

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Úpravna vody Litvínov

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Autor práce: Jiří Jánský

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Jánský

Územní technická a správní služba

Název práce

Úpravna vody Litvínov

Název anglicky

Water Treatment Plant Litvínov

Cíle práce

Cílem práce bude rešerše literatury v oboru úprava pitné vody. Z dat a poznatků získaných z provozu úpravy vody Litvínov provést vyhodnocení provozu a případně návrh zlepšení provozu ÚV.

Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis zdroje vody
6. Popis technologie úpravy vody
7. Vyhodnocení provozu
9. Diskuze
10. Závěr
11. Použité zdroje
12. Přílohy

Doporučený rozsah práce

40 stran textu a přílohy

Klíčová slova

úprava vody, koagulant, technologické schéma, hygienické zabezpečení vody

Doporučené zdroje informací

Beran J., Základy vodního hospodářství

Biela, Beránek, Úprava vody a balneotechnika

Kačura G., Minerální vody

Pitter P., Hydrochemie

Plechač V., Voda, problém současnosti a budoucnosti

Polášková A. a kolektiv, Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí

Provozní řád Úpravny vody Litvínov

Provozování úpravny vody, Ing. Myslibor Chalupa, CSc.

Sobota J., Studijní texty k předmětu Vodní hospodářství

Sobota J., studijní texty předmětu Úprava pitných a čištění odpadních vod

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Úpravna vody Litvínov“ jsem vypracoval samostatně za použití literatury a publikací uvedených v seznamu použité literatury a informací získaných v samotném provozu úpravny.

V Meziboří dne 11.3.2015

Podpis:

Poděkování:

Mé poděkování patří vedoucí této práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za vedení, vstřícnost a ochotu, panu Janu Krausovi, mistru provozu Úpravny vody Litvínov, který mi poskytl potřebné informace spolu s materiály o této problematice a dále pracovníkům společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., Ing. J. Michalové, Ing. L. Güntherové a Ing. F. Fedorovi, kteří pro tuto práci poskytli potřebné technické informace a povolení s nimi nakládat.

V Meziboří dne 11.3.2015

Podpis:

Abstrakt

Začátek bakalářské práce je věnován samotné vodě, typům vody a jejímu významu pro člověka. V další části je zmíněna Úpravna vody Litvínov, její historie, současná podoba, technologie úpravy vody a její hospodáření s vodou z přítoku Bílého potoka v návaznosti na roční období. Dále jsou popsány procesy úpravy vody využívané v úpravně a požadavky na výstupní kvalitu vody. V další části práce je následně shrnutí zjištěných výsledků a možné návrhy na zlepšení technické, chemické či biologické stránky procesu úpravy vody ve sledované úpravně.

Klíčová slova

Úprava vody, koagulant, technologické schéma, hygienické zabezpečení vody

Summary

The beginning of the bachelor's work is dedicated to water itself and to its importance for the human being. In the next part is mentioned the water purification plant in the town called Litvínov, its history, present form, the technology of water treatment and its economy with the water from the inflow Bílý potok in the connection of the year season. Then are described the processes of the water treatment of the water used in the water purification plant and the demands of the entrance water quality. The next part of the work summarizes the results and makes proposals for improving technical, chemical and biological aspects of the water treatment process at the plant.

Key words

Water treatment/ purification, coagulant, technological scheme, water sanitation

Obsah

1. ÚVOD	6
1.1 Námět bakalářské práce.....	8
1.2 Cíl bakalářské práce	8
1.3 Metodika zpracování bakalářské práce	8
2. VODA	9
2.1 Význam vody pro člověka.....	9
2.2 Druhy vod.....	11
2.2.1 Voda podzemní	11
2.2.2 Vody povrchové.....	12
2.2.3 Vody atmosférické	12
3. PROCESY ÚPRAVY VODY	14
3.1 Procesy fyzikálně-chemické	14
3.2 Procesy chemické	14
3.3 Procesy mechanické.....	14
3.4 Procesy biologické	14
3.5 Dezinfekce vody	15
3.6 Stupně úpravy vody	15
4. BÍLÝ POTOK A KVALITA JEHO VODY	17
4.1 Bílý potok a jeho průběh (foto vtoku potoka do úpravny)	17
4.2 Kvalita vody z Bílého potoka v průběhu roku.....	18
5. ÚPRAVNA VODY LITVÍNOV	20
5.1 Historie a současnost	20
5.2 Provoz úpravny vody.....	22
5.3 Technologický proces úpravy vody	25
5.4 Chemické hospodářství	30
5.5 Kalové hospodářství	35
5.6 Provozní kontrola	35
6. KVALITA SUROVÉ VODY	37
6.1 Sledování surové vody Bílého potoka.....	37
6.2. pH vody	40

6.3 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK Mn).....	40
6.4 Železo (Fe)	40
6.5 Barva vody	41
6.6 Mangan (Mn).....	41
6.7. Zákaly vody	41
6.8 Dusitany (NO ₂).....	42
6.9 Dusičnany (NO ₃)	42
6.10 Amonné ionty (NH ₄)	43
7. MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR SUROVÉ VODY	43
8. ZÁVĚR.....	47
9. NÁVRH NA ZLEPŠENÍ PROVOZU	50
SEZNAM LITERATURY	51
INTERNETOVÉ ZDROJE	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	52
SEZNAM TABULEK.....	53
SEZNAM PŘÍLOH.....	53

1. ÚVOD

Úprava přírodní pramenité, povrchové, či podzemní vody je důležitou součástí procesu přeměny vody surové ve vodu použitelnou pro lidský organismus bez nebezpečí jakéhokoli poškození zdraví. Teprve náležitou úpravou se v dnešní době dosáhne takové kvality vody, která bude v konečné fázi její přeměny vykazovat vlastnosti vody pitné, jejíž hodnoty jsou dnes regulovány normami pro její úpravu. Pitná voda je definována ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, kde se v § 3, odstavci 1 uvádí, že „*Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Ukazatele jakosti pitné vody a jejich hygienické limity jsou uvedeny v příloze č. 1. U surových nebo pitných vod, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l*“ (www.tzb-info.cz, 2014).

Dále ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, v platném znění, se v § 21 hovoří o tom, že „*Ukazatelé jakosti vody odebrané z povrchových vodních zdrojů nebo podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou (dále jen "surová voda") a jejich mezní hodnoty pro jednotlivé kategorie standardních metod úpravy surové vody na vodu pitnou, včetně jejich definic jsou uvedeny v příloze č. 13.*“ (www.tzb-info.cz, 2014) této vyhlášky, kde jsou v § 22 definovány další požadavky na stav vodních zdrojů a to tak, že „*Surová voda se odebírá především z vodních zdrojů, které se v přirozeném stavu svým fyzikálním, chemickým, mikrobiologickým, popř. biologickým složením a vlastnostmi co nejvíce blíží požadavkům na pitnou vodu. Při rozhodování mezi několika možnými vodními zdroji se vychází z optimálních investičních a provozních nákladů ve vztahu ke složitosti technologie úpravy a náročnosti na dopravu vody. Při výběru vodního zdroje se hodnotí i využitelná vydatnost vodního zdroje, možnost ochrany jakosti vody ve vodním zdroji, potenciální kontaminace vody a další místní podmínky*“ (www.tzb-info.cz, 2014).

Samotný proces úpravy surové vody pro lidskou potřebu dnes zajišťují technologie, které se v průběhu desetiletí jejich existence stále vyvíjejí a zdokonalují a nechávají na sebe moderní trendy jako je například využití chlorace na konci procesu, kvůli tomu, aby se voda hygienicky zabezpečila v rozvodové síti, nebo využití flotace rozpuštěným vzduchem, rozvoj filtrace s využitím aktivního uhlí, či rekonstrukce kalového hospodářství (*Jan Kraus, VII. 2014, in verb*).

Tak tomu je i v Úpravně vody Litvínov, která je předmětem této práce. Úpravna vody jako taková musí také odpovídat normám a požadavkům bezpečného provozu a ostatním, které jsou uvedeny také v zákoně č. 254/2001 Sb., vodní zákon v platném znění, ve kterém jsou úpravní vody zařazeny mezi vodními díly v § 55, odstavci 1, kde se praví, že vodní díla jsou mimo jiné také stavby vodovodních řadů a vodárenských objektů včetně úpraven vody. Do samotného navrhování úpraven zasahuje také ČSN 755201, kde se mimo jiné píše o hrubém výkonu úpravní vody, jenž může být navržen v návaznosti na množství, které je ve vodním toku k dispozici. Dále se navrhuje kapacita úpravní, to znamená jaké největší množství upravené vody v požadované jakosti je úpravna schopna dodat za časovou jednotku do vodovodního systému a například také to, zda půjde o úpravnu s provozem celoročním či přerušovaným (*Jan Kraus, VII. 2014, in verb*).

Díky veškerým doposud zjištěným výsledkům a na ně navazujícím technologickým procesům, můžeme z veřejných vodovodních sítí, jakožto koneční odběratelé ve svých domovech, bezstarostně čerpat, tu pro náš život tak nepostradatelnou tekutinu, vodu, beze strachu z jakéhokoli onemocnění (*Jan Kraus, VII. 2014, in verb*).

1.1 Námět bakalářské práce

Námětem této bakalářské práce je Úpravna vody Litvínov a v ní probíhající způsob úpravy pitné vody, kterou odebírá z toku Bílého potoka. Je zde popsána historie, momentální podoba a funkčnost objektu a možné rozdíly v úpravě vody v návaznosti na ročním období, kdy do úpravny vtéká voda různě znečištěná a případné možné změny, či vylepšení úpravy zpracování přijímané vody.

1.2 Cíl bakalářské práce

Popis Úpravny vody Litvínov

Zjištění kvality vody v Bílém potoce při vtoku do úpravny

Popis postupu úpravy pitné vody

Popis možných vylepšení úpravy vody ve sledovaném zařízení

1.3 Metodika zpracování bakalářské práce

Popis významu vody pro člověka

Popis Úpravny vody Litvínov a její vodní hospodářství

Popis vlivu ročních období na kvalitu surové vody v průběhu roku

Popis úpravy vody a požadavků na její výstupní kvalitu

2. VODA

2.1 Význam vody pro člověka

Lidstvo a celá jeho historie se velmi úzce pojí s vodou. Již za dávných dob, ve starověku, se první lidská sídla zakládala v těsném sousedství vodních zdrojů. A již v těchto dobách vznikaly první známky počátku vodního hospodářství, ač to systematicky nebylo ještě možné označit jako ucelená vodohospodářská činnost. Šlo převážně o vykopávky kanálů, jimiž se přiváděla závlaha do polí, o využití energie vodní síly a také o to, jakým způsobem se voda čerpala. Už tehdy si lidé uvědomovali cenu vody, a proto již byly zřízeny zákonné normy na to, kdo, kdy a v jakém množství může vodu čerpat (*Beran, 2006*).

Vodní hospodářství se na území našeho státu spojuje především s rybníkářstvím, které mělo rozkvět hlavně na jihu Čech (*Beran, 2006*). V této oblasti nechali Rožmberkové, kteří byli velmi bohatým šlechtickým rodem, vybudovat celou soustavu rybníků. V té době vznikl i rybník Rožmberk s hrází až 11 m vysokou, 2,5 km dlouhou, jež byla v patě široká až 80 m. Je řazen mezi největší nádrže pro svůj obsah 44 mil. m³ s plochou 720 ha. (*Plechač, 1989*).

Voda je jakožto přírodní zdroj nositelem tepelné, mechanické a chemické energie. Je také médiem pro transport látek a v řadě průmyslových odvětví klíčovou surovinou. Voda se na zeměkouli nevyskytuje ve stavu klidu, jelikož je stále v pohybu v rámci jejího koloběhu, jehož základními složkami jsou výpar, srážky, povrchový a podpovrchový odtok i voda zadržaná v nádržích (*Plechač, 1989*).

Tato surovina je nejrozšířenější látkou v přírodě. Je bezpodmínečně nutná k existenci života. Nachází se trvale v zemské atmosféře, na povrchu Země i pod jejím povrchem. Je součástí půdy, je součástí velkého množství technologických procesů, je obsažena též v tělech živočichů a rostlin. Význam vody pro člověka a pro životní prostředí byl definován 6.5.1968 na zasedání Evropské rady ve Štrasburku ve 12 bodech tzv. Evropské vodní charty. V jednotlivých bodech se hovoří např. o tom, že „zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné“, že „vodní zdroje musí zůstat zachovány“ a dále např. to, že „jakost vody musí odpovídat požadavkům pro různé způsoby jejího využívání, zejména musí odpovídat normám lidského zdraví“ nebo

také, že „znečišťování vody způsobuje škody člověku a ostatním živým organismům, závislým na vodě“ (Sobota, 2012).

V oblasti veřejných vodovodů bylo na základě státního vodohospodářského plánu z roku 1975 předpokládáno, že průměrný roční přírůstek potřeby pitné vody pro obyvatelstvo bude asi 5%. Veřejné vodovody se následně kvůli preferování určitých oblastí rozvíjely nerovnoměrně, kdy v určitých oblastech byla infrastruktura plně zajištěna a v jiných úsecích byla nedostatečná. Od roku 1993 v důsledku zvyšování cen vodného a stočného, útlumu zemědělství a průmyslu a zkvalitňování stavu infrastruktury potřeba vody a její odběr klesá. Celkově je pokles odběrů ovšem velmi nerovnoměrný (Sobota, 2012).

