerpána tlumivá kapacita uhličitanového systému a na jejíž kyselosti se začínají podílet silné minerální kyseliny. Jedná se tedy o pokles hodnoty pH pod hranici 5,0. Dlouhodobá studie zabývající se sledováním znečištění atmosférických vod v ČR ukazuje, že dochází k postupnému snižování znečištění atmosférických vod. Pro environmentální potřeby jsou důležité zejména antropogenní vlivy, nejen k jejich poměrnému zastoupení, ale i k možnostem je ovlivňovat. Je ovšem zřejmé, že se z nich stává silný sekundární znečišťovatel povrchových vod a bývají hlavní příčinou jejich acidifikace. Z toho samozřejmě vyplývá, že díky jejich vlivu dochází k poškození vegetace, ale i různých materiálů (zejména korozi).[2]

2.2.2. Podzemní vody

Podzemní vodou se rozumí voda, která se přirozeně vyskytuje pod zemským povrchem v pásmu nasycení, které je v přímém styku s horninami. Je to voda, která se nachází v zemských dutinách a zvodněných zemských vrstvách. Mezi podzemní vody taktéž patří vody protékající drenážními systémy a vody ve vrtech a studních. Zdroje podzemní vody jsou přednostně vyhrazeny k zásobení obyvatelstva pitnou vodou. Podle chemického složení se podzemní vody dělí na vody prosté a minerální. Prosté vody obsahují nízkou koncentraci rozpuštěných látek a nesplňují žádnou z podmínek k získání statutu minerální voda. Důlní vody se řadí podle okolností do vod povrchových nebo podzemních.

Chemické složení podzemních vod je ovlivňováno vzájemným působením srážkových vod, povrchových vod, podzemní atmosféry a horninového prostředí. Při koloběhu podzemní vody v přírodě se nejvíce podílí na chemickém složení horninové a půdní prostředí. Ovlivňuje jak kvantitu, tak kvalitu podzemních vod. Chemické složení podzemních vod závisí především na složení půd a hornin, kterými voda při svém podzemním koloběhu protéká. Dále závisí na složení srážkových a povrchových vod a lokalitě. Hodnota pH se nejčastěji pohybuje v rozmezí 5,5 - 7,5. Celková mineralizace u podzemních vod je většinou vyšší než 100 mg/l. Od povrchových a srážkových vod se podzemní vody liší převážně vyššími koncentracemi volného oxidu uhličitého a jeho iontových forem.[2]

2.2.3. Povrchové vody

Povrchovými vodami rozumíme všechny vody, které se vyskytují na zemském povrchu. Ty dělíme na vody mořské a kontinentální. Mezi vody kontinentální patří tekoucí vody (stružky, potoky, řeky) a vody stojaté (jezera, přehradní nádrže, rybníky). Zdrojem kontinentálních vod jsou vody atmosférické nebo podzemní, které vyvěrají na povrch podle reliéfu podloží. Na zdroji závisí jejich chemické složení. Pokud jsou jejich zdrojem atmosférické vody, pak je koncentrace rozpuštěných anorganických a organických látek poměrně nízká, ale pokud jsou jejich zdrojem podzemní vody, koncentrace těchto rozpuštěných látek roste a to především podle složení nadložních a podložních vrstev. Směrem k ústí toku se koncentrace rozpuštěných a nerozpuštěných látek většinou zvyšuje a to důsledkem vlivu přítoků, odpadních vod, splachů apod. Koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě závisí na teplotě, hydraulických podmínkách, obsahu odbouratelných organických látek a intenzitě fotosyntézy. Koncentrace oxidu uhličitého bývá většinou v desetinách mg/l. Z kovů zde má největší zastoupení vápník a hořčík, následovaný sodíkem a draslíkem, z nekovů pak hydrogenuhlíčitany, dusičnany, chloridy a sírany.

Mořská voda má vysokou koncentraci NaCl, vápníku, hořčíku a některých dalších složek. Vysoká koncentrace iontů Na^+ a Cl^- se přikládá procesům, které se podílely na vzniku moří. Vzhledem k vysokým koncentracím se většina iontů nachází ve formě svých asociátů.

Průměrná koncentrace rozpuštěných látek v některých mořích:

Mrtvé moře max. 280 g/l, Středozemní moře 38 g/l, Atlantský oceán 36 g/l, Tichý oceán 35 g/l, Indický oceán 34 g/l, Severní moře 32 g/l, Baltské moře 20 g/l, Černé moře 17 g/l. [3,4,5]

2.3. Senzorické vlastnosti vody

Jedná se o všechny fyzikální vlastnosti vod, které můžeme vnímat smysly.

2.3.1. Teplota

Teplota je jednou ze základních fyzikálních veličin, která popisuje celou řadu charakteristik vody. Jednou z důležitých charakteristik je závislost hustoty vody na teplotě, při 0°C je hustota $999,84 \text{ kg/m}^3$; $3,48^\circ\text{C}$ – $999,97 \text{ kg/m}^3$; 20°C – $998,2 \text{ kg/m}^3$. Další vliv teploty na hustotu vody se pozoruje u hmotnostního vrstvení v hlubokých nádržích, změny jakosti vod či poměru proudění.

Taktéž viskozita závisí na teplotě. Ta má při 0°C dvojnásobnou hodnotu než při 25°C . Dalšími ovlivňovanými veličinami jsou povrchové napětí a elektrická vodivost, které se mění asi o 2% při změně teploty o 1°C . [3,6]

2.3.2. Barva

Barva vody je důležitá hlavně z vizuální stránky. Je ovlivňována koncentrací rozpuštěných a nerozpuštěných látek a hodnotou pH. Přírozenou barvu vody mohou ovlivnit některé znečišťující látky jako fytoplankton, jílovité suspenze, apod. Proto je důležité odlišovat barvu zdánlivou a skutečnou. Například žlutozelené až žlutohnědé zbarvení vody způsobují látky huminové povahy. Rozlišujeme také barvu celých vodních celků, jako jsou řeky, jezera, přehrady a moře. Záleží zde na hloubce, chemickém složení, schopnosti pohlcovat světlo, okolních atmosférických podmínkách a na geologickém podloží. U řek s čistou vodou převládá nazelenalé zbarvení, zatímco u hlubokých jezer a moří je dominantní modrá. Je to dáno pohlcováním paprsků s delší vlnovou délkou. [4]

2.3.3. Průhlednost

Průhlednost ovlivňuje zbarvení a koncentrace nerozpuštěných látek. Zakalená a teplejší voda pohlcuje světelné záření více než voda čirá a studená. Na jedné lokalitě se výsledky testů průhlednosti liší v závislosti na meteorologické situaci a ročním období. U čistých jezer bývá průhlednost 10 – 20 m. [4]

2.3.4. Zákal

Zákal je způsoben nerozpuštěnými organickými a anorganickými látkami. Jsou to zejména jíly, hydroxidy některých kovů, organické koloidy, kyselina křemičitá, plankton a bakterie. Zákal způsobuje nežádoucí vzhled a ten je jedním z faktorů, který ovlivňuje hodnocení sensorických vlastností pitných vod. Zákal se udává ve formazinových jednotkách (ZF), u velmi čirých vod je zákal v jednotkách ZF a u vod s mechanickým znečištěním mohou dosáhnout i desítek ZF. [4]

2.3.5. Pach

Pach dané vody je způsoben těkavými látkami, které se do ní dostávají přirozenou cestou z povrchových a podložních vrstev. Dále jsou zdrojem pachu biologické pochody jak ve vodách tak i v sedimentech (přítomnost amoniaku, indolu, sirovodíku, skatolu atd.). Velký vliv mají řasy, které propůjčují vodě specifický pach, jako například:

- Uroglenopsia, Dinobryon, která páchne po rybách
- Synura po okurkách
- Mallomonas po fialkách

Další pachy způsobují plísně a aktinomycety nebo organické sloučeniny, které se do vod dostaly z odpadních vod (ligniny, fenoly). [4]

2.3.6. Chuť

U přírodních vod je chuť ovlivňována anorganickými látkami, které se do vod dostávají z podloží. Chuť nejvíce ovlivňují chloridy, oxid uhličitý, hydrogenuhličitany, vápník, hořčík, železo a mangan. Vylepšení chuti způsobuje oxid uhličitý, hydrogenuhličitany a vyšší mineralizace dané vody. Posouzení chuti je důležité jak před úpravou pitné vody tak i po ní. [1,4]

2.4. Fyzikální vlastnosti vody

2.4.1. pH

Hodnota pH je velice důležitým ukazatelem acidobazických poměrů ve vodách. pH informuje o neutralitě, stupni kyselosti nebo zásaditosti vody. Hodnota pH je definována jako záporný dekadický logaritmus molární koncentrace vodíkových iontů. Voda v neutrálním stupni musí mít tedy $\text{pH}=7$, alkalický roztok vyšší a kyselý roztok nižší hodnotu pH. pH závisí na průběhu biochemických a chemických pochodů ve vodách. V souvislosti s uhlíčanovou rovnováhou se ve vodách přírodních (podzemních a povrchových) pH pohybuje v rozmezí 4,5-8,3. Toto rozpětí bývá občas porušeno přítomností látek huminových, kationtů nebo sirovodíku podléhajících hydrolyze. Nejčastěji v řekách zaznamenáváme hodnoty 6-8. Posun do alkalické oblasti nad 8 bývá ovlivňován intenzivní fotosyntetickou asimilací zelených organismů, kdy dochází k vyčerpání volného oxidu uhličitého.[4,7]

2.4.2. Konduktivita

Elektrická konduktivita, která se v rozborech vody většinou označuje jen jako konduktivita, je mírakoncentrace ionizovaných organických a anorganických součástí vody. Stanovení konduktivity je vždy běžnou součástí chemického rozboru vody. Její hodnotu lze dostat poměrně snadno a rychle. Konduktivita proto umožňuje bezprostřední odhad koncentrace iontově rozpustných látek a celkové mineralizace ve vodách. V užitkových a přírodních vodách s velice malou koncentrací organických látek, je konduktivita mírou obsahu anorganických elektrolytů (aniontů, kationtů). V roztocích zředěných je konduktivita lineární funkcí koncentrace iontů. V odpadních průmyslových vodách, které obsahují ionizovatelné organické látky, musí být vztah konduktivity k rozpuštěným anorganickým látkám posuzován opatrně. Konduktivita se obvykle zaznamenává značkou κ a je převrácenou hodnotou odporu roztoku (Ω) obsaženého mezi dvěma elektrodami o ploše 1 m^2 , které jsou od sebe vzdáleny 1m. Jednotkou vodivosti (konduktance) je Siemens (S) a jednotkou konduktivity je S m^{-1} . Konduktivita jednak závisí na koncentraci iontů, nábojovém čísle, jejich pohyblivosti a teplotě. Pokles nebo vzrůst teploty o $1 \text{ }^\circ\text{C}$ byl zodpovědný za změnu konduktivity nejméně o 2%, proto při stanovování konduktivity má obrovský význam temperování vzorku. Konduktivita vody se nejčastěji měří při 25°C nebo se na teplotu přepočítává. Voda nejčistší tzv. vodivostní má při teplotě $25 \text{ }^\circ\text{C}$ konduktivitu $0,005 \text{ 48 mS m}^{-1}$, ovlivněnou elektrickou disociací molekuly H_2O . Běžně používaná destilovaná voda má konduktivitu $0,05$ až $0,5 \text{ mS m}^{-1}$, zatím co prosté podzemní a povrchové vody v rozmezí 5 až 50 mS m^{-1} . Konduktivita pitné vody při $25 \text{ }^\circ\text{C}$ má mezní hodnotu 125 mS m^{-1} . V ČR je průměrná konduktivita pitné vody přibližně 40 mS m^{-1} . Konduktivita se měří v různých typech konduktometrů, které se kalibrují roztokem chloridu draselného. [7]

2.4.3. Rozpustnost látek ve vodě

Významnou vlastností vody je převádět látky tuhé, kapalné a plynné do roztoku. Při rozpouštění tuhých látek je rychlost procesu ovlivňována celou řadou faktorů, jako zejména teplotou, charakterem rozpuštěné látky a dalšími jinými fyzikálními vlivy. U elektrolytů se velice uplatňuje polarita molekul vody a vysoká permitivita, čímž dochází k rozštěpení na elektricky nabitě částice poutané k řetězcům vodních molekul. Tento jev nazýváme elektrolytická disociace. Zákon, který se tímto řídí je Guldberg-Waagův, který vystihuje vliv koncentrace na rychlosti chemické reakce. Silné elektrolyty jsou velmi dobře disociovány a slabé elektrolyty přítomné ve vodě jsou pouze z části štěpeny v ionty. Mezi iontovou a neiontovou formou se ustanovuje rovnováha, která se vyjadřuje podílem, v němž je jmenovatel molární koncentrace nedisociovaných molekul a čítec je dán vynásobením molárních koncentrací iontových forem. V praxi je situace složitější a při výpočtu chemických rovnováh je nutno místo molárních koncentrací jednotlivých složek dosazovat jejich aktivity, které jsou stejné s molárními koncentracemi jen u velmi zředěných roztoků. Aktivita je vyjádřena jako součin aktivního koeficientu (závislý na iontové síle) a molární koncentrace. V praxi se využívá hlavně iontové síly roztoku, která se definuje jako polovina součtu součinu molárních koncentrací c_i a druhé mocnině nábojových čísel z_i pro všechny ionty přítomné v roztoku:

$$I = 0,5 \sum c_i \cdot z_i^2$$

Prosté podzemní a povrchové vody představují velmi zředěné roztoky s iontovou silou 0,002-0,02 mol/l, minerální vody 0,02-0,2 mol/l, některé salinní důlní vody 0,4-0,6 mol/l a mořské vody 0,6-0,7 mol/l. Kapaliny vzniklé anorganickou cestou se zpravidla velmi dobře rozpouští (kyseliny, zásady) a totéž platí o řadě organických kapalin (př. alkoholy, glycerin aj.). Plyny jsou rozpustné ve vodních roztocích v množství, které je úměrné parciálnímu tlaku plynu nad roztokem, což představuje Henryův zákon, platný v daném případě pro nízké tlaky a rozpustnosti malých koncentrací sloučenin:

$$P_A = H_A \cdot x_A$$

kde

P_A ... parciální tlak složky A v plynném stavu

H_A ... Henryho konstanta rozpustnosti

x_A ... molární koncentrace v kapalné fázi

2.4.4. Povrchové napětí

Na povrchu kapaliny, kde se stýká se vzduchem, se uplatňuje tzv. povrchové napětí, definované jako síla, působící kolmo k jednotce délky v prostoru kapaliny. Jednotkou je newton na metr (N/m), což představuje povrchové napětí kapaliny, v jejímž rovinném povrchu působí kolmo v libovolném řezu na 1 metr síla 1 newtonu. Povrchové napětí se projevuje snahou změnit co nejvíce povrch kapaliny (tvorba kapek vody) udržením jemných částic na povrchu, kapilárními jevy, jako je vzlínání v kapilárách půdy a hornin, smáčecí schopností (projevuje se v přírodě např. tím, že perloočka, která se dotkne hladiny, ulpí na hladině, z nesmáčitelné skořápky se stáhne vlivem povrchového napětí voda, živočich se nemůže ponořit a zahyne). [2]

2.4.5. Neutralizační kapacity

Významnou obecnou vlastností všech vod je neutralizační kapacita (NK). NK vody se rozumí schopnost vody vázat hydroxidové nebo vodíkové ionty. Jde o množství silné jednosytné zásady nebo silné jednosytné kyseliny v mmol, na které je spotřebován 1 litr vody k získání potřebné hodnoty pH. Proto se rozlišuje zásadová neutralizační kapacita (ZNK) a kyselinová neutralizační kapacita (KNK). Hodnotu pH, kterou chceme dostat, se udává jako spodní index u příslušné zkratky (např. ZNK_{8,3}, KNK_{4,5}). Stanovení neutralizační kapacity se provádí titrací vody kyselinou nebo zásadou. V analytice pitných, přírodních a užitkových vod se tradičně předpokládá, že nejvýznamnějším tlumivým systémem je systém uhličitany se složením: hydrogenuhličitany, uhličitany a oxid uhličitý (volný). Přejechy mezi jednotlivými formami výskytu oxidu uhličitého ve vodě jsou při zjednodušeném pohledu funkcí hodnoty pH. Procentuální zastoupení forem výskytu CO₂ ve vodě lze pro jednotlivé hodnoty pH spočítat z hodnot disociačních konstant kyseliny uhličitě. Po vyřešení tohoto příkladu acidobazické rovnováhy v hydrochemii dojdeme k závěru, že při hodnotě pH okolo 4,5 bude celkový oxid uhličitý přítomen ve vodě ve formě volného oxidu uhličitého a při hodnotě pH okolo 8,3 bude ze vzorku převeden na hydrogenuhličitany. V uvedených typech vod má klíčový význam stanovení koncentrace jednotlivých forem oxidu uhličitého, při stanovení neutralizačních kapacit do pH 4,5 a 8,3 patří prakticky k povinným měřením u všech rozborů vod.[2]

2.4.6. Celková mineralizace

Součtem hmotnostních koncentrací všech rozpuštěných anorganických tuhých látek přítomných ve vodě se rozumí celková mineralizace, kterou obvykle vyjadřujeme v mg/l (správněji v mmol/l). Nepatří sem však rozpuštěné plyny. Z výsledků chemického rozboru vody vypočítáme celkovou mineralizaci (nestanovuje se experimentálně). Jediným objektivním hodnocením koncentrace všech anorganických látek ve vodách je celková mineralizace. Výsledek odpovídá reálnému složení zkoumané vody a nezávisí na ztrátách jednotlivých složek během sušení nebo žhání odparku a možných chemických přeměnách.[2]

2.5. Povaha a vlastnosti znečišťujících látek

Povrchové a podzemní vody mohou být znečištěny velkým množstvím organických a anorganických látek. Znečištění může být bakteriálního, radioaktivního a fyzikálního původu.

Z hlediska ochrany ekologických systémů jsou nejčastěji sledována následující znečištění:

BSK, CHSK	Biochemická a chemická spotřeba kyslíku. Indikuje organické znečištění.
Dusík	Zvýšené koncentrace dusíkatých látek indikují únik ze zemědělské půdy a fekální znečištění (způsobují eutrofizaci povrchových vod).
Fosfor	Zvýšené koncentrace těchto látek indikují únik ze zemědělských soustav (způsobují eutrofizaci povrchových vod).
Radioaktivní prvky	Indikují radioaktivní znečištění.
Detergenty, fenoly, ropné látky, oleje, těžké kovy	Indikují průmyslové a komunální znečištění.
Pesticidy	Indikují zemědělské znečištění.

Mezi nejdůležitější ukazatele průmyslového, zemědělského a komunálního znečištění patří organické látky. V odpadních vodách je přítomno mnoho různých organických látek a z tohoto důvodu není možné sledovat a stanovovat každou zvlášť. Protože jsou schopny oxidace, vyjadřujeme jejich sumu množstvím kyslíku potřebného na jejich úplnou oxidaci. Organické látky lze oxidovat, buď biochemicky nebo chemicky.[8]

2.6. Anorganické látky ve vodách

Prvky jsou přítomny ve vodách v různých podobách. V jaké formě se prvek vyskytuje, rozhoduje hodnota pH, komplexotvorné reakce a oxidačně-redukční potenciál. V přírodních a užitkových vodách jsou přítomny kationty, jako jsou hořčík, vápník, draslík a amoniakální dusík, dále anionty mezi které řadíme hydrogenuhličitan, chloridy, sírany dusitan, dusičnany, fluoridy a fosforečnany a jako poslední forma jsou neiontové prvky bor a křemík.

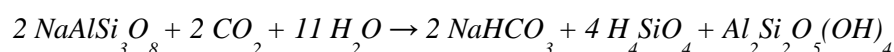
Podle elektronové konfigurace rozdělujeme anorganické látky do skupin kovů, polokovů a nekovů.

[2]

2.6.1. Kovy

Sodík a draslík

V zemské kůře je sodík a draslík zastoupen téměř ve stejném poměru. Výluhem ze zvětralých hlinitokřemičitanů (oligoklas, ortoklas) se dostávají do vody a to podle rovnice:



Soli síranů a chloridů se rozpouští přímo. K tzv. půdní výměně iontů Ca za Na dochází na jílovitých soustavách.

Sodík a draslík se ve vodách vyskytuje prakticky jen ve formě jednoduchých kationů Na^+ a K^+ , přičemž v důlních vodách se přetváří v iontové asociáty $[(\text{NaSO}_4)^-]$, $[(\text{NaCO}_3)^-]$ v důsledku vysokého obsahu solí.

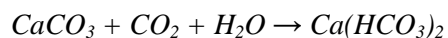
V atmosférických vodách je zastoupení obou kovů v poměru Na:K asi 2:1, u povrchových vod je to pak 10:1 až 20:1. I když je jejich zastoupení v zemské kůře téměř stejné, tak ve vodách je jejich poměr výrazně jiný. To se dá vysvětlit důležitou funkcí draslíku pro rostliny (výživa), které ho získávají z vody, tím snižují jeho koncentraci a je také více sorbován minerály.

V důsledku zvýšené salinity odpadních vod se koncentrace sodíku v toku postupně zvyšuje a to je dáno tím, že sodík a draslík není odstraňován čistírnami odpadních vod. Koncentrace sodíku u pramenů bývá v jednotkách až desítkách mg/l, přičemž koncentrace v oblastech s důlními vodami bývá vyšší s převládajícím obsahem chloridu nebo hydrogenuhličitanu sodného, které odpovídají svým složením minerálním vodám.

