



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

MOBILNÍ ÚPRAVNY VODY

MOBILE WATER TREATMENT PLANTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Karel Trlica

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Kárník

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Energetický ústav
Student: Karel Trlica
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: Ing. Jan Kárník
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Mobilní úpravny vody

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jakožto obyvatelé na vodu poměrně bohaté země si mnohdy neuvědomujeme, že se na světě mohou vyskytovat oblasti, ve kterých pojem čistá voda natož pak pitná voda není zcela běžný. Pokud se v daných oblastech vyskytuje zdroj vody, málo kdy se jedná o vodu přímo pitelnou. Řešením problému nejen zemí třetího světa by proto mohly být mobilní úpravny vod. Technologie mobilních úpravny vody je již delší dobu známá, a to zejména v armádním sektoru – mobilní úpravny vody jsou součástí vojenských polních nemocnic a vojenských táborů.

Cíle bakalářské práce:

Cílem této bakalářské práce bude bližší seznámení se s technologiemi úpravy pitné vody obecně. Následně by se student měl detailněji věnovat právě možnostem mobilních zařízení pro úpravu vody, jejich schopnostem a možnostem jejich konfigurace pro specifické podmínky.

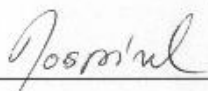
Seznam literatury:

TESAŘÍK, Igor. Vodárenství - úprava vody. 1. vyd. Praha: SNTL, 1978, 280 s.

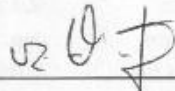
TESAŘÍK, Igor. Vodárenství - úprava vody. Procesy a zařízení. 3.doplň. vyd. Praha: SNTL, 1986, 296 s.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 30. 11. 2015



doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o technologiích úpravy pitné vody. Zaměřuje se na srovnání mobilních úpraven s úpravami pozemními a následně je hodnotí.

V první části se práce zabývá technologií a konstrukčním řešením kontejnerové úpravy, přičemž poukazuje na výhody spojené s jejím užíváním. Další část pojednává o pozemní úpravě vody, rozebírá její technologie a přednosti. Práce také posuzuje výkonnostní rozdíly mezi klasickými a kontejnerovými úpravami vody, přičemž zohledňuje využití mobilních úpraven pro specifické podmínky. Poslední část je věnována konkrétním úpravnám, a to kontejnerové úpravě CCW KU-1 a úpravě vody ve Valašském Meziříčí. Obě úpravy se práce snaží detailně objasnit. Celkové zhodnocení a uvedení konkrétních rozdílů mezi úpravami je zahrnuto v závěru.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pitná voda, mobilní úpravna vod, pozemní úpravna vod, čiřič, filtr.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with technologies of drinking water treatment. The focus is on comparison between mobile water treatment systems and ground water treatments.

The first part of thesis is concerned with technology and construction of container water treatment system, while pointing out the benefits associated with its usage. The next part of thesis deals with ground water treatment system, analyzes its technologies and advantages. The thesis also assesses the performance differences between classic and container water treatment systems, while taking into account usage of mobile water treatment systems for specific conditions. The last part deals with specific water treatment systems, that is the container water treatment system CCW KU-1 and the water treatment system in Valašské Meziříčí. The thesis strives to explain both water treatment systems in detail. Overall evaluation and set of specific differences between the water treatment systems is included in the conclusion of the thesis.

KEY WORDS

Drinking water, mobile water treatment plants, ground water treatment plant, clarifier, filter.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

TRLICA, K. *Mobilní úpravny vody*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 42 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Kárník.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svojí bakalářskou práci vypracoval samostatně a v příloženém seznamu jsem správně uvedl veškeré použité zdroje.

V Brně, dne 24. 5. 2016

Karel Trlica

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Kárníkovi, a to nejen za jeho podnětné rady a připomínky při tvorbě práce, ale také za jeho trpělivost a ochotu.

Dále bych chtěl poděkovat celému vedení společnosti Vodovody a kanalizace Vsetín a.s. za možnost získat podklady pro svou bakalářskou práci, a jmenovitě panu Ing. Přemyslovi Baranovi za čas, který mi věnoval.

Velké díky také patří firmě Hutira s.r.o., především panu Ing. Janu Kmecovi a Ing. Františkovi Svobodovi CSc. za odborné informace, rady a podklady, které mi byly poskytnuty.

Na závěr bych rád poděkoval mé rodině a přítelkyni, jelikož mi byli oporou během celého studia.

OBSAH

ÚVOD	11
1. KONTEJNEROVÉ ÚPRAVNÝ VODY	12
1.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI KONTEJNEROVÉ ÚPRAVNÝ	12
1.2 PARAMETRY VÝKONU	12
1.3 VÝHODY MOBILNÍCH ÚPRAVEN VODY	13
1.4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP MOBILNÍ ÚPRAVY VODY	13
1.5 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ KONTEJNERU	14
1.6 ČIŘIČE	14
1.7 FUNKCE ČIŘIČE	15
1.8 FILTRAČNÍ SYSTÉM	15
1.9 FUNKCE FILTRAČNÍHO ZAŘÍZENÍ	16
2.1 ROZDĚLENÍ PROCESŮ	17
2.2 MECHANICKÉ PŘEDČIŠTĚNÍ SUROVÉ VODY	18
2.2.1 Česle	18
2.2.2 Síta	18
2.2.3 Lapák písku	19
2.2.4 Usazovací nádrž	19
2.3 ČIŘENÍ	19
2.3.1 Sedimentační nádrž	20
2.4 FILTRACE	20
2.4.1 Pomalá filtrace	21
2.4.2 Rychlofiltrace	21
2.4.3 Regenerace filtrační směsi	22
3. KONTEJNEROVÁ ÚPRAVNA VODY HUTIRA CCW KU – 1	25
3.1 PŘÍVOD SUROVÉ VODY	25
3.2 ČIŘIČ	27
3.3 TLAKOVÝ FILTR	27
3.4 DEZINFEKCE VODY	28
4. ÚPRAVNA VODY VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ	30
4.1 PŘÍVODNÍ POTRUBÍ	30
4.2 SEDIMENTAČNÍ NÁDRŽ	31
4.3 FILTRACE	32
4.4 UV ZÁŘIČ	33
4.5 CHEMICKÁ ÚPRAVA	34
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37

SEZNAM OBRÁZKŮ	38
SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	39
SEZNAM PŘÍLOH	40
PŘÍLOHY	41



ÚVOD

Bakalářská práce pojednává o technologii kontejnerové úpravy vody, jež ukazuje na možnost získávání kvalitní pitné vody v nepříznivém prostředí. Každá kontejnerová úprava je specificky navržena pro výkon a prostředí, ve kterém bude využívána. Veškeré zařízení nutné pro úpravu znečištěné vody na vodu pitnou je umístěno v jednom nebo více kontejneru dle výkonu, kterým musí disponovat. Snahou je dosáhnout co nejmenších rozměrů při zachování výkonu úpravy. Hlavní předností kontejnerové úpravy je její mobilita, která společně s její univerzálností pro různé klimatické podmínky představuje nespornou výhodu pro armádní sektor.

Práce nastiňuje, jak mobilní úprava funguje a jaká jsou její specifika. Dále se snaží ukázat výhody mobilní úpravy, její konstrukční přednosti ale také nedostatky.