Kolektivizace zemědělství, která proběhla v padesátých letech minulého století, se z hlediska ochrany vod projevila spíše negativně, jelikož směřovala k tvorbě velkokapacitních závodů s velkovýrobními technologiemi. Toto vedlo k soustředěným nárokům na vodu a jejímu znečišťování v podstatně větším měřítku, než k tomu docházelo u předešlých malých hospodářství. Následná výstavba a využívání závlah v zemědělství měly také závažný vliv na hospodaření s vodou a po roce 1995 byla jejich další výstavba prakticky zastavena. Zemědělství má také negativní dopad na vodu formou znečištění, která jsou spíše havarijního charakteru, jako smývání organického hnojiva deštěm, či rozvoz hnojiv například na zamrzlou půdu a podobně. Podle statistik se znečišťování vod postupně snižuje od roku 1990. Další negativní dopad na hospodaření s vodou má zemědělství kvůli rozsáhlému odvodnění půdy (Sobota, 2012).

V průmyslu a přidružených službách vodní hospodářství sleduje jejich činnost a přiměřeným způsobem na tuto činnost reaguje. Sleduje například, jaké jsou na odběr, především povrchové vody, požadavky. Dále sleduje vypouštění zpoplatněného, neoprávněného či havarijního znečištění a vypouštění odpadních vod. Cílem sledování jsou také průmyslové činnosti týkající se skládek, znečištění ovzduší, provoz odkališť a podobně, které mohou také ovlivnit hospodaření s vodou a její kvalitu (Sobota, 2012).

2.2 Druhy vod

Vody rozlišujeme podle jejich výskytu ve volné přírodě. Dělíme je na vody přírodní a odpadní. Do přírodních vod řadíme: atmosférické vody, podzemní vody, které lze dále dělit na minerální a prosté vody a povrchové vody zahrnující vody stojaté a tekoucí, mořskou vodu nevyjímaje. Do odpadních vod řadíme splaškové a průmyslové odpadní vody. Vody se dále dělí do tří základních skupin dle jejich využití: pitná voda, provozní voda a užitková voda. Další rozdělení je dle jejího specifického použití a zvláštních požadavků, které jsou kladeny na její vlastnosti a složení. Lze tak vodu dělit např. na vodu pro zavlažování, pro chov ryb, pro rekreaci a podobně (*Pitter, 1981*).

2.2.1 Voda podzemní

Voda, nacházející se pod povrchem zemským se označuje za vodu podzemní a je tvořena vlhkostí půdy, skalní vlhkostí, vodou tekoucí i stojatou. Jde také o podzemní vodu hlubinnou, nebo vodu zaplňující prostory uvnitř hornin (*Sobota, 2007*).

Podzemní vody jsou doplňovány kondenzací vodních par z magmatu či vodních par v půdě, nebo vodním průsakem z povrchu - infiltrací, což je nejvýznamnější způsob. Tím, že se povrchová voda dostává do podzemí, podléhá vlivu půdního prostředí, které může mít vliv na její množství a kvalitu a při určitém obsahu rozpuštěných tuhých látek a plynů v půdě se může z vody stát voda minerální, které se za přírodní minerální vodu považuje tehdy, jestliže obsahuje v 1 litru více než 1 g rozpuštěného CO₂ nebo více než 1g rozpuštěných tuhých látek. V České republice se nachází několik míst s lázeňským provozem a termálními prameny, např. Karlovy Vary, Františkovy Lázně, Janské Lázně, Libverda, Velké Losiny a jiné (*Pitter, 1981*).

Například v Severních Čechách se využívání minerálních vod již stalo tradicí zapsanou v místních kronikách. Lázeňství se rozmohlo převážně v 18. a v 19. století, kdy se velké pozornosti a oblibě těšili hlavně teplické lázně (*Kačura, 1980*).

Vody, označované jako minerální se dále dělí na vody léčivé, u kterých se musí lékařsky prokázat jejich léčivé účinky a na vody stolní, které se ke konečným odběratelům většinou dostávají balené v lahvích (*Sobota, 2012*).

V přírodě se vyskytující peloid (bahno, rašelina), plyn nebo minerální voda, mající vlastnosti pro léčebné účely, které jsou potvrzeny osvědčením dle platných zákonů, se nazývají přírodním léčivým zdrojem. Má-li podzemní voda u vývěru svou teplotu vyšší než 20°C, nebo původní čistotu o obsahu rozpuštěných pevných látek nejméně 1 g/l či s obsahem rozpuštěného oxidu uhličitého, či pro zdraví jiného významného chemického prvku nejméně 1 g/l, či radioaktivitu radonu vyšší než 1,5 kBq/l, lze tuto označit jako minerální vodu pro léčebné využití (*Pitter, 1981; Binnie, Kimber a Smethurst, 2002*).

2.2.2 Vody povrchové

Voda povrchová je definována coby voda na zemském povrchu, která má různou formu vodních útvarů. Tuto vodu dokáže člověk využít pro svou potřebu ve formě vody pitné, závlahové, technologické či napájecí. Dále k chovu ryb, přepravě, k rekreaci nebo jako zdroj energie. Avšak veškerá tato využití v sobě nesou nebezpečí určitého znečištění využívaného vodního toku a z toho plynou různě náročné požadavky na kontrolu těchto znečištění povrchových vod. Voda má také velmi významnou hodnotu krajinyotvornou (*Polášková 2011; Houben and Treskatis, 2007*).

Z vod atmosférických a podzemních vznikají vody povrchové tak, že se složení vody po dopadu, či průsaku na zemský povrch změní. Na atmosférickou vodu působí různé nerozpustné, či rozpustné látky z povrchových vrstev půdy a na podzemní vodu působí především příjem kyslíku a ztráta oxidu uhličitého. Povrchová voda, která je slabě mineralizovaná, bývá často doplňována vodou atmosférickou, nebo je to voda z rašeliníšť, která ovšem obsahuje huminové látky ve velkém množství a její barva je žlutá až žlutohnědá. Je-li povrchová voda tvořena z větší části vodou podzemní, je tato již mineralizovaná silněji. Na vlastnosti povrchové vody působí také další okolnosti, jako například klima, geologické vrstvy a jejich složení, možné znečištění povrchových vod vodami odpadními, či složení vod přítékajících (*Pitter, 1981; Cheremisinoff, 2002; Ludwig, 2005*).

2.2.3 Vody atmosférické

Běžné rozmezí pH atmosférické vody se pohybuje od 5 do 6. V oblastech ovlivněných průmyslem mívají vody někdy pH nižší než 4. Důvodem mohou být kyselé deště vzniklé znečištěním ovzduší dusíkem a oxidy síry. Kyselá voda je

následně důvodem okyselení půdy, což má neblahý vliv na rostliny. V povrchových vodách s nízkou neutralizační kapacitou, např. v některých jezerech, může vlivem kyselých dešťů pH klesnout (*Pitter, 1981*).

Vodní páry obsažené ve vzduchu se mění na vodu kapalnou, sníh nebo led v případě, že se ve vzduchu nacházejí kondenzační jádra částic soli či prachu a teplota vzduchu klesne pod rosný bod (*Portál Veřejné správy ČR, 2003-2010*).

3. PROCESY ÚPRAVY VODY

Veškeré procesy při úpravě surové vody jsou souhrnem postupů, dle vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb., dle kterých je dosaženo požadované kvality vody. Těto kvality vody je možno dosáhnout různými technologickými procesy. Za nejčastější procesy pro tuto činnost se považují procesy fyzikálně-chemické, chemické, mechanické a biologické (*Slavičková a Slaviček, 2013; Sobota, 2007; Příručka provozovatele úpravny pitné vody*).

3.1 Procesy fyzikálně-chemické

Koloidně dispergované a nerozpuštěné látky se odstraňují pomocí koagulace a flotace. Plyny obsažené ve vodě se odstraňují desorpčí vzduchem. K odbarvování a dezodorizaci vody napomáhá absorpce aktivním uhlím. Jako další proces je možné zařadit deionizaci popř. demineralizaci vody (nanofiltrace, ultrafiltrace, reverzní osmóza, iontová výměna), (*Cheremisinoff, 2002; Slavičková a Slaviček, 2013*).

3.2 Procesy chemické

Používají se hlavně při úpravě podzemních vod, např. k odstraňování železa, agresivního oxidu uhličitého, fluoridů, hořčíku, vápníku, manganu atd. Založeny jsou na srážení, případně oxidaci vzdušným kyslíkem či silnými oxidačními činidly (chlor a jeho sloučeniny, manganistan draselný, peroxid vodíku, ozon) a také na neutralizaci (*Ram, Andreescu and Ding, 2011; Sobota, 2007*).

3.3 Procesy mechanické

Používají se pro odstraňování hrubých nečistot zejména v povrchových vodách. Slouží jako ochrana před poškozením a mechanickým zanášením čerpacích zařízení a potrubí. Do této skupiny lze zařadit česle, lapače písku, síta, či usazovací nádrže (*Mays, 2011; Sobota, 2007*).

3.4 Procesy biologické

Jsou někdy používány při odmanganování a odželezování vody, při denitrifikaci, desulfataci a při pomalé filtraci (*Slavičková a Slaviček, 2013; Sobota, 2007*).

3.5 Dezinfekce vody

Při úpravě vody se také využívá její dezinfekce. Jestliže vody obsahují choroboplodné zárodky, jsou zdravotně závadné. Procesem dezinfekce se u užitkových a pitných vod odstraňují viry a bakterie, což jsou patogenní zárodky. Důležitost dezinfekce je spatřována z velké části v odstranění zárodků některých infekčních chorob, jako například tyfus, úplavice či cholera (*Biela, Beránek, 2004*)

Dezinfekce je prováděna např. chlorem, UV zářením, ozonem aj. (*Vodárenství, 1998; Biela, Beránek, 2004*).

Chlor se používá jakožto nejčastější prostředek k dezinfekci vody jak u nás, tak i v zahraničí. Má jednoduchou použitelnost, velkou účinnost a silné oxidační účinky. Používá se například při odstraňování manganu, železa či sirovodíku. Používá se především chlornan sodný, hořečnatý a vápenatý. K odstranění pachů např. po rybách se používá oxid chloričitý (*Biela, Beránek, 2004; Purcell, 2003*).

UV záření (200-300 nm) odstraňuje bakterie i spory bakterií. Může také zničit patogeny, které nezničí chlor či ozon. Pokud voda neobsahuje železo ani mangan, tak se při této metodě nedostávají do vody toxické látky, nemění se chemické složení vody, ani její chuť a pach (*Biela, Beránek, 2004; Purcell, 2003*).

Ozon je nejsilnější dezinfekční a oxidační činidlo. Jelikož však působí toxicky, musí být veškeré úpravny vody, které ho používají, dobře odvětrávány (*Biela, Beránek, 2004; Purcell, 2003*).

3.6 Stupně úpravy vody

Jednostupňová úprava se používá většinou u vod, které jsou méně znečištěné (koncentrace železa do 3-4 mg/l, koncentrace manganu do 0,5 mg/l). Jde-li o vodu čistou, provádí se rychlofiltrací, kde se přidávají dávky manganistanu, a voda se provzdušňuje. Není-li voda čistá, použije se například pomalá filtrace, doplněná mikrofiltrací, aby se zabránilo zanášení filtrů řasami. Dá se použít také koagulační filtrace (*Slavičková a Slaviček, 2013; Pannring, 1999*).

Dvoustupňová úprava se používá u vod, ve kterých koncentrace železa přesahuje 4 mg/l. První fáze obsahuje dávkování srážedel, rychlé a pomalé míchání, usazování v usazovacích nádržích, čiřiče či flotaci. Druhá fáze obsahuje rychlofiltraci (*Slavičková a Slaviček, 2013; Sobota, 2007*).

V případě povrchových vod se kromě výše uvedených úprav používá také úprava vícestupňová, k níž je přistupováno u příliš znečištěných vod, které nebyly v předchozích stupních dostatečně upraveny. Vícestupňová úprava je složená z dvoustupňové úpravy, která je doplněna o případnou oxidaci a filtraci pomocí aktivního uhlí, které pomáhá odstranit pachy a chutě (*Slavičková a Slaviček, 2013; Sobota, 2007*).

4. BÍLÝ POTOK A KVALITA JEHO VODY

4.1 Bílý potok a jeho průběh (foto vtoku potoka do úpravný)

Plocha povodí Bílého potoka je 5 613,7 km². Kilometrůž toku je 15 km. Jde o drobný vodní tok, pramenící v Krušných horách v oblasti Černý rybník, což je přírodní rezervace. Voda tohoto toku je charakteristická vysokým obsahem huminových látek, což je způsobeno přítomností rašelinišť v blízkosti jeho pramene.



Obrázek č. 1: Bílý potok pod Úpravnou vody Litvínov (foto: J. Janský 2014)

Horní tok Bílého potoka, přitékající od hranic s Německem, protéká údolím Šumný důl svým přirozeným korytem a jeho voda má vysokou čistotu. Z důvodu vysoké čistoty vody je tato odebírána poblíž obce Šumná a následně na Úpravně vody Litvínov upravována. Tato upravená voda poskytuje částečné zásobení pitnou vodou ve městech Litvínov, Most, v okolních obcích a také v závodu Unipetrol RPA.

4.2 Kvalita vody z Bílého potoka v průběhu roku

Roční období jsou čtyřmi hlavními nepřáteli ÚV Litvínov

Jaro – surové vody je dostatek díky tání sněhu. Kvalita vody je, díky splachu a vyšší vymílací schopnosti vody, nižší. Když dojde k tání sněhové pokrývky, kvalita vody je horší asi dva až tři týdny, dle rychlosti tání. Pokud je tání příliš rychlé dochází k velkému splachu a tím se stává voda neupravitelná a může dojít k uzavření úpravny. Po přirozeném vyčištění toku, má voda tak vysokou čistotu, že se nemusí dávkovat síran hlinitý. Úprava pak probíhá pouze filtrací, dávkováním vápna a chlorací.

