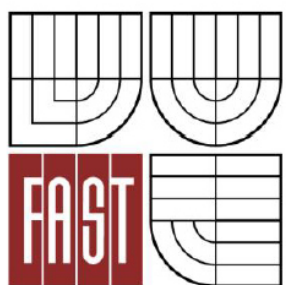




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

ÚPRAVNY VODY V ČESKÉ REPUBLICE

THE WATER TREATMENT PLANTS IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ PAVLŮ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ KUČERA, Ph.D.

BRNO 2014

ZADÁNÍ VŠKP

Originál zadání je součástí diplomové práce – vloženo do vazby.

ABSTRAKT

Hlavním cílem práce je vytvoření přehledného katalogu vybraných úpraven vody v České republice, který by podával základní informace o jednotlivých objektech. První část práce je věnována obecným informacím o úpravách vody na území České republiky. Ve druhé části je vysvětleno kategorické rozdělení úpraven vody za použití několika kritérií. Ve třetí části jsou uvedeny technologie úpravy vod, které jsou na našem území nejčastěji využívány. Část čtvrtá je zaměřena na postup při sběru dat a jejich následném vyhodnocení. Pátá část práce popisuje osobně navštívené úpravny vody a v poslední části je katalog se základními informacemi o vybraných objektech úpraven vody.

ABSTRACT

The thesis is aimed on establishing of well arranged catalogue of selected water treatment plants in the Czech Republic, with special regard to basic information about particular plants. The first part is focused on general information about Czech water treatment plants, followed by water treatment categorization using several criteria, and the most commonly used water treatment technologies in the Czech Republic. The fourth part of the thesis is concentrated on data acquisition and its evaluation. Last but one part is represented by description of the individually visited water treatment plant. Finally, the thesis is completed with a catalogue of basic information about selected water treatment plants.

KLÍČOVÁ SLOVA

úpravna vody, úprava vody, zdroje vody, pitná voda, zásobování pitnou vodou, vodní hospodářství

KEY WORDS

water treatment plant, water treatment, water resources, drinking water, drinking water supply, water industry

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

PAVLŮ, Tomáš. *Úpravny vody v České republice*. Brno, 2014. 92 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Tomášovi Kučerovi, Ph.D. za časté konzultace a připomínky, které mi byly při psaní bakalářské práce přínosem.

Dále bych rád poděkoval všem zaměstnancům vodárenských provozů a společností, kteří mi byli ochotni poskytnout požadované informace, bez kterých by tato práce nebyla uskutečnitelná.

A v neposlední řadě bych rád poděkoval všem, kteří mi po celou dobu studia věřili a podporovali mě.

OBSAH

1	ÚVOD	4
2	TYPY ÚPRAVEN VODY	6
2.1	Podle kapacity	6
2.1.1	Dle ČSN.....	6
2.1.2	Dle sborníku SOVAK.....	6
2.2	Dle typu	7
2.2.1	Úpravna vody bez separačního stupně.....	7
2.2.2	Úpravna vody s jednostupňovou separací.....	7
2.2.3	Úpravna vody s dvoustupňovou separací.....	8
2.2.4	Úpravna vody s vícestupňovou separací.....	9
3	ÚPRAVA VODY	11
3.1	Předúprava	11
3.1.1	Mechanické předčištění.....	11
3.1.2	Aerace, odkyselování vody, oxidace.....	11
3.2	Koagulace, flokulace	12
3.2.1	Princip koagulace.....	13
3.2.2	Koagulanty.....	14
3.3	Sedimentace v procesu úpravy	15
3.3.1	Proces sedimentace.....	16
3.4	Flotace	17
3.5	Filtrace	18
3.5.1	Náplavná filtrace.....	19
3.5.2	Pomalá, biologická filtrace.....	20
3.5.3	Rychlá filtrace.....	22
3.5.4	Filtrační náplň.....	23
3.5.5	Dělení rychlofiltrů.....	23
3.5.6	Regenerace filtru.....	24
3.5.7	Zafiltrování.....	26
3.6	Odželezování a odmanganování	26
3.7	Doúprava vody	27
3.8	Desinfekce	28
4	PRÁCE NA KATALOGU ÚPRAVEN VODY	30
4.1	Tvorba dotazníku	30
4.2	Katalogové informace	30
4.3	Získání kontaktů, odeslání dotazníků	31

5	EXKURZE	32
6	KATALOG	36
6.1	ÚPRAVNA VODY ŠVAŘEC	36
6.2	ÚPRAVNA VODY MOSTIŠTĚ.....	38
6.3	ÚPRAVNA VODY VÍR	40
6.4	ÚPRAVNA VODY PLZEŇ	42
6.5	ÚPRAVNA VODY KROMĚŘÍŽ.....	44
6.6	ÚPRAVNA VODY HRADEC KRÁLOVÉ	46
6.7	ÚPRAVNA VODY KÁRANÝ	48
6.8	ÚPRAVNA VODY ŽELIVKA	50
6.9	ÚPRAVNA VODY KAROLINKA	52
6.10	ÚPRAVNA VODY BEDŘICHOV	54
6.11	ÚPRAVNA VODY HRADIŠTĚ.....	56
6.12	ÚPRAVNA VODY HŘENSKO.....	58
6.13	ÚPRAVNA VODY CHŘIBSKÁ	60
6.14	ÚPRAVNA VODY JIRKOV	61
6.15	ÚPRAVNA VODY LITVÍNOV - ŠUMNÁ.....	63
6.16	ÚPRAVNA VODY MALEŠOV	64
6.17	ÚPRAVNA VODY MEZIBOŘÍ.....	66
6.18	ÚPRAVNA VODY SOUŠ	68
6.19	ÚPRAVNA VODY TŘETÍ MLÝN	70
6.20	ÚPRAVNA VODY VELEBUDICE	71
6.21	ÚPRAVNA VODY VELKÉ ŽERNOSEKY.....	72
6.22	ÚPRAVNA VODY ZAHRÁDKY	73
7	ZÁVĚR	74
8	POUŽITÁ LITERATURA	75
	SEZNAM TABULEK	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77

SEZNAM PŘÍLOH.....	79
SUMMARY.....	80

1 ÚVOD

Úpravný vody jsou stavby sloužící pro zpracování surové vody a to tak, aby výchozím produktem byla voda pitná. Upravená voda musí splňovat všechny stanovené požadavky a hygienické limity. Stavby pro úpravu vody je možno rozdělit do několika skupin dle technických parametrů. Cílem bakalářské práce je zmapovat situaci úpraven vody o kapacitě nad $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v České republice a následně sestavit přehledný katalog, který by jejich technické informace a parametry shrnul.

V České republice se nachází celkem přes 3000 objektů úpraven vody. Vyhláškou č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích je úpravna vody definována jako „soubor zařízení a objektů s technologií pro úpravu vody (úpravna vody); za stavbu pro úpravu vody se pro účely vybraných údajů majetkové nebo provozní evidence považuje i stavba k jímání vody, s případným zařízením na zdravotní zabezpečení vody bez technologie úpravy vody“. [9]

Historie úpraven vody v České republice sahá přibližně do konce 19. století, kdy byla postavena jedna z nejstarších úpraven vody u nás, konkrétně v lokalitě Brno – Pisárky a to již v roce 1872. Tato úpravna byla řešena dle výhodného řešení projektu od londýnského stavitele Thomase Docwryho. Surová voda z řeky Svratky byla odebírána nad jezem v Kamenném mlýně a byla čištěna na třech otevřených biologických filtrech o celkové ploše $2\,940 \text{ m}^2$ a následně čerpána do vodojemů na Žlutém kopci a na Špilberku. [3]

Naopak nejnovější nebo spíše nejmodernější úpravnu vody, kterou lze na našem území nalézt, je nově zrekonstruovaná úpravny vody v Kroměříži. Poslední rekonstrukce proběhla v letech 2012 – 2013. Vzhledem k tomu, že se jednalo o generální rekonstrukci, byla značně zvýšena její kapacita, bylo nahrazeno staré provozní zařízení a byly kompletně odstraněny některé technologické postupy. Úpravna vody v Kroměříži zásobuje cca 100 000 obyvatel odebíranou surovou vodou celkem z 8 zdrojů, které jsou na úpravně vody míchány, aby došlo k ideální směsi vody pro následnou úpravu. [4]

Z pohledu kapacity je největší úpravnu vody v České republice úpravna vody Želivka. Z této úpravný je zásobováno až 72% obyvatel Prahy. Úpravna byla uvedena do provozu v roce 1972. Jako zdroj surové vody je využívána vodní nádrž Švihov, ze které je odběr zajišťován etážově ze dvou odběrných věží. Po úpravě je voda odvedena štolovým přivaděčem do vodojemu Jesenice o celkovém objemu $200\,000 \text{ m}^3$. [5]

Vzhledem k tomu, že úpravný vody jako stavební objekt spadají pod vodohospodářská zařízení, jsou na stavbu kladeny zvýšené nároky ve výstavbě a na jejich vnitřní vybavení. V následujícím textu jsou uvedeny některé normy, dle kterých se úpravný vody navrhují a dále základní požadavky a normované zásady, které se musí při jejich výstavbě dodržet. Stavební výkresy úpraven vody spadají do třídy 01 Obecná třída a to konkrétně do 01 31 Technické výkresy a 01 34 Výkresy ve stavebnictví. Návrh armatur a potrubí se provádí dle třídy 13, v níž se nachází 13 00 Potrubí všeobecně, 13 05 Uložení potrubí a 13 20 Litinové, tlakové trouby a tvarovky včetně smaltovaných. Ohledně ochrany potrubí a tvarovek je zde třída 03 Strojní součásti – koroze a ochrana materiálu, kde pod číslem 03 83 se nachází Oblasti koroze. Pokud je potrubí tvořeno z plastu, uplatní se třída 64 Plasty, zahrnující 64 64 Plastové potrubní systémy. Nejvýznamnější třídy norem ve vodohospodářské problematice úpraven vody jsou především třída 75 Vodní hospodářství, kde je významná třída 75 51 Vodárenství - Odběr a jímání vody, 75 52 Vodárenství – Úprava vody, 75 53 Vodárenství – Úprava čerpání vody, 75 57 Výrobky pro úpravu vody a

75 58 Chemické výrobky pro úpravu vody. Dle výše zmíněných tříd norem by měla být zaručena kvalita spolehlivost jednotlivých objektů úpraven vody. [6]

Dle legislativních požadavků vyhlášky č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích jsou všechny objekty úpravný vody na území České republiky statisticky sčítány. Dle společného ustanovení mají vlastníci objektů povinnost zveřejňovat majetkovou a provozní evidenci. Při bližším pohledu na majetkovou evidenci, která je obsažena v příloze 1, je možno zjistit základní údaje o stavbě např. lokalizaci objektu, území pro které je stavba určena a počet zásobovaných obyvatel. V evidenci jsou dále obsaženy informace o zdroji vody, kvalitě surové vody, druh odběru a identifikační číslo odběru. Z technických údajů je uváděn typ technologie úpravy, chemické prostředky pro úpravu vody, kapacitní údaje či odpadové hospodářství. V provozní evidenci, která je uvedena v příloze 2, je možno zjistit údaje o jakosti vyrobené vody, ekonomické údaje, bilanční údaje či údaje o provozovateli a vlastníkovi.

Téma úpravný vody v České republice bylo zvoleno především ze zájmu o obor vodárenství a také proto, že úpravný vody jsou jedny z nejdůležitějších objektů, kterými voda prochází, než najde své uplatnění u konečného spotřebitele. Dalším důvodem byla skutečnost, že žádný sborník, ročenka ani katalog věnující se primárně úpravnám vody nad $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v České republice zatím neexistuje.

V následujících kapitolách je popsána řešená problematika. V kapitole 2 jsou uvedeny druhy úpraven vody dle dělení podle kapacity včetně počtu jednotlivých staveb, které se na našem území nacházejí, kapitola 3 popisuje základní problematiku na úpravnách vody z hlediska procesů, kterými prochází voda surová při přeměně na vodu pitnou. Kapitola 4 se věnuje shrnutí práce na katalogu od počátku shánění informací až po jejich konečné katalogové zpracování. Kapitola 5 je vyhrazena exkurzím a osobním návštěvám na úpravnách vody v Kroměříži a v Bedřichově a poslední kapitola 6 se již zabývá přímo katalogem a základními informacemi o vybraných úpravnách vody v České republice.

2 TYPY ÚPRAVEN VODY

Kvalita surové vody a účel, pro který je voda upravována přímo ovlivňují složitost úpravy vody a volbu metod, či způsobu úpravy. V zásadě existují čtyři typy úpraven vody dle kritéria rozsahu úpravy a několik typů dle kapacity.

2.1 PODLE KAPACITY

Rozdělení úpraven pitné vody dle kapacity je možno nalézt v ČSN 75 5201 – Navrhování úpraven pitné vody a ve sborníku Sdružení oboru vodovodů a kanalizací (SOVAK).

2.1.1 Dle ČSN

Norma ČSN 75 7201 dělí úpravy vody pro pitné účely na tyto základní druhy:

- Nejmenší ÚV s kapacitou do 5 l.s^{-1} (do $432 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$)
- Malé ÚV s kapacitou od 5 l.s^{-1} do 40 l.s^{-1} (do $3\,456 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$)
- Střední ÚV s kapacitou od 40 l.s^{-1} do 300 l.s^{-1} (do $25\,920 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$)
- Velké ÚV s kapacitou nad 300 l.s^{-1} (nad $25\,920 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$)

[2]

2.1.2 Dle sborníku SOVAK

Dle sborníku, který vydává SOVAK, je uvedeno odlišné kategorické zařazení úpraven vody dle kapacity, než které nalezneme v normě ČSN 75 7201. V následující tabulce je uveden přehled o počtu jednotlivých objektů spadající do příslušné kategorie. Nutno podotknout, že data jsou z roku 2008 a proto nejsou zcela aktuální. Současná data se i přes veškerou snahu sehnat nepodařilo. [7]

Tab. 2.1 Rozdělení úpraven vody dle ročenky SOVAK [7]

Kategorie	Bez úpravy	S úpravou (úpravny vod)	Celkem
do $0,2 \text{ l.s}^{-1}$	753	245	998
$0,2 - 1 \text{ l.s}^{-1}$	730	426	1 156
$1 - 5 \text{ l.s}^{-1}$	444	248	692
$5 - 10 \text{ l.s}^{-1}$	103	67	170
$10 - 50 \text{ l.s}^{-1}$	67	91	158
$50 - 100 \text{ l.s}^{-1}$	8	27	35
nad 100 l.s^{-1}	6	28	34
Celkem	2 111	1 132	3 243

2.2 DLE TYPU

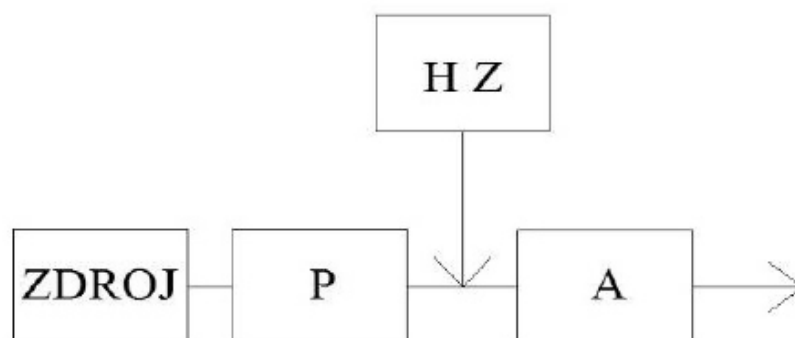
2.2.1 Úpravna vody bez separačního stupně

Voda ze zdrojů minimálně přírodně negativně ovlivněných, či minimálně znečištěných se upravuje jednoduchou úpravou bez potřeby separace produktů znečištění. Mezi takové úpravy patří mechanické provzdušnění (aerace) vody. Tato úprava se provádí převážně u vody podzemní s minimálním obsahem organických látek a s minimálním obsahem dvojmocného železa a manganu. Taková voda pak musí mít rovněž vhodné množství aniontů odpovídajících požadavkům na upravenou vodu.

Voda se upravuje aerací proto, aby se z ní odstranily nežádoucí plyny a pachy. Jedná se o odstranění volného oxidu uhličitého, sirovodíku, či bahenního plynu, metanu apod. Provzdušnění vody může být navrhováno i pro opačný efekt, kterým není odstranění přebytečného plynu a pachy, ale naopak oxidace vody, která je značně chudá na kyslík (bezokyslíkaté vody), což má negativní vliv zejména na organoleptické vlastnosti vody (chuť, pach) a na materiál rozvodného potrubí, či spotřebičů.

S ohledem na převládající důvod takto koncipovaných úprav vody, kterým je odstranění oxidu uhličitého, se často tyto v praxi nazývají odkyselovací úpravny (odkyselovací stanice). [1]

Schéma odkyselovací stanice je na obrázku 2.1.



P – provzdušnění vody, A – akumulace vody, HZ – hygienické zabezpečení

Obr. 2.1 Schéma úpravny vody bez separačního stupně [1]

2.2.2 Úpravna vody s jednostupňovou separací

Úpravny vody s jedním stupněm separace provádí separaci na jednom separačním zařízení vloženém do technologické linky úpravny vody.

