

OBSAH

1 Úvod.....	2
2 Současný stav výroby pitné vody pro vodárenský systém Stod.....	2
2.1 Stod ÚV I	2
2.2 Stod ÚV II Krutí Hora.....	11
2.3 Stod ÚV III	18
3 Navrhované řešení.....	22
3.1 Předpokládaná jakost surové vody	23
3.2 Princip technologie úpravy	24
3.3 Odhad investičních nákladů pro rekonstrukci a doplnění technologie.....	25
4 Závěr a návrh dalšího postupu	25
Příloha: Orientační cenová nabídka pro technologii – firma Culligan.....	26

1 ÚVOD

Předkládaná zpráva je písemným výstupem druhé části zakázky č. 1963, která je založena na základě smluvního vztahu mezi Vodohospodářským podnikem a.s. a Městem Stod s názvem Zásobování města Stod pitnou vodou, a to konkrétně části B Technologické hodnocení stávajících ÚV, návrh opatření.

Účelem této práce je shrnout shromážděná a vyhodnocená data o vodárenském systému města Stod ve smyslu chemicko-technologického stavu existujících zařízení pro úpravu vody a na jeho základě a v souladu s výstupy části A navrhnout vhodné budoucí řešení.

Jako zdroj informací pro vypracování zprávy sloužily:

- materiály poskytnuté provozovatelem ÚV (provozní řády diskutovaných úpraven vody, informace o množství vyrobené vody, výsledky rozborů surové a upravené vody na jednotlivých úpravárnách za období 2010-2015),
- informace získané z místního šetření na jednotlivých ÚV včetně osobních rozhovorů s provozními pracovníky,
- informace sdělené pracovníky provozovatele a zástupcem města Stod při realizovaných kontrolních dnech,
- předané poznámky technologa provozovatele o problematických místech jednotlivých posuzovaných technologií.

2 SOUČASNÝ STAV VÝROBY PITNÉ VODY PRO VODÁRENSKÝ SYSTÉM STOD

Pitná voda je pro vodárenský systém Stod vyráběna ve třech zařízeních, jedná se o ÚV I, ÚV II Krutí Hora a ÚV III, která je umístěna v objektu ÚSP Stod.

2.1 STOD ÚV I

Jedná se o historicky nejstarší úpravnu vody ve městě, původně byla její stavba zamýšlena jako dočasná pro překlenutí období do napojení města na vodovod vedoucí z Plzně. Byla vybudována na konci 70. let 20. století a je umístěna přímo v městské zástavbě nedaleko centra.

2.1.1 Zdroje surové vody

Zdroji surové vody pro ÚV I jsou vrty nacházející se na levém břehu řeky Radbuzy. Původní zdroje byly vybudovány v roce 1976, jedná se o vrt S1 a S2. V roce 1995 byla zdrojová část posílena vrtem S4.

Původní využitelnost vrtu S1 byla stanovena na 2,5 l/s, v současnosti je na cca 30 % této hodnoty. Vydatnost vrtu S3 poklesla časem ze 1,4 na cca 0,5-1,0 l/s. Vydatnost vrtu S4 je 2 l/s.

Za rok 2014 bylo čerpáno celkem 31 779 m³ surové vody.

Při provozování ÚV provozní pracovníci poukazují na problém s nedostatkem vody ve zdrojích vody na ÚV I, který je důvodem častého vyblokování provozu sondami ve vrtech.

2.1.2 Jakost surové vody

Obecně lze směs surové vody pro ÚV I charakterizovat jako podzemní vodu středně tvrdou, s vyšším podílem agresivního CO₂ a radonu. Znečištění organickými látkami je minimální, mikrobiologická kontaminace je velmi nízká a odpovídá typu zdroje. Nad limitem platným pro pitnou vodu je obsah manganu. Hlavním problémem je specifické organické znečištění vody - kontaminace vody pesticidy.

V následující tabulce je uvedena sumarizace základních chemických parametrů surové vody pro ÚV I v sledovaném období 2010-2015. Voda vykazuje především vysoký obsah manganu, občasné je překročení obsahu železa.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	<5	<5	<5
teplota	°C	7,4	10,54	15,2
konduktivita	mS/m	61,3	65,46	72,3
absorbance (254)		0,019	0,04	0,059
zákal	FNU	0,47	1,19	5,2
pH		6,82	7,11	7,96
kyselinová neutr. kapacita 4.5	mmol/l	2,01	2,57	2,89
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,56	0,73	0,95
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	0,6	1,03	2,2
amonné ionty	mg/l	0,05	0,09	0,15
dusitany	mg/l	0,02	0,02	0,02
dusičnany	mg/l	17,5	31,46	55
sírany	mg/l	38,8	47,54	58,9
chloridy	mg/l	63,2	75,59	93,6
hořčík	mg/l	17,2	19,45	23,4
mangan	mg/l	0,004	0,27	0,507
tvrdost	mmol/l	2,25	2,63	3,06
vápník	mg/l	61,9	73,16	85,8
železo	mg/l	0,05	0,19	0,92

Pozn.: červeně označené hodnoty překračují limity pitné vody stanovené Vyhláškou č.254/2002 Sb.

V následující tabulce je uvedena sumarizace základních mikrobiologických parametrů surové vody pro ÚV I v sledovaném období 2010-2015. Mikrobiologická kontaminace je na velmi nízké úrovni a pro zabezpečení vody je dostačující běžný typ dezinfekční metody.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	1	2	4
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	33	148
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	2	8
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	1	11

koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	8	54
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	5

Pozn.: červeně označené hodnoty překračují limity pitné vody stanovené Vyhláškou č.254/2002 Sb.

V oblasti radiologických parametrů vykazuje surová voda pro ÚV I zvýšené koncentrace obsahu radonu.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
radioaktivita alfa	Bq/l	0,16	0,17	0,19
radioaktivita beta	Bq/l	0,11	0,12	0,14
radon	Bq/l	139	160,00	196

Pozn.: červeně označené hodnoty nevyhovují předepsaným limitům podle zákona č.18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů

Hlavním problémem v jakosti surové vody pro ÚV I je její specifická organická kontaminace, a to konkrétně nadlimitní nálezy pesticidních látek a jejich metabolitů. V níže uvedené tabulce jsou shrnuty výsledky těch analýz látek pesticidního spektra, které jsou překročeny, a jejich celkové sumy.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
limit 0,1 µg/l		min	prům	max
Alachlor ESA	µg/l	0,26	0,260	0,26
Atrazine	µg/l	0,075	0,123	0,168
Atrazine-desethyl	µg/l	0,103	0,159	0,26
Metazachlor ESA	µg/l	0,104	0,104	0,104
limit 0,5 µg/l				
pesticidní látky celkem	µg/l	0,234	0,329	0,413
pesticidní látky celkem (LC MS)	µg/l	0,842	0,842	0,842
PST celkem (LC MS+ GC MS)	µg/l	0,842	0,842	0,842

Pozn.: červeně označené hodnoty překračují limity pitné vody stanovené Vyhláškou č.254/2002 Sb.

