

# PŘEHLED A ZHODNOCENÍ PROVOZNÍCH VÝSLEDKŮ PO REKONSTRUKCI ÚV MARIÁNSKÉ LÁZNĚ

**Jiří Růžička, Ing. Michaela Polidarová**

CHEVAK Cheb, a.s., Tršnická 4/11, 350 02 Cheb  
polidarova@chevak.cz, ruzicka@chevak.cz

## **STRUČNÝ POPIS REKONSTRUKCE ÚV MARIÁNSKÉ LÁZNĚ**

Celková rekonstrukce ÚV byla provedena v období 09/2007 - 08/2008 s celkovými náklady stavby 32 251 225,- Kč. Investor stavby CHEVAK Cheb, a.s., zhotovitel stavby Sdružení SMP CZ, a.s. a KUNST, spol. s r.o., subdodavatelé ENVI-PUR, s.r.o., SIEMENS, s.r.o. Zkušební provoz byl úspěšně ukončen 30.9.2009 a ÚV uvedena do trvalého provozu.

Stěžejní částí stavby byla rekonstrukce filtrace. Jako technické řešení byla zvolena náhrada klasického mezidna u otevřených vodárenských filtrů drenážním systémem s dvousměrným průtokem pracích médií „Leopold“ v kombinaci s třívrstvou filtrační náplní. Veškeré trubní rozvody byly provedeny z nerezové oceli. Při rekonstrukci byla provedena kompletní výměna armatur, regulačních prvků a měření průtoků. Stará dmychadla pro praní filtrů byla vyměněna za tři nová s frekvenčními měniči pro optimalizaci množství vzduchu při praní. Pro seřízení optimální intenzity prací vody byla ČS pro praní filtrů dovybavena frekvenčními měniči. V rámci rekonstrukce technologie praní byla současně provedena výměna silnoproudých rozvodů, rozvaděčů a výměna automatického systému řízení technologických procesů. Nově byly dořešeny automatické proplachy dávkovacích stanic chemikálií a automatická regulace odtoku ze sytičů do upravované vody při ztvrdování. Pro měření zákalu bylo osazeno šest přístrojů s bezkontaktním měřením ve volně padajícím proudu vody. Jedním analyzátozem je měřena barva a absorpance na přítoku surové vody do ÚV.

Společně s rekonstrukcí technologií probíhaly stavební práce, které kromě vybourání přítokových žlabů, meziden a obkladů jednotlivých filtrů, provedení středových žlabů rychlofiltrů, přelivných hran s deflektory, dořešily i celkový vzhled interiéru úpravny vody.

Rekonstrukce probíhala za plného chodu úpravny vody, s vysokými nároky na koordinaci technologických a stavebních prací v souběhu s vlastním provozem tak, aby byla zajištěna bezproblémová dodávka pitné vody.

## **TECHNOLOGIE ÚPRAVY VODY**

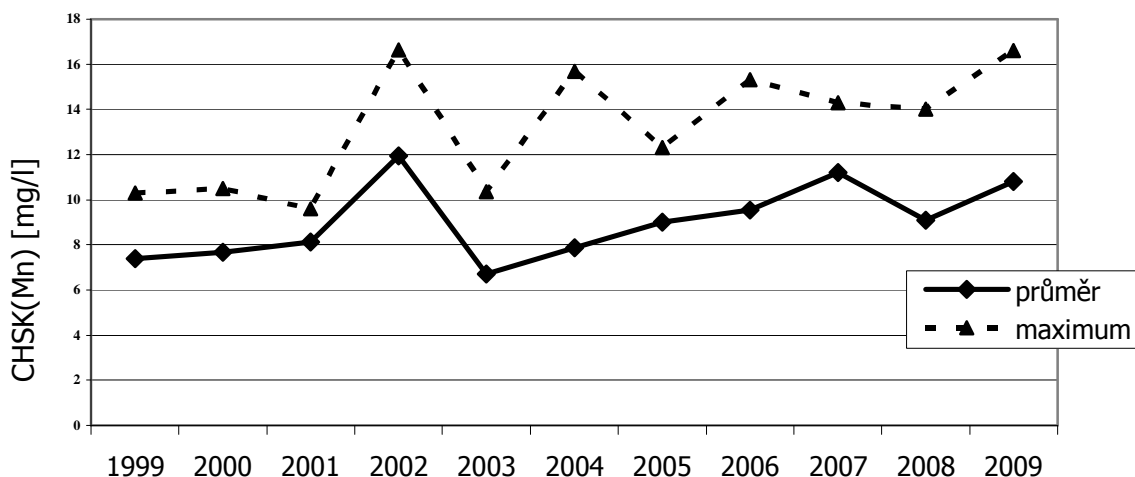
ÚV Mariánské Lázně ve dvoustupňovém uspořádání pro úpravu povrchové vody byla postavena s projektovanou kapacitou na 100 l/s. Na druhém stupni filtrace jsou upravovány podzemní zdroje. Technologická linka v ÚV Mariánských Lázních se skládá z těchto částí:

- ✓ Dávkování chemikálií s homogenizací – vápenné mléko, síran hlinitý,  $\text{KMnO}_4$
- ✓ Rychlé míchání – 2 horizontální mísiče HM 80
- ✓ Flokulační nádrž s rozváděcími žlaby
- ✓ První stupeň separace – 4 galeriové čiriče
- ✓ Přivedení podzemní vody do odtokového žlabu čiričů
- ✓ Druhý stupeň separace – 4 pískové rychlofiltry
- ✓ Dávkování chemikálií – chlor,  $\text{CO}_2$ , vápenná voda

- ✓ Akumulace vody
- ✓ Vyrovnávací nádrže pro práci vody s odtokem do kanalizace

## KVALITA