

POZNATKY ZE ZKUŠEBNÍHO PROVOZU ÚV SOUŠ

Ing. Ladislav Švec MBA, Ladislav Rainiš, Ing. Soňa Beyblová,

Severočeské vodovody a kanalizace a.s., Přítkovská 1689, 415 50 Teplice
e-mail: Ladislav.Svec@scvk.cz, Ladislav.Rainis@scvk.cz, Sona.Beyblova@scvk.cz

ÚVOD

Úpravna vody Souš je významným a nezastupitelným zdrojem pitné vody pro zásobování skupinového vodovodu Liberec – Jablonec nad Nisou. Zdrojem surové vody pro úpravnu vody je vodárenská nádrž Souš, vybudovaná v r. 1915 jako protipovodňová, která je umístěna na říčce Černá Desná. Úpravna vody Souš i vodárenská nádrž jsou umístěny v Jizerských horách severně od města Desná.

V letech 2006 – 2009 proběhla na úpravně vody rozsáhlá rekonstrukce, která byla vyvolána jak technickým stavem po více než třiceti letech provozování, tak zpřísnujícími se požadavky na kvalitu pitné vody. Rekonstrukce probíhala ve velmi obtížných podmínkách při částečně omezeném provozu. Při montáži nových technologických celků muselo být staré zařízení funkční až do okamžiku přepojení. Maximální možná odstávka úpravně byla 8 hodin, z toho na práci zbývalo 6 hodin. Díky vzorné spolupráci s dodavatelem SMP Praha a připravenosti prací nebyla po celou dobu rekonstrukce omezena dodávka vody odběratelům. Zkušební provoz byl zahájen 1.8.2009 a končí 31.7.2010. Nyní po uplynutí poloviny zkušebního provozu provádíme dílčí vyhodnocení rekonstruovaných technologických celků.

PŘÍVOD SUROVÉ VODY, TRUBNÍ ROZVODY

Před vstupem do úpravně vody je umístěna rozdělovací šachta, ze které vstupuje přívodní potrubí do suterénu budovy úpravně vody. Od tohoto místa je namontováno nové nerezové potrubí včetně armatur. Na přívodním potrubí je osazen regulační uzávěr DN 350 a uzavírací klapka s elektropohonem. Nastavení regulační klapky je upravováno automaticky podle stanoveného výkonu úpravně vody s doregulací podle průtoku, který je měřen na přítoku surové vody. Je zde osazeno měření pH. Za regulačním uzávěrem je do potrubí zaústěno potrubí přivádějící „recirkulát“ (filtrát) z kalového hospodářství, z flotace. Potrubí „recirkulátu“ je vybaveno měřením průtoku a měřením pH,

V návaznosti na úpravu přívodního potrubí bylo možné provést úpravy dávkování chemikálií a zajistit dostatečnou homogenizaci. Jednotlivá zařízení jsou řazena takto:

- před dávkováním chemikálií je umístěno měření ÚV absorpance,
- dávkování oxidu pro předztvrdění,
- dávkování síranu hlinitého,
- chloru pro předchloraci,
- vápna ve formě vápenného mléka,
- za každým místem dávkování je umístěn homogenizačním element,
- dávkování chemikálií je společné jak pro technologickou linku tak pro obtok reakčních nádrží
- je zachována možnost pro dávkování síranu hlinitého do několika míst, tj. surová voda, 1.rychlomísč a před 2.rychlomísč.

Veškeré rozvody vody jsou provedeny z nerezového potrubí, dávkování chemikálií v plastu. Zkušební provoz prokázal, že rekonstruované zařízení je funkční. Homogenizace nadávkovaných chemikálií dostatečná pro tvorbu požadované suspenze na reakčních nádržích.

PÍSKOVÁ FILTRACE

Důvodem rekonstrukce byl havarijní stav systému meziden a zvýšení kalové kapacity použitím dvouvrstvé filtrační náplně. Byla vybourána mezidna, provedena sanace betonových konstrukcí a položeny nové obklady a dlažby (viz obr.1).