V současné době dochází postupně k precizování a zpřesňování metod pro jednotlivá a sumární stanovení. Dokladem a výsledkem toho je zvýšení nalézaných koncentrací sumy pesticidů při použití nové metody plynové chromatografie spolu s koncovkou hmotnostní spektrometrie, kterou začal využívat provozovatel ÚV ve své laboratoři.

V diskutované surové vodě se vyskytují pesticidy triazinového typu (atrazin) a acetanilidové herbicidy a jejich metabolity (alachlor, metazachlor).

Atrazin je pesticid, který se v současné době již nepoužívá a jeho aplikace je zakázána. Dříve atrazin sloužil jako herbicid účinný na dvouděložné plevely, působí jako inhibitor fotosyntézy. Používal se v zemědělství (kukuřice), v lesnictví i ve vodních ekosystémech. Aplikoval se na rostliny ve formě ve vodě dispergovatelného mikrogranulátu nebo suspenzního koncentrátu. Primárním vstupem atrazinu do prostředí bylo jeho rozprašování na zemědělské plodiny a následný splach z polí. V České republice v současnosti není evidován žádný podnik vyrábějící atrazin ani není registrován žádný přípravek s jeho obsahem, nicméně stále může docházet k sekundárním únikům z kontaminovaných míst (bývalá skladiště agrochemikálií, skládky odpadů a kontaminovaných zemín), kde může být atrazin přítomen ještě z doby, kdy byl používán.

Atrazin se rozkládá v kyselém prostředí hydrolýzou. Poločas rozpadu při pH 5 a teplotě 20 °C je přibližně 12 týdnů. V podzemních vodách, kde je pH obvykle vyšší a teplota nižší, může být poločas rozpadu delší než dva roky. IARC (International Agency for Research on Cancer – Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny) řadí atrazin mezi možné lidské karcinogeny s omezenou evidencí u laboratorních zvířat.

Acetanilidové herbicidy jsou v současnosti běžně užívané, aplikují se například pro odplevelení řepky.

Limity pro jakostní parametry surové vody a následnou kategorizaci surové vody předepisuje v současné době novelizace vyhlášky MZe č. 428/2001 Sb. k zákonu č. 274/2001 Sb. (o vodovodech a kanalizacích) ve znění vyhlášky č. 48/2014 Sb. Tato vyhláška upravuje hodnocení vody v parametru pesticidy takto:

- mezní hodnota pro jednotlivé pesticidy 100 ng/l – kategorie surové vody A1 a A2
- mezní hodnota pro jednotlivé pesticidy 500 ng/l – kategorie surové vody A3
- mezní hodnota pro sumu pesticidů 500 ng/l

Podle výše uvedených nalézáných hodnot pesticidů v surové vodě pro ÚV I je tato surová voda v parametru suma pesticidů zaříděna do kategorie více než A3, pro jednotlivé pesticidy do kategorie A3. Uvedený legislativní předpis pak pro dané kategorie surové vody předkládá odpovídající typy úprav vody, jak je uvedeno v následující tabulce:

Pro kategorii	Typy úprav
A1	Úprava surové vody s koncovou dezinfekcí pro odstranění sloučenin a prvků, které mohou mít vliv na její další použití, a to zvláště snížení agresivity vůči materiálům rozvodného systému včetně domovních instalací (chemické nebo mechanické odkyselení), dále odstranění pachu a plynných složek provzdušňováním. Prostá filtrace pro odstranění nerozpuštěných látek a zvýšení jakosti.
A2	Surová voda vyžaduje jednodušší úpravu, např. koagulační filtraci, jednostupňové odželezňování, odmanganování nebo infiltraci, pomalou biologickou filtraci, úpravu v horninovém prostředí a to vše s koncovou dezinfekcí. Pro zlepšení vlastností je vhodná stabilizace vody.
A3	Úprava surové vody vyžaduje dvou či více stupňovou úpravu čiřením, oxidací, odželezňováním a odmanganováním s koncovou dezinfekcí, popř. jejich kombinací. Mezi další vhodné procesy se řadí např. využívání ozónu, aktivního uhlí, pomocných flokulantů, flotace. Ekonomicky náročnější postupy technicky zdůvodněné (např. sorpce na speciálních materiálech, iontová výměna,

	membránové postupy) se použijí mimořádně.
Vyšší koncentrace než jsou uvedeny pro kategorii A3	Podle § 13 odst. 2 zákona lze vodu této jakosti výjimečně odebírat pro výrobu pitné vody s udělením výjimky příslušným krajským úřadem. Pro úpravu na vodu pitnou se musí použít technologicky náročné postupy spočívající v kombinaci typů úprav uvedených pro kategorii A3, přičemž je nutné zajistit stabilní kvalitu vyráběné pitné vody podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. Přednostním řešením v těchto případech je však eliminace příčin znečištění anebo vyhledání nového zdroje vody.

Je zřejmé, že pro danou konkrétní surovou vodu je předepsána vysoce sofistikovaná technologie úpravy, resp. doporučeno řešení buď eliminace znečištění (což v tomto případě není možné, není znám bod kontaminace, ale lze předpokládat, že znečištění bude spíše difúzního charakteru), eventuálně přechod na nový nekontaminovaný zdroj.

2.1.3 Výkonové parametry

Úpravna vody byla projektována na výkon 5 l/s. Reálný maximální výkon se pohybuje kolem hodnoty 250 m³/den. V roce 2014 bylo vyrobeno celkem 29 356 m³ upravené vody, což představuje využití reálné kapacity úpravy na 33%.

2.1.4 Technologie úpravy

Vzhledem k definici jakosti surové vody v době při projektování úpravy bylo zadání technologie pro odradonování a odkyselení vody, její odželeznění, odmanganování a hygienizaci. Technologická linka je řešena jako klasická písková kontaktní jednostupňová filtrace.

Provzdušnění vody, při kterém dochází k přestupu radonu do plynné fáze a současně k odvětrání části agresivního oxidu uhličitého, se děje v zařízení typu Bubla. Zde vnesený vzdušný kyslík také současně částečně oxiduje přítomné rozpuštěné železnaté ionty.



Do provzdušněné vody je dávkován roztok uhličitanu sodného pro předalkalizaci a chlornanu sodného pro předoxidaci vody. Přebytkem chlornanu nad stechiometrii oxidačních reakcí je současně voda i dezinfikována. Nadávkovaná voda po homogenizaci pomocí elementů v potrubí vstupuje do zdržovacích nádrží, jejichž funkcí je zabezpečení průběhu oxidačních procesů a vytvoření separovatelné suspenze vhodných parametrů.