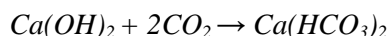
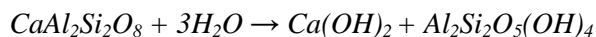
Sodík je velmi důležitý hlavně pro základní životní pochody organismů, kde slouží k udržení buněčného napětí. Vody s vyšší koncentrací hydrogenuhličitanu sodného se využívají v lázeňských terapiích a to hlavně k léčbě poruch žlučníku a žaludku. Draslík jakožto biogenní prvek má svůj význam především pro rostliny a živé organismy. Avšak podílí se také na radioaktivitě, protože obsahuje asi 0,01 % izotopu ^{40}K . [2,4]

Vápník

Vápník se v čisté formě do půd uvolňuje chemickou reakcí kyseliny uhličité s vápencem (resp. CO₂ a H₂O) podle rovnice:

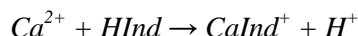


Dalším možným způsobem uvolňování je rozpouštění sádrovce a extrakce zvětralých hlinitokřemičitanů podle rovnice:

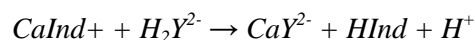


V prostých podzemních vodách se obsah vápníku pohybuje v desítkách až stovkách mg/l, přičemž u minerálních vod nepřekračuje 1000 mg/l. V pitných vodách je obsah vápníku kolem 50 mg/l. K určení obsahu samotného vápníku ve vodách se nejčastěji používá atomová absorpční spektrometrie nebo komplexometrická titrace chelatonem 3, která probíhá při pH 12-13 v alkalickém prostředí. Toto prostředí je nutnou podmínkou vzniku bezbarvého komplexu hydroxidu hořečnatého, který je stabilnější než komplex, který vytváří vápenaté kationty s metalochromním indikátorem. [1,4]

Jako první dochází k vytvoření komplexu vápenatých kationtů s indikátorem:



Následně reaguje EDTA s volnými Ca²⁺ a nastává vytěsnění vápenatých kationtů vázaných v komplexu s indikátorem:



Hořčík

U hořčíku je jednou z nejvýznamnějších vlastností to, že se podílí na tvorbě chlorofylu. Do podzemních vod se dostává z dolomitu (CaCO₃·MgCO₃), magnesitu (MgCO₃) či rozkladem hořečnatých hlinitokřemičitanů. [1, 4]

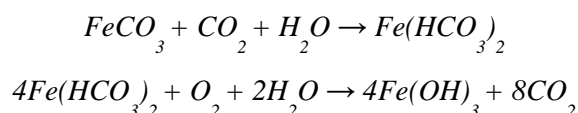
V podzemních vodách je průměrná koncentrace Mg²⁺ od jednotek až do několika desítek mg/l, obecně se v pitných vodách obsah hořčíku pohybuje kolem 10 mg/l. Je-li ve vodě obsaženo vysoké množství Mg²⁺, jedná se o minerální vody, například Šaratice, u které hodnota koncentrace překračuje 2000 mg/l. Takto vysoký obsah Mg²⁺ má za následek nahořklou chuť vody.

Podíl hořčíku bývá ve vodách o něco menší než podíl vápníku, ovšem existují i vody, u kterých je to naopak.

Nejběžnější metodou používanou ke stanovení koncentrace hořečnatých iontů bývá atomová absorpční spektrometrie nebo výpočet obsahu z rozdílu hmotnostní koncentrace celkové tvrdosti vody a koncentrace vápníku stanovené komplexometrickou titrací. Další metodou je chelatometrické stanovení hořčíku, v prostředí tlumivého roztoku o pH 10, za přítomnosti indikátoru eriochromová čern T, ale nejprve musí být odstraněn vápník štřavelanem. [4]

Železo

Rudy jsou hlavní formou výskytu železa, jako siderit FeCO_3 , pyrit FeS_2 a oxidy (hnědel $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a krevel Fe_2O_3), taktéž se železo vyskytuje v hlinitokřemičitanech. Hydrogenuhlíčan železnatý vzniká rozpouštěním uhličitane železnatého působením oxidu uhličitého, který je rozpuštěný ve vodě. Odehrává-li se proces v aerobním prostředí, pak se oxiduje (rychlost oxidace je přímo úměrná koncentraci kyslíku a hodnotě pH), v anaerobním prostředí, pak hydrogenuhlíčan zůstává beze změny.



Není-li v prostředí kyslík, ale oxid uhličitý, pak probíhá reakce opačným směrem. Dalším způsobem se železo do vod dostává ze sulfidů, které oxidují na sírany. Ty jsou velmi dobře rozpustné a v aerobním prostředí se oxidují z Fe^{2+} na Fe^{3+} a hydrolyzují.

Forma, ve které se může železo vyskytovat je závislá na podmínkách chemických reakcí, tedy především na přítomnosti kyslíku, komplexotvorných sloučenin a hodnotě pH. Jestliže bude prostředí anaerobní, pak budou formy železa tyto: Fe^{2+} nebo $(\text{FeOH})^+$, hydrogenuhlíčanové či síranové asociáty – $(\text{FeHCO}_3)^+$, $(\text{FeSO}_4)^0$ aq, $(\text{FeCO}_3)^0$ aq. Příkladem jsou spodní vrstvy jezer či nádrží nebo podzemní vody. Pokud se v prostředí bude nacházet kyslík, pak budou formy železa tyto: Fe^{3+} , $(\text{FeOH})^{2+}$, $(\text{FeSO}_4)^+$, $(\text{Fe}(\text{OH})_4)^-$, $(\text{FeHSO}_4)^{2+}$. Voda má díky dvojmocnému a trojmocnému železu, které vytváří komplexní sloučeniny koloidní povahy s huminovými látkami, nažloutlou až nahnědlou barvu. Koncentrace železa v povrchových vodách se pohybuje v setinách až desetínách mg/l, nejčastěji však kolem 0,5 mg/l. U vod, které se nachází v okolí některých hnědouhelných či rudných dolů a rašelinových oblastí dosahují koncentrace železa až jednotek mg/l. Obsah železa je vyjádřen jako součet všech přítomných forem.

Železo z hygienického hlediska není ve vodě příliš významné, ale nepříznivě ovlivňuje sensorické vlastnosti vod: zákal, barvu a zejména chuť, která je svíravá při koncentraci již kolem 0,5 mg/l. Voda s takovýmto obsahem železa se nehodí pro používání v domácnostech a potravinářství. Velký problém tvoří železité bakterie, které se mohou množit i při nízkých koncentracích. Nejdříve se usazují v potrubí, kde mohou způsobit až jeho ucpání a po odumření jsou důvodem nepříjemného zápachu. Další problém, který železo způsobuje nastává u vod používaných v papírenském a textilním průmyslu, kde nepříznivě ovlivňuje výrobní procesy. Z tohoto důvodu je pro některé výrobní procesy stanovena max. koncentrace 0,05 mg/l, pro pitnou vodu pak 0,3 mg/l. [2,4,9]

Mangan

V zemské kůře se mangan nejčastěji vyskytuje ve formě minerálů, které se vyskytují se železnými rudami. Nejčastěji jde o dialogit MnCO_3 , burel MnO_2 , a některé vyšší oxidy. Z výše uvedených minerálů, půd, sedimentů, a odumřelých částí rostlin se do vod dostává přímým výluhem.

Nejčastěji se ve vodách vyskytuje ve dvojmocné formě a to v podobě hexaakvamanganatého komplexu $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, dále ve formě síranů $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_5\text{SO}_4]^0$ či asociátů na bázi hydrogenuhličitanů $(\text{MnHCO}_3)^+$. Mangan také vytváří stabilní komplexy při vazbě s huminovými sloučeninami. Manganaté ionty jsou vůči oxidaci rozpuštěným kyslíkem ve vodě odolnější než ionty železnaté. To má význam hlavně při redukcí trojmocného a čtyřmocného manganu, který se takto uvolňuje ze sedimentů. Stejně jako u železa i u manganu se vyskytují bakterie, které biochemicky mangan oxidují a mohou působit potíže, hlavně se zanášením potrubí. Koncentrace, potřebná k nastartování bujení těchto bakterií je okolo 0,05 mg/l.

Vzhledem k nízké rozpustnosti $\text{Mn}(\text{OH})_2$, MnCO_3 a vyšších hydratovaných oxidů je mangan v přírodních vodách zastoupen v nízkých koncentracích. U prostých podzemních a povrchových vod bývá koncentrace manganu kolem desítek mg/l. Ke zvýšení obsahu manganu ve vodách může dojít u podzemních vod v místech, kde dojde k poklesu hladiny a tudíž i k pronikání vzdušného kyslíku, který oxiduje sulfidy na sírany, a ty se pak snadněji rozpouští. U minerálních vod je obsah manganu v desetínách až setinách mg/l, zatímco v mořské vodě pouze v mikrogramech. Z fyziologického hlediska je mangan důležitý především pro živočichy a rostliny. Koncentrace, ve kterých se ve vodách nachází, nejsou nijak škodlivé. Nepříznivě však působí na sensorické vlastnosti vody. Při koncentracích nad 0,1 mg/l ovlivňuje její chuť a při praní prádla zapříčiní jeho žloutnutí a tvorbu skvrn. Největším problémem v průmyslu je rychlý rozvoj manganových bakterií, což vede k tomu, že je posuzován jako škodlivější než železo a jeho koncentrace v užitkových vodách, které se používají v textilním a potravinářském průmyslu, nesmí překročit hodnotu 0,05 mg/l. [2,4,9]

2.6.2. Nekovy

Flour

Flour se na zemském povrchu vyskytuje ve formě – kazivec CaF_2 , kryolit Na_3AlF_6 a fluoroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})$. Do vod se dostává přímým vyluhováním zmíněných minerálů nebo pomocí výměnných reakcí za hydroxidy. Nejběžněji se vyskytuje ve formě jednoduchého anionu F^- , jako fluorokřemičitan SiF_6^{2-} nebo v komplexních sloučeninách s kovy.

Koncentrace fluoru ve vodách se pohybuje v setinách až desetínách mg/l, pouze zřídka kdy přesahuje 1 mg/l. Významný je hlavně ze stomatologického hlediska. Při jeho nedostatku vznikají

zubní kazy a naopak při jeho nadbytku se na zubech vytvářejí tmavé skvrny jako projev dentální fluorózy. Za optimální se považuje koncentrace 1 – 1,5 mg/l F, a proto je do pitné vody fluor dodáván. [2]

Chlor

Chlor se vyskytuje na zemském povrchu především ve formě sloučenin obsažených v horninách a půdách jako chloridy. Ty se dostávají do vod převážně přímým vyluhováním. Volný chlor se vyskytuje převážně v pitné vodě a to díky její dezinfekci.

Nejčastěji je ve vodách zastoupen jako volný ion Cl^- , v menším množství pak jako komplexní ionty $[\text{FeCl}]^+$, $[\text{FeCl}_2]^+$ a podobně. Chloridy spolu se sírany a hydrogenuhličitanů tvoří základní aniontovou skladbu téměř všech vod. Koncentrace Cl^- se podle druhu vod liší. V povrchových vodách se jeho koncentrace pohybuje v rozmezí jednotek až desítek mg/l, v minerálních vodách to jsou již stovky až tisíce mg/l. U mořských vod se koncentrace různí a to hlavně podle stupně odpaření (oceány a Středozemní moře průměrně 19 mg/l, Mrtvé moře v rozmezí 88 – 127 mg/l). Jedním ze zvláštních případů u nás jsou vody důlní, např. vody Ostravska, kde vyvěrají na povrch prameny s koncentrací chloridů stejnou jako ve Středozemním moři, avšak v některých lokalitách dokonce i s vyšší.

Chloridy jsou hygienicky nezávadné, denní spotřeba člověka je 10 až 15 g. Pouze při vyšší spotřebě se nepříznivě projevuje při chorobách ledvin, hypertenzích a problémech zažívacího traktu. [2.4]

Brom a jod

Do vod se bromidy a jodidy dostávají především z minerálů, ale také pomocí postupné mineralizace odumřelých rostlin a řas v naplaveninách. Koncentrace bromidů a jodidů je nižší než chloridů.

Hlavní forma, ve které se vyskytují, jsou jednoduché ionty. Koncentrace bromidů ve vodách je vyšší než u jodidů, v přírodních vodách se koncentrace pohybuje v jednotkách, ale může i v desítkách mg/l a v mořské vodě je to pak méně než 1 mg/l I^- a asi 60 mg/l Br^- . Stejně jak tomu bylo u chloridů, se na Ostravsku nacházejí v určitých lokalitách důlní vody, které mají vysokou koncentraci těchto prvků (nad 100 mg/l Br^- a 20 mg/l I^-).

Jodidy jsou důležité, jelikož pozitivně ovlivňují funkci žláz s vnitřní sekrecí, podílí se i při léčbě některých forem TBC. Také v lázeňském průmyslu se u některých procedur využívají vody s obsahem jódu a to hlavně při léčbě kloubových postižení. Denní spotřeba člověka je asi 0,1 mg/l. [3,4]

Sloučeniny síry

V přírodě je oběh síry založen na biochemické oxidaci sirovodíku a jeho iontových forem a také na biochemické redukci síranů. Síra se může ve vodách vyskytovat v různých formách jako elementární síra, sirovodík, sírany či siřičitany, které jsou nejvýznamnější a nacházejí se ve všech vodách. Síra se do vod dostává oxidací sulfidických rud, ze sádrovce a také z částečně z organických látek s obsahem síry jako jsou bílkoviny a některé aminokyseliny, které se rozkládají a uvolňují formy síry, které se postupně oxidují na sírany.

Nejčastěji se ve vodách nacházejí jednoduché ionty $(\text{SO}_4)^{2-}$. V menší míře může síra vytvářet iontové asociáty s některými kationty (Mn, Mg, Ca, Fe,). Síra je stabilní prvek, ale v anaerobním prostředí dochází k biochemické redukci na sirovodík.

Jednu ze stěžejních složek aniontového složení vod jsou sírany. Koncentrace u povrchových vod je v jednotkách až desítkách mg/l $(\text{SO}_4)^{2-}$, u podzemních vod pak může dosáhnout i stovek mg/l. V minerálních vodách je koncentrace síranů mnohonásobně vyšší. Například Zaječická minerálka obsahuje až 24 000 mg/l, Šarátice obsahuje 8000 mg/l. Přičemž mořská voda obsahuje něco kolem 2000 – 3000 mg/l $(\text{SO}_4)^{2-}$.

I přesto, že jsou sírany povětšinou anorganického původu, nejsou považovány za indikátor znečištění vod. Nad koncentrace větší než 250 mg/l sírany ovlivňují senzorké vlastnosti vod a při doprovodu síranů o některé vícemocné kationty, může dojít ke střevním potížím a hořké chuti vody.

Před stavbou přehrad se zjišťuje koncentrace síranů, jelikož reagují s Ca^{2+} , které se uvolňují při hydrataci cementu, za vzniku síranu vápenatého, který má tu vlastnost, že se rozpíná a tak rozrušuje beton.

Poslední sloučeninou o které se tu zmíním jsou siřičitany, které se v přírodních vodách téměř nevyskytují, protože již v atmosféře se oxidují na sírany. Siřičitany vznikají při výrobě sulfidové celulózy. [2,4]

Sloučeniny dusíku

Dusík se ve formě svých sloučenin nachází téměř ve všech typech vod. Je to velmi významný biogenní prvek.

Dusičnany

Dusičnany najdeme ve všech vodách. Vznikají jako produkt při rozkladu a mineralizaci organických látek. Ojedinele se vyskytují v minerálech. Dalším zdrojem dusičnanů jsou oxidy dusíku, které vznikají oxidací elementárního dusíku při elektrických výbojích v atmosféře. Dusičnany se v půdě nezadržují a proto se velmi snadno dostávají do podzemních vod, kde se vyskytují jako jednoduchý ion $(\text{NO}_3)^-$.

V atmosférických vodách je koncentrace dusičnanů proměnlivá, v období bouřek se koncentrace pohybuje i v jednotkách g/l, zato v prostých podzemních a povrchových vodách se koncentrace pohybuje okolo jednotek mg/l. Avšak v některých oblastech lze naměřit ve spodních vodách i koncentrace okolo desítek až stovek mg/l, přičemž v minerálních vodách je koncentrace dusičnanů minimální. Koncentrace dusičnanů je ovlivněna půdním a klimatickým charakterem v dané oblasti. Jde-li o oblast s borovými a akátovými lesy, kde se v povrchových vrstvách nacházejí bakterie, které vážou elementární dusík a kmeny nitrifikačních bakterií, pak bude koncentrace dusičnanů vyšší.

V anaerobním prostředí jsou dusičnany biochemicky redukovány na dusitany, elementární dusík a případně až na amoniak, zatímco v aerobním prostředí jsou dusičnany stálé. Pro technologie, které se zabývají odstraňováním dusíku z odpadních vod, je důležitá redukce anorganicky vázaného dusíku na elementární dusík.

Dusičnany mohou nepřímo ovlivňovat organismus. Při vysokých koncentracích se v zažívacím traktu redukují na toxičtější dusitany, které se následně naváží na hemoglobin za vzniku methemoglobinu (snížená schopnost přenosu kyslíku). Kojenecká krev obsahuje snadno oxidovatelný fetální hemoglobin a proto je u nich velmi nebezpečný, protože ještě nemají vyvinutý enzymový systém, který dokáže katalyzovat redukcí methemoglobinu na hemoglobin. U těchto případů se vyskytují závažné poruchy způsobené nedostatečným transportem kyslíku. Vzniká tak cyanóza, kterou poznáme promodráním kůže, tachykardií, křečemi a průjmy. To má za následek přísnější normu u pitné vody podávané kojencům a to nejvýše 15 mg/l dusičnanů, přičemž u ostatní pitné vody je to nejvýše 50 mg/l. [2,3]

Dusitany

Dusitany vznikají biochemickou redukcí dusičnanů nebo oxidací amoniakálního dusíku. Do atmosférických vod se dostávají při bouřkách elektrickými výboji, při nichž dochází k oxidaci elementárního dusíku. Ion $(NO_2)^-$, vyskytující se ve vodách bývá nestabilní a díky tomu se snadno chemicky či biochemicky oxiduje nebo redukuje. V tocích s čistou vodou je koncentrace dusitanů v setinách mg/l, koncentrace ve spodních vodách, která je vyšší než 1 mg/l, je ukazatelem fekálního znečištění těchto vod. [2]

Amoniakální dusík

Amoniakální dusík se do vod dostává především rozkladem organických dusíkatých látek živočišného a rostlinného původu, redukcí dusitanů a dusičnanů solemi dvojmocného železa nebo sirovodíkem. V podzemních vodách se amoniakální dusík vyskytuje ve formě minerálního původu, který vzniká při působení magmatických par na nitridy kovů. Průmyslovými exhalacemi se amoniakální dusík dostává do atmosférických vod a to převážně při tepelné karbonizaci uhlí. Dalším zdrojem je rostlinná výroba (zvýšené hnojení polí).

Máme dvě hlavní formy výskytu:

a, kation NH_4^+

b, nedisociovaný amoniak jako hydrát $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Tyto formy se nacházejí vedle sebe a poměr, který je definuje, je funkcí pH. V zásadité části pH převládá $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a v kyselé části zase kation NH_4^+ . Ve vodách s vyšší koncentrací kovových iontů se tvoří komplexní vazby.

V přírodních vodách se nachází jen nepatrné množství amoniakálního dusíku. Koncentrace, které se pohybují nad 0,1 mg/l jsou podezřelé a vedou k odůvodněnému pátrání po zdroji. Nejčastější příčinou znečištění jsou fekálie (např. močůvka má koncentraci amoniakálního dusíku 1000 – 7500 mg/l). V oblastech rašelinišť je tomu jinak. Zde je příčinou zvýšené koncentrace biologická redukce dusičnanů nebo rozklad dusíkatých látek z rostlinné hmoty, nejedná se tedy o fekální znečištění.

Amoniakální dusík se v aerobním prostředí se snadno oxiduje a proto je ve vodách nestabilní. Podstatnou měrou se podílí na vytváření biomasy, avšak je značně toxický ve formě $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ na rybí plůdek v důsledku značné biologické aktivity. [2]

Sloučeniny fosforu

Do vod se fosfor dostává hlavně z minerálů (fosforit $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$; apatit $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{FCl})$; kaolinit $\text{Si}_2\text{O}_5\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{PO}_4$ a další), dále z odumřelé organické hmoty, která je obsažena v sedimentech a půdách a v neposlední řadě jsou zdrojem fosforečnanů hnojiva ze zemědělsky obhospodařovaných půd.

Jeho výskyt můžeme nejčastěji nalézt v anorganicky vázaných iontech ortofosforečnanů (H_2PO_4^-), (HPO_4^{2-}), (PO_4^{3-}) nebo také v asociátech s kovy a v polyfosforečnanech s řetězovou nebo cyklickou strukturou. Významnou vlastností fosforečnanů je schopnost vytvářet rozpustné komplexní sloučeniny s kovy, čímž zabraňují tvorbě nerozpustných sloučenin, které mohou způsobovat problémy u různých technologických procesů. Ve vodách se fosforečnany snadno sorbují na koloidní částice hydratovaných oxidů hliníku, železa, manganu a na hlinitokřemičitany. Ve spojení s lipidy (cholin, lecitin), hexózy (glukózo-6-fosfát, fruktózo-6-fosfát) se vyskytuje organicky vázaný fosfor.

Koncentrace fosforečnanů ve vodách bývá vzhledem k nízké rozpustnosti sloučenin tvořených s kovy (např. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}(\text{PO}_4)$, $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$) nízká. Dále se sloučeniny fosforu sorbují v půdách a na horninách. Fosfor je odebírán rostlinami. Proto je v podzemních vodách jen nepatrná koncentrace sloučenin fosforu, zato v povrchových vodách se koncentrace postupně zvyšuje, hlavně důsledkem zemědělských činností a pozvolným vstřebáváním biomasy. Koncentrace je zde v setinách maximálně desetinách mg/l. Ve stojatých vodních plochách, které nebyly zasaženy splaškovými

vodami a vodou ze zemědělsky obdělávaných polí, vykazují koncentrace okolo tisícín až setin mg/l. Důsledkem ústění průmyslových a splaškových vod do řek, se koncentrace fosforu směrem k ústí zvyšuje. Koncentrace se pak může pohybovat i k hodnotám přes 1 mg/l (PO_4^{3-}).

Při zvýšené koncentraci fosforečnanů dochází k eutrofizaci vod (nadměrné množství živin, bujení vodní flóry). [2,3,4]

Křemík

Nejrozšířenějším prvkem v přírodě po kyslíku je křemík. Je součástí velkého množství minerálů – slídy, živce, pyroxeny apod. Působením oxidu uhličitého a vody na hlinitokřemičitany se křemík dostává do vod. Tato rovnice je popsána u sodíku a draslíku. Ve vodách se vyskytuje nejčastěji jako iontová forma (HSiO_3^-) nebo neiontová v podobě kyseliny ortokřemičité Si(OH)_4 . Při vyšších hodnotách pH se vyskytují i iontové hydroxokomplexy jako například $[\text{Si(OH)}_5^-]$, $[\text{SiO}_2(\text{OH})_2]^{2-}$, $[\text{Si(OH)}_6]^{2-}$. Křemík je ve vodách přítomen v koloidní či nedisociované formě a neovlivňuje tak pH a acidobazické poměry.

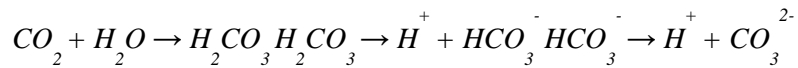
Koncentrace v povrchových a podzemních vodách se pohybuje okolo desetin až jednotek mg/l SiO_2 , přičemž koncentrace u minerálních vod je vyšší.