V případě pitné vody je tímto stupněm vždy filtrace. Jedná se buď o:

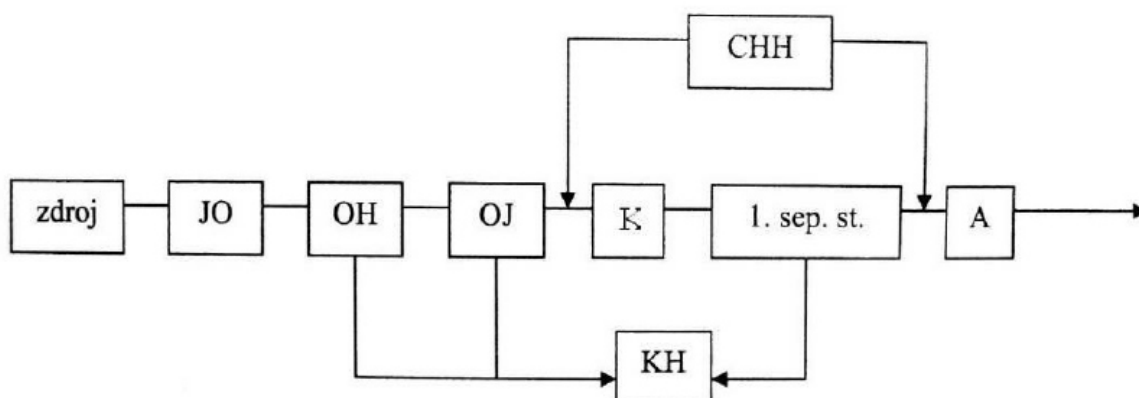
- pomalou biologickou filtraci
- mechanickou prostou filtraci s filtrovanou vodou bez aplikace koagulantu
- koagulační filtraci s aplikací koagulantu (chemický prostředek pro vznik koagulace).

U jednostupňové úpravy je třeba většinou provést určitý druh předúpravy a doupravy vody. Jiná jednostupňová úprava bude pravděpodobně u úpravy podzemní vody, jiná pak u vody povrchové.

U podzemní vody je většinou jako součást předúpravy instalována mechanická aerace vody pro oxidaci dvojmocného železa a manganu do separovatelné podoby. Součástí předúpravy podzemní vody může být i dávkování chemikálií pro oxidaci dvojmocného železa a manganu s následnou flokulací. Jako předúprava může být aplikována rovněž dávka alkalizačního činidla za účelem zvýšení pH upravované vody pro lepší separaci manganu v 1. separačním stupni. Jako douprava podzemní vody může být použito zušlechtní vody a v každém případě desinfekce vody před její akumulací a distribucí do spotřebišť.

U povrchové vody bude součástí předúpravy koagulace a flokulace. Následně bude probíhat koagulační filtrace ve stupni separace. Jako douprava může být provedena alkalizace vody za účelem úpravy pH výsledné upravené vody a rovněž v každém případě desinfekce vody před její akumulací a distribucí do spotřebišť. [1]

Schéma jednostupňové úpravy vody je uvedeno na obrázku 2.2.



JO – jímací objekt, OH – odlučovače hrubé, OJ – odlučovače jemné, K – koagulace, flokulace, A – akumulace, CH H – chemické hospodářství, KH – kalové hospodářství

Obr. 2.2 Schéma jednostupňové úpravy vody [1]

2.2.3 Úprava vody s dvoustupňovou separací

V případě vyšších koncentrací suspendovaných, koloidních a rozpuštěných látek ve vodě a při potřebě vyšší dávky koagulantu je nutno tyto látky z upravované vody odstraňovat na dvou separačních stupních. Druhým separačním stupněm je u pitné vody vždy filtrace.

Prvním stupněm separace bývají:

- mikrofiltry
- filtry (pak se jedná o dvoustupňovou filtraci)
- sedimentační nádrže různého typu a různého konstrukčního řešení
- čířiče s vločkovým mrakem
- flotace vody

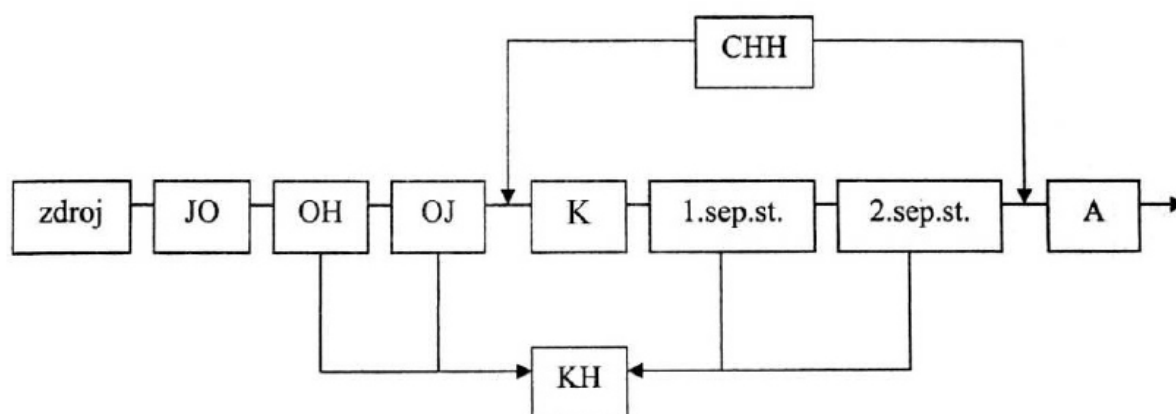
Předúprava vody je odvislá od druhu znečištění vody, dle množství vody a je většinou stejná jako u jednostupňové úpravy vody.

Kritérium pro rozhodování o počtu separačních stupňů je:

- u vody podzemní součet množství železa a manganu obsažených v surové vodě; úprava jednostupňová $\Sigma \text{Fe} + \text{Mn} < 5 \text{ mg.l}^{-1}$
- u vody povrchové množství nadávkovaného koagulantu je u jednostupňové úpravy $< 20 - 25 \text{ mg.l}^{-1}$

Doúprava vody je rovněž stejná jako u jednostupňové úpravy vody. [1]

Schéma dvoustupňové úpravy vody je uvedeno na obrázku 2.3.



JO – jímací objekt, OH – odlučovače hrubé, OJ – odlučovače jemné, K – koagulace, flokulace, A – akumulace, CH H – chemické hospodářství, KH – kalové hospodářství

Obr. 2.3 Schéma dvoustupňové úpravy vody [1]

2.2.4 Úprava vody s vícestupňovou separací

V případě značně znečištěných vod nebo při mimořádném požadavku na kvalitu upravené vody je možno se rozhodnout pro úpravu s více separačními stupni nebo pro úpravu vody na dvou stupních s následnou doúpravou vody nahrazující třetí stupeň separace.

Úprava se třemi stupni může mít například tyto stupně:

- sedimentace – 1. separační stupeň
- odželezovací filtry – 2. separační stupeň
- odmanganovací filtry – 3. separační stupeň

u vody podzemní nebo

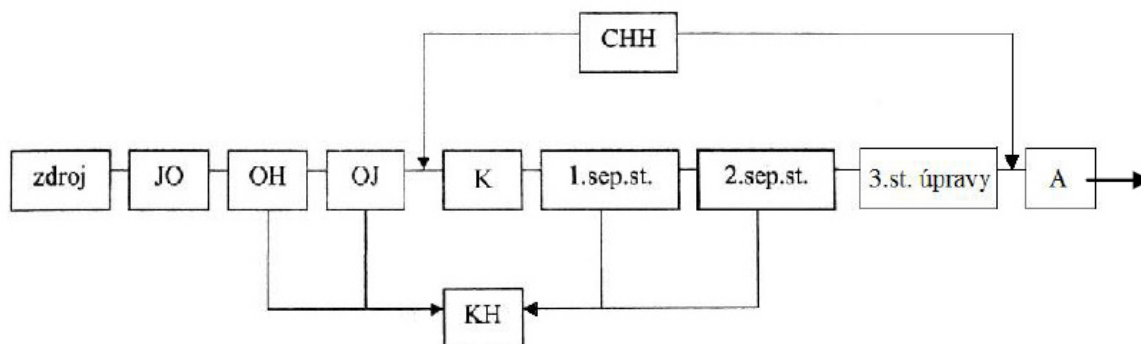
- sedimentace nebo čířič nebo flotace – 1. separační stupeň
- písková filtrace – 2. separační stupeň
- filtrace s aktivním uhlím – 3. separační stupeň v rámci doúpravy vody

nebo

- sedimentace (čiření, flotace) – 1. separační stupeň
- písková filtrace – 2. separační stupeň
- pomalá, biologická filtrace – 3. separační stupeň v rámci doúpravy u vody povrchové

Třetí separační stupeň může být nahrazen doúpravou vody bez separace například zušlechtěním vody ozonizací, následným provzdušněním vody apod. [1]

Schéma vícestupňové úpravy vody je na obrázku 2.4.



JO – jímací objekt, OH – odlučovače hrubé, OJ – odlučovače jemné, K – koagulace, flokulace, A – akumulace, CH H – chemické hospodářství, KH – kalové hospodářství, 3.stupeň úpravy – (3.stupeň separace, doúprava vody, zušlechtování vody)

Obr. 2.4 Schéma vícestupňové úpravy vody [1]

3 ÚPRAVA VODY

3.1 PŘEDÚPRAVA

3.1.1 Mechanické předčištění

Surová voda, která je znečištěna hrubšími částicemi, musí být před vlastní úpravou mechanicky předčišťována. Mechanické předčištění je používáno převážně u povrchových zdrojů vod (zřídka u podzemních) a to velmi často jako součást jímacího zařízení nebo bezprostředně za ním. Účelem je odstranění látek plovoucích, hrubě suspendovaných a sunutých u dna. Hlavním důvodem nasazení mechanického předčištění v počátku procesu úpravy je ochrana následujících technologických zařízení a procesů před poškozením (např. čerpadla) či ucpáním (trubní vedení).

Při mechanickém předčištění jsou částice z vody odstraňovány s využitím fyzikálních zákonů. K mechanickému předčištění povrchové vody se používají česle, bubnové mikrosítové filtry, lapáky písku, síta. [1]

3.1.2 Aerace, odkyselování vody, oxidace

Veškeré vody nacházející se v přírodním prostředí obsahují jisté množství rozpuštěných plynů. Převládajícími plyny jsou kyslík, oxid uhličitý, sirovodík, dále metan, těkavé chlorované uhlovodíky, ropné uhlovodíky a další. Rozpustnost plynů ve vodě udává Henry-Daltonův zákon. Podle tohoto zákona je mezi obsahem plynu ve vodě a ve vzduchu rovnovážný stav, který je určen parciálním tlakem v obou fázích.

$$S = S_0 \cdot \frac{p}{p_0} \quad [\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}] \quad (3.1)$$

Kde S ... koncentrace plynu rozpuštěného ve vodě [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

S_0 ... koeficient absorpce plynu ve vodě [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

tento koeficient je závislý na druhu plynu a teplotě vody při rovnovážném stavu nasycení

p ... parciální tlak plynu nad povrchem vody [Pa]

p_0 ... normální atmosférický tlak [Pa]

Při kvalitním odplynění zůstává ve vodě zbytkové množství volného oxidu uhličitého v množství 5 – 8 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

U vod povrchových je obsah oxidu uhličitého a sirovodíku značně nižší, než u vod podzemních. Naopak, rozpuštěný kyslík je u vody povrchové obsažen ve větší míře a je závislý na typu povrchové vody (voda bystrinná, říční, či přehradní).

Kyselost vody a obsah dalších plynů rozpuštěných ve vodě způsobuje řadu problémů charakteru technického, ale i charakteru organoleptického. Voda s obsahem volného CO_2 je agresivnější a způsobuje především korozi kovových materiálů. Vedle železa je CO_2 korozivní i na další kovy (např. měď, zinek, olovo a další). Organoleptické problémy

způsobuje především sirovodík. Korozivní působení oxidu uhličitého však má rovněž výrazný vliv na organoleptické vlastnosti vody, zejména chuť, barvu a čich.

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě má značný vliv na kvalitu vody a její posuzování. Nedostatek kyslíku ve vodě (pod $5 - 6 \text{ m.l}^{-1} \text{ O}_2$) vytváří korozní prostředí. Nedostatek kyslíku má rovněž nedobrá vliv při úpravě vody biologickým způsobem. Bezokyslíkaté vody nepůsobí při konzumaci dojem svěžesti a jejich chuťové parametry jsou nižší.

Snahou úpravy vody ve vztahu k obsahu rozpuštěných plynů je odstranit oxid uhličitý, sirovodík a další nežádoucí plyny a naopak obohatit vodu dostatečným množstvím rozpuštěného kyslíku.

Proces odkyselování vody se zařazuje převážně na začátek úpravy jako součást předúpravy vody. Může proběhnout jako jediný článek úpravy zejména podzemní vody a to pokud je oxid uhličitý jediným faktorem, který je třeba úpravou z vody eliminovat. Častěji se odkyselování vody provádí společně s procesem odželezování a odmanganování vody, pokud se používá způsob mechanické aerace. Volný oxid uhličitý se při aeraci z vody odstraňuje (odvětrává) a železo a mangan se naopak vzdušným kyslíkem oxidují.

Proces odstraňování dalších plynů jako je sirovodík, metan, bahenní plyny apod. se nazývá odpachování vody a je součástí doúpravy vody, respektive zušlechťování vody.

Proces obohacování vody vzdušným kyslíkem se nazývá oxidace a probíhá souběžně s mechanickým způsobem odkyselování vody.

Shrneme-li předcházející, pak můžeme konstatovat, že mechanické provzdušnění (aerace) slouží pro:

- obohacení vody kyslíkem (oxidace)
- odvětrávání volného oxidu uhličitého z vody (mechanické odkyselování vody)
- oxidaci železa a manganu (mechanický způsob odželezování a odmanganování)
- odstraňování sirovodíku a dalších nežádoucích plynů z vody (odpachování)

Odkyselování se provádí dvěma způsoby a to fyzikálním a chemickým.

Fyzikální způsob odkyselování je provzdušňování vody (aerace). Provzdušňování vody slouží rovněž pro obohacování vody kyslíkem (oxidací).

Provzdušňování vody je možné rozdělit dle technického principu do tří kategorií. Jedná se o zařízení:

1. gravitační
2. trysková
3. difuzová

[1]

3.2 KOAGULACE, FLOKULACE

Surová voda určená k úpravě pro vodu pitnou je ovlivněna řadou látek, které vodu ovlivňují po stránce fyzikální a chemické. Látky ve vodě obsažené se vyskytují v podobě částic různé velikosti, případně jsou ve vodě rozpuštěné.

Látky **nerozpuštěné** v podobě částic obsažených ve vodě dělíme na látky *suspendované* a látky *koloidní*.

Látky suspendované dělíme na:

- a) hrubé suspenze s velikostí částic nad 0,1 mm
- b) jemné suspenze s velikostí částic od 1 μm do 0,1 mm

Látky koloidní mají velikost částic od 1 mm do 1 μm .

Látky **rozpuštěné** jsou pak ve vodě obsaženy v podobě iontů, molekul, či skupin molekul. Velikost těchto částic je menší, než 1 μm .

Z hlediska úpravárenského je možno tyto látky rozdělit na ty látky, které lze z vody odstranit mechanicky nebo ty, které lze odstranit pouze chemickými úpravárenskými procesy.

Mezi látky, které lze odstranit mechanicky patří látky suspendované hrubé a částičky látky suspendované jemné. Mezi mechanické procesy odstraňování takových látek patří například usazování, mechanická filtrace, či odstředování.

Látky koloidní a rozpuštěné je třeba odstraňovat z vody metodami chemickými. Jemné suspendované látky a látky koloidní tvoří ve vodě zákal, který je jedním z nejvýznamnějších faktorů fyzikálního znečištění vody.

Běžnými mechanickými procesy jsou tyto látky neodstranitelné. [1]

3.2.1 Princip koagulace

Jedná se o chemickou metodu, neboť do procesu koagulace vstupují další látky – chemikálie.

Prostřednictvím chemikálie nadávkované do upravované vody dochází k reakci s látkami obsaženými ve vodě. Teprve po chemické reakci jsou vytvořeny částice, které jsou následně upravitelné úpravárenskými procesy (usazování, čiření, flotace, filtrace).

Pro pochopení procesu koagulace (srážení) je potřeba znát fyzikálně chemické složení koloidních látek, jakož i způsob jejich působení, respektive pohybu ve vodě. Koloidní částice se v kapalině pohybují neuspořádaným pohybem a za běžného stavu nedochází k jejich spojování do větších celků, které by byly následně odstranitelné.

Koloidní částice je obklopena vrstvou iontů nabíjejících a vrstvou iontů kompenzujících. Ionty nabíjející a kompenzující jsou vzájemně opačného znaménka a tvoří elektrickou dvojvrstvu. Potenciální rozdíl mezi vrstvou iontů nabíjejících a libovolným místem přilehlé vrstvy kapalné fáze je elektrokinetický potenciál zeta. Zeta-potenciál charakterizuje vlastnosti koloidní disperze, jako jsou stabilita disperze, rychlost pohybu částice v elektrickém poli apod.

Dispergované částice nesou na svém povrchu ve společném prostředí náboj stejného znaménka a soustava má určitý zeta-potenciál. Pokud je zeta-potenciál větší, než 20 až 30 mV, brání částicím ve vzájemném shlukování a disperze je stabilní. Hodnota zeta-potenciálu, při které dochází ke koagulaci, se nazývá kritická. Izoelektrický bod disperzní soustavy je při zeta-potenciálu přibližně rovném nule.

Přitažlivé síly, které působí v molekulárních rozměrech, jsou působeny dipólovými momenty molekul a nazývají se silami van der Waalsovými. Přitažlivé síly se sčítají a nabývají potřebné velikosti u shluku molekul o velikosti koloidní disperze.

Zeta-potenciály částic vytvářejí odpudivou sílu, která působí proti jejich přibližování a shluknutí. Na částice současně působí přitažlivé síly van der Waalsovy. Stav disperze, jako jsou stabilita nebo shlukování, jsou podmíněny výslednicí obou sil.

Neuspořádanými pohyby okolních molekul, Brownovým pohybem, je částicím koloidní disperze udělován impuls, takže se pohybují s určitou kinetickou energií. Brownův molekulární pohyb přibližuje koloidní částice do nepatrné vzdálenosti. Stejný náboj částic způsobuje, že odpudivé síly převažující síly van der Waalsovy, takže ke spojení částic nedochází. Proto je třeba snížit zeta-potenciál částic. Toho se dosahuje přidáním iontů opačného náboje, než mají ionty nabíjející vrstvy. Ionty opačného náboje, než mají nečistoty v surové vodě, vzniknou přidáním hydrolyzujícího srážedla (koagulantu).