Léto – v létě je nedostatečný přirozený průtok ve vodoteči, proto se připouští voda z Fláje, která má ovšem více huminových látek a přirozeně horší kvalitu. V tomto případě se musí dávkovat síran hlinitý (zpravidla dávka 12 až 15 mg/l). Voda se nesmí pouštět přímo na filtry, ale je třeba ji pustit přes koagulační nádrž.

Podzim – v tuto dobu je zpravidla nedostatek vody po letním období až do příchodu podzimních dešťů. Na podzim opadává listí, jehož množství může způsobit zanášení strunových, ručně čištěných česlí na jímacím objektu před úpravnou, což také může vést k odstavení úpravny.

Zima – dochází k vymrzání potoka, vznikají ledové kry a zmenšuje se průtok. K zamezení zamrznutí toku se připouští voda z přehrady Fláje, která je teplejší, což má ovšem za následek větší znečištění vody huminovými látkami.

Během roku je teplota vody nestálá. V zimním období teplota vody klesá pod 0°C a v létě vystupuje nad 11°C a také velmi závisí na teplotě ovzduší. Tento tok lze označit za vhodný k využití ve vodárenství s ohledem na jeho studený, horský charakter, vyhovující především svou teplotou. Z hlediska fyzikálních vlastností vody, lze vzít v úvahu její zbarvení, kdy je voda téměř celoročně bezbarvá a čirá. Také se k vodě neváže žádný výraznější zápach. Fyzikální vlastnosti vody tedy vyhovují požadavkům, jež jsou na pitnou vodu kladeny.

Reakce vody je mírně kyselá a pohybuje se v rozmezí pH 6,0 -6,8. Alkalita vody (KNK) je nízká: 0,1 – 0,3 mval/l. Protože acidita vody (ZNK) byla zjištěna většinou jen v setinách mval/l, projevuje se i přes nedostatek ochranné alkality jen

mírná uhličitanová agresivita. (KNK - kyselinová neutralizační kapacita, míra stability pH), (ZNK - schopnost vody neutralizovat zásadu).

Tvrdost vody, kterou způsobuje hydrouhličitan vápenatý vyskytující se přirozeně, se celkově pohybuje v mezích 0,4 – 0,5 mmol/l, dle čehož se jedná o měkkou vodu. Nízká tvrdost je způsobena geologickým podložím (ortorula, rula).

Oxidovatelnost, čili chemická spotřeba kyslíku, je zde nízká a z toho se usuzuje na výbornou kvalitu vody z hlediska nízké přítomnosti organických látek, které vodu znečišťují. Toto bývá rozhodující vlastností pro použití povrchové vody jako pitné.

Přítomnost železa byla zjištěna v malém množství odpovídajícím normě. Přítomnost manganu byla většinou negativní. (*Jan Kraus, IX. 2014, in verb*).

5. ÚPRAVNA VODY LITVÍNOV

5.1 Historie a současnost

Úpravna vody Litvínov se začala stavět v roce 1976. V roce 1978 byla dostavěna a přesto, že byla kompletní, provoz v ní zahájen nebyl. Pracovníci, kteří byli v této úpravně zaměstnaní, zastupovali spíše hlídače majetku nefunkční provozovny a to až do roku 1985. Od roku 1978 až do roku 1982 se některé provozní celky a strojová zařízení dokonce odvážela do šrotu. Až pracovníkům došla trpělivost, napsali článek do tehdejších novin, Rudého práva, a díky tomu se provozovna v roce 1982 dostala do zkušebního provozu. Odvezená strojní zařízení se opět dopravila na své původní místo, či byla zrekonstruována. V roce 1986 byl zahájen trvalý provoz. V letech 2003 až 2006 byl rekonstruován systém řízení filtrů včetně ovládacích klapek, které byly nahrazeny pneumatickými klapkami s elektropohonem. Fasáda a okna byly rekonstruovány v roce 2007. V roce 2008 bylo osazeno dávkování síranu hlinitého a síranu amonného indukčními průtokoměry s regulací průtoku a průběžné měření obsahu chlóru v upravené vodě. (*Jan Kraus, VIII. 2014, in verb*).



Obrázek č. 2: historické foto ovládacích pultů (foto: Ing. Baláž 1985)



Obrázek č. 3: historické foto velína (foto: Ing. Baláž 1985)

Úpravna je tvořena jednou budovou, ve kterém je umístěna technologická linka úpravy vody, chemické hospodářství a provozní místnosti. Na tuto budovu navazuje budova haly filtrů, kompresorovna, garáže a pomocné provozy. V areálu se v samostatném objektu dále nachází sklad chloru a kryt CO. Mimo areál úpravny je umístěn odběrný objekt surové vody, limnigraf, kalové laguny a výstupní objekt sloužící k přepouštění surové vody z Flájské štoly do Pekelského potoka, který je levostranným přítokem Bílého potoka.

Celá úpravna vody je vytápěna elektrickými kotli a také přímotopy. Veškerý provoz je možné řídit z místa u každého zařízení, nebo centrálně z velína.



Obrázek č. 4: letecký snímek budovy velína (zdroj: www.mapy.cz)

5.2 Provoz úpravný vody

Obsluha řídí provoz úpravný z velína, což je místnost, ve které je možno sledovat veškeré dění v úpravně. Výkon úpravný je stanoven dispečerem z SČVK a.s., závod Most.

Na velínu je soustředěno veškeré řízení úpravný. Zde se nachází regulace přítoku vody do úpravný, a zajišťuje se, zda výkon úpravný probíhá dle požadavků. Také tady dochází ke sledování vlastního provozu a potřebné údaje se zapisují do deníku provozu. Na tomto místě je také soustředěno energetické a vodohospodářské řízení části provozu.

Regulace průtoku a dálkové měření je řízeno v tomto úseku. Je zde také prováděna regulace a měření surové vody a upravené vody v samotné úpravně. V samotné Úpravně vody Litvínov se uskutečňují ovládání a měření, které se na velínu zobrazují a archivují:

- výroba v l/s,

- regulace průtoku surové vody,
- sanitární průtok,
- množství prací vody na filtry,
- průtok z akumulární nádrže,
- zanášení česlí,
- množství pracího vzduchu na filtry,
- sledování zásobních sil na vápno a jejich stav,
- hladina upravené vody v akumulární nádrži,
- havarijní hladina v jímce strojních česlí,
- pH vody surové,
- pH vody upravené,
- zbytky chloru ve vodě – čidla,
- čidlo na únik chloru,
- regulace filtrace (klapky s elektropohonem).



Obrázek č. 5: řídicí pult ve velínu (foto: J. Jánský 2014)

Technický popis

Surová voda je odebírána z Bílého potoka nad obcí Šumná. Pro odběr vody z toku je vybudován jez. Odběr vody nad jezem se provádí jednoduchým břehovým jímacím objektem, který je vystrojen hrubými, ručně stíranými česlemi a strunovými česlemi s otvory 10 mm. Jez je vybaven stavidlem pro možnost vyplavení nánosů při větším stavu vod. Jez a odběrný objekt je navržen tak, aby zajišťoval minimální průtok pod odběrem surové vody. Tento minimální průtok zůstatkový průtok $Q_{330} = 50$ l/s je měřen limnigrafem.

Pro nadlepšení průtoku v Bílém potoce při minimálních průtocích je odpouštěna voda z Flájské nádrže do Pekelského údolí. Rozsah odpouštěného množství je 0 – 300 l/s, celkové roční množství pak cca 5,8 mil. m³/rok.

Voda z odběrného objektu v max. množství 320 l/sec je gravitačním potrubím přiváděna do úpravny. Délka gravitačního řadu je cca 170 m, profil 500 mm a materiál jsou litinové trubky.

Surová voda přírodním řadem přitéká do kanálu jemných mechanicky stíraných česlí (s otvory 1mm). Na přítoku před česlemi je měření průtoku indukčním průtokoměrem.

Maximální výkon úpravny je 300 l/s upravené vody (320 l/s surové vody). S ohledem na kvalitu vody v Bílém potoce a ve Flájské nádrži a s ohledem na různý poměr směšování obou zdrojů vody je použita technologie koagulační filtrace. Do vody po mechanickém předčištění na jemných česlích je nadávkován síran hlinitý (případně vápno, manganistan draselný a práškové aktivní uhlí). Voda přitéká do mechanického rychlomísiče a po rychlém smíšení s koagulantem protéká flokulačními nádržemi a z nich na pískové otevřené rychlofiltry. Na výstupu z filtrů se dávkuje síran amonný.

Filtrovaná voda je kanálem odváděna do akumulární nádrže. Do akumulární nádrže je dávkována vápenná voda a chlor. Před výstupem z úpravny vody je instalována UV lampa jako druhý stupeň hygienického zabezpečení. Poté upravená voda odtéká gravitačním řadem DN 600 mm do vodojemu Šumná (*Fedor, Herzogová, Mach, 2013*).

5.3 Technologický proces úpravy vody

Technologické rozdělení provozu – hlavní provozně funkční celky

- Odběr surové vody

Jako první objekt, nacházející se na přívodu surové vody, je objekt výstupní, který slouží k přepouštění vody do Pekelského potoka z Flájské štoly, čímž je průtok Bílého potoka nadlepšován. Veškeré zařízení jako jsou regulační klapky na výpusti do Pekelského potoka, regulace, měření, osvětlení jsou napájeny rozvaděčem umístěným na podlaží vypouštěcího objektu.

Pevný jez s betonovým jímacím objektem spolu s limnigrafem je dalším objektem. Na kvótě 427.10 m.n.m. je přelivná hrana tohoto jezu. Jímací objekt se štěrkovou propustí jsou nedílným celkem, zatímco štěrková přepust' má ocelové stavidlo, tak jímací objekt je osazen česlemi, dále má přepad, spádiště a dvě kanálová šoupata o \varnothing 500 mm. Skrze jedno šoupátko je voda odpouštěna na úpravnu a druhé odpouští vodu do vývaru pod štěrkovou propustí. Jímací objekt je dále vybaven strunovými česlemi a zimním vtokem (kanálové šoupátko). V budce na limnigraf jsou dva přístroje. Jeden z nich sleduje přetoky HMÚ (hydrometeorologický ústav) a druhý řídí nadlepšování průtoku ze zásobního prostoru vodního díla Fláje.

Přívodní řad pro surovou vodu je z litinových trubek o \varnothing 500 mm. Na trase mezi úpravnou vody a jímacím objektem se nachází dvě revizní šachty.

- Přívod surové vody do úpravnny

Do úpravnny se voda přivádí potrubím DN 500, na kterém je osazena odbočka zajišťující odběry vzorků surové vody, pro laboratoř, pomocí čerpadla. Dále regulační šoupátko DN 500 s elektropohonem a indukční průtokoměr k měření průtoku s vizuálním oznámením na velínu. Potrubí je dále rozděleno na dvě větve a v každé z nich je osazeno ruční šoupátko. Jednou větví je voda přiváděna na jemné česle a druhá větev zajišťuje obtok vody kolem těchto jemných česlí. V betonové jímce o šířce 1,5 m jsou následně osazeny jemné česle strojně stírané. V jímce je také umístěn bezpečnostní přeliv a také měření havarijní hladiny. Pro ostřík česlí je k nim přiveden tlakový přívod vody a odpad špinavé vody je sveden a zaústěn do

otevřeného obtokového žlabu, kterým se transportuje zachycené listí. Tento žlab ústí za budovou haly filtrů do žlabu, ústícího do Bílého potoka. Na odběru z jímky je osazeno ruční šoupě a dále propojení s obtokem, za kterým přívodní potrubí pokračuje ve dvou větvích. Každá větev má své ruční šoupátko. První větev má zaústění do flokulační nádrže a druhá slouží jako obtok. V první větvi je před flokulační nádrží dávkován síran hlinitý a vápenná voda. Také se zde nachází možnost dávkování aktivního uhlí, ale nyní je tato možnost mimo provoz. Do odtoku je dávkování shodné.

- Míchání

Rychlé míchání a flokulace. Flokulační nádrž je vyrobena z betonu a je rozdělena na pět částí, dílů. V prvním dílu je vtok, v pátém dílu je odběr vody a tři díly uprostřed tvoří vlastní flokulační nádrž. Rychlomísič je umístěn zvlášť, na vtoku před flokulační nádrží a tvoří jej vertikální vrtulové míchadlo s 57 otáčkami za minutu. Z prostoru míchadla voda přepadem odtéká do další části vtoku. Poté voda vtéká do trojdílné flokulační nádrže. Bezpečností přepad je umístěn v jejím prvním díle. Z tohoto prvního dílu voda odtéká buď do odběru, nebo může odtékat do druhé a třetí části flokulační nádrže. Ve třetím dílu nádrže je opět možnost pro odtok vody do odběru. Možnosti odtoku v prvním i třetím dílu nádrže jsou opatřeny ručními kanálovými šoupátky. Ruční šoupátko má i potrubí pro odběr z pátého dílu flokulační nádrže a za tímto šoupátkem se potrubí spojuje s potrubím obtokovým. Z celé nádrže jsou tedy zřízeny tři výpusti. Společné potrubí je pak vedeno do filtrace.

- Separáčn1 stupeň 1 – filtrace

K filtrům se voda přivádí potrubím, na kterém je nejprve zřízena odbočka pro přívod vody k dopravě písku a je zde také zaústěno dávkování síranu amonného. Filtrů je zřízeno šest a každý z nich má filtrační plochu 48,9 m² a výkon 53,5 l/s. Elektrické zavírací klapky jsou zde použity jako uzavírací armatury. Surová voda se přivádí zadní chodbou. V odbočkách na filtry jsou kromě uzavíracích klapek také ruční šoupátka.

