

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta živoního prostředí

Katedra vodního hospodářství a enviromentálního
modelování



Bakalářská práce

Dezinfekce vodovodů a úprava vody

(Disinfection of water piping and water treatment)

Jméno: Lucie Ženíšková

Obor: Vodní hospodářství

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Ženíšková

Vodní hospodářství

Název práce

Dezinfekce vodovodů a úprava vody

Název anglicky

Disinfection of water piping and water treatment

Cíle práce

Cílem práce je provedení dezinfekce vodovodů a úprava vody podle platné legislativy ČR. Při samotné dezinfekci vodovodů je cílem upravit chemický i mechanický stav nečistot ve vodovodním potrubí. Dalším bodem této práce je úprava vody – úpravou je rozuměno změkčení vody, odstranění – železa, manganu, reverzní osmózy.

Metodika

Nejprve budou odebrány vzorky vody a zjištěna míra znečištění, poté následuje proplach potrubí. Podle míry znečištění bude připraven dezinfekční roztok a nadávkován ho proporčním čerpadlem. Samotná dezinfekce – tzv. doba zdržení – probíhá podle nadávkování přípravku a míry znečištění. Po skončení doby zdržení musí při užití chloru následovat neutralizační činidlo. Poté bude potrubí propláchnuto. Po ukončení budou zhodnoceny výsledky vzorku vody před a po dezinfekci.

Doporučený rozsah práce

30 stran textu

Klíčová slova

Dezinfekce, vodovod, voda, znečištění, úprava

Doporučené zdroje informací

Desinfekce vody/Hynek Stuchlík/Praha 1958/Státní nakladatelství technické literatury
Chemie a technologie vody/Doc.RNDr.Hubert Fadrus CSc., Ing.Petr Hlavínek CSc./1996/ NOEL 2000
Technologie úpravy vody/Doc.Ing.Ladislav Žáček DrSc./ 1998/Nakladatelství Vutium
Vodní hospodářství obcí I/Ing.Kateřina SlavíčkováPh.D., Ing. Marek Slavíček Ph.D./2006/ČVÚT
Základy úpravy a čištění vod/ Ing.Jan Bindzar Ph.D. a kol./Praha 2009/Vydavatelství VŠCHT Praha

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2015

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Dezinfekce vodovodů a úprava vody vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.“

„Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne.....

Podpis autora

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které jsem uplatnila při psaní bakalářské práce.

Rovněž děkuji Vladislavu Totůškovi za informace k dané problematice, které jsem ve své práci využila. Na závěr patří velké poděkování celé mojí rodině a především rodičům, kteří mě po celou dobu mého studia plně podporovali.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou dezinfekce vodovodů a úpravy pitné vody. V práci jsou popsány některé možné způsoby dezinfekce vody a následně dezinfekce vodovodů. Dále je v práci popsáno několik možných způsobů jak pitnou vodu upravit, jaké se dají využít chemikálie nebo nechemické způsoby upravování vody.

V praktické části bakalářské práci je popis dezinfekce vodovodů podle reálného postupu. Tento popis je sestaven na základě mnou zjištěných informací. V postupu jsou uvedeny i konkrétní prostředky, které se k této dezinfekci využívají. Další praktickou částí je popis tří úpraven vody, které se v praxi využívají (pro zachování anonymity nejsou uvedeny názvy míst), s popisem konkrétních užitých postupů úpravy.

Klíčová slova: Dezinfekce, vodovod, voda, znečištění, úprava

Abstract

This thesis remains the issue of disinfection of water and drinking water. The work describes some of the possible ways of disinfecting water disinfection of water piping. In addition, the work described several possible ways of drinking water to edit, what can be used chemicals or non-chemical ways to modify the water.

In the practical part of the Bachelor's thesis is a description of the disinfection of water piping under the real procedure. This description is drawn up on the basis of the information to me. In the procedure are also indicated specific resources, that sanitising use. For more practical part is the description of the three water treatment, which are used in practice (for anonymity are not listed the names of places), with a description of the specific procedures used for procedures.

Key words: Disinfection, water supply, water pollution, treatment

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce	11
3 Voda a její úprava	12
3.1 Voda a její vlastnosti	12
3.1.1 Barva.....	12
3.1.2 Zákal	13
3.1.3 Pach	13
3.1.4 Chuť	13
3.1.5 Teplota.....	14
3.2 Úprava vody	15
3.2.1 Odželezování a odmanganování	15
3.2.1.1 Odželezování a odmanganování vzdušným kyslíkem (provzdušňováním)	16
3.2.1.2 Odželezování a odmanganování alkalizací	17
3.2.1.3 Odželezování a odmanganování oxidačními činidly	18
3.2.1.4 Kontaktní odželezování a odmanganování	19
3.2.1.5 Odželezování a odmanganování koagulací	21
3.2.2 Odstraňování tvrdosti vody	22
3.2.2.1 Termická dekarbonizace	22
3.2.2.2 Dekarbonizace kyselinou.....	22
3.2.2.3 Dekarbonizace srážením vápnem	23
3.2.2.4 Dekarbonizace iontovou výměnou	23
3.2.3 Reverzní osmóza.....	24
3.3 Úpravny vody	26
4. Dezinfekce vodovodů	31
4.1 Dezinfekce vody	31
4.1.2 Dezinfekce vody teplem	31
4.1.3 Dezinfekce vody světlem	31
4.1.4 Dezinfekce vody oligodynamickými metodami	32
4.1.5 Dezinfekce ozonem	33
4.1.6 Dezinfekce chlorem	34
4.1.7 Dezinfekce chloraminy	35
4.1.8 Dezinfekce oxidem chloričitým.....	36

4.2 Dezinfekce vodovodů	39
4.2.1 Postup dezinfekce vodovodů.....	39
4.3 Přípravky	41
4.3.1 AQUASTERIL.....	41
4.3.2 Sanosil Super 25 Ag	42
4.4 Protokol o provedení dezinfekce	44
4.5 Dotazník	45
5 Diskuze	50
6 Závěr	52
7 Zdroje	53
8 Seznam příloh	55

1 Úvod

*„Jest to voda, která v různých formách tvoří Zemi, atmosféru, nebe, hory a lidi, zvířata a ptáky, trávy a stromy a živočichy až k červům, mouchám a mravencům. Všichni jsou jen různé formy vody. **Přemýšlejte o vodě!**“ (Tháles Milétský, jeden ze zakladatelů klasické řecké filosofie)*

„Voda není běžný obchodní produkt, ale spíše dědictví, které je třeba chránit, střežit a podle toho s ním nakládat“ (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES)

Voda je základní prvek, bez kterého by nemohl být život. Vodu proto musíme chránit, abychom jí mohli využívat i za další generace. Pro velkou část populace je voda samozřejmostí a neuvědomují si, že to tak nemusí být, jsou oblasti, ve kterých je nedostatek vody a hlavně pitné vody doslova alarmující. Je tedy důležité vodou neplýtvat a neničit tento přírodní zdroj.

V této bakalářské práci se zabývám hlavně vodou pitnou a tím jak jí upravit, aby měla správné vlastnosti. Prvním tématem je úprava vody, popsala jsem několik možných způsobů jak vodu upravit, aby se zbavila nežádoucích látek, hlavně jsem se zabývala odstraněním železa a manganu z vody. Dále jsem popsala tři úpravní vody, ve kterých je využito odželezení, změkčení, reverzní osmóza a samozřejmě chlorace.

V další části mé práce se věnuji dezinfekci vody, jakými způsoby můžeme vodu dezinfikovat ať už chemicky či fyzikálně. Dále pak popisuji dezinfekci vodovodů. Dezinfekce vodovodů je důležitá především tam, kde je problém s čistotou potrubí. Tuto dezinfekci musí provádět například potravinářské firmy. Dezinfekci můžeme provádět i sami doma nebo s pomocí odborné firmy. U rodinných domů je vhodné tuto dezinfekci provádět, alespoň jednou za dva roky, záleží především na výsledcích rozboru vody. Dezinfekce vodovodů nám především pomáhá udržovat čistotu vodovodního potrubí, tím nedochází ke znečišťování čisté vody, která by se mohla znečistit až transportem v našem potrubí.

2 Cíl práce

Cílem práce je popis provedení dezinfekce vodovodů a úpravy vody podle platné legislativy ČR. Při samotné dezinfekci vodovodů je cílem upravit chemický i mechanický stav nečistot ve vodovodním potrubí. Dalším bodem této práce je popsání několika způsobů úpravy vody - úpravou je rozuměno změkčení vody, odstranění – železa a manganu, reverzní osmóza.

3 Voda a její úprava

3.1 Voda a její vlastnosti

Voda nebo také H₂O je chemická sloučenina dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku, tyto atomy jsou spojeny polární vazbou. Tato vazba je slabší než třeba vazba iontová nebo kovalentní, ale je silnější než většina jiných mezimolekulárních sil. Tím mohou vznikat takzvané shluky neboli clustery. Počet molekul v clusteru není omezen a neustále se mění podle fyzikálních podmínek. Pokud má voda pokojovou teplotu pak clustery mají velikost několika set molekul. Vodíkové vazby vznikají a zanikají až neuvěřitelně rychle, celý proces trvá méně než miliontinu sekundy. (Michek, 2007)

Mezi organoleptické vlastnosti vody patří barva, chuť, zákal, pach a teplota. Organoleptickými vlastnostmi rozumíme takové vlastnosti, které můžeme za pomoci smyslových orgánů zjistit zrakem, čichem a chutí. Z toho vyplývá, že analýza je mírně subjektivní podle každého jedince. U vody, zejména pitné vody, jsou tyto vlastnosti velmi důležité a je třeba tyto hlídat, koncový spotřebitel by si mohl na dané vlastnosti stěžovat. Je totiž značně obtěžující, pokud je voda zbarvená, zakalená či snad zapáchá. (Pitter, 2009)

3.1.1 Barva

Čisté vody nemají v malých vrstvách barvu žádnou, avšak v metrových hloubkách se zbarvují do modra. Přírodní vody jsou ovlivněny různými látkami, což je vidět i na barvě vody. Především to způsobují huminové zbytky (zbytky rostlinného rozkladu), železo, fytoplankton či jíly. Voda v jezerech je ovlivněna tvorbou řas a sinic ve vegetačním období a vířením sedimentů v období cirkulace. Vodu také zbarvují průmyslové a odpadní látky. Barva vody je také závislá na jejím pH, také oxidačně-redukční potenciál může mít na barvu vliv. Pro objektivní stanovení barvy vody je využíváno spektrofotometrie. (Pitter, 2009)

3.1.2 Zákal

Zákal neboli snížení průhlednosti vody nerozpuštěnými látkami. Zákal způsobují látky organické i anorganické, přírodního či umělého původu, např. oxidy kovů, plankton, bakterie, jíla a jiné. Bílý zákal, který můžeme vidět po natočení vody do sklenice z vodovodního potrubí je způsoben vzduchovými bublinkami, které jsou uvolněny jako odezva na rozdíl tlaku a teploty po natočení z vodovodního potrubí. Zákal je stanoven pomocí spektrofotometrie. K vyhodnocení je využito metody turbidimetrické (útlum zářivého toku) a nefelometrické (zářivý tok rozptýlený kapalinou). (Pitter, 2009)

3.1.3 Pach

Pach velmi negativně ovlivňuje pitnou vodu, i když je zdravotně nezávadný, nesmí proto být patrný ani při zahřátí vody. Může být způsoben látkami přírodními například sirovodíkem nebo jódem, dále pak látkami biologickými, které vznikají při odumírání mikroorganismů ve vodě, také látkami z vod průmyslových či splaškových. (Pitter, 2009)

Tabulka 1 Tabulka pachů pitné vody (Pitter, 2009)

Druh pachu	Stupeň pachu	
Pach nelze zjistit	0	Žádný
Pach zjistí odborník	1	Velmi slabý
Pach zjistí spotřebitel, je-li na něj upozorněn	2	Slabý
Pach zjistí spotřebitel a může být příčinou nechutnosti vody	3	Znatelný
Pach vzbuzuje pozornost a nechutí spotřebiteli ke konzumaci vody	4	Zřetelný
Pach je tak silný, že vodu nelze pít	5	Velmi silný

3.1.4 Chuť

Chuť vody velmi ovlivňují koncentrace železa, manganu, hořčíku, síranů a dalších látek. Pozitivně chuť vody ovlivňují vápník a hydrogenuhličitan. Na chuť má také vliv pH vody, ideální chuť se nachází v rozmezí pH 6,5-7,5. Pokud je pH vyšší

než 9 má voda chuť mýdlovou. Chuť vody může být sladká, slaná, kyselá, hořká, kovová, zemitá, svíravá, trpká, plísňová či louhová a železitá. Ideální pro analýzu je teplota 15°C, protože chuť se stoupající teplotou klesá. Pokud jsou vody silně mineralizované je to pro chuť na závadu (více než 500 mg/l). (Pitter, 2009)

Tabulka 2 Tabulka chuti vody (Pitter 2009)