Proces koagulace probíhá ve dvou fázích, přičemž každá fáze má nezastupitelný vliv na celý proces koagulace a jeho výsledný produkt, kterým je dobře odstranitelná (separovatelná) suspenze.

1. fáze nazývaná **perikinetická** je fáze, kdy dochází prostřednictvím nadávkované chemikálie k reakci s koloidními látkami, kdy je snížen zeta-potenciál částic obsažených v surové vodě a dochází k jejich srážení, tj. spojování v drobné částice, kterými jsou mikrovločky a jemné vločky.

Celý tento proces je prováděn formou rychlého míchání upravované vody po nadávkování chemikálie. Cílem rychlého míchání je homogenizace nadávkované chemikálie v objemu upravované vody a vložená energie usnadní sblížení koloidních částic a chemikálie a je nápomocna reakci těchto dvou komponentů. Celý proces probíhá v sekundách a okamžitě po nadávkování chemikálie. Takto vzniklé mikrovločky a drobné vločky jsou ještě nesnadno separovatelné a případná separace by byla časově náročná a neměla by potřebný efekt.

Proces koagulace má proto 2. fázi, kterou je fáze **ortokinetická**, při které se z mikroskopických a malých vloček vytvářejí vločky větší a velké s velikostí 0,1 mm až několik mm, případně i desítky milimetrů. Tato fáze je nazývána flokulací (vločkováním), při kterém za pomoci méně intenzivního míchání vody dochází k nabalování vloček malých do větších a lépe separovatelných celků. Intenzita míchání je nižší, a proto je takový proces míchání nazýván pomalým mícháním. [1]

3.2.2 Koagulanty

Koagulanty jsou chemické látky používané pro koagulaci. Pro koagulaci při úpravě vody jsou převážně využívány soli železa a hliníku, přičemž návrh používané chemikálie je odvislý od mnoha faktorů. Mezi nejvýznamnější faktory patří složení upravované vody, pH, teplota vody, oxidačně-redukční potenciál, množství suspendovaných látek ve vodě a další.

Soli hliníku bývají upřednostňovány při jednostupňové úpravě vody a jsou rovněž účinnější při úpravě humifikovaných vod. Hliníkové koagulanty jsou citlivější na nízkou teplotu vody, kdy se snižující se teplotou dochází ke snižování jejich účinků.

Soli železa – železité koagulanty bývají upřednostňovány při dvoustupňové úpravě vody a u vod s větším s větším obsahem suspendovaných látek ve vodě.

O volbě optimálního koagulantu musí rozhodovat vždy alespoň laboratorní pokusy, lépe však, v případě možnosti, pokusy poloprovozní.

Mezi běžně využívané koagulanty na bázi solí železa patří:

- síran železitý $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ v dávce 10 – 250 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- chlorid železitý $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ v dávce 5 – 150 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- chlorovaný síran železnatý FeClSO_4 v dávce 5 – 150 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- síran železnatý $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ v dávce 5 – 150 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Přičemž první dvě chemikálie jsou upřednostňovány a používány v převážném počtu použití.

Síran železitý a síran železnatý se často dávkuje s hydroxidem vápenatým z důvodu často enormního poklesu pH upravované vody.

Mezi používané koagulanty na bázi soli hliníků patří:

- síran hlinitý $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ v dávce 10 – 150 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- polualuminium chlorid (PAC)

U vod s nízkou $\text{KNK}_{4,5}$ je nutno síran hlinitý kombinovat s hydroxidem vápenatým nebo uhličitanem sodným. [1]

3.3 SEDIMENTACE V PROCESU ÚPRAVY

Sedimentace je využívána v procesu úpravy vody jako I. separační stupeň. Jedná se o nejvíce rozšířenou technologii I. separačního stupně. V úpravě pitné vody nelze sedimentaci navrhnout jako jediný separační stupeň, tj. pro jednostupňovou úpravu vody. Sedimentace je proces, který v podmínkách úpravy vody kopíruje standardní proces úpravy vody v přírodě. Významným faktorem v sedimentaci v podmínkách úpravy vody je skutečnost, že při chemické úpravě vody dochází na rozdíl od přírody k chemické přípravě suspenze, která je následně podrobována separaci sedimentací. V ojedinělých případech, kdy voda není upravována chemicky, dochází k prosté sedimentaci suspendovaných látek. Látky rozpuštěné a koloidní při takovém způsobu sedimentace nejsou sedimentací odstraňovány. Velikost suspendovaných látek obsažených ve vodě rozhoduje o účinnosti a kvalitě sedimentace. Zatímco hrubé suspendované látky se odstraňují snadno, jemné suspendované látky sedimentují pomalu a účinnost sedimentace je nižší.

Při úpravě pitné vody je sedimentace navrhována zejména u povrchových vod s vysokým stupněm zákalu v běžných podmínkách, či často se vyskytujícími zhoršenými podmínkami (např. okalové vody, tání sněhu). U vod podzemních se sedimentace navrhována v případech, kdy celkový obsah železa a manganu v surové vodě přesahuje 5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a více. V obou těchto případech je voda před vstupem do sedimentace předupravována. V případě povrchových vod předúprava spočívá například v dávkování koagulantu, ozonizaci či v jiném způsobu.

U podzemních vod dochází v rámci předúpravy k oxidaci železa a manganu mechanickým, či chemickým způsobem.

Prostá sedimentace hrubých suspendovaných látek je navrhována v rámci mechanické předúpravy surové povrchové (zejména tekoucí) vody. [1]

3.3.1 Proces sedimentace

Proces sedimentace probíhá dle obecných fyzikálních zákonů. Při sedimentaci na částice působí tři základní síly – tíha, vztlak a odpor prostředí. Tíha a vztlak jsou konstantní. Odpor závisí na hustotě kapaliny, na její viskozitě, na tíhovém zrychlení, na tvaru částice a jejich rozměrech a zvyšuje se s rychlostí klesání. Kapalné prostředí klade značně větší odpor částicím nepravidelného tvaru, než částicím kulového tvaru.

Odpor je možno teoreticky vypočítat za předpokladu, že tekutina je nestlačitelná a vazká, proudění laminární, neprojevuje se vliv stěn nádrže, částice má tvar koule, je homogenní a nedeformovatelná. Pro tento příklad platí Stokesův zákon:

$$u = \frac{1}{18} \times \frac{(\rho_p - \rho)}{\rho} \times \frac{g \times d^2}{\nu} \quad (3.2)$$

kde u ... rychlost klesání částice [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 ρ_p ... měrná hmotnost částice [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 ρ ... měrná hmotnost kapaliny [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 g ... gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
 d ... průměr částice [m]
 ν ... kinematická viskozita [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]

Stokesův zákon platí v oblastech zanedbatelného tvarového odporu i odporu třením při Reynoldsově čísle $Re \leq 0,1$.

$$Re = \frac{u \times d}{\nu} \quad (3.3)$$

Jedná se o usazování kulovité částice v laminární nebo slabě turbulentní oblasti. Při hodnotách Reynoldsova čísla $1 - 700$ je oblast přechodná, ve které odporový součinitel s Re plynule klesá. Při $Re 700 - 3 \cdot 10^5$, tj. v turbulentní oblasti je již odporový součinitel konstantní a neklesá.

Částice nekulovitého tvaru v přechodné a turbulentní oblasti neklesají přímo, nýbrž spirálovitě vlivem odtrhávání vírů. Odporový součinitel pro různé tvary vleček se podstatně liší. V praxi je rozhodujícím kritériem povrchové zatížení nádrže. Účinnost usazovací nádrže v průtočném usazovacím systému je závislá pro daný druh suspenze na povrchovém zatížení – Hazenův zákon povrchového zatížení:

$$u_o = \frac{Q}{S} \quad (3.4)$$

kde u_o ... usazovací rychlost částice [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 Q ... průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
 S ... plocha [m^2]

Podle tohoto vztahu se v usazovacím prostoru odseparují pouze částice mající usazovací rychlost stejnou nebo větší než je povrchové zatížení usazovacího prostoru. Závislost platí při laminárním proudění a při rovnoměrném plošném zatížení. Hodnota Reynoldsova čísla se v usazovacích nádržích pohybuje v turbulentní oblasti od 500 do 3000 (optimální hodnota Reynoldsova čísla v usazovacích nádržích je 100 – 200). [1]

3.4 FLOTACE

Flotace je technologický proces vhodný pro separaci suspendovaných látek, mikroorganismů a částic, které vznikly koagulací, případně koagulací s následnou flokulací z kapaliny.

Při úpravě pitné a užitkové vody je tento proces zařazován jako I. separační stupeň v rámci dvoustupňové úpravy. Flotace pro svoji účinnost využívá pod tlakem rozpuštěný vzduch, jehož pomocí jsou z kapaliny vytěšňovány nežádoucí látky. V literatuře je flotace označována DAF (dissolved air flotation).

Při úpravě vody pitné se nedoporučuje flotace jako jediný separační stupeň, přesto že separační účinnost je značná. Při úpravě vody užitkové v určitých případech možno flotaci zařadit jako jediný separační stupeň.

Flotace je využívána zejména pro úpravu povrchové vody s nižším stupněm zánalu. Naopak, povrchové vody s vysokým počtem mikroorganismů jsou pro metody využití flotace vhodné. Flotace je vhodná rovněž pro úpravu povrchové vody s vysokým obsahem organických látek včetně látek huminových. Je vhodná pro odstraňování řas a sinic z eutrofizované vody, což je významné v současném trendu zvyšujícího se takto zatížených zdrojů povrchové vody.

Princip flotace je znám z oblastí mimo úpravárenství vody již od šedesátých let 19. století, kdy flotace byla využívána při úpravě a zpracování kovových rud. Při úpravě kovových rud se flotace využívá i v současnosti.

Pro úpravu pitné vody se flotace využívá zhruba od šedesátých let 20. století. V tomto období je flotace zařazována jako I. separační stupeň do řady úpraven vody v řadě zemí (Kanada, Velká Británie, USA, Austrálie, země Evropské unie). V současné době existují desítky aplikací flotace a to včetně úpraven velkých a středních.

Princip separace flotací spočívá v působení pod tlakem rozpuštěného vzduchu na částice, které jsou ve vodě přírodně obsažené, či vzniklé koagulací. Tyto částice, které samy o sobě mají větší specifickou hmotnost ($1,005 - 1,05 \text{ g.cm}^{-3}$), než voda v důsledku spojení s mikrobublínkami vzduchu o velikosti $30 - 100 \mu\text{m}$ získají specifickou hmotnost nižší, než voda. Takto vzniklé agregáty mají opačnou tendenci pohybu, než agregáty těžší, než voda s tendencí sedimentační. Opačná tendence spočívá v pohybu částic směrem k hladině. Specifická hmotnost agregátů vzniklých spojením látek vzniklých koagulací s bublinou vzduchu je podstatně nižší (dvoutřetinová až poloviční), než specifická hmotnost vody. Tento značný rozdíl je rozhodující pro účinek separace. Čím větší je rozdíl specifických hmotností flotací vzniklých agregátů a vody, tím je vyšší účinnost flotace.

Ve srovnání se sedimentací je flotace účinnější násobně případně i o řád. Účinnost flotace dále závisí na kvalitě koagulaci a flotaci upravované vody. Je evidentní, že spojení mikrobubliny vzduchu s kvalitně připravenou vložkou je účinnější.

Povrchové zatížení flotace se pohybuje v rozmezí $10 - 20 \text{ m.h}^{-1}$. Na rozdíl od sedimentace není třeba pro intenzifikaci procesu používat zatěžkávadla, či jiné pomocné flokulanty. V důsledku vyššího povrchového zatížení je třeba pro flotaci menší plochu. Opět ve srovnání se sedimentací je plocha flotace velikosti $1/5$ až $1/10$ plochy sedimentace. Účinnost rovněž není bezprostředně závislá na velikosti vložek připravených koagulací a flokulací. Velikost, tvar a hmotnost vložek tak nezbytná pro účinnost sedimentace u flotace hraje menší roli. Tím je možné v řadě případů zmenšit dobu zdržení ve flotaci. Význam kvalitního návrhu gradientu rychlosti (G) a Campovo číslo (Ca) je nižší, což v praxi

vytváří vyšší provozní jistotu kvality úpravy vody. Kvalita upravované vody ovlivňuje účinek flotace méně, než u jiných technologií. Přetížení flotace v případě potřeby o více, než desítky procent není problémem z hlediska kvality vyflotované vody. Účinnost flotace klesá jen pozvolna.

V České republice v úpravárenství pitné vody nebyla v průběhu 20. století flotace použita a to ani v jednom případě ať při výstavbě nové, či případně rekonstrukce stávající úpravní vody. Na přelomu let 2004 – 2005 je první instalace flotace pro úpravu pitné vody realizována na úpravně vody Mostiště. Použitá zahraniční technologie americké firmy prokázala oprávněnost této aplikace pro I. separační stupeň úpravy povrchové přehradní vody.

Vlastní zařízení pro flotaci je možno zkombinovat se zařízením pro přípravu suspenze tj. pomalým mícháním. Pomalé míchání však může být realizováno i samostatně mimo flotaci. Flotace probíhá ve flotační nádrži, která má několik zón. V první, tzv. reakční zóně, dochází ke kontaktu vhněněného stlačeného vzduchu s přitékající vodou. V této zóně vznikají agregáty spojením vloček, či suspendovaných látek s mikrobublinami vzduchu a tyto jsou unášeny k hladině vody (zóna bílé vody). Při hladině vody je zóna vyflotované pěny. Pěna se z hladiny shrabuje pomocí shrabováku, jehož konstrukce může být různá, např. shrabovák řetězový, či mostový. Pěna se shrabuje do odpadní jímky s odtokem do kalového hospodářství, přičemž jímku i odtokové potrubí je třeba cyklicky proplachovat.

Pod zónou vyflotované pěny je zóna vyflotované vody, tj. vody s odseparováním nečistot. Tato voda se odebírá pomocí u dna nainstalovaného roštu a přes odtokovou jímku se odvádí na II. separační stupeň (filtraci). Část vyflotované vody se odebírá a čerpá vedlejším okruhem do saturátoru, ve kterém se vyrábí směs vody a vzduchu (tzv. bílá voda). Do saturátoru je přiváděn stlačený vzduch vyráběný kompresorem. Takto vzniklý vedlejší tlakový okruh je nedílnou součástí flotace. Spotřeba vody ve vedlejším okruhu činí 6 – 12 % celkového objemu upravované vody.

Energetická účinnost spočívá ve spotřebě elektrické energie, která se pohybuje v rozmezí 40 – 45 W na 1 m³ vody. Elektrická energie je v rámci flotace potřebná pro cirkulační čerpadla, kompresor a zařízení pro sbírání vyflotované pěny.

Účinnost flotace je u povrchových vod vysoká. Když pomineme vody s vysokým zákallem anorganického původu, pak v jednotlivých ukazatelích se účinnost pohybuje ve vysokém procentuálním odstranění.

Odstranění organismů a mikroorganismů se pohybuje u silně znečištěných vod od 95 – 99%.

Odstranění železa (železo z koagulantu) se pohybuje v rozmezí od 96 – 98%.

Odstranění CHSK_{Mn} se pohybuje v rozmezí od 70 – 80% a i u silně eutrofizované vody se dostává do normy pitné vody.

Odstranění barvy vody a i vod silně eutrofizovaných se dostává do normy pitné vody. [1]

3.5 FILTRACE

Filtrace je významný článek úpravy vody a řadí se do skupiny procesů s názvem separace. Pokud surová voda obsahuje některé z pevných látek ve formě látek suspendovaných, koloidních či rozpuštěných, je třeba po jistém zásahu například předúpravy provést jejich odseparování. Pokud je třeba v rámci úpravy vody provádět separaci pevných látek, tak filtrace vždy tvoří jeden ze stupňů separace a to jak při jednostupňové úpravě, kdy je

jediným článkem separace, tak při dvoustupňové a vícestupňové úpravě, kdy je zpravidla druhým, či posledním článkem separace. Filtrace může i při dvoustupňové úpravě tvořit oba články separace. V tomto případě se jedná o dvoustupňovou filtraci.

Existuje celá řada kritérií pro rozdělení a členění filtrace. Jedním ze základních kritérií je členění na:

- filtraci objemovou, tj. filtraci přes vrstvu zrnitého materiálu
- filtraci na filtrační přepážce, tj. filtraci náplavou

Objemová filtrace ve vodárenství převažuje a její četnost při úpravě pitné vody dosahuje téměř 100%. Zásadou je zachycování částic nečistot v přirozeném stavu nebo po předchozí předúpravě (oxidace, koagulace apod.) ve vrstvě zrnitého materiálu, který tvoří filtrační lože. Filtrační materiál může být z křemičitého písku, kamenného uhlí, antracitu, křemeliny, z plastů apod. Zrnitý filtrační materiál musí splňovat dva významné technické požadavky, kterými jsou dostatečná odolnost proti otěru a chemická stálost.

Filtrace náplavná se používá spíše v průmyslové úpravě vody a při úpravě vody pro speciální účely. Podstatou této úpravy je poznatek, že zákal se nejlépe odstraňuje vrstvou naplavených částic. Jako nosná vrstva nebo-li filtrační přepážka se používá filtrační tkanina ze syntetických vláken, jemného drátěného pletiva, plsti apod. Na tuto podložku se naplavuje mosticí vrstva z jemného materiálu 2 – 3 mm. Vlastní filtrační vrstva se tvoří za provozu ze zachycených částic a trvale přidávaného naplavovaného materiálu. Naplavovanou hmotu tvoří například rozsivková zemina (diatomit), perlit, celulózové materiály, křemelina, drcený koks apod.

Dalším významným kritériem pro členění filtrů do kategorií je způsob odbourávání nečistot z vody. Jedná se o odbourávání procesem fyzikálním a procesem biologickým. S tímto členěním koresponduje filtrační rychlost, fyzikálnímu způsobu odbourávání nečistot postačí vyšší rychlost.