Potrubí pro odběr čisté i prací vody, přívod pracího vzduchu a vody spolu s bezpečnostními přelivy je umístěno v přední chodbě.

Z potrubí na odběr čisté vody je u filtrů proveden odběr vzorku. Na odběru je dále osazena regulační klapka s elektropohonem, zajišťující hladinovou regulaci odtoku vody z filtrů. Přívod prací vody a vzduchu je veden potrubím ze strojovny. Odběr čisté vody do akumulace a odpadních vod na kalové laguny se provádí pomocí odtokových kanálů.

U každého filtru je v přízemí osazen ovládací pult pro jeho ovládání. V pultu se nachází, kromě tlačítek k ovládání filtru, také signalizace provozu filtru, jeho praní, chod pracího čerpadla, pracího dmychadla, poruchy (hladina ve filtru, časová kontrola praní filtru) a také poloha uzavíracích klapek



Obrázek č. 6: ovládací pult filtru (foto: J. Jánský 2014)

Filtrovaná voda odtéká z filtrů kanálem přes přepadovou hranu do jednokomorové akumulace. Ke dnu nádrže, za přepadovou hranou, je dávkování chlorové vody, jakožto hygienické zabezpečení, a vápenné vody (do alkalizace). Voda z akumulace odtéká do jímky ve strojovně.

Jako zdroj prací vody slouží dvě vertikální čerpadla do suché jímky, kdy jedno je vždy jako rezerva. Čerpadla sají vodu z jímky ve strojovně. V sání čerpadla je zřízeno ruční šoupátko, ve výtlaku zpětná klapka a ruční šoupátko. Ze společného výtlaku je nejdříve provedena odbočka zpět do jímky, která slouží jako ochrana zařízení proti vodnímu rázu. Osazeno je v ní, směrem od jímky, ruční šoupátko, zpětná klapka s pákou a závažím, dovolující průtok z jímky. Ve společném výtlaku je osazeno regulační šoupátko s elektropohonem a měření množství vody Venturiho trubici. Potrubí je poté vedeno chodbou u filtrů a k jednotlivým filtrům jsou z něj provedeny odbočky. Každé čerpadlo má přívod tlakové vody. Ve společném přívodu k čerpadlům je osazen redukční ventil k regulaci tlaku vody. Před každým čerpadlem je pak osazen ruční ventil, kontaktní proudoznak a ventil s elektropohonem.

Dvě turbodmychadla jsou zdrojem pracího vzduchu. Jedno turbodmychadlo je rezervní. Na sací straně dmychadel je předřazena tlumící komora, rozdělená na dvě nestejněměrné části. Do menší části je kanálem ve zdi přiváděn vzduch. Tato část je kryta poklopem, který umožňuje vstup pro čištění vzduchového filtru. Filtr je osazen mezi dvěma částmi v mezistěně. Sací potrubí je z větší části tlumící komory ke každému dmychadlu vedeno samostatně. V každé části sání je škrtková klapka s elektropohonem. Každé dmychadlo má přívod tlakové vody. Ve společném přívodu k dmychadlům je nejdříve osazen redukční ventil, redukující tlak vody. Ruční ventil a ventil s elektropohonem je pak osazen před každým dmychadlem.

Odvod vody je do odpadu veden společným potrubím. Každé dmychadlo je na výtlaku opatřeno zpětnou klapkou a ručním šoupátkem. Společný výtlak je veden do dochlazovače, ke kterému je zřízen přívod chladicí vody, ve kterém je ruční šoupátko, kontaktní proudoznak a ventil s elektropohonem. Voda se odvádí do odpadu. V dochlazovači je zřízena výpust'. Z výtlaku dmychadel je za dochlazovačem odbočka se šoupátkem s elektropohonem na odfuk dmychadla při jeho nájezdu. Výtlak je dále veden do filtrace, kde se nachází pojistný závažový ventil a smyčka nad hladinou vody ve filtrech, která je osazena měřením množství vody. Poté je výtlak vedena chodbou u filtrů a z něj jsou k jednotlivým filtrům provedeny odbočky.

Plnění filtrů pískem probíhá hydraulicky. V suterénu filtrace je osazeno čerpadlo, jehož sání je zaústěno do jímky, umístěné venku a provedené jako filtr. Venkem je pod mezidno přivedena voda z přívodu surové vody na filtry.

Přívod je osazen regulačním šoupátkem. Z jímky je zřízen bezpečnostní přepad a výpust. V jímce je sání čerpadla rozdvojeno a každý jeho konec je rozšířen. K rozšířené části je přívod tlakové vody. Před čerpadlem je umístěno šoupátko. Šoupátko spolu s manometrem je osazeno na výtlaku čerpadla, který je až do přízemí filtrů proveden z ocelového potrubí na které navazuje potrubí skládané, dle potřeby, z dílů požárních hadic s rychlopojistkami, které se zavedou do kterého filtru.

K přečerpávání pisku z filtru do filtru slouží injektor, který je poháněn tlakovou vodou z rozvodu u filtrů. Na výtlak se používají pryžové hadice.

- Akumulace upravené vody

Pod filtry je umístěna jednokomorová akumulární nádrž o objemu 1500 m³, na kterou navazuje jímka o objemu 300 m³ umístěná pod strojovnou. V jímce akumulární nádrže se nacházejí prací čerpadla a sání čerpadel automatické tlakové stanice sloužící pro úpravnu vody. V jímce akumulární nádrže je umístěn bezpečnostní přeliv, sloužící jako přeliv celé akumulární nádrže s vyústěním do břehu Bílého potoka.

- Hygienické zabezpečení

Voda po filtraci vtéká do akumulární nádrže. Tam je dávkován plynný chlor a síran amonný, kdy jde o chloraminaci a jedná se o první stupeň hygienického zabezpečení. Při této dezinfekci vody se spolu s chlorem používají amonné ionty, jejichž reakcí s chlorem vznikají chloraminy, které při dopravě vody uvolňují chlor a tím je zajištěna hygienická nezávadnost vody. Na odtoku z úpravny se jako druhý stupeň hygienického dozabezpečení vody využívá reaktor s UV zářením.

- Předání upravené vody do distribuce

Pitná voda, která je upravená se do spotřebiště odebírá samospádem z jímky ve strojovně, a to potrubím DN 500. Z potrubí je nejdříve, pomocí čerpadla, odebírán vzorek pitné vody pro laboratoř k pH metru. Následně je osazeno šoupátko s elektropohonem, kolem nějž je zhotoven obtok z potrubí do potrubí. Tento obtok je

osazen vodoměrem a šoupátkem. Obtok slouží pro napuštění řadu. Na odběrném potrubí je osazen indukční průtokoměr, který měří množství upravené vody, druhý stupeň hygienického zabezpečení UV lampa, odběrný vzorkovací ventil a kontinuální měření obsahu chloru HACH – LANGE. Schéma technologického procesu výroby je znázorněno v *Příloze 1*.

Technologické rozdělení provozu – pomocné provozně funkční celky jsou:

- likvidace splaškových vod,
- vytápění objektu,
- zdroj a rozvod elektrické energie,
- zabezpečení a signalizace,
- trubní rozvody a armatury,
- odpadové hospodářství,
- komunikace a oplocení.

5.4 Chemické hospodářství

Nynější chemické hospodářství v sobě zahrnuje přípravu a dávkování vápenné vody, koagulátu síranu hlinitého, síranu amonného a chloru. Dávky pro jednotlivé chemikálie se řídí s ohledem na množství průtoku vody, obsahu CL_2 a pH.

Síran hlinitý – koagulant

Tekutý 55% síran hlinitý se dováží autocisternou a skladován je ve dvou nádržích o obsahu cca 22 m³. Dávkování síranu se po zředění na 5,5 % roztok provádí membránovým dávkovacím čerpadlem (100% rezerva). Rozsah dávkování 5,5% roztoku je 50 – 330 l/h. Dávkování chemikálie je zaústěno před flokulační nádrž a také do obtokového řadu.

Je možné řízení ovládat z řídicího systému na velínu, nebo za pomoci ručních ovladačů na dávkovacích čerpadlech. Ovládání jednotlivých pohonů musí navolit obsluha v řídicím systému ručně, nebo automaticky. Dávkování je řízeno do průtoku. Po konzultaci s provozní laboratoří určuje dávku síranu mistr provozu, popř. technolog.

Obsluha pomocí odměrného válce s hustoměrem měří hustoty v rozpouštěcích nádržích vždy po naředění síranu. K tomuto měření dává pokyn mistr dle vlastního uvážení. Měření průtoku se provádí průběžně indukčním průtokoměrem s vizualizací hodnot na velínu.

Stáčení síranu hlinitého: při tomto obsluha zajišťuje kontrolu a bezpečný průběh stáčení, které je prováděno do jedné ze dvou nádrží plnicími otvory umístěnými v průjezdu. Před a po stočení síranu se provádí, pomocí plastové měřky, měření stavu hladiny.

Příprava a dávkování 5,5% roztoku síranu hlinitého: dávka 55% síranu hlinitého se v rozpouštěcí nádrži zředí vodou až na 5,5% roztok. Tento roztok se poté jako koagulační činidlo dává do surové vody. Roztok se promíchává tlakovým vzduchem, jehož přísun zajišťuje kompresorová stanice, která je umístěna v prvním patře budovy dávkování v místnosti dávkovacích čerpadel. 5,5% roztok je dávkován membránovými dávkovacími čerpadly (jedno z nich je vždy rezervní). Tato čerpadla jsou umístěna pod rozpouštěcími nádržemi v prvním patře budovy dávkování.

Nastavení a kontrola dávky: dávka síranu hlinitého je nastavována automaticky při každé změně průtoku surové vody, což obsluha pravidelně kontroluje na displeji řídicího systému na velínu.

Vápno – vápenný hydrát

Hydrát vápenný se dováží v autocisterně. Je pneumaticky dopravován z autopřepravníku do dvou zásobních sil. Každé silo má obsah cca 80m³. Z těchto sil je přes komorový podavač plněn provozní zásobník, který se nachází nad suchým dávkovačem. Suché dávkovače jsou dva, jeden jako rezervní. Každý z nich má výkon 2-50 kg/h. Vápenné mléko je gravitačně odváděno ze suchých dávkovačů do sytičů. Množství rozpouštěcí vody do sytičů je 6 l/s.

Gravitační dávkování dodává vápennou vodu do akumulární nádrže (do alkalizace) a poté je čerpána před flokulační nádrž do přívodního řadu (před alkalizace). Může být také dávkována před filtry. Pro dávkování se využívají dvě dávkovací čerpadla.

Dva kompresory zajišťují dopravu vzduchu pro pneumatickou dopravu a čerání zásobních sil. Tento vzduch je možné vysoušet na silikagelových absorpčních filtrech. Stav v zásobních silech, chod čerpadel a suchách dávkovačů je signalizován do velínu.

Před alkalizace: využívá se, pokud by pH vody po nadávkování síranu hlinitého nevyhovovalo požadavkům na koagulaci. Dávky vápenné vody zajišťuje odstředivé čerpadlo z vápenného sytiče. Dávkování je zaústěno do potrubí před reakční nádrží. Technolog spolu s mistrem úpravný určuje hodnotu pH pro koagulaci (pH 5,7 – 6,4).

Do alkalizace: upravená voda by měla mít hodnotu pH v rozsahu 7,0 – 9,0. Vápenná voda se ze sytiče dávákuje do akumulace gravitačně.

V laboratoři umístěné pH – metry měří hodnotu pH upravené vody. Do laboratoře dodávají upravenou vodu z odtoku z úpravný vzorkovací čerpadla. Hodnotu pH surové vody měří pH – metr, který je umístěn na nátoku do filtrace. Sondou ve vápenném sytiči je měřena vodivost vápenné vody.

Příprava vápenného mléka: při jeho přípravě je obsluhou kontrolován chod dávkovačů a odtok vápenného mléka do sytiče. Poté, co se sytič číslo jedna naplní nerozpuštěným podílem vápna, uvede se do provozu druhý sytič a první se odstaví a je odsát fekálním vozem.

Příprava vápenné vody: obsluha při této přípravě zajišťuje, aby dodávka vápenného mléka do sytiče byla plynulá. Při změnách průtoku ředící vody dodržuje hodnotu vodivosti v sytiči regulací dávky vápna na příslušném dávkovači. Obsluha mění dávku vápna, jestliže se změní průtok surové vody a dávka síranu hlinitého.

Chlor

Ve váhově chloru je z ocelového sudu o obsahu 500 l plynný chlor odebírán na sklonné váze. Ve váhově chloru je uložen ještě jeden záložní sud. V předsíni chlorovny v prvním patře je číselník váhy. Sud je na odběr napojen přes odlučovač kapalně fáze ke chlorátoru. Pomocí elektrického kladkostroje je možno ve váhově manipulovat se sudy.

V provozní místnosti ve váhově, v přízemí budovy dávkování, jsou umístěné dva chlorovací přístroje, zabezpečující chlorování.

V prvním patře ve chlorovně je umístěn rotometr, který měří množství dávkovaného chloru (200 – 4000 g CL/2hod.). Plynný chlor prochází hadicí do injektoru, umístěném v prostoru mezi filtry a flokulační nádrží. Do injektoru vede tlaková voda. Chlorová voda ústí pod hladinu v akumulární nádrži. Ve váhově a ve skladu chloru je vybudována vzduchotechnika a místnosti jsou opatřeny detektorem úniku chloru, který oznamuje únik chloru do ovzduší zvukově a světelně na velínu.