Firma HUTIRA-Brno s.r.o., která se mimo jiné zabývá výrobou vodoměrných šachet a plynových regulátorů, poskytla této práci data a reálné hodnoty svých výrobků, díky kterým bude vyhodnocení věrohodné a přínosné. Právě díky jejich vývoji v oblasti vody, se v současnosti řadí mezi světovou špičku v úpravě sladkovodní vody. Technologie kontejnerové úpravy je schopná upravit jakoukoli surovou vodu na vodu pitnou.

V práci je také zmíněna pozemní úprava vody ve Valašském Meziříčí, která je spravována firmou Vodovody a kanalizace Vsetín. Firma poskytla pro tuto práci informace o provozu a funkci jednotlivých technologií v této konkrétní úpravě.

V závěru se práce zabývá nejen porovnáním těchto technologií, ale také uvedením jejich specifik a rozdílů.



1. KONTEJNEROVÉ ÚPRAVY VODY

Kontejnerová úprava vody je zařízení, které je schopné upravit znečištěnou vodu na vodu pitnou. Úprava může být podle koncentrace znečištění navržena pro jednostupňovou nebo dvoustupňovou úpravu povrchové a podzemní vody. Skládá se z kontejneru a jednotlivých zařízení umístěných uvnitř, jež jsou schopny separovat nečistoty a bakterie nacházející se ve vodě. V úpravě se využívá technologie čiření - na počátku se do vody aplikují anorganické flokulanty¹, případně organické flokulanty. Podle druhu znečištění vody se volí příslušná technologie pro separaci nežádoucích nečistot. Těmito procesy je vytvářen vločkový mrak. Vločkový mrak představuje shluk částic, které jsou elektromagneticky nabitě a vážou na sebe další drobné nečistoty. Tento jev je pro úpravu vody zcela nezbytný. Poté je voda odváděna přes filtry na chemickou úpravu. Kontejnerové úpravy se mohou lišit rozměry i výkonem, které jsou specifické pro podmínky, ve kterých budou pracovat. [1, 3, 6]

1.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI KONTEJNEROVÉ ÚPRAVY

Kontejnerové úpravy se skládají z:

- Čiřiče
- Pískového filtru
- Vyrovnávací nádrže
- Zachycovače hrubých nečistot
- Nádrže s chemickými roztoky
- Ochranné nádrže
- Rotametrů
- UV zářiče
- Vertikálního a odstředivého čerpadla [3]

Bliže se budu věnovat zejména čiřičům a filtrům. Níže v práci je specifikována jejich funkce a důležitost pro mobilní úpravu vody.

1.2 PARAMETRY VÝKONU

Výkony kontejnerových úprav nelze tabulkovat, protože je lze modifikovat pro konkrétní situaci. Firma HUTIRA má například výkonovou řadu navrženou pro výkony : 5, 10, 15, 20, 30 m³ /h (viz. obr. 1.1). Výkony těchto úprav je možné měnit jejich spojením. [3]

¹ Flokulant je látka, která vytváří vločkový mrak z malých nečistot. Tyto nečistoty pak mohou být z kapaliny odseparovány.



Typové označení	Výkon (m ³ /h)	Počet kontejnerů
KU-1	5	1
KU-2	10	1
KU-3	15	2
KU-4	20	2
KU-5	30	3

Obr. 1. 1: Ukázka parametrů výkonu od firmy HUTIRA [3]

1.3 VÝHODY MOBILNÍCH ÚPRAVEN VODY

Nespornou výhodou je jejich mobilita a možnost užití v různých podmínkách. Další důležitý klad představuje schopnost úpravny si upravit vodu na zápornou hodnotu pH, tedy hodnotu při které čistič dokáže správně a efektivně pracovat.

Montáž a uvedení do provozu je prováděno přímo na místě. Nutné jsou zde pouze minimální stavební práce, a to realizace základové desky pro dlouhodobé umístění kontejneru. Při krátkodobém použití kontejnerové úpravy jsou dostačující čtyři pilíře, při čemž každý pilíř je situován pod jeden roh kontejneru. Těmito stavebními úpravami je zajištěno vodorovné ustavení úpravy. Na místě osazení je následně kontejner připojen na přívod surové vody.

Předností tohoto zařízení je provoz, který probíhá automatizovaně. Činnost obsluhy spočívá pouze v doplnění provozních chemikálií, jež se běžně používají při úpravě vody. [3]

1.4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP MOBILNÍ ÚPRAVY VODY

Technologie mobilní úpravy spočívá v dvoustupňové úpravě vody. V prvním separačním stupni je surová voda přiváděna do pulzačního čističe. V čističi dle znečištění a typu vody mohou nastat procesy jako srážení, neutralizace, změkčování, odželezňování, bioflokulace a další procesy nutné při úpravě vody. Účelem je odstranění nežádoucích částic z kapaliny. Výstupem z čističe je čistá voda, která může obsahovat zbytky vločkového mraku, proto je odváděna přepadovým žlabem na druhý separační stupeň.

Druhý separační stupeň obsahuje pískové filtry, které mají za úkol separovat nejen mechanické nečistoty, ale také je jimi možné z vody odstranit železo a mangan. Filtry se skládají z několika vrstev písku o různé zrnitosti. V současnosti se do filtrů vkládá i vrstva antracitu, kvůli jeho skvělým filtračním schopnostem. Při konstrukci filtru záleží na výkonu úpravy, od kterého se odvíjí šířky jednotlivých vrstev. Na konci procesu úpravy vody je kapalina přečerpána přes UV zářič kvůli zahubení zbylých bakterií nacházející se ve vodě. Aby upravená voda byla dlouhodobě zdravotně nezávadná, přidává se do ní chlornan sodný nebo oxid chloričitý. [3, 6, 8]

1.5 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ KONTEJNERU

Ukládání mechanismů na čištění vody do kontejneru je výhodné z několika důvodů. Nejdůležitějším z nich je jednoduchost přepravy. Kontejnery bývají přepravovány nejčastěji nákladními kontejnerovými loděmi, které mají pevně danou normalizovanou velikost kontejnerů. V současné době firma HUTIRA pracuje na tom, aby komponenty úpravy upravili a mohli je umístit do těchto kontejnerů. Jelikož tato úprava rozměrů sebou nese spoustu problémů, které není snadné vyřešit, používají se prozatím kontejnery o rozměrech 6 050 x 2 435 x 2 435 mm. Kontejnery mohou být také převáženy na korbách nákladních aut, čehož se využívá hlavně v armádě nebo při humanitárních akcích. Výkonnostní průtok jednoho kontejneru se pohybuje mezi 5 - 10 m³/h upravené vody. Pro zvýšení průtoku upravené vody je možno technologické elementy rozdělit do více kontejnerů. [3]

1.6 ČIŘIČE

Jedná se o zařízení, které může kombinovat několik procesů najednou a to destabilizaci, agregaci, zahušťování, odstraňování kalu, koagulaci a separaci suspendovaných látek. Návrh zařízení se liší podle toho, jaké je složení vody a jaká je požadována kvalita vody. První stupeň úpravy vody se významně podílí na kvalitě upravené vody a ekonomii provozu. [1, 3]



Obr. 1. 2: Čiřič od firmy HUTIRA [3]