Dále je voda vedena na dva tlakové filtry s pískovou náplní (původně písek preparovaný KMnO_4).



Upravená voda je akumulována v nádrži upravené vody o objemu 130 m^3 a čerpána tlakovou stanicí do spotřebiště.

2.1.5 Jakost upravené vody

V následující tabulce je uvedena sumarizace základních chemických parametrů upravené vody vyrobené v ÚV I v sledovaném období 2010-2015. Upravená voda v sledovaných základních chemických parametrech nevykazuje překročení limitů závazných legislativou pro pitnou vodu. Stávající technologie úpravy vody bez problémů odstraňuje většinu v surové vodě přítomného železa a manganu.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	<5	<5	<5
teplota	°C	8,4	11,18	15,7
konduktivita	mS/m	63,5	69,88	72,9
absorbance (254)		0,013	0,03	0,041
zákal	FNU	0,31	0,58	2,7
pH		6,92	7,97	8,32
kyselinová neutr.kapacita 4.5	mmol/l	2,06	2,54	2,7
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,05	0,20	0,4
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	0,6	0,71	0,9
amonné ionty	mg/l	0,06	0,06	0,06
dusitany	mg/l	0,02	0,02	0,02
dusičnany	mg/l	33,1	40,28	46,8

sírany	mg/l	45,2	49,59	56
chloridy	mg/l	68,4	84,84	93,8
hořčík	mg/l	15,9	20,20	23,2
mangan	mg/l	0,002	0,01	0,02
tvrdost	mmol/l	2,01	2,75	3,11
vápník	mg/l	53,3	76,89	87,3
železo	mg/l	0,01	0,03	0,12

Voda vyráběná na ÚV I je podle dostupných mikrobiologických a biologických rozborů zdravotně nezávadná, proces dezinfekce pracuje bez problémů.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	1	1	1
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	7	159
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	1	38
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	0
Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	0	0

Z výsledků radiologických rozborů uvedených v další tabulce je patrné, že proces odradonování vody pracuje na ÚV I bez závad, je velmi efektivní a voda nevykazuje v dané oblasti kvality závady.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
radioaktivita alfa	Bq/l	0,11	0,14	0,18
radioaktivita beta	Bq/l	0,08	0,09	0,11
radon	Bq/l	3,3	3,30	3,3

V oblasti limitů specifického organického znečištění vody je pro vodu upravenou závazná vyhláška MZdr č. 252/2004 Sb. ve znění č. 187/2005 Sb. a vyhlášky č.83/2014 Sb., a to takto:

- nejvyšší mezná hodnota pro jednotlivé pesticidy 100 ng/l
- nejvyšší mezná hodnota pro sumu pesticidů 500 ng/l
- (pro pesticidy aldrin, dieldrin, heptachlor, heptachlorepoxid je limit 30 ng/l)

V následující tabulce je uvedeno statistické zpracování dat obsahu pesticidů v upravené vodě z ÚV I ve sledovaném období. Je patrné, že průchodem technologickou linkou se obsah pesticidů ve vodě nesnížuje, což odpovídá absenci sorpčního stupně, stávající technologie nemůže průchodu kontaminace zabránit. Případný rozptyl hodnot při srovnání surové a upravené vody je způsoben nesouvztažností analyzovaných vzorků.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
limit 0,1 µg/l	µg/l	min	prům	max
Alachlor ESA	µg/l	0,272	0,279	0,286
Atrazine	µg/l	0,056	0,118	0,153
Atrazine-desethyl	µg/l	0,022	0,150	0,245
Metazachlor ESA	µg/l	0,065	0,065	0,065
Dimethachlor ESA		0,087	0,090	0,093
limit 0,5 µg/l	µg/l			
pesticidní látky celkem	µg/l	0,142	0,277	0,413
pesticidní látky celkem (LC MS)	µg/l	0,433	0,640	0,846
PST celkem (LC MS+ GC MS)	µg/l	0,436	0,641	0,846

Pozn.: červeně označené hodnoty překračují limity pitné vody stanovené Vyhláškou č.254/2002 Sb.

2.1.6 Zhodnocení ÚV I z chemicko-technologického hlediska

Objekt i technologické zařízení ÚV I je dnes již technicky zastaralé a blíží se k hranici své životnosti, nicméně posouzením jakosti vyráběné pitné vody je možné konstatovat, že proces odželeznění a odmanganování včetně dezinfekce vody je provozován na dobré úrovni a v tomto směru je princip technologie vyhovující. Vyhovující je také odradonování vody.

Nedostačující je absence sorpčního či jiného speciálního stupně úpravy, na kterém by probíhala separace specifických organických látek typu pesticidů, které se v surové vodě vyskytují v nadlimitním množství. Tato situace bude muset být v krátkém časovém horizontu řešena, nadlimitní obsah pesticidů v upravené vodě povede k nutnosti získat výjimku příslušného hygienického orgánu pro veřejné zásobování, která bude s časovým omezením pro vyřešení dané situace. Možnosti řešení při snaze zachovat chod ÚV I jsou uvedeny dále.

Kontaminace pesticidy – možnosti řešení

Kontaminace surové vody specifickými organickými pesticidními látkami je základním problémem pro eventuální budoucí využití ÚV I k zásobování města Stod. Pro případnou další exploataci tohoto zařízení by do budoucna připadaly do úvahy dva postupy řešení – jedním je zajištění nových zdrojů bez specifického znečištění, druhým je rekonstrukce technologie s doplněním stupně pro separaci diskutovaných mikropolutantů.

A náhrada kontaminovaných zdrojů

Vzhledem k umístění ÚV I je možnost navrtání jiného dostatečně vodného zdroje a přivedení vody do úpravny problematická. Kontaminace podzemní vody v dané oblasti je nejspíše difúzního typu, tedy lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, že pesticidy je kontaminována voda v celé jímané zvodni a tedy je vyloučeno její využití v celé oblasti.

B rekonstrukce technologie pro separaci pesticidů

Obecně jsou pro separaci pesticidů z vody doporučovány dva typy technologických procesů – metody sorpční a membránové.

Běžně provozně užívanou sorpční metodou je sorpce na aktivním uhlí, v současné době je preferována forma granulovaného aktivního uhlí. Ještě sofistikovanější metodou je použití destrukce kontaminantů ozonem a teprve následná separace reziduí na GAU. Tato metoda je velmi efektivní, ale také investičně i provozně náročná, je nutné správné nastavení technologie a dohled nad provozem. Je také potřeba upozornit na vysoké náklady týkající se zabezpečení analýz jakosti vody v těchto parametrech. Další problém může nastat při zvýšených koncentracích bromidů v surové vodě. V takovém případě je nutné precizní nastavení celé technologie tak, aby došlo k destrukci pesticidů a zároveň nedošlo k oxidaci bromidů na rovněž nežádoucí bromičnany.