Intenzita		
0	Žádná	Přijatelná
1	Sotva znatelná na jazyce po vyprázdnění úst	Přijatelná
2	Znatelná, bez doznívání po vyprázdnění úst	Přijatelná
3	Dobře znatelná, s krátkým i dlouhým dozníváním po vyprázdnění úst	Nepřijatelná
4	Silná v celé ústní dutině se silným a dlouhým dozníváním po vyprázdnění úst	Nepřijatelná
5	Extrémní v celé dutině ústní s velmi silným až bolestivým vjemem, který okamžitě otupí schopnost receptorů	Nepřijatelná

3.1.5 Teplota

Ideální teplota vody pro pití je 8°C až 12°C, teplejší voda již nemá osvěžující účinek a naopak voda studenější může způsobovat zdravotní problémy. Teplota vody je velmi důležité kritérium pro život a reprodukci ryb. Pro úpravu vody na pitnou je mezní hodnota 15°C až 25°C. Do kanalizace se nesmí vypouštět voda přesahující 40°C. Teplota vody je důležité kritérium pro probíhající reakce, výpočty chemických rovnováh a další procesy. (Pitter, 2009)

3.2 Úprava vody

3.2.1 Odželezování a odmanganování

Podzemní a povrchové vody, které jsou využívány jako vody pitné i účelové, musí mít určité vlastnosti. Pokud tyto vlastnosti nemají, je snaha vlastnosti vody upravit. Jednou z technologických úprav vody je odstraňování železa a manganu. Větší koncentrace železa a manganu jsou obsaženy v podzemních vodách, tyto je pak nutné upravit odželezením a odmanganováním. U železa a manganu se jedná o sloučeniny přírodní, které nejsou škodlivé pro zdraví lidí a živočichů, ale způsobují hygienické a hlavně technologické závady. Železo a mangan jsou ve vodě obsaženy v koncentracích od desetin mg/l až po desítky mg/l. (Biela, 2012)

Železo a mangan, které jsou obsaženy hlavně v podzemních vodách, nám mohou znepříjemňovat náš každodenní život, způsobují totiž velice nepříjemné usazeniny na domácích spotřebičích, také mohou obarvovat prádlo při praní (železo zanechává skvrny rezavé, mangan zanechává skvrny černé) a především zhoršují chuť vody. Ovšem železo i mangan nejsou nebezpečné, ačkoli zhoršují organoleptické vlastnosti vody a mohou nás potrápít v domácnosti, nepředstavují zdravotní riziko. (EPA GOV, 1999)

V podzemních vodách je nižší koncentrace kyslíku, železo se zde vyskytuje v oxidačním stupni II a III a mangan v oxidačních stupních II, III a IV. Z ekonomického hlediska je vhodné na pitnou vodu upravovat pouze takovou vodu, u níž koncentrace železa nepřesáhla 7mg/l. Mangan se většinou vyskytuje společně s železem, samostatný výskyt manganu je výjimečný, ale možný. Základní princip pro odstranění železa a manganu je převedení nerozpustné formy na rozpustnou. (Bindzar, 2009)

Zvýšený obsah železa ve vodě ovlivňuje její vlastnosti. Při koncentraci od 0,5 mg/l se projevuje železitá chuť. Také ostatní organoleptické vlastnosti jsou železem ovlivněny, hlavně barva a zákal. Železité bakterie nadměrně zanášejí potrubí a způsobují zápach vody, a to již od menších koncentrací železa ve vodě. (Slavíčková, 2013)

Tabulky mezních hodnot železa a manganu při úpravě surové vody na pitnou, podle vyhlášky 120/2011 Sb. Příloha č. 13. Surová voda je řazena do kategorií dle upravitelnosti od nejjednodušší po více stupňovou (A1, A2, A3).

Tabulka 3 Zařazení do kategorií upravitelnosti povrchové vody na pitnou dle mezních hodnot Fe a Mn

Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3
		mezní	mezní	mezní
Železo celkové	mg/l	0,2	1	2
Mangan	mg/l	0,05	0,5	1,5

Tabulka 4 Zařazení do kategorií upravitelnosti podzemní vody na pitnou dle mezních hodnot Fe a Mn

Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3
		mezní	mezní	mezní
Železo celkové	mg/l	0,2	5	20
Mangan	mg/l	0,05	1	2

Dle vyhlášky č.252/2004 Sb. Stanovení hygienických požadavků na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, je mezní hodnota pro železo v pitné vodě 0,2 mg/l a mezní hodnota pro mangan v pitné vodě 0,05 mg/l.

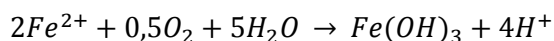
Způsoby odželezování: provzdušňováním, alkalizací, oxidací, kontaktním odželezňováním, v horninovém prostředí, iontovou výměnou, biologickou cestou, koagulací.

Způsoby odmanganování: alkalizací, oxidací, kontaktním odmanganováním, koagulací, biologickou cestou, pískovou filtrací, provzdušňováním.

Nejčastější metodou odželezňování a odmanganování je oxidace vzdušným kyslíkem.

3.2.1.1 Odželezování a odmanganování vzdušným kyslíkem (provzdušňováním)

Oxidace vzdušným kyslíkem se řadí mezi nejjednodušší metody oxidace, dosáhneme jí mechanickým provzdušněním. Při provzdušňování je zvyšováno pH, protože dochází ke snižování oxidu uhličitého. Provzdušňování se využívá především u podzemních vod, kde je vyšší obsah CO₂ a je zde menší množství železa a žádný mangan. Ionty Fe²⁺ jsou oxidovány kyslíkem, který je obsažený v přiváděném vzduchu.



Abychom zoxidovali 1mg železa potřebujeme 0,143mg kyslíku. Nejčastěji jsou využívané povrchové aerátory. Rychlost okysličování a následného odželezňování je závislá na pH, které by u podzemních vod nemělo klesat pod 7. Železo se oxiduje poměrně snadno i při nižším pH, ovšem mangan se oxiduje obtížně i při pH vyšším než 7. (Strnadová, 1999) Pokud má voda vhodné pH pak reakce trvá jen několik minut. Pokud by po ukončení provzdušňování neměla voda požadované pH je zapotřebí přidat do vody nějakou alkálii, například hydroxid vápenatý či louh sodný. (Slavičková, 2013)

Provzdušňování se může provádět v otevřených či uzavřených odželezovačích. U otevřených odželezovačů se používá podobných nádrží, jako jsou flokulační nádrže při chemickém čiření. Hlavní výhodou otevřených odželezovačů oproti uzavřeným odželezovačům je větší odolnost proti přetížení, dále můžeme průběžně odstraňovat uvolněný oxid uhličitý a také tyto nádrže mají větší účinnost. Jsou zde, ale také nevýhody, mezi tyto patří velká prostorová náročnost, velké pořizovací náklady a možnost znečištění vody z ovzduší. Druhým typem jsou uzavřené odželezovače, jsou to vlastně ocelové nádrže, které mají ve své dolní části filtrační vrstvu a v horní části se provádí provzdušňování, případně se zde může dávkovat Ca(OH)_2 hydroxid vápenatý. Vzduch je do vody vháněn za pomoci kompresoru a dále je odváděn odvzdušňovacím ventilem. Můžeme také využít mísiče voda – vzduch. Filtrační vrstvou je křemičitý písek se zrněním 1 až 2 mm, rychlost filtrace je přibližně 15 m/h. Pokud je obsah železa příliš vysoký, musíme provést odželezení ve dvou stupních. Jelikož není odstraňování CO_2 v tlakových přístrojích dokonalé je někdy potřeba vodu dodatečně odkyselit vápnem nebo jiným odkyselovacím přípravkem. (Malý, 2000)

Odmanganování provzdušňováním se často neprovádí. Pokud oxidujeme mangan Mn^{2+} , pak reakce probíhá velmi pomalu. Také když je pH vody nižší než 9,5 nemůže reakce probíhat rychle. Dalším ukazatelem rychlosti reakce je teplota. (Slavičková, 2013)

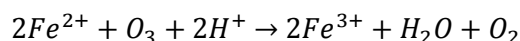
3.2.1.2 Odželezování a odmanganování alkalizací

Protože při oxidaci železa a manganu (iontů Fe^{2+} a Mn^{2+}) závisí hodně na hodnotě pH, je často zapotřebí vodu alkalizovat některým alkalizačním činidlem. Nejčastěji se k této alkalizaci využívá vápno či uhličitán sodný, lze také použít hydroxid sodný. Při alkalizaci vznikne sraženina hydroxidu železnatého, která je při

oxidaci měněna na hydroxid železitý, který je ve vodě rozpustný. Rychlost reakce závisí na hodnotě pH, pokud je pH menší než 4 je reakce velmi pomalá, při pH 6-8 je rychlost reakce střední a se stoupajícím pH nad 8 se rychlost stále zvyšuje. Vápněním také dokážeme odstranit oxid uhličitý, pokud totiž voda obsahuje velké množství oxidu uhličitého, musí být nejprve odkyselena. (Slavičková, 2013)

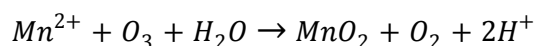
3.2.1.3 Odželezování a odmanganování oxidačními činidly

Odželezování ozonem je využíváno především u vod, ve kterých jsou přítomny huminové látky. Tyto látky se vodě chovají jako ochranné koloidy a zabraňují vylučování vloček $Fe(OH)_3$ hydroxidu železitého.



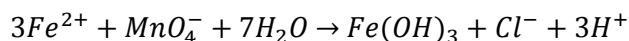
Na oxidaci jednoho miligramu železa Fe^{2+} potřebujeme asi 0,43 mg ozonu O_3 , rychlost této reakce je pak závislá především na počáteční koncentraci železa a teplotě vody. Pro výsledek reakce je také důležitá doba kontaktu železa a ozonu. (Slavičková, 2013)

Odmanganování ozonem probíhá velmi rychle. Do reakce musí vstupovat jen takové množství ozonu, aby došlo k reakci z Mn^{2+} na MnO_2 (na oxidaci jednoho miligramu manganu je zapotřebí 0,9 gramu ozonu), pokud by bylo ozonu příliš, vznikl by MnO_4^- anion manganistanový a voda by se zabarvila do fialova.



(Slavičková, 2013)

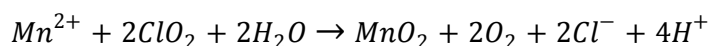
Odželezování chlorem je využíváno ve vodách, kde je železo vázáno v komplexech s huminovými kyselinami, které se působením chloru rozkládají. Oxidace probíhá rychle od pH větší než 5, reakci zpomaluje kationt amonný NH_4^+ , který s chlorem reaguje a tvoří chloraminy. Nevýhoda chlorace spočívá v tvorbě trihalometanů.



Pro oxidaci 1mg Fe^{2+} je zapotřebí 0,65 mg Cl_2 . (Malý, 2000)

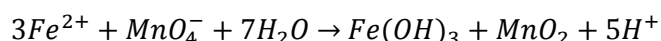
Odmanganování chlorem se využívá pouze vzácně. Chor je vhodnější pro odstraňování železa. (Biela, 2012)

Odmanganování oxidem chloričitým se využívá jen výjimečně, reakce probíhá pomalu a pokud bychom chtěli reakci urychlit, museli bychom dávkovat velký přebytek oxidačního činidla.



Na jeden gram Mn^{2+} je zapotřebí 2,5 gramu ClO_2 . (Slavičková, 2013)

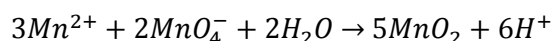
Odželezování manganistanem draselným probíhá velmi rychle a to i v neutrálním pH. Manganistan draselný je silné oxidační činidlo, silnější než chlor. Na jeden miligram Fe^{2+} je zapotřebí 0,567 mg $KMnO_4$.



(Slavičková, 2013)

Manganistan draselný spolehlivě oxiduje železnaté i manganaté ionty i při pH menším než 7. Vzhledem k vysoké ceně této chemikálie se využívá dvoustupňové úpravy vody. V první fázi se železo oxiduje vzdušným kyslíkem a ve druhé fázi se oxiduje manganistanem draselným. (Zábranská, 1997)

Odmanganování manganistanem draselným optimálně probíhá, pokud je pH v rozhraní 7,2 – 7,3, pokud je doba zdržení pod pět minut. Pokud by byl mangan v komplexu s organickou látkou, je doba zdržení navýšena na dvacet minut a pH musí být vyšší než 8,5.