Biologickému odbourávání nečistot přísluší pomalá rychlost, a proto se takový způsob filtrace nazývá pomalá, biologická filtrace. Filtrace bez využití biologického odbourávání nečistot a s možností využít vyšších filtračních rychlostí se nazývá rychlofiltrace. K oběma způsobům filtrace pak za jistých okolností přistupuje rovněž chemické odbourávání nečistot. [1]

3.5.1 Náplavná filtrace

V náplavných filtrech se uplatnil poznatek, že na zachycení částic zákalu má největší účinnost vrstva naplavených částic. Jako nosná konstrukce slouží nejčastěji filtrační tkanina ze syntetických vláken, drátěného pletiva, plsti atd. Při každém filtračním cyklu se na tkaninu naplavuje mosticí vrstva jemného materiálu o tloušťce 2 až 3 mm.

Vlastní filtrační vrstva se tvoří za provozu, a to ze zachycených částic a trvale přidávaného filtračního materiálu. Vlastní mezery mezi částicemi naplavované jsou minimální a to nám umožňuje zachytit zákalotvorné částice o velikosti 1 μm .

Naplavovanou hmotou bývá nejčastěji rozsivková zemina (diatomit). Jedná se o zkamenělé zbytky mikroskopických rostlin, které jsou nejbližší příbuzné řasám. Rozměry zrn jsou v rozsahu 10 – 60 μm . Frakce se volí podle způsobu použití. Rozsivková zemina je tvořena z 90% SiO_2 , 4% Al_2O_3 a zbytek tvoří jiné oxidy. Další nejčastěji používaný materiál je perlit, který má avšak použití omezeno jen na vody s pH v rozsahu 4 – 9. Důvodem je obsah Na_2O a K_2O (do 10%).

Separční účinnost náplavné filtrace je možné zvýšit úpravou surové vody (přídavek koagulantů) před filtrací nebo úpravou naplavovaných hmot (přídavek koagulantů ke hmotám před naplavením). Uvedeným způsobem lze z vody zcela odstranit coliformní bakterie, jejichž velikost se pohybuje kolem 1 – 5 μm .

Náplavná filtrace se jen zřídka používá pro úpravu vody pro pitné účely, avšak je běžně využívána v průmyslu pro čištění kapalin (víno, pivo, šťávy) a v energetice (odolejování kotelní vody). [1]

3.5.2 Pomalá, biologická filtrace

Největší předností pomalé biologické filtrace je její analogie s čistícími procesy zejména povrchových vod v přírodě. Proto je snahou vytvořit v prostředí úpravny vody takové umělé podmínky, aby přírodní proces odbourávání nečistot z vody probíhal v podobě co nejvíce odpovídající podmínkám přírodním.

V přírodním prostředí probíhá odbourávání nečistot způsobem fyzikálním, chemickým a biologickým. Právě biologický proces vyžaduje vytvořit takové prostředí, aby biologické odbourávání mohlo bezezbytku fungovat. Vytvořit takové podmínky je v procesu úpravy nejsložitější úkol a jeho nedodržení má za následek ukončení biologického procesu úpravy vody.

Proces biologického odbourávání nečistot se odehrává na povrchu a v horních vrstvách filtračního lože. Zde se vytváří takzvaná biologická filtrační blána, což je vrstva tvořená z organických i anorganických nečistot ve vodě obsažených, a ve které je intenzivní oživení aerobními organismy a řasami. Právě mikrobiální oživení je prostředkem pro odbourávání nečistot biologickou cestou. Vrstva mikrobiálního oživení má mocnost několika milimetrů po 1 – 2 cm. Větší tloušťka blány již vytváří velkou tlakovou ztrátu a proces filtrace ztrácí na účinnosti, případně se zastavuje. I pod konzistentní biologickou blánou působí mikroorganismy, které jsou obsaženy ve filtračním loži do hloubky 30 – 40 cm pod jeho povrch.

Mikroorganismy obsažené ve filtrační bláně a ve filtračním loži jsou aerobní. Je třeba proto u filtrované vody dodržet podmínku, aby měla dostatek kyslíku. Mikrobiální odstraňování nečistot aerobními mikroorganismy spočívá v destrukci organických nečistot při metabolickém procesu přítomných mikroorganismů za přítomnosti kyslíku. Dochází k mineralizaci organických nečistot. Vedle mineralizace organických látek jsou biologickou blánou odstraňovány rovněž nežádoucí mikroby, coliformní zárodky apod. působením biologické blány jsou odstraňovány i suspendované látky, koloidní látky (bez chemické předúpravy), makroorganismy a mikroorganismy.

Proces pomalé biologické filtrace byl vnesen poprvé do uměle vytvořených podmínek vody v Anglii v roce 1829 J. Simpsonem, který zkonstruoval biologické filtry. Z tohoto důvodu se používá pro tuto filtraci vedle názvů pomalá a biologická filtrace rovněž název anglická. Do kontinentální Evropy se proces pomalé filtrace dostává v 2. polovině 19. století. Svoji účinnost při odbourávání bakterií a choroboplodných zárodků prokázaly pomalé filtry významně například při epidemiích cholery v Německu v roce 1892. Na našem území byly pomalé filtry poprvé vybudovány v Brně v roce 1872. Současný trend v navrhování pomalé filtrace je jednoznačně ovlivněn omezenou kapacitou filtrů (pomalá filtrační rychlost) a vymezuje jejich navrhování pro malé zdroje vody, které splňují

podmínky pro pomalou filtraci. Mezi tyto podmínky patří dostatečné množství kyslíku ve vodě a nízký zákal s vyloučením přítoku náhlých okalových vod.

V průběhu filtračního procesu pomalé filtrace existují dvě fáze, ve kterých má biologická blána různou mocnost a tím i účinnost při procesu úpravy vody. V počátečním období postupného vzniku blány je její účinnost nízká, protože nemá dostatečnou vrstvu čistících mikroorganismů. V rozhodující fázi je blána dostatečně silná, existuje v ní dostatečné množství organismů, je vitální a má dobrý úpravárenský efekt. V závěrečné fázi blána bytí a stává se pro filtrovanou vodu málo propustnou. Tlaková ztráta při průchodu vody filtrem se zvyšuje a proces filtrace ztrácí na efektu. Blánu, která zvýšila tlakovou ztrátu od počáteční hodnoty regenerované náplně nad 0,5 m, je třeba odstranit. Doba vytváření blány se nazývá dobou zapracování filtru a činí v létě 1 – 2 týdny, v zimě je delší cca 4 – 6 týdnů. Doba po zapracování blány je doba filtrace a je odvislá od řady podmínek u surové vody (teplota vody, množství organických látek ve vodě, množství suspendovaných a koloidních anorganických látek apod.). Doba filtrace je v létě 1 – 3 měsíce v zimě může být i dvojnásobná.

Regenerace filtru probíhá většinou ručně, neboť v současné době se nebuduje pomalá filtrace pro větší zdroje vody, tj. o velké ploše filtrů. Ruční regenerace spočívá v seškrábnutí filtrační blány z povrchu filtračního lože a její odstranění na skládku. Seškrábnutá vrstva obsahuje filtrační písek a biologickou masu. Seškrábnutá vrstva je cca 2 – 4 cm a je logické, že po četném odstraňování blány dochází k úbytku filtračního písku. Při poklesu jeho vrstvy na 60 – 70 cm je třeba písek do filtru doplnit. V dobách, kdy pomalé filtry byly používány pro velké zdroje vody a plochy filtrů byly značné, byly konstruovány různé systémy pro seškrabování biologické blány mechanickým strojním systémem. V současné době tyto případy neexistují. Rovněž existovaly i systémy praní pomalého filtru bez nutnosti seškrábnutí biologické blány. Zapracování filtru trvá v létě cca 1 týden, v zimě 2 – 3 týdny. Mikroorganismy v bláně snesou přerušování přívodu kyslíku max. 24 hodin. Nedoporučuje se přerušovat filtraci, v případě potřeby je lepší snížit výkon. Při zapracování pomalého filtru se filtrovaná voda použije do odpadu.

Pomalý filtr se nejlépe použije tam, kde je voda před úpravou dostatečně nasycena kyslíkem. V tom případě dokonale odstraňuje suspendované látky a rovněž dusitany a amonné sloučeniny, jsou-li v povrchové vodě obsaženy v normálním množství.

Pomalou filtrací se z vody odstraňuje menší množství železa a manganu a to v případě, jsou-li vedle kyslíku přítomny v upravované vodě asimilující organismy, tj. železité a manganové bakterie.

Pomalá filtrace snižuje množství nežádoucích mikroorganismů o 93 až 99%. Naopak, pomalá filtrace nedokonale snižuje barvu vody a její oxidovatelnost. Částečně odstraňuje pachy a pachuti.

Úprava povrchových vod pomalou filtrací je provozně jednoduchá a nenáročná. Ze zdravotního hlediska ponechává pomalá filtrace v upravené vodě v největší míře přirozený charakter. Pomalá filtrace je doporučována pro zásobování menších obcí s nedostatkem podzemní vody.

Vzhledem k malé rychlosti filtrace se vyžaduje velké obestavěná plocha, která se musí v našich podmínkách chránit proti mrazu. Nadstavba i s minimální konstrukční výškou je investičně nákladná a proto se nás navrhuje úpravny vody s pomalou filtrací jen pro menší výkony. [1]

3.5.3 Rychlá filtrace

Biologický způsob úpravy vody a tomu odpovídající filtrační rychlost limitují výkon pomalé filtrace. Vzrůstající potřeba vody a kvalita surové vody vedly k nalezení jiného, razantnějšího způsobu úpravy. Trend filtrace začal směřovat k jinému druhu filtrace, kterým je rychlá filtrace. Rychlá filtrace nevyužívá biologického způsobu úpravy. Při použití pouze fyzikálního a chemického principu filtrace lze podstatně zvýšit filtrační rychlost. Využití koagulace v úpravárenství umožnilo vytvoření lépe separovatelných částic, které je možno filtrovat při značně vyšších rychlostech. Navíc použití chemických koagulantů a chloru v potřebném rozsahu se neslučuje s podmínkami potřebnými pro biologickou úpravu vody.

Nové úpravárenské poznatky, zejména v chemické předúpravě vody, umožnily zvýšení povrchové rychlosti při filtraci o řádově vyšší hodnoty. U otevřených rychlofiltrů pro pitnou vodu je doporučená filtrační rychlost $3,6 \text{ m.h}^{-1}$ – $7,2 \text{ m.h}^{-1}$ (optimální 5 m.h^{-1}).

První rychlofiltry byly uvedeny do provozu v Somerville (New Jersey, USA) v roce 1885, v Evropě v úpravě vody pro město Curych (Švýcarsko) v roce 1895. Tyto rychlofiltry měly uspořádání průtoků stejné jako pomalé filtry, tj. voda protékala zatopenou vrstvou písku směrem shora dolů gravitací. Převážná většina současných konstrukcí je založena na stejném principu.

Filtrační materiál rychlofiltrů má vyšší zrnitost zpravidla $0,5 - 2,0 \text{ mm}$. Zanášení vrstvy (kolmatace) se projevuje zvýšením ztrátové výšky ve filtrační vrstvě během času. Doba, po kterou je rychlofiltr v provozu, závisí hlavně na velikosti zrn a množství a druhu suspendovaných látek ve vodě. Je však řádově kratší, než doba provozu pomalého filtru. Filtrační cyklus rychlofiltru zpravidla trvá jeden až několik dní.

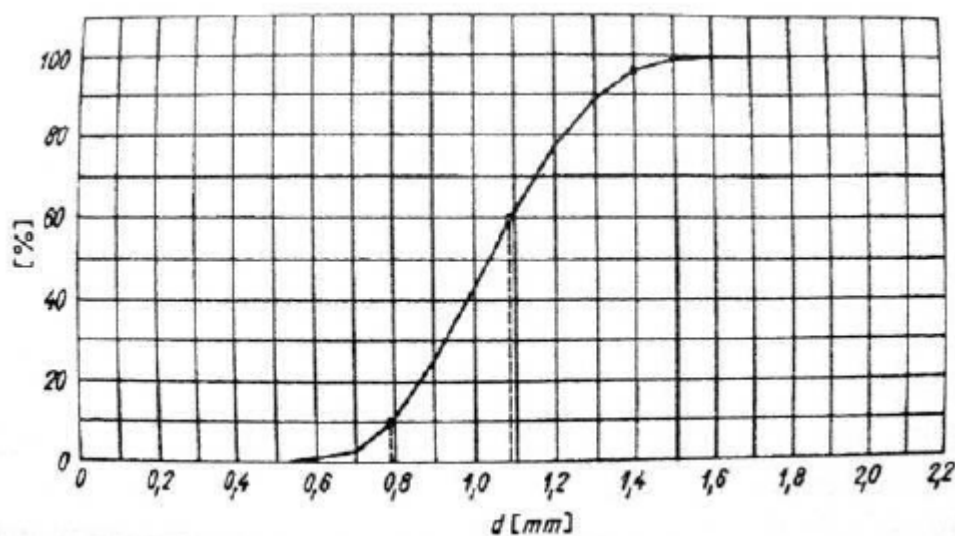
Při bližším pohledu na mechanismus rychlé filtrace zjistíme, že při proudění suspendovaných částic v náplni rychlofiltru dochází k jejich zachycování na zrnech a v mezerách mezi zrny. Na rozdíl od pomalé filtrace pronikají částice do hloubky náplně, přičemž největší podíl zachycených částic je v horní vrstvě. Zachycování způsobují tyto hlavní druhy sil:

1. **Mechanické cezení** umožňuje zachytit částice, které pro svoji velikost nemohou proniknout mezi zrny. Částice zachycené tímto způsobem tvoří vrstvu na povrchu náplně. Vločkovité částice přitékající na rychlofiltr jsou většinou menší, než mezery mezi zrny. Mechanickým cezením se proto odstraní jen malá část suspendovaných látek.
2. **Usazování.** Představa o tom, že zachycování částic v mezerách mezi zrny je způsobeno usazováním, byla zavedena Hazenem v roce 1904. Je třeba mít v patrnosti, že při laminárním režimu proudění v mezeře jsou velké rozdíly v rychlostech unášecí vody v ose a na okraji kanálku. V důsledku toho se projevuje na povrchu zrna účinek usazovací rychlosti daleko výrazněji. Aplikováním na větší rychlosti a hrubozrnější náplň lze odhadnout, že v rychlofiltru se tímto způsobem mohou zachytit vločkovité částice do velikosti asi $30 \mu\text{m}$.
3. **Adsorbce** se vysvětluje působením hmotnostních sil (Van der Waalsovy síly), které se uplatňují v nepatrných vzdálenostech pod $0,01 \mu\text{m}$. Částice se musí dostat do této vzdálenosti působením jiných sil, např. gravitací, setrvačností, odstředivou silou v proudnicích, molekulární difúzí, elektrostatickými silami. Adsorbci je možné těžko rozlišit od působení elektrostatických sil.

4. **Elektrostatické síly** (Coulombovy síly). Tyto síly jsou způsobeny náboji iontů, které jsou zachyceny na zrnech a suspendovaných částicích. Křemičitý písek při neutrálním pH má záporný náboj a zachycuje kladně nabitě částice. Kladný náboj mají např. vločky hydroxidů hliníku a železa, a proto se dobře zachycují v náplni písku. [1]

3.5.4 Filtrační náplň

Jako materiál náplně filtrů se používá nejčastěji křemičitý písek a antracit. Mezerovitost písku bývá v rozsahu $m = 0,38$ až $0,42$, mezerovitost antracitu $m = 0,50$. Materiál používaný k filtraci musí být chemicky stálý proti rozpouštění, mechanicky pevný a odolný proti otěru. Složení zrnité směsi filtrační náplně se udává křivkou zrnitosti (obr. 3.1). Tato křivka vyjadřuje v procentech hmotnosti množství zrn propadlých určitou velikostí oka normalizovaného síta. Z křivky zrnitosti se stanoví d_{10} – účinné (efektivní) zrno, jenž vyjadřuje velikost oka síta, jímž propadne 10% hmotnosti zrn prosévaného materiálu a koeficient stejnozrnnosti – poměr d_{60}/d_{10} . [1]

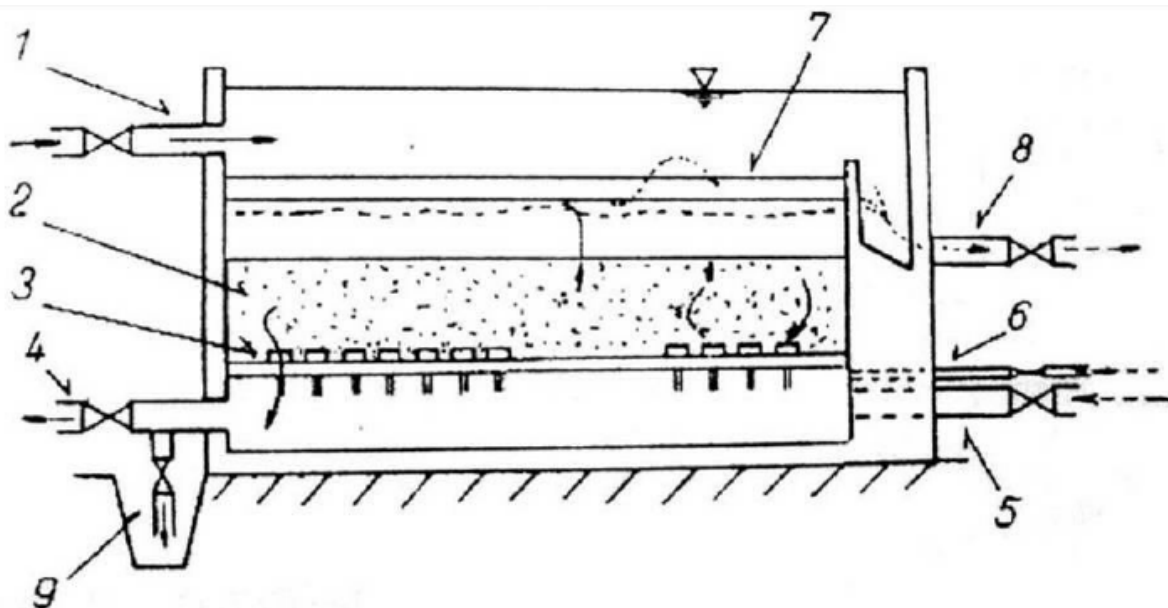


Obr. 3.1 Křivka zrnitosti [1]

3.5.5 Dělení rychlofiltrů

Konstrukci rychlofiltrů lze dělit podle směru průtoku, tlakového režimu a způsobu praní.