Obrázek 1. Rekonstruovaná hala filtrů

Pískové filtry jsou tvořeny dvěma vanami se středovým žlabem pro přivedení vody na filtry. Středový žlab spolu s krajními žlaby současně slouží pro odvedení prací vody. Na dně pískových filtrů je uložen drenážní systém firmy F.B.Leopold Company Inc. Drenážní systém zajišťuje odvedení vody z filtrů a rovnoměrné rozdělení prací vody a pracího vzduchu po ploše filtrů. Plocha jednoho filtru je $2 \times 7,9 \times 3,0 = 47,4 \text{ m}^2$; celková plocha filtrů je $284,4 \text{ m}^2$. Každý filtr je navržen pro maximální průtok 57 l/s . Filtrační rychlost se v závislosti na průtoku (případně praní filtrů) pohybuje od $2,1 \text{ n/hod.}$ do $4,0 \text{ m/hod.}$

Na úpravně vody Souš je použita dvouvrstvá filtrační náplň (FP2 + antracit) s výškou filtrační náplně $1,8 \text{ m}$ s rozdělením $1,1 \text{ m}$ filtračního písku + $0,7 \text{ m}$ antracitu. Pro dvouvrstvou filtraci je uvažována expanze filtrační náplně do 30% , která zajistí rozvrstvení jednotlivých filtračních vrstev po ukončení praní. To znamená, že při předpokládané výšce filtrační náplně $1,8 \text{ m}$, musí být k dispozici výška $2,35 \text{ m}$ pro

expanzi + 0,2 m rezerva k přepadové hraně, tj. celkem 2,55 m. Konstrukční výška pro pískovou náplň a expanzi pro praní filtrů, která je k dispozici, je 2,79 m. To znamená, že je k dispozici ještě cca 0,25 m rezervy.

Pro praní dvouvrstvých pískových filtrů je třeba zabezpečit tyto parametry:

1. fáze praní	vzduch	18 – 20 l/s×m ²	5 – 15 min
2.fáze praní	vzduch	14 l/s×m ²	3 - 4 min
	voda	2,5 - 5 l/s×m ²	
3.fáze praní	voda	min. 14 – 18 l/s×m ²	5 – 7 min

Délka filtračního cyklu je předběžně stanovena na 38 hodin. Při provozu pouze 5 filtračních jednotek se zkrátí na 26 hodin. Pro praní filtrů vzduchem je potřebný výkon dmychadel 875 - 972 l/s vzduchu. V případě snížení výkonu ve 2.fázi praní (voda + vzduch) to bude 680,4 l/s. Pro praní filtrů vodou je třeba toto množství prací vody: 2.fáze praní 194 - 243 l/s, 3.fáze praní 680 - 875 l/s. Praní začíná snížením hladiny ve filtru na cca 10 cm nad úroveň filtrační náplně.

Ve strojovně jsou osazena dvě dmychadla pracího vzduchu (1 + 1) s regulací otáček. Dmychadla jsou vybavena protihlukovými kryty se sáním vzduchu z prostoru strojovny a sousedící filtrace. Čerpadla prací vody jsou umístěna v suterénu. Čerpadla jsou navržena s regulací otáček. Sání je zajištěno z odtokové jímky akumulace upravené vody. Přívod prací vody je veden armaturním prostorem filtrace a je zaústěn do spodní části středního žlabu filtrační jednotky. Ze středního žlabu je rozveden podle zvolené varianty do drenážního systému. Pro dvouvrstvou filtraci s vysokými intenzitami praní (maximum 875 l/s) jsou pro odvedení vody ze středového žlabu osazena potrubí DN 600 a z krajních žlabů DN 400. Tato potrubí jsou zaústěna do odpadního potrubí DN 800, kterým jsou odpadní vody odváděny do vyrovnávacích nádrží kalového hospodářství

Pro pískovou filtraci je použita hladinová odtoková regulace. Na filtr je namontováno ultrazvukové měření hladiny. Na odběru filtrované vody je osazena regulační klapka, kterou je udržovaná konstantní hladina ve filtru. Na filtrátu každého filtru je instalováno měření UV absorpance. Řízení provozu filtrů a praní filtrů je zajišťováno z dozorny úpravny vody, dále z blokového PLC a z ovládacích panelů, které jsou umístěny v hale filtrace.

Zkušební provoz prokázal, že zařízení je plně funkční. Měření výšky a regulace hladiny v pořádku včetně napojení a spolehlivého ovládní z ASŘ. Kvalita filtrované vody dle výsledků akreditované laboratoře bez závad, délka filtračních cyklů dosáhla v letním období až 72hod. a v zimě při teplotě okolo 2 °C 24 hod., čímž předčila požadované hodnoty. Účinnost filtrace dosahuje 97% [1].