Sloučeniny křemíku nejsou z hygienického hlediska závadné, naopak jsou potřebné pro některé mikroorganismy (např. rozsivky). Negativní vliv však mají při použití v průmyslu a to zejména v pivovarech, textilkách a elektrárnách, kde vznikají tvrdé inkrustace na lopatkách turbín [2]

Oxid uhličitý a jeho iontové formy

V atmosféře je oxid uhličitý zastoupen 0,03 objemových procent. V čisté vodě se rozpustí asi 0,7 mg/l CO_2 při teplotě 10°C. Oxid uhličitý se do přírodních vod dostává dvěma základními způsoby, které se dále dělí a to vadózním a juvenilním. Vadózní způsob je ten, při kterém se CO_2 dostane do vod při rozpouštění CO_2 v atmosférických vodách, dále obohacením při prosakování povrchových vrstev, kde jsou obsaženy uhličitánové minerály. Dále sem řadíme také oxid uhličitý, který vzniká jako produkt při biochemických oxidacích organických látek, a také hydrogenuhličitany, které přecházejí do vod za působení CO_2 a vody na uhličitánové minerály. Juvenilní způsob je ten, kdy získáváme oxid uhličitý při chládnutí magmatu z plyných výronů. Magma vzniká za vysokých teplot a díky tomu se rozkládají uhličitánové minerály. Tím pádem bývá koncentrace CO_2 v podzemních vodách vyšší než ve vodách povrchových.

Nejčastější formou, při které se ve vodách vyskytuje, je volně hydratovaný $\text{CO}_2(\text{aq})$. Z celého množství reaguje s vodou pouze 1% za vzniku kyseliny uhličitě, která disociuje ve dvou stupních:



Sumace všech tří forem (hydrogenuhličitanového, uhličitanového a volného) je označována jako veškerý oxid uhličitý. Jednotlivý výskyt těchto forem je přímo úměrný hodnotě pH. Je-li hodnota pH nižší než 4,5, pak se ionty $(HCO_3)^-$ prakticky neobjevují a největší zastoupení má volný oxid uhličitý, při hodnotě pH 8,3 převládá forma $(HCO_3)^-$ a nad hodnotu pH 10,5 jsou nejvíce zastoupeny ionty CO_3^{2-} .

Pokud hodnota pH nepřekračuje 8,3 je oxid uhličitý součástí všech přírodních vod. Koncentrace je proměnlivá, jelikož část oxidu uhličitého reaguje s některými minerály, část uniká do atmosféry a část se spotřebovává při fotosyntéze. Koncentrace v tekoucích povrchových vodách rozpuštěného volného CO_2 se pohybuje v jednotkách mg/l, pouze ojediněle nalezneme koncentrace nad 10 mg/l. Ve stojatých vodách se koncentrace rozděluje do vrstev – ve spodních vrstvách je koncentrace vyšší, zatímco v horních naopak nižší. Důsledkem silné fotosyntetické asimilace může dojít i k úplné spotřebě oxidu uhličitého v horních vrstvách nádrží. Tím je způsoben nárůst pH nad hodnotu 8,3 a tak se začne tvořit nerozpustný uhličitan vápenatý. [2,4]

Hydrogenuhličitaný

Jsou běžnou součástí přírodních vod. Koncentrace v atmosférických vodách se pohybuje v jednotkách mg/l, v povrchových vodách se pohybuje v rozmezí desítek až stovek mg/l a v minerálních vodách v tisících mg/l. V mořských vodách je koncentrace nízká – pouhých 150mg/l. [4]

Uhličitaný

V podzemních a povrchových vodách se vyskytují jen zřídka a to většinou jen při fotosyntetické asimilaci. V užitkových a provozních vodách je jejich výskyt způsoben změkčovacími a odkyselovacími procesy.

Oxid uhličitý má velmi pozitivní účinky na sensorické vlastnosti vod. Voda je díky oxidu uhličitému osvěžující a chutná. Jeho vysoká koncentrace může zastírat nežádoucí chutě, které způsobují ostatní prvky. Pozitivní vlastnosti mají i hydrogenuhličitaný. Oxid uhličitý není ve vodách nijak hygienicky významný. Vůči některým materiálům jsou uhličitaný agresivní, to souvisí s rovnováhou jednotlivých forem vyskytujících se ve vodách. [4]

2.6.3. Plyny rozpuštěné ve vodách

Nejvýznamnější plyny, které se rozpouští ve vodách, jsou ty, které jsou zastoupeny v atmosféře – dusík, kyslík, vodík, inertní plyny a oxid uhličitý. Jiné plyny se do vodních toků dostávají později, jsou to hlavně oxid siřičitý, methan, sirovodík, radon, a jiné. Největší význam v chemii vody má kyslík a oxid uhličitý (které byly popsány v předchozí kapitole). [2,4]

Kyslík

Kyslík se do atmosférických voda sorbuje difuzí vzdušného kyslíku, do povrchových vod fotosyntetickou asimilací vodních rostlin a některými chemickými procesy v horních vrstvách. V destilované čisté vodě při atmosférickém tlaku (101 kPa) a pokojové teplotě (20°C) rozpustí okolo 9,02 mg O₂, se snižující se teplotou obsah rozpuštěného kyslíku stoupá a se stoupající je tomu přesně naopak. Pro danou teplotu mluvíme o stupni nasycení (v procentech/teoretické rozpustnosti).

Koncentrace kyslíku v povrchových vodách se pohybuje řádově v jednotkách mg/l, přičemž procento nasycení závisí na intenzitě fotosyntézy a průběhu denních teplot. Obvykle je procento nasycení okolo 95, ale může být i vyšší. Jakožto u peřejí a jezů, kde je provzdušňování vody mnohem intenzivnější.

Nutnou podmínkou pro život všech vyšších organismů ve vodách je přítomnost kyslíku. Pro většinu druhů ryb je minimální koncentrace kyslíku 3 – 4 mg/l, avšak kaprovité ryby snášejí pokles i na 2 mg/l. Mikroorganismy získávají kyslík pro biochemické oxidace při anaerobním stavu ve vodě redukcí anorganických kyslíkatých sloučenin. Následně redukují látky organického charakteru za vzniku nepříjemných pachů.

Jedním z hlavních ukazatelů ke zjištění čistoty toku je koncentrace kyslíku, spolu s dalšími prvky, které ukazují míru organického znečištění, tak umožní rychlé zhodnocení chemické a biologické stability vody. Kyslík je také velmi důležitý při aerobních procesech samočištění povrchových vod a biologického čištění odpadních vod.

Kyslík díky svému agresivnímu působení na kovy bývá do jisté míry problematický v technologických procesech (kyslíková koroze), hlavně s oxidem uhličitým. [2,4]

Dusík

Do atmosférických vod se dusík dostává ze vzduchu přímým rozpouštěním. Při průsaku půdou se do ostatních vod dostávají jako produkty denitrifikačních pochodů. Ačkoli je kyslík méně rozpustný než dusík, je jeho koncentrace ve vodách vyšší. Je to dáno vyšším parciálním tlakem dusíku v atmosféře.

Dusík je chemicky poměrně stálý, avšak působením mikroorganismů často dochází k biochemickým transformacím na organicky vázaný dusík.

V základní formě není dusík hygienicky ani technologicky významný a proto se ve vodách nestanovuje, n rozdíl od dusitanů, dusičnanů a amoniakálního dusíku jak bylo popsáno v předchozí kapitole. [2]

Methan

Methan jakožto prvek je převážně biochemického původu a nachází se pouze v podzemních vodách. Bývá převážně produktem v oblastech s ropnými ložisky a to působením methanových bakterií. [4]

2.7. Organické látky

Organické látky se vyskytují ve všech druzích vod. V podzemních a pramenitých vodách je jejich koncentrace velmi nízká, protože se sem dostávají jediné výluhem z humusu. Přičemž u bažin s mechovými porosty jsou jejich koncentrace velmi vysoké. Je to způsobeno pozvolným mikrobiálním rozkladem odumřelých rostlinných organismů. Jako další zdroj organických látek jsou produkty živočichů a rostlin. Povětšinou se jedná o těžce biologicky odbouratelné látky, které vznikají polyfenolovou kondenzací (celulóza, lignin), což představuje oxidační kondenzaci jednoduchých (aromatických) jader. Polyfenolové kondenzáty jsou jejich výsledkem a vznikají propojením aromátů karboxylovými, kyslíkovými a dalšími můstky. Kondenzáty vzniklé tímto způsobem nazýváme huminové látky a ty podle fyzikálních a chemických vlastností dále dělíme na humusové kyseliny a na frakce kyseliny humatomelanové. Kyseliny humusového charakteru dále dělíme na fulvokyseliny a huminové kyseliny.

Huminové kyseliny v kyselém prostředí přechází v roztoky pravé a chovají se jako slabě koloidní roztoky. Mají tmavě hnědé zabarvení, způsobují kyselou reakci vody a jsou slabě disociovány. Huminové kyseliny mají oproti fulvokyselinám vyšší molekulovou hmotnost. Ve vodě se lépe rozpouští, mají světlejší barvu (žlutá až světle hnědá) a kyselější charakter. Dokáží utvářet s kovy komplexní sloučeniny. Soli těchto kyselin se nazývají humáty.

Koncentrace huminových látek ve vodách se pohybuje v rozmezí desetin až jednotek mg/l, záleží na druhu lokality. Vyšší koncentrace huminových látek, až desítky mg/l, jsou v rašelinných oblastech - Jeseníky či Šumava. Díky tomu jsou pak vody zbarvené, mají sníženou hodnotu BSK₅, zvýšenou hodnotu CHSK, reagují kyselé a obsahují amoniak, železo a mangan. V pitné vodě jsou huminové látky nežádoucí, způsobují svíravou chuť vody.

Do povrchových toků se při zpracování dřeva na celulózu dostávají látky ligninové povahy, jejichž chemickou strukturu tvoří fenylypropanová struktura. Látky ligninového charakteru zatěžují dlouhé úseky toků v důsledku velké odolnosti proti biologickému rozkladu. Ani biologickým čištěním je nelze odstranit. Odpadní vody jsou dalším zdrojem organických látek, které obsahují tenzidy, fenoly,

ropné podíly, benzenové polykondenzáty aj. To vede k problémům při použití takto znečištěné vody v průmyslu, nebo při její úpravě na pitnou vodu. [2,4,9]

2.7.1. Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Je definována jako množství kyslíku, které se spotřebuje za přesně vymezených podmínek na oxidaci organických látek ve vodě silnými oxidačními činidly (KIO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4). CHSK se uvádí jako hmotnost kyslíku, která je ekvivalentní spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody, nejčastěji v mg/l, u odpadních vod s velkým znečištěním v g/l. Hodnota CHSK je mírou celkové koncentrace organických látek ve vodě. Hodnota CHSK je nedílnou součástí každého rozboru všech typů vod. Stanovuje se jako ukazatel znečištění při:

- rozboru pitné vody
- rozboru povrchových vod při klasifikaci jejich jakostních tříd
- vypouštění odpadních vod do povrchových vod
- kontrole odpadních vod

Metod navržených ke stanovení CHSK a jejich modifikací je mnoho. V dnešní době se ke stanovení CHSK používají převážně tyto dvě. Při první metodě se jako oxidační činidlo používá manganistan draselný a u druhé metody dichroman draselný. Účinnější z těchto dvou metod je ta při níž se používá dichroman draselný. Metoda s dichromanem draselným dosahuje vyššího oxidačního účinku, než všechny manganistanové metody. Používá se větší koncentrace oxidačního činidla, vyšší teplota oxidace, delší reakční doba a především jako katalyzátor se používají při oxidaci ionty Ag^+ . U manganistanové metody nemůžeme použít velkou koncentraci manganistanu a ani vysokou reakční teplotu, protože manganistan za těchto podmínek podléhá autoredukci. Výhodou manganistanové metody je její jednoduchost, malá spotřeba tepelné energie a oxidačních činidel. Avšak daň, kterou takto zaplatíme je nízký stupeň oxidace organických látek. U dichromanové metody je výhodou vysoký stupeň oxidace organických látek a nevýhodou velká spotřeba tepelné energie a oxidačních činidel. V pitných a neznečištěných vodách je špatná reprodukovatelnost stanovení, a proto se pro tyto vody používá manganistanová metoda. Pro povrchové vody se používá jak manganistanová, tak i dichromanová metoda. Pro stanovení v odpadních vodách se používá metoda dichromanová. [10,11]

2.7.1.1. Stanovení CHSK_{Mn} - chemická spotřeba kyslíku manganistanovou metodou

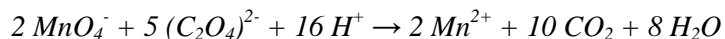
Oxidace manganistanem draselným se běžně používá při analýze povrchových, pitných a podzemních vod. Tato metoda je založena na oxidaci manganistanem draselným v prostředí kyseliny sírové. Vzorek spolu s manganistanem umístěný do kyselého prostředí je zahříván 10 minut při průměrné teplotě 97 °C. Množství manganistanu spotřebovaného na oxidaci se zjistí tak, že se

k roztoku dodá ekvivalentní množství standardního roztoku šřavelanu sodného. To se provádí titrací odměrným roztokem manganistanu draselného.

Reakce oxidace oxidovatelných látek ve vzorku vody:



Reakce po přidavku šřavelanu sodného do reakční směsi:



2.7.1.2. Stanovení CHSK dichromanem draselným – standardní metoda

Tato metoda je založena na oxidaci organických látek obsažených v odpadní vodě dichromanem draselným prováděném v prostředí kyseliny sírové při dvouhodinovém varu. Oxidace organických látek se provádí v nadbytku dichromanu a je katalyzována stříbrnými ionty.[11]

2.7.1.3. Stanovení CHSK dichromanem draselným – modifikovaná semimikrometoda

Oxidační činidlo i reakční podmínky jsou pro oxidaci organických látek ve vzorku odpadní vody stejné jako u standardní metody stanovení CHSK. Koncentrace chromitého iontu, který vznikl redukcí z dichromanu draselného, se stanoví metodou absorpční spektrofotometrie při vlnové délce $\lambda = 600 \text{ nm}$. [11]

2.7.2. Nerozpuštěné látky (NL)

Nerozpuštěné látky jsou suspendované látky tuhého charakteru, které jsou unášeny vodami, sunuty po dně nebo plavou na hladině. Stanovují se filtrací a vysušením filtrátu při 105°C do konstantní hmotnosti.

K čištění odpadních vod, které obsahují nerozpuštěné látky se používají síta, česla, lapáky a usazovací nádrže. Modernější způsoby čištění využívají filtrace, magnetické koagulace. V některých případech se využívají i velké přírodní kalojemy (přírodní sedimentační nádrže, odkaliště). Tato metoda se využívá v hornictví pro odstranění flotačních hlušín a v energetice k odstranění popílku a produktů z odsíření spalin. Avšak tato metoda pomocí odkalovacích zařízení není vhodná pro životní prostředí.[11]

2.7.3. Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

Biochemická spotřeba kyslíku je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických procesech určeného k rozkladu organických látek ve vodě při aerobních podmínkách. Množství kyslíku potřebné k rozkladu je přímo úměrné koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek. Biologicky nerozložitelné látky nejsou do tohoto stanovení zahrnuty. Množství BSK se vyjadřuje v jednotkách hmotnostní koncentrace (mg/l).

Jelikož organické látky jsou jednou z hlavních složek znečištění vody, patří BSK mezi jejich důležité ukazatele. Organické látky označené jako BSK hrají důležitou roli při odčerpávání rozpuštěného kyslíku z vody => BSK je také důležitým ukazatelem kyslíkového režimu vod.

Hodnota BSK se stanovuje u povrchových, splaškových, odpadních vod a také u některých vod průmyslových. Patří mezi nejdůležitější hodnoty rozboru těchto vod. Při vyhodnocování zpracování kvality vod pomocí biologických čistíren jsou hodnoty BSK jedním z nejdůležitějších ukazatelů.

Hodnota BSK závisí na mnoha faktorech, jako je např. reakční teplota, reakční doba, druh, koncentrace a stupeň adaptace mikroorganismů provádějících rozklad, koncentrace kyslíku, koncentrace biogenních prvků v prostředí, pH prostředí, přítomnost toxických či inhibičních látek.

Nejběžnější metodou získání BSK je standardizovaná metoda, tzv. zředovací, pro stanovení pětidenní BSK (BSK_5). Používá se jak pro povrchovou, tak i odpadní vodu. Metoda spočívá ve stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku v předem připraveném vzorku vody nultého a pátého dne inkubace. Úpravou vzorku je myšleno nasycení roztoku kyslíkem, vytemperování roztoku na teplotu inkubace, popř. zředění vzorku. Inkubace vzorku spočívá v ponechání vzorku v uzavřené lahvi, bez přístupu světla, vzduchu a při teplotě 20 °C.

Velkou výhodou této metody je, že lze provést v každé běžné laboratoři a nepotřebuje žádné speciální vybavení. Nevýhodou této metody je, že podmínky při stanovení BSK se podstatně liší od podmínek skutečných.

Kromě metody zředovací se používají ještě metody respirometrické, které jsou založené na principech plynoměrné analýzy, díky nimž lze eliminovat některé nedostatky zředovací metody. Jejich výhodou spočívá v tom, že můžeme pracovat bez ředění odpadních vod, napodobovat podmínky při biologickém čištění odpadních vod v aktivaci a sledovat celý průběh BSK, jako je vliv pH různých počátečních koncentrací substrátu, toxických látek atd. Nevýhodou je složitější aparatura, která je méně dostupná v běžných laboratorních zařízeních a náročnější při stanovení BSK málo znečištěných vod. Respirometrické metody nemohou nahradit běžné zředovací metody, a tudíž jsou vhodné spíše pro výzkum.

Hodnoty BSK stanovené zředovací a respirometrickou metodou nejsou srovnatelné, jelikož se hodnoty stanovují za odlišných podmínek.

Nejrozšířenější metoda ke stanovení BSK_5 je klasická zředovací standardní metoda, která se nazývá také jako základní či rozhodčí. U hodnot stanovených touto metodou (BSK_5) je započítán také kyslík spotřebovaný při nitrifikaci. Aby stanovená hodnota byla uvěřitelná, je třeba postupovat jedním z následujících pokynů:

- od hodnoty BSK₅ dosažené při stanovení standardní zředovací metodou je nutné odečíst množství kyslíku spotřebovaného při nitrifikaci ve vzorku během pětidenní inkubace
- při úpravě vzorku před inkubací ke stanovení BSK₅ standardní zředovací metodou přidat látku, která zabraňuje nitrifikaci [10,11]

2.7.4. Rozpuštěné látky (RL)

Rozpuštěné látky jsou látky, které zbudou ve filtrátu dehydratací vzorku odpařením, vysušením a vyžiháním při 600°C do konstantní hmotnosti. Patří mezi ně především rozpuštěné anorganické soli.

K odstranění rozpuštěných látek potřebujeme technicky a ekonomicky velmi náročné technologie, mezi něž patří destilace, iontová výměna, membránové způsoby, atd. Zvýšená koncentrace rozpuštěných látek má za následek salinitu vody. [10]

2.8. Legislativa vodního hospodářství

Problematikou vodního hospodářství se zabývá velké množství zákonů, z nichž nejdůležitější jsou:

- Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), jak vyplývá ze změn provedených zákony č. 76/2002 Sb., č. 320/2002 Sb. a č. 274/2003 Sb.

Vodní zákon č. 254/2001 Sb., upřesňuje a podrobněji rozvádí téměř 20 dalších prováděcích předpisů (vyhlášek a vládních nařízení). Z hlediska ochrany a tvorby životního prostředí patří mezi nejvýznamnější:

- Vyhláška MŽP o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových č. 293/2002 Sb.
- Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech č. 23/ 2011 Sb.
- Nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení jakosti těchto vod č. 71/2003 Sb.
- Nařízení vlády o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech č. 103/2003 Sb.

Problematiku vodního hospodářství řeší následující doplňující zákony:

- Zákon o povodích č. 305/2000 Sb.
- Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 320/2002 Sb. a č. 274/2003 Sb.

Významným a neopomenutelným právním předpisem z pohledu našeho zdraví, požadavků na kvalitu a jakost pitné vody je:

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly č. 376/2000 Sb. [11]

2.9. Popis ČOVOP Papírna, s.r.o. Olšany

OP papírna, s.r.o., člen rakouského holdingu Delfortgroup, se zabývá výrobou cigaretových papírů, tenkých tiskových papírů, cigaretové konfekce a buničiny z jednoletých rostlin (tzv. pololátky). Výrobní centrála se nachází v malé vesnici Olšany nedaleko města Šumperk.

Výroba papírenských produktů byla v Olšanech zahájena již před více než 140 lety. Papírna byla postavena v roce 1861. Strojová výroba v tomto podniku byla odstartována v roce 1862, a v roce 1870 se začalo s produkcí cigaretových papírů, jejichž výroba trvá dodnes. Za tu dobu společnost nasbírala značné množství zkušeností a získala know-how, které je pro ni významnou devízou současnosti i budoucnosti.[12]

Výroba tiskového papíru byla zahájena v roce 1971. Její součástí je úprava tohoto produktu do různých formátů, od velkých archů přes standardní formát A4 až po úpravu pro výrobu bloků. Svoji kvalitou si tiskový papír získal na trhu stabilní postavení. Vysoká technická úroveň vybavení v papírně umožnila též vstup na trh s nízkogramážním papírem pro tiskařský průmysl.

V roce 1997 se stala papírna součástí rakouské společnosti Trierenberg Holding. Byly uskutečněny rozsáhlé investice do strojového zařízení, technického vybavení, výrobních procesů a lidských zdrojů. To umožnilo, aby produkty papírny splňovaly mezinárodní standardy kvality. S komplexní přestavbou „Papírenského stroje č.5“ v roce 1999 se začala psát nová kapitola v historii papírny. Na tomto stroji byl spuštěn nový výrobní program zvaný „Tenký tiskový papír“. Byla to reakce na požadavky nejnáročnějších a nejdůležitějších obchodních partnerů a zákazníků, jež kladou vysoké nároky na kvalitu jak výrobků, tak služeb.

V roce 2007 se OP papírna, s.r.o. stala součástí celosvětové firmy Delfortgroup. Vzhledem k relativně malé produkci pololátky v OP papírně, s.r.o. nedisponuje společnost klasickou technologií k likvidaci odpadních vod z výroby buničiny jako klasické celulózky (zahuštění a spálení výluhu, za účelem regenerace chemikálií a získání energie). [12,13,14]

2.9.1. Popis čištění odpadních vod OP papírna, s.r.o.

Odpadní voda na vlastní čistírnu je čerpána ze dvou čerpacích stanic (bílé odpadní vody od papírenských strojů, které jsou mechanicky čištěny ve dvou sedimentačních nádržích a opětovně využívány ve výrobě a barevné odpadní vody z výroby buničiny, které natékají přímo na primární sedimentaci). Po primární sedimentaci (891 m³) následuje tří komorová aktivace v sériovém uspořádání (3 x 845 m³), dosazovací nádrž (1663 m³), čičič (1100 m³) a dvě retenční nádrže (cca 22 000 m³).