1.7 FUNKCE ČIŘIČE

Zařízení je zaměřeno především na úpravu vod neutralizací, chemickým srážením, změkčováním, odželezňováním, bioflokulací a dalšími procesy pro úpravu vody. Surová voda je do čířiče přiváděna potrubím, ve kterém se mísí dávkovaná srážedla vlivem turbulentí a vírů. K úplné homogenizaci směsi dochází na statických mísičích umístěných v přívodních žlabech. Z přívodních žlabů je voda odváděna do flokulační komory, ve které se nachází segmentové mechanické míchadlo. Po promíslení je voda odváděna do oblasti vločkového mraku. Dle požadovaného výkonu je odtok dimenzován, buď to jako široká šterbina nebo jako vodorovně uložené lamely. V oblasti vločkového mraku se také nalézá kazetová vestavba s deflektory², jež má za úkol pomalé hydraulické míchání. V oblasti čířiče dochází přívodem nových čistých částic k nárůstu objemu, a posléze takto upravená voda přepadá do kalových prostorů. Tyto kalové prostory mají tvar komolého kuželu a následně v nich probíhá zahušťování. Kaly se periodicky vypouštějí. Část vloček z hladiny mraku může být také nuceně odváděna a zpětně využita k zahuštění suspenze ve flokulátoru. Vyčiřená voda přepadá přes hranu pilovitého tvaru do sběrných žlabů a je odváděna do vyrovnávací nádrže. Odtud je přiváděna na druhý separační stupeň, filtraci. [1, 3]

Aby pulzační čířič fungoval správně, je nutné dodržet následující podmínky:

- Minimální vzestupná rychlost v oblasti vločkového mraku musí být $0,9 \text{ mm.s}^{-1}$.
- Naopak maximální vzestupná rychlost v oblasti vločkového mraku pro povrchovou vodu je do $2,0 \text{ mm.s}^{-1}$. Tuto rychlost však lze korigovat dle toho, jaký je použit koagulát a jaká je kvalita surové vody. Rychlost lze pak také zvýšit použitím pomocných flokulantů. [3]

1.8 FILTRAČNÍ SYSTÉM

Filtrace se uskutečňuje průtokem kapaliny porézním prostředím, které pohlcuje nežádoucí segmenty. Filtry slouží nejen k separaci mechanických nečistot, ale také k odstranění železa nebo manganu z vody. Podmínkou je vyšší obsah kyslíčků v náplni. [1, 3, 6]

Tlakový a gravitační filtr

Filtry mohou být dvojího provedení, a to gravitační nebo tlakové. Pod pojmem tlakový filtr se rozumí filtrační zařízení, které pracuje při větším tlaku, než je atmosférický. Naopak v gravitačních filtrech se využívá gravitační síly jako hnacího elementu přes porézní prostředí. Při této filtraci je za potřebí delšího časového intervalu na procezení vody filtrační směsí. Rovněž je k tomuto procesu zapotřebí větších ploch než u tlakového filtru. V kontejnerových úpravách se používají tlakové filtry z důvodu jejich vodotěsné konstrukce, rychlosti separace nečistot a velikosti zařízení. [3]

² Deflektor je zařízení, jež slouží k míchání kapaliny.



Obr. 1. 3: Tlakový filtr od firmy HUTIRA [3]

1.9 FUNKCE FILTRAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

Filtrace začíná přivedením kapaliny do horní části filtru, přičemž kapalina protéká porézním prostředím. V tomto prostředí se nacházejí písky v několika vrstvách. První vrstva obsahuje písek o zrnitosti 1 – 2 mm, další pak písek o zrnitosti 0,4 - 0,8 mm. Poslední vrstva je z hydroantracidu³ o zrnitosti 1,6 - 0,8 mm. Tato vrstva se přidává, pokud je požadováno, aby filtrační směs měla lepší filtrační vlastnosti. V dolní části filtru se nachází mezidno s tryskami nebo filtračním roštem. Kapalina se po procezení směsí dostává přes filtrační trysky nebo scezovací rošt do mezidna a odtud je dále odváděna. [3, 6]

³ Hydroantracit je vyroben z tepelně zpracovaného uhlí.



2. POZEMNÍ ÚPRAVNA VODY

Úpravna vody představuje stavební objekt konstruovaný pro úpravu surové vody na vodu pitnou. Hlavní rozdíl mezi pozemní a kontejnerovou úpravnou vody je fakt, že pozemní úpravnu není možné přemístit. Při její volbě je nutné zohlednit, jakou surovou vodu bude upravovat a tedy zvážit výběr mezi dvoustupňovou nebo třístupňovou úpravou. Dalším důležitým aspektem je výkon, jenž bude požadován.

Úpravnu je vhodné zvolit v blízkosti zdroje vody, ze kterého bude čerpat. Důvod lze spatřit především v ekonomice provozu, a to jak v ceně přívodního potrubí, tak i v minimalizaci pozdějších provozních nákladů na případné opravy. [2,4,5]

Hlavní části pozemní úpravy:

- samotná úpravna vody
- chemické hospodářství
- strojná a energetika
- nádrž čisté vody
- administrativa
- hospodářské zařízení.

Zásadní rozdíl mezi úpravnou vody a mobilní úpravnou lze vidět v dopravě pitné vody pro spotřebitele. Mobilní úpravna se zasazením do terénu příliš zabývat nemusí, protože je umístěna na určitém místě a vodu dopravuje lokálně pomocí čerpadla. Zatím co pro pozemní úpravnu je tento aspekt zásadní. Toto vodní dílo se umísťuje tak, aby byl průtok celou úpravnou až ke spotřebiteli gravitační. Není-li tato konstrukce možná, zřizují se následně přečerpávací stanice na kopcích nebo ve vyvýšených místech, a to tak, aby z nich mohla voda znovu odcházet pomocí gravitace. Dochází při tom k velkému ušetření energií.

Čerpací stanice se mimo jiné skládá z velkého vodojemu. Vodojem, do kterého čerpadlo jednorázově dodá vodu, může mít velikost fotbalového hřiště a výšku až několika metrů. Vodojem kvůli lepší tepelné izolaci a udržení si požadované kvality, bývá zpravidla zasazen pod úroveň terénu.

2.1 ROZDĚLENÍ PROCESŮ

Technologické procesy, jež jsou nutné při úpravě surové vody na pitnou, se základně dělí na:

- mechanické přečištění
- provzdušnění vody
- rychlé míšení
- pomalé míšení
- usazování
- separace suspenzí vložkovým mrakem
- filtrace
- zdravotní zabezpečení vody [9]



Blíže se bude tato práce zabývat mechanickým předčištěním surové vody, separací, suspenzí vločkovým mrakem, filtrací a zdravotním zabezpečením upravené vody.

2.2 MECHANICKÉ PŘEDČIŠTĚNÍ SUROVÉ VODY

Při tomto procesu se nejprve ze surové vody odstraní mechanické nečistoty. Provádí se z toho důvodu, aby se nepoškodila čerpadla a nezanášela se přírodní potrubí. Dle velikosti se nečistoty dělí na látky nerozpuštěné, suspendované a koloidní. Čištění probíhá tzv. mechanickým cezením. Mechanické cezení znázorňuje proces, při kterém jsou nežádoucí elementy oddělovány od kapaliny. [2, 7]

Prvky mechanického cezení jsou:

- hrubé, stření a jemné česle
- rotační síta a mikrosíta
- lapáky písku
- usazovací nádrže. [2,7]

2.2.1 Česle

Hlavní úkol česel představuje separaci nečistot o určité světlosti. Nečistoty se obvykle nachází v povrchových vodách. U vod podpovrchových potom tuto činnost částečně zastává sací koš.