Na jeden miligram Mn^{2+} je teoreticky zapotřebí 1,9 gramu $KMnO_4$, v praxi se dávka může lišit podle obsahu organických látek ve vodě, pH vody a složením vody. Manganistan draselný musíme dávkovat přesně, pokud by byla dávka příliš vysoká, voda by se zbarvila do růžova až žluta. (Slavičková, 2013)

3.2.1.4 Kontaktní odželezování a odmanganování

Ke kontaktnímu odželezování a odmanganování se stále více používá kontaktních hmot. Kontaktní hmota Birm se využívá pro odstranění železa Fe^{2+} do 3 mg/l a manganu do 1,5 mg/l. Kontaktní hmota působí jako nerozpustný katalyzátor mezi kyslíkem a rozpuštěnými formami železa a manganu, zároveň je filtračním

médiiem pro vzniklé sraženiny. Tyto sraženiny se odstraňují praním surovou vodou, která se odvádí zpět do odpadu. Hlavní výhoda Birmu je, že není během reakce spotřebován. Program je většinou řízen automaticky. (Michek, 2007)

Birm odstraňuje železo a mangan z vody i při nízkých hodnotách pH. Birm také není nutné regenerovat manganistanem draselným. Využívá se častěji k odstraňování železa. Voda, kterou chceme Birmem čistit, musí být okysličená, alespoň na 15% stechiometrie kovů, jinak je zapotřebí nadávkovat oxidační činidlo před filtr. Jedná se o granulovou náplň do filtrů, která má na povrchu vrstvu oxidu manganičitého. (www.kowa.cz)

Další kontaktní hmotou je Greensand, ten se využívá při vyšších koncentracích železa (do 6 mg/l při pH vyšší než 6,5) a manganu (do 1,8 při pH vyšší než 8). Podobně jako u Birmu se jedná o materiál s katalytickým účinkem, který zachycuje vzniklou sraženinu. Pro lepší regeneraci filtru je přidáván manganistan draselný. Praní je řízeno automaticky v závislosti na čase nebo objemu. (Michek, 2007)

Greensand je vyroben aktivací glaukonitického zeolitu síranem manganatým a manganistanem draselným. Jedná se o granule, které jsou obalené vrstvou oxidu manganičitého. Aby přípravek správně fungoval, musí být voda okysličená alespoň na 15% stechiometrie kovů, dále musí mít správné pH (ideálně 6,2-8,5). (www.aquacon.cz)

Dalším prostředkem je Crystal-Right. Tento prostředek odželezuje, odmanganuje a změkčuje vodu. Crystal-Right obsahuje speciální filtrační materiál, který pracuje na bázi iontové výměny v sodíkovém cyklu. Zachycuje ionty železa a manganu, podle složení vody dokáže zachycovat i vápník a hořčík. Regenerace náplně se provádí chloridem sodným NaCl. Tato kontaktní hmota je vhodná pro vody s obsahem železa do 15mg/l a manganu do 2mg/l. Tento typ je nevhodnější pro vody s vyšším obsahem železa, manganu a tvrdosti vody. (Michek, 2007)

Crystal-Right je filtrační krystalická hmota, krystaly mají nepravidelný tvar a tím zajišťují větší kapacitu pro iontovou výměnu. Zpětným proplachem se krystaly úplně vyčistí a tyto krystaly se proplachem neničí. Krystaly jsou odolné vůči chloru a tím jsou vhodné pro spolupráci s chloračními sanitárními systémy. Mezi výhody patří například víceúčelovost systému (odželezení, odmanganování, změkčování), vysoký provozní průtok, zpětný průtok při čištění je menší než provozní průtok, snadný a

účinný způsob pro odstranění manganu a amoniaku, funguje velmi jednoduše a bez nebezpečných chemických přípravků. Doporučené pH je 5,7-14. (www.aquacon.cz)

3.2.1.5 Odželezování a odmanganování koagulací

Odstraňování železa pomocí koagulace se provádí ve vodách kde je železo vázáno v komplexech s huminovými látkami. Je možné využít klasických anorganických koagulantů na bázi hliníku a železa nebo polymerní flokulanty. Dávkování je odvozeno z výsledků laboratorních pokusů. Pro odmanganování se koagulace využívá v případě, že voda obsahuje organické látky s komplexně vázaným manganem. (Slavíčková, 2013)

3.2.2 Odstraňování tvrdosti vody

Tvrdost vody je způsobena dvou a více mocnými kationty obsaženými ve vodě, především pak vápníku a hořčíku. Vápník i hořčík, pokud jsou ve vodě obsaženy v určité koncentraci, dávají vodě její chuť. Pokud je obsah těchto látek vysoký může docházet k technickým problémům, například poškození tepelných ohříváčů takzvaným vodním kamenem. Stanovená minimální koncentrace vápníku je 30 mg/l a hořčíku 10 mg/l, pokud by pitná voda měla nižší koncentrace, mohlo by to negativně ovlivňovat zdraví člověka. Potřebujeme mít ve své stravě dostatek vápníku i hořčíku, proto je stanoven minimální limit obsahu těchto látek ve vodě. (Zelinka, 2005)

3.2.2.1 Termická dekarbonizace

Při termické dekarbonizaci se voda ohřeje na teplotu blízko k bodu varu, při této teplotě se z hydrogenuhličitanů Ca^{2+} a Mg^{2+} vznikají CaCO_3 a MgCO_3 , současně se z vody uvolňuje oxid uhličitý. Při delším vaření vody vzniká málo rozpustný $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Aby byl Mg^{2+} z vody úplně odstraněn je nutné vodu zalkalizovat na pH větší než 10. Nakonec je sraženina odstraněna filtrací. (Grünwald, 1998)

3.2.2.2 Dekarbonizace kyselinou

Při dekarbonizaci kyselinou se využívá silných minerálních kyselin, například kyselina chlorovodíková nebo kyselina sírová, které rozkládají hydrogenuhličitan vápenatý nebo hydrogenuhličitan hořečnatý. Dávkování kyseliny se volí tak, aby byl zbytkový obsah iontů HCO_3^- menší než 1mmol/l. Tato reakce probíhá velmi rychle. Mezi nevýhody tohoto způsobu patří vysoké pořizovací náklady, nutnost trvalé kontroly a obsluhy dávkovacího zařízení, vysoký obsah soli v upravené vodě a v neposlední řadě je nevýhodou nebezpečí koroze chloridy vápníku a hořčíku. (Slavičková, 2013)

3.2.2.3 Dekarbonizace srážením vápnem

Dekarbonizace srážením vápnem je nejlevnější a nejuniverzálnější způsob odstraňování hořčíku a vápníku z vody. Díky hydroxidu vápenatému se z vody odstraňují karbonátové formy kationtů hořčíku i vápníku a nekarbonátová forma hořčíku, současně je odstraňován i volný oxid uhličitý. Při srážení vápněním se sníží koncentrace vápníku na 0,5mmol/l. Mimo vápníku jsou z vody odstraňovány také křemičitany, železo a mangan. (Grünwald, 1998)

Možným způsobem pro dekarbonizaci vápnem je využití jednotky, která se skládá ze sytiče vápenné vody, reaktoru a filtru. Nejprve je upravovaná voda oddělena pro sytič, dále se asi za dvě hodiny z vápenného mléka vyrobí vápenná voda, ta se následně uvádí do reaktoru. Samotné srážení probíhá ve spádové rouře reaktoru, ve spodní části reaktoru kaly zrají a sedimentují. Další část kalu se odstraňuje přímo na filtru. Nevýhodou jsou velké prostorové nároky a velké množství kalu. Můžeme, ale využít vhodnější řešení dekarbonizace a to dekarbonizaci kontaktní. Tako kontaktní dekarbonizace probíhá ve spiraktu. V tomto zařízení se nejprve do spodní části přivede voda s nadávkovaným vápnem, energie přiváděné vody je využita ke kroužení ve spirále. Do spiraktu se přidává jako kontaktní hmota mramor nebo sražený vápenec, tato kontaktní hmota je rozmíchána pohybem vody a následně na ní krystalizuje uhličitán vápenatý. Kal je zde periodicky vypouštěn. Reakční doba je dána obsahem organických látek přibližně pět až patnáct minut. (Slavíčková, 2013)

3.2.2.4 Dekarbonizace iontovou výměnou

U tohoto druhu „změkčování“ se nahrazují ionty Ca^{2+} a Mg^{2+} za ionty Na^+ . Tato výměna se provádí v iontoměničích, v těchto iontoměničích se používá silně kyselý katex Na^+ nebo H^+ . Katexem má dvě důležité vlastnosti, zachycuje ionty kovů a uvolňuje anionty ve formě volných kyselin. To se děje až do doby kdy pH klesne na hodnotu 5 až 6, tehdy dochází k uvolňování HCO_3^- . (Slavíčková, 2013)

3.2.3 Reverzní osmóza

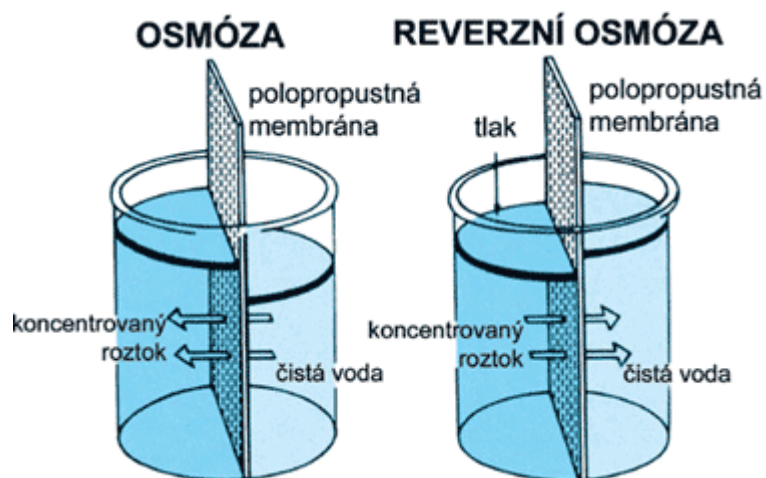
Tento způsob úpravy pitné vody se začal využívat asi v 60 letech minulého století. Hlavním účelem tehdy bylo, upravit mořskou vodu na pitnou. Metoda reverzní osmózy se v tomto směru ukázala jako velice vhodná. Osmóza je přírodní jev. Pokud jsou v přírodě dva roztoky s rozdílnou koncentrací například soli a jsou odděleny polopropustnou membránou, je snaha vody zředit koncentrovanější roztok tak, aby byly oba roztoky stejně koncentrované. Při procházení vody membránou, působí na membránu tlak, kterému se říká osmotický. Pokud, ale na roztok působí tlak větší než osmotický, pak se jev obrátí a z koncentrované části roztoku voda proplouvá membránou do části méně koncentrované. Poté můžeme odvádět rozpuštěné látky od pitné vody. (<http://espwaterproducts.com/>)

Reverzní osmóza je jedním z nejlepších způsobů membránové filtrace. Mezi základní typy membránové filtrace patří mikrofiltrace, nanofiltrace, ultrafiltrace a právě reverzní osmóza. Membrána u reverzní osmózy umožňuje procházet přes tuto membránu pouze vodě. Soli a rozpuštěné látky jsou zachycovány na druhé straně membrány. Důležitý je provozní tlak, u reverzní osmózy se pohybuje mezi 20 a 60 bary, v některých případech může být tlak větší než 80 barů. (PCI-Memtech)

První membrány pro reverzní osmózu byly z acetátu celulózy. Tyto membrány byly asymetrické a připravovaly se metodou inverze frází. Membrána měla tenkou povrchovou vrstvu s malými póry, které určují průchodnost membrány, přecházela postupně až v makroporézní vrstvu. Nyní se využívají kompozitní membrány. Spodní vrstva této membrány je tvořena asymetrickou mikroporézní membránou z polysulfonu, ta nese velmi tenkou vrstvu neporézního aromatického polyamidu. Přírodní membrány jsou známy již staletí, stejně jako celý osmotický proces. Mezi přírodní membrány patří například stěna žaludku či střev. Až v šedesátých letech minulého století se začali vyrábět syntetické membrány. (Jelínek, 2008)

Postup při aplikování reverzní osmózy: V prvním stupni putuje upravovaná voda přes filtr z odstředěného vlákna, který zachytí částice větší než 10 mikronů, pach, rez, bláto, hrubé nečistoty. Ve druhém stupni je granulovaný uhlíkový filtr, který zachycuje chlór a pachy. Ve třetím stupni následuje pevný uhlíkový filtr, ten odstraňuje chlór, zápach a organické kontaminanty. Ve čtvrtém stupni se nachází membrána reverzní osmózy. Ve stupni pátém je koncový uhlíkový filtr, který má za úkol eliminovat případné nežádoucí pachutě. Poslední šestý stupeň obsahuje ultrafialový sterilizátor. Tento sterilizátor za pomoci dezinfekčního světla ničí viry, bakterie a jiné

mikroorganismy. Hlavní součástí je polopropustná membrána reverzní osmózy, ta svými mikrootvory propustí pod tlakem pouze vodu, zbylé látky jsou odváděny do odpadu. (www.cistickyvody.cz)

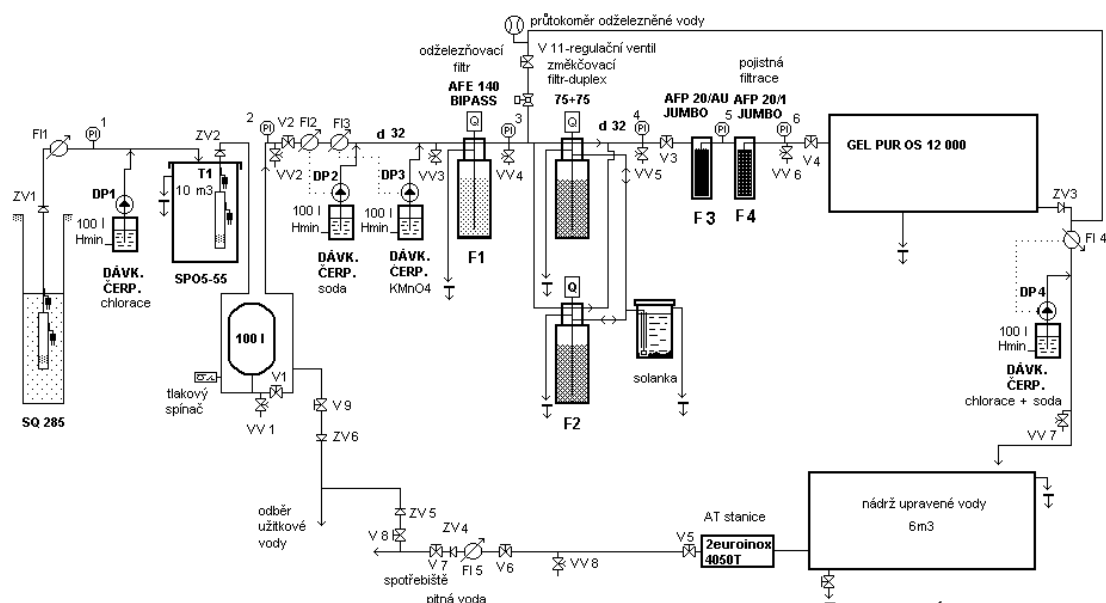


Obrázek 1 Ukázka osmózy a reverzní osmózy

3.3 Úpravny vody

Abych zachovala anonymitu, tak u popsaných úpraven vod, nemohu uvést objekt, adresu ani místo použití.