Je možné využít případně pouze samostatné sorpce na GAU. V tom případě dojde ke zjednodušení technického zařízení, využívají se běžné typy filtračních jednotek, ať tlakových či otevřených, se speciální náplní GAU. I zde zůstávají vyšší provozní náklady na analýzy jakosti vody, ale především je nutné řešit otázku vyčerpaného GAU. To je po zaplnění aktivních míst na svém povrchu nutné vyměnit za nové či regenerovat.

Použitelné metody membránové filtrace by v tomto konkrétním případě byly nanofiltrace a reverzní osmóza. Principiálně se jedná o stejné postupy, rozdíl je pouze ve velikosti pórů filtrační přepážky. Nevýhoda metod a tudíž omezená možnost aplikace na úpravu pitné vody vyplývá mimo jiné z doprovodného efektu odstranění další látek – anorganických iontů. Tento efekt snižuje nežádoucím způsobem celkovou mineralizaci vody a mění tím podstatně její vlastnosti. Někdy je nutné žádat látky – především Ca a Mg do vody posléze opět doplňovat tzv. remineralizací, což metodu opět prodražuje. Při membránové filtraci se z odvětvěného proudu vody daným postupem vyrobí prakticky demineralizovaná až chemicky čistá voda. Tento podíl je poté smíchán s hlavním proudem, poměr objemů je takový, aby ve výsledku voda vyhovovala legislativním předpisům. Přítomnost pesticidů na konci úpravy tedy není nulová, ale pouze taková, aby byl splněn závazný předpis.

Obecně lze zhodnotit, že oba z možných postupů pro separaci pesticidového znečištění mají svoje nevýhody. Jedná se o poměrně nákladné metody, a to jak investičně, tak i z hlediska provozu. Pokud existuje jiné možné řešení, a to jak náhrada zdroje surové vody, či zásobování z jiné ÚV, pak není rekonstrukce technologie ÚV I pro separaci pesticidů preferovaná varianta.

2.2 STOD ÚV II KRŮTÍ HORA

Úpravna vody II je umístěna v areálu bývalé vojenské posádky, část vodohospodářské infrastruktury byla městu předána armádou po jejím zrušení. V roce 2003 byla uvedena do provozu rekonstruovaná technologie ÚV II.



2.2.1 Zdroje surové vody

Zdroji surové vody pro ÚV II jsou vrtý nacházející se v katastrálním území obce Ves Touškov. Exploatovaný vrt HJ3 byl vybudován v roce 2000, v blízkosti se nachází ještě nevyužívaný zdroj HJ 1. Při souběžném čerpání vody z obou vrtů se zdroje navzájem ovlivňují.

Využitelnost vrtu HJ3 byla stanovena na 3 l/s, v současné době je využíván na cca 50%. Vydátnost nevyužívaného vrtu HJ1 je 0,5 l/s.

Za rok 2014 bylo čerpáno celkem 47 723 m³ surové vody.

Podle sdělení provozních pracovníků se projevuje častý výskyt poruch na přivaděči surové vody z vrtu, příčinou je několikaleté odstavení tohoto přivaděče z provozu před převzetím objektu městem Stod.

2.2.2 Jakost surové vody

Surová voda přitékající do ÚV II je obecně podzemní voda dobré jakosti, jedná se o vodu se střední tvrdostí, minimálním organickým i mikrobiologickým znečištěním, neutrální reakce. Voda se vyznačuje téměř nulovým obsahem dusitanů a dusičnanů a nízkým obsahem chloridů. Jedinými parametry nevyhovujícími již přímo normě na pitnou vodu jsou vedle občasného překročení mikrobiologických ukazatelů trvale vysoké hodnoty obsahu železa a manganu. S tím souvisí mírné zvýšení navazujících organoleptických ukazatelů – barvy a zákalu, případně pachu vody.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	<5	8,83	15,6
teplota	°C	5,8	9,89	14,5
konduktivita	mS/m	47,9	50,03	51,9
absorbance (254)		0,016	0,05	0,132
zákal	FNU	1,4	20,06	73
pH		6,83	7,05	7,42
kyselinová neutr.kapacita 4.5	mmol/l	3,81	4,24	4,49
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,86	1,30	1,71
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	0,8	1,01	1,3
amonné ionty	mg/l	0,06	0,07	0,1
dusitany	mg/l	0,01	0,01	0,01
dusičnany	mg/l	0,69	0,69	0,69
sírany	mg/l	29,9	39,04	43,8
chloridy	mg/l	5,8	7,51	9,6
hořčík	mg/l	4,44	17,88	20,7
mangan	mg/l	0,063	0,35	0,411
tvrdost	mmol/l	0,599	2,24	2,5
vápník	mg/l	16,7	60,13	67,5
železo	mg/l	0,82	5,12	10

Surová voda je minimálně mikrobiologicky znečištěná, což odpovídá typu zdroje, tvrzení dokladuje následující tabulka:

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	1	7	40
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	4	46
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	0	2
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	1	7
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	0

V oblasti radiologických ukazatelů je podle předaných rozborů surová voda pro ÚV II bez problémů.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
radioaktivita alfa	Bq/l	0,11	0,21	2,4
radioaktivita beta	Bq/l	0,335	0,25	11,2
radon	Bq/l	0,56	0,29	20

Podle hodnocených výsledků rozborů jakosti dodaných provozovatelem surová voda nevykazuje nadlimitní hodnoty v oblasti speciálních anorganických ani organických kontaminantů.

2.2.3 Výkonové parametry

Rekonstruovaná úprava vody byla projektována na výkon 3 l/s. Reálný maximální výkon se pohybuje kolem hodnoty 170 m³/den. V roce 2014 bylo vyrobeno celkem 42 238 m³ upravené vody, což představuje využití reálné kapacity úpravy na 69%.

2.2.4 Technologie úpravy

ÚV II byla v roce 2002 rekonstruována. Technologie úpravy byla zaměřena na odželeznění a odmanganování a také hygienizaci vyrobené vody.

Voda přitékající výtlačkem z využívaného vrtu HJ3 je vedena na aerátor BUBLA, kde dochází k jejímu provzdušnění a odkyselení. Vnesený kyslík přispívá k oxidaci přítomného železa, tento proces je dále podpořen alkalizací vody na výstupu z aerátoru. Zvýšení pH se děje dávkováním roztoku uhličitanu sodného. Prakticky bezprostředně poté je do vody dávkován chlornan sodný, který má za úkol oxidaci zbytkových železnatých iontů a částečně také iontů manganatých. Takto nadávkovaná voda natéká do akumulace surové vody o objemu 32 m³. Zde dochází k parciální sedimentaci precipitovaných hydratovaných oxidů železa, ev. manganu. Vzhledem k vysokému obsahu těchto kovů v surové vodě je nádrž nutné často odkalovat, odkalování vodojemu surové vody se děje automaticky 1x denně elektrošoupátkem a dále se odkaluje minimálně ještě jednou denně ručně při kontrolní návštěvě obsluhy.