Tabulka 2.1 Bilance nátoků na ČOV za rok 2012

	NL [tun]	CHSK [tun]	BSK ₅ [tun]	RL [tun]
<i>papírenské stroje</i>				
PS 1	404	6	12	96
PS 4	324	20	15	120
PS 5	530	192	120	552
<i>výroba buničiny (pololátky)</i>				
Bělírna	216	996	360	1 404
prací vody (tzv. BIVIS)	72	504	160	432
celkem	1 546	1 718	667	2 604

Plánovaná kapacita		Skutečnost	
Q s	100	83	l/s
Q hod	360	300	m ₃ /hod
Q den	8 640	7 200	m ₃ /den
Q rok	3 153 600	2 628 000	m ₃ /rok

Středisko výroby buničiny (pololátky) dominantně zatěžuje ČOV (79,9% CHSK, 69,7% BSK₅, 68,5% RL a 28,6% NL). Při tomto enormním zatížení je navíc velice nevýhodný poměr mezi BSK₅ a CHSK pro odpadní vody z bělírny a pro odpadní vody vznikající při praní uvařené buničiny (tzv. BIVISové vody dle názvu pracího zařízení). BIVISové vody jsou navíc silně alkalické a koncentrované (CHSK je v rozmezí 80 000 až 150 000 mg/l). Vlastní černý výluh, který vzniká při várce vstupního materiálu je odvážen v cisternách mimo OP papírnu s.r.o. k následné likvidaci na biologických ČOV nebo do celulózek ke klasickému zpracování.[12]

2.9.2. První stupeň chemického srážení

Prací vody z výroby buničiny (tzv. BIVIS) jsou skladovány v samostatné nádrži o objemu 200 m³ v areálu ČOV. Tyto vody jsou řízeně dávkovány dle průtokoměru pomocí čerpadla s frekvenčním měničem. Do potrubí pracích vod je přes průtokoměr dávkována 76% kyselina sírová automaticky regulovaným pneumatickým čerpadlem. Průběh kyselého srážení (tzv. technologie ASTRID) je monitorován pH metrem. Okyselením alkalických pracích vod dochází k vysrážení ligninu a jeho derivátů. Pouhým okyselením a vysrážením dochází k 56% redukci CHSK!

Tyto vysrážené odpadní vody natékají na primární sedimentaci, kde se mísí se všemi dalšími proudy odpadních vod. [12]

2.9.3. Druhý stupeň chemického srážení

Do nátoky na primární sedimentaci řízeně dávkujeme síran hlinitý. Proces chemického srážení síranem hlinitým je řízen dle on-line měření na odtoku z primární sedimentační nádrže: kontinuální měření CHSK (sonda UVAS) a pH metr. Síran hlinitý je dávkován v takovém množství, aby specifický absorpční koeficient při 254 nm měřený sondou UVAS se pohyboval v rozmezí 200 až 500 m⁻¹. Tento proces není řízen automaticky, neboť je důležité správně nastavit poměr mezi kys. sírovou a síranem hlinitým a to tak, aby pH na odtoku nekleslo pod 4,5. Nátok do aktivace se běžně pohybuje v rozmezí pH 4,5 až 6. Dalším důležitým parametrem, který ovlivňuje množství a poměr dávkovaných chemikálií je zatížení dmyhadla v aktivačním stupni. Množství kyslíku v aktivaci je automaticky

regulováno na 2 mg/l přes frekvenční měnič (2 x LDO sonda na měření rozpuštěného kyslíku umístěna na začátku 3. poslední aktivační komory). V případě nedostatečného vnosu vzduchu do aktivace se dávka síranu hlinitého zvyšuje nezávisle na hodnotě specifického absorpčního koeficientu. Flokulant se do primární sedimentace po opětovných problémech s flotací kalu již nedávkuje.[12]

2.9.4. Biologická ČOV

Biologické čištění probíhá ve třech aktivačních komorách s jemnobublinou aerací. Komory jsou sériově uspořádány, regenerace byla zrušena v roce 2003. Celkový objem aktivace činí 2 500 m³. Dodávku vzduchu zajišťuje dmychadlo Aerzen GM 80 s hodinovou kapacitou 4 500 m³/hod, příkon 110 kW. Dmychadlo je regulováno frekvenčním měničem v závislosti na hodnotách měřenými dvěma LDO sondami. Biologická ČOV je v současnosti řízena pouze s ohledem na jediný parametr a tím je hodnota CHSK na odtoku z poslední aktivační komory. [12]

2.9.5. Třetí stupeň chemického srážení

Na odtok z dosazovací nádrže, nátok do čičiče (poslední stupeň ČOV) se dávkuje produkty na bázi PAC nebo síran hlinitý. Dávka je opět řízena dle hodnot on-line měřeného specifického absorpčního koeficientu na odtoku z čičiče. Anionaktivní flokulant je dávkován do kanálu cca 5 m za dávkovací místo PAC v závislosti na průtoku vody čistírnou. [12]

2.9.6. Retenční nádrže

Ve druhé polovině roku 2005 byly dokončeny v prostorách za ČOV dvě retenční nádrže. Jedná se o dvě nezávislé nádrže o celkovém objemu cca 22 000 m³. V případě zhoršení kvality vyčištěné odpadní vody lze touto vodou napustit nádrže a v závislosti na aktuálních spotřebách vody ve výrobě nevypouštět přibližně 3,5 dne odpadní vodu do recipientu. Tento poslední stupeň velmi vhodně esteticky doplnil vzhled ČOV a obrovským způsobem zvýšil bezpečnost chodu ČOV vůči životnímu prostředí. [12]

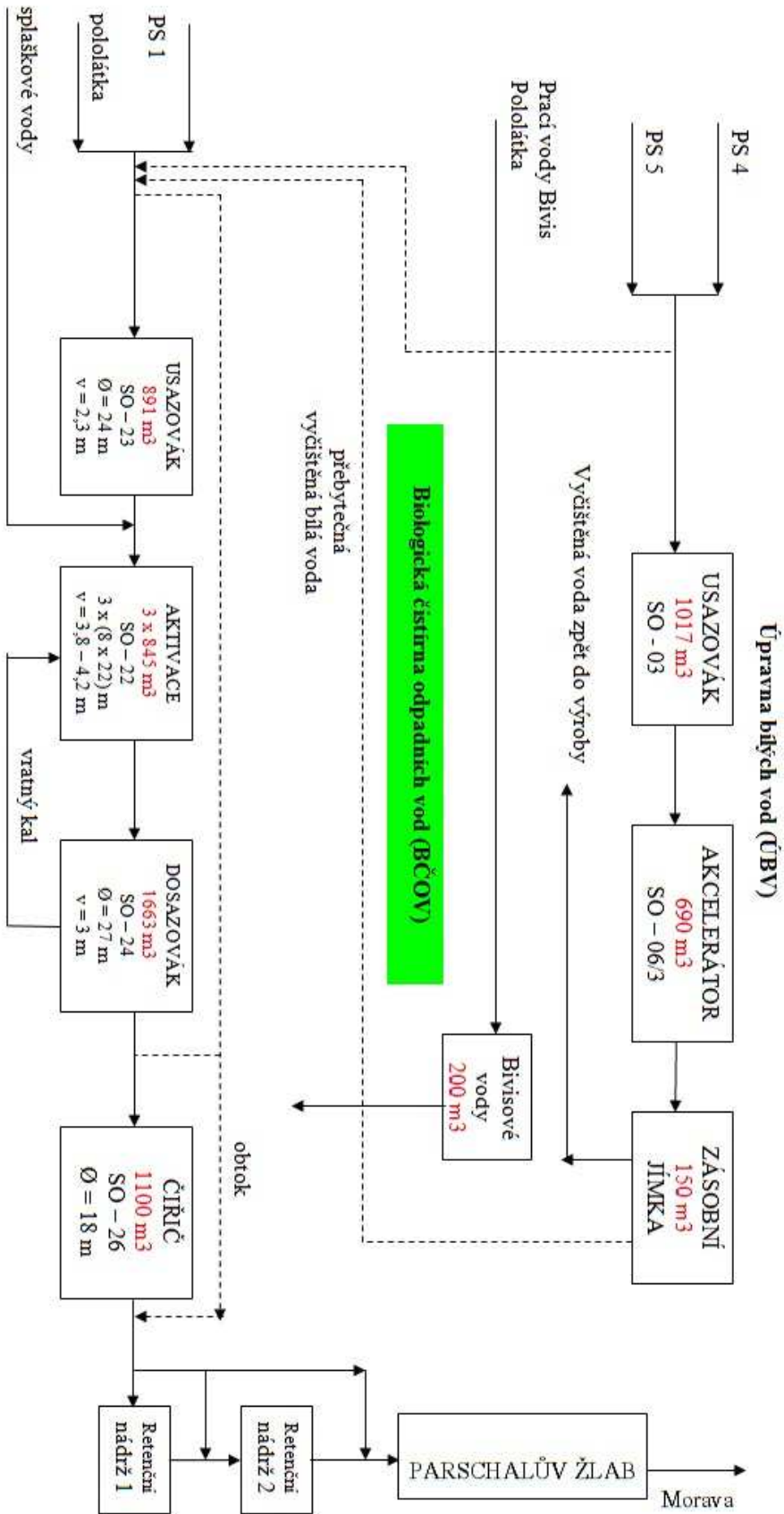
2.9.7. Kalové hospodářství

Kal je zpracováván na deskovém kalolisu a odstředivce od firmy Flotweg. Jedná se o papírenský kal se směsí z chem. srážení a kal přebytečný z aktivace smíchaný s kalem z posledního stupně chem. srážení. Kal je odvážen z 50% do cihelen a 50% do kompostárny. Na skládky není deponováno nic. [12]



Obrázek č.1: Schéma ČOV

TOKOVÉ SCHEMÁ



Obrázek 2: Blokové technologické schéma ČOV Olšany

Tabulka 2.2 Přípustné emisní limity vypouštěného znečištění na odtoku z BČOV

Emisní limit					Termín dosažení
Ukazatel	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	Přípustná hodnota koncentrace		Množství znečištění (t/rok)
			„p“ (kg/t)	„m“ (kg/t)	
CHSK _{Cr}	160	250	15	30	350
BSK ₅	30	50	2,25	3,75	70
NL	35	60	4	6	80
AOX	1,0	1,4	0,2	0,4	2, 52
	Měsíční průměr(mg/l)		Denní průměr (mg/l)		
Hg	0,03		0,08		0, 0025

Tabulka 2.3 Přípustné množství vypouštěných odpadních vod na odtoku z BČOV

Q_{prům}	100 l/s
Q_{max}	125 l/s
Q_{max}	3.153.600 m ³ /rok



Obrázek 2: *Letecký pohled na OP papírna Olšany s.r.o.*



Obrázek 3: Letecký pohled na OP papírna Olšany s.r.o.

3. Experimentální část

3.1. Použité chemikálie:

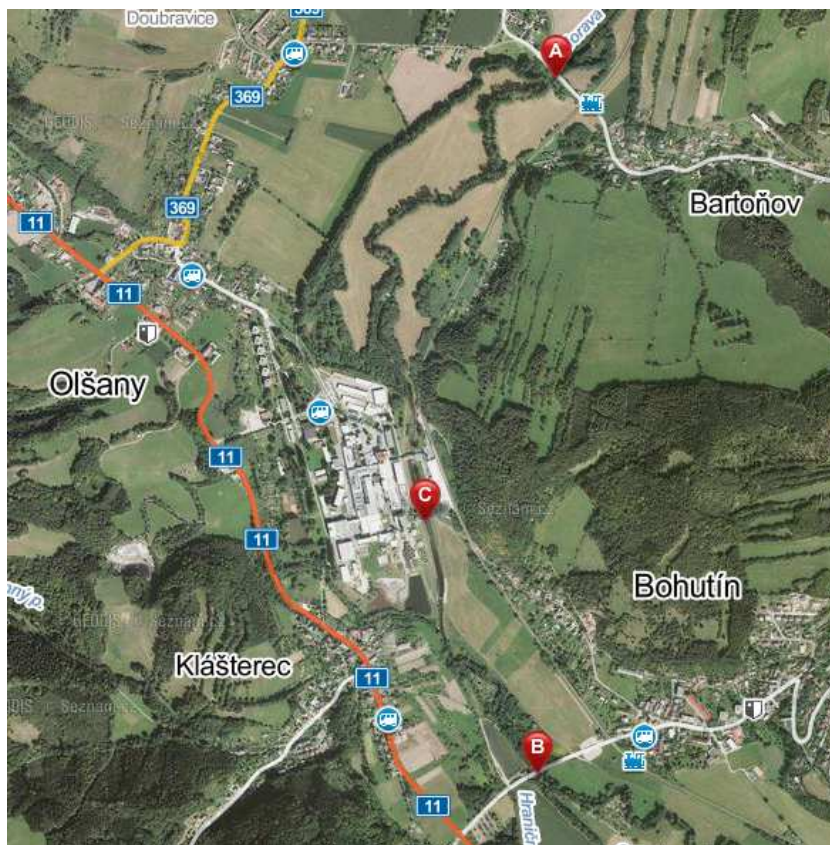
- Reagenční sady od Firmy HACH LANGE na stanovení CHSK
- Reagenční sada LCK 339 na stanovení dusičnanů
- Reagenční sada LCK 341 na stanovení dusitanů
- Reagenční sada LCK 304 na stanovení amoniakálního dusíku
- Reagenční sada na stanovení fosforečnanů
- Tyto chemikálie mi byly poskytnuty firmou OP papírna Olšany s.r.o.

3.2. Použité přístroje:




- Spektrofotometr DR 2800
- Konduktometr- typ Multi 9310 od firmy WTW
- Digitální pH metr- typ pH Tester 30 od firmy Waterprof
- Termoreaktor- typ CL 3200 od firmy WTW
- Digitální teploměr[°C]
- Váhy s přesností vážení 0,0001 mg
- Sušárna s termostatem
- Eksikátor
- Odsávačka s Buchnerovou nálevkou

3.3. Odběry vzorků

Odběry vzorků probíhaly v období od 11.6.2012 do 12.4.2013 jednou měsíčně. Vzorky jsem odebírala do třech plastových vzorkovnic o objemu 1,5l a to na třech odběrných stanovištích. První odběrné místo se nacházelo pod silničním mostem Ruda nad Moravou- Bartoňov (bod A, viz obr.1). Druhé odběrné místo se nacházelo pod silničním mostem Klášterec- Bohutín (bod B, viz obr. 1) a poslední místo, kde jsem odebírala, bylo přímo v areálu OP Papíren v měrném žlabu (bod C viz obr. 1). Vzorky byly odebírány z prostřední části šíře toku a střední hloubky řeky Moravy. U všech tří odebraných vzorků byla ihned zaznamenána teplota a pH. Po vykonání nezbytných měření v terénu se dále vzorky analyzovaly v laboratoři. Měřila se jejich konduktivita a stanovovala koncentrace dusitanů, dusičnanů, amonných iontů, fosforečnanů, nerozpuštěných látek, BSK₅ a CHSK_{Cr}.



Obrázek 4: odběrová místa

-  Silniční most Ruda nad Moravou – Bartoňov
-  Silniční most Klášterec – Bohutín
-  Měrný žlab

3.4. Stanovení biochemické spotřeby kyslíku- BSK₅

Vždy před stanovením BSK musíme předem vědět hodnotu CHSK, podle toho potom připravujeme množství splaškové vody např.: (pokud je rozsah CHSK 1500 tak splaškové vody dáme 5 ml). Ke stanovení BSK si připravíme očkovací ředící vodu, na jejíž přípravu použijeme čerstvě nadestilovanou vodu zahřátou na 20°C (±2°C). Voda se provzdušní, až dosáhne koncentrace kyslíku 8-9mg/l. 1litr vody má obsahovat 1ml od každého ze 4 roztoků biogenních prvků (živin). Živiny se přidávají v polovině objemu připravovaného množství a po přidání každého roztoku se promíchají. Po přidání čtvrtého roztoku doplníme na celý objem a promícháme.

Takto připravenou ředící vodu zaočkujeme splaškovou vodou, nejlépe těsně před měřením. Splašková voda by měla mít koncentraci CHSK pod 300 mg/l (po filtraci). Na 1 litr očkovací ředící

vody se použije 5-20 ml splaškové vody. Čím je hodnota CHSK splaškové vody nižší tím větší množství splaškové vody se přidá. Výsledné BSK by mělo být asi 1/3 CHSK.

Předem promyté kyslíkové nádoby se naplní (tak aby trochu přetékały) zaočkovanou ředící vodou pro slepé stanovení (vždy 2 nádoby pro 1 stanovení). Nechají se uniknout bublinky na stěnách a jedna sada vzorků se uloží do termostatu na 5 dní ± 4 hodiny, přičemž ve druhé sadě se změří dimetrem koncentrace rozpuštěného kyslíku v čase 0. Po uplynutí stanovené doby 5 dnů se opět změří dimetrem koncentrace rozpuštěného kyslíku v čase 5 dnů.

Hodnota BSK_5 se vypočítá podle rovnice:

$$BSK_5 = \frac{(C_1 - C_2) - (V_t - V_e)}{V_t * (C_3 - C_4) \frac{V_t}{V_e}}$$

C_1 - koncentrace kyslíku vzorku v čase 0

C_2 - koncentrace kyslíku po 5 dnech

V_t - celkový objem naředěného vzorku v ml

V_e - objem vzorku pro ředění v ml

C_3 - koncentrace kyslíku slepého stanovení v čase 0

C_4 - koncentrace kyslíku slepého stanovení po 5 dnech

3.5. Stanovení nerozpuštěných látek- NL

Připraví se filtr ze skleněných vláken předem namočených na několik hodin do destilované vody a vysušených přes noc v sušárně při 105°C (uloženo v exsikátoru) a zváží se na analytických vahách.

Vzorky odebereme do lahví z průhledného materiálu. Lahve naplníme tak, aby zůstal pod uzávěrem volný prostor a bylo možné obsah láhve protřepat. Nerozpuštěné látky musíme stanovovat co nejdříve po odběru vzorku. Nejlépe do 4 hodin. Pokud vzorek nemohu analyzovat ihned po odběru, uložím vzorek do temna a při teplotě nižší než 8 °C (vzorek nesmí zmrznout). Vzorky se temperují na teplotu laboratoře.

Přes zvážený a hladkou stranou dolů vložený filtr do nálevky se prefiltruje odměřené množství vody a to u vzorku č.1.(silniční most Ruda nad Moravou – Bartoňov) bylo množství 1 litru. Vzorku č.2.(silniční most Klášterec – Bohutín) jsem použila také 1 litr a u vzorku č.3. (Měrný žlab -místo vypouštění odpadních vod) to bylo množství 0,5 litrů.

Odměrný válec se vypláchne 20 ml destilované vody a stěny se opláchnou dalšími 20 ml destilované vody. Po odfiltrování všech tří vzorků se pomocí pinzety všechny tři filtry vyjmou z odměrných válců a dají se sušit do sušárny minimálně na 2 hodiny při teplotě 105 °C. Po vysušení se filtráty dají do exsikátoru a po vychladnutí se zváží na digitálních vahách.

Výpočet:

$$NL = \frac{1000 * (m_2 - m_1)}{V_0}$$

NL- hmotnostní koncentrace nerozpuštěných látek v g/l

m₁- hmotnost filtru (g)

m₂- hmotnost filtru s nerozpuštěnými látkami po vysušení (g)

V₀- objem vzorku použitý pro stanovení (ml)

3.6. Měření teploty

Teplota vzorků byla měřena hned po jejich odběru, která se prováděla ve vzorkovnici digitálním teploměrem. Avšak před samotným měřením bylo ještě nutné teploměr opláchnuto vzorkem měřené vody z důvodu možné kontaminace a až poté byl vsunut do připravené polyethylenové vzorkovnice. Výsledná teplota byla zaznamenána ve stupních Celsia [°C].

Kalibrace přístroje k stanovení pH

Osušenou elektrodu ponoříme do kádinky s pufrům příslušné hodnoty pH a na přístroji spustíme funkci automatické kalibrace. Kalibrace se provádí 1 krát za týden.

3.7. Stanovení pH

Hodnota pH se ve vzorku rychle mění v důsledku chemických, fyzikálních nebo biologických pochodů. Proto je nutné pH měřit pokud možno co nejdříve po odběru, nejpozději však do 6 hodin. Elektrodu měřicího přístroje opláchneme destilovanou vodou a ponoříme do připravené vzorkovnice s měřeným vzorkem a po dobu měření s ním mícháme. Přístroj zapneme a spustíme měření. Po ustálení se na displeji přístroje zobrazí naměřená hodnota pH, zkorigovaná na teplotu 25°C, kterou zapíšeme. Elektrodu opět opláchneme destilovanou vodou, osušíme filtračním papírem a do dalšího měření uchovááme ponořenou v pufru o pH 6,86.

3.8. Stanovení konduktivity

Stanovení konduktivity se provádělo ihned po návratu z terénu v laboratoři. Vzorky vody se odebírali do PE lahví, které byly zcela naplněné a utěsněné. Při odběru se nesmí používat vzorkovnice ze sodného skla. Přístroj je vybaven korekcí elektroodvé konstanty a teplotním kondenzátorem.

Před začátkem měření musíme kalibrovat celu (sondu) pomocí 0,1 M roztoku KCl a před každým následujícím měřím pak celu opláchnout destilovanou vodou.

K měření následujících hodnot bylo použito reagenčních sad od Firmy HACH LANGE určené pro (spektr-) fotometry. Všechny stanovované hodnoty byly měřeny na Spektrofotometru DR 2800. Tyto reagenční sady byly použity na stanovení chemické spotřeby kyslíku- CHSK, koncentrace dusitanů (N-NO_2), dusičnanů (N-NO_3), amoniakálního dusíku (NH_4^+) a fosforečnanů (PO_4^{3-}).

3.9. Stanovení chemické spotřeby kyslíku- CHSK

Příprava vzorku:

Rozsah	Roztok A	Roztok B	Vzorek
10-150 mg/l	0,3 ml	2,85 ml	3,0 ml
100-1500 mg/l	0,3 ml	2,3 ml	3,0 ml
500-10 000 mg/l	2,2 ml	1,8 ml	1,0 ml

Opatrně nadávkujeme u všech tří vzorků 3 ml předběžně upraveného vzorku vody do kruhových kyvet, kde se nachází roztok reagensů ze sady od Firmy Hach Lange. Nastává exotermická reakce, při níž se kyvety zahřejí (používáme ochranné brýle). Kyvety důkladně uzavřeme víčky. Při všech následujících krocích je bezprostředně nutné, aby se manipulovalo pouze s uzavřenou kyvetou!