1) Úpravna vody I



Obrázek 2 Schéma úpravy vody I

Úpravna je dimenzována na výkon 600-650 litrů za hodinu.

Stručný popis zařízení:

Voda je čerpána do nádrže T1, do potrubí je nadávkováno vypočtené množství chlornanu sodného. Díky účinku aktivního chloru je voda zbavena bakterií a železo ve vodě je oxidací převedeno na nerozpustnou sraženinu. Účinek chlóru je také podpořen zádržnou dobou v nádrži T1. Z nádrže T1 je voda čerpána do odželezňovacího a odmanganovacího filtru. Do výtlačného zařízení je dávkováno vypočtené množství kalcinované sody pro zvýšení pH a vypočtené množství manganistanu draselného pro oxidaci manganu a niklu. Sraženina železa, niklu a manganu je separována na filtru, který je periodicky prán. Ve filtru se nachází speciální náplň greensaud.

Voda, která je zbavena železa, manganu a niklu je vedena do změkčovacího filtru (DUPLIX 75+75 VT 2000 - jedná se o dvě stejné nádrže, aby se vždy jedna mohla regenerovat), zde se odstraňuje tvrdost vody. V provozu je vždy pouze jedna filtrační nádoba, druhá nádoba se regeneruje, tento proces je zajištěn řídicí jednotkou. Dále je voda dechlorována pomocí filtru AFP 20/AU JUMBO, také zde

dochází k absorbování organických látek. Aby se ochránili membrány RO stanice je zde ještě jeden filtr AFP 20/1 JUMBO, zde je prováděna pojistná filtrace, porozita výměnné patrony je 1mm.

Předupravená voda je natlakována vysokotlakým čerpadlem RO stanice a protlačována přes membránu. Voda odželezněná je smíchána s vodou odsolená (permeát) poměru cca 1:4, aby se doplnili minerální látky v poměru dle vyhlášky 252/2004 Sb. Následně je do vody nadávkováno vypočtené množství sody pro zvýšení pH a pojistná dávka aktivního chloru (hygienické zabezpečení). Upravená voda natéká do nádrže na upravenou vody, odtud je čerpána pomocí AT stanice na místo spotřeby. Na všech důležitých místech úpravný jsou umístěny vzorkovací ventily, aby mohla být kontrolována správná funkce úpravný.

Aby mohla úpravna správně fungovat je potřeba doplňovat chemikálie do zásobníků. Kdyby nebylo v zásobnících dostatek chemikálií mohlo by dojít k poškození úpravný.

Vysvětlivky k úpravně vody

T1 – označení akumulární nádrže

Filtr Duplex 75+75 VT 2000 – filtr na změkčování vody o velikosti 75 na 75 centimetrů, s automatickou jednotkou VT 2000

AFP 20/AU JUMBO - dechlorační filtr s aktivním uhlím

AFP 20/1 JUMBO – dechlorační filtr

RO – reverzní osmóza, stanice typu GEL PUR OS 12 000

AT stanice – typ 2 euroinox 4050T

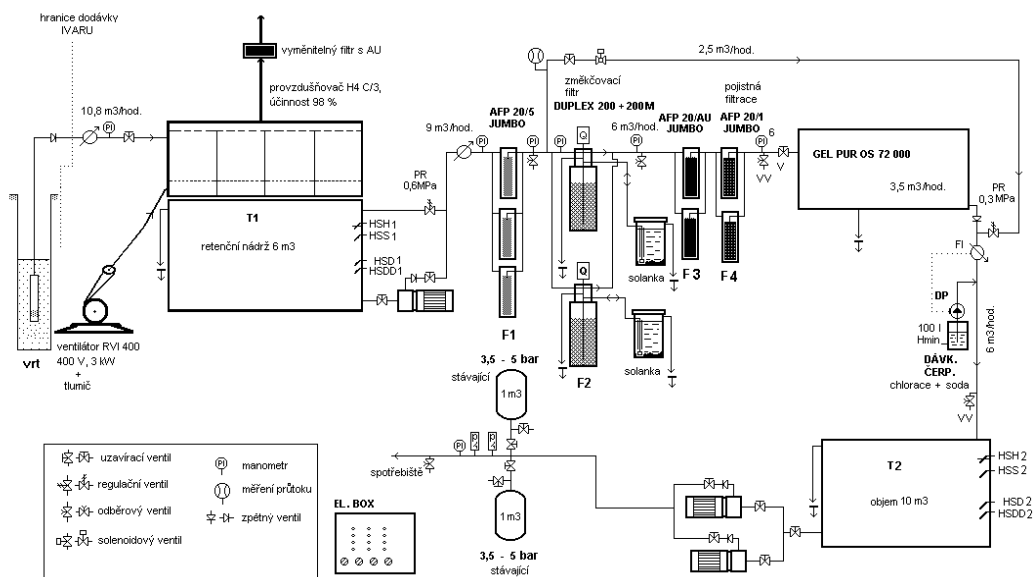
DP1 – čerpadlo dávkující roztok s 5g/l chloru

DP2 – čerpadlo dávkující roztok s obsahem 8,5% kalcinované sody

DP3 – čerpadlo dávkující roztok s 0,6g/l manganistanu draselného

DP4 – čerpadlo dávkující roztok s 0,2g/l aktivního chloru a 50g/l sody

2) Úpravna vody II



Obrázek 3 Schéma úpravny vody II

Úpravna je dimenzována 4m³/hodina

Stručný popis zařízení:

Surová voda je čerpána do čtyřstupňového provzdušňovače H4 C/3, zde jsou odstraněny halogenové deriváty uhlovodíků. Takto upravená voda teče do retenční nádrže T1. Z nádrže T1 je voda čerpána na trojici paralelně řazených filtrů AFP 20/5 JUMBO, kde jsou odstraněny mechanické nečistoty. Přefiltrovaná voda je rozdělena do dvou obvodů, prvním obvodem je voda vedena obtokovým potrubím a mísená s permeátem, druhým obvodem je voda vedena přes změkčovací filtr DUPLEX 200+200M, kde je odstraněna tvrdost vody. Duplexní filtry jsou střídány pomocí řídicí jednotky na hlavě filtru.

Změkčená voda je dále vedena do dvou paralelně řazených filtrů s aktivním uhlím AFP 20/AU JUMBO, zde jsou zachyceny organické výluhy ze změkčovacích filtrů. Jako poslední stupeň předpravy je pojistná filtrace na dvojici paralelně řazených filtrů AFP 20/1 JUMBO, kde je porozita výměnné patrony 1µm, díky tomu je chráněna membrána RO-stanice. Takto předupravená voda je vedena na sání vysokotlakého čerpadla RO-stanice, zde je využito tlaku jako hnací síly, aby byla voda protlačena přes RO-membránu.

Odsolená voda permeát je smíšena s vodou přefiltrovanou z prvního obvodu v poměru 1:1. Díky tomu jsou doplněny minerální látky, aby voda odpovídala parametrům pitné vody. Nakonec je do vody dávkována pojistná dávka aktivního

chloru a sody pro úpravu pH. Takto upravená voda natéká do nádrže T2, pak je pomocí AT stanice čerpána na místo spotřeby. Na všech důležitých místech úpravy jsou umístěny vzorkovací ventily, aby mohla být kontrolována funkce úpravy.

Vysvětlivky k úpravně vody

H4 C/3 – provzdušňovač s účinností 98%

T1 – retenční nádrž

AFP 20/5 JUMBO – filtr na mechanické čištění

DUPLEX 200+200M – změkčovací filtr o rozměru 200 na 200

AFP 20/AU JUMBO – filtr a aktivním uhlím

AFP 20/1 – dechlorační filtr

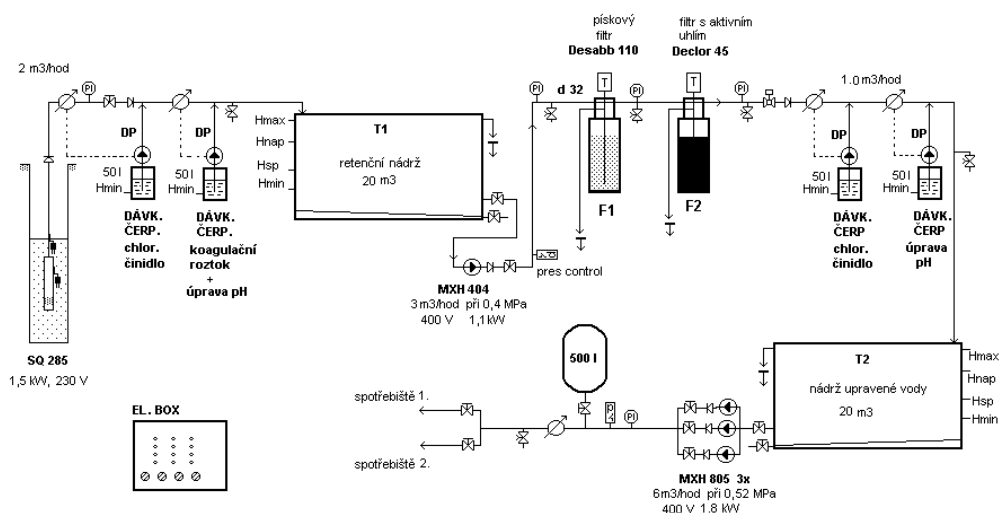
RO – stanice s reverzní osmózou typu GEL PUR OS 72 000

T2 – nádrž na upravenou vodu

AT stanice

Dávkovací čerpadla fungují jako u předchozí úpravy vody

3) Úpravna vody III



Obrázek 4 Schéma úpravy vody III

Úpravna je dimenzována na výkon 2 x 4m³/den

Stručný popis zařízení:

Surová voda je čerpána do nádrže T1, do potrubí je dávkování vypočtené množství chlornanu sodného, aby bylo zamezeno bakteriální kontaminaci a také kvůli obsahu amonných iontů. Účinkem aktivního chlóru je voda této kontaminace zbavena, lepší účinek je podpořen dobou zdržení v nádrži. Druhým dávkovacím čerpadlem je dávkováno vypočtené množství kyseliny a koagulačního činidla. Zdržná doba v nádrži je přibližně šestnáct hodin, tím je příznivě ovlivněna sobce fluoridových iontů.

Z nádrže T1 je voda přes podávací čerpadlo čerpána do pískového filtru Desabb110. Zde je voda zbavena mechanických nečistot a také vloček s obsahem fluoridů. Dále voda protéká filtrem s aktivním uhlím Declor 45, zde dochází za první k dechloraci přebytečného volného aktivního chlóru a za druhé k sorpci organických látek a zbytkového množství fluoridových iontů. Předpokládané snížení obsahu fluoridů je přibližně 60 – 70%, tato skutečnost byla následně ověřena laboratorními zkouškami. Vodu filtrujeme přes aktivní uhlí, které zlepšuje organoleptické vlastnosti vody, jako jsou barva, pach, chuť.

Do upravené vody je vždy dávkována pojistná dávka aktivního chloru, aby byla voda hygienicky zabezpečena. Druhým dávkovacím čerpadlem je dávkováno vypočtené množství zásaditého roztoku pro úpravu pH v rozmezí 6,5-8,5. Takto zabezpečená voda natéká do nádrže na upravenou vodu T2. Z nádrže T2 je voda pomocí AT stanice čerpána na obě místa spotřeby. Na všech důležitých místech úpravy jsou umístěny vzorkovací ventily, aby mohla být kontrolována funkce úpravy.

Vysvětlivky k úpravě vody

T1 – akumulární nádrž

Desabb 110 – pískový filtr

Declor 45 – filtr s aktivním uhlím

T2 – nádrž s upravenou vodou

AT stanice –

DP – jsou čerpadla jednotlivých roztoků jako u předchozí úpravy

4. Dezinfekce vodovodů

4.1 Dezinfekce vody

Voda, která má být používána jako voda pitná, k přípravě poživatin a léčiv, k mytí nádob na poživatiny a léčiva a také voda pro ošetřování nemocných, musí splňovat parametry vody pitné.