Sudy s chlorem jsou skladovány v samostatné přízemní budově, která je rozdělena na dvě části. V první části, ve které je neutralizační jímka, jsou skladovány plné sudy v jedné řadě a ve druhé řadě sudy prázdné. Ve druhé části je vzduchotechnika. Nad každou řadou sudů je umístěn elektrický kladkostroj.

Podle hodnoty celkového chloru, který se zobrazuje na obrazovce ve velínu úpravny, nastavuje obsluha dávku chloru na rotometru dávkovacího regulátoru ve chlorovně v prvním patře. Cílem je dosáhnout hodnotu celkového chloru v intervalu, který zadá obsluze mistr provozu po konzultaci s technologem a provozní laboratoří.

V upravené vodě se koncentrace chloru měří kontinuálním analyzátozem, fotometrickou metodou. Obsluha na rotometru regulátoru chloru ve chlorovně odečítá dávku chloru. Laboratoř a obsluha dávku chloru kontrolují chlorkolorimetrem.

Síran amonný

Pro rozpouštění síranu amonného pro chloraminaci jsou zřízeny dvě rozpouštěcí nádrže, každá o obsahu 1,6 m³. Na dně je odběr, výpust, přepad a přívod vzduchu pro míchání obsahu v nádrži. Mimo přepadu jsou na všech přívodech a odběrech osazeny uzavírací ventily.

Pro míchání vzduchu slouží kompresorová stanice. Na výtlačku se nachází uzavírací ventil, pojistný ventil a odolejovač. Síran amonný se do akumulární nádrže dávkuje společným výtlačným potrubím v zaústění směsného filtrátu.

Dávka síranu amonného se v automatickém provozu nastavuje buď ručně, nebo podle průtoku upravované vody. Dávku určuje mistr úpravný po konzultaci s technologem nebo provozní laboratoří. Průtok se měří komunálně indukčním průtokoměrem, který má na velínu vizualizaci a automatickou regulaci podle průtoku upravované vody. Provozní laboratoř ověřuje dávku amonných iontů.

Aby nedošlo k výpadku dávky, zajišťuje obsluha přepínání mezi oběma nádržemi. Dále obsluha zajišťuje nasypání síranu amonného do násypek umístěných v nádržích a rozmíchání dle pokynů.

UV lampy

V roce 2008 byla na ÚV Litvínov instalována středotlaká UV lampa Wedeco, která je osazena na potrubí odtoku z akumulace upravené vody do spadiště. UV lampy jsou plně automatické. Každá je řízena z vlastního PLC s dotykovým panelem na základě nastavené požadované dávky (min. 400 J/m²) a průtoku upravované vody. Funkci a dávku kontroluje obsluha min 2x za směnu a dle potřeby jsou lampy prány kyselinou fosforečnou.



Obrázek č. 7: UV filtry (foto: J. Jánský 2014)

5.5 Kalové hospodářství

Laguna pro kalové hospodářství je navržena pod úpravnu vody v místě bývalého rybníka. Z důvodu možného vybírání kalu je laguna rozdělena na dvě části. Odpad je pak propojen na bývalý vodovodní řad o \varnothing 200 mm, sloužící k odvedení kalů z laguny do městské kanalizace v Litvínově. Jedna z částí laguny vždy slouží jako záložní, pro případ, kdy je potřeba druhou část vyčistit a tím zbavit nahromaděného kalu.

5.6 Provozní kontrola

Provoz je v úpravně vody poloautomatický. Množství vody odebírané do řadu je řízeno dispečinkem z Mostu. Obsluha má za úkol zajistit bezproblémový chod úpravny.

Každý den ve stejnou dobu je prováděn odpočet a záznam součtového množství surové, vyrobené a technologické vody, hmotnost chloru atd.

Mistr provozu určuje:

- způsob přípravy a dávku chemikálií,
- způsob provozu a praní filtrů,
- způsob vedení záznamů o provozu jednotlivých strojů a zařízení s ohledem na provádění oprav, poruchy strojů, zařízení a havárie.

Mistr reguluje a řídí střídání zařízení a strojů s ohledem na generální, či běžné opravy. Ty stroje, které nejsou schopny provozu, nebo nejsou v provozu, musí být označeny nápisem „mimo provoz“. Stroje a zařízení se provozuje dle pokynů výrobce. Kvalita vody po stránce chemicko-technologického provozu se kontroluje v provozní laboratoři a je vyhodnocována mistrem provozu. V případě, že dojde ke změně chemicko-technologického provozu, je obsluha mistrem provozu včas informována.

Ke spuštění provozu náhradního stroje, či zařízení a nouzového provozu, dává pokyn mistr provozu v případě havárie spuštěného stroje nebo zařízení. Všechny zjištěné mimořádné stavy hlásí mistr provozu manažerovi provozu a při řešení postupuje v součinnosti s Útvarem podpory výroby.

Hygienicko-estetická úprava okolí úpravny zahrnuje v převážné míře sekání travních porostů, obnovu vnějšího nátěru budov a opravy oplocení. Údržba také obsahuje kontrolu měřidel, elektroúdržbu vybavení, kontrolu těsnosti potrubí, drobné rekonstrukce a další úkoly dle potřeb v dané lokalitě, což je zajišťováno externími firmami (*Fedor, Herzogová, Mach, 2013*).

6. KVALITA SUROVÉ VODY

Podloží v místě vodního zdroje rozhoduje o kvalitě vody. Pro Bílý potok je charakteristické velké množství huminových látek z rašelinišť, nacházejících se poblíž tohoto toku.

Huminové látky tvoří důležitou složku půdy a hlavní složku přírodního humusu. Vznikají tlením převážně rostlinných zbytků. Jedná se o tmavohnědé a žlutohnědé látky. Dělí se podle rozpustnosti na to na fulvonové kyseliny – rozpustné a světlé, huminové kyseliny – rozpustné ve vodě s pH = 2 a vyšší, barvy tmavší a huminy – nerozpustné a barvy tmavé až černé.

Rašelina je organického původu a ve vodě se rozkládá. Při tomto procesu dochází k uvolňování různých látek, mezi kterými jsou také, pro nás důležité, huminové kyseliny, a dále dochází ke spotřebě kyslíku. Huminové kyseliny způsobují žlutohnědé zbarvení vody. Složení rašeliny, která se ve vodě rozpouští je různé dle lokality, stáří, či původního materiálu a do vody se mohou dostávat také hormony, CO₂ a jiné.

Pro lidské zdraví nejsou huminové látky škodlivé, ale hranice nebezpečnosti pro člověka se uvádí hodnota cca 100 mg.l⁻¹.

Po hygienickém zabezpečení vody pomocí chloru se huminové látky podílejí na vzniku chlorovaných uhlovodíků a trichlormethanu.

6.1 Sledování surové vody Bílého potoka

Během určitých období byly sledovány rozbory vody z toku Bílého potoka pro potřebu Úpravny vody Litvínov. Období, ve kterých bylo sledování prováděno, byla určena na základě měnících se klimatických podmínek v uvedené lokalitě.

Podle naměřených hodnot lze také usoudit, v kterých konkrétních dnech a z jakých důvodů bylo nutné připouštět do úpravny Bílý potok vodu z Flájské nádrže. Rozbory surové vody byly prováděny společností SčVK, a.s. Most a se souhlasem vedení společnosti je možné naměřené hodnoty použít pouze pro účely této práce.

Konkrétní sledovaná období:

- 14. – 17. leden 2013
- 4. – 14. březen 2013
- 15. – 24. květen 2013
- 22. – 23. červenec 2013
- 5. – 7. srpen 2013
- 12. – 30. září 2013
- 4. – 18. listopad 2013

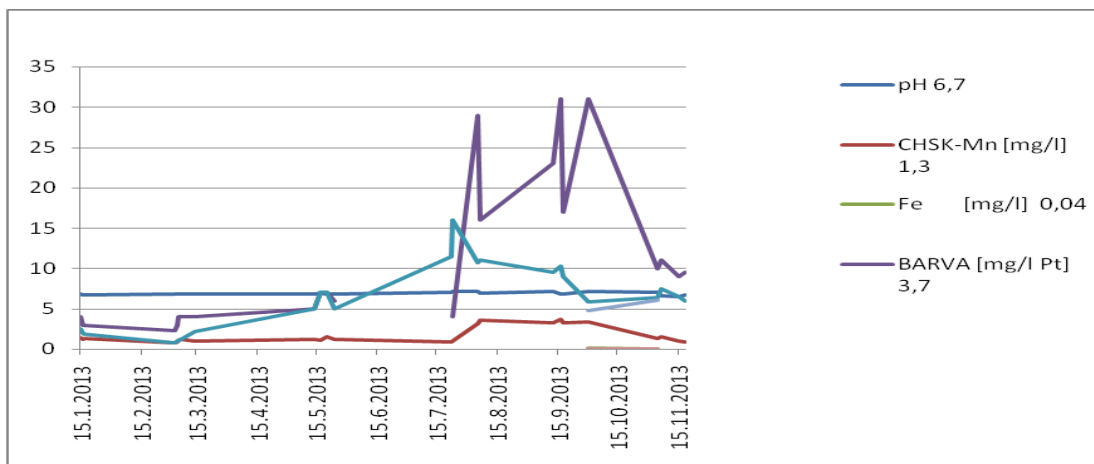
Rozbory vody byly zaměřeny na ukazatele, které jsou uvedeny v *Tabulce 1*.

Označení	Vysvětlivky	Jednotka
KOLI	koliformní bakterie	KTJ/100ml
ECOLI	Escherichia coli	KTJ/100 ml
ENTERO	enterokoky	KTJ/100ml
KUMI36	kultivovatelné mikroorganismy 36°C	KTJ/ml
KUMI22	kultivovatelné mikroorganismy 22°C	KTJ/ml
PO	mikroskopický obraz - počet organismů	jedinci/ml
ABS	mikroskopický obraz - abioseston	%
Tvoda	teplota vody	°C
Fe	železo	mg/l
Mn	mangan	mg/l
BARVA	barva	mg/l Pt
CHSK-Mn	chemická spotřeba O ₂ manganistanem	mg/l
NH₄	amonné ionty	mg/l
NO₃	dusičnany	mg/l
NO₂	dusitany	mg/l
pH	Kyselost vody	

Tabulka 1: sledované ukazatele pro odběr surové vody

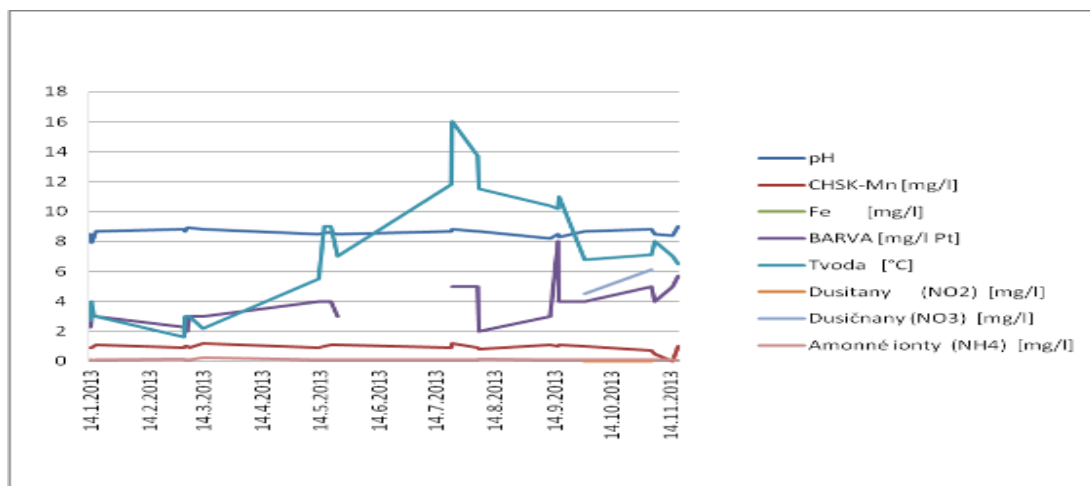
Veškeré naměřené hodnoty surové vody jsou uvedeny v tabulce (*Příloha 2*) a hodnoty upravené vody v tabulce (*Příloha 3*), včetně mikrobiologického rozboru. Z výše uvedených ukazatelů byla věnována pozornost především pH vody, chemické spotřebě kyslíku, obsahu železa, barvě a teplotě vody. Dále obsahu manganu, dusitanů, dusičnanů a amonných iontů. Konkrétní naměřené hodnoty, které byly

prokázány v surové vodě z Bílého potoka ze sledovaných období, jsou uvedeny v tabulce 1 (Příloha 4) a níže jsou tyto hodnoty uvedeny na obrázku 8 v grafu, který je dle této tabulky zpracován. Barevně jsou ve zmíněné tabulce označeny dny, kdy docházelo k rozšířenému měření, kde jsou brány v potaz dusitany, dusičnany a amonné ionty a zvýrazněny jsou překročené limity veškerých měřených hodnot.



Obrázek 8: graf znázorňující průběh hodnot surové vody ve sledovaných obdobích (zdroj: vlastní)

Graf na obrázku 9 vykazuje hodnoty naměřené za sledované období v upravené vodě. Graf je zpracován dle hodnot uvedených v tabulce 2 (Příloha 4).



Obrázek 9: graf znázorňující průběh hodnot upravené vody ve sledovaných obdobích (zdroj: vlastní)

Dále je v tabulce 3 (Příloha 4) uvedeno, jaké požadavky na jakost pitné vody klade vyhláška č. 252/2004 Sb.

6.2. pH vody

Jedná se o kyselost nebo zásaditost vody a hodnota je vyjádřena číselně na stupnici od 0 do 14. Neutrálním rozmezím je rozsah od 6 do 8, což je optimální, ovšem limit pH pitné vody je od 6,5 do 9,5. Pokud je hodnota pH ve vodě vyšší, tak dochází ke snížení účinnosti dezinfekce, což může mít vliv na nepříjemnou chuť vody. Nižší pH má voda měkká a spojuje se s korozí kovů a agresivitou vody.