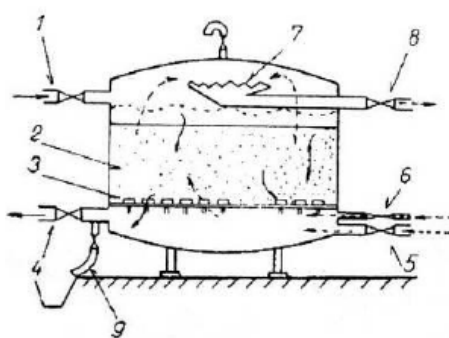
Podle směru průtoku lze rozdělit rychlofiltry s průtokem *shora dolů*, *zdola nahoru* a *oboustranným*. Nejběžnějším typem je otevřený rychlofiltr s průtokem shora dolů (obr. 3.2) Suspenze přitéká potrubím - 1 pod hladinou vody, protéká filtrační vrstvou - 2 a zezovacími hlavicemi uloženými na mezidně - 3 do prostoru pod mezidnem. Odtud odtéká potrubím - 4 do akumulární nádrže. Postup praní je znázorněn čárkami. Prací voda se přivádí pod mezidno potrubím - 5, prací vzduch potrubím - 6. Prací voda přepadá do žlabu - 7, odtéká do sběrného žlabu a odtud potrubím - 8 do odpadu. První filtrát po vyprání filtru (regeneraci) se odvádí potrubím - 9 rovněž do odpadu. [1]



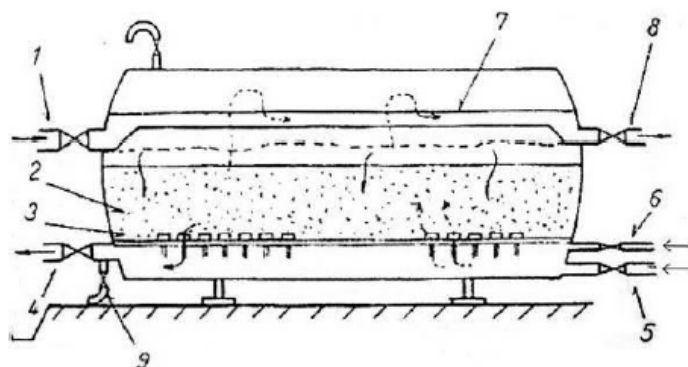
Obr. 3.2 Otevřený rychlofiltr [1]

Podle tlakového režimu rozdělujeme filtry na *otevřené* a *uzavřené (tlakové)*. U otevřených rychlofiltrů je k dispozici pro překonání odporu filtračního prostředí výška vodního sloupce mezi hladinou nad povrchem filtrační náplně a na výtoku za filtrem. Rozdíl vodního sloupce slouží k překonání odporu vrstvy, drenážní soustavy, odporu regulačního uzávěru a ztrát při proudění potrubím. Největší ztrátová výška ve vrstvě bývá zhruba 2 m. Otevřené rychlofiltry se na úpravách vody používají přednostně, protože jsou provozně zcela bezchybné.

V průmyslových úpravách vody se z ekonomických důvodů instalují tlakové filtry. Jedná se o vodotěsné uzavřené tlakové nádoby s osou umístěnou ve svislé (obr. 3.3) nebo vodorovné (obr. 3.4) poloze. Ztrátová výška u tlakových filtrů bývá zhruba do 5 m vodního sloupce s rychlostí filtrace až $40 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$. Pro úpravu pitné vody jsou tlakové filtry používány především pro zdroje povrchové vody. [1]



Obr. 3.3 Svislý tlakový filtr [1]



Obr. 3.4 Horizontální tlakový filtr [1]

3.5.6 Regenerace filtru

Zahájení regenerace filtrů je nutné provádět při:

- překročení tlakové ztráty (ztrátové výšky) ve filtrační náplni

- překročení zákalu ve filtrované vodě
- překročení limitního množství Al či Fe z koagulantu proniklého do filtrované vody
- překročení teoreticky přípustné doby filtračního cyklu (možnost zahánění organických látek ve filtračním loži)

V současné době se u otevřených filtrů používá dolního a horního praní. Existují v zásadě dva druhy otevřených rychlofiltrů s názvy **americký** a **evropský**. Způsob regenerace je jedním z rozhodujících rozlišení těchto filtrů. U filtrů amerického typu je praní filtrů horní i dolní vodou, přičemž není použit k praní vzduch. U evropských filtrů se nevyužívá horní způsob praní. Spodní praní je buď jen dolní vodou, nebo kombinované praní vodou i vzduchem ve třech fázích.

Regenerace amerického filtru, který má jemnější pískovou náplň o velikostech 0,5 – 1,0 mm lze shrnout celkem do třech pracích cyklů:

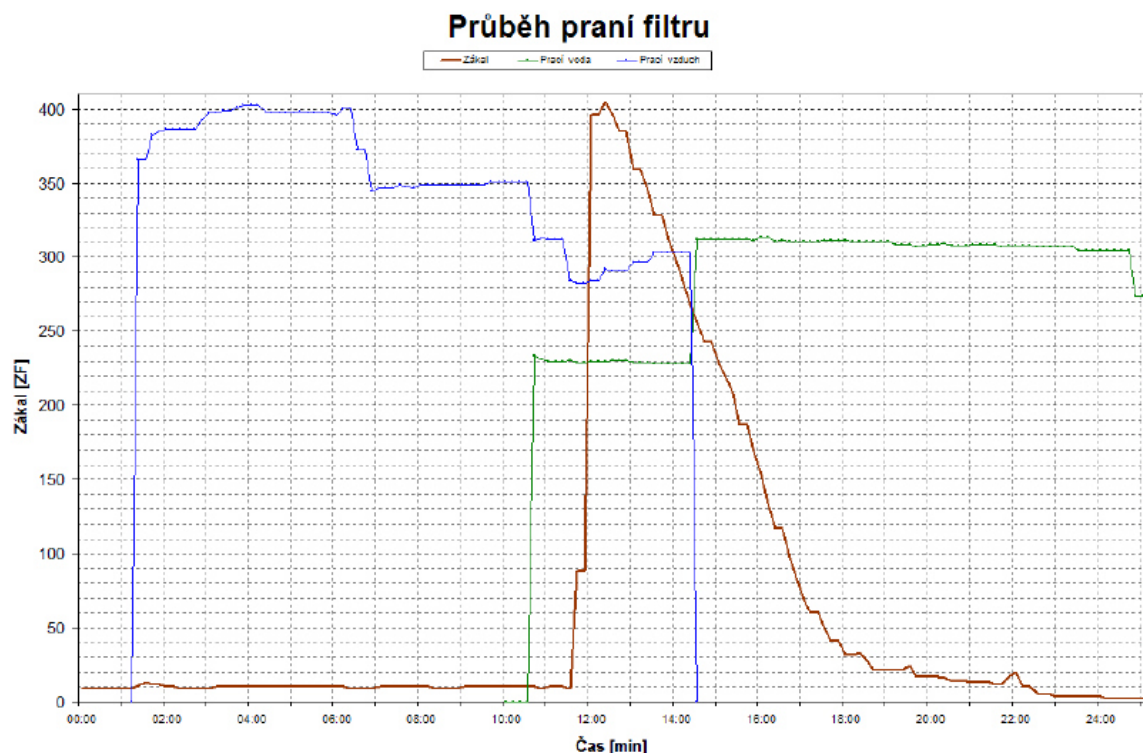
1. cyklus praní je horní, kdy po snížení hladiny vody nad náplní se vodními paprsky rozruší horní vrstva náplně. Doba praní je v rozmezí 2 – 4 minut. Voda se nad hladinou rozstříkuje tryskami na hydraulicky poháněném Segnerově kole umístěném nad hladinou ve filtru.
2. cyklus praní je horní a dolní, kdy je voda vháněna spodem do drenážního systému, dochází k expanzi pískové náplně a horní praní pokračuje do expandované náplně. Doba praní je v rozmezí 2 – 3 minut.
3. cyklus praní je již jen spodní, kdy se pod dobu 1 – 3 minut filtr dopírá.

Regenerace evropského filtru, který má zpravidla hrubší filtrační náplň o velikostech 1 – 2 mm má v klasickém uspořádání tři prací cykly:

1. cyklus praní vzduchem. Tlakový vzduch je vháněn vzduchovým roštem umístěným pod filtrační náplní a dochází k mechanickému otěru zrn písku. Doba praní je v rozmezí 3 – 5 minut o intenzitě $17 - 22 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$.
2. cyklus praní vzduchem a vodou. Intenzita vzduchu se snižuje na $10 - 15 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ a přidává se tlaková voda, která je vháněna vodním roštem umístěným pod filtrační náplní. Takto dochází k expanzi filtrační náplně. Intenzita prací vody je rozmezí $4 - 5 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$. Doba praní je 5 – 10 minut. Prací voda odtéká do odpadu prací vody.
3. cyklus praní je vodou, tzv. dopírání. Uzavře se přívod tlakového vzduchu a zvýší se intenzita prací vody na $6 - 8 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$. Doba praní je 10 – 20 minut. Expanse písku je 10 – 20%.

Popsané prací doby jsou teoretické a v praxi ve skutečnosti záleží na množství kalu zachyceného na filtrech a jeho struktuře. Doba praní vhodné poloprovozně odzkoušet. Účinnost praní musí dosáhnout 80 – 90%. Doba praní ovlivňuje ekonomiku provozu úpravny vody zejména v důsledku spotřeby prací vody.

Ztrátová výška po vyprání filtru nemá přesáhnout 0,2 – 0,3 m. [1]



Obr. 3.5 Graf účinnosti praní v závislosti na době praní [1]

3.5.7 Zafiltrování

Po ukončení regenerace filtru je filtr převeden do provozního režimu. V prvních minutách filtrace není filtrační náplň dostatečně usedlá a zůstávají v ní zbytky neodplavených nečistot. Po zahájení procesu filtrace je první filtrovaná voda ovlivněna touto skutečností a její kvalita nemá často parametry splňující na kvalitu filtrované vody. Je proto vhodné po dobu 3 – 5 minut provádět tzv. *zafiltrování*, kdy filtrovaná voda je pouštěna do odpadu. Po období zafiltrování je možno plnohodnotně realizovat proces filtrace. [1]

3.6 ODŽELEZOVÁNÍ A ODMANGANOVÁNÍ

Obsah sloučenin železa a manganu je patrný jak v podzemních, tak v povrchových vodách, avšak pouze u vod podzemních je možno zařadit železo a mangan do rozhodujícího, převážně přírodního znečištění jímané surové vody. U vod povrchových je železo do vody transformováno převážně z pramenů a podzemních zdrojů vody, které napájejí toky, údolní nádrže, či rybníky. Mangan je rovněž často transformován do povrchových zdrojů ze zdrojů podzemního napájení, avšak existuje i jeho forma organická vznikající z tlejících organických, zejména rostlinných látek v anaerobním prostředí při dně nádrží. Takto vzniklý mangan je pak uvolňován z dnových sedimentů při podzimní, či jarní recirkulaci vody v nádržích.

Fenomén železa a manganu je významnější u podzemních vod různého typu zvodní a z různých horizontů jímaní. Existence železa a manganu dosahuje různých hodnot obsahu a to od desetin mg.l^{-1} po desítky mg.l^{-1} . Prostředí, ve kterém se tyto sloučeniny nacházejí je převážně s pH v oblasti kyselá a přítomnost volného CO_2 je standartní.

Sloučeniny železa a manganu nejsou pro zdraví člověka a dalších konzumentů škodlivé, ale vytvářejí negativní technologický a organoleptický problém. Z hlediska technologického se jedná o vznik řady poruch (inkrustace) na zařízení a potrubí v důsledku jejich zanášení a ucpávání sraženinami železa a manganu po oxidaci jejich primární dvoumocné formy. Dvoumocné železo a mangan jsou v přírodním prostředí ve vodě rozpuštěny. Železo a mangan jsou v podzemní vodě obsaženy většinou společně, samostatný výskyt je ojedinělý.

Z hlediska organoleptických vlastností je výskyt železa a manganu velmi problémový. Již koncentrace železa či manganu v desetinách mg.l^{-1} způsobují pachové vjemy. Obsah železa či manganu způsobuje také změnu barvy vody. Při praní způsobuje zejména mangan skvrny na prádle.

Úprava vody s obsahem železa a manganu probíhá vždy ve dvou fázích. První fáze je oxidace (Fe^{2+} ; Mn^{2+}) na vyšší formu (mocenství). Takto vícemocné formy vytváří vločkovou suspenzi, která je z vody bez problémů separovatelná. Druhá fáze úpravy spočívá v separaci vysrážené vločkovité suspenze. U železa je to klasická separace na jednom či dvou separačních stupních, mangan je separovatelný při kontaktní oxidaci na zrnitém materiálu za přítomnosti katalyzátoru.

Způsoby oxidace pro odstraňování železa a manganu z vody jsou:

- oxidace vzdušným kyslíkem způsobem mechanického provzdušňování (kaskáda, vodní skok, prstencový vodní skok, vertikální provzdušňovací věže, horizontální provzdušňovací zařízení typu INKA, Bubla a další zařízení pro horizontální provzdušnění, turbína)
- oxidace chlorem
- oxidace manganistanem draselným
- oxidace ozonem

[1]

3.7 DOÚPRAVA VODY

Reálnými technologiemi doúpravy vody jsou v současnosti **ztvzrování** vody a **zušlechťování** vody. Pod pojmem **ztvzrování** vody si lze představit zvýšení tvrdosti vody. Proces **zušlechťování** vody je do úpravy zaváděn v podstatě ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že voda upravená v předcházejícím úpravárenském procesu nesplňuje bezezbytku veškeré nároky kladené na pitnou vodu, například vysokou úroveň organoleptických vlastností vody (chuť, pach, barva, svěžest vody a další) a druhým důvodem je, že i bezezbytku kvalitativně dosažený efekt úpravy vody chceme pojistit, či znásobit další technologií úpravy. Tím je zvyšována míra kvalitativní zabezpečení upravené vody a to i pro případ příchodu extrémních podmínek (například změna kvality vody při povodních apod.).

Ztvzrování vody: Tento proces se týká vod povrchových, které jsou v řadě případů měkké, jsou značně agresivní pro beton i ocel a mají značný deficit volného oxidu uhličitého. Deficit CO_2 neumožní zvýšení tvrdosti ani při dávkování vápna a vodu nelze uvést do vápenouhličité rovnováhy. U takové vody při desinfekci chlorem dochází k poklesu pH a v potrubí, nádržích a technologickém zařízení dochází za spolupůsobení

kyslíku ke korozi. Vedle korozivních vlastností vody není měkká voda z hlediska organoleptických vlastností vhodná pro pitné účely a z těchto důvodů je třeba v rámci doúpravy vody zařadit proces ztvrdování vody. Při procesu ztvrdování dochází ke zvýšení pH, tvrdosti a solnosti vody. Upravenou vodu je třeba obohatit o ionty Ca^{2+} a HCO_3^- . Oxid uhličitý lze do vody přidávat přímým, či nepřímým způsobem, přičemž nepřímý způsob se kombinuje s chemickým čiřením.

Zušlechťování vody: I po úspěšné úpravě vody v procesu jednostupňové nebo víceetapové úpravy vody se v upravené vodě mohou vyskytovat problémy organoleptického charakteru, zejména pachy a chuťové závady vody. Původní úroveň těchto negativních vlastností vyskytujících se v surové vodě se může za jistých okolností v důsledku chemické úpravy ještě zvýraznit.

Primární příčiny organoleptických závad jsou:

- u podzemních vod s obsahem železa a manganu ve vyšších koncentracích se objevují příchuť po těchto prvcích (trpkost apod.)
- v podzemních vodách je často obsažen sirovodík, bahenní plyny, metan a další
- u povrchových vod z nádrží je voda ovlivněna vegetativní činností živých mikroorganismů (období jejich sezónního rozvoje) a dále metabolity jejich činností
- u povrchových vod s nízkou hladinou a zabahněním dna jako jsou malé vodní nádrže a rybníky se vyskytují různé zápachy, například po rybině
- ovlivnění zejména povrchové vody v důsledku vypouštění vod z průmyslové výroby a to i po jejich vyčištění

Existují v zásadě dva typy metod pro odstraňování pachů a příchutí z upravené vody:

1. metody **fyzikální**, které využívají těkavosti pachotvorných látek a jejich schopnosti se adsorbovat na povrchově aktivních látkách (filtrace přes aktivní uhlí, metoda provzdušňování)
2. metody **chemické**, jimiž pachy odstraňujeme tzv. překrýváním a tím je měníme v jiné formy (oxidace chlorem, oxidem chloričitým, manganistanem draselným nebo ozonem)
3. metody **kombinované**, tj. chemické a fyzikální

[1]

3.8 DESINFEKCE

Desinfekce bývá obvykle posledním krokem úpravy pitné vody a proto má zásadní vliv na její kvalitu. Desinfekci lze považovat za součást doúpravy vody.

Účelem desinfekce je hygienické zabezpečení pitné vody, tzn. především usmrcení choroboplodných zárodků, jako jsou bakterie a viry a také prevence před jejich výskytem v pitné vodě.