Při dezinfekci vody mají být zničeny vegetativní i dormantní organismy. Cílem dezinfekce vody je zdravotně nezávadná voda, která nezpůsobí ani při pravidelné konzumaci zdravotní poruchy nebo onemocnění, která mohou být vyvolána patogenními organismy. U nás nejefektivnější metodou dezinfekce je chlorace. (euroclean.cz)

4.1.2 Dezinfekce vody teplem

Dezinfekce vody teplem je jedním z nejstarších a nejjednodušších způsobů dezinfekce. Dezinfekce probíhá při zahřátí již na 70-75°C, při této teplotě je zničena většina bakteriálních zárodků. Ovšem pro lepší výsledek se voda na této teplotě pět až deset minut drží. Pokud bychom vodu zahřáli na vyšší teplotu, dojde k odstranění látek plyných, které dodávají vodě její chuť, např. kysličník uhličitý či sloučeniny vápníku a hořčíku. Převařená voda je sice prostá bakteriálních zárodků, ovšem není bakteriocidní (po zchlazení může ze vzduchu opět přijímat bakterie). Tato dezinfekce není vhodná pro velká vodní díla, ale postačí pro malou domácnost ve výjimečných případech, např. prudké zvýšení bakteriálních zárodků v centrálním rozvodu pitné vody. (Stuchlík, 1958)

4.1.3 Dezinfekce vody světlem

Dezinfekční účinek má světlo ultrafialové, jehož paprsky mají délku pod 0,0003 mm. Aby mohly sluneční paprsky hubit bakterie obsažené ve vodě, musí být voda čistá a málo hluboká. Účinek paprsků je snížen už při hloubce 20cm. Pokud je voda znečištěná, nemohou sluneční paprsky ničit bakterie a mikroorganismy. Největší účinky v hubení bakterií a mikroorganismů můžeme pozorovat v horských potocích a

bystřinách, zde je voda čistá i málo hluboká. Ultrafialové paprsky můžeme vyrobit i uměle a jejich účinek zesílit oproti přírodním paprskům, pak je můžeme lépe použít pro dezinfekci vody. (Stuchlík 1958)

Výhodou dezinfekce ultrafialovým zářením je hlavně, že ultrafialové záření neovlivňuje chemické složení vody ani její vlastnosti. Neprojeví se na chuti, barvě ani zápachu. Nevýhodou je, že výbojka není hned na začátku procesu plně aktivní, proto by měla být navržena recirkulace vody. Ultrafialové záření narušuje DNA buňky živých organismů, proto se využívá k dezinfekci pitné vody. Účinnou dávku určuje zářič UV-C ve Watech při 254 nm, důležitá je hloubka vody a doba působení pokud je voda v toku. (Michek, 2007)

4.1.4 Dezinfekce vody oligodynamickými metodami

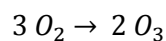
Oligodynamie je řazena mezi nejstarší dezinfekční formy, již od dob kdy lidé začali využívat nádoby na vodu ze stříbra a mědi. Lidé zjistili, že voda v těchto nádobách se nekazí tak rychle jako v jiných nádobách, tyto materiály zabraňují nadměrnému bujení bakterií. Z historického hlediska je to první způsob hygienického zabezpečení vody. Této techniky dezinfekce využíváme dodnes, například přípravkem Sagen. (Zelinka, 2005)

Oligodynamický účinek (schopnost usmrcovat organismy malým množstvím kovu) je založen na blokování enzymů vlivem iontů stříbra (Ag^+) či mědi (Cu^{2+}). Stříbro a měď mají schopnost ničit mikroorganismy obsažené ve vodě, pokud chceme dosáhnout dobrého výsledku, nesmí být voda příliš znečištěna a kontakt vody se stříbrem či mědí musí být poměrně dlouhý, alespoň 3-6 hodin. Při kontaktní katadynaci je do vody rozptýleno elementární stříbro. Stříbro je rozptýleno velmi jemně na velkou plochu a v nízké koncentraci, která je zdravotně nezávadná, ale pro dezinfekci dostatečná. Při elektrokatadynaci jsou uvolňovány Ag^+ ionty ze stříbrné anody elektrolytickým procesem. Pro oligodynamický účinek postačí expozice stejnosměrného proudu 1,6V od půlminuty až na dvě minuty, tím se dosáhne koncentrace stříbra 0,05 až 0,5 mg/l. Oligodynamické přípravky jsou sloučeniny stříbra, ve vodě jsou málo rozpustné, například chlorid stříbrný AgCl . Tyto přípravky jsou vhodné k nárazové, jednorázové dezinfekci menších zdrojů. Například přípravek Sagen, ten je na bázi AgCl a pro dezinfekci jednoho metru krychlového vody postačí 10 gramů Sagen. (Malý, 2000)

V České republice se oligodynamie provádí nejčastěji přípravkem Sagen, který obsahuje 0,8% stříbra. Využívá se hlavně pro dezinfekci studniční vody jednou až dvakrát do roka. Doba expozice je minimálně dva až tři dny. U aplikování přípravku Sagen nehrozí nežádoucí předávkování, které hrozí u nesprávně provozované chlorace. (Michěk, 2007)

4.1.5 Dezinfekce ozonem

Ozón (O_3) je namodralý plyn, který se vyrábí ze vzduchu či kyslíku přímo v místě spotřeby v ionozátorech pomocí tichého výboje elektrického proudu při napětí několika tisíc voltů.



Je třeba zajistit co nejjemnější rozptýlení ozonu ve vodě, pak je dosaženo efektivního využití oxidace. Účinnost dezinfekce ozonem, můžeme zlepšit různými způsoby, například katalýza (s katalyzátory na bázi Raneyova niklu a dalších těžkých kovů), pak se také osvědčila kombinace ozonizace a UV záření nebo ultrazvuku. (Bindzar, 2009)

Ozon má lepší dezinfekční účinek než chlor. Ozon rozkládá huminové, barviva a fenoly, nevytváří však sloučeniny, které zhoršují organoleptické vlastnosti vody nebo jsou jinak závadné. Ozon dokáže ničit i viry, například virus dětské obrny zničí již za dvě minuty a to při koncentraci 0,45 mg/l, chlor tento virus ničí 5 hodin při dávce 1 mg/l. (Malý, 2000)

Ozon je nejsilnějším oxidačním činidlem používaným při dezinfekci vody. Spolehlivě ničí nejen bakterie, ale také viry. Dokáže úplně zničit bakterie rodu Legionella, E.Coli (*bakterie žijící v tlustém střevě teplomilných organismů. Její přítomnost je nezbytná pro správný průběh trávicích procesů, některé její kmeny mohou být patogenní a vyvolat i nebezpečná onemocnění*). Ozon také pomáhá dosáhnout vysoké inaktivace Giardia cyst (*Lambie střevní je parazitický prvok napadající tenké střevo, způsobuje nejčastější onemocnění střev, které se jmenuje Giardióza a po celém světě jím trpí miliony lidí*) a střevních virů. Ozon působí již při malých koncentracích, baktericidně v koncentraci 0,1 – 0,2 mg/l při kontaktní době dvě minuty, virucidně pak v koncentraci 0,4 mg/l při kontaktní době čtyři minuty. Abychom si byli jisti

účinkem, tak se v praxi nechává ozon působit čtyři až dvanáct minut, dle látek přítomných ve vodě. (Slavičková, 2013)

Mezi výhody používání ozonu patří: ozon nevytváří halogenové organické látky, má dobré oxidační vlastnosti, zlepšuje organoleptické vlastnosti vody.

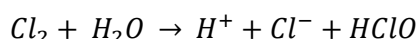
Mezi nevýhody pak musíme zařadit: silné korozivní účinky ozonu, nutnost výroby v místě spotřeby, protože ozon je nestlačitelný a nemůžeme ho skladovat, ozon je také vysoce toxický a musí se dbát na dokonalé odvětrávání jak z místnosti s ionizátory tak i z prostor kde se ozon směšuje s vodou, vysoké pořizovací náklady, systémovou nestabilitu. Ozon se nedá použít pro hygienické zabezpečení, ozonizované vody jsou náchylnější k reaktivaci bakterií než vody neozonizované. (Slavičková, 2013 / Michek, 2007)

4.1.6 Dezinfekce chlorem

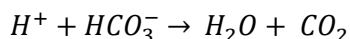
Chlor se používá k udržování nezávadné pitné vody po celém světě. Chlor má ve vodě dlouhou životnost, tím chrání vodu proti druhotné kontaminaci a případné rekontaminaci bakteriemi po celou dobu transportu potrubím. (Michek, 2007)

Chlor je žlutozelený plyn těžší než vzduch. Je to silně zapáchající a dusivý plyn, ve vzduchu je patrný již při koncentraci 0,058 až 0,145 mg/m³. Chlor se dodává v ocelových lahvích nebo tlakových nádržích zkapalněný. Chlor je dobře rozpustný ve vodě.

Při rozpouštění chloru probíhá tato reakce



Uvolněné ionty H⁺ jsou neutralizovány ve vodě přítomnými hydrogenuhličityny



Rovnováha hlavní reakce se přitom posouvá ve prospěch HClO, která představuje skutečné oxidační činidlo. Je to slabá kyselina, která disociuje



Důležité u této reakce je také pH, kyselina chlorná je silnějším oxidačním činidlem než aniont chlornanový, pokud je tedy pH větší než 6, pak účinek dezinfekce klesá.

Chlor do vody dávkujeme pomocí chlorátů přímo nebo nepřímo. Pokud dávkujeme přímo, pak chlor musíme vyčistit, změřit a následně rozptýlit do vody a to formou malých bublinek. Pokud dávkujeme nepřímo, pak připravujeme 2 až 5 % roztok z předem odměřeného množství chloru po redukci tlaku. (Slavíčková, 2013)

Podle normy ČSN 75 7111 „Pitná voda“ je minimální koncentrace aktivního chloru ve vodě 0,05 mg/l, doporučenou je koncentrace 0,05 až 0,3 mg/l. Pokud by byla koncentrace nad 0,3 mg/l, byly by patrné negativní pachové vjemy chloru. Chlor se využívá k hygienickému zabezpečení v poslední fázi úpravy vody, protože je požadováno, aby byl chlor ve vodě přítomný i při odběru uživatelem na konci vodovodní sítě. Dávka chloru se určuje podle organického znečištění, čím je znečištění větší, tím snáze chlorový účinek z vody vyprchá, proto se při velkém organickém znečištění využívají současně s chlorem amonné soli, ty vytvářejí chloraminy, které jsou stálejší než samotný chlor. (Malý, 2000)

Při dezinfekci chlorem je požadovaný účinek závislý především na koncentraci a době působení chloru. Důležitá je také teplota, čím je voda teplejší, tím je vyšší účinnost chlorace, ale nižší stálost chloru. Zajímá nás také pH, čím nižší pH tím vyšší podíl účinnější složky (HClO) a nižší podíl méně účinné složky (ClO⁻). Minimální doba působení chloru je 10 až 15 minut, v praxi se při chlorování pitné vody doporučuje 1 až 2 hodiny. Přebytečný chlor se po skončení chlorace odstraní přidávkem thiosíranu sodného, oxidu siřičitého, siřičitanu sodného nebo aktivním uhlím (využíváno i v malých úpravárnách). Při dezinfekci vod odpadních je zapotřebí vyšší dávky chloru než u pitných vod, protože je zde vysoká koncentrace organických látek a tím je chlor rychle vyčerpán. Při dezinfekci otevřených plaveckých bazénů se do chloru přidává měďnatá sůl CuCl₂. Tato sůl brání tvorbě řas. (Malý, 2000 / Grünwald, 1998)

4.1.7 Dezinfekce chloraminy

Dezinfekce chloraminy se využívá na delších vodovodních řadech, chloraminy mají schopnost se po delší době opět hydrolyzovat, proto udrží větší přebytek chloru po delší dobu než při běžné chloraci. Zmenšuje se tím riziko sekundárního znečištění. (Stuchlík, 1958)

Organické chloraminy jsou nestálé. Během dlouhé doby zdržení, dopravení vody potrubím z vodárny ke spotřebiteli, dochází k postupnému rozkladu chloraminu.