Naměřené hodnoty ukazují, že hodnoty pH vody Bílého potoka ve sledovaných intervalech nepřekročily limit, který je pro pitnou vodu stanoven.

6.3 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK Mn)

CHSK slouží jako odhad znečištění vody organickými látkami jak živočišného, tak rostlinného původu (uhynulí živočichové, odpadní vody, splašky apod.). Tímto nespecifickým skupinovým stanovením lze odhalit také průmyslově vyráběné organické látky, ovšem pouze výjimečně. Pro pitnou vodu se uvádí limit v hodnotě 3 mg/l. Z naměřených hodnot CHSK je patrné, že se na jejich množství podílí klimatické podmínky. V měsíci srpnu a září se vyskytují vyšší hodnoty CHSK, kdy byl limit překročen. V těchto měsících je to dáno přívalovými dešti a tím, že dochází ke splavení velkého množství organické i neorganické hmoty, např. spadané listí. Organická i neorganická hmota ztěžuje provoz úpravny ucpáváním jemných česlí látkami, které se nerozpouští a mají velikost menší než 2 mm.

6.4 Železo (Fe)

Železo se v přírodních vodách vyskytuje naprosto běžně. V pitné vodě se obsah železa může zvyšovat přítomností koroze potrubí. V koncentraci pod 1 mg/l není zdravotně závadné. Od hodnoty 0,3 mg/l může negativně ovlivňovat chuť vody (svíravá a hořká), barvu vody (žlutavá) či vyvolávat zákal a v potrubí se mohou železité bakterie usazovat. Limit výskytu železa ve vodě je 0,2 mg/l. Je-li geologickým prostředím způsobeno, že hodnota železa v surové vodě je vyšší, hodnoty do 0,5 mg/l se považují za vyhovující jen tehdy, nedochází-li k ovlivnění barvy, chuti či pachu vody.

V době sledování kvality surové vody Bílého potoka nebyla ani jeden den mezní hodnota železa ve vodě překročena. Tento prvek má své nejvyšší hodnoty, ač

pod mezní hodnotou, v měsíci srpnu a září, což má na svědomí podzimní cirkulace vody ve vodním díle Fláje, ze kterého je množství vody v Bílém potoce nadlepšováno.

6.5 Barva vody

Voda má být bezbarvá. Tato vlastnost vody je pro uživatele velmi důležitým ukazatelem její kvality. Zabarvení vody způsobují např. sloučeniny kovů (železo, mangan, měď), barvotvorné, organické látky z půdy, z rozkladu živočichů a rostlin či barevné částice nerozpuštěných látek a planktonu. Výjimečně se na zbarvení vody může podílet také průmyslová chemikálie. Jako hraniční hodnota se uvádí 20 mg/l.

Naměřené hodnoty poukazují na to, že na zbarvení vody z Bílého potoka má roční doba a její klimatické podmínky vliv. Stejně jako hodnoty CHSK i hodnoty barvy vody se pohybují za limitní hranicí právě v srpnu a září, kdy se do vody vlivem podzimních dešťů a opadem listů stromů dostává množství organických a neorganických látek.

6.6 Mangan (Mn)

Mangan má ve sledované vodě společný výskyt vyšších hodnot se železem v měsíci srpnu a září. Na rozdíl od železa barví vodu do hnědočerné barvy. Jeho limitní hodnota je 0,05 mg/l, ale v případě přírodního výskytu manganu ve vodě se toleruje hodnota až 0,2 mg/l, není-li ovlivněna chuť, pach či barva vody (organoleptická kvalita vody). Do 0,4 mg/l se neuvažuje o zdravotním riziku.

Z uvedených hodnot vyplývá, že mezní hodnota manganu ve vodě nebyla v průběhu roku překročena.

6.7. Zákal vody

Látky jako je plankton, mikroskopické organismy, prach či pyl zapříčiňují zakalení vody snížením její průhlednosti. Pokud je voda příliš zakalena, stává se nepitnou snížením účinnosti její možné dezinfekce a náhlý přechod do vysokého zákalu bývá známkou kontaminace. Původ zákalu lze zjistit mikroskopickým rozborem.

V průběhu roku, kdy probíhalo měření uvedené v tabulkách, byla voda nejvíce zakalena v měsících srpnu a září. Opět zde hraje roli přívalový déšť a splach spolu s opadáním listím, a zároveň také přípouštění vody z VD Fláje.

6.8 Dusitany (NO_2)

Dusitany mají stejný původ jako dusičnany. Mají také společné zdravotní rizika, projevující se např. v zažívacím traktu a v krvi, a oproti dusičnanům zastupují reaktivnější formu oxidovaného dusíku. Limitní hodnota je 0,5 mg/l, ale s ohledem na stejné účinky s dusičnany musí být dodržena podmínka, že součet změřených hodnot dusičnanů (mg/l děleno 50) a změřených hodnot dusitanů (mg/l děleno 3) má být menší nebo roven 1.

Dusitany byly ve vodě Bílého potoka v průběhu celého měření zjištěny ve velmi nízkých hodnotách. Nejvyšší z těchto hodnot byla naměřena v červenci. Je to dáno tím, že se v letním období odebírá flájská voda, která obsahuje vyšší hodnoty dusitanů a dusičnanů.

6.9 Dusičnany (NO_3)

Dusičnany jsou přirozenou součástí vody a to v množství počítaném na mg/l. Únikem odpadních vod ze žump a septiků, nebo nadměrným či nesprávným používáním statkových i minerálních hnojiv dochází ke zvýšení obsahu dusičnanů ve vodě někdy až na množství ve stovkách mg/l. Následné zdravotní riziko spočívá mimo jiné také v přeměně dusičnanů na toxické dusitany, a to v zažívacím traktu, kde dochází k jejich redukci na toxické dusitany. 50 mg/l je limit, který je považován za bezpečný i z hlediska kojenecké prevence, avšak hodnota pod 10 mg/l je považována pro kojence za optimální.

V průběhu období sledování kvality vody Bílého potoka nebyl v surové vodě zvýšený výskyt dusičnanů zaznamenán. Nejvyšší hodnota byla naměřena v měsíci únoru, což je důsledkem umělé povodňové vlny vzniklé přípouštěním flájské vody. Do úpravní může přicházet ve vodě více dusičnanů, než je ve VD Fláje, jelikož cestou dochází k následnému uvolňování sedimentu ze dna Bílého potoka. Dusičnany vznikají v korytě Bílého potoka rozkladem organických látek (listí).

6.10 Amonné ionty (NH₄)

Jedná se o ukazatel, dle kterého je možno určit znečištění vody fekáliemi. Limitem je 0,5 mg/l. Současná přítomnost vyššího obsahu organických látek (CHSK), dusitanů a amonných iontů je signálem nárazového znečištění vody kontaminací živočišným odpadem. Zvýšené hodnoty amonných iontů je možno sledovat i u vody, v jejímž toku jsou nové skruže (cementový materiál).

Nízké hodnoty NH₄ (0.05 mg/l) byly ve sledovaném toku naměřeny ve stejné dny, kdy byl zaznamenán výskyt dusitanů. Z toho je možné odvodit, že došlo k lehké kontaminaci živočišnými odpady, které byly do vody spláchnuty vlivem deště či prudkého tání sněhu a to nejspíše z oblasti Flájské obory, kde žije větší stádo jelenů. Ten den byla naměřena také vyšší hodnota koliformních bakterií, které se nacházejí v trávicím ústrojí různých živočichů.

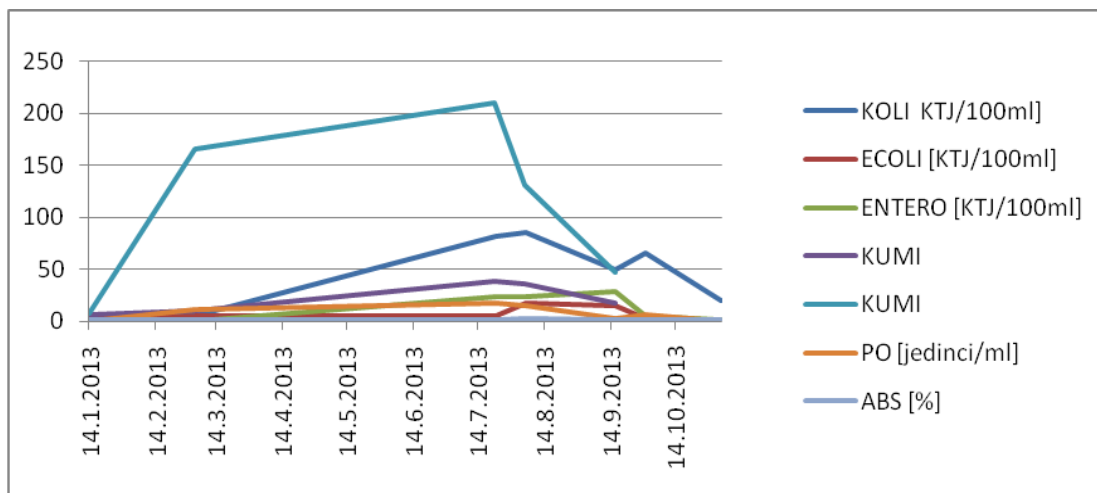
7. MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR SUROVÉ VODY

K ověření, zda není voda mikrobiologicky závadná, se využívá metody indikátorů fekálního znečištění. Při této metodě se ve vodě hledají bakterie, které žijí ve střevech lidí a ostatních teplokrevných živočichů. Jestliže se takové bakterie (koliformní bakterie, enterokoky aj.) ve vodě najdou, je zde podezření, že je voda znečištěna zbytky živočichů, či jejich výkaly a tím může obsahovat viry a patogenní bakterie, které pocházejí právě ze zažívacího traktu živočichů.

Dále se používají také indikátory obecné kontaminace (kolonie rostoucí při 22°C či při 36°C), kterým je připisován menší hygienický význam než výše jmenovaným.

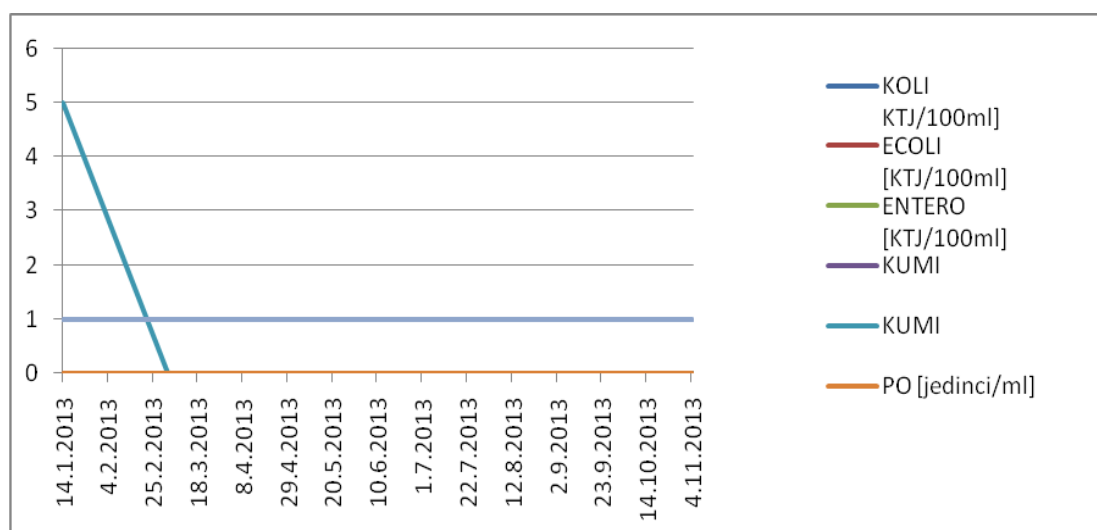
Čistota vody v Bílém potoce je ohrožena znečištěním živočišnými odpady či výkaly z nedaleké Flájské obory, která má výměru 1930 ha a kmenové stavy jelení zvěře 300 ks. To, že se vlivem klimatických podmínek, jako jsou přívalové deště či tání sněhu, dostane do vody v Bílém potoce živočišná kontaminace, je dáno také tím, že Flájská obora částečně pokrývá náhorní plošinu Krušných hor v nadmořské výšce průměrně 850 m.n.m., a naměřené hodnoty tomu napovídají.

Dny, kdy byl prováděn makrobiologický rozbor vody ke zjištění přítomnosti mikroorganismů a její mikrobiologické nezávadnosti, jsou v tabulce (Příloha 2) zvýrazněny barevně. V tabulce 4 (Příloha 4) jsou uvedeny naměřené mikrobiologické hodnoty surové vody, které jsou následně zvýrazněny v grafu na obrázku 10.



Obrázek 10: graf znázorňující průběh hodnot surové vody ve sledovaných obdobích (zdroj: vlastní)

Graf na obrázku 11 ukazuje naměřené hodnoty mikrobiologického rozboru upravené vody, vycházející z tabulky 5 (Příloha 5).



Obrázek 11: graf znázorňující průběh hodnot upravené vody ve sledovaných obdobích (zdroj: vlastní)

Následně v tabulce 6 (*Příloha 4*) jsou uvedeny požadavky na jakost pitné vody dle vyhlášky 252/2004 Sb. se zaměřením na mikrobiologický rozbor vody.