Postup:

Vzorky v kyvetách intenzivně promícháme. Reakční kyvety ohříváme 120 minut při 148 °C v termoreaktoru (typ CL 3200 od firmy WTW). Vyjmeme kyvety z termoreaktoru a necháme je zvolna zchladnout ve stojánku. Kyvety v žádném případě nechladíme. Počkáme 10 minut a následně s kyvetami zatřepeme a necháme vychladnout na pokojovou teplotu (doba chládnutí alespoň 30 minut). Po samovolném zchládnutí kyvet se vloží do fotometru Hach Lange DR 2800 a změří se.

Měření:

Pro měření ve fotometru musí být kyvety čisté. V případě potřeby očistíme kyvety suchým čistým hadříkem. Při měření se řídíme manuálem používaného fotometru. F1, F2: korekční faktory pro fotometry SO 200 a SQ 300. Na všechny tři vzorky byla použita vlnová délka 415nm a rozsah 10-150 mg/l. Zákal vzniklý následně po reakci způsobuje falešně pozitivní hodnoty CHSK. Naměřená hodnota zůstává stabilní po delší časový úsek. S každou řadou stanovení se připraví slepé stanovení (reakční kyveta + destilovaná voda).

3.10. Stanovení dusitanů (N-NO₂)

Princip:

Dusitany reagují s primárními aromatickými aminy v kyselém prostředí za vzniku diazoniové soli. Ta reaguje s aromatickou sloučeninou obsahující amino nebo hydroxylovou skupinu za vzniku zbarveného azobarviva. Stanovení se provádí pomocí kyvetového testu LCK 341.

Postup:

Na každý ze tří měřených vzorků se stanoví slepý pokus tak, že se nadávkuje 2 ml vzorku do každé ze tří kyvety, našroubuje se zátka (originál s fólií) a změří se slepí pokus. Poté se sejme fólie ze zátky, kde se nachází činidlo, odšroubuje se DosiCap Zip a ihned se našroubuje DosiCap Zip zpět vroubkovanou částí nahoru, kde jsme předtím oddělali fólii. Obsah ze zátky se v kyvetě promíchá, dokud se činidlo zcela nerozpustí. Po 10 minutách se zkumavky několikrát překlápí, oťrou a provede se měření na fotometru.

3.11. Stanovení dusičnanů (N-NO₃)

Princip:

Dusičnany reagují v prostředí směsi kyseliny sírové a fosforečné s 2,6-dimethylfenolem za vzniku 4-nitro-2,6-dimethylfenolu. Stanovení je prováděno pomocí kyvetového testu LCK 339.

Postup:

Na každý ze tří měřených vzorků se stanoví slepý pokus tak, že na každé měření nadávkuje 1ml vzorku do každé ze tří kyvet, přidáme 0,2ml destilované vody, našroubuje se zátka (originál s fólií) a změří se zkumavka ve fotometru. Do nových tří zkumavek se odpipetuje 1ml vzorku od každého vzorku vody a přidá se 0,2ml roztoku A. Poté se zkumavky několikrát překlápí, až dojde k dokonalé homogenizaci. Po 15 minutách pečlivě oťreme zkumavky a provedeme měření na fotometru.

3.12. Stanovení amoniakálního dusíku (NH_4^+)

Princip:

Amonný iont reaguje při pH 12,6 s chlornanem a salicylanem za katalýzy nitroprusidu na idofenovou modř. Stanovení se provádí pomocí kyvetového testu LCK 304.

Postup:

Na každý ze tří vzorků se stanovíme slepý pokus tak, že se na každé měření nadávkuje 5ml vzorku do každé ze tří kyvet, našroubují se zátky (originál s fólií) na zkumavky a změří se na fotometru. Poté se sejme fólie ze všech zátek, odšroubují se DosiCap Zip a ihned se našroubují DosiCap Zip zpět vroubkovanou částí nahoru, čímž se nám do vzorků dostanou činidla z pod fólie, kterou jsme sejmuli. Obsah se musí dokonale promíchat. Po 15 minutách se zkumavky otřou a provedou se měření na fotometru.

3.13. Stanovení fosforečnanů (PO_4^{3-})

Princip:

Fosfátové ionty reagují s molybdátem a ionty antimonu v kyselém prostředí za vzniku antimonofosfomolybdenanového komplexu, který se zredukuje kyselinou askorbovou na fosfomolybdenanovou modrou. Stanovení se provádí pomocí kyvetového testu LCK 349.

Postup:

Vezmou se požadované tři testovací kyvety, odšroubují se z nich DosiCap Zip a odpipetují se do každé z nich od každého vzorku vody 2 ml. Poté se do každé kyvety odpipetují 0,2 ml činidla B. Změří se koncentrace pro slepé stanovení s originálním uzávěrem. Poté se originální zátky ze všech tří vzorků odstraní a místo nich se našroubují šedé zátky s označením DosiCap C na všechny tři kyvety, která obsahují činidla. Toto činidla rozpustíme v kyvetách několikanásobným protřepáním. Po 10 minutách opět několikrát převrátíme všechny kyvety, očistíme kyvety a změříme kyvety ve fotometru.

3.14. Výsledky měření

Výsledky daných ukazatelů byly zaznamenány ve třech tabulkách podle určeného odměrného místa a dále tyto hodnoty dány do grafů pro lepší zorientování naměřených hodnot.

Tabulka 3.1 Naměřené hodnoty vybraných ukazatelův druhém odměrném místě:

silniční most Ruda nad Moravou - Bartoňov

	Teplota [°C]	pH	kond. [mS/m]	BSK ₅ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NL [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]
11.6.2012	13,1	7,7	17,2	1,1	11	< 0,1	0,9	7	0,02	0,07
17.7.2012	15,6	7,5	13,7	1,5	20	< 0,1	1,2	23	0,021	0,03
6.8.2012	18	7,9	19,6	1,7	< 10	< 0,1	1,6	14	0,027	0,07
17.9.2012	18,9	7,95	20,5	1,5	< 10	0,1	1,4	7	0,021	0,09
30.10.2012	11,8	7,8	18	1,2	11	< 0,1	1,1	16	0,023	0,025
19.11.2012	8,5	7,9	12,3	2,3	< 10	0,1	0,7	8	0,025	0,07
10.12.2012	6,2	7,3	14,1	< 5	< 10	< 0,1	1,3	7	0,02	0,035
14.1.2013	4,8	7,65	15,2	1,8	11	0,1	2,2	15	0,024	0,073
22.2.2013	1,2	7,84	19,5	1,5	12	< 0,1	2,1	9	0,027	0,024
3.3.2013	3,3	7,24	25,1	2,27	20	0,1	2	11	0,024	0,022
29.3.2013	4,8	7,4	25,8	1,45	18	< 0,1	2,2	15	0,025	0,073
5.4.2013	5,5	7,81	26,8	2,23	8,5	< 0,1	1,32	5	0,022	0,043
12.5.2013	5,2	7,9	8,07	1,8	23	0,1	1,4	12	0,023	0,038

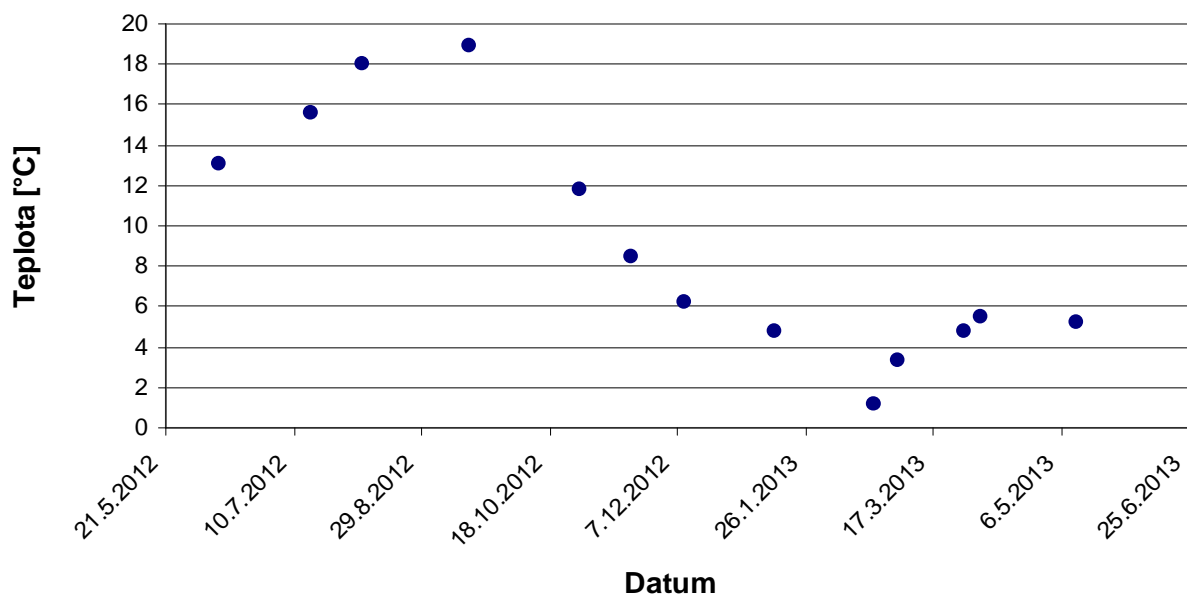
Tabulka 3.2 Naměřené hodnoty vybraných ukazatelův prvním odměrném místě:
silniční most Klášterec – Bohumín

	Teplota [°C]	pH	kond. [mS/m]	BSK ₅ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NL [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]
11.6.2012	12,6	7,6	18,6	1,5	11	< 0,1	0,9	6	0,024	0,08
17.7.2012	15,3	7,6	14,2	1,8	21	< 0,1	1	2,2	0,02	0,03
6.8.2012	17,4	7,8	19,1	1,6	10	0,1	1,6	12	0,028	0,06
17.9.2012	15,6	7,8	21,7	1,6	9	< 0,1	1,3	6	0,023	0,08
30.10.2012	11,4	7,5	21	1,3	10	< 0,1	1	14	0,025	0,05
19.11.2012	7,1	7,8	13,9	2,3	9	< 0,1	0,9	6	0,023	0,08
10.12.2012	5	7,08	15,7	2,8	8	0,1	1,2	6	0,021	0,034
14.1.2013	3,9	7,6	17,1	1,6	11	< 0,1	2,4	8	0,025	0,071
22.2.2013	0,9	7,39	19,3	1,4	10	< 0,1	2,3	5	0,028	0,023
3.3.2013	3,1	7,45	18,1	2,2	23	0,1	1	8	0,025	0,024
29.3.2013	3,8	7,56	18,2	1,8	11	0,1	1,7	5	0,022	0,028
5.4.2013	4,3	8,01	18,4	1,5	8	< 0,1	1,5	3	0,021	0,036
12.5.2013	4,1	8,3	15,6	2,1	20	0,1	2,2	23	0,023	0,021

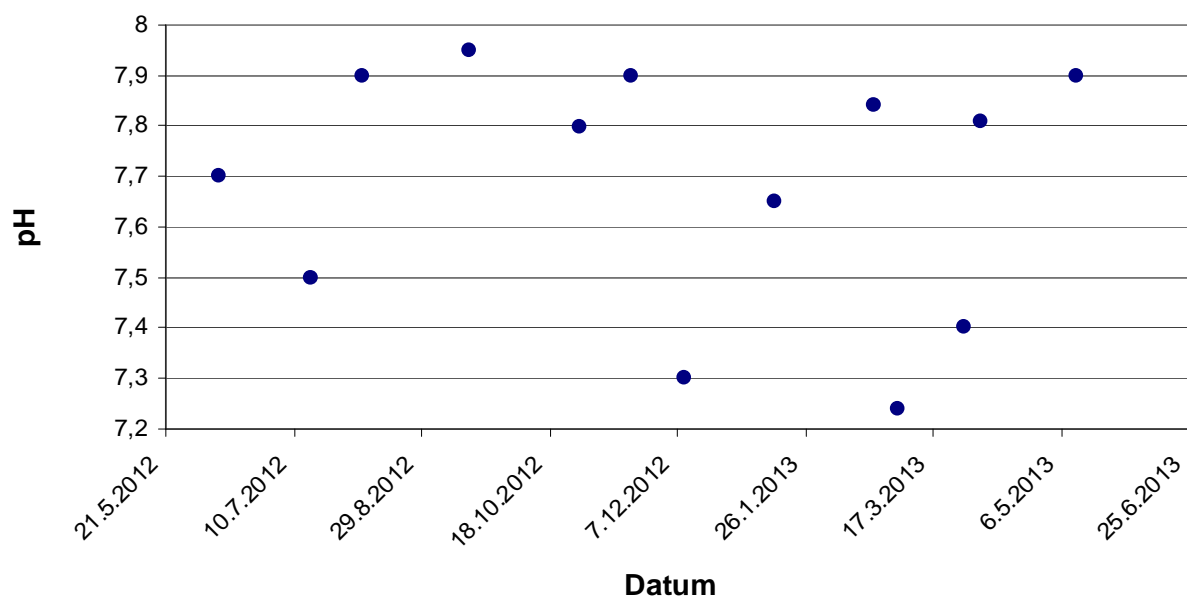
Tabulka 3.3 Naměřené hodnoty vybraných ukazatelů ve třetím odměrném místě:
Měrný žlab - místo vypouštění odpadních vod

	Teplota [°C]	pH	kond. [mS/m]	BSK ₅ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NL [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]
11.6.2012	26,4	7,05	137,3	38	103	1,9	< 0,4	19	0,01	0,132
17.7.2012	28,3	6,83	149,8	< 3	12	0,2	< 0,4	8	0,01	0,153
6.8.2012	30,5	7,04	164,4	7	96	0,1	< 0,4	7	0,01	0,102
17.9.2012	34,4	7,01	141,4	< 3	68	0,2	< 1	6	< 0,03	0,115
30.10.2012	29,3	6,57	158,6	6	74	1,9	< 0,4	16	0,01	0,149
19.11.2012	23,6	6,8	173,8	7	97	0,2	< 1	10	< 0,03	0,135
10.12.2012	23	6,69	162,9	< 3	85	0,1	< 0,4	< 5	0,01	0,145
14.1.2013	23,4	6,76	147,4	8	97	1,2	< 1	77	< 0,03	0,131
22.2.2013	26,7	6,63	154,9	< 3	99	1,1	< 1	6	0,032	0,153
3.3.2013	24,8	6,77	168,1	13,97	156	0,1	< 0,4	10	0,03	0,038
29.3.2013	25,3	7,12	153,2	8	102	1,2	< 1	52	0,01	0,132
5.4.2013	26,8	7,23	132,2	< 3	81	0,2	< 0,4	26	< 0,03	0,142
12.5.2013	24	6,65	158,1	6	79	0,1	< 1	14	0,01	0,102

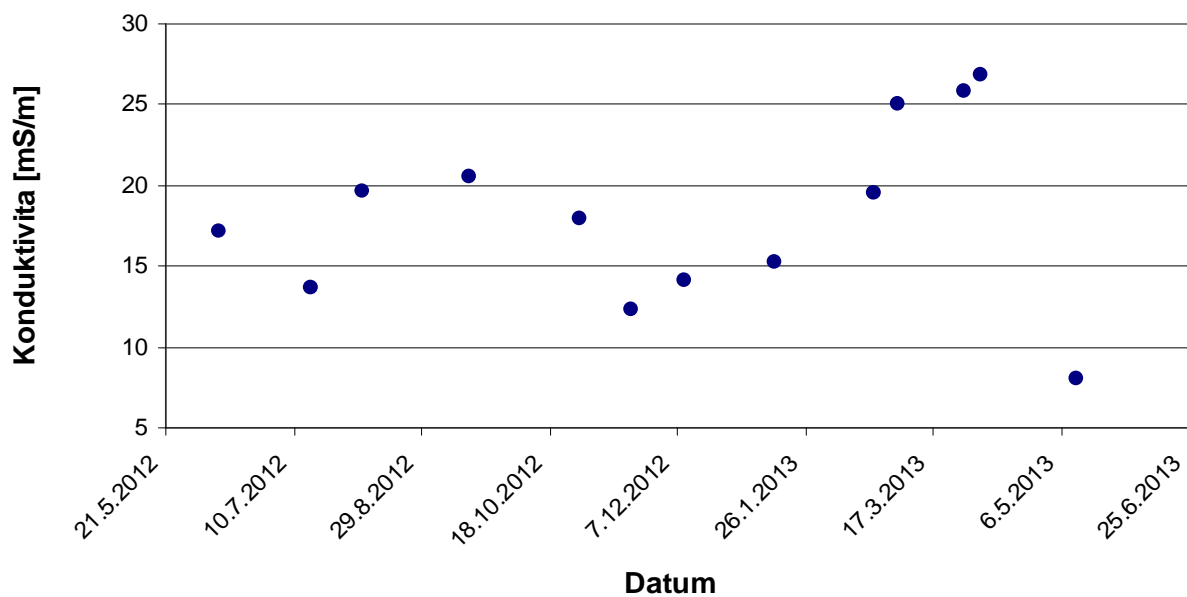
1. Odběrné místo Silniční most Ruda nad Moravou - Bartoňov



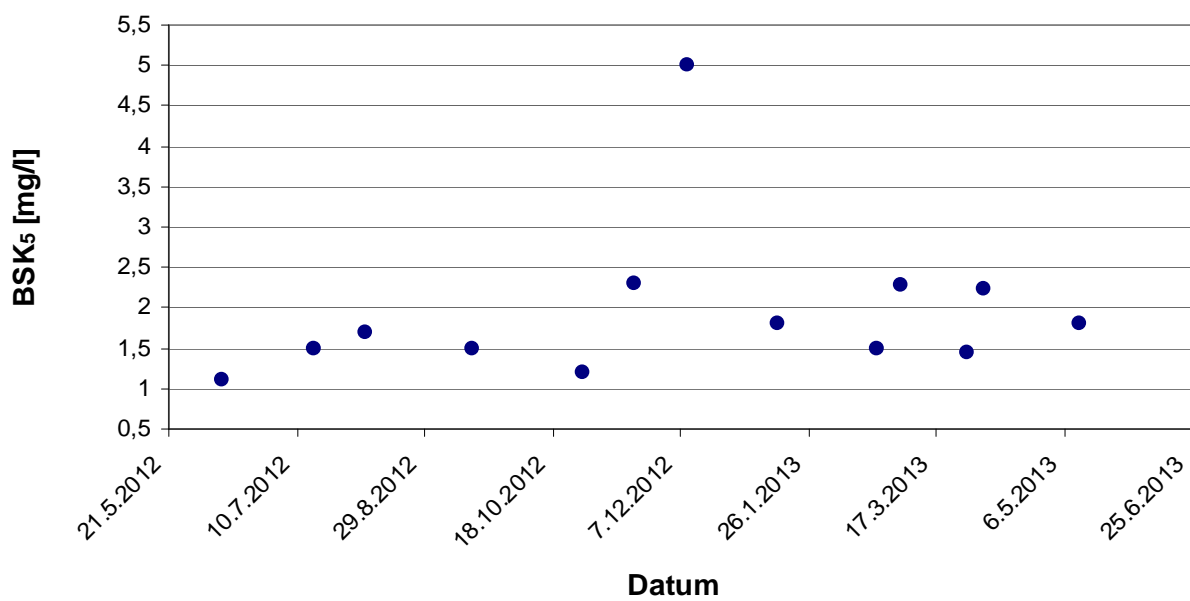
Graf č.1: Naměřené hodnoty teploty vody v daném období



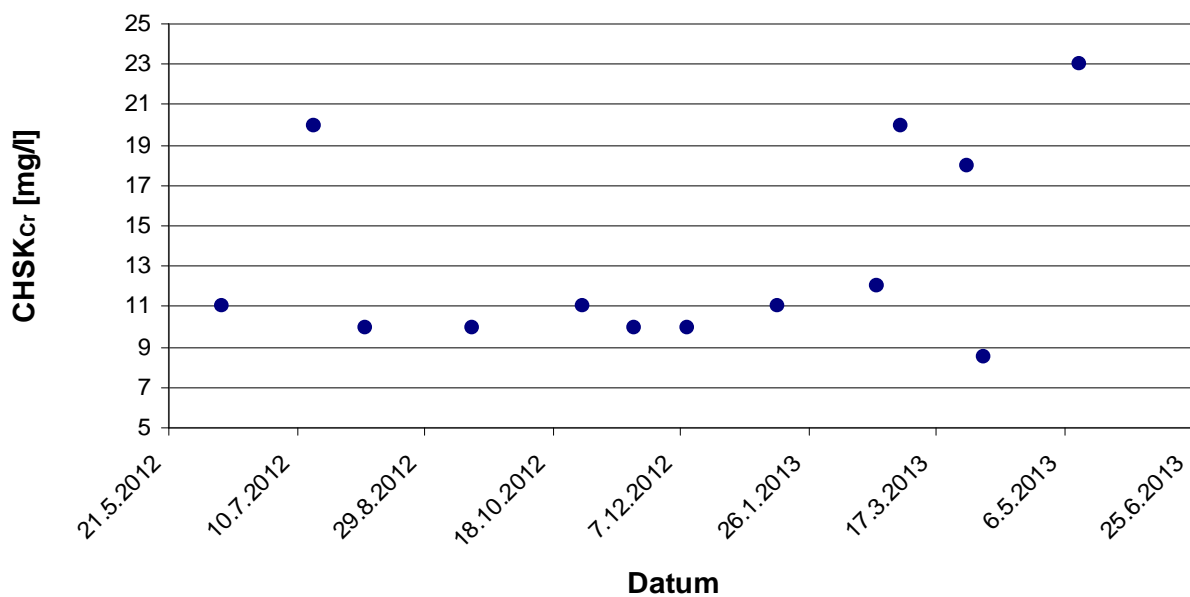
Graf č.2: Naměřené hodnoty pH vody v daném období



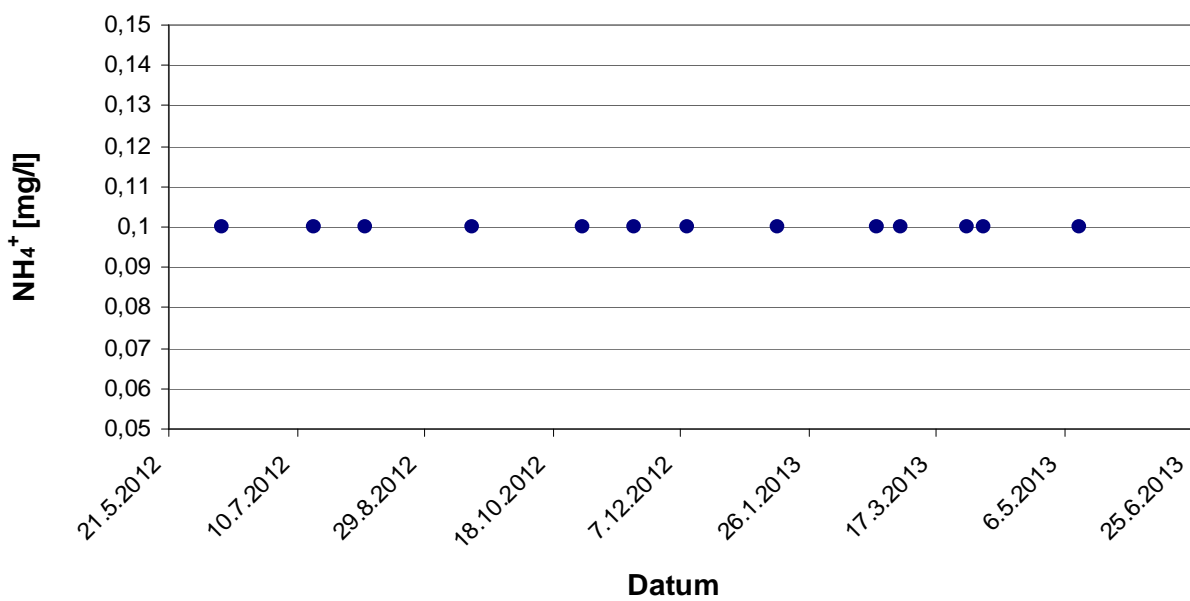
Graf č.3: Naměřené hodnoty konduktivity vody v daném období