Aby k separaci nečistot došlo, musí být splněny základní podmínky. Rychlost vody mezi česlemi nesmí být vyšší než 0,3 - 0,5 m/s, pokud tomu tak není, dochází k usazování a hromadění nečistot. Maximální rychlost pak musí být od 0,7 - 1,0 m/s. Pokud dojde k překročení této rychlosti, nastává protlačování nečistot česlemi. [2]

Česle lze pak dělit na:

a) hrubé česle – Nacházejí se hned na přítoku a zachycují největší nečistoty jako např. větve, kmeny stromů a ledové kry. Jsou vyrobeny buď z plochých tyčí, nebo tyčí o kruhovém průřezu. U přehradních nádrží bývají svislé o sklonu až 70°. Údržba hrubých česel probíhá většinou manuálně.

b) střední česle – Separují suspendované částice před vstupem potrubí nebo síta. Údržba se uskutečňuje buď manuálně, anebo pomocí stíracího zařízení u velkých úpraven.

c) jemné česle – Jejich pozice bývá vždy až za hrubými nebo středními česly a probíhá zde odstranění nečistot menších. [2]

2.2.2 Síta

Síta mohou ve výjimečných případech nahradit jemné česle. Skládají se z oběžného válce, jenž rotuje kolem své osy a porézního povrchu válce.



Povrch válce je vyroben z nerezové oceli nebo syntetických vláken. Životnost sít se liší dle materiálu - nerezové se využívají po dobu 6 -ti až 8 -mi let, syntetické přibližně 3 roky. [2, 7]

Síto lze dále dělit na:

- a) Rotační síto – Jedná se o válec, na jehož obvodu se nalézá síto o velikosti ok 20 až 50 μm . Do válce se ze strany přivádí voda, která je pak rotačním pohybem válce proháněna sítím. Voda sahá do dvou třetin výšky válce. Při otáčení se odpadní žlab síta dostává pod hladinu a ostřikováním probíhá jeho čištění. Spotřeba prací vody se pohybuje od 1 do 3%.
- b) Rotační mikrosíto – Skládá se z rotujících panelů, na nichž jsou upevněny síta s velikostí ok 0,3 až 3mm. Rychlost cezení u tohoto typu je 0,35 až 0,4 m/s. Rotační makrosíta obvykle nejsou využívány v nepřetržitém provozu. [2]

2.2.3 Lapák písku

Voda se často odčerpává ze dna nádrží nebo říčních toků, kde se nachází písek a jiné nečistoty. Pro odstranění těchto nečistot pak slouží lapací nádrž, v níž písek klesne ke dnu a je možné jej následně odstranit. Platí, že rychlost pro usazování písku je rovna rychlosti průtoku. Hloubka lapáků písku se pohybuje od 1,5 až 3,5m. Průtočná rychlost je v rozmezí 0,2 až 0,4 m/s. [2]

2.2.4 Usazovací nádrž

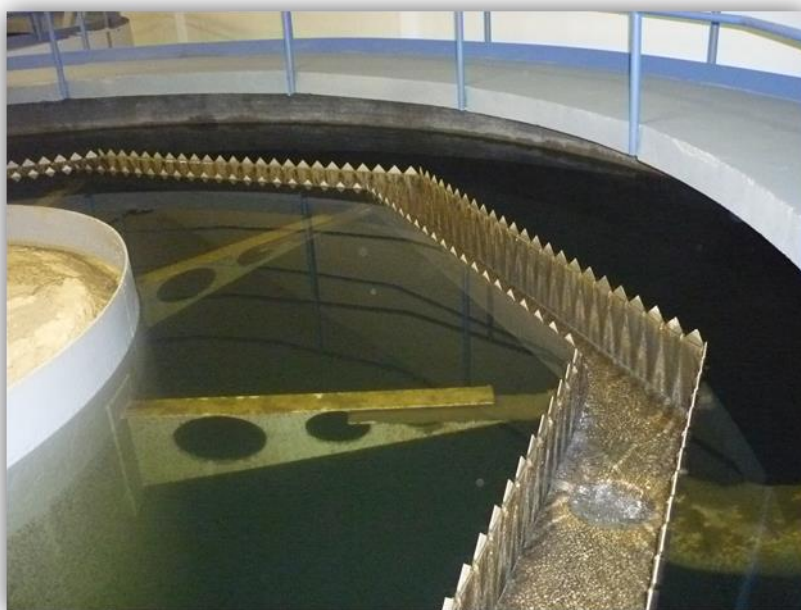
Usazovací nádrž se používá v případě, že se ve vodě pohybuje velké množství jemného písku a jílu, a síta je nedokázaly zachytit. Nádrž se umísťuje před jemné česle. [2, 5]

2.3 ČIŘENÍ

Čiření je nejběžnějším způsobem úpravy povrchových vod. Slouží k odstranění jemných suspenzí a nečistot. Čiření spočívá v dávkování hydrolyzujících solí a koagulantů, které reagují s vodou a vytváří hydroxidy. Na tyto hydroxidy se vážou ionty, jež následně koagulují s nečistotami a vzniká tak vločkový mrak. Koagulanty nejčastěji představují soli hliníku a železa. Vločkový mrak lze z vody odstranit sedimentací nebo následnou filtrací. [1, 2, 8]

2.3.1 Sedimentační nádrž

Představuje zařízení určené k tvorbě vločkového mraku a k separaci vloček. Vločkový mrak z hydraulického hlediska znamená vznášející se vrstvu vločkovitých částic. Tyto částice vznikají chemickým srážením. Vrstva zůstává v konstantní výšce, a to nejen vlivem průtoku přinášejícího další vločky, ale také díky přepadové hraně, která odvádí čistou vodu k následné filtraci. Rychlost průtoku se doporučuje do 1 mm/s. Pokud dojde k překročení rychlosti 2,5 mm/s, nastává nejasné rozhraní a dochází k nepříjemné kontaminaci upravené vody. Sedimentační nádrže jsou konstruovány pro nepřetržitý chod. Pokud je proces zastaven a znovu spuštěn, nastává časová prodleva, než je zařízení znovu schopno efektivně pracovat. [1, 2, 8]



Obr. 2. 1: Sedimentační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí [4]

2.4 FILTRACE

Jedná se o nejrozšířenější způsob separace nečistot. Mechanické nečistoty a částice vločkového mraku se cedí porézním prostředím a zachycují se na něm. Porézní prostředí se skládá z křemičitého písku, antracitu a aktivního uhlí.

Filtrace nemusí sloužit pouze k odstranění nežádoucích segmentů, ale její spektrum využití je v současnosti větší. Používá se také pro úpravu chemického složení vody např. u odkyslování, odmanganování, odželezňování, adsorpci při využití elektrostatických sil, anebo u biologického oživení při pomalé filtraci. [1, 2, 8]



Obr. 2. 2: Filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí [4]

Filtrace mohou být dvojího druhu:

- pomalá filtrace
- rychlá filtrace.

2.4.1 Pomalá filtrace

Filtrační proces je jednoduchý a nenáročný na obsluhu či spotřebu filtračních materiálů. Pomalá filtrace je chápána jako samostatný stupeň, a není tudíž vhodné před ní předřazovat koagulaci nebo sedimentaci. Takto upravená voda má pak ve velké míře svůj přirozený charakter.