Může dojít až k úplnému rozložení chloru a voda již není dále zabezpečena proti rekontaminaci v potrubí. (Strnadová, 1999)

Chloraminy jsou anorganické látky vyráběné přímo v upravované vodě nadávkováním chloru a amonných iontů. Chloraminy ve vodě vznikají již během několika minut. Amoniak můžeme používat jako bezvodý plyn NH_3 nebo 20% vodný roztok nebo ve formě prášku jako síran amonný $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, vždy je však doporučováno přidávat amoniak do chlorované vody ne naopak. Chloraminaci je vhodnější využít pro vody, které jsou méně zanešené bakteriemi a mají menší množství organických látek, chloraminy jsou slabším dezinfekčním činidlem než chlor. (Slavičková, 2013)

4.1.8 Dezinfekce oxidem chloričitým

Oxid chloričitý ClO_2 je oranžový, zapáchající, sliznice leptající, nestabilní plyn. Má přibližně stejnou hustotu jako chlor, ale ve vodě se rozpouští hůře než chlor, ovšem lépe než ozon. Protože je vysoce nestabilní, nemůžeme ho stlačovat a dodávat v lahvích, ale musíme ho vyrábět přímo na místě úpravy. Při dávkování se nejprve reakcí chloru a chloritanu sodného připraví koncentrovaný roztok oxidu chloričitého a ten je teprve dávkován do pitné vody. Důležité je u této reakce také pH, pokud je větší než 5 tak se reakce zastaví, protože chloritan je zde přítomen v iontové formě, která nereaguje, ale pokud je pH příliš nízké je reakce zpomalena. Chlor musí být vždy v přebytku, aby byla záruka, že nezůstal nerozložený chloritan, ten je zdravotně závadný. Oxid chloričitý je několika násobně silnějším oxidačním činidlem než samotný chlor. Ovšem roztoky ClO_2 jsou velice nestále a to i ve tmě, proto se nesmí skladovat a musí být vždy ihned použit. Tento oranžový plyn při tlaku 0,1 MPa a teplotě 11°C kondenzuje na explozivní tmavočervenou kapalinu. (Malý, 2000)

- Výhody
- velký baktericidní účinek, ničí viry a bacily tuberkulosy
 - netvoří s organickými látkami chlorované deriváty (THM trihalometany, ty mají mutagenní a karcinogenní látky)
 - odstraňuje dokonale barvu i zápach vody
 - ve vodě je stálejší než chlor a můžeme ho využít pro hygienické zabezpečení vodovodní sítě
 - ve vodě nevytváří halofromy a nereaguje s amoniakem

- nereaguje s fenoly nebo metabolickými produkty řas a bakterií, na fenoly může působit oxidačním štěpením aromatického kruhu

- je efektivnější v rozsahu pH než chlor

Nevýhody

- nutná výroba v místě použití, je velice nestálý

- menší rozpustnost ve vodě než chlor

- obtížnější analytická kontrola

- vznik chloritanů, chlorečnanů, chinonů a dalších organických látek s mutagenními vlastnosti (obdobné chloraci)

- vyšší provozní náklady než při chloraci, zvýšená koroze armatur. Také je zapotřebí větší počáteční odkalování, protože dochází k uvolňování mikrobiologických nárostů. (Slavičková, 2013 / Grünwald, 1998)

Tabulka 5 Přehled používaných dezinfekčních postupů u malých domovních úprav vody (Zelinka, 2005)

Název	Vzorec	Forma	Výhody	Nevýhody
Sagen	NaAg+NaCl	Směs chloridu sodného a chloridu stříbrného	Nemění se chuť vody, snadné dávkování, využití oligodynamických vlastností stříbra	Vhodné spíše pro menší domovní úpravy
UV lampa	Využití UV záření o vlnové délce 254 nm	Nerezová trubice s vloženou UV zářivkou	Zařízení „do zásuvky“ – voda protéká trubicí kolem UV zářivky	Nezajišťuje hygienickou nezávadnost v rozvodném potrubí po UV ozáření
Chlornan sodný	NaOCl	Vodný roztok různé koncentrace – např. SAVO	Dostupnost, jednoduchá manipulace, vhodné pro malé domovní úpravy	Při nevhodném dávkování zápach, postupně degraduje na sůl a vodu
Manganistan draselný	KMnO ₄	Sypká forma, příprava vodného roztoku	Jednoduchá manipulace, vysoká účinnost, oxidace manganu a železa, vhodný pro domovní úpravy	Při nevhodném dávkování zabarvení vody
Ozon	O ₃	Plyn vyráběný na místě ze vzduchu pomocí generátoru, rozpouštění do vody	Zařízení „do zásuvky“, levný provoz (surovina je vzduch), extrémní účinnost (nejsilnější oxidant ve vodárenství), minimum druhotných produktů	Investiční náklady, nutnost provedení odolného potrubí a rozpouštěcí nádrže, odvětrávání. Podmíněně vhodné pro domovní úpravy vody

4.2 Dezinfekce vodovodů

Dezinfekci je nutné provést při uvedení potrubí do provozu. Musíme zajistit, aby všechny součásti potrubí (armatury, tvarovky, trubky) byly před spuštěním provozu řádně propláchnuty. Musí se odstranit všechny mechanické částice, aby v potrubí nezůstal zákal. U řady případů lze dokonalého proplachu dosáhnout pouze vodou, případně vodou smísenou se vzduchem, bez použití chemikálií, čímž zajistíme šetrný proplach pro všechny součásti potrubí. Pokud by proplach nebyl dostatečný, můžeme využít dalších mechanických postupů. Základním schématem proplachu nově položeného potrubí je tento postup:

- 1) proplach pomocí mechanických prostředků – dokud voda není zcela čirá
- 2) naplnění úseku pitnou vodou s dezinfekčním činidlem
- 3) obměna dezinfekčního přípravku, aby byl v nižším obsahu než, je povoleno pro pitnou vodu
- 4) odebrání vzorku na mikrobiologický rozbor, pH, pach a chuť. Vzorek je vhodné odebrat méně než 24 po proplachu.
- 5) pokud je rozbor v pořádku, můžeme úsek zprovoznit (Kožíšek, 2014)

Můžeme využít dvou základních metod dezinfekce. Dezinfekci statickou nebo dynamickou. U dezinfekce statické se nechává působit dezinfekční prostředek 12 hodin a potrubí je zcela naplněno. Dezinfekční prostředek nadávkuje pomocí pumpy či čerpadla, dokud není všechna voda v potrubí smísená s dezinfekčním prostředkem. Při působení prostředku je vhodné manipulovat se součástmi potrubí, například šoupátky, aby došlo k dezinfekci i těchto částí. U dezinfekce dynamické se do potrubí umístí dávkovací kontejner s dezinfekčním prostředkem. Předem je potřeba připravit koncentraci, množství a rychlost jakou bude prostředek dávkován. Tento systém je vhodný především u dlouhých potrubí. (Kožíšek, 2014)

4.2.1 Postup dezinfekce vodovodů

Dezinfekce se provádí v souladu s ČSN 75 5409 a ČSN EN 806-4, ČSN 73 6660.

Při dezinfekci nejprve odebereme vzorek, který se zašle do specializované laboratoře, kde se udělá rozbor. Vzorek vody musí být odebrán do speciální nádoby, která je následně zaslána do akreditované rozborové laboratoře. U rozboru je

důležité, aby voda odpovídala budoucímu provozu, proto je vhodné vodu odtočit (neodebírat vodu po dlouhém stání vodovodního řadu). Pro odběr vzorku je lepší odběr uskutečnit přímo na vstupu do objektu nikoli přímo z kohoutku. Je důležité, aby se voda v potrubí pohybovala a to stálým směrem, dále pak musí být zaručena homogenita v příčném profilu a možnost zviření sedimentů. Vzorek je nutné po odebrání dopravit na rozbor co nejdříve, abychom zjišťovali kvalitu vody odebrané nikoli vody, která se vyvíjí ve vzorkovnici. K odebraným vzorkům vod po dezinfekci se může přidávat dechlorátor (thiosíran sodný), ten může být zdrojem sekundární kontaminace. (Fuksa, 1995)

Po výsledku rozboru můžeme přistoupit k dezinfekci. Pokud si zákazník přeje, můžeme dezinfekci provést i preventivně bez rozboru, protože je naprosto bezpečná a neinvazivní a je dobré tuto dezinfekci provádět pravidelně, nejlépe jednou za rok či dva, dle kvality vody a potrubí.

Samotná dezinfekce se provádí na potrubí, které se musí nejprve propláchnout, napustit a následně odzkoušet. Poté je připojeno proporcionální čerpadlo, to se připojuje hned za vodoměr, pokud není dezinfikována pouze část rozvodu. Na potrubí je namontován ventil, který umožňuje připojení dávkovacího čerpadla. Po připojení se nadávkuje dezinfekční činidlo a nastává samotná dezinfekce tzv. doba zdržení. Doba zdržení je závislá na dávce a typu přípravku (možné přípravky popsány v následující kapitole). Po ukončení doby zdržení, (většinou se nechává přípravek působit přes noc) se do potrubí nadávkuje neutralizační činidlo. Po neutralizaci se potrubí propláchne vodou. Voda, která zůstala po dezinfekci, se normálně vypustí do kanalizace, je zdravotně nezávadná a nehrozí tedy žádné nebezpečí kontaminace. Proplach provedeme postupným otevřením všech ventilů v domě, ve směru proudění vody, aby nikde nezůstaly zbytky dezinfekce nebo neutralizačního činidla. Vodu je možné používat hned po skončení dezinfekce. Po ukončení dezinfekce je vypsán příslušný protokol. Během dezinfekce není možné vodu využívat k žádným účelům.

4.3 Přípravky

4.3.1 AQUASTERIL

Při chemické úpravě vody je jako dezinfekčního prostředku využíváno hlavně jodu a chloru. Dezinfekce těmito prostředky je závislá na dávce aktivní složky. Chlor i jod jsou halogeny a po použití jsou ve vodě patrné vjemové vlivy, charakteristický zápach a chuť. Proto je nutné využívat deaktivující činidlo.

Při aplikaci systému Aquasteril je využíváno vysoké dávky aktivního chloru. Ten zlikviduje veškeré bakteriální i biologické oživení ve vodě během doby své expozice. Po ukončení expozice je zbylý chlor převeden na neškodné chloridy za pomoci preparátu na bázi vitamínu. Tyto chloridy jsou součástí běžné lidské potravy a jsou nezávadné pro běžný život. Voda po čištění nezmění své vlastnosti oproti vodě před čištěním, její organoleptické vlastnosti jsou stejné. To znamená, že voda nemá žádnou chuť ani zápach, která by byla způsobena použitými chloridy.

Soupravy Aquasteril jsou dostupné v různých variantách podle objemu nádoby či znečištění. Jelikož souprava obsahuje návod k použití je možné přípravek použít doma samostatně bez odborníka. *Systém úpravy vody Aquasteril je schválený rozhodnutím Hlavního hygienika České republiky HEM-3244-24.5.01/14301.*

Tento dezinfekční systém byl podroben celé řadě laboratorních i terénních výzkumů a zkoušek. Účinnost tohoto prostředku potvrdila celá řada institucí například IHE (*Integrating the Healthcare Enterprise*) či Státní laboratoře v Dar es Salaamu (*Tanzanie*) a mnoho dalších.

Výrobce soupravy AQUASTERIL je AQUA PLUS s.r.o.

4.3.2 Sanosil Super 25 Ag

Sanosil je dezinfekční prostředek pro použití ve vodě. I při použití nízké koncentrace dosahuje Sanosil velmi dobrých výsledků. Pokud je přípravek dávkován správně, což se nejlépe provádí jednoduchým napojením dávkovacího systému za vodoměr, pak zcela bezpečným a ideálním přípravkem pro dezinfekci vody jak teplé tak i studené.

Sanosil Super 25 Ag je vícesložkový dezinfekční prostředek. Oxidačním činidlem je peroxid vodíku, ten se naváže na stabilizační činidla a vznikne komplexní roztok. Stříbro je do přípravku přidáno jako katalyzátor, aby bylo dosaženo dlouhodobého účinku. Stříbro díky své schopnosti navázat jednovalentní iont stříbra na protein bakterie tuto bakterii deaktivuje nebo z ní vytvoří sraženinu. Díky použití peroxidu vodíku a stříbra je nástup bakteriálního efektu mnohem rychlejší a účinnější než kdybychom tyto látky použili samostatně.

Přípravek je využíván v několika oborech: pitná voda, zařízení pitné vody, tanky s pitnou vodou, rezervoáry, Legionela a její likvidace, vodovodní potrubí, chladicí systémy, věže, automatické závlahové systémy. Z tohoto výčtu je vidět široké použití přípravku Sanosil.

Přípravek Sanosil se využívá při likvidaci bakterií, hub, plísní, améb, řas a dalších. Přípravek Sanosil je dvoufázový, využívá kombinace oxidace a oligodynamiky, tento proces je velmi účinný při ničení bakterií, které vytvářejí biofilmy jako svou ochranu, kyslík se oddělí od peroxidu vodíku a zničí biofilm, pak má stříbro volnou cestu ke zničení baterií a virů. Biofilm je tedy zničen chemicky i fyzicky. Zatím není známá jeho mikrobiální rezistence (*U většiny prostředků se setkáme s jednostranným zaměřením, díky kterému spolehlivě likvidují jeden druh určitého mikrobu. U monovalentních biocidů však dochází k obraně a to vytvořením rezistentní bakterie, na kterou přípravek neúčinkuje, proto se přípravky musí střídat. U Sanosilu se zatím tato rezistence nezjistila a je tedy možné ho používat dlouhodobě*). Další výhodou je takzvaný Depot effect, zabraňuje rekontaminaci bakteriemi je tedy vhodný k využití pro pitné vody a studny. Přípravek je nehořlavý, nevybuchuje ani nevytváří výbušné páry, přípravek zůstává stabilním i za vysokých teplot, je proto bezpečné ho skladovat i běžně využívat bez speciálních bezpečnostních opatření. Dále je ekologický, protože hlavní složka peroxid vodíku neznečišťuje odpadní vody a rozloží se na vodu a kyslík, nevytváří závadné vedlejší produkty, a nemá pach ani barvu.

Pro pitnou vodu je standartní hodnota 40ml/m^3 při kontaktním čase jedné hodiny. Většinou se stanovuje koncentrace použitého přípravku přímo na konkrétní místo použití. Pro vodu používanou pouze pro oplach a výrobní procesy je standartní doporučení hodnota $25\text{-}100\text{ml/m}^3$ po dobu patnácti minut až čtyři hodiny, vše záleží na znečištění, patogenech a objemu.