Částečně sedimentovaná voda je čerpána podávacími čerpadly na dvoustupňovou tlakovou filtraci Culligan. První stupeň filtrace je tvořen tlakovým filtrem CLEER HF9-UF 48", filtrace je zaměřena na separaci mechanických částic – vysrážených forem železa a manganu. V sérii je pak zapojen filtr druhého stupně CULSORB HF9-UB 48". Původně byl tento filtr naplněn speciální filtrační hmotou Greensand a před něj byl proporcionálně dávkován roztok manganistanu draselného pro odmanganování. Vzhledem k provozním problémům byla později změněna náplň filtru na Cullsorb a dávkování manganistanu bylo ukončeno. V tomto režimu je technologie provozována v současné době. Filtry jsou prány surovou vodou z vodojemu surové vody, první stupeň filtrace se pere 1x denně, druhý stupeň přibližně jednou za 3 dny.





Upravená voda vystupující z filtrace je zdravotně zabezpečována chlornanem sodným dávkovaným do výtlačku upravené vody do akumulace, která má objem 250 m³. Dále upravená voda natéká přes malý přerušovací vodojem o objemu 18 m³ gravitací do distribuční sítě. ÚV II zásobuje cca 40% města.

2.2.5 Jakost upravené vody

Voda vyrobená v ÚV II je podle výsledků rozborů poskytnutých provozovatelem bezproblémové jakosti. Technologická linka vykazuje velmi dobrou separační schopnost při odstranění nadlimitních obsahů železa a manganu.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	<5	<5	<5
teplota	°C	5,3	10,52	15,2
konduktivita	mS/m	41,2	50,25	52,1
absorbance (254)		0,01	0,02	0,066
zákal	FNU	0,3	0,64	2,3
pH		7	7,85	8,07
kyselinová neutr.kapacita 4.5	mmol/l	3,95	4,16	4,6
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,05	0,22	0,6
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	<0,6	<0,6	<0,6
amonné ionty	mg/l	0,05	0,05	0,05
dusitany	mg/l	0,02	0,02	0,02
dusičnany	mg/l	0,55	0,84	1,35
sírany	mg/l	31,5	38,69	44,6
chloridy	mg/l	6,6	12,38	16,3
hořčík	mg/l	0,85	17,86	20,7

mangan	mg/l	0,001	0,01	0,029
tvrdost	mmol/l	0,112	2,23	2,62
vápník	mg/l	3,1	59,78	71
železo	mg/l	0,02	0,12	0,81

Vyrobená voda je bez mikrobiologických a biologických závad.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	1	1	2
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	1	15
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	0	2
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	0
Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	0	0

V oblasti radiologických ukazatelů je upravená voda odcházející z ÚV II bez problémů, což je v souladu s jakostí vody surové v daných parametrech.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
radioaktivita alfa	Bq/l	0,05	0,10	0,19
radioaktivita beta	Bq/l	0,22	0,24	0,25
radon	Bq/l	2,2	2,50	2,7

Podle hodnocených výsledků rozborů jakosti dodaných provozovatelem upravená voda nevykazuje nadlimitní hodnoty v oblasti speciálních anorganických ani anorganických kontaminantů.

2.2.6 Zhodnocení ÚV II z chemicko-technologického hlediska

Na základě zhodnocení výše uvedených informací je možné konstatovat, že ÚV II pracuje z chemicko-technologického hlediska velmi dobře a jakost upravené vody zde produkované je vyhovující předepsaným platným legislativním limitům. Separační účinnost přítomného znečištění je velmi vysoká.

Jakost surové vody je dobrá, nevyhovující parametry železo a mangan patří mezi standardní, méně náročné a poměrně jednoduše řešitelné technologické problémy. Instalovaná technologie je pro potřeby odželeznění a odmanganování vody vyhovující.

Vzhledem k vyššímu obsahu železa na vstupu do úpravárenské linky a upravovaným objemům vody pracuje ÚV II na hranici látkového i hydraulického zatížení. Provozním nedostatkem je nedostatečně dimenzovaná akumulace, a to jak surové, tak i upravené vody. Podle sdělení provozu úprava

postrádá jakoukoli rezervu jak v akumulaci, tak v technologii pro případné havarijní stavy nebo provozní odstávky.

2.3 STOD ÚV III

ÚV III byla vybudována v roce 1983 a je umístěna v suterénních prostorech Ústavu sociální péče Stod, konkrétně v přestavěném prostoru bývalé uhelny ústavu. V roce 2004 úpravna prošla částečnou rekonstrukcí. Distribuční síť navazující na ÚV III není propojena s ostatním vodovodním systémem města Stod. Výroba vody pokrývá potřeby ÚSP, přebytek vody je dodáván do přilehlé zástavby.

2.3.1 Zdroje surové vody

Zdroji surové vody pro ÚV III jsou vrty nacházející se pod areálem ÚSP směrem k toku Merklínka. Jedná se o vrty S1, HJ1 a HJ2. Vrt S1 byl vybudován v roce 1983, vrty HJ1 a HJ2 v roce 1988. Vrt HJ2 o předpokládané vydatnosti 0,4 l/s se nevyužívá pro nedostatek vody. Původní vrt S1 má využitelnou vydatnost 2 l/s, vrt HJ1 0,45 l/s (zdroj Provozní řád ÚV).

Využitelnost exploatovaných vrtů S1 a HJ1 je cca 21%, za rok 2014 bylo čerpáno celkem 16 231 m³ surové vody.

2.3.2 Jakost surové vody

Surová voda pro ÚV III je podzemní voda se zvýšeným obsahem železa a manganu, s čímž souvisí i překročení hodnoty zákalu vody. Jiné nadlimitní znečištění v rozsahu základních chemických parametrů se zde nevyskytuje. Voda má minimální obsah organických látek, reakce vody je přibližně neutrální, z hlediska vápenatouhličité rovnováhy je surová voda středně tvrdá.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	5	5,00	5
teplota	°C	7,2	11,00	15,4
konduktivita	mS/m	42,9	45,50	48,5
absorbance (254)		0,029	0,06	0,104
zákal	FNU	0,42	15,97	66
pH		7,04	7,26	7,54
kyselinová neutr.kapacita 4.5	mmol/l	1,75	2,13	2,4
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,3	0,42	0,7
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	0,6	0,66	0,8
amonné ionty	mg/l	0	0,00	0
dusitany	mg/l	0,02	0,02	0,02
dusičnany	mg/l	0	0,00	0
sírany	mg/l	32,1	34,30	36,6
chloridy	mg/l	43,5	52,34	67,3
hořčík	mg/l	12,3	15,81	17,5
mangan	mg/l	0,269	0,55	0,735
tvrdost	mmol/l	1,5	1,78	1,97
vápník	mg/l	38,2	45,31	52,7
železo	mg/l	1	2,31	4,86