Ve vodárenství mohou být používány **chemické** nebo **fyzikální** postupy za nasazení chemických činidel na bázi chloru nebo bezchlorových činidel.

- na bázi chloru:
 - plynný chlór Cl_2
 - oxid chloričitý (chlordioxin) ClO_2
 - chlornan sodný NaClO
 - chlorové vápno
 - chloramin
- bezchlorových:
 - ozón O_3
 - UV záření
 - oligodynamické účinky kovů

Jednotlivá desinfekční činidla se vyznačují různou účinností, která závisí na vlastnostech vody, na druhu a počtu organismů, bakterií a virů přítomných ve vodě a na jejich odolnosti vůči desinfekčním činidlům. Účinnost je také přímo úměrná dávce a době působení desinfekčního činidla.

Použití některých desinfekčních činidel s sebou však přináší i nežádoucí účinky – tvorbu vedlejších produktů, které jsou v pitné vodě nežádoucí. Vznik těchto vedlejších produktů ovlivňuje přítomnost tzv. prekursorů (humínové látky, řasy, amoniak, ...) v upravované vodě, dávka desinfekčního činidla, pH a také teplota vody. Nejznámější skupinou vedlejších produktů desinfekce vody představují trihalogenmethany (chloroform). Výskyt většiny vedlejších produktů desinfekce v pitné vodě je spojen s použitím chlóru a jeho sloučenin. [1]

4 PRÁCE NA KATALOGU ÚPRAVEN VODY

V této kapitole se zabývám průběhem práce na připravovaném katalogu od počátku až po konečné zpracování získaných dat.

4.1 TVORBA DOTAZNÍKU

Prvním úkolem bylo vytvoření přehledného dotazníku k získání potřebných informací. Dotazník byl vytvořen v programu Microsoft Excel, ve formátu .xls a to z důvodu snadného odeslání přes email, snadné šiřitelnosti a v poslední řadě také snadného vyplnění. Druhou variantou bylo vyplnění stejného dotazníku, avšak v online formě na stránkách www.drive.google.com, které umožňují vyplňujícím pohodlnější a rychlejší formu vyplnění.

V rámci dotazníku jsem se snažil zahrnout všechny základní parametry tak, aby podaly komplexní představu o uvedených úpravách vody (základní a technologické). Jednotlivé parametry a dotazy, které byly v dotazníku zaznamenány, byly průběžně konzultovány s vedoucím bakalářské práce, Ing. Tomášem Kučerou, Ph.D.

4.2 KATALOGOVÉ INFORMACE

Jak je uvedeno výše, katalog má dva základní okruhy otázek. První oblast se týkala *základních údajů*. Předmětem zjišťování byly tyto údaje:

- název úpravy vody (celé a přesné označení)
- provozovatel a vlastník (pro účely ujasnění vlastnického a provozního práva dané úpravy vody)
- adresa a kontakt (telefon, emailová adresa)
- datum uvedení do provozů (ostrý a zkušební)

Předmětem zjišťování technologických údajů bylo zejména:

- technologie úpravy (zatřídění úpravy vody do jedné ze čtyř kategorií)
- technologické (úpravárenské) procesy (koagulace, sedimentace, flotace a jiné)
- kapacita úpravy v litrech za sekundu (průměrná a maximální)
- zdroj surové vody (povrchový nebo podzemní)
- vydatnost zdrojů surové vody v litrech za sekundu
- kategorie surové vody (dle vyhlášky č. 428/2001 Sb.)
- způsob odběru surové vody
- doba akumulace v hodinách
- znečištění v surové vodě
- dávkované chemikálie
- zásobované oblasti

- počet zásobovaných obyvatel
- rok poslední rekonstrukce
- vlastní spotřeba vody (v %)
- druh provozu úpravny
- počet zaměstnanců (obsluha stálá, dočasná a dálková)

4.3 ZÍSKÁNÍ KONTAKTŮ, ODESLÁNÍ DOTAZNÍKŮ

V první řadě bylo potřeba zvážit, jaké úpravny vody budou zahrnuty do katalogu. Výběr probíhal dle kapacity, která byla stanovena primárně nad $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a značný vliv také měla priorita dané úpravny. Kontakty na jednotlivé provozy byly hledány přes internetový portál www.vodovod.info a také na stránkách jednotlivých vodohospodářských společností. Negativní zkušeností při hledání kontaktů na webových stránkách jednotlivých vodohospodářských společností bylo obtížné dohledání kontaktů na jednotlivé provozy. Veškerou komunikaci jsem byl obvykle nucen řešit přes centrálu společnosti. Dalším problémem při získávání informací byla neochota odpovědných osob poskytnout potřebné informace. Odpovědi na dotazy byly pouze v omezeném rozsahu.

V žádostech rozesílané emailem, byl výše zmíněný dotazník vložen jako příloha. Dále se zde nacházel i průvodní dopis, ve kterém jsem se obracel na vedení společnosti s vysvětlením mých požadavků a dále s prosbou o poskytnutí materiálů či vyplnění dotazníku sloužící pro účely bakalářské práce. Vzor dopisu je v příloze 3 bakalářské práce.

Tři týdny po rozeslání žádostí se ozvala třetina dotázaných společností. Ostatní společnosti jsem opětovně kontaktoval s prosbou ohledně požadovaných informací. U společností, které nevyhověly mé žádosti ani po druhém emailu, jsem byl nucen získat požadované údaje z informačních materiálů, vodohospodářských ročenek a internetových stránek jednotlivých společností. V rámci získávání potřebných informací jsem se také osobně vydal na dvě úpravny vody a to konkrétně do Kroměříže a do Bedřichova, kde jsem měl možnost se v rámci exkurze podívat do jednotlivých provozů. Podrobnější popis exkurzí uvádím v následující kapitole.

5 EXKURZE

V rámci získávání informací a dat pro bakalářskou práci se mi naskytla příležitost osobně navštívit dva ze zpracovávaných objektů úpraven vody s možností nahlédnutí do provozů. Jednalo se konkrétně o nově zrekonstruovanou úpravnu vody v Kroměříži a úpravnu vody v Bedřichově, která v současné době prochází rekonstrukcí za téměř 200 milionů korun.

První návštěva proběhla v rámci školní exkurze na úpravně vody v Kroměříži. Úpravna byla vybudována pro potřebu úpravy surové vody z jímacího území Hradisko, Postoupky, Miňuvky, Podzámecká zahrada, Břest, Břetský les, Plešovec a Hulín. Úpravna vody je v provozu více než 35 let. V tomto období zde bylo provedeno několik dílčích rekonstrukcí. V současné době lze tuto provozovnu zahrnout jako jednu z nejmodernějších úpraven vody v České republice, jelikož v roce 2012 - 2013 prošla poslední modernizací za téměř 182 milionů korun. V rámci rekonstrukce se nahradilo zastaralé strojní vybavení v celém rozsahu novým zařízením s výjimkou dříve rekonstruovaného zařízení na dávkování plynného chlóru a míchadel ve flokulaci. Podstatnou změnou v technologii úpravy je nahrazení zastaralé metody úpravy vody vápenný mlékem, moderní metodou ozonizace. Hlavním cílem rekonstrukce bylo snížení provozních nákladů na provozování úpraveny vody, vyšší zabezpečení a spolehlivost v dodávce vody a její kvalitě. Vlastníkem úpraveny je město Kroměříž a za provoz zodpovídá Vodovody a kanalizace Kroměříž a.s.

V novém technologickém uspořádání se surové vody čerpané z pramenišť směšují s plynným ozonem. Směšování ozonu se surovou vodou se provádí ve statických mísičích ve dvou paralelních linkách s využitím jedné, případně dvou linek, v závislosti na požadovaném množství upravované vody. Voda po nadávkování ozonu odtéká do reakční nádrže, kde dochází k velmi rychlé reakci ozonu s železnatými a manganatými ionty, které se ze surové vody musí odstranit. Za reakční nádrží již takto upravená voda nesmí obsahovat zbytkový ozon, protože dále je přiváděna do otevřené sekce míchání, které je součástí prvního separačního stupně. Pomalé míchání s otevřenou hladinou je dvoukomorové, opatřené pádlovými míchadly v horizontálním uspořádání. Obě komory jsou oddělené normou stěnou s kruhovými otvory tak, aby docházelo k samostatnému pomalému míchání upravované vody v obou komorách. Prvním separačním stupněm tvoří dvě paralelní linky, kde nejprve v sekci flokulace probíhá tvorba mikrovláček polyhydroxidů železa a manganu a tato přechází v sedimentaci, v níž dochází k usazování vytvořených vláček na dně sedimentačních nádrží. Sedimentovaný kal je průběžně stahovaný shrabovacími lištami řetězového dopravníku tak, aby mohl být jednorázově odpuštěný do zahušťovacích nádrží. Z prvního separačního stupně odtéká voda do druhého separačního stupně, kterým jsou nově instalované čtyři otevřené pískové rychlofiltry s unikátním, nově řešeným nerezovým zcezovacím systémem bez použití meziden.

Voda z filtrů je odváděna na nově instalované aerační věže, kde dochází k odvětrání oxidu uhličitého z již upravené vody. Závěrečná úprava vody aerací má také významný vliv pro zlepšení organoleptických vlastností (barva, zákal, průhlednost, pach, teplota) upravené vody. Po aeraci se voda podrobuje hygienickému zabezpečení, které se provádí dávkováním plynného chlóru. Voda po úpravě odtéká jednokomorové akumulární nádrže o objemu 2400 m³. Z akumulární nádrže je voda čerpána do řídicího vodojemu Barbořina. Upravenou vodou je zásoben celý okres Kroměříž a obec Nezamyslice, tedy cca 100 000 obyvatel. [5]



Obr. 5.1 ÚV Kroměříž – vzhled objektu



Obr. 5.2 ÚV Kroměříž – sed. nádrže



Obr. 5.3 ÚV Kroměříž – flok. nádrže



Obr. 5.4 ÚV Kroměříž – odtok. žlab



Obr. 5.5 ÚV Kroměříž – aerační věže

Druhá exkurze proběhla na úpravně vody v Bedřichově a to při příležitosti mé osobní návštěvy. Úpravna vody je majetkem Severočeské vodárenské společnosti, a.s. a je provozována provozní společností Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

Historie zásobování vodou sahá až do roku 1566, kdy byl pro město Liberec vybudován nový přivaděč z Vysokého vrchu přímo do středu města. Avšak přívod čisté vody nestačil nárokům růstu města a proto se po tyfové epidemii v roce 1886 naplno rozběhla diskuze o zásobení pitnou vodou. Výstavba největšího vodárenského systému regionu, „Oblastní vodovod Liberec – Jablonec nad Nisou“ byla zahájen a v roce 1950. V roce 1967 začala výstavba přehradní nádrže Josefův Důl, která slouží jako hlavní zdroj surové vody pro úpravnu vody v Bedřichově. [8]

V současném technologickém uspořádání je jako hlavní zdroj surové vody přehradní nádrž Josefův Důl na řece Kamenici v Jizerských horách, odkud je surová voda vedena štolovým přivaděčem pomocí samospádu přímo na úpravnu vody v Bedřichově. Zde voda putuje do reakční nádrže, kde dochází k rychlomíšení, což je dokonalé promíchání několika látek se surovou vodou. V reakční nádrži protéká voda systémem děrovaných norných stěn, kde dochází ke koagulaci. Jediným separačním stupněm na úpravně jsou pískové rychlofiltry. Po filtrování přichází na řadu pouze doúprava vody, kde se upraví tvrdost a konečná zdravotní nezávadnost.



Obr. 5.6 ÚV Bedřichov – dávkování vápna



Obr. 5.7 ÚV Bedřichov – ot. rychlofiltry

6 KATALOG

Pro katalog bylo zpracováno celkem 22 úprav vody, kde jsou hrnuty základní informace o jednotlivých objektech. Počet výsledných informací není u všech úprav vody shodný z důvodu neúplnosti poskytnutých informací. Chybějící informace byly dohledávány prostřednictvím internetu. Katalog obsahuje jak největší úpravnu v České republice, kterou je Želivka, tak také tu nejmodernější, za kterou je považována úpravna vody v Kroměříži.

6.1 ÚPRAVNA VODY ŠVAŘEC

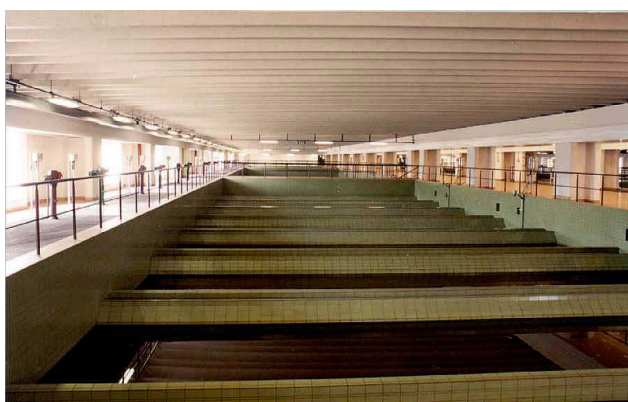
Úpravna vody Švařec je ve vlastnictví Vírského oblastního vodovodu s.m.o. a provozuje ji firma Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. Do ostrého provozu byla uvedena v roce 2002. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací o maximální kapacitě 1150 l.s^{-1} . V rámci technologické úpravy je zařazena preonizace, koagulace, písková filtrace, GAU filtrace, úprava pH, desinfekce a akumulace. Jako zdroj vody slouží přehrada Vír I o jakosti vydatnosti 1800 l.s^{-1} a kvalitou surové vody A2. Hlavní znečištění v surové vodě je eutrofizace. Mezi dávkovanými chemikáliemi lze najít síran hlinitý, ozon, vápennou vodu, chlor a oxid chloričitý. Upravená voda je vedena štolovým přivaděčem do vodojemu, odkud zásobuje oblast Brna.



Obr. 6.1 ÚV Švařec – turbína



Obr. 6.2 ÚV Švařec – letecký pohled



Obr. 6.3 ÚV Švařec – hala filtrů



Obr. 6.4 ÚV Švařec – test kvality vody

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Švařec	
<i>Provozovatel:</i>	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.	
<i>Vlastník:</i>	Vírský oblastní vodovod, s.m.o.	
<i>Adresa:</i>	Švařec 41	
<i>Kontakt:</i>	+420 606 758 330	
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> 2000	<i>ostrý:</i> 2002

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvoustupňová separace	
<i>Technologické procesy:</i>	Preonizace, koagulace, písková filtrace, GAU filtrace, úprava pH, desinfekce, akumulace	
<i>Kapacita úpravný:</i>	<i>průměr:</i> 800 l.s ⁻¹	<i>maximum:</i> 1150 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – Vír I.	
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	1800 l.s ⁻¹	
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2	
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Přehrada	
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Eutrofizace	
<i>Dávované chemikálie:</i>	síran hlinitý, vápenná voda, chlor, oxid chloričitý	
<i>Doba akumulace:</i>	podle provozu	
<i>Zásobované oblasti:</i>	Brno	
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	408 562	
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2006	
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Štolový přivaděč	
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	10 %	
<i>Provoz:</i>	Přerušovaný	
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> 11	<i>dočasná:</i> 5

6.2 ÚPRAVNA VODY MOSTIŠTĚ

Úpravnu vody Mostiště má ve vlastnictví Svaz vodovodů a kanalizací Žďársko a provozuje ji Vodárenská akciová společnost, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1964 a v současné době je zde prováděna rekonstrukce. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací, která by po rekonstrukci měla být vícestupňová. Současná maximální kapacita je 220 l.s^{-1} . V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, flotace, písková filtrace a desinfekce. Zdroj surové vody je povrchový s vydatností 220 l.s^{-1} s kvalitou surové vody přesahující kategorii A3. Hlavní znečištění v surové vodě jsou organické látky a mangan. Dávkované chemikálie jsou například síran železitý a vápenný hydrát. Upravená voda je následně čerpána do vodojemů, odkud je zásobeno celkem cca 80 000 obyvatel.



Obr. 6.5 ÚV Mostiště – flotační jednotka



Obr. 6.6 ÚV Mostiště – saturátor



Obr. 6.7 ÚV Mostiště – kaskáda



Obr. 6.8 ÚV Mostiště – pískové filtry

[zdroj: Kulíšek]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Mostiště
<i>Provozovatel:</i>	Vodárenská akciová společnost, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Svaz vodovodů a kanalizací Žďársko
<i>Adresa:</i>	ÚV Mostiště, Vídeň
<i>Kontakt:</i>	+420 566 53 53 00, uvmostiste@vaszr.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> 1964 <i>ostrý:</i> 1965

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvouступňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, flotace, písková filtrace, desinfekce
<i>Kapacita úpravný:</i>	<i>průměr:</i> 100 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 220 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový.
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	220 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	> A3
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Hrázový odběr, 3 horizonty
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Org. látky, biologické oživení, mangan, mikropopulanty
<i>Dávkované chemikálie:</i>	síran železitý, vápenný hydrát, chlor, oxid chloričitý, manganistan draselný, síran amonný
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Vodárenská soustava JZ Moravy, SV Žďársko
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	cca 80 000
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2014
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště):</i>	Čerpání do vodojemů
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	4 %
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> -

6.3 ÚPRAVNA VODY VÍR

Úpravnu vody Vír má ve vlastnictví Svaz vodovodů a kanalizací Žďársko a provozuje ji Vodárenská akciová společnost, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1964 a v současné době je prováděna rekonstrukce. Jedná se o úpravnu vody s jednodušňovou separací. Současná maximální kapacita je $200 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, písková filtrace a desinfekce. Zdroj surové vody je povrchový s vydatností $150 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ s kvalitou surové vody přesahující kategorii A3. Hlavní znečištění v surové vodě jsou organické látky a mangan. Dávkované chemikálie jsou například síran hlinitý a vápenný hydrát a chlor. Upravená voda je následně čerpána do vodojemů, odkud je zásobeno celkem cca 50 000 obyvatel.