Prodejcem přípravku Sanosil Super 25 Ag je Sanosil CZ s.r.o.



Obrázek 5 Čerpadlo s přípravkem Sanosil Super 25 Ag

4.4 Protokol o provedení dezinfekce

1) Zpráva o dezinfekci vodojemu a vodovodního potrubí

Po ukončení procesu dezinfekce jak jsem popsala v kapitole 4.1. Dezinfekce vodovodů, musí být vždy sepsán protokol. Zákazník, u kterého byla dezinfekce provedena je vždy seznámen s celým postupem a také s použitými prostředky. Protokol je vždy podepsán zhotovitelem i objednatelem, aby objednatel potvrdil seznámení s procesem a také s výsledkem dezinfekce.

Příklad protokolu:

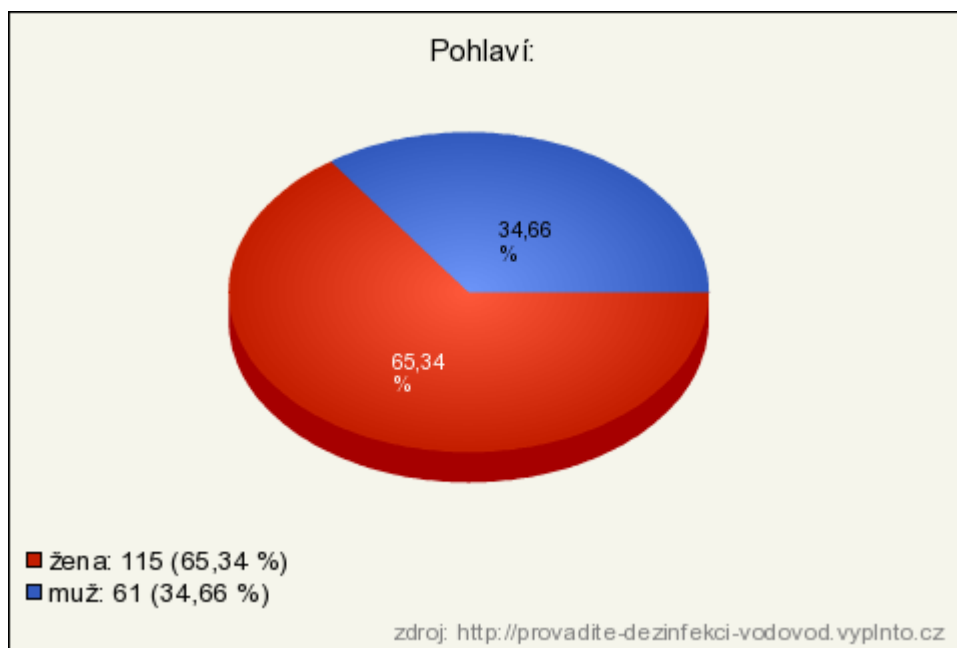
Dne X. X. 20XX, byla provedena kompletní dezinfekce vodojemu a vodovodního potrubí pro zásobování pitnou vodou (objednatel). Dle posouzení byl k dezinfekci vodojemu použit přípravek SANOSIL SUPER 25 Ag, tj. přípravek na bázi peroxidu vodíku s ionty stříbra, který splňuje veškeré požadavky pro styk s pitnou vodou dle vyhlášky č.409/2005 Sb. O hygienických požadavcích na výrobky do přímého styku s pitnou vodou. Práce byly provedeny odborně v celém požadovaném rozsahu, následně bude proveden kontrolní rozbor pitné vody na případný výskyt škodlivých látek.

Pokud je konečný rozbor negativní na přítomnost škodlivých látek a zákazník nemá žádné další požadavky, pak je dezinfekce ukončena.

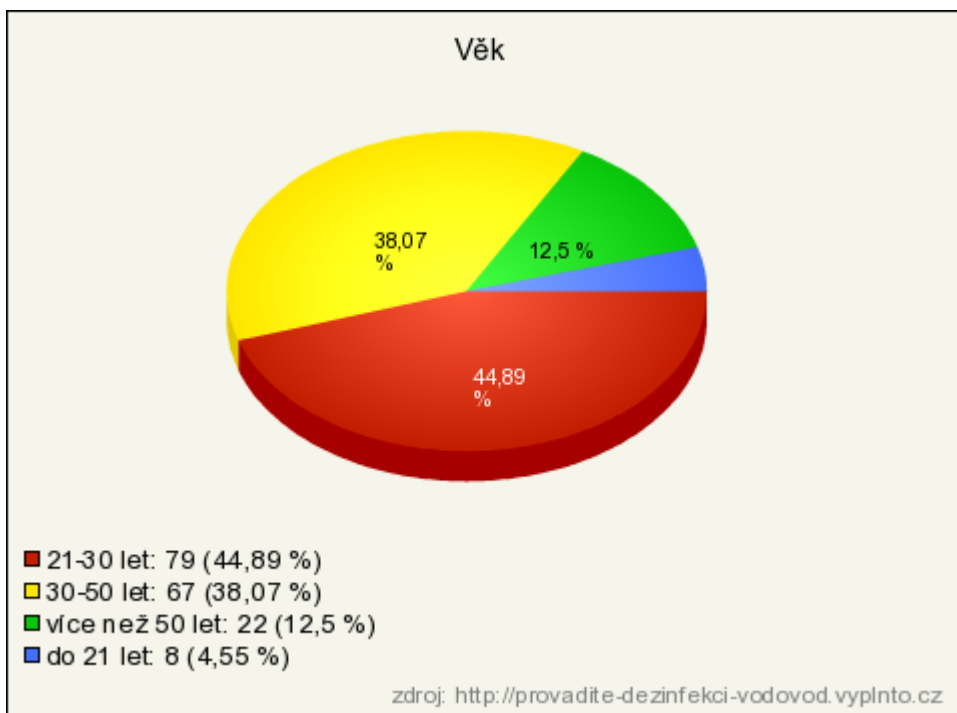
4.5 Dotazník

Dotazník na téma „Provádíte dezinfekci vodovodů?“

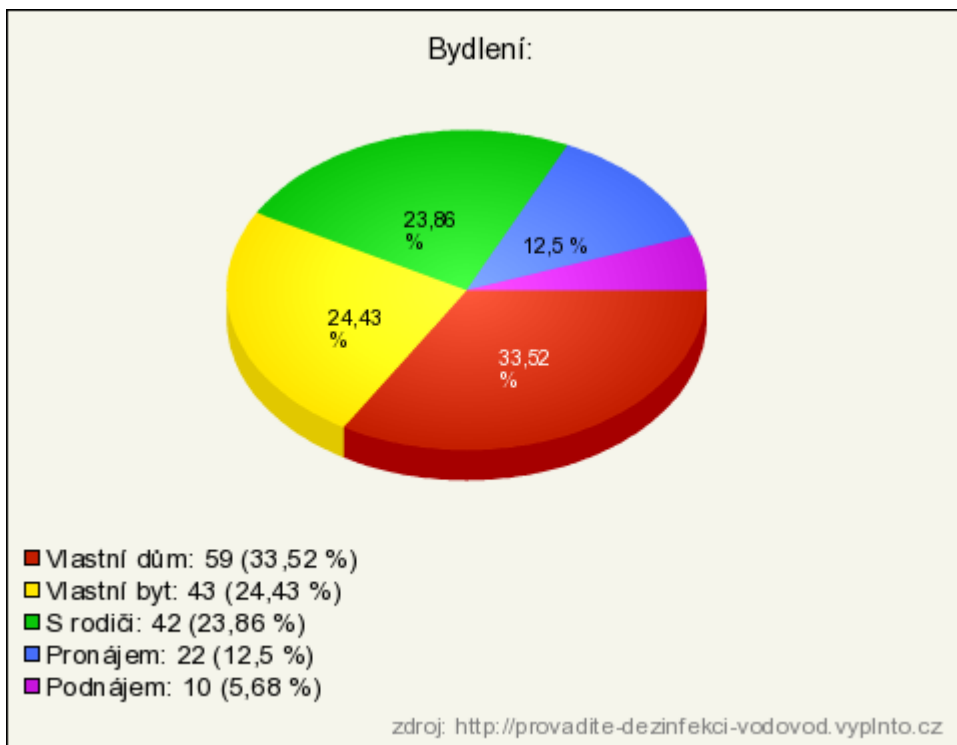
Dotazník byl vytvořen na serveru vyplnto.cz, kde na něj odpovědělo 176 respondentů. V dotazníku jsem použila velice jednoduché otázky, chtěla jsem zjistit, jestli lidé dezinfikují svá potrubí a také zda-li něco tuší o tomto tématu. Výsledky dotazníku jsem přiložila formou grafů, tato metoda je asi nejpřehlednější.



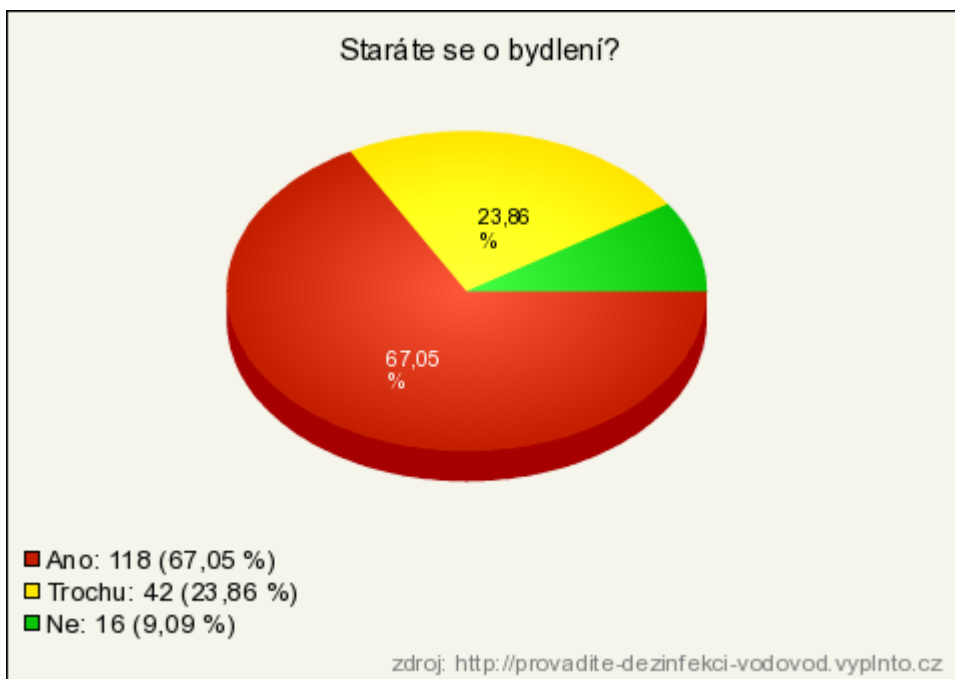
Obrázek 6 Otázka 1: Pohlaví



Obrázek 7 Otázka 2: Věk



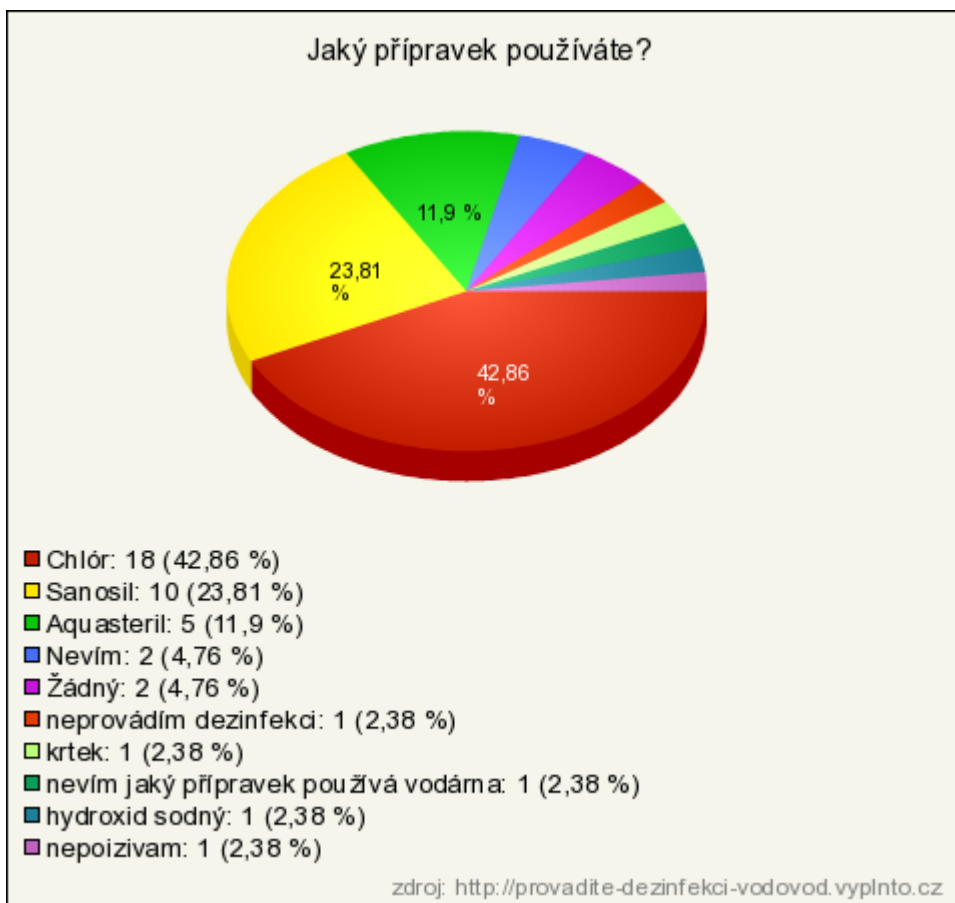
Obrázek 8 Otázka 3: Bydlení



Obrázek 9 Otázka 4: Staráte se o bydlení?