Surová voda je minimálně oživena, což je v souladu s typem podzemního zdroje.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	2	7	30
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	15	80
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	1	4
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	6	22
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	2

Pro potřeby této práce byly provozovatelem ÚV dodány rozborů surové (a upravené) vody konané v daném profilu v rozmezí let 2010 – 2015. Profil surová voda nevykazoval v daném období žádné problémy s hodnotami pesticidních látek. Zřejmě v souvislosti s přechodem laboratoře provozovatele na nový a přesnější způsob detekce této skupiny látek, kdy jsou nyní kvantifikovány pomocí kapalinové chromatografie s koncovkou hmotnostního spektrometru, byl v posledním provedeném rozboru surové vody z 18. 8. 2015 nalezen nadlimitní obsah pesticidních látek, a to speciálně metabolitů pesticidů alachloru a dimethachloru. Jedná se o meziprodukty rozkladu chloracetanilidových pesticidů používaných k odplevelení řepky.

ukazatel		Rozbor 18. 8.2015		
limit 0,1 µg/l	µg/l			
Alachlor ESA	µg/l		1,640	
Dimethachlor ESA	µg/l		0,531	
limit 0,5 µg/l	µg/l			
pesticidní látky celkem	µg/l			
pesticidní látky celkem (LC MS)	µg/l		0,555	
PST celkem (LC MS+ GC MS)	µg/l		0,558	

Radiologické rozborů surové vody nebyly provozovatelem dodány k hodnocení.

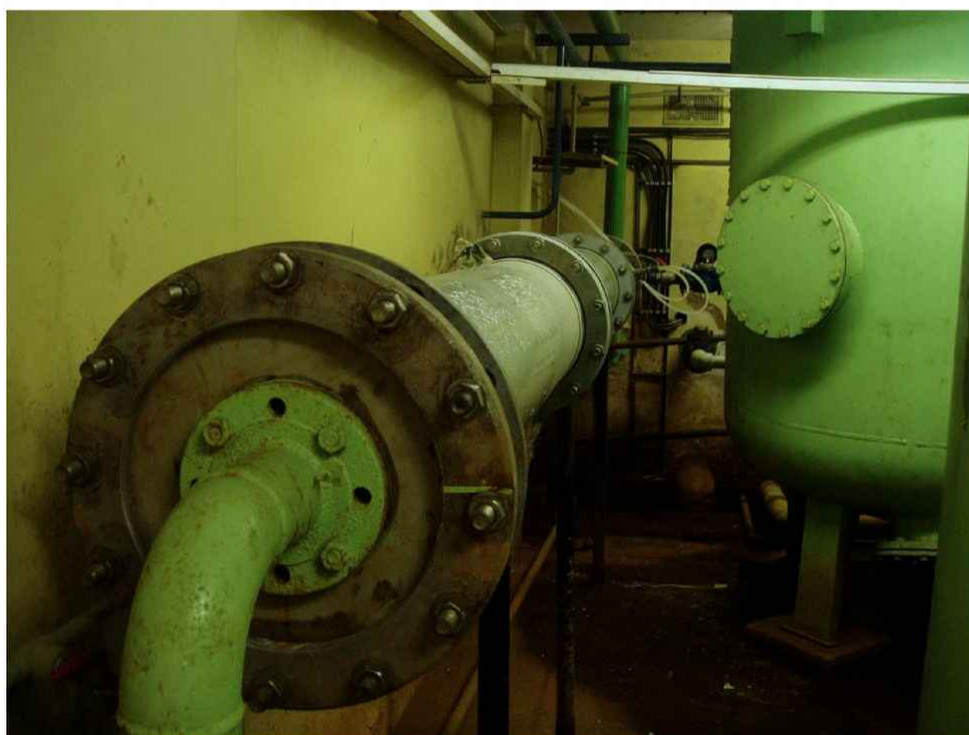
2.3.3 Výkonové parametry

Úpravna vody byla projektována na výkon 3 l/s. Reálný maximální výkon se pohybuje kolem hodnoty 150 m³/den. V roce 2014 bylo vyrobeno celkem 13 866 m³ upravené vody, což představuje využití reálné kapacity úpravní na 26%. Kapacita úpravní není více využita vzhledem k poklesu potřeby vody a omezenému spotřebišti.

2.3.4 Technologie úpravy

Technologie ÚV III je umístěna v administrativní budově ÚSP. Principem úpravy je klasická písková dvoustupňová odželezňovací a odmanganovací filtrace.

Do surové vody čerpané z vrtů je dávkován roztok uhličitanu sodného pro alkalizaci vody a chlornanu sodného pro oxidaci rozpuštěného dvojmočného železa. Díky tomu dojde před 1. filtračním stupněm k převodu železnatých iontů na ionty železité a tím pádem k tvorbě separovatelné suspenze hydratovaných oxidů železa. Suspenze je filtrována 1. filtračním stupněm, který je tvořen tlakovým filtrem FN-9 s náplní vodárenského křemičitého písku VP 2.



Před druhým filtračním stupněm je do vody dávkován roztok manganistanu draselného pro oxidaci rozpuštěných manganatých iontů na ionty manganičité, které se vysráží ve formě hydratovaných oxidů a jsou z vody separovatelné filtrací. Náplní druhého tlakového filtru je opět vodárenský křemičitý písek zrnitosti VP 2 preparovaný vyššími oxidy manganu pro katalytické odmanganování.

Upravená voda je akumulována ve vodojemu upravené vody a čerpána tlakovou stanicí do spotřebiště.

2.3.5 Jakost upravené vody

Jakost upravené vody z ÚV III je dobrá, z hodnocených rozborů pouze vyplývá, že separace železa se děje ve většině doby na úrovni limitu pro pitnou vodu s občasným překročením. Odstranění manganu je vyhovující.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
barva (436 nm)	mg/l Pt	<5	<5	<5
teplota	°C	7,4	11,39	17,2
konduktivita	mS/m	44,8	47,18	48,5
absorbance (254)		0,01	0,02	0,045
zákal	FNU	0,3	0,79	2,6
pH		7,2	7,48	8,01
kyselinová neutr.kapacita 4.5	mmol/l	1,92	2,19	2,51
zásadová neutr. kapacita 8.3	mmol/l	0,1	0,28	0,5
chemická spotřeba kyslíku Mn	mg/l	<0,6	<0,6	<0,6
amonné ionty	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
dusitany	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
dusičnany	mg/l	0,7	0,70	0,7
sírany	mg/l	29,8	35,34	39
chloridy	mg/l	42,1	55,94	65,5
hořčík	mg/l	0,64	15,71	18
mangan	mg/l	0,002	0,01	0,036
tvrdost	mmol/l	0,069	1,75	1,99
vápník	mg/l	1,7	44,42	51,5
železo	mg/l	0,03	0,20	1,93