AKUMULACE UPRAVENÉ VODY

Stará akumulace upravené vody je dvoukomorová a je umístěna pod pískovými filtry. Akumulace má objem 2 × 600 m³. V akumulaci byly komory propojeny otvory v dělicí stěně a byla z nich vytvořena jedna nádrž. Nová akumulace upravené vody je umístěna západně od stávající akumulace pod obslužnou komunikací. Akumulace upravené vody je těsně přisazena ke stávající akumulaci a je umístěna po celé její délce. Šířka byla volena tak, aby byla umístěna v areálu úpravny vody. Kóty dna, hladin a přelivu jsou

shodné. Získat tak bylo možné pro akumulaci další objem cca 1900 m³. Nová akumulace upravené vody je připojena v prostoru stávající přítokové jímky na technologickou linku úpravy vody. V koncové části kanálu filtrované vody byla vytvořena jímka, která zasahuje i do části kanálu prací vody. V sací jímce jsou umístěna čerpadla ředící vody pro sytiče vápenné vody a čerpadla pohonné vody pro dávkování oxidu uhličitého. Na odtoku vody z kanálu filtrované vody je přepad, přes který voda přitéká do malé jímky, která byla vytvořena v části stávající přítokové jímky. Na jímku navazuje potrubí DN 600, do kterého jsou postupně dávkovány tyto chemikálie:

- oxid uhličitý,
- vápno ve formě vápenné vody,
- chlór,
- chlorid amonný,
- v potrubí jsou instalovány dva homogenizační členy.

Na filtrátu je měřena UV absorbance a pH. Na konci armaturního prostoru se potrubí rozděluje do stávající akumulace a do nové akumulací nádrže. Voda je z nové akumulace odebírána propojovacím potrubím do odtokové jímky. Akumulační nádrže jsou vybaveny měření hladin, odběr do řady měření UV absorbance a pH s přenosem do ASŘ.

CHEMICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Chemické hospodářství, tj. skladování, příprava a dávkování chemikálií je soustředěno do samostatné části objektu úpravy vody. V samostatném objektu je umístěno skladování a dávkování kyslíčnicku uhličitého, které bylo vystavěno v devadesátých letech. V úpravě vody jsou dnes používány tyto chemikálie:

- síran hlinitý,
- pomocný flokulant,
- hydrát vápenný,
- oxid uhličitý,
- chlór,
- síran amonný.

V rámci rekonstrukce byly vzhledem ke klimatickým podmínkám a nedostupnosti v zimním období rozšířeny skladové prostory oxidu uhličitého na 140 t, síranu hlinitého na 130 t. Bylo provedeno připojení všech dávkovacích čerpadel a dávkovačů do ASŘ s řízením od průtoku surové vody, vodivosti a pH. Kompletně byla zrekonstruována chlorovna, vybavená novými podtlakovými regulátory, odpařovači, přepínacím ventilem a automatickými dávkovači řízenými od průtoku a obsahu zbytkového chloru.