Obr. 6.9 ÚV Vír – dávkování chlordioxinu



Obr. 6.10 ÚV Vír – dávkování vápna



Obr. 6.11 ÚV Vír – pískové filtry



Obr. 6.12 ÚV Vír – rozvody pod filtry

[zdroj: Kulíšek]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Vír
<i>Provozovatel:</i>	Vodárenská akciová společnost, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Svaz vodovodů a kanalizací Žďársko
<i>Adresa:</i>	ÚV Vír, Vír
<i>Kontakt:</i>	+420 566 57 51 31, provozby@vaszr.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> 1964 <i>ostrý:</i> 1965

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, písková filtrace, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>průměr:</i> 40 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 200 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	150 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	> A3
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Hrázový odběr, 3 horizonty
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Org. látky, biologické oživení, mangan, mikropopulanty
<i>Dávkované chemikálie:</i>	síran hlinitý, vápenný hydrát, chlor, oxid chloričitý, manganistan draselný, síran amonný, oxid uhličitý, ozon
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Vodárenská soustava JZ Moravy, SV Žďársko
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	cca 50 000
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	1989
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Čerpání do vodojemů
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	2 %
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ano <i>dálková:</i> ano

6.4 ÚPRAVNA VODY PLZEŇ

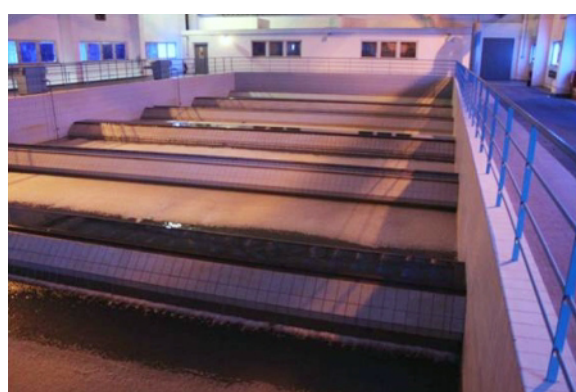
Úpravnu vody Plzeň má ve vlastnictví statutární město Plzeň a provozuje ji Vodárna Plzeň, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1996 a v současné době je zde prováděna rekonstrukce. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací. Současná maximální kapacita je 1000 l.s^{-1} . V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, sedimentace, písková filtrace, ozonizace, zušlechtnění vody a desinfekce. Zdrojem surové vody je řeka Úhlava s vydatností 1100 l.s^{-1} s kvalitou surové vody přesahující kategorii A3. Hlavní znečištění v surové vodě jsou organické a biologické látky, pesticidy, zákal a barva. Dávkové chemikálie jsou například síran hlinitý a vápenný hydrát a chlor. Upravená voda je následně čerpána do vodojemů, odkud je zásobeno celkem 153 698 obyvatel.



Obr. 6.13 ÚV Plzeň – hlavní hala



Obr. 6.14 ÚV Plzeň – letecký pohled



Obr. 6.15 ÚV Plzeň – pískové filtry

[zdroj: www.sweco.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody v Plzni, ÚV III	
<i>Provozovatel:</i>	Vodárna Plzeň, a.s.	
<i>Vlastník:</i>	Statutární město Plzeň	
<i>Adresa:</i>	Malostranská 2, 317 68, Plzeň	
<i>Kontakt:</i>	+420 377 413 222, mail@vodarna.cz	
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> 1996	<i>ostrý:</i> 1997

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvouступňová separace	
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, sedimentace, písková filtrace, desinfekce	
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>průměr:</i> 500 l.s ⁻¹	<i>maximum:</i> 1000 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – řeka Úhlava	
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	1100 l.s ⁻¹	
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	> A3	
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Břehový objekt	
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Biologické oživení, pesticidy, zákal, CHSK	
<i>Dávkované chemikálie:</i>	Síran hlinitý, vápenný hydrát, chlor, oxid uhličitý, aktivní uhlí	
<i>Doba akumulace:</i>	8 hodin	
<i>Zásobované oblasti:</i>	Plzeň a okolí	
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	153 698	
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2013	
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Čerpání do vodojemů	
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	4,17 %	
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý	
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> 4	<i>dočasná:</i> 40

6.5 ÚPRAVNA VODY KROMĚŘÍŽ

Úpravnu vody Kroměříž má ve vlastnictví statutární město Kroměříž a provozuje ji Vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1978. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací. Současná maximální kapacita je 220 l.s^{-1} . V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, sedimentace, oxidace, filtrace, aerace a desinfekce. Zdroj surové vody je podzemní s vydatností až 250 l.s^{-1} s kvalitou surové vody je kategorie A1. Hlavní znečištění v surové vodě je železo, mangan a oxid uhličitý. Dávkované chemikálie jsou například síran hlinitý a ozon. Upravená voda je následně čerpána do vodojemů, odkud je zásobeno cca 100 000 obyvatel.



Obr. 6.16 ÚV Kroměříž – vstrojení provozu



Obr. 6.17 ÚV Kroměříž – flokulace, sedimentace



Obr. 6.18 ÚV Kroměříž – areál úpravny

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Kroměříž
<i>Provozovatel:</i>	Vodovody a kanalizace Kroměříž, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Město Kroměříž
<i>Adresa:</i>	Kojetínská 366, Kroměříž 76711
<i>Kontakt:</i>	vak.km@vak-km.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1978

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvoustupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Oxidace, separace, sedimentace, filtrace, aerace, zabezpečení
<i>Kapacita úpravný:</i>	<i>průměr:</i> 115 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 220 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní – několik zdrojů
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	220 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A1
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Železo, mangan, oxid uhličitý
<i>Dávkované chemikálie:</i>	ozon, chlor
<i>Doba akumulace:</i>	4 hodiny
<i>Zásobované oblasti:</i>	Oblast Kroměříž
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	cca 100 000
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2013
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Čerpání do vodojemů
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> 5 <i>dočasná:</i> -

6.6 ÚPRAVNA VODY HRADEC KRÁLOVÉ

Úpravnu vody Kroměříž má ve vlastnictví Vodovody a kanalizace Hradec Králové, a.s. a provozuje ji Královehradecká provozní, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1963. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací. Současná maximální kapacita je 300 l.s^{-1} . V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, alkalizace, flotace, filtrace, GAU a desinfekce. Zdroje surové vody jsou podzemní i povrchové s vydatností až 270 l.s^{-1} . Hlavní znečištění v surové vodě je u povrchového zdroje zákal. Upravená voda zásobuje Hradec Králové a okolí.



Obr. 6.19 ÚV Hradec Králové – hala filtrů [zdroj: www.vodohospodarske-stavby.cz]



Obr. 6.20 ÚV Hradec Králové – armatury [zdroj: www.vakhk.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Hradec Králové
<i>Provozovatel:</i>	Královehradecká provozní, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Vodovody a kanalizace Hradec Králové, a.s.
<i>Adresa:</i>	Víta Nejedlého 893, Hradec Králové 3
<i>Kontakt:</i>	info@khp.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1963

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvoustupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Předozonizace, koagulace, alkalizace, GAU, flotace, filtrace doozonizace, desinfekce
<i>Kapacita úpravy:</i>	<i>průměr:</i> 150 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 300 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní – oblast Litá Povrchový – řeka Orlice
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	270 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	-
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání, jímací objekt
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Zákal
<i>Dávkované chemikálie:</i>	ozon, chlor
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Hradec Králové a okolí
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2012
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště):</i>	-
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> - <i>dočasná:</i> -

6.7 ÚPRAVNA VODY KÁRANÝ

Úpravnu vody Káraný má ve vlastnictví Pražská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Veolia voda. Do provozu byla uvedena roku 1914. Současná maximální kapacita je 900 l.s^{-1} . Zdroje surové vody jsou podzemní i povrchové s vydatností až 1800 l.s^{-1} . Upravená voda zásobuje Prahu a okolí.



Obr. 6.21 ÚV Káraný – vnější pohled [zdroj: www.karany.cz]



Obr. 6.22 ÚV Káraný – původní čerpadla [zdroj: www.wikipedia.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Káraný
<i>Provozovatel:</i>	Veolia voda
<i>Vlastník:</i>	Pražská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	Hlavní 22, Káraný
<i>Kontakt:</i>	www.pvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1914

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvoustupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Otevřený rychlofiltr
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>průměr:</i> 700 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 900 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní – 200 vrtaných studen Povrchový – řeka Jizera
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	1800 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	-
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Břehový odběr, vrtané studny
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkové chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Praha a okolí
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2012
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Výtlač
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> - <i>dočasná:</i> -

6.8 ÚPRAVNA VODY ŽELIVKA

Úpravnu vody Želivka má ve vlastnictví Úpravna vody Želivka, a.s. a provozuje ji Pražské vodododavatelství a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1972. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Současná maximální kapacita je 7000 l.s^{-1} . V rámci úpravy vody je zařazena koagulace, filtrace, ozonizace a desinfekce. Zdroj surové vody je nádrž Švihov. Hlavní znečištění v surové vodě zvýšený obsah dusičnanů. Upravená voda zásobuje Prahu a okolí.



Obr. 6.23 ÚV Želivka – celkový pohled [zdroj: www.praha.eu]



Obr. 6.24 ÚV Želivka – hala filtrů [zdroj: www.praha.idnes.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Želivka
<i>Provozovatel:</i>	Pražské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Úpravna vody Želivka, a.s.
<i>Adresa:</i>	Hulice 106, Trhový Štěpánov
<i>Kontakt:</i>	www.pvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1972

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, filtrace, ozonizace
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>průměr:</i> - $1.s^{-1}$ <i>maximum:</i> $7000 l.s^{-1}$
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – nádrž Švihov
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- $1.s^{-1}$
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	-
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Věžový odběr
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	Zvýšený obsah dusičnanů
<i>Dávkové chemikálie:</i>	Síran hlinitý, vápenný hydrát, chlor, manganistan draselný
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Praha a okolí
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2012
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Tlakový přivadeč
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> - <i>dočasná:</i> -

6.9 ÚPRAVNA VODY KAROLINKA

Úpravnu vody Karolinka provozuje Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1986. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Současná maximální kapacita je $250 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V rámci úpravy vody je filtrace a desinfekce. Zdroj surové vody je nádrž Karolinka s kategorií surové vody A1. Dávkované chemikálie jsou například síran hlinitý, vápenný hydrát a plynný chlor. Upravená voda zásobuje Vsetín a okolí.



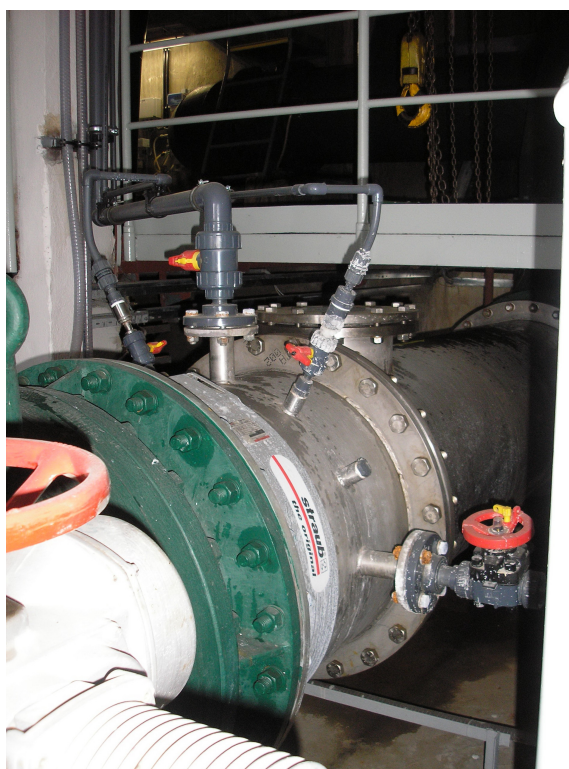
Obr. 6.25 ÚV Karolinka –boční pohled



Obr. 6.26 ÚV Karolinka –hala filtrů



Obr. 6.27 ÚV Karolinka –rozpuštěcí nádrže



Obr. 6.28 ÚV Karolinka –statický míšič

[zdroj: Kulíšek]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Karolinka
<i>Provozovatel:</i>	Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.
<i>Vlastník:</i>	-
<i>Adresa:</i>	Jasenická 1106, Vsetín
<i>Kontakt:</i>	vakvs@vakvs.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1986

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

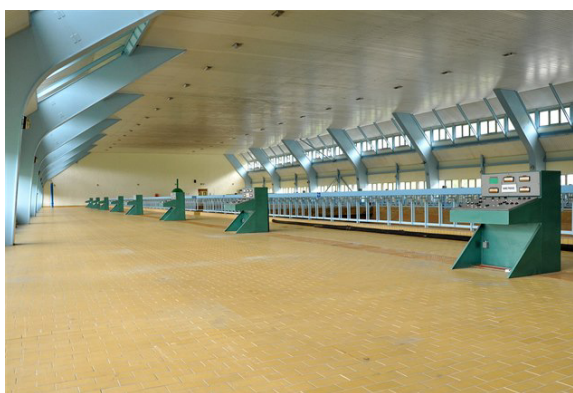
<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, filtrace, ozonizace
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>průměr:</i> 150 l.s ⁻¹ <i>maximum:</i> 250 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – nádrž Karolinka
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	350 l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A1
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Věžový odběr
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávované chemikálie:</i>	Síran hlinitý, vápenný hydrát, chlor, oxid chloričitý, akt. uhlí
<i>Doba akumulace:</i>	4,17 hodiny
<i>Zásobované oblasti:</i>	Vsetín a okolí
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2003
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště):</i>	-
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> - <i>dočasná:</i> -

6.10 ÚPRAVNA VODY BEDŘICHOV

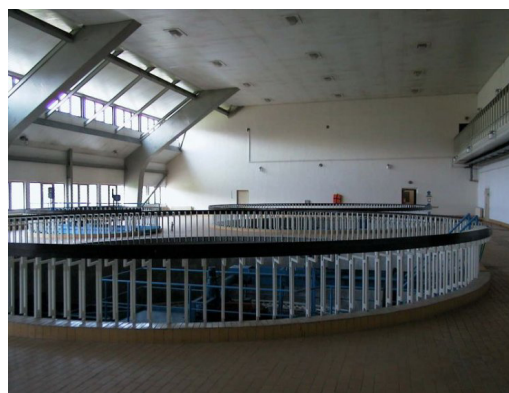
Úpravnu vody Bedřichov má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1993. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 860 l.s^{-1} . Zdroj surové vody je nádrž Josefův Důl. Surová voda spadá do kategorie větší než A3. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť). Upravená voda zásobuje Liberec, Jablonec nad Nisou a okolí.



Obr. 6.29 ÚV Bedřichov –celkový pohled [zdroj: www.zena.janov.sweb.cz]



Obr. 6.30 ÚV Bedřichov –hala filtrů



Obr. 6.31 ÚV Bedřichov –míchací nádrž

[zdroj: www.svs.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Bedřichov
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1993

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

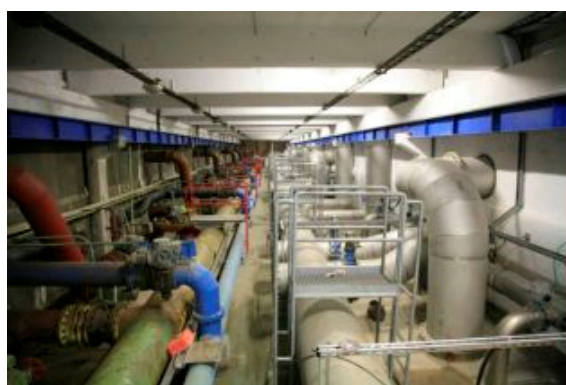
<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Koagulace, filtrace, desinfekce
<i>Kapacita úpravný:</i>	<i>maximum:</i> 860 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – nádrž Josefův Důl
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- 1.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	> A3
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Věžový odběr
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávované chemikálie:</i>	Chlor, oxid uhličitý, vápenný hydrát
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	Liberec, Jablonec a okolí
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	2014
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Gravitačně
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> 1 <i>dočasná:</i> -

6.11 ÚPRAVNA VODY HRADIŠTĚ

Úpravnu vody Hradiště má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1976. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 1050 l.s^{-1} . Surová voda spadá do kategorie A3. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).



Obr. 6.32 ÚV Hradiště –míchací nádrže



Obr. 6.33 ÚV Hradiště – armatury



Obr. 6.34 ÚV Hradiště –filtry



Obr. 6.35 ÚV Hradiště – armatury

[zdroj: www.smp.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Hradiště
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1976

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 1050 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – nádrž Přísečnice
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- 1.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A3
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	-
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Gravitačně
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.12 ÚPRAVNA VODY HŘENSKO

Úpravnu vody Hřensko má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1978. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je $150 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Surová voda je odebírána z podzemního zdroje a spadá do kategorie A2. Upravená voda putuje výtlačkem do vodojemu (spotřebiště).



Obr. 6.36 ÚV Hřensko – celkový pohled [zdroj: www.gracecz.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

Název: Úpravna vody Hřensko
Provozovatel: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
Vlastník: Severočeská vodárenská společnost, a.s.
Adresa: -
Kontakt: +420 840 111 111, info@scvk.cz
Rok uvedení do provozů: zkušební: - ostrý: 1978

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

Technologie úpravy: Jednostupňová separace
Technologické procesy: Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
Kapacita úpravny: maximum: 150 l.s⁻¹
Zdroj surové vody: Podzemní
Vydatnost zdrojů surové vody: - 1.s⁻¹
Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.): A2
Způsob jímání surové vody: Čerpání
Hlavní znečištění v surové vodě: -
Dávkované chemikálie: -
Doba akumulace: -
Zásobované oblasti: -
Počet zásobených obyvatel: -
Poslední rekonstrukce: -
Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť): Výtlak
Vlastní spotřeba vody: -
Provoz: Nepřetržitý
Obsluha: trvalá: ano dočasná: ne dálková: nikdy

6.13 ÚPRAVNA VODY CHŘIBSKÁ

Úpravnu vody Chřibská má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1978. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 100 l.s^{-1} . Surová voda je odebírána z povrchového a podzemního zdroje a spadá do kategorie A2 pro oba odběry. Upravená voda putuje gravitačně a výtlačkem do vodojemu (spotřebišť).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Chřibská
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1980

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 100 l.s^{-1}
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní Povrchový – nádrž Chřibská
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- 1 l.s^{-1}
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání a věžový odběr
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Výtlač i gravitačně
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.14 ÚPRAVNA VODY JIRKOV

Úpravnu vody Jirkov má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1970. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací. Projektovaná kapacita je $250 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Surová voda je odebírána z povrchového zdroje a spadá do kategorie A2. Upravená voda putuje výtlačkem do vodojemu (spotřebišť).