V oblasti mikrobiologické a biologické jakosti upravené vody nejsou detekovány problémy.

ukazatel		2010-2015		
		minimum	průměr	maximum
počet organismů	jed./1 ml	0	0	0
živé organismy	jed./1 ml	0	0	0
abioseston	%	1	1	2
kultivovatelné mikroorganismy 22 °C	KTJ/1 ml	0	0	2
kultivovatelné mikroorganismy 36 °C	KTJ/1 ml	0	1	8
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	0	0
enterokoky intestinální	KTJ/100 ml	0	0	0
Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	0	0

Z rozborů dodaných provozovatelem v oblasti radiologie vyplývá, že v upravené vodě dochází k občasnému překročení limitu pro radon v pitné vodě, který je 50 Bq/l. Je potřeba upozornit, že sada rozborů zahrnovala pouze období let 2010-2011, pozdější radiologický rozbor nebyl k dispozici.

ukazatel		2010-2011		
		minimum	průměr	maximum
radioaktivita alfa	Bq/l	0,03	0,04	0,05
radioaktivita beta	Bq/l	0,23	0,23	0,23
radon	Bq/l	45	66,40	121

Pozn.: červeně označené hodnoty nevyhovují předepsaným limitům podle zákona č.18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů

Upravená voda nejví v dodaných rozborech problém s pesticidními látkami tak jako voda surová, příčina je ale zřejmě v absenci rozboru pesticidů s novou metodou v tomto profilu, který do data předávání výsledků nebyl odebrán.

2.3.6 Zhodnocení ÚV III z chemicko-technologického hlediska

ÚV III se nachází ve stavu kritického strojně-technologického i stavebního opotřebení, podle sdělení provozních pracovníků je zejména špatný stav akumulace upravené vody. Umístění úpravní nedává příliš možností pro eventuální rozšíření či rekonstrukci ÚV, problematická se jeví také budoucnost objektu vzhledem k decentralizaci péče o klienty ústavu.

Speciální pozornost si zasluhuje nález nadlimitního množství pesticidů v surové vodě, i když se jedná zatím pouze o jeden rozbor. Pokud bude tento trend potvrzen v dalších rozbořech surové, či upravené vody, v tom případě je perspektiva využívaných zdrojů eventuálně doplnění technologie analogická jako u ÚV I.

3 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Pro návrh koncepce zdrojové části vodárenského systému města Stod byla zhodnocena všechna výše sumarizovaná data a současně byly vzaty v úvahu výstupy hydrogeologické části práce i požadavky na vhodné řešení provozování vlastní distribuční sítě.

Jako optimální budoucí stav se jeví zajištění pitné vody pro vodárenský systém z jednoho výrobního bodu, navrhovaná struktura pak zjednoduší a optimalizuje jak technologickou a provozní část vlastní výroby vody, tak i provozování rozvodné sítě.

Při výběru vhodné centrální úpravní vody byl u všech tří existujících stodských úpraven zhodnocen jak potenciál vlastní surové vody (kapacitní i jakostní), tak technický stav stávající vlastní technologie i objektu ÚV, ale také možnosti zvýšení kapacity výroby vody, hledisko rekonstrukce technologie a další související aspekty.

ÚV I se nejví jako perspektivní pro zamýšlené řešení především z toho důvodu, že její zdroje surové vody jsou kontaminovány pesticidy. Možnosti řešení tohoto problému – jak přechod na nové zdroje, tak doplnění technologie – byly již diskutovány výše a ani jedna varianta nebyla doporučena.

ÚV III původně nebyla doporučena jednak pro nedostatečnou kapacitu zdrojů, tak i pro nevhodné prostory a umístění. Současně se v posledním rozboru surové vody objevila do té doby nedetekovaná

kontaminace vody pesticidy, která sice musí být ještě v dalších rozborech ověřena, nicméně v případě jejího potvrzení by se jednalo o další argument pro nepreferovanou variantu.

Z chemickotechnologického hlediska se jako nejvhodnější centrální úprava vody pro vodárenský systém Stod jeví ÚV II Krutí Hora, a to z následujících důvodů:

- prameniště zásobující úpravnu surovou vodou jeví potenciál k možnému zkapacitnění tak, aby bylo dosaženo potřebného současného i výhledového rozvojového množství vody pro úpravu, předpokládá se realizace nových zdrojů v dané oblasti,
- jakost surové vody z dané oblasti v současné době vykazuje kvalitu vhodnou pro vedení klasické technologie úpravy, je na místě předpoklad, že i v budoucnu v nových zdrojích realizovaných v dané oblasti bude voda podobného složení,
- surová voda podle dostupných rozborů neobsahuje žádné specifické kontaminanty vyžadující speciální, nákladné a složité technologie úpravy,
- existující technologická linka na ÚV II by mohla být zakomponována – podle varianty řešení – do konečného stavu, a to buď částečně, úplně či využita pro přechodné období,
- areál ÚV disponuje potenciálem pro teoreticky možné a předpokládané rozšíření technologických celků i akumulačních prostor.

3.1 PŘEDPOKLÁDANÁ JAKOST SUROVÉ VODY

Pro odhad jakosti surové vody pro rekonstrukci a rozšíření ÚV II a návrh potřebné technologie úpravy vody bude využita jako návrhová jakost surové vody v současnosti čerpané z vrtu HJ3. Podle kvalifikovaného odhadu existuje předpoklad, že eventuálně nově realizované zdroje surové vody v daném prostoru budou vykazovat podobnou kvalitu vody.