Nevýhodou této filtrace je nutnost velké filtrační plochy. Používá se převážně pro malé výkony a v současnosti je nahrazována převážně rychlofiltrací.

Naopak výhodu lze spatřit v postupu využití činnosti mikroorganismů, jež se v určitých modifikacích na světě znovu zavádí. [1, 2, 8]

2.4.2 Rychlofiltrace

Rychlofiltrace představuje nejpoužívanější technologii úpravy vody ve vodárenství. Od pomalé filtrace se liší v mnoha aspektech. Zejména v rychlosti separace



suspendovaných částic, ale také v rozměrech. Rychlofiltry mají hrubší zrnitost náplně a využívají menší plochu. Samotná filtrace probíhá průtokem znečištěné vody přes porézní prostředí, které se skládá z několika vrstev. [1, 2, 8]

Rychlé filtry lze rozdělit dle několika kritérií:

Dle hnaného elementu:

- otevřené (gravitační)
- tlakové.

Dle směru proudění:

- protékání shora dolů
- protékání zdola nahoru
- protékání obousměrně.

Dle počtu vrstev:

- jednovrstvé
- vícevrstvé.

2.4.3 Regenerace filtrační směsi

Každá filtrační směs musí být po určité době regenerována, a to z důvodu odvodu nečistot. Nečistoty totiž způsobují zvýšení času, který potřebuje znečištěná voda k průtoku přes porézní prostředí. U tlakových filtrů je tato činnost doprovázena zvýšením tlaku, což má za následek neekonomičnost procesu a riziko provozu.

Regenerace se provádí tzv. praním směsi. U amerických filtrů se realizuje pouze za použití vody, zatímco u evropských filtrů se uskutečňuje kombinací vody a vzduchu dodávaného dmychadly.

Při procesu praní je do filtrační směsi přiváděn vzduch ze spodní části filtru tak, aby se její obsah co nejvíce rozvířil a nečistoty se volně pohybovaly v nádrži. Následně kvůli větší hustotě filtrační náplně směs sedimentuje na dně. Dále je do objektu přiváděna čistá voda, která směs dodatečně pročišťuje až do té doby, dokud odpadním žlabem neodtéká pouze čistá voda. Na obr. 2.3 je vyobrazeno čerpadlo, které vhání prací vodu pod filtrační náplň a provádí její regeneraci. [1, 2, 4, 8]



Obr. 2. 3: Prací čerpadlo, úpravna Valašské Meziříčí [4]

2.5 DEZINFEKCE

Dezinfekce je pro úpravu vody velice důležitá ze zdravotního hlediska. Ve vodě se pohybuje velké množství bakterií a virů, které mohou lidskému zdraví uškodit. Tomu je nutné předcházet, a proto byly vyvinuty technologie schopné tento problém vyřešit.

Dezinfekci lze uskutečňovat:

- chemickými způsoby
 - dezinfekce chlorem a chlornany
 - dezinfekce chloraminy
 - dezinfekce oxidem chloričitým
 - dezinfekce stříbrem a jeho solemi
- fyzikálně chemickými způsoby
 - dezinfekce UV zářením
 - dezinfekce anodickou oxidací
 - dezinfekce zářením. [2, 6]

Jedná se o účinné metody, ale v technické praxi se využívá pouze málo z nich. V zamoří se často využívá dezinfekce chloraminy. [2, 6]



2.5.1 Dezinfekce chlorem

Dezinfekce chlorem patří kvůli svým výhodám k nejrozšířenějším. Chlor je totiž relativně levné oxidační činidlo a jeho použití je snadné. Dělí se na dávkování přímé a nepřímé. Při přímém dávkování je chlór přiváděn do potrubí přes dávkovač nazývaný chlorátor, který chlor čistí a zároveň také měří jeho obsah ve vodě. Do kapaliny se přivádí skrze malé bublinky. Při nepřímém dávkování se nejprve provede redukce tlaku a poté se vytvoří 2 až 5% roztok, který se do vody přidá. Další výhodou lze vidět v jeho poměrně dobré stálosti v kapalině. Má však také nevýhody jako například jeho vedlejší účinky vznikající při reakci s organickými látkami a bakteriemi. I při relativně malé koncentraci mohou vyvolat karcinogenní účinky. Chlor se rovněž často uplatňuje jako sekundární dezinfekce po UV záření z důvodu zajištění kvality pitné vody pro celou zásobovací trasu až ke spotřebiteli. [2, 6, 4]

2.5.2 Dezinfekce UV zářením

Dezinfekce UV zářením představuje v současnosti velice používaný způsob dezinfekce, zejména v kombinaci s chlorem. Jeho přednost lze spatřit ve skutečnosti, že již není potřeba do kapaliny aplikovat žádné oxidační činidlo. Dezinfekce spočívá ve vyzařování záření vlnové délky 200 – 300 nm a intenzitě 400 J.m^{-1} , kterou dokáže snížit hodnotu bakterií a virů obsažených ve vodě až o 4 řády. Zásadní je poškození nukleonových kyselin DNA a RNA, což zabraňuje rozmnožování mikroorganismů. Nevýhodou UV zářičů je krátká životnost lamp, vysoké energetické nároky a skutečnost, že se nejedná o trvalý dezinfekční účinek. Může totiž nastat kontaminace vody později v rozvodné síti. Proto se doporučuje kombinace s chemickými dezinfekcemi. [2, 6, 4]

3. KONTEJNEROVÁ ÚPRAVNA VODY HUTIRA CCW KU – 1

Pro konkrétní ukázkou kontejnerové úpravy vody jsem vybral firmu Hutira – Brno s.r.o., a to zejména kvůli jejich vyspělé technologii a pokroku ve výzkumu. Hutira založená v roce 1997 se stala špičkou nejen ve vodohospodářství České republiky, ale dokázala se prosadit i na mezinárodní úrovni. Věnují se především výrobě plynových kotlů, vodoměrných šachet a mobilních úpraven. Kontejnerové úpravy jsou založeny na dlouholetém výzkumu pana ing. Františka Svobody CSc.

Jedná se o zařízení, které je schopné upravovat surovou vodu na pitnou, a to prakticky kdekoli. Od pozemní úpravy se liší tím, že komponenty nutné pro tento proces jsou umístěny přímo v kontejneru a je s nimi možné snadno manipulovat. Typ CCW KU–1 je schopen upravit až 5 m³ pitné vody za hodinu bez ohledu na znečištění surové vody. S využití této technologie se počítá zejména při živelných katastrofách, v oblastech chudých na kvalitní pitnou vodu nebo v armádě. Na obr. 3.1 je možné vidět přepravu kontejneru pro armádní účely.



Obr. 3. 1: Kontejnerová úprava vody HUTIRA CCW KU-1 na podvozku TATRA

3.1 PŘÍVOD SUROVÉ VODY

Pro přívod surové vody slouží čerpadlo, jež je ponořeno společně se sacím košem v nádrži, ze které se čerpá. Přiváděná voda musí být zbavena mechanických nečistot. Velké segmenty sací koš nepropustí, aby nedošlo k poškození čerpadla. Menší nečistoty jsou poté zachyceny na hrubém předfiltru. Odtud surová voda pokračuje potrubím přes zařízení nazývané rotametr. V rotametu lze měřit aktuální průtok v potrubí a také jej regulovat. Na obr. 3.2 je tento přístroj vyobrazen.