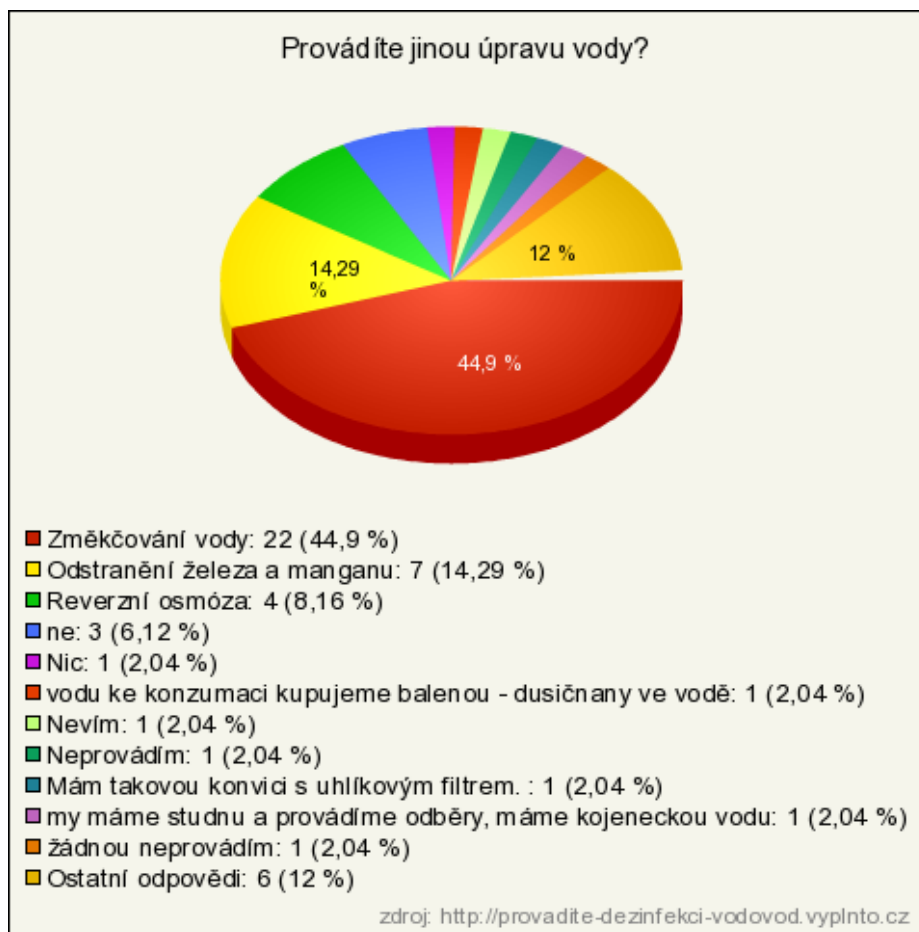
Obrázek 10 Otázka 5: Provádíte dezinfekci vodovodů?



Obrázek 11 Otázka 6: Jaký přípravek používáte?



Obrázek 12 Otázka 7: Jak často dezinfekci provádíte?



Obrázek 13 Otázka 8: Provádíte jinou úpravu vody?

5 Diskuze

Kvalita pitné vody je velmi důležitá, musíme tedy vodu vhodně upravovat, protože ne všechna voda má dostačující kvalitu. Vodu je potřeba čistit jak mechanicky, fyzikálně tak chemicky. Úpravě vody jsem se věnovala v první části práce. Nejvíce jsem se věnovala odstraňování železa a manganu. Je hodně známých metod odstraňování železa a manganu, z nichž si můžeme při úpravě vybrat. Nejjednodušší metodou je odstraňování vzdušným kyslíkem, tato metoda je také nejčastěji využívaná. Při provzdušňování je možné využít jednoduchých zařízení, například vodní skok. Tato metoda může být tedy i levná. Železo a mangan ve vodách nejsou sice zdraví škodlivé, ale mohou nám působit jiné škody, například v domácnosti.

V druhé části jsem se věnovala dezinfekci vodovodů a dezinfekci vody. Při dezinfekci vody můžeme také využít mnoha způsobů. Nejjednodušším způsobem dezinfekce je pouhé převaření vody, to ovšem nemusí stačit. Převařením nejsou zlikvidovány všechny druhy nečistot. Nejvyužívanější metodou u nás je chlorace. Chlorace nám umožňuje vodu spolehlivě hygienicky zabezpečit, ale mohou vznikat škodlivé sloučeniny. Velmi účinnou metodou je dezinfekce ozonem, ta je ovšem nákladnější než dezinfekce chlorem.

Při dezinfekci vodovodů můžeme také využít chloru nebo dokonce sava. Ovšem dnes jsou k dispozici přípravky, které dokážou chlor spolehlivě překonat. Například Sanosil, který vodu spolehlivě dezinfikuje už při menších koncentracích a na rozdíl od chloru nehrozí tvorba nežádoucích sloučenin. Sanosil je naprosto ekologický, protože jeho hlavní složkou je peroxid vodíku, který se rozloží na kyslík a vodu. Podle mě je to ideální prostředek pro dezinfekci vodovodů. Čistota vodovodů by měla být kontrolována především v rodinných domech, na chatách a chalupách, pak také v průmyslové výrobě (tam se potrubí kontroluje pravidelně).

Abych zjistila, jak jsou na tom lidé s upravováním vody, zřídila jsem na internetu jednoduchý dotazník, jehož výsledky bych chtěla uvést právě v diskuzi. Dotazník byl vytvořen velice jednoduše, aby bylo vidět, kolik lidí doma provádí dezinfekci vodovodů či úpravu vody. Dotazník vyplnilo 176 respondentů, z nichž bylo 115 žen a 61 mužů. 44,89 % odpovídajících bylo ve věkové kategorii 21-30 let, v další věkové kategorii 30-50 let odpovědělo 38,07%. 33,52 % bydlí ve vlastním domě, 24,43 % ve vlastním bytě. 67,07% se stará o bydlení, 23,86% se trochu stará o bydlení. Z celkového počtu odpovídajících doma samostatně provádí dezinfekci

pouze 9,66%, firmu si objednává 6,25%, dále 26,14% neví, jestli se dezinfekce a celých 48,86% dezinfekci vůbec neprovádí. U nepovinné otázky jaký dezinfekční přípravek používáte, odpovědělo 18 dotázaných chlor, 10 sanosil, 5 aquasteril, jeden hydroxid sodný. Na otázku jak často dezinfekci provádíte, odpovědělo 73,3% nikdy jsem neprováděl. Na nepovinnou otázku Provádíte jinou úpravu vody, odpovědělo 22 respondentů změkčování vody, 7 provádí odstranění železa manganu, 4 reverzní osmózu. Kompletní odpovědi jsou uvedeny v grafech v kapitole 5 Dotazník.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce „Dezinfekce vodovodů a úprava vody“ bylo poukázat na důležitost čistoty pitné vody. V první části jsem popsala základní vlastnosti pitné vody. Dále jsem pak popsala několik vybraných způsobů úpravy pitné vody. Pak jsem popsala tři úpravny vody, které se v praxi používají. U těchto úpraven byl popsán postup, jakými procesy upravovaná voda prochází. Tyto informace jsem získala od firmy, která se těmito úpravami zabývá.

Ve druhé části mé práce jsem se věnovala dezinfekci vodovodů. Nejprve jsem uvedla několik způsobů jak dezinfikovat samotnou vodu. Pak jsem popsala postup dezinfekce vodovodů, který jsem získala na základě praktických znalostí od pana Vladislava Totůška, který se věnuje dezinfekci vodovodů i úpravě vody.

Z dotazníku je patrné, že dezinfekci a úpravu provádí jen malé procento dotázaných. V mé práci jsem chtěla hlavně poukázat na důležitost kvality pitné vody. Především pokud je využívána vody studniční nebo pokud je v domě problém s potrubím. Nesmíme zapomenout provést dezinfekci při uvedení potrubí do provozu.

7 Zdroje

- 1) Bindzar J & kolektiv, 2009, Základy úpravy a čištění vod, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 251 stran
- 2) EPA GOV, 1999, Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual, počet stran 346
- 3) Fuksa J. K., 1995, Doporučené techniky odběru vzorků a jejich transportu do laboratoří, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze, 56 stran
- 4) Grünwald A., Macek L., Šrytr P., 1998, Vodárenství, Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, 192 stran
- 5) Jelínek L. & kolektiv, 2008, Desalinační a separační metody v úpravě vody, Vydavatelství VŠCHT Praha, 171 stran
- 6) Malý J. & Malá J., 2000, Chemie s technologií vody, NOEL, 200 stran
- 7) Michek V. & Daříčková A., 2007, Upravujeme vodu doma i na chatě, Grada Publishing a.s., 104 stran
- 8) PCI - Memtech is part of PCI membranes
- 9) Pitter P., 2009, Hydrochemie, 4. aktualizované vydání, Vydavatelství VŠCHT Praha, 592 stran
- 10) Slavíčková K. & Slavíček M., 2013 Vodní Hospodářství obcí I, Úprava s čištění vody, České vysoké učení technické v Praze, 200 stran
- 11) Strnadová N. & Janda V., 1999, Technologie vody I, Vydavatelství VŠCHT, 226 stran
- 12) Stuchlík H., 1958, Desinfekce vody, Státní nakladatelství technické literatury, 240 stran
- 13) Zábranská J. & kolektiv, 1997, Laboratorní metody v technologii vody, Vydavatelství VŠCHT, 168 stran
- 14) Zelinka Z. & Formánek Z., 2005, Úpravy vody, ERA group spol.s r.o., 68 stran
- 15) Žáček L., 1981, Chemické a technologické procesy úpravy vody, Nakladatelství technické literatury Praha, 272 stran

- 16) Norma ČSN 73 6660 "Montáž vnitřních vodovodů"
- 17) Norma ČSN 75 5409 "Vnitřní vodovody"
- 18) Norma ČSN EN 806-4 "Montáž vnitřních vodovodů"

- 19) Vyhláška 252/2004 Sbírky, o stanovení hygienických požadavků na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- 20) Zákon č. 254/2001 Sbírky, Vodní zákon

- 21) Vladislav Totůšek, konzultant, fyzická osoba provádějící dezinfekce vodovodů a úpravu vody

- 22) AQUA PLUS s.r.o., www.aquapluscz.eu, (online) [citace 6. 3. 2015]
- 23) Aquacon, www.aquacon.cz, (online) [citace 20. 3. 2015]
- 24) Aquawell s.r.o., www.cistickyvody.cz, (online) [citace 25. 3. 2015]
- 25) Biela Renata, 2012, www.tzb-info.cz, (online) [citace 10. 3. 2015]
- 26) ESP Water Products, <http://espwaterproducts.com/>, (online) [citace 25. 3. 2015]
- 27) EuroClean s. r. o., eurocelan.cz, (online) [citace 1. 4. 2015]
- 28) Kowa spol. s r.o., www.kowa.cz, (online) [citace 20. 3. 2015]
- 29) Kožíšek F., 2014, Péče o síť, <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/pece-o-sit> [citace, 27. 3. 2015]
- 30) Sanosil CZ s.r.o., www.sanosil.cz, (online) [citace 6. 3. 2015]
- 31) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, eur/lex.europa.eu, (online) [citace 27. 3. 2015]
- 32) Vladislav Totůšek, www.dezinfekcevodovodu.cz, (online) [citace 6. 3. 2015]

8 Seznam příloh

Přílohy obrázkové

1. Ukázka osmózy a reverzní osmózy
2. Schéma úpravny vody I
3. Schéma úpravny vody II
4. Schéma úpravny vody III
5. Čerpadlo s přípravkem Sanosil Super 25 Ag
6. Otázka 1: Pohlaví
7. Otázka 2: Věk
8. Otázka 3: Bydlení
9. Otázka 4: Staráte se o bydlení?
10. Otázka 5: Provádíte dezinfekci vodovodů?
11. Otázka 6: Jaký přípravek používáte?
12. Otázka 7: Jak často dezinfekci provádíte?
13. Otázka 8: Provádíte jinou úpravu vody?

Přílohy tabulkové

1. Tabulka pachů pitné vody (Pitter, 2009)
2. Tabulka chuti vody (Pitter 2009)
3. Zařazení do kategorií upravitelnosti povrchové vody na pitnou dle mezních hodnot Fe a Mn
4. Zařazení do kategorií upravitelnosti podzemní vody na pitnou dle mezních hodnot Fe a Mn
5. Přehled používaných dezinfekčních postupů u malých domovních úprav vody (Zelinka, 2005)