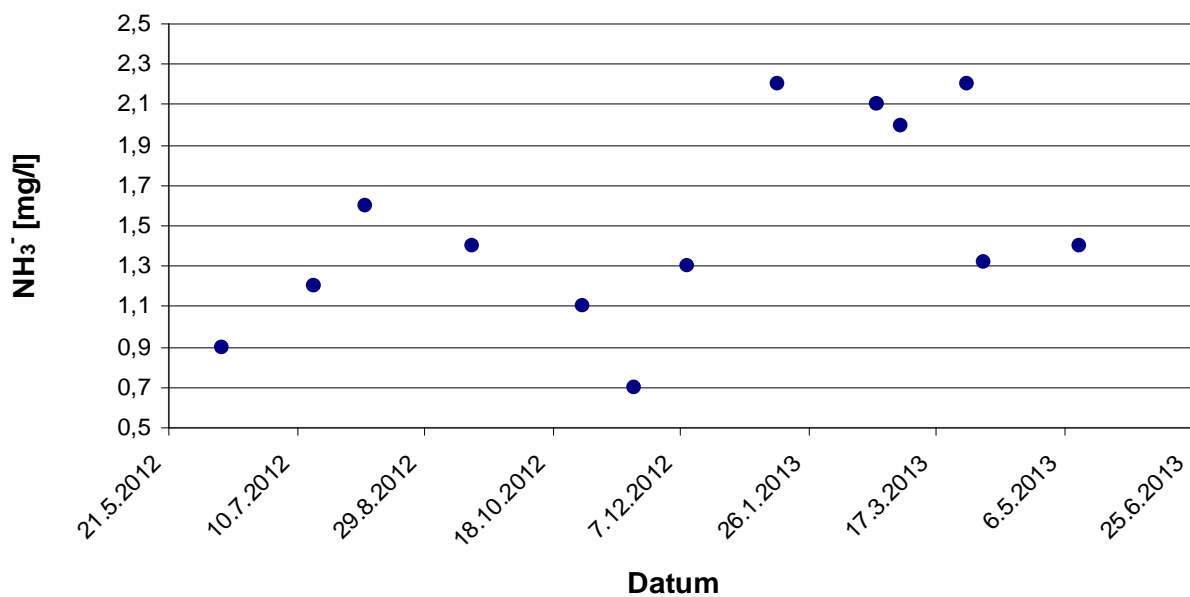
Graf č.4: Naměřené hodnoty BSK₅ v daném období



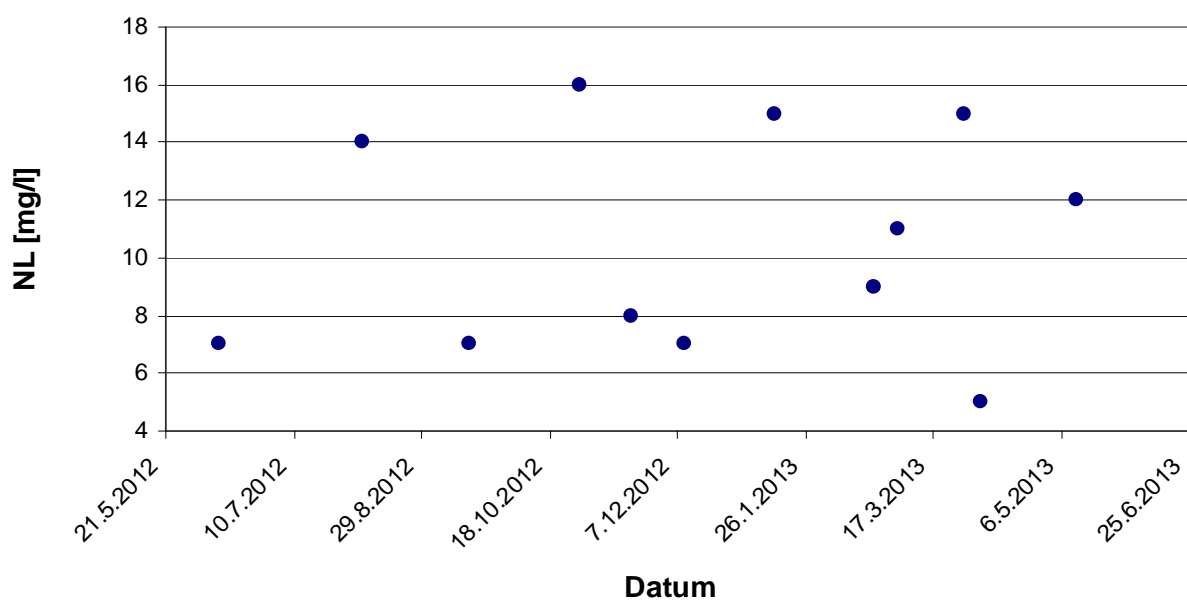
Graf č.5: Naměřené hodnoty CHSK_{Cr} v daném období



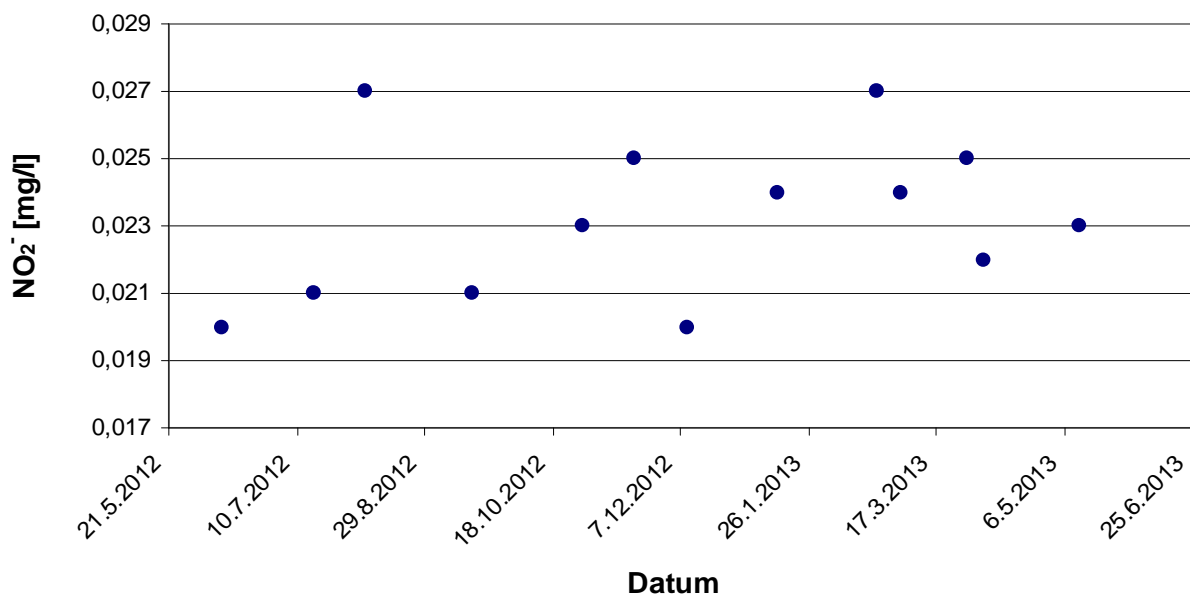
Graf č.6: Naměřené hodnoty koncentrace amonných iontů v daném období



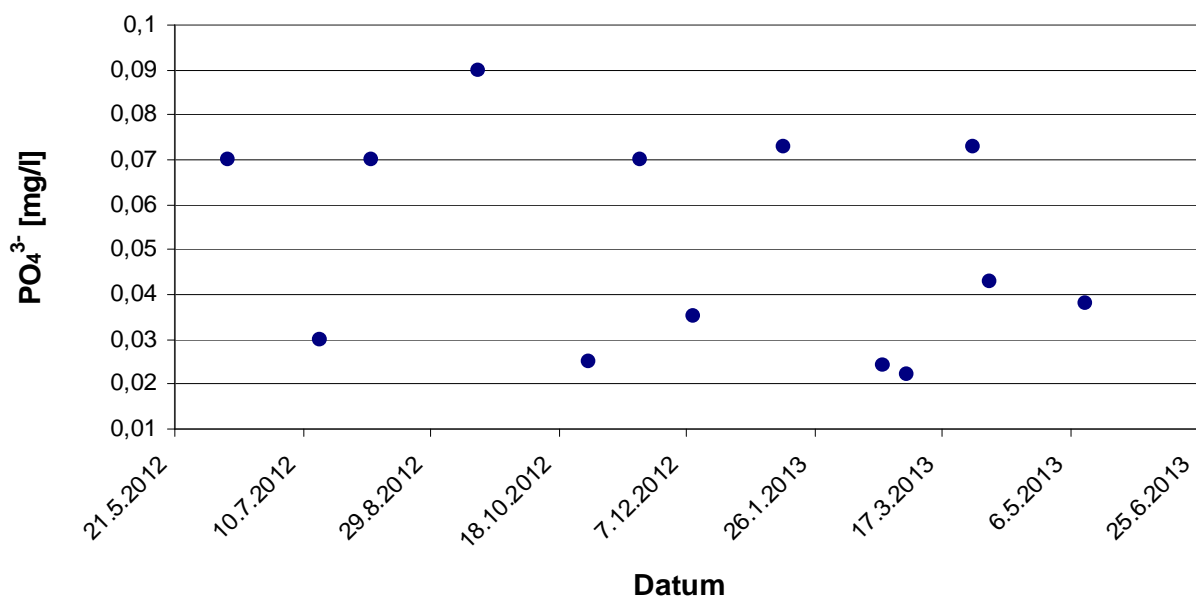
Graf č.7: Naměřené hodnoty koncentrace dusičnanových iontů v daném období



Graf č.8: Naměřené hodnoty koncentrace nerozpuštěných látek v dané oblasti

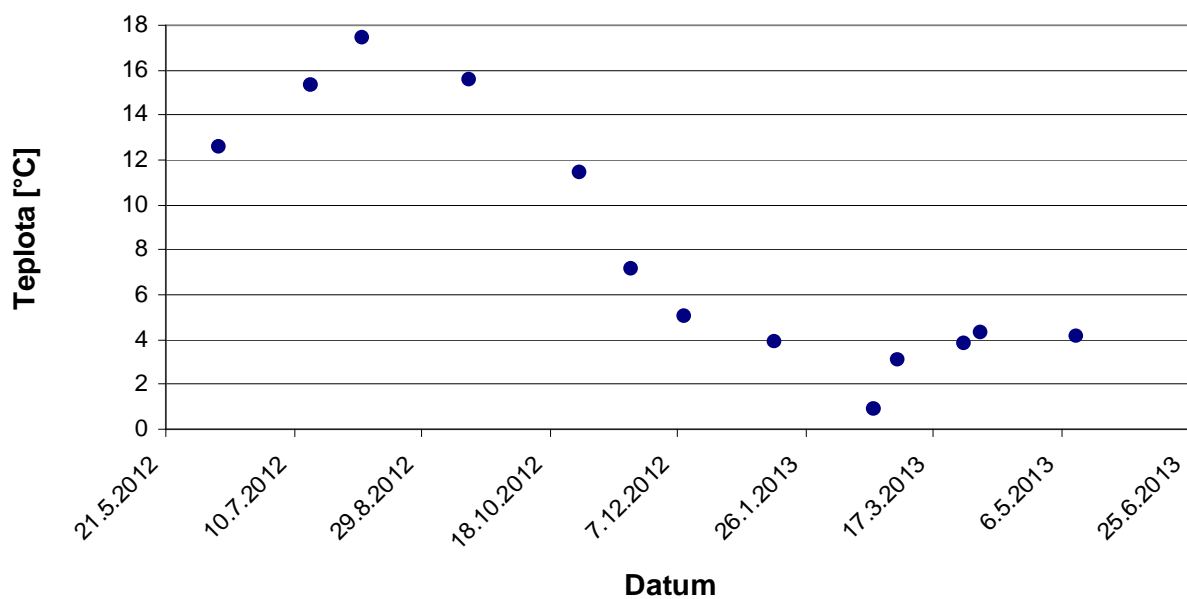


Graf č.9: Naměřené hodnoty koncentrace dusitanových iontů v daném období

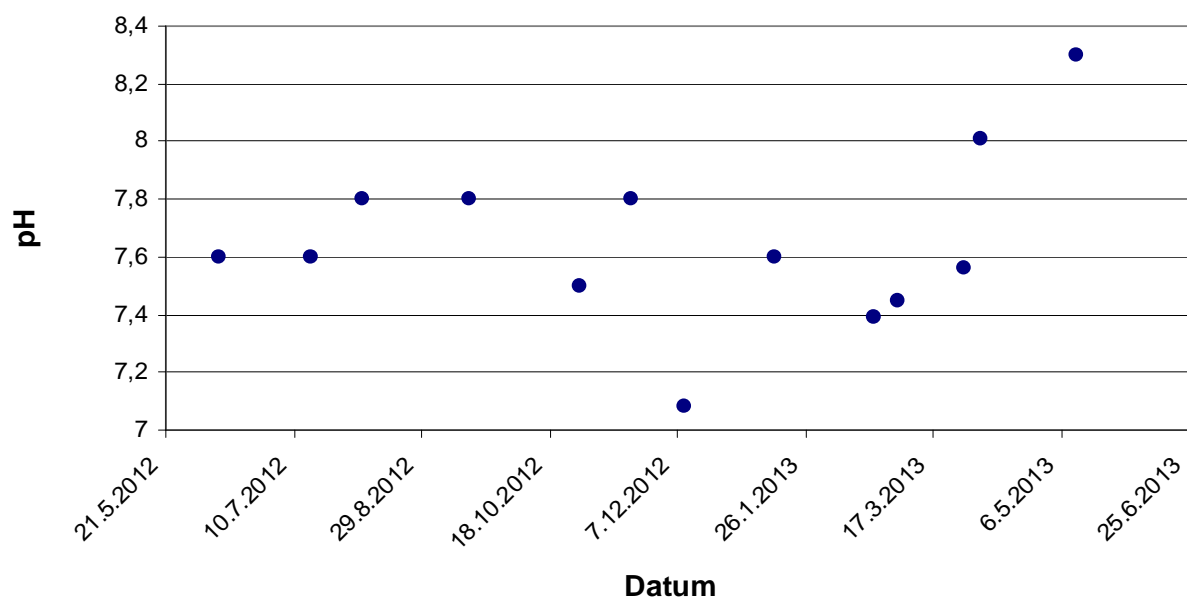


Graf č.10: Naměřené hodnoty koncentrace fosforečnanových iontů v daném období

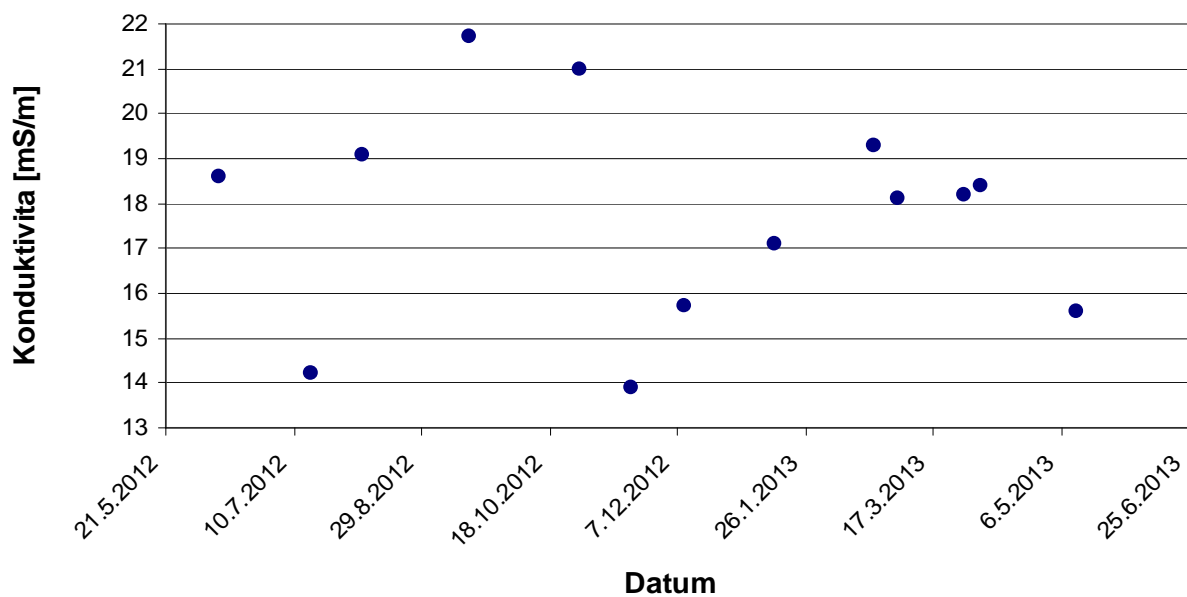
2. Odběrné místo Silniční most Klášterec - Bohutín



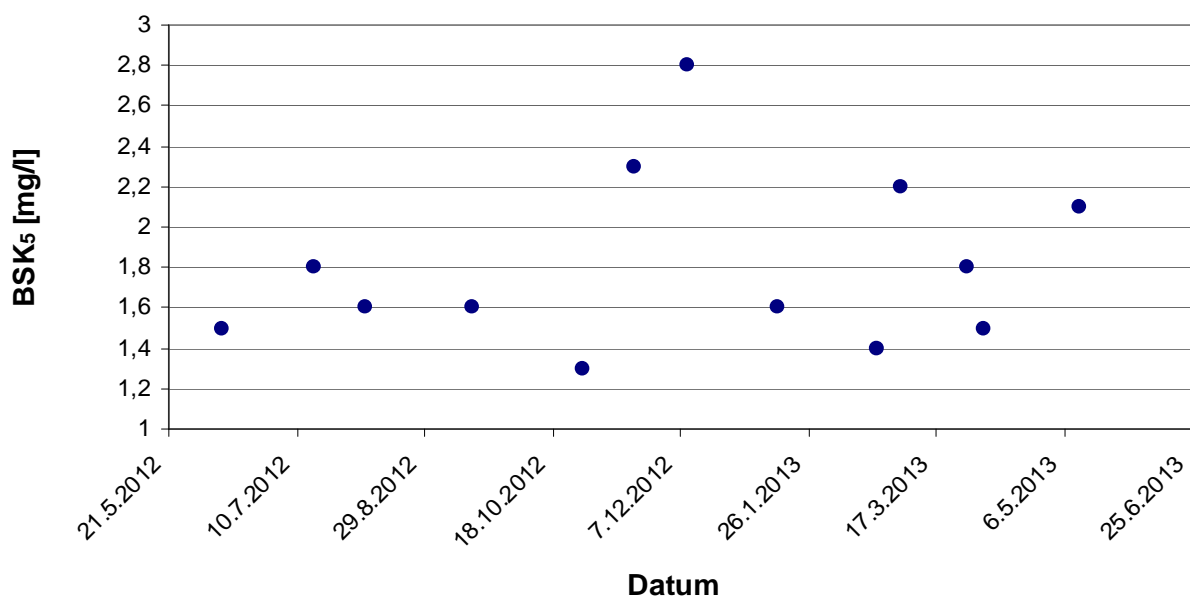
Graf č.11: Naměřené hodnoty teploty vody v daném období



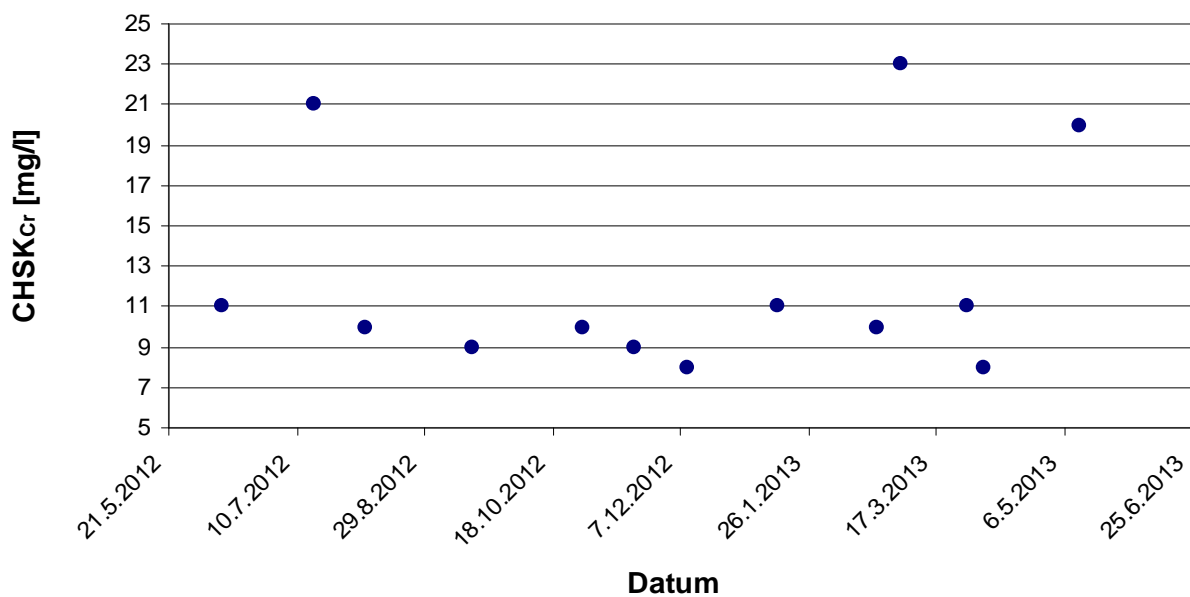
Graf č.12: Naměřené hodnoty pH vody v daném období