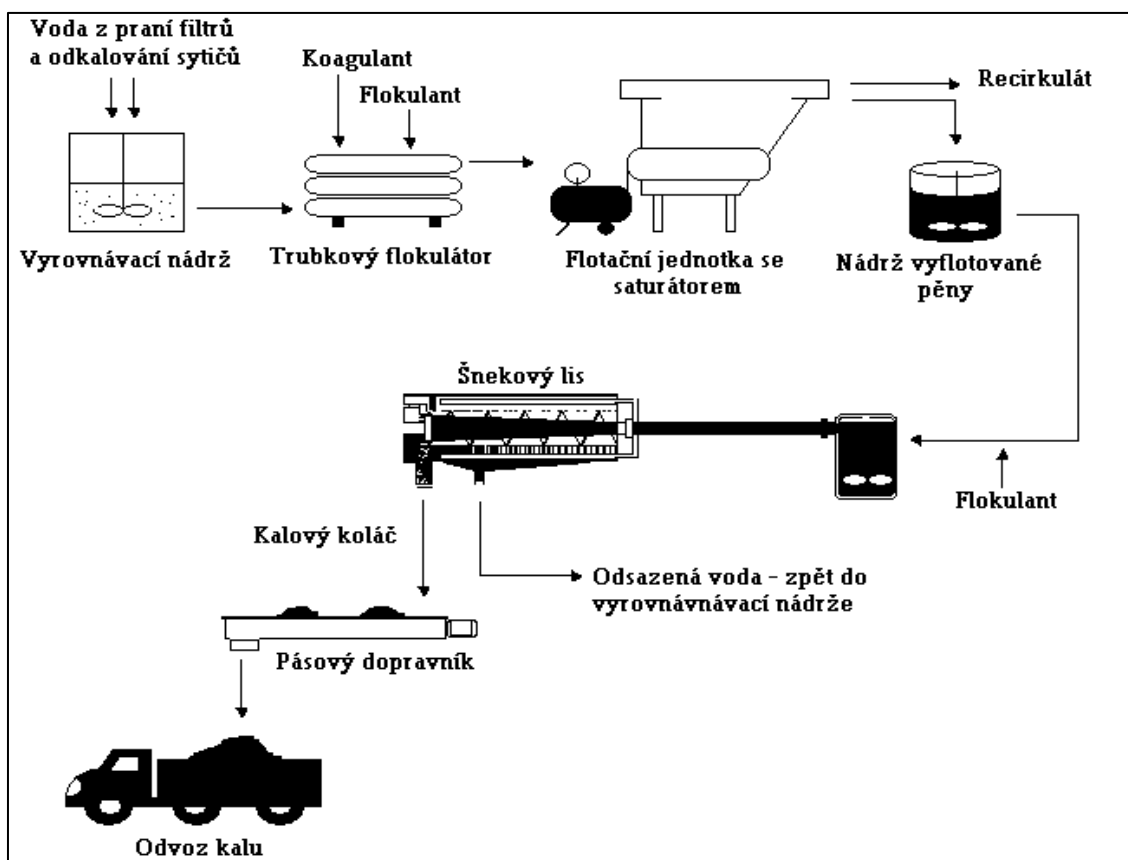
Celkovou rekonstrukcí prošlo i vápenné hospodářství. Subdodávku zajišťovala firma FTWO Zlín. Po sanaci betonových konstrukcí byla sila nově vystrojena a doplněna automatickým provzdušňováním. Dopravní zařízení ZVVZ Milevsko (spodní vykladače, komorové podavače, denní zásobníky) bylo repasováno a doplněno automatikou pro doplňování dávkovačů. Byly instalovány 3 nové linky na přípravu vápenného mléka o konstantní koncentraci. Mléko je dopravováno peristaltickými čerpadly do sytičů vápenné vody vybavenými měření vodivosti, průtoku a hladiny. Dva původní sytiče vápenné vody byly po sanaci nově vystrojeny a doplněny novým nerezovým sytičem. Sytiče jsou automaticky odkalovány do prací vody. Tím byla získána dostatečná kapacita vápenné vody pro ztvrdování. Odběr vody ze sytičů je řízen regulačními klapkami dle požadovaného pH. Během zkušebního provozu a garanční zkoušky 18. a 19.11.2009 byla prokázána spolehlivost zařízení [2], [4].

FLOTACE – KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Důvodem rekonstrukce kalového hospodářství bylo výrazné zhoršení kvality surové vody a tím i nárůst množství odpadních vod z praní filtrů, a s tím spojená nedostatečná kapacita kalových lagun.

V roce 2004 byly provedeny poloprovozní zkoušky - ověření technologie flotace a sedimentace v lamelové usazovací nádrži v kombinaci s kontinuální filtrací a zpracováním kalu pásovým lisem a komorovým kaloliséem. Pro provedení poloprovozních zkoušek bylo použito flotační zařízení IPF firmy Nijhuis Water technology b.v. Jedná se o vysoce výkonné kompaktní oddělovací zařízení k oddělování flotujících a sedimentujících částic z odpadní vody. Je vybavené vestavbou vlnitých desek s protiproudým tokem. Vločky připravené pomocí koagulace a flokulace je možno za pomoci jemných vzduchových bublinek oddělit z kapalné fáze. Flotace probíhá s velikostí vzduchové bubliny v rozmezí 30 - 50 mikronů, což je ideální velikost pro efektivní oddělování malých a větších vloček, kdy dochází k úplnému oddělení. Vyflotované vločky se shlukují do kompaktní vrstvy, kterou je možno jednoduchým způsobem odstranit. Technologická linka se skládá z (viz obr. 2):

- 2 x vyrovnávací nádrže
- dávkování polymerního flokulantu (Superfloc) a koagulantu (síran hlinitý)
- 2 x trubkový flokulátor
- 2 x flotační jednotky
- 2 x nádrže vody upravené flotací
- nádrž kalu
- dávkování polymerního flokulantu (Sokofloc 30 BH x Sokofloc 30)
- šnekový lis.