Obr. 6.37 ÚV Jirkov – vstrojení úpravní



Obr. 6.38 ÚV Hradiště – hala s filtry



Obr. 6.39 ÚV Hradiště – míchací nádrž

[zdroj: www.svs.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

Název: Úpravna vody Jirkov
Provozovatel: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
Vlastník: Severočeská vodárenská společnost, a.s.
Adresa: -
Kontakt: +420 840 111 111, info@scvk.cz
Rok uvedení do provozů: zkušební: - ostrý: 1970

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

Technologie úpravy: Dvoustupňová separace
Technologické procesy: Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
Kapacita úpravny: maximum: 240 l.s⁻¹
Zdroj surové vody: Povrchový
Vydatnost zdrojů surové vody: - 1.s⁻¹
Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.): A2
Způsob jímání surové vody: Gravitační
Hlavní znečištění v surové vodě: -
Dávkové chemikálie: -
Doba akumulace: -
Zásobované oblasti: -
Počet zásobených obyvatel: -
Poslední rekonstrukce: -
Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště): Výtlak
Vlastní spotřeba vody: -
Provoz: Nepřetržitý
Obsluha: trvalá: ano dočasná: ne dálková: nikdy

6.15 ÚPRAVNA VODY LITVÍNOV - ŠUMNÁ

Úpravnu vody Litvínov – Šumná má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1982. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 300 l.s⁻¹. Surová voda je odebírána z povrchového zdroje a spadá do kategorie A2. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Litvínov - Šumná
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1982

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 300 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Gravitační
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkové chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Gravitačně
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.16 ÚPRAVNA VODY MALEŠOV

Úpravnu vody Malešov má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1987. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je $315 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Surová voda je odebírána z podzemního zdroje a spadá do kategorie A2. Upravená voda putuje výtlačkem do vodojemu (spotřebišť).



Obr. 6.40 ÚV Malešov – celkový pohled [zdroj: www.siasm.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Malešov
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1987

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 315 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- 1.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Výtlak
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.17 ÚPRAVNA VODY MEZIBOŘÍ

Úpravnu vody Meziboří má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1963. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 800 l.s^{-1} . Surová voda je odebírána z povrchového zdroje a spadá do kategorie větší než A3. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).



Obr. 6.41 ÚV Meziboří – celkový pohled [zdroj: www.sweco.cz]



Obr. 6.42 ÚV Meziboří – výbava provozu [zdroj: www.svstv.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

Název: Úpravna vody Meziboří
Provozovatel: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
Vlastník: Severočeská vodárenská společnost, a.s.
Adresa: -
Kontakt: +420 840 111 111, info@scvk.cz
Rok uvedení do provozů: zkušební: - ostrý: 1963

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

Technologie úpravy: Jednostupňová separace
Technologické procesy: Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
Kapacita úpravny: maximum: 800 l.s⁻¹
Zdroj surové vody: Povrchový
Vydatnost zdrojů surové vody: - 1.s⁻¹
Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.): > A3
Způsob jímání surové vody: Gravitační
Hlavní znečištění v surové vodě: -
Dávkované chemikálie: -
Doba akumulace: -
Zásobované oblasti: -
Počet zásobených obyvatel: -
Poslední rekonstrukce: -
Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť): Gravitační
Vlastní spotřeba vody: -
Provoz: Nepřetržitý
Obsluha: trvalá: ano dočasná: ne dálková: nikdy

6.18 ÚPRAVNA VODY SOUŠ

Úpravnu vody Souš má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1974. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je $300 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Surová voda je odebírána z povrchového zdroje a spadá do kategorie větší než A3. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).



Obr. 6.43 ÚV Souš – celkový pohled [zdroj: www.smp.cz]



Obr. 6.44 ÚV Souš – hala filtrů [zdroj: www.asb-portal.cz]

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

Název: Úpravna vody Souš
Provozovatel: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
Vlastník: Severočeská vodárenská společnost, a.s.
Adresa: -
Kontakt: +420 840 111 111, info@scvk.cz
Rok uvedení do provozů: zkušební: - ostrý: 1974

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

Technologie úpravy: Jednostupňová separace
Technologické procesy: Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
Kapacita úpravny: maximum: 300 l.s⁻¹
Zdroj surové vody: Povrchový
Vydatnost zdrojů surové vody: - 1.s⁻¹
Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.): > A3
Způsob jímání surové vody: Gravitační
Hlavní znečištění v surové vodě: -
Dávkované chemikálie: -
Doba akumulace: -
Zásobované oblasti: -
Počet zásobených obyvatel: -
Poslední rekonstrukce: -
Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště): Gravitační
Vlastní spotřeba vody: -
Provoz: Nepřetržitý
Obsluha: trvalá: ano dočasná: ne dálková: nikdy

6.19 ÚPRAVNA VODY TŘETÍ MLÝN

Úpravnu vody Třetí Mlýn má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1961. Jedná se o úpravnu vody s dvoustupňovou separací. Projektovaná kapacita je 250 l.s^{-1} . Surová voda je odebírána z povrchového zdroje a spadá do kategorie větší než A3. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Třetí Mlýn
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1961

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Dvoustupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 250 l.s^{-1}
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- l.s^{-1}
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	> A3
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Gravitační
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávkované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Gravitačně
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.20 ÚPRAVNA VODY VELEBUDICE

Úpravnu vody Velebudice má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1980. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 140 l.s^{-1} . Surová voda je odebírána z povrchového zdroje Nechranice. Upravená voda putuje gravitačně do vodojemu (spotřebišť).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Velebudice
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1980

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravy:</i>	<i>maximum:</i> 140 l.s^{-1}
<i>Zdroj surové vody:</i>	Povrchový – nádrž Nechranice
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- l.s^{-1}
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	-
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebišť):</i>	Výtlač
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Přerušovaný
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.21 ÚPRAVNA VODY VELKÉ ŽERNOSEKY

Úpravnu vody Velké Žernoseky má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1976. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 200 l.s⁻¹. Surová voda je odebírána z podzemního zdroje o kategorii surové vody A2. Upravená voda putuje výtlačem do vodojemu (spotřebiště).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Velké Žernoseky
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1976

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravny:</i>	<i>maximum:</i> 200 l.s ⁻¹
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- l.s ⁻¹
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště):</i>	Výtlač
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

6.22 ÚPRAVNA VODY ZAHRÁDKY

Úpravnu vody zahrádky má ve vlastnictví Severočeská vodárenská společnost, a.s. a provozuje ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Do provozu byla uvedena roku 1987. Jedná se o úpravnu vody s jednostupňovou separací. Projektovaná kapacita je 380 l.s^{-1} . Surová voda je odebírána z podzemního zdroje o kategorii surové vody A2. Upravená voda putuje výtlačem do vodojemu (spotřebiště).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

<i>Název:</i>	Úpravna vody Zahrádky
<i>Provozovatel:</i>	Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
<i>Vlastník:</i>	Severočeská vodárenská společnost, a.s.
<i>Adresa:</i>	-
<i>Kontakt:</i>	+420 840 111 111, info@scvk.cz
<i>Rok uvedení do provozů:</i>	<i>zkušební:</i> - <i>ostrý:</i> 1987

TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE:

<i>Technologie úpravy:</i>	Jednostupňová separace
<i>Technologické procesy:</i>	Filtrace, zušlechtnění, desinfekce
<i>Kapacita úpravný:</i>	<i>maximum:</i> 380 l.s^{-1}
<i>Zdroj surové vody:</i>	Podzemní
<i>Vydatnost zdrojů surové vody:</i>	- l.s^{-1}
<i>Kategorie surové vody (dle 428/2001 Sb.):</i>	A2
<i>Způsob jímání surové vody:</i>	Čerpání
<i>Hlavní znečištění v surové vodě:</i>	-
<i>Dávované chemikálie:</i>	-
<i>Doba akumulace:</i>	-
<i>Zásobované oblasti:</i>	-
<i>Počet zásobených obyvatel:</i>	-
<i>Poslední rekonstrukce:</i>	-
<i>Způsob dopravy vody do VDJ (spotřebiště):</i>	Výtlač
<i>Vlastní spotřeba vody:</i>	-
<i>Provoz:</i>	Nepřetržitý
<i>Obsluha:</i>	<i>trvalá:</i> ano <i>dočasná:</i> ne <i>dálková:</i> nikdy

7 ZÁVĚR

Zadáním práce bylo zpracování katalogového souhrnu vybraných úpraven vody s doložením základních informací o jednotlivých objektech. Po zvážení všech možností je katalog zaměřen primárně na úpravy vody s kapacitou přesahující 100 litrů zpracované vody za sekundu. Katalog obsahuje přehledné a základní informace a podává celkový obraz o situaci vybraných úpraven vody na území České republiky včetně jejich fotodokumentace.

Z teoretických poznatků k dané problematice bylo zjištěno, že na území České republiky se v současné době nachází přes 50 objektů úpraven vody s kapacitou nad 100 litrů za sekundu, které jsou využívány při úpravě vody pro pitné účely. Tyto objekty je možno nalézt v okolí významných zdrojů vody jako jsou vrty nebo vodní nádrže. Upravená voda neslouží pouze jako zdroj upravené vody pro města či obce, ale upravenou vodou jsou často zásobeny celé okresy. Na základě zjištěných informací je možno konstatovat, že největší úpravnu vody pro pitné účely v České republice je úpravna vody Želivka, která disponuje maximální kapacitou 7000 litrů zpracované vody za sekundu. Mezi nejmodernější úpravnu lze zařadit úpravnu vody v Kroměříži, která prošla posledních letech generální rekonstrukcí a která byla vybavena moderními úpravárenskými technologiemi. Naopak nejstarší úpravnu vody na našem území je úpravna vody v Brně – Pisárkách. Její historie sahá až do roku 1872.

Pro získání potřebných informací bylo nutno vypracovat vzorový dotazník, který byl následně rozeslán do vybraných vodohospodářských společností na území České republiky. Získávání kontaktů na jednotlivé provozy však bylo značně obtížné. Před konečným zpracováním dat se čelilo několika problémům, zejména malému procentu kompletních odpovědí na dotazy uvedené v dotazníku a dále neochotě části oslovených vodohospodářských společností k poskytnutí požadovaných informací. V mnoha případech jsem obdržel dotazníky s obecnými nebo neúplnými informacemi. Tato situace byla následně řešena dohledáním chybějících informací prostřednictvím internetu, vodohospodářských sborníků, ročenek a informačních materiálů, které byly vodohospodářskými společnostmi vydány v minulých letech. Dalším zdrojem informací byly osobní návštěvy vybraných úpraven vody spojené s nahlédnutím do provozu. V bakalářské práci nejsou vyloučeny zkreslené informace či data jednotlivých úpraven vody z výše uvedených důvodů a i z těchto důvodů není katalog kompletní.

Z důvodu zajímavosti a originality zadaného tématu lze doporučit postupné doplňování a aktualizaci zpracovaných dat či případné další rozšíření katalogu o úpravy vody s nižší kapacitou, než 100 litrů zpracované vody za sekundu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] TUHOVČÁK Ladislav, Tomáš KUČERA, Pavel ADLER a Jaroslav RACLAVSKÝ. Vodárenství: Úprava vody. Brno, 2006.
- [2] ČSN 75 5201. Vodárenství: Navrhování úpraven pitné vody. Červenec 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [3] Brněnské vodovody a kanalizace: Historie společnosti. [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/historie-spolecnosti/>
- [4] Úpravna vody Kroměříž.
- [5] 40 let úpravny vody Želivka. Praha, 2012.
- [6] vodovod.info: Vodárenský informační portál. [online]. [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: http://www.vodovod.info/index.php/prehled-norem#.U3zPrNJ_uAp
- [7] Sborník konference Pitná voda 2010: 10. pokračování konferencí Pitná voda z údolních nádrží : 17.5 - 20.5.2010 v Táboře. Editor Petr Dolejš, Nataša Kalousková. České Budějovice: W&ET Team, 2010, 441 s. ISBN 978-80-254-6854-8.
- [8] Úpravna vody Bedřichov. Teplice, 2009.
- [9] Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Rozdělení úpraven vody dle ročenky SOVAK	5
---	---

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Schéma úpravy vody bez separačního stupně	6
Obr. 2.2 Schéma jednostupňové úpravy vody	7
Obr. 2.3 Schéma dvoustupňové úpravy vody	8
Obr. 2.4 Schéma vícestupňové úpravy vody	9
Obr. 3.1 Křivka zrnitosti	22
Obr. 3.2 Otevřený rychlofiltr	23
Obr. 3.3 Svislý tlakový filtr	23
Obr. 3.4 Horizontální tlakový filtr	23
Obr. 3.5 Graf účinnosti praní v závislosti na době praní	25
Obr. 5.1 ÚV Kroměříž – vzhled objektu	32
Obr. 5.2 ÚV Kroměříž – sed. nádrže	33
Obr. 5.3 ÚV Kroměříž – flok. nádrže	33
Obr. 5.4 ÚV Kroměříž – odtok. žlab	33
Obr. 5.5 ÚV Kroměříž – aerační věže	33
Obr. 5.6 ÚV Bedřichov – dávkování vápna	34
Obr. 5.7 ÚV Bedřichov – ot. rychlofiltry	34
Obr. 6.1 ÚV Švařec – turbína	35
Obr. 6.2 ÚV Švařec – letecký pohled	35
Obr. 6.3 ÚV Švařec – hala filtrů	35
Obr. 6.4 ÚV Švařec – test kvality vody	35
Obr. 6.5 ÚV Mostiště – flotační jednotka	37
Obr. 6.6 ÚV Mostiště – saturátor	37
Obr. 6.7 ÚV Mostiště – kaskáda	37
Obr. 6.8 ÚV Mostiště – pískové filtry	37
Obr. 6.9 ÚV Vír – dávkování chlordioxinu	39
Obr. 6.10 ÚV Vír – dávkování vápna	39
Obr. 6.11 ÚV Vír – pískové filtry	39
Obr. 6.12 ÚV Vír – rozvody pod filtry	39
Obr. 6.13 ÚV Plzeň – hlavní hala	41
Obr. 6.14 ÚV Plzeň – letecký pohled	41
Obr. 6.15 ÚV Plzeň – pískové filtry	41
Obr. 6.16 ÚV Kroměříž – vystrojení provozu	43
Obr. 6.17 ÚV Kroměříž – flotace, sedimentace	43

Obr. 6.18 ÚV Kroměříž – areál úpravny	43
Obr. 6.19 ÚV Hradec Králové – hala filtrů	45
Obr. 6.20 ÚV Hradec Králové – armatury	45
Obr. 6.21 ÚV Káraný – vnější pohled	47
Obr. 6.22 ÚV Káraný – původní čerpadla	47
Obr. 6.23 ÚV Želivka – celkový pohled	49
Obr. 6.24 ÚV Želivka – hala filtrů	49
Obr. 6.25 ÚV Karolinka – boční pohled	51
Obr. 6.26 ÚV Karolinka – hala filtrů	51
Obr. 6.27 ÚV Karolinka – rozpouštěcí nádrže	51
Obr. 6.28 ÚV Karolinka – statický mísič	51
Obr. 6.29 ÚV Bedřichov – celkový pohled	53
Obr. 6.30 ÚV Bedřichov – hala filtrů	53
Obr. 6.31 ÚV Bedřichov – míchací nádrže	53
Obr. 6.32 ÚV Hradiště – míchací nádrže	55
Obr. 6.33 ÚV Hradiště – armatury	55
Obr. 6.34 ÚV Hradiště – filtry	55
Obr. 6.35 ÚV Hradiště – armatury	55
Obr. 6.36 ÚV Hřensko – celkový pohled	57
Obr. 6.37 ÚV Jirkov – vystrojení úpravny	60
Obr. 6.38 ÚV Jirkov – hala s filtry	60
Obr. 6.39 ÚV Jirkov – míchací nádrž	60
Obr. 6.40 ÚV Malešov – celkový pohled	63
Obr. 6.41 ÚV Meziboří – celkový pohled	65
Obr. 6.42 ÚV Meziboří – výbava provozu	65
Obr. 6.43 ÚV Souš – celkový pohled	67
Obr. 6.44 ÚV Souš – hala filtrů	67

SEZNAM PŘÍLOH

1. Majetková evidence
2. Provozní evidence
3. Vzor dopisu

SUMMARY

The main practical output of the thesis is catalogue of water treatment plants in the Czech Republic with capacity exceeding 100 processed liters per second. The photo documentation, basic and technical information about 22 particular water treatment plants are presented in the catalogue. The first chapter is comprised of general information about situation in drinking water treatment plants in the Czech Republic. The second chapter categorizes particular water treatment plants with respect to capacity and number of plants. The third chapter clarifies contemporary basic technologies for water treatment. The methodology of gaining basic information is presented in the fourth chapter, as well as the problems in data acquisition. Last but not one chapter describes personally observed water treatment plants in Kroměříž and Bedřichov, together with the photo documentation, short description and technology used. The sixth chapter is represented by detailed catalogue of water treatment plants including photo documentation and thorough information acquired by questionnaire survey.

Příloha č. 1

Vybrané údaje z majetkové evidence

Příloha č. 2

Vybrané údaje z provozní evidence

Příloha č. 3

Vzor dopisu