Koliformní bakterie jsou saprofytické, neškodné bakterie. Sídli převážně v zažívacím traktu, ale mohou se vyskytovat také v půdě, povrchové vodě, či rostlinách. Výskyty patogenních kmenů, které jsou zdraví škodlivé tvorbou toxinů a pronikáním do tkání, jsou jen výjimečné. Dnes je jejich výskyt považován převážně za ukazatel nedostatečné úpravy vody a dezinfekce, či následné možné kontaminace. Limit je uváděn v hodnotě 0 KTJ/100 ml.

Escherichia coli (E.coli) je hlavním indikátorem znečištění fekálního původu. Mnoho odborníků, zabývajících se touto problematikou, ji považují za jediný vyhovující a správný signál tohoto znečištění. Interpretace jejího výskytu ve vodě je naprosto jasná, jelikož je její původ pouze fekální (animální či humánní). Jako limit se uvádí hodnota 0 KTJ/100 ml . (KTJ – kolonie tvořící jednotka).

Enterokoky jsou sledovány jakožto druhotný indikátor kontaminace vody fekáliemi, který ovšem signalizuje její čerstvé znečištění. Vztah mezi nimi a fekálním znečištěním není ovšem tak jasný jako v případě E. coli. Jsou-li enterokoky zjištěny v pitné vodě, lze usuzovat na nedostatečnou dezinfekci chlorem. Nejsou-li ve vodě indikovány, znamená to, že se ve vodě také nenacházejí bakterie choroboplodné. Jako limit se uvádí 0 KTJ/100 ml.

Počet kolonií při 36°C indikátor obecného znečištění vody. Optimální teplota pro jejich růst je 36°C. Limit pro výskyt se uvádí NMH (nejvyšší mezní hodnota) 20 KTJ/1 ml. Uvažuje-li se o průběžném chemickém ošetření vody chlorem, stanovuje se obsah huminových látek, vznikajících rozkladem organické hmoty. S těmito pak chlor reaguje, kdy vznikají vedlejší produkty chlorace, jejichž větší přítomnost je nežádoucí ze zdravotního hlediska.

Počet kolonií při 22°C také indikují obecnou kontaminaci vody. Poskytují informace o celkové přítomnosti bakterií ve vodě. Zvýšení jejich počtu ukazuje na znečištění z vnějšího okolí, nebo poruchu dezinfekce či úpravy vody. Limit pro výskyt se uvádí NMH (nejvyšší mezní hodnota) 200 KTJ/1 ml.

Počet organismů (PO) zahrnuje mrtvé i živé organismy a jejich celkový limit je 50 jedinců/ml.

Mikroskopický obraz – abioseston (ABS) má limit 10%.

8. ZÁVĚR

Chemickými, fyzikálními, mikrobiologickými a biologickými ukazateli kvality pitné vody se zabývá vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů, která nahradila ČSN 75 7111.

Fyzikální, chemické a biologické procesy jsou schopny ovlivňovat jakost povrchových vod. Takovýmto významným procesem je usazování suspendovaných částic, které se dostávají do vody splachem, nebo se uvolňují ze dna. Na usazujících se částicích také probíhá absorpce iontů a organických látek. Mikroorganismy způsobují postupný aerobní rozklad organických látek. V povrchových vodách jsou přítomny organické látky přírodního (z vodních živočichů, huminové látky) i antropogenního původu (splaškové a průmyslové odpadní vody). Největší význam mají huminové látky, které pochází z rozkladu rostlin. Pomocí koagulace se při úpravě pitné vody odstraňují především vysokomolekulární huminové kyseliny absorpcí na vločkách hydroxidů hliníku nebo železa.

Cílem práce bylo zmapování kvality vody pro úpravnu Litvínov v průběhu roku s možným vlivem ročních období na její zpracování v úpravně. Voda pro tuto úpravnu je odebírána z Bílého potoka, který pramení v oblasti rašeliniště Černý rybník, která byla vyhlášena přírodní rezervací v roce 1983.

Z průzkumu výsledků rozborů surové vody Bílého potoka lze usuzovat, že na kvalitu surové vody v tomto potoce má vliv jednak poloha lokality (horská oblast), ale hlavně obsah huminových látek z oblasti prameniště toku, konkrétně z lokality přírodní rezervace Černý rybník. Huminové látky ve vodě způsobují žlutohnědavé zabarvení. Významný je jejich podíl na vzniku trichlormethanu a dalších chlorovaných uhlovodíků v upravené vodě po jejím hygienickém zabezpečení pomocí chloru.

Roční období působící na rostliny v oblasti toku má nezanedbatelný vliv na kvalitu surové vody a na její následnou úpravu. Z rostlin jsou to především rašeliníková společenstva, která se na vzniku huminových látek podílí nejvíce. Důležité je také to, že povodí je z 85% zalesněno, a to převážně stromy listnatými

(nejpočetnější dřevinou je buk lesní, ve větší míře je zde zastoupen například smrk ztepilý).

Z hlediska působení změn klimatických podmínek ve zmiňované oblasti lze říci, že k výrazné kontaminaci vody a následnému ohrožení zvýšenými hodnotami sledovaných fyzikálních, mikrobiologických a chemických ukazatelů po dobu sledovaných časových úseků, až na malé výjimky, nedošlo. V horské oblasti se vyskytují situace, při kterých dochází k rychlému tání ledu, a to působením velkých dešťových srážek, působících na sněhovou pokrývku a zvedajících teplotu vzduchu. Důsledkem je poté výrazné zvednutí hladiny toku. V případě velkých větrných poryvů dochází k lámání větví okolních stromů a pak nastává riziko ucpávání zatrubněných úseků a vzniku povodní. Dále je nutno brát v úvahu spadané listí, především v podzimním období, které se usazuje v korytě toku a následně je prouděním vyplachováno. Tím může docházet k ucpávání jemných česlí na úpravně, což může vést až k odstavení provozu, jelikož úpravna nestačí vyrábět prací vodu.

V důsledku sledování ročních období je možno shrnout možnosti úpravy surové vody z hlediska její kvality tak, jak je uvedeno níže.

Na jaře, kdy probíhá tání sněhu, je unášecí schopnost vody podstatně výraznější (při hodnotě 3000 l/s je voda neupravitelná) a voda obsahuje organické a neorganické nečistoty. Tím je ovlivněna barva vody a hodnota CHSK, na což je v úpravně vody reagováno zvýšením dávky koagulátu. Můžou být také zvýšeny ekonomické náklady na provoz z důvodu odstavení úpravny při velkém průtoku a její následné spuštění.

V letním období je v toku většinou průtok nízký díky vyšším teplotám vzduchu a musí se dopouštět voda z vodního díla Fláje. Voda z Fláje má vyšší obsah železa, které se ovšem pro jeho nepatrný výskyt na úpravně nijak neřeší. Také jsou zvýšeny hodnoty CHSK, což se řeší zvýšenou dávkou síranu hlinitého.

Na podzim bývají zvýšeny hodnoty CHSK i barvy vody, na což se v technologii úpravy vody reaguje tak, jak je již popsáno výše. Jestliže vlivem velkého množství spadaného a naplaveného listí dojde k ucpání česlí a následnému odstavení provozu, i zde dochází ke zvýšení ekonomických nákladů na odstavení a znovuspuštění úpravny.

V zimním období je nízká teplota vzduchu a díky tomu dochází k vymrzání toku a je nutné opět dopouštět vodu z Flájí, což způsobí zvýšení obsahu železa, ač v nepatrných dávkách, což se nijak neodráží na změně procesu úpravy vody.

Nejoptimálnějším obdobím pro provoz úpravny Litvínov je v měsících květen – červen. V tomto období k výkyvům kvality vody, až na malé výjimky, nedochází. Díky dobré kvalitě surové vody z toku Bílého potoka v tomto období není nutné dávkování koagulantu (síranu hlinitého). Prací cyklus je díky tomu z běžného 4-8 hodinového praní prodloužen až na 48 hodin.

Úpravna vody Litvínov je právem řazena mezi málo úpraven, které upravují povrchovou vodu jednostupňovou úpravou bez akumulace ve vodním díle. V této úpravně došlo i k takovým obdobím, kdy se po několik měsíců vůbec nemusel dávkovat síran hlinitý, což bylo velkou výhodou z pohledu ekonomického.

9. NÁVRH NA ZLEPŠENÍ PROVOZU

Úpravna vody Litvínov je provozována s jednostupňovou úpravou vody, což znamená, že v této úpravně surová voda, do které je přidána vápenná voda a koagulant, přichází přímo na filtry, jakožto na první separační stupeň. Možné vylepšení provozu spatřuji v tom, že by bylo možné před filtry předsadit další separační stupeň, který by se tímto stal prvním stupněm, a filtry by byly již separačním stupněm číslo dvě. V případě úpravny vody Litvínov by se jako nejvhodnější varianta k doplnění separačního stupně hodila flotace. Tato by nebyla tolik finančně nákladná a prostorově náročná jako přidání čističe. Nyní je vlastní flokulační nádrž v úpravně tvořena třemi nádržemi. V případě dosazení separačního stupně flotace by se třetí z flokulačních nádrží předělala na flotační tím, že by u vtoku vody do této nádrže byl přidán přívod vzduchu, který by jemnými bublinkami v nádrži zajistil vzhov vložek na hladinu. Z hladiny by poté byla utvořená pěna buď mechanicky stírána, nebo pomocí stažení hradítka u hladiny přepadem z nádrže odvedena. Voda by následně z flotační nádrže tekla na filtry. To, že by na filtry tekla voda upravená flotací, čili voda daleko čistší než nyní, by způsobilo, že by se filtry mohly prát v podstatně větších časových intervalech, což by mělo především pozitivní dopad na finanční stránku procesu úpravy vody. Také by ovšem úpravna zvládala přijmout a upravit podstatně znečištěnější vodu než v současné době, což by vedlo k tomu, že by již úpravna nemusela být odstavována z provozu, kdy ji vyřadí právě příliš zanesená voda. A to by opět mělo kladný vliv na finanční stránku celého procesu.

V přidání dalšího separačního stupně spatřuji pro úpravnu přínos jak ekonomický, tak i provozní.

Seznam literatury

- BERAN, J., 2006: *Základy vodního hospodářství*. ČZU, Praha, 148 s.
- BIELA, R., BERÁNEK, J., 2004: *Úprava vody a balneotechnika*. Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o., Brno, 164 s.
- BINNIE, Ch., KIMBER, M., SMETRURST, G., 2002: *Basic water treatment*. Thomas Telford, London, 291 s.
- ČKAIT, 1998: *Vodárenství*. Technická knihovna inženýra. Praha, 189 s.
- FEDOR, F., HERZOGOVI, L., MACH, R., 2013: *Provozní řád úpravny vody Litvínov*. SČVK, a.s., Teplice, 36 s.
- HOUBEN, G., TRESKATIS, Ch., 2007: *Water well rehabilitation and reconstruction*. McGraw-Hill, New York, 391 s.
- CHEREMISINOFF, N. P., 2002: *Handbook of water and wastewater treatment technologies*. Elsevier, Amsterdam, 636 s.
- KAČURA, G., 1980: *Minerální vody Severočeského kraje*. Ústřední ústav geologický, Praha, 190 s.
- LUDWIG, A., 2005: *Water storage: tanks, cisterns, aquifers and ponds for domestic supply, fire and emergency use*. Oasis Design, Santa Barbara, 125 s.
- MAYS, L. W., 2011: *Water resources engineering*. Wiley, Hoboken, 890 s.
- PANNRING, M., 1999: *Die Wirkung von Buhnen auf Strömung und Sohle eines Fließgewässers: Parameterstudie an einem numerischen Modell*. Technische Universität, Wasserbau und Wasserwirtschaft Nr. 86, München, 186 s.
- PLECHAČ, V., 1989: *Voda problém současnosti a budoucnosti*. Nakladatelství Svoboda, Praha, 328 s.
- POLÁŠKOVÁ A. prorektor-editor prof. PhDr. Jakubec I., CSc, 2011: *Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí*. Univerzita Karlova v Praze, Praha, 283 s.
- PITTER, P., 1981: *Hydrochemie*. Nakladatelství technické literatury, n. p., Praha, 376 s.

- PURCELL, P. J., 2003: *Design of water resources systems*. Thomas Telford, London, 222 s.
- RAM, M. K., Andreescu S., Ding H., 2011: *Nanotechnology for environmental decontamination*. McGraw-Hill, New York, 430 s.
- SLAVÍČKOVÁ, K., SLAVÍČEK, M., 2013: *Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody*. 2. přepracované vydání ČVUT, Praha, 199 s.
- SOBOTA, J., 2012: *Studijní texty předmětu Vodní hospodářství*. ČZU, Praha, 54 s.
- SOBOTA, J., 2007: *Studijní texty předmětu Úprava pitných vod a čištění odpadních vod, 1. část*. ČZU, Praha, 13 s.
- SOVAK, 2005: *Příručka provozovatele úpravny pitné vody*. Medim pro SOVAK – Sdružení oborů vodovodů a kanalizací ČR, Praha, 206 s.