Obr. 3. 2: Rotametr [3]

Za rotametrem je do potrubí dávkován korektor pH - viz. obr. 3.4. Jelikož proces úpravy vody pracuje v záporné hodnotě pH, je nutné pro správnou funkci tento korektor aplikovat. Následně je přidáván také koagulant síran hlinitý - viz. obr 3.3. Tato látka slouží jako srážedlo v kapalině. Mísení těchto látek se surovou vodou probíhá vířením v potrubí vedoucího do čističe.



Obr. 3. 3: Síran hlinitý [3]



Obr. 3. 4: pH [3]

3.2 ČIŘIČ

Čiřič představuje jeden z nejdůležitějších komponent při úpravě vody. Uskutečňují se zde procesy jako destabilizace, koagulace, separace, odlučování kalového mraku a jeho zahušťování. Separace nečistot probíhá růstem vloček, které se vznášejí v prostoru vločkového mraku. Růst vloček je způsoben elektrostatickými silami a ionizací. Po překročení kritické hranice velikosti vločka klesá ke dnu. V periodicky opakujících se cyklech jsou kaly ze dna zahuštěny a odstraněny. Upravená voda, která ještě může obsahovat malé množství vloček, odtéká přes přepadovou hranu do přepadových žlabů, ze kterých je vedena do vyrovnávací nádrže.



Obr. 3. 5: Čiřicí nádrž [3]

3.3 TLAKOVÝ FILTR

Z důvodu omezené velikosti kontejneru není gravitační filtrace možná, a proto je zde použit filtr tlakový. Filtr se skládá z tlakové nádoby opatřené manometry a filtrační směsí. Filtrát obsahuje písky, které jsou rozděleny do vrstev o různé zrnitosti. Dle výšky filtrační náplně mohou pískové směsi obsahovat také vrstvu hydroantracitu. Do horní části filtru je přivedena voda z čiřiče a pod tlakem je procezoována porézním prostředím tvořeným písky pod filtrační rošt, odkud je dále odváděna na dodatečnou úpravu. Manometry hlídají tlak ve filtru. Pokud manometry překročí hodnotu 0,3 až 0,5 barů, je nutné provést regeneraci filtrační náplně. Regenerační cyklus probíhá praním písku, což představuje proces, při kterém se do filtru přivádí voda se vzduchem. Do spodní části se dále vhání vzduch s vodou, jež rozvířují filtrát a uvolňují nečistoty z náplně. Tyto nečistoty jsou následně odváděny odpadním potrubím. Regenerace směsi probíhá do té doby, než z filtru vychází pouze čistá voda. Výstupní přefiltrovaná voda je již čistá a zbavená nečistot, ale není ještě zdravotně

nezávadná. Proto se následně dopravuje na UV zářič. Na obr. 3.6 je vyobrazen tlakový filtr kontejnerové úpravný typu CCW KU-1.



Obr. 3. 6: Tlakový filtr[3]

3.4 DEZINFEKCE VODY

Kvůli nezávadnosti vody je nutné zahubit bakterie a viry, které se v ní vyskytují. Zářič funguje na stejném principu jako u pozemní úpravný. Voda protékající tímto zařízením je ozařována UV zářením, které svou vlnovou délkou 200 – 300 nm dokáže zahubit organismy a snížit jejich výskyt až o 4 řády. Jedná se o velice efektivní metodu, při které není nutné do vody přidávat další chemické prostředky, které mohou v kapalině reagovat a vytvářet tak nežádoucí vedlejší produkty svých reakcí. Takto ošetřená voda je již nezávadná, avšak při dlouhodobějším uskladnění upravené vody může nastat opětovná kontaminace. Tomu se zabráňuje přidáváním chemického činidla do kapaliny, jež zaručí nezávadnost a konzervaci vody. V kontejnerových úpravnách typu CCW KU-1 se jako chemické činidlo používá chlornan sodný. Výstupem z tohoto stupně je čistá zdravotně nezávadná voda. Na obr. 3.7 je zobrazen UV zářič a na obr. 3.8 zásobník chlornanu sodného.



Obr. 3. 7: UV zářič [3]



Obr. 3. 8: Chlornan sodný [3]

4. ÚPRAVNA VODY VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

Pro konkrétní příklad pozemní úpravny vody jsem si vybral úpravnu vody ve Valašském Meziříčí. Tato úpravná je spravována firmou Vodovody a kanalizace Vsetín. Jedná se o třístupňovou úpravnu, která jako zdroj vody využívá říční tok řeky Bečvy. Úpravná byla založena roku 1976 a její rekonstrukce proběhla v roce 2015. Zásobuje pitnou vodou město Valašské Meziříčí a jeho přilehlé okolí.

4.1 PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

Nejprve je nutné, aby voda byla kumulována v dostatečném množství pro kontinuální dopravu surové vody. To zajišťuje hluboká šachta na přítoku, odkud se surová voda čerpá potrubím do objektu. Před čerpadlem jsou umístěny česle, zachycují hrubé nečistoty. Voda je dopravována potrubím o velké světlosti, do kterého se přidává síran hlinitý. Je důležité, aby tento síran byl dobře promísen s dopravovanou kapalinou, čehož je dosaženo tvarovým potrubím zvaným mísič. Mísič se skládá z trubky, v níž jsou osazeny lopatky specifických tvarů pro ideální promísení látek. Takto upravená kapalina se následně přivádí do rozdělovací nádrže, kterou lze vidět na obr. 4.1. Z této nádrže může být surová voda obohacená o síran hlinitý rozváděna rovnoměrně až do tří sedimentačních nádrží. Aktuálně úpravná využívá pouze dvě kvůli ekonomii provozu.



Obr. 4. 1: Rozvodná nádrž, úpravná Valašské Meziříčí [4]

4.2 SEDIMENTAČNÍ NÁDRŽ

V sedimentační nádrži, kterou lze vidět na obr. 4.2, může probíhat proces sedimentace právě díky síranu hlinitému, jež byl přimísen v dopravním potrubí. Tato chemikálie způsobuje destabilizaci kapaliny, ve které začínají působit elektrostatické síly. Paralelně s tímto procesem probíhá vznik iontů, které rovněž váží okolní anorganické i organické nečistoty. Důsledkem procesu dochází k růstu částic, jež tvoří vločkový mrak. Při dodržení rychlosti přívodu nové surové vody částice sedimentují na dno, odkud jsou dále v pravidelných cyklech odváděny odpadním potrubím.



Obr. 4. 2: Sedimentační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí [4]

Minimální rychlost stoupání vločkového mraku zde na rozdíl od mobilní úpravy není, jelikož sedimentace na dno je chtěný proces. Maximální rychlost stoupání se udává 0,65mm za sekundu. Při překročení této hodnoty dochází k přepadu vločkového mraku do žlabu odvádějícího odsazenou vodu na filtry, které jsou rychle zaneseny. Jelikož je surová voda kontinuálně dodávána do nádrže, roste i hladina. Kapalina zbavená drobných částic, které sedimentovaly na dno, je následně odváděna přes přepadovou hranu s pilovým tvarem do dalšího stupně úpravy. Na obr. 4.3 lze vidět sedimentovaný vločkový mrak na potrubí.