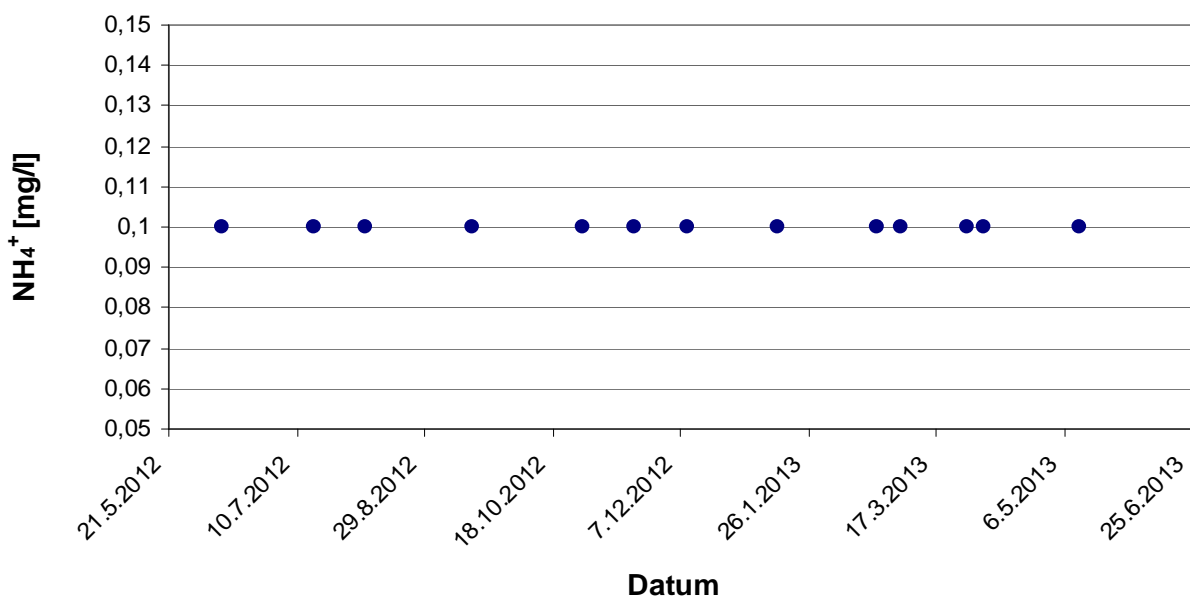
Graf č.13: Naměřené hodnoty konduktivity vody v daném období



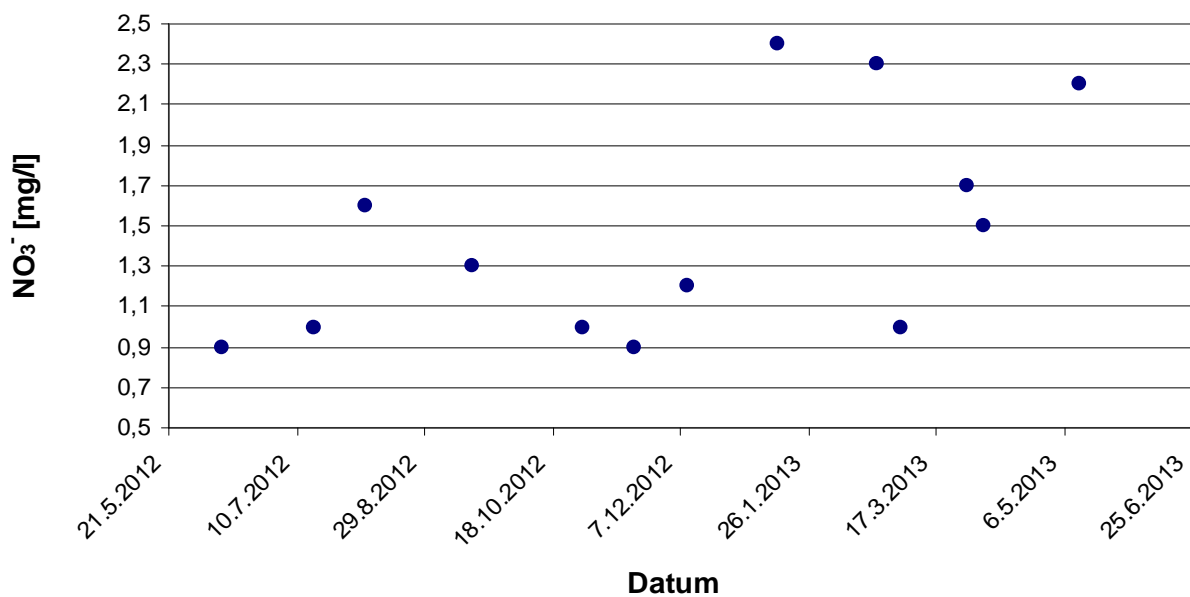
Graf č.14: Naměřené hodnoty BSK₅ v daném období



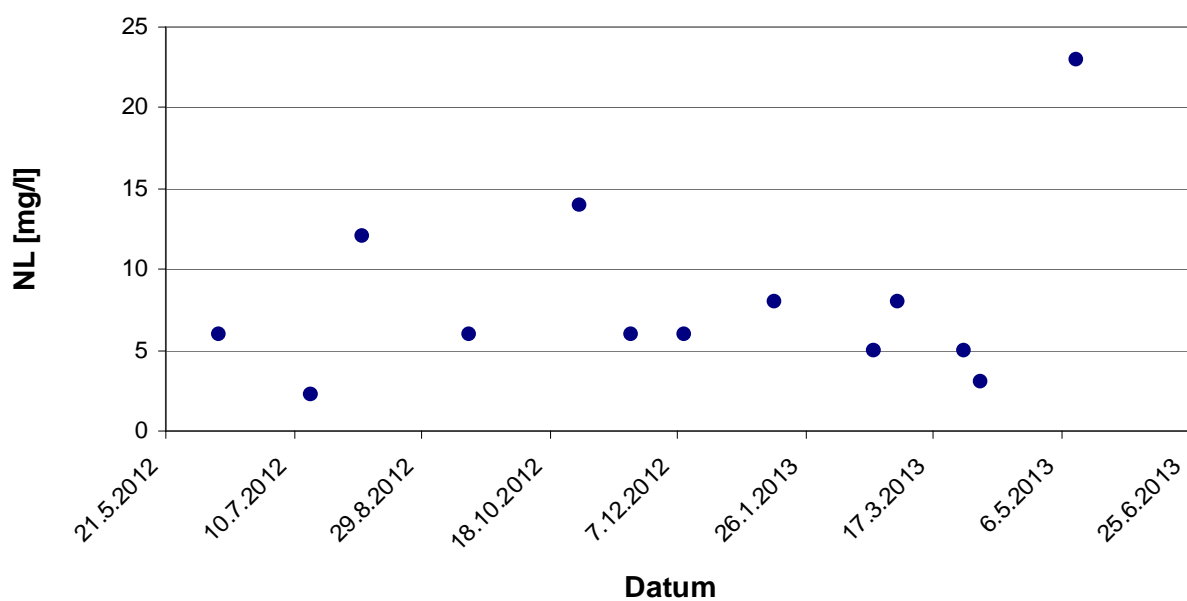
Graf č.15: Naměřené hodnoty CHSK_{Cr} v daném období



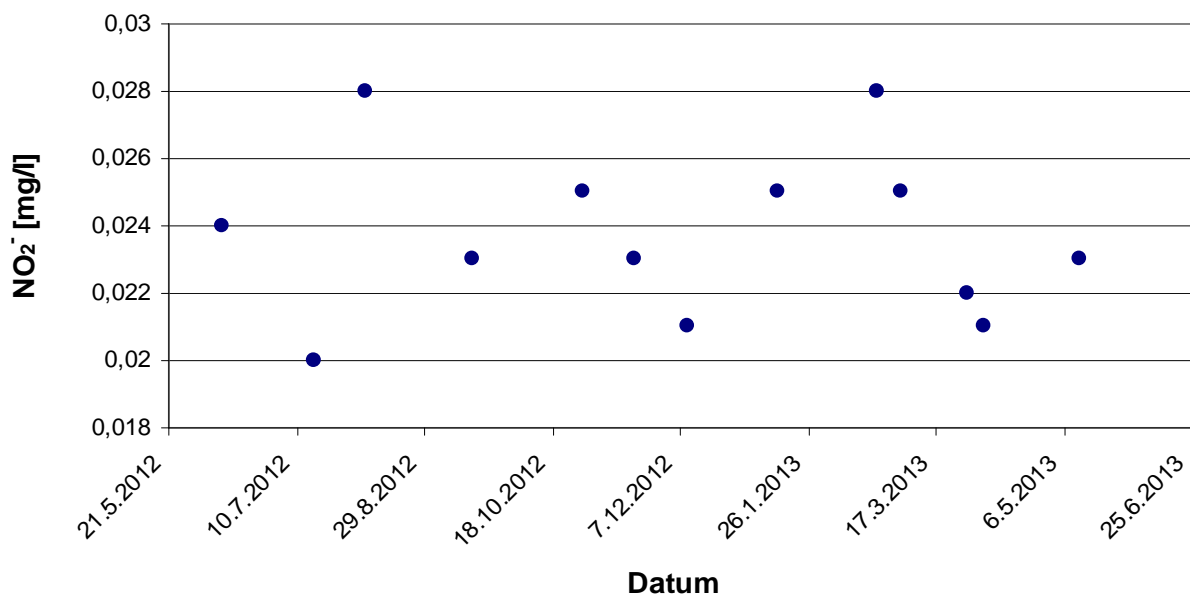
Graf č.16: Naměřené hodnoty koncentrace amonných iontů v daném období



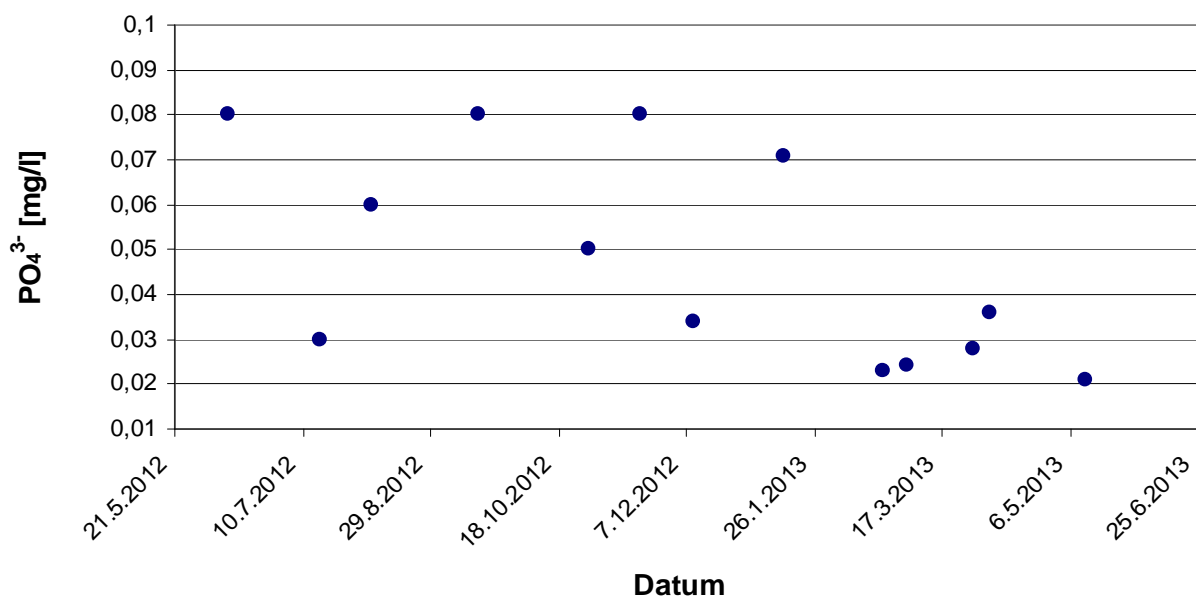
Graf č.17: Naměřené hodnoty koncentrace dusičnanových iontů v daném období



Graf č.18: Naměřené hodnoty koncentrace nerozpuštěných látek v dané oblasti

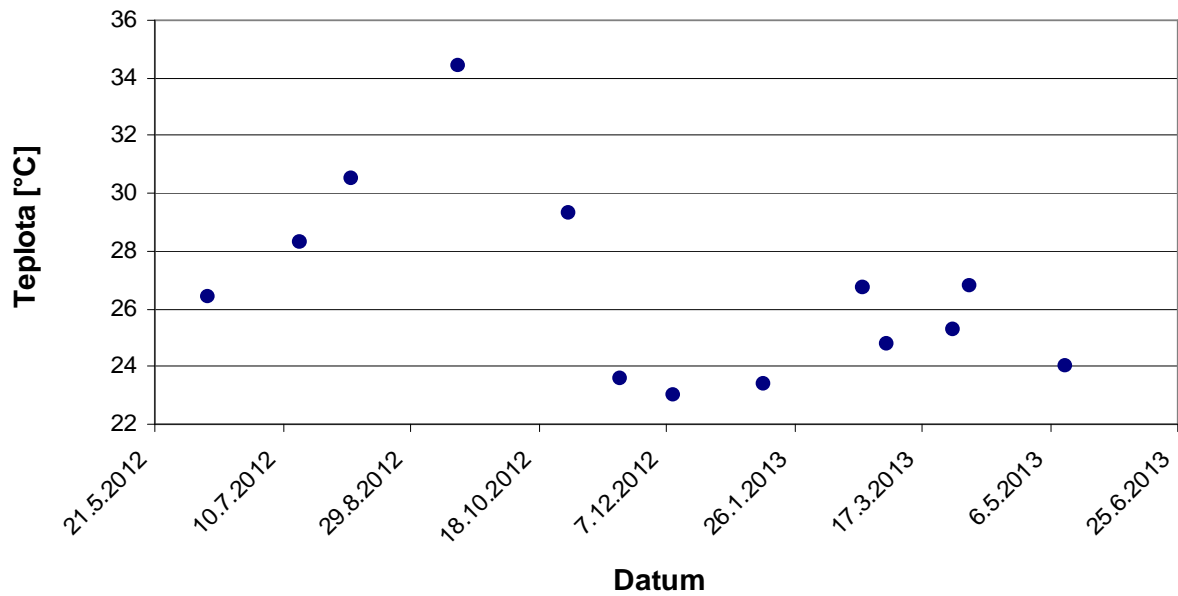


Graf č.19: Naměřené hodnoty koncentrace dusitanových iontů v daném období

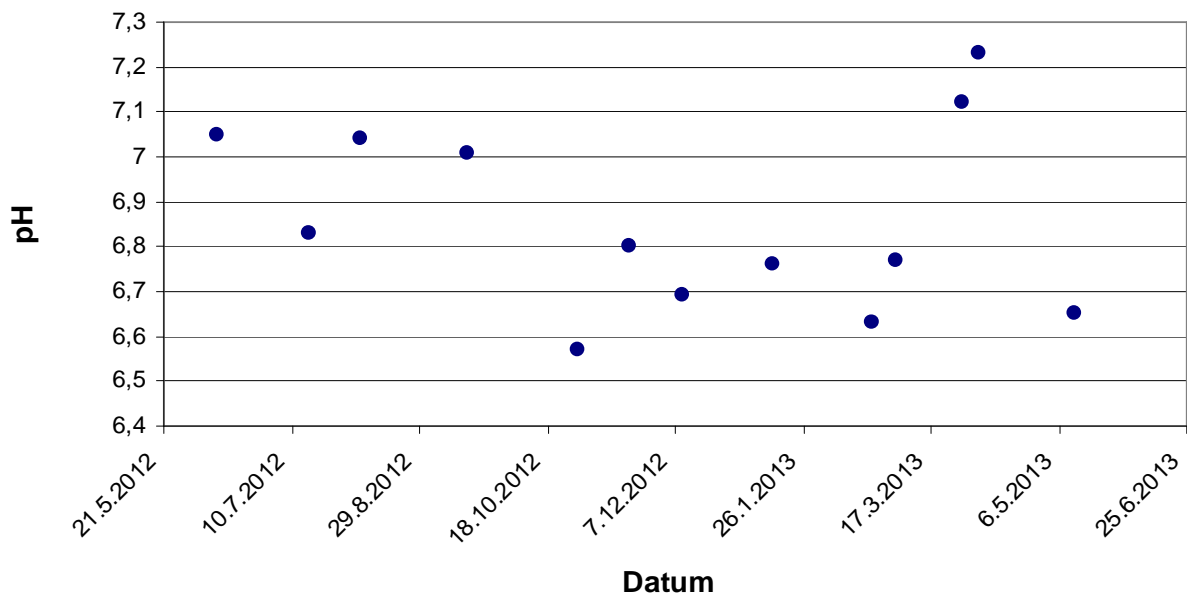


Graf č.20: Naměřené hodnoty koncentrace fosforečnanových iontů v daném období

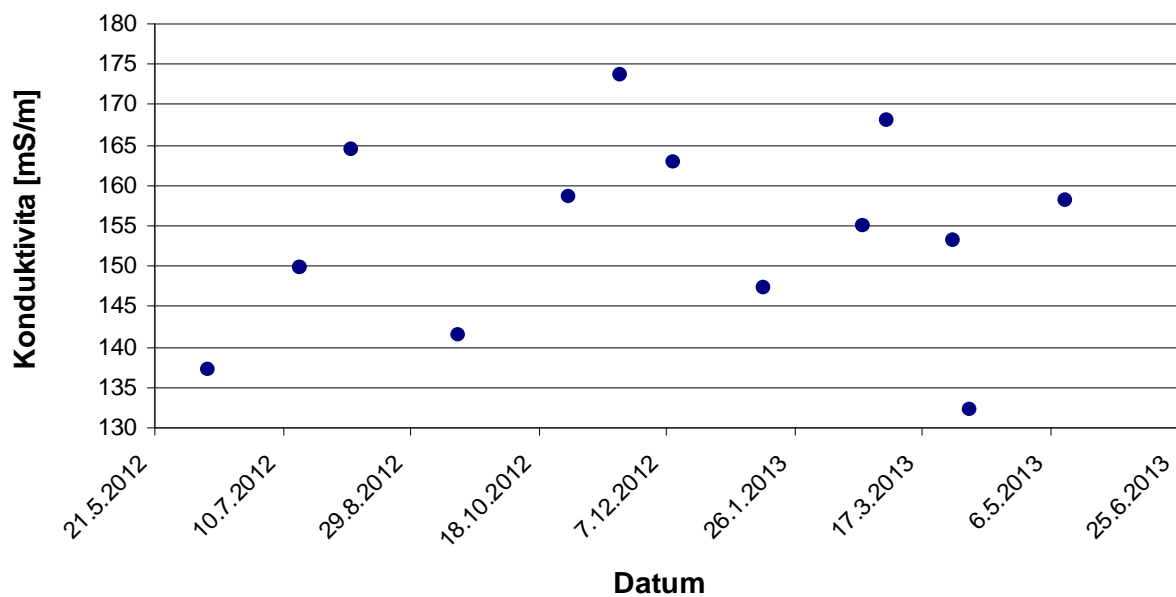
3. Odběrné místo Měrný žlab - výpust' odpadní vody OP papírna



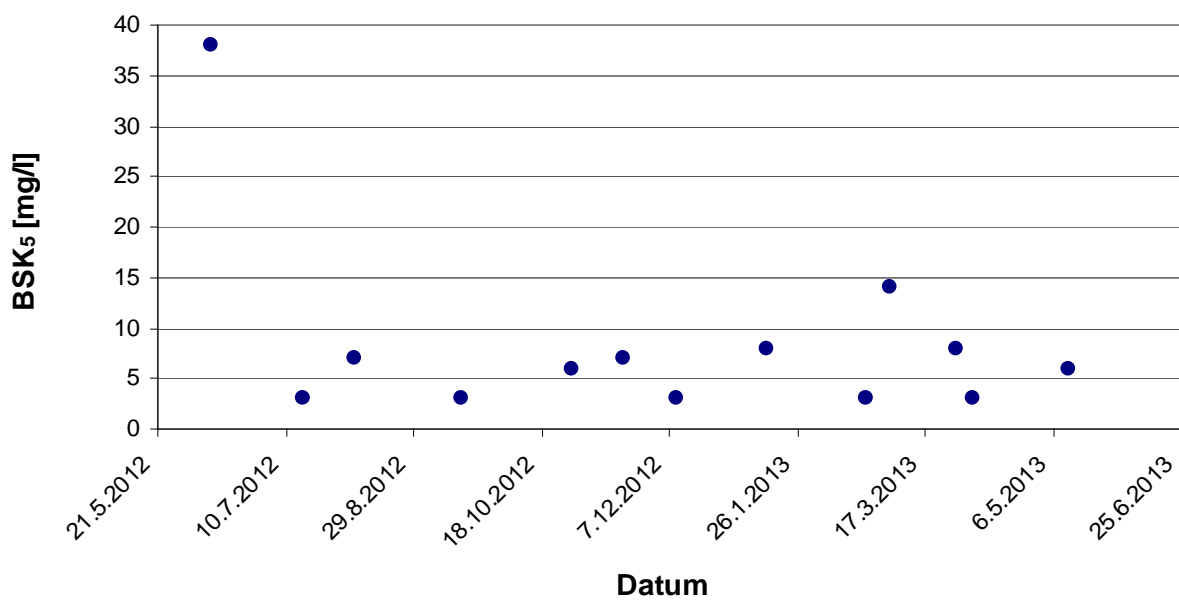
Graf č.21: Naměřené hodnoty teploty vody v daném období



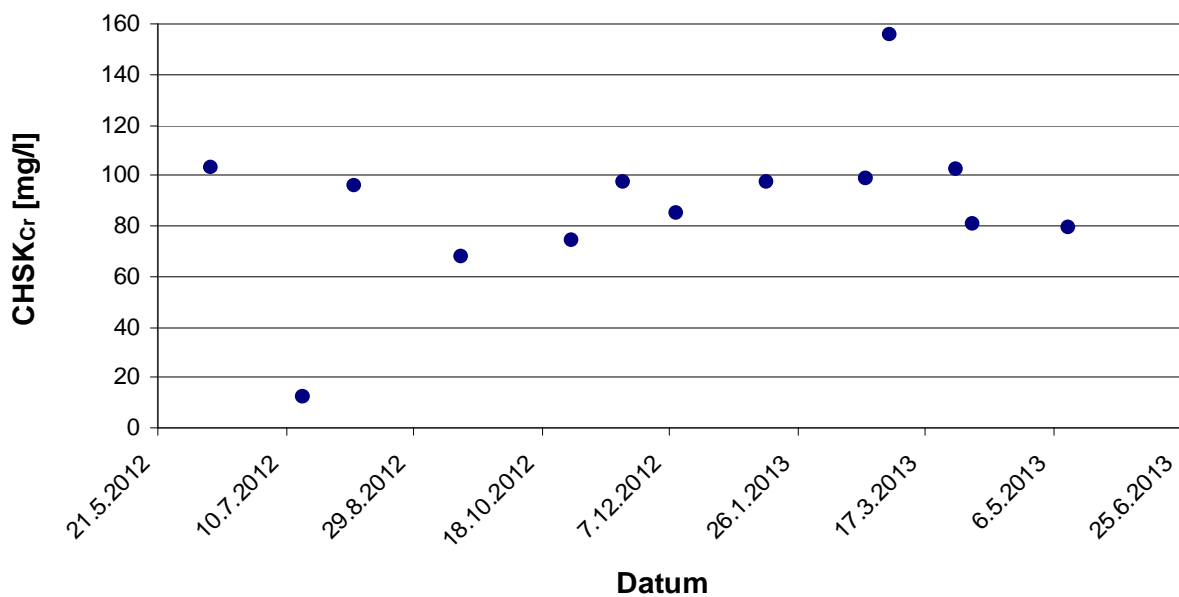
Graf č.22: Naměřené hodnoty pH vody v daném období