Internetové zdroje

TZB info, Právní předpisy, online: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-252-2004-sb-kterou-se-stanovi-hygienicke-pozadavky-na-pitnou-a-teplou-vodu-a-cetnost-a-rozsah-kontroly-pitne-vody>

TZB info, Právní předpisy, online: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-428-2001-sb-kterou-se-provadi-zakon-c-274-2001-sb>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Bílý potok pod Úpravnou vody Litvínov (foto: J. Jánský 2014)

Obrázek 2: historické foto ovládacích pultů (foto: Ing. Baláž 1985)

Obrázek 3: historické foto velína (foto: Ing. Baláž 1985)

Obrázek 4: letecký snímek budovy velína (zdroj: www.mapy.cz)

Obrázek 5: řídicí pult ve velínu (foto: J. Jánský 2014)

Obrázek 6: ovládací pult filtru (foto: J. Jánský 2014)

Obrázek 7: UV filtry (foto: J. Jánský 2014)

Obrázek 8: graf znázorňující průběh hodnot surové vody (zdroj: vlastní)

Obrázek 9: graf znázorňující průběh hodnot upravené vody (zdroj: vlastní)

Obrázek 10: graf znázorňující průběh mikrobiol. hodnot surové vody (zdroj: vlastní)

Obrázek 11: graf znázorňující průběh mikrobiol. hodnot upravené vody (zdroj: vlastní)

Seznam tabulek

Tabulka 1: Sledované ukazatele pro odběr surové vody

Seznam příloh:

Příloha 1: Schéma procesu úpravy

Příloha 2: Tabulka všech zasláných výsledků surové vody

Příloha 3: Tabulka všech zasláných výsledků upravené vody

Příloha 4: Tabulka 1 - Naměřené hodnoty surové vody ve sledovaných obdobích

Tabulka 2 - Naměřené hodnoty uprav. vody ve sledovaných obdobích

Tabulka 3 - Požadavky na jakost pitné vody dle vyhlášky 252/2004 Sb.

Tabulka 4 - Hodnoty mikrobiologického rozboru surové vody

Tabulka 5 - Hodnoty mikrobiologického rozboru upravené vody

Tabulka 6 - Požadavky na mikrobiologickou jakost pitné vody podle vyhlášky 252/2004 Sb.

5.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	11,0	-0,05	3,0	-0,5	0,13																			8,6	0,022	0,27				-0,05	
6.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	12,0	-0,05	2,0	-0,5	0,13																				8,6	0,026	0,29				-0,05
9.9.2013	PRÚpov. Provozní rozbor vyroben	11,5	0,01	0,0040	0,9	0,14																		0,043	8,8	0,23					0,06	
10.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	10,5	-0,05	2,0	-0,5	0,14																			8,8	0,028	0,26				-0,05	
11.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	13,0	-0,05	3,0	-0,5	0,14																			8,2	0,033	0,21				-0,05	
17.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	10,4	-0,05	3,0	1,1	0,13																			8,2	0,042	0,26				0,09	
13.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	10,5	-0,05	3,0	1,1	0,11																			8,4	0,045	0,26				0,10	
16.9.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	10,2	0,04	0,005	8	1,0	0,13	5,1	0,022	8,5	0,049	0,28	1,1	0,09											8,3	0,041	0,26				0,07	
17.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	11,0	-0,05	4,0	1,1	0,13																			8,2	0,038	0,18				-0,05	
18.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	9,0	-0,05	4,0	0,9	0,15																			8,3	0,033	0,28				0,05	
19.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,5	-0,05	4,0	0,6	0,14																			8,5	0,032	0,28				-0,05	
20.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	9,7	-0,05	3,0	-0,5	0,14																			8,5	0,032	0,28				-0,05	
23.9.2013	PRÚpov. Provozní rozbor vyroben	10,5	0,01	0,0030	0,9	0,13																		0,038	8,7	0,21					0,06	
24.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	11,5	-0,05	3,0	0,8	0,10																			8,6	0,034	0,28				-0,05	
25.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	11,0	-0,05	3,0	0,8	0,12																			8,4	0,032	0,30				0,06	
26.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	10,5	-0,05	2,0	0,8	0,09																			8,5	0,029	0,40				0,07	
27.9.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,0	-0,05	2,0	1,0	0,12																			8,6	0,032	0,33				0,06	
30.9.2013	URÚpov. Újpný rozbor upravené v	6,8	0,01	0,0040	4	1,0	0,13	4,5	0,023	8,7	0,30														8,7	0,30					-0,50	
1.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	7,5	-0,05	3,0	0,8	0,13																			8,2	0,032	0,23				0,07	
2.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	7,3	-0,05	3,0	1,0	0,11																			8,3	0,037	0,20				0,07	
3.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	6,0	-0,05	3,0	-0,5	0,10																			8,4	0,039	0,28				0,09	
4.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	6,0	-0,05	3,0	0,6	0,10																			8,2	0,041	0,26				0,10	
7.10.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	9,0	0,01	0,0040	6	1,1	0,13	4,1	0,040	8,9	0,046	0,27	0,94												8,9	0,046	0,27				0,08	
8.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	9,0	-0,05	3,0	0,7	0,12																			8,3	0,037	0,29				0,10	
9.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,5	-0,05	3,0	1,0	0,13																			8,4	0,038	0,30				0,10	
10.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	9,5	-0,05	3,0	0,8	0,12																			8,4	0,035	0,30				0,09	
11.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,0	-0,05	8,0	1,4	0,13																			8,4	0,067	0,29				0,24	
15.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,0	-0,05	3,0	0,5	0,12																			8,3	0,027	0,27				0,08	
16.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,0	-0,05	3,0	0,7	0,12																			8,1	0,021	0,27				0,07	
17.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	7,5	-0,05	3,0	-0,5	0,12																			8,2	0,022	0,26				0,06	
18.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,7	-0,05	3,0	0,7	0,08																			8,1	0,024	0,25				0,08	
21.10.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	9,0	0,01	0,007	4	0,7	0,12	6,5	0,020	8,4	0,021	0,22	0,71												8,4	0,021	0,22				0,08	
22.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	9,9	-0,05	2,0	-0,5	0,12																			8,2	0,024	0,29				0,07	
23.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	11,0	-0,05	3,0	-0,5	0,12																			8,2	0,021	0,28				0,07	
24.10.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	10,0	-0,05	1,8	0,8	0,11																			8,1	0,019	0,26				0,07	
4.11.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	7,1	0,05	0,013	5	0,7	0,10	5,1	0,035	8,8	0,015	0,30	-0,50												8,5	0,024	0,21				0,05	
6.11.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	8,0	-0,05	4,0	0,5	0,10																			8,5	0,024	0,21				0,03	
11.11.2013	PRÚpov. Provozní rozbor vyroben	8,1	0,02	0,010	0,6	0,11																		0,041	8,7	0,26					0,06	
15.11.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	7,0	-0,05	5,0	-0,5	0,13																			8,4	0,024	0,29				0,04	
18.11.2013	Připr. Provozní rozbor v provozu	6,5	-0,05	5,7	1,0	0,08																			9,0	0,029	0,29				0,04	
18.11.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	7,0	0,08	0,008	6	0,6	0,15	6,0	0,051	8,8	0,041	0,35	-0,50												8,8	0,041	0,35				-0,50	
25.11.2013	PRÚpov. Provozní rozbor vyroben	1,7	0,21	0,013	0,6	0,09																			0,095	8,7	0,34				0,04	
2.12.2013	MČÚpov. Monitorovací rozbor upr	1,3	0,18	0,016	11	0,4	0,09	5,6	0,113	8,5	0,052	0,48	-0,50												8,5	0,052	0,48				-0,50	

PŘÍLOHA 4

Tabulka 1: naměřené hodnoty surové vody ve sledovaných obdobích

DATUM ODBĚRU SUROVÉ VODY	pH	CHSK- Mn [mg/l]	Fe [mg/l]	BARVA [mg/l Pt]	Tvoda [°C]	Mangan [mg/l]	Dusitany (NO ₂) [mg/l]	Dusičnany (NO ₃) [mg/l]	Amonné ionty (NH ₄) [mg/l]
14.1.2013	6,7	1,3	0,04	3,7	2,6	0,006	<0,007	3,7	<0,05
15.1.2013	6,8	1,4		4	2,5	<0,05			
16.1.2013	6,7	1,2		3	2	<0,05			
17.1.2013	6,7	1,3		3	1,9	<0,05			
4.3.2013	6,8	0,8	0,01	2,3	0,8	0,002	0,007	4,9	<0,05
5.3.2013	6,8	0,9		3	1	<0,05			
6.3.2013	6,8	1,1		4	1,1	<0,05			
7.3.2013	6,8	1,2		4	1,2	<0,05			
14.3.2013	6,8	1		4	2,2	<0,05			
14.5.2013	6,8	1,2		5	5	<0,05			
17.5.2013	7	1,1		7	7	<0,05			
20.5.2013	6,8	1,6		7	7	<0,05			
24.5.2013	6,9	1,2		6	5	<0,05			
22.7.2013	7,1	0,9	0,04		11,5	0,006			
23.7.2013	7,2	1		4	16	<0,05			
5.8.2013	7,2	3,2	0,14	29	10,7	0,031	0,013	4,6	<0,05
6.8.2013	7	3,6		16	11	<0,05			
12.9.2013	7,2	3,3		23	9,5	<0,05			
16.9.2013	6,8	3,7	0,13	31	10,3	0,011	0,005	4,1	<0,05
17.9.2013	6,9	3,3		17	9	<0,05			
30.9.2013	7,2	3,4	0,15	31	5,9	0,011		4,8	<0,05
4.11.2013	7,1	1,3	0,03	10	6,4	0,004	0,013	6,1	<0,05
6.11.2013	6,6	1,5		11	7,5	<0,05			
15.11.2013	6,5	1		9	6,5	<0,05			
18.11.2013	6,7	0,9		9,5	6	<0,05			

Tabulka 2: naměřené hodnoty upravené vody ve sledovaných obdobích

DATUM ODBĚRU UPRAVENÉ VODY	pH	CHSK- Mn [mg/l]	Fe [mg/l]	BARVA [mg/l Pt]	Tvoda [°C]	Mangan [mg/l]	Dusitany (NO ₂) [mg/l]	Dusičnany (NO ₃) [mg/l]	Amonné ionty (NH ₄) [mg/l]
14.1.2013	8,5	0,9	0,02	2,3	2,7	0,004	0,02	3,3	0,13
15.1.2013	7,9	0,9		3	4	<0,05			0,09
16.1.2013	8,3	1		3	3	<0,05			0,08
17.1.2013	8,7	1,1		3	3	<0,05			0,12
4.3.2013	8,8	0,9	0,01	2,3	1,6	0,002	0,02	5,6	0,15
5.3.2013	8,7	1		2	3	<0,05			0,11
6.3.2013	8,9	1		2	3	<0,05			0,11
7.3.2013	8,9	0,9		3	3	<0,05			0,09
14.3.2013	8,8	1,2		3	2,2	<0,05			0,24
14.5.2013	8,5	0,9		4	5,5	<0,05			0,11
17.5.2013	8,6	1		4	9	<0,05			0,11
20.5.2013	8,6	1,1		4	9	<0,05			0,09
24.5.2013	8,5	1,1		3	7	<0,05			0,11
22.7.2013	8,7	0,9	0,04		11,8	0,002			0,11
23.7.2013	8,8	1,2		5	16	<0,05			0,12
5.8.2013	8,7	0,9	0,01	5	13,7	0,003	0,044	5	0,12
6.8.2013	8,7	0,8		2	11,5	<0,05			0,14
12.9.2013	8,2	1,1		3	10,4	<0,05			0,13
16.9.2013	8,5	1	0,04	8	10,2	0,005	0,022	5,1	0,13
17.9.2013	8,3	1,1		4	11	<0,05			0,13
30.9.2013	8,7	1	0,01	4	6,8	0,004	0,023	4,5	0,13
4.11.2013	8,8	0,7	0,05	5	7,1	0,013	0,035	6,1	0,1
6.11.2013	8,5	0,5		4	8	<0,05			0,1
15.11.2013	8,4	<0,5		5	7	<0,05			0,13
18.11.2013	9	1		5,7	6,5	<0,05			0,08

Tabulka 3: požadavky na jakost pitné vody dle vyhlášky 252/2004 Sb.

	pH	CHSK-Mn [mg/l]	Fe [mg/l]	BARVA [mg/l Pt]	Tvoda [°C]	Mangan [mg/l]	Dusitany (NO2) [mg/l]	Dusičnany (NO3) [mg/l]	Amonné ionty (NH4) [mg/l]
POŽADAVKY	6,5 - 9,5	3	8.12	20	8,0 - 12,0	0,05	0,5	50	0,5

Tabulka 4: hodnoty mikrobiologického rozboru surové vody

DATUM ODBĚRU	KOLI KTJ/100ml]	ECOLI [KTJ/100ml]	ENTERO [KTJ/100ml]	KUMI 36 [KTJ/ml]	KUMI 22 [KTJ/ml]	PO [jedinci/ml]	ABS [%]
14.1.2013	6	2	1	6	8	0	1
4.3.2013	5	5	0	10	166	12	1
22.7.2013	81	5	24	39	210	18	1
5.8.2013	85	18	24	37	131	16	3
16.9.2013	49	16	29	17	47	2	1
30.9.2013	65	3	5			6	1
4.11.2013	20	0	1	19	69	0	1

Tabulka 5: hodnoty mikrobiologického rozboru upravené vody

DATUM ODBĚRU	KOLI KTJ/100ml]	ECOLI [KTJ/100ml]	ENTERO [KTJ/100ml]	KUMI 36 [KTJ/ml]	KUMI 22 [KTJ/ml]	PO [jedinci/ml]	ABS [%]
14.1.2013	0	0	0	0	5	0	1
4.3.2013	0	0	0	0	0	0	1
22.7.2013	0	0	0	0	0	0	1
5.8.2013	0	0	0	0	0	0	1
16.9.2013	0	0	0	0	0	0	1
30.9.2013	0	0	0	0	0	0	1
4.11.2013	0	0	0	0	0	0	1

Tabulka 6: požadavky na jakost pitné vody dle vyhlášky 252/2004 Sb.

	KOLI KTJ/100ml]	ECOLI [KTJ/100ml]	ENTERO [KTJ/100ml]	KUMI 36 [KTJ/ml]	KUMI 22 [KTJ/ml]	PO [jedinci/ml]	AB S [%]
POŽADAVKY	0	0	0	20	100	50	10