Obr. 4. 3: Přepadový žlab, úpravna Valašské Meziříčí [4]

4.3 FILTRACE

Filtrací nazýváme proces, při kterém se separují mechanické nečistoty obsažené v kapalině. V úpravně vody ve Valašském Meziříčí se využívá gravitační filtrační zařízení. Předností gravitační filtrace představuje její malá energetická náročnost. Naopak velkou nevýhodou lze spatřit v nutnosti velké filtrační plochy. Na obr. 4.4 vidíme filtrační nádrž, do níž nerezovou trubkou uprostřed je přiváděna znečištěná kapalina, jež je následně přefiltrována.



Obr. 4. 4: Písková filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí [4]

Filtrační směs používaná pro primární filtraci se skládá z písků, jejichž zrnitost se pohybuje v rozmezí 1 až 1,6 mm a výška filtrační vrstvy je kolem 1,2 m. Doba, během které přivedená odsazená voda proteče přes písky, se udává okolo dvou hodin. Sekundární filtrace probíhá v antracitové filtrační nádrži (viz. obr. 4.5), která se používá zejména kvůli chemické úpravě vody a zajišťuje také lepší kvalitu vody. Antracit, neboli tepelně zpracované uhlí, má mnohem větší a drsnější povrch než písek, a proto je jako filtrát daleko efektivnější. Doba od přivedení vody určené k cezení přes antracitové prostředí je tak kratší než přes pískové. Výška vrstvy antracitu se pohybuje v rozmezí 40 až 50 cm.

Obě filtrační nádrže musí procházet každé 4 dny regenerací směsi. Regenerace probíhá tak, že se přes filtrační rošt přivádí vzduch o určitém tlaku, jež celý filtrát zvlhčí. Nečistoty v něm původně obsažené se volně pohybují nádrží. Směs kvůli vyšší hustotě sedimentuje ke dnu. Poté se do procesu místo vzduchu přivádí čistá voda, která nečistoty odvádí přes hranu nádrže žlabem do odpadu.



Obr. 4. 5: Antracitová filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí [4]

4.4 UV ZÁŘIČ

UV zářič představuje důležitou součást úpravny vody. Situován je za filtračním stupněm, který již zachytil veškeré mechanické nečistoty. UV záření se udává v rozmezí 200 – 300 nm a dochází při něm k zahubení bakterií nacházejících se v upravené vodě. Do vody se dále nemusejí přidávat další chemikálie, u kterých by se muselo hlídat dávkování a množství v zásobnících, což znázorňuje jeho velkou výhodu.

Na obr. 4.6 lze v horní části vidět UV lampu se zářiči umístěnými kolmo k průtoku kapaliny. Ve spodní části tohoto obrázku lze naopak spatřit UV lampu s paralelně umístěnými zářiči k průtoku kapaliny. Výkonosti těchto typů UV lamp jsou odlišné. Zářiče umístěné paralelně jsou daleko účinnější. [2]



Obr. 4. 6: UV zářič, úpravna Valašské Meziříčí [4]

Nevýhodou je však nízká životnost a drahá pořizovací cena těchto zařízení. UV zářiče sice zahubí veškeré bakterie, které by mohly být zdraví škodlivé, avšak tento stav nastává pouze bezprostředně po průtoku zářičem. Kontaminace vody může přijít i později v potrubí, a proto se musí také tato možnost chemicky ošetřit. Na obr. 4.7 je vyobrazeno zapojení UV lampy, které je do potrubí vložena rovnoměrně se směrem proudící kapaliny.[2]



Obr. 4. 7: UV zářič, úpravna Valašské Meziříčí [4]

4.5 CHEMICKÁ ÚPRAVA

V posledním kroku je nutné zajistit odstranění zdraví nebezpečných mikroorganismů. Po přidání chlóru a jeho sloučenin do vody začne hydrolyzace na kyselinu solnou

a kyslík, což jsou desinfekční činitele. Pro dosažení desinfekčního účinku je požadován obsah zbytkového chlóru v síti 0,1 až 0,2 mg.Cl.l⁻¹. [2, 7, 9]

Při desinfekci vody ve Valašském Meziříčí se do čisté vody aplikuje volný chlór ze 60 kg ocelových lahví - viz. obr. 4.8.



Obr. 4. 8: Chlór, úpravna Valašské Meziříčí [4]



ZÁVĚR

Předložená práce se snaží poukázat na rozdíly mezi kontejnerovou a pozemní úpravnou. Hlavní rozdíl lze spatřit v mobilitě, kterou disponuje kontejnerová úpravná. Tuto přednost uplatňuje zejména při humanitárních akcích a válečných konfliktech. Technologie umožňující upravit jakkoliv znečištěnou vodu prakticky kdekoli na světě je impozantní a dává možnost záchrany mnoha lidských životů při živelných pohromách.

Použité technologie pro úpravu se diametrálně příliš neliší. Kontejnerové úpravny však dokázali tyto zařízení podstatně zmenšit, a to při zachování velkého výkonu. Maximální výkon u pozemních úpraven je pevně stanoven při jejich projektování a následná regulace spočívá pouze v omezení dodávek pitné vody. Naopak kontejnerová úpravná je v tomto aspektu variabilní. Může výkon snížit pomocí rotametu nebo naopak zvýšit spojením dvou a více kontejnerů.

Zařízení uskutečňující úpravu vody používají podobné technologie, liší se však v rozměrech a konstrukci. Nejvýznačnější rozdíly pro kontejnerovou úpravnou představuje čířič a tlakový filtr. V čířiči probíhá destabilizace kapaliny a vznik vločkového mraku. Čířič je konstruován jako kvádr, který obsahuje lamelové přepážky se statickými mísiči a segmentovým míchadlem. U pozemní úpravný se při stejné technologii využívá sedimentační nádrž, která má tvar velkého válce s kuželovým dnem. Druhý separační stupeň, tedy filtrace, má také své specifika. Kontejnerová úpravná využívá tlakový filtr kvůli rychlosti filtrace a jeho velikosti. Zařízení pracuje při zvýšených tlacích. Pozemní úpravná naopak využívá filtraci gravitační. Tyto filtry se rozkládají na větších plochách, aby mohla být efektivněji využita gravitační síla.

Závěrem bych rád zmínil, že odborníci firmy Hutira Brno s.r.o. uvedli, že kontejnerové úpravny mohou být v některých případech prospěšné i pro vodohospodářské společnosti. A to v případě, pokud dojde k poruše na vodovodním řádu. Kontejnerová úpravná je schopná se napojit na vodovodní síť a za předpokladu zdroje surové vody dokáže zásobovat určitou část vodovodní sítě pitnou vodou.



SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. TESAŘÍK, Igor. *Vodárenství - úprava vody*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1982, 280 s.
2. SLAVÍČKOVÁ, Kateřina, SLAVÍČEK, Marek. *Vodní hospodářství obcí 1*. Praha: ČVUT, 2013, 200 s.
3. Úpravny vody HUTIRA CCW. *HUTIRA – BRNO, s.r.o.* [online]. Brno, c2016 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.hutira.cz/upravny-vody-hutira-ccw.html>.
4. Výroba a dodávka pitné vody. *Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s.* [online]. Vsetín, c2013 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.vakvs.cz/pitna-voda/vyroba-a-dodavka-pitne-vody/>.
5. KUBEŠ, Jiří. *Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013, 103 s.
6. MALÝ, Josef a MALÁ, Jitka. *Chemie a technologie vody*. 2., dopl. vyd. Brno: ARDEC, 2006, 331 s.
7. KUČEROVÁ, Radmila, FEČKO, Peter a LYČKOVÁ, Barbora. *Úprava a čištění vody*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2011, 108 s.
8. BINDZAR, Jan a kol. *Základy úpravy a čištění vod*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009, 251 s.
9. OŠLEJŠEK, Jiří. *Vodárenství: návody do cvičení*. 2. vyd. Brno: VUT, 1983.



SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. 1: Ukázka parametrů výkonu od firmy HUTIRA
Obr. 1. 2: Čiřič od firmy HUTIRA
Obr. 1. 3: Tlakový filtr od firmy HUTIRA
Obr. 2. 1: Sedimentační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 2. 2: Filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 2. 3: Prací čerpadlo, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 3. 1: Kontejnerová úpravna pro armádu
Obr. 3. 2: Rotametr
Obr. 3. 3: Síran hlinitý
Obr. 3. 4: pH
Obr. 3. 5: Čiřicí nádrž
Obr. 3. 6: Tlakový filtr
Obr. 3. 7: UV zářič
Obr. 3. 8: Chlornan sodný
Obr. 4. 1: Rozvodná nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 2: Sedimentační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 3: Přepadový žlab, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 4: Písková filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 5: Antracitová filtrační nádrž, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 6: UV zářič, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 7: UV zářič, úpravna Valašské Meziříčí
Obr. 4. 8: Chlór, úpravna Valašské Meziříčí



SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Jednotka	Popis
DNA		Deoxyribonukleová kyselina
pH		Potential of hydrogen
RNA		Ribonukleová kyselina
UV		Ultrafialové záření
v	[m/s]	Rychlost
P	[m ³ /s]	Výkon
Q_v	[m ³ /s]	Objemový průtok
d	[m]	Délka
m	[kg]	Hmotnost
λ	[m]	Vlnová délka
p	[bar]	Atmosférický tlak
I_e	[W/m ²]	Intenzita záření



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1

Dispoziční rozložení komponent v kontejneru typu CCW KU – 1 (pohled 1)

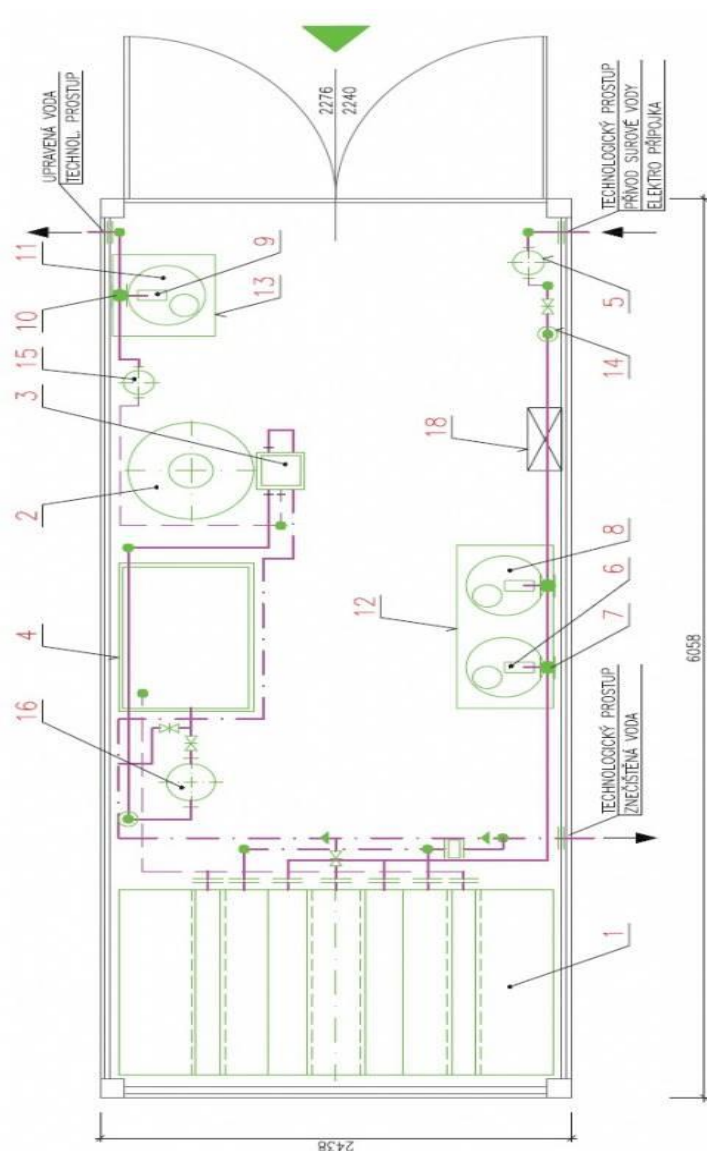
Příloha č. 2

Dispoziční rozložení komponent v kontejneru typu CCW KU – 1 (pohled 2)

PŘÍLOHY

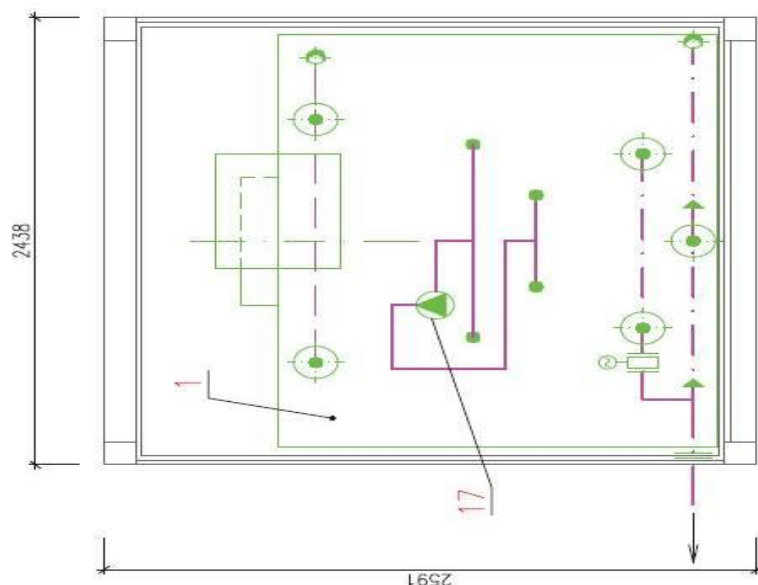
Příloha č. 1

Dispoziční rozložení komponent v kontejneru typu CCW KU – 1 (pohled 1)



Příloha č. 2

Dispoziční rozložení komponent v kontejneru typu CCW KU – 1 (pohled 2)



- 1 Čířič se segmentovým míchadlem Q: 5 m³/h
- 2 Pískový filtr bez mezidna
- 3 Automatický ovládací ventil
- 4 Vyrovnávací nádrž
- 5 Uzavřený zachycovač hrubých nečistot
- 6 Dávkovací čerpadlo membránové
(dávkování korektoru pH, dávkování koagulantu)
- 7 Vstříkovací souprava chemického roztoku
- 8 Zásobní nádrž pro chemické roztoky
- 9 Dávkovací čerpadlo NaClO
- 10 Vstříkovací souprava – chlornan
- 11 Zásobní nádrž chlornanu sodného
- 12 Ochranná nádrž
- 13 Ochranná nádrž
- 14 Rotametr
- 15 UV zářič
- 16 Vertikální člákové čerpadlo
- 17 Odstředivé čerpadlo s otevřeným oběžným kolem
- 18 El. rozvaděč