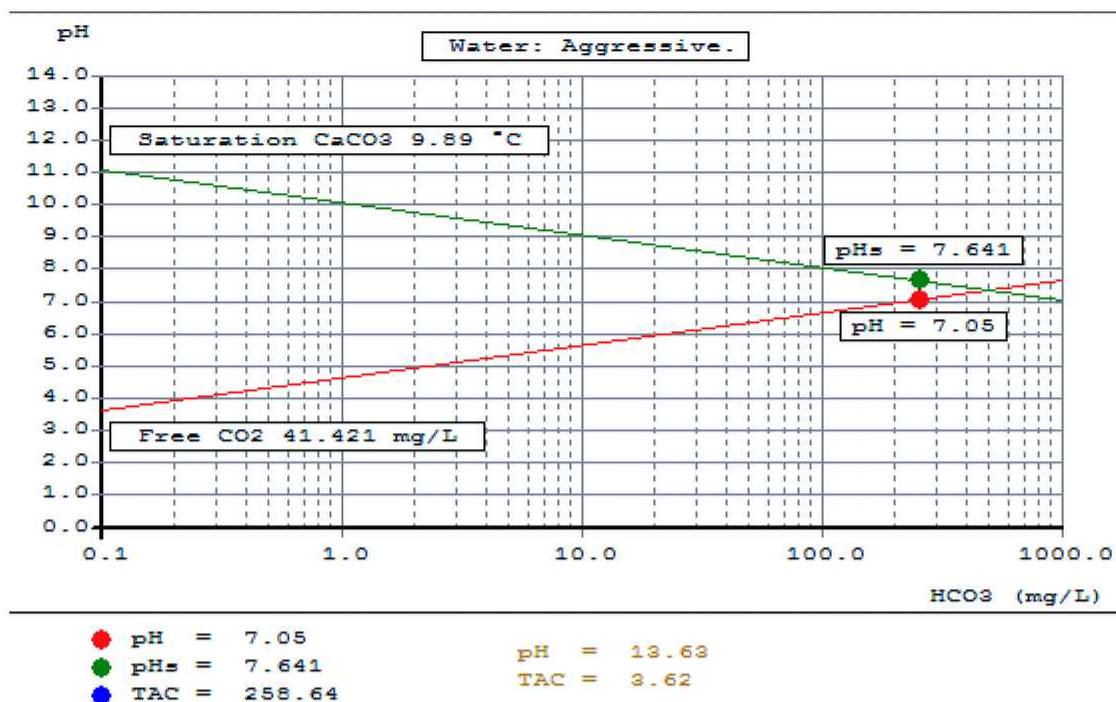
VÝPOČET STABILITY SUROVÉ VODY PRO ÚV II KRUTÍ HORA Z HLEDISKA VÁPENATOUHLIČITÉ ROVNOVÁHY

Abychom byli dále schopni navrhovat a hodnotit jednotlivé technologické procesy potřebné pro úpravu vody návrhové jakosti, je nutné zjistit stav surové vody z hlediska vápenatouhličitě rovnováhy. Teoretické výpočty byly provedeny metodou Hallopeau-Dubin- Ravarini:

surová voda ÚV II Krutí Hora (vrt HJ3)

	Teplota	pH	Saturační pH	Volný CO ₂	Agresivní CO ₂	Saturační index	Ryznarův index	Charakter vody
	°C			mg/l	mg/l			
průměr	9,89	7,05	7,641	41,421	22,005	-0,591	8,233	agresivní
min	5,8	6,83	8,263	83,036	57,087	-1,433	9,696	agresivní
max	14,5	7,42	7,455	16,994	0	-0,035	7,489	rovnováha

Grafické znázornění čar vápenatouhličité rovnováhy pro vodu průměrné návrhové jakosti:



Minimální a maximální hodnoty představují teoretické krajní meze intervalu, kde se může jakost surové vody reálně pohybovat. Voda průměrné jakosti vychází výpočtem metodou Hallopeau-Dubin-Ravarini jako agresivní s obsahem agresivního CO_2 , voda nacházející se ve vápenatouhličité rovnováze má složení maximálních hodnot. Z této úvahy můžeme vyvodit, že po většinu provozování úpravy bude mít surová voda přitékajících na úpravnu vody agresivní účinky. V tomto případě je pak koncentrace agresivního CO_2 nenulová a koncentrace volného CO_2 je nad svou rovnovážnou hodnotou při daném složení vody.

3.2 PRINCIP TECHNOLOGIE ÚPRAVY

Na základě výše uvedených skutečností a zhodnocení návrhové jakosti surové vody pro rekonstruovanou úpravnu lze konstatovat, že technologie úpravy vody musí být zaměřena na odstranění podílu agresivního oxidu uhličitého, na odželeznění, odmanganování a dezinfekci vody.

Dosavadní technologie úpravy požadavky na průběh výše uvedených chemických postupů splňuje. V technologii je zařazena aerace, alkalizace, předchlorace, katalytická oxidace manganu na speciální filtrační náplni a dezinfekce chlorací. Vzhledem k předpokládanému a v současné době již existujícímu vysokému obsahu železa v surové vodě je mandát pro vedení dvoustupňové separace, kterou současná technologie využívá.

Obecně je možné konstatovat, že technologie vody je pro danou jakost zdrojů vhodná a fungující a není zásadní důvod pro její změnu i v návrhu rekonstrukce a rozšíření ÚV v budoucnu. Varianty se nabízí v typu použitého alkalizačního prostředku, využití chloru k předchloraci či využití manganistanu draselného pro filtraci na klasické náplni nebo provoz bez manganistanu s náplní speciální.

V každém případě je doporučováno řešení systému jako dvou paralelních linek, což přináší provozní výhody a i větší zabezpečení výroby vody při havarijních nebo jinak problematických stavech.

Otázkou k řešení v dalším stupni je eventuální potřeba zvětšení akumulace surové vody, a to jak vzhledem k jejímu dimenzování, tak i její funkci v samotné technologii, kde tento článek vzhledem k vysokému obsahu železa v surové vodě hraje výraznou roli ve snížení látkového zatížení dalších separačních stupňů.

Pokud by v budoucnu ÚV II převzala funkci jediné centrální výroby vody pro celý vodárenský systém, je potřeba předpokládat také zvětšení objemu akumulace upravené vody.

3.3 ODHAD INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ PRO REKONSTRUKCI A DOPLNĚNÍ TECHNOLOGIE

Pro hrubý odhad investičních nákladů v oblasti technologie úpravy je v příloze uvedena cenová nabídka firmy Culligan ve dvou variantách celkového výkonu, a to jak současných požadovaných 6 l/s, tak i výhledového stavu 8 l/s. Odhad ceny technologie s omezeními uvedenými v nabídce se pohybuje v závislosti na výkonu v rozmezí 3,1 – 4,3 mil. Kč.

4 ZÁVĚR A NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU

Výsledkem všech provedených prací je návrh, aby se jedinou centrální úpravnou vody pro vodárenský systém Stod stala ÚV II Krutí Hora.

Základní podmínkou je zkapacitnění zdrojového portfolia ÚV, což bylo řešeno v části A. Pokud bude zajištěn dostatek surové vody ve vyhovující kvalitě, bude dále potřeba provést rekonstrukci a zvýšení výkonu ÚV podle požadavků na množství pitné vody pro město v současnosti i v rozvojovém výhledu. Z chemicko-technologického hlediska je tato varianta odhadována jako neoptimálnější jak provozně, tak i investičně.

Po zajištění požadovaného množství surové vody by podle její skutečné ověřené jakosti měla být zpřesněna navrhovaná technologie úpravy vody a koncepce technologické linky. Pak bude možné provést přesnou kalkulaci nákladů technologie i vyplývajících stavebních úprav.

PŘÍLOHA: ORIENTAČNÍ CENOVÁ NABÍDKA PRO TECHNOLOGII – FIRMA CULLIGAN