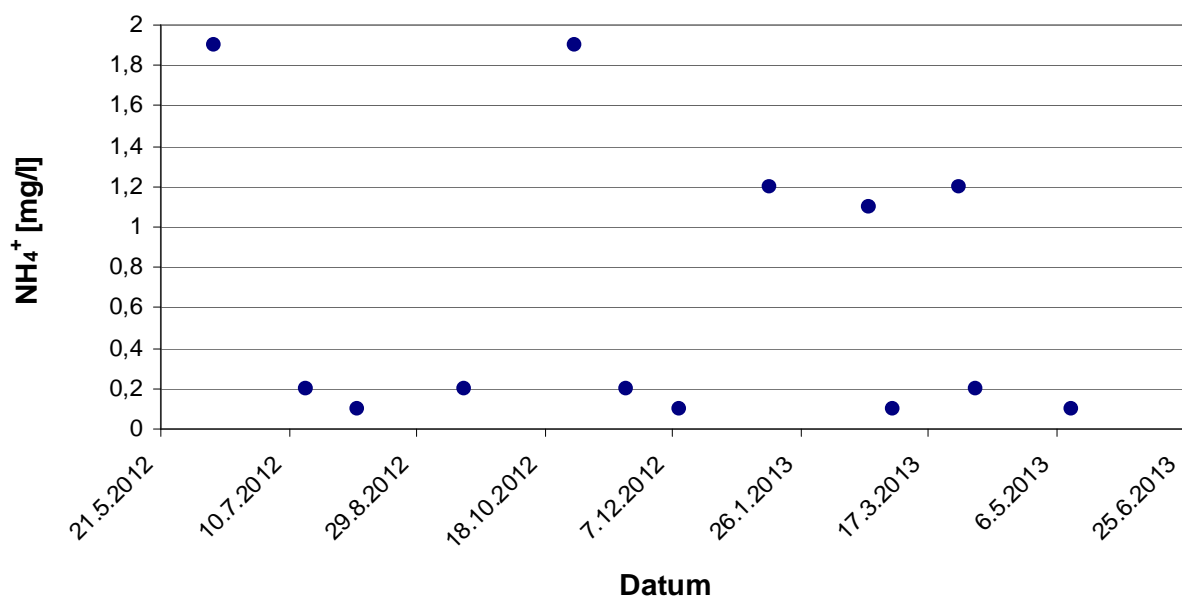
Graf č.23: Naměřené hodnoty konduktivity vody v daném období



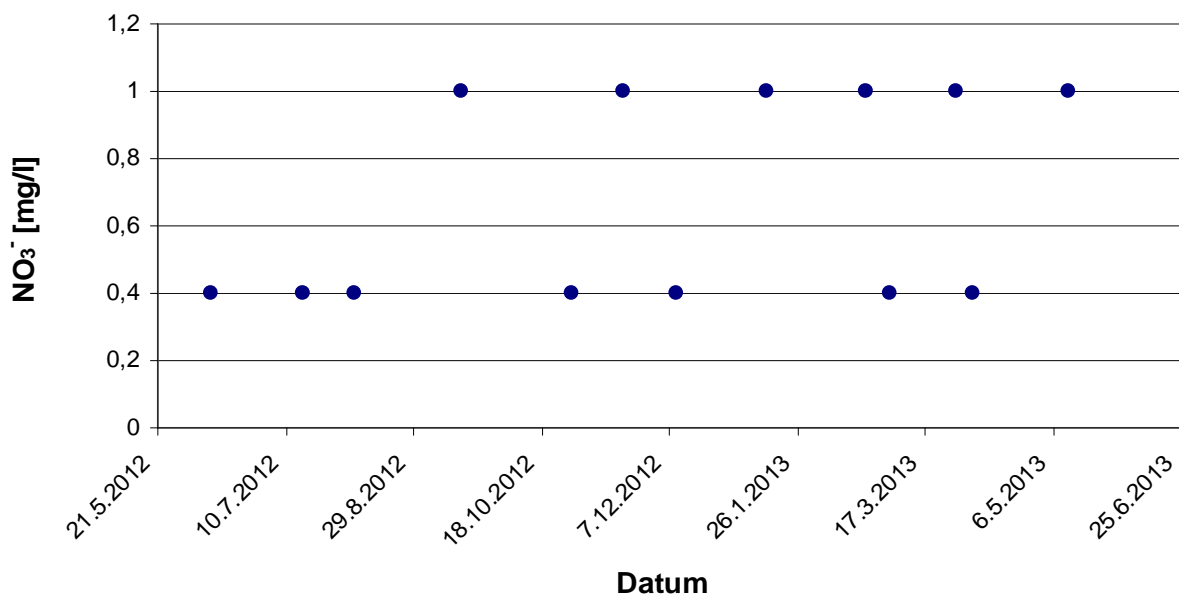
Graf č.24: Naměřené hodnoty BSK₅ v daném období



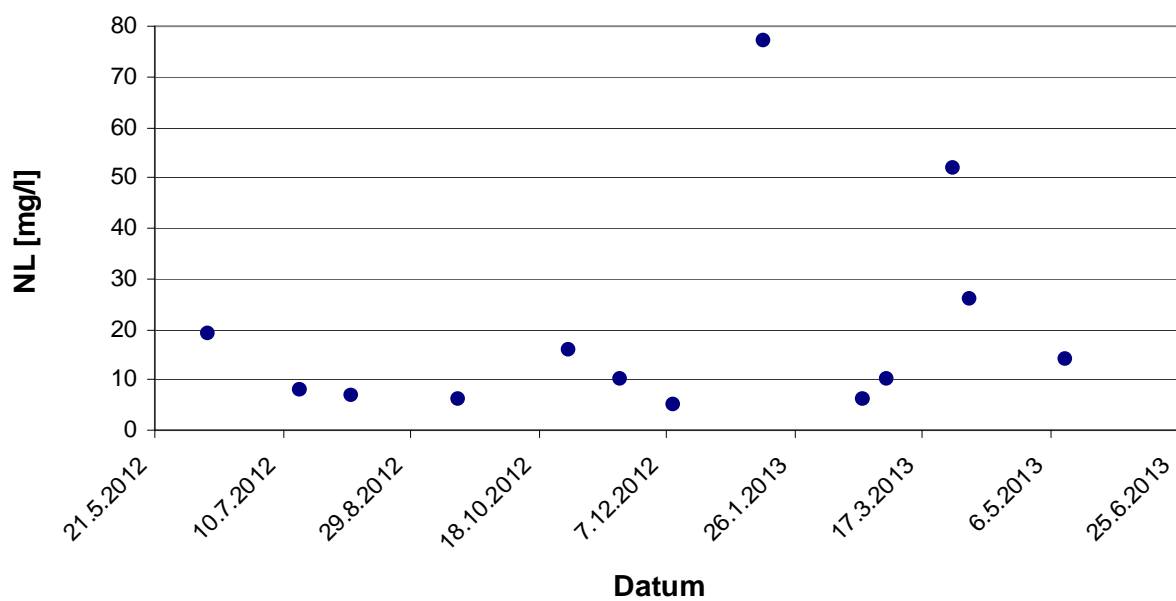
Graf č.25: Naměřené hodnoty CHSK_{Cr} v daném období



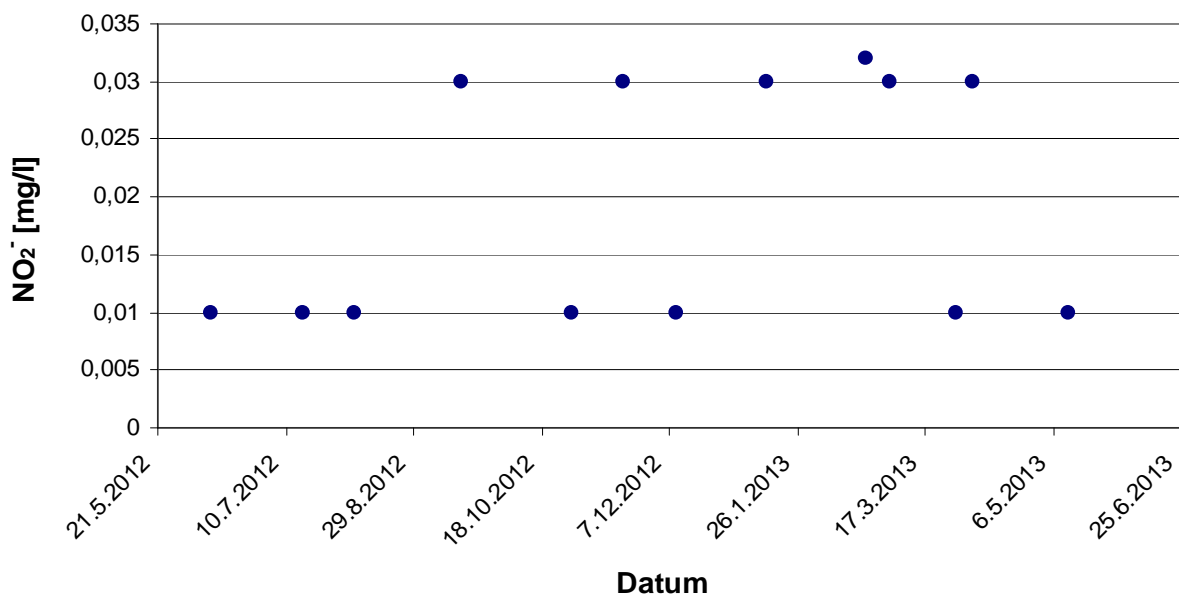
Graf č.26: Naměřené hodnoty koncentrace amonných iontů v daném období



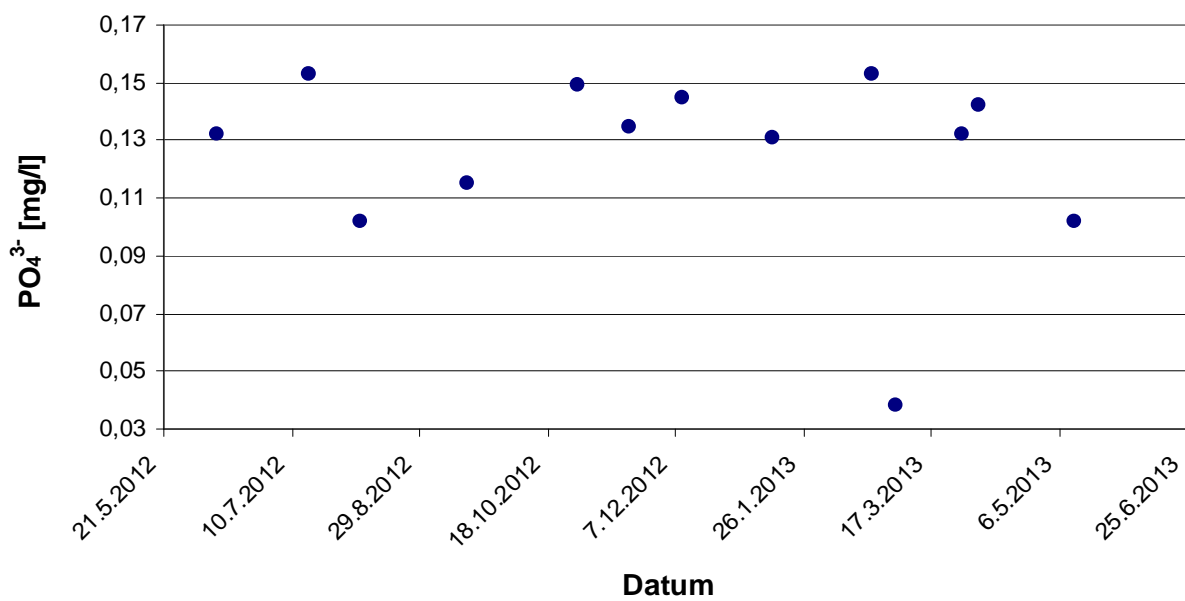
Graf č.27: Naměřené hodnoty koncentrace dusičnanových iontů v daném období



Graf č.28: Naměřené hodnoty koncentrace nerozpuštěných látek v dané oblasti



Graf č.29: Naměřené hodnoty koncentrace dusitanových iontů v daném období



Graf č.30: Naměřené hodnoty koncentrace fosforečnanových iontů v daném období

4. Diskuze

Zařazení vzorků vody podle jakosti

Jakost vody můžeme stanovit podle dvou legislativních opatření, kterými je ČSN 75 7221 1- „Klasifikace jakosti povrchových vod“ a Nařízení vlády č. 23/ 2011 Sb. „O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech“, kde jsou vyjádřeny ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod. Norma ČSN 75 7221 platí pro jednotné určení třídy jakosti tekoucích povrchových vod- klasifikaci, která slouží k porovnání jakosti různých částí, popřípadě celých toků, na různých místech a v různém čase. Výsledná třída se určí podle nejpriznivěji vyhodnoceného ukazatele.

Mezní hodnoty tříd jakosti vody podle ČSN 757221 vybraných ukazatelů.

Ukazatel	jednotka	Třída I.	Třída II.	Třída III.	Třída IV.	Třída V.
Konduktivita	[mS/m]	<40	<70	<110	<160	≥ 160
CHSKCr	[mg/l]	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
Amoniakální dusík	[mg/l]	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
Dusičnanový dusík	[mg/l]	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
Celkový fosfor	[mg/l]	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1

Povrchové vody se zařazují do 5 tříd. Ukazatele jsou členěny do šesti skupin. Ve skupině rozhoduje ukazatel s nejpriznivější hodnotou klasifikace.

Definice tříd jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221

Třída	Klasifikace	Popis
I.	Neznečištěná voda	stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích
II.	Mírně znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

III.	Znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
IV.	Silně znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému
V.	Velmi silně znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

Z mé bakalářské práce po provedených rozbořech, které jsou uvedeny v tabulce č.3.1, č.3.2. je zřejmé, že kvalita vody v řece Moravě je nad firmou OP papírna (Silniční most Ruda nad Moravou – Bartoňov) a pod firmou (Silniční most Klášterec – Bohutín) OP papírna takřka na stejné úrovni. Takto zjištěná kvalita vody odpovídá dokonce I. Třídě hodnocení povrchových vod. V tabulce č.3.3., kde hodnotím ukazatele v místě přímo vypouštěné odpadní vody z firmy přes čističku odpadních vod, která čistí odpadní vodu z provozu a taktéž čistí vodu z obce Olšany (z měrného žlabu) nejsou hodnoty na takové úrovni jako voda v řece, ale vyhovují emisním limitům dané firmy. Zlepšení kvality vypouštěných odpadních vod bylo způsobeno zejména dobře kombinovaným způsobem čištění odpadních vod, které popisují v části 2.9.1. Popis čištění odpadních vod OP papírna, s.r.o. této práce.

Tabulka průměrů hodnot pro jednotlivá odběrová místa (mg/l) a zařazení třídy jakosti vod

Odběrné místo	Konduktivita [mS/m]	Třída	CHSKCr [mg/l]	Třída	Amoniakální dusík [mg/l]	Třída
Silniční most Ruda nad Moravou Bartoňov	18,1	I.	13,4	I.	<0,1	I.
Měrný žlab výpusť odpadní vody OP papírna	154	I.	88,4	I.	<0,7	II.
Silniční most Klášterec – Bohutín	17,8	I.	12,4	I.	<0,1	I.

Odběrné místo	Dusičnanový dusík [mg/l]	Třída
Silniční most Ruda nad Moravou Bartoňov	1,5	I.
Měrný žlab výpusť odpadní vody OP papírna	<0,7	I.
Silniční most Kláštorec – Bohutín	1,5	I.

V následující tabulce jsou pak porovnány i hodnoty vypouštěných odpadních vod z firmy OP papírna Olšany, s limity které má firma v integrovaném povolení jež jsou uvedeny v tabulce č.2.2

**Přípustné emisní limity vypouštěného znečištění na odtoku z BČOV OP papírna
a porovnání s naměřenou skutečností.**

Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu	Naměřená skutečnost	Vyhovující
BSK ₅	mg/l	30	„p“	8,4	ANO
CHSK _{Cr}	mg/l	160	„p“	88,4	ANO
NH ₄ ⁺	mg/l	není		0,65	ANO
NO ₃ ⁻	mg/l	není		0,68	ANO
NL	mg/l	35	„p“	19,7	ANO
NO ₂ ⁻	mg/l	není		0,018	ANO
PO ₄ ³⁻	mg/l	není		0,125	ANO
pH		není		6,86	ANO

Nejkritičtější ukazatel z pohledu charakteristiky výroby v OP papírně Olšany je CHSK. Jedná se o organické látky biologicky neobdouratelné, a proto je nutné jejich vliv na řeku sledovat. I tento ukazatel je pod firmou, a to jen ca 700 metrů pod vypouštěním odpadních vod na prakticky stejných hodnotách jako v řece nad firmou v Rudě nad Moravou.

Dle podkladů, do kterých jsem měla možnost nahlédnout a byly mi k dispozici, jsou znalecké posudky hodnocení řeky Moravy a vlivu firmy OP papírna, v kterém se uvádí (hodnocení z roku 2012), že vliv znečištění je přijatými opatřeními v OP papírna s.r.o. minimalizován a zbytkové znečištění je samočištěním toku likvidováno v několikasetmetrovém úseku Moravy pod zaústěním odpadních vod. Struktura společenstva řeky Moravy je přirozená a je určována říčním kontinem toku (RNDr. Jiří Zahradka, CSc. – znalec v oboru vodní hospodářství, odvětví rybářství a rybníkářství se specializací pro hydrobiologii a jakost vody a v oboru ochrana přírody.

Stejně tak ještě firma nechává vypracovávat každoroční znalecké posudky na populaci Mihule potoční, která se nachází v řece Moravě. Závěr z posudku RNDr. Lukáše Mertý Ph.D.- znalec ochrany přírody, ve vztahu k provozu OP papírny Olšany je „ V roce 2013 nebyly během monitoringu zjištěny biologické skutečnosti, jež by indikovaly zhoršení kvality vody v Moravě v souvislosti s provozem papírny v Olšanech. Šíření mihulí po proudu vody naopak dokládá, že kvalita vody v některých svých parametrech (zejména organické znečištění) má tendenci ke zlepšování. V roce 2014 se předpokládá pokračování monitoringu populace mihule potoční v běžném rozsahu, se zaměřením na jarní kontrolu trdlišť i podzimní kontrolní odlovy výskytu minoh (larev).“

Tato skutečnost se mi i potvrdila měřením a výsledky které ve své bakalářské práci uvádím.

5. Závěr

Kvalita vod v řekách a potocích je jedním z nejdůležitějších faktorů, které mají vliv na celkový stav životního prostředí pro všechny živočichy (člověka nevyjímaje). Tento stav může dokázat posoudit každý člověk, ale samozřejmě jen do určité míry. Jsou látky, které mohou být nepostřehnutelné a jsou přitom velmi nebezpečné.

V minulosti byly zejména papírny a celulózky největšími znečišťovateli našich řek (v lokalitách okolo Vratimova, Olšanských papíren u Šumperka, Hostinného v Krkonoších, ve Štětí na řece Labi a neposlední řadě papírny ve Větrní v Jižních Čechách). V tomto druhu průmyslu došlo v posledních dvaceti letech k velké změně a to zejména ve vztahu k životnímu prostředí. Všichni co žijí v těchto lokalitách to jistě potvrdí, že k největšímu zlepšení došlo právě na řekách.

Z tohoto příkladu je jednoznačně vidět, že lze vzájemně spojit vzájemné působení člověka na přírodu a naopak. Nelze proto vždy jednoznačně zatracovat průmyslovou výrobu a řešit problémy zastavováním výroby různých produktů, které zase naopak ke svému žití potřebuje jiný živočich na naší planetě, a to je člověk. Pokud se vzájemně propojí nové technologicko-technické poznatky a potřeby přírody všech živočichů (včetně člověka) můžeme spolu všichni vedle sebe spokojeně existovat. Není možné, ale stavět jedny zájmy nad druhé.

6. Literatura

1. HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000, 283 s.
2. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4. aktualiz. vyd. Praha: VŠCHT, 2009, 592 s.
3. ŽÁČEK, Ladislav. *Hydrochemie*. Brno: VUTIUM, 1998)
4. MRKVA, Miroslav, MAYER, Vilém. *Vlastnosti a analýza vod*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1982.
5. MRKVA, Miroslav, MAYER, Vilém. *Vlastnosti a analýza vod*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1982
6. ZELINKA, M., MARVAN, P., KUBÍČEK, F. *Hodnocení čistoty povrchových vod*, Opava 1959.
7. NETOPIL, Rostislav. *Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1970.
8. HEŘČÍK, Miroslav, *Ochrana životního prostředí a legislativa*, Vyd.1. Ostrava: Vysoká škola podnikání, 2004
9. LISCHKE, Peter, HORÁKOVÁ, Marta, GRÜNWARD, Alexandr. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.
10. HEŘČÍK, Miroslav, *Životní prostředí základy environmentalistiky*, Vyd.1. Ostrava: 2004
11. HORÁKOVÁ, Marta et al. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. Vyd. 2. Nakladatelství technické literatury, 1989.392 s. ISBN 04-606-89
12. Technická dokumentace ČOV OP papírna, s.r.o. Olšany
13. Papermills. [cit. 2007-6-6]. Dostupný na www:
<http://www.delfortgroup.com/lang_en/papermills.htm>

14. OP papírna, s.r.o. [cit. 2007-5-29]. Dostupný na www:
<<http://spp.tradecentrum.cz/index.php?emd=subject&id=91&menuID=67>>
15. www.mapy.cz
16. HORÁKOVÁ, Marta et al. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. Vyd. 2. Nakladatelství technické literatury, 1989.392 s. ISBN 04-606-89
17. RNDr. Jiří Zahrádka, CSc.- Vliv odpadních vod z OP papírna s.r.o., Olšany na biocenózy řeky Moravy- průzkum v roce 2012
18. RNDr. Lukáš Merta, Ph.D.- Stav populace mihule potoční v horním povodí řeky Moravy – průzkum v roce 2013