Obrázek 2. Schéma flotační technologie na ÚV Souš

Odpadní prací vody (maximum 875 l/s) jsou přivedeny potrubím DN 800 do dvou vyrovnávacích nádrží s provozním objemem $2 \times 420 \text{ m}^3$. Každá nádrž pojme objem prací vody odpovídající maximálnímu množství. Nádrže jsou navrženy obdélníkového tvaru s půdorysnými rozměry $7 \times 19,5 \text{ m}$ a s hloubkou vody 3 m. Nádrže jsou trvale míchané, aby byla zajištěna homogenita odpadních vod pro následující flotaci a minimalizovala se sedimentace. Z vyrovnávacích nádrží je voda čerpána na flotační jednotky. V suterénu armaturního prostoru objektu kalového hospodářství jsou umístěna 2 čerpadla, každé s výkonem cca 18 l/s. Na vstupu do flotační jednotky se dávkuje síran hlinitý a pomocný flokulant (Superfloc).

Odpadní vody a kal jsou z flotace odváděny takto:

- voda z flotace (recirkulát) je gravitačně odváděna samostatně do nádrží recirkulátu,
- kal (pěna) s koncentrací 2 - 6 % je gravitačně odváděna do nádrže o objemu 2 m^3 , která je umístěna mezi flotačními jednotkami,
- do nádrže kalu 2 m^3 jsou také zaústěny odpady z odkalení sedimentu flotačních jednotek.

Upravená voda odtéká do recipientu. Je možné vodu z flotace vracet do surové vody (množství max. 20 l/s). Vracení vody na vstup do surové vody nebylo zatím v rámci zkušebního provozu odzkoušeno. Kal je čerpán z nádrže kalu 2 m^3 do reakční nádrže před šnekový lis, kde dojde ke smíšení s polymerním flokulantem. Je osazen jeden šnekový lis s výkonem $48 \pm 5 \text{ kg}$ sušiny za hodinu. Odpady z kalolisu jsou odváděny takto:

- koncentrovaný kal (12 - 20 % sušiny) je dopravován do dvou kontejnerů,
- filtrát je odváděn do vstupních vyrovnávacích nádrží, stejně jako voda z oplachu lisu.

V současnosti jsou flotační jednotky provozovány diskontinuálně s výkonem každé flotační jednotky 17 l/s. V rámci sledování zkušebního provozu jsou sledovány tyto parametry: barva, zákal, NL, pH, CHSK_{Mn} , Al u pracích vod a vody odtékající z flotace a sušina u výtupního kalu.

Vzhledem k tomu, že celá technologická linka reagovala velmi citlivě na proměnlivé hodnoty pH, přistoupilo se k automatické regulaci dávkování síranu hlinitého v závislosti na pH. Takto je linka provozována od února 2010 a provoz probíhá bez problémů.

Účinnost flotace při odstraňování CHSK_{Mn} je průměrně 80,8 %, hliníku 85,2 % a zákalu 86,1%. Voda upravená flotací kvalitativně vyhovuje pro vracení zpět do surové vody, i pro vypouštění do vodoteče. Sušina v kalu pohybuje v rozmezí 12 – 20 % [5].

Na přelomu září a října 2009 proběhlo na ÚV Souš modelové ověření možnosti rozšíření technologické linky o první stupeň – flotaci, zaměřené hlavně na eliminaci Peridinií [3]. Byla prokázána účinnost 80 – 100% a naznačeno řešení problému.

Literatura

1. Dolejš P., Štrausová K.: Rekonstrukce úpravní vody Souš – chemicko-technologické sledování (6/2009).
2. Dolejš P., Štrausová K.: ÚV Souš – Garanční zkoušky (11/2009).
3. Dolejš P., Štrausová K., Dobiáš P.: ÚV Souš – modelové ověření možnosti rozšíření technologické linky úpravní o první stupeň – flotaci (10/2009).
4. Rainiš L.: Úpravna vody Souš – vyhodnocení zkušebního provozu (3/2010).
5. Beyblová S., Říha J.: ÚV Souš – vyhodnocení zkušebního provozu kalové koncovky (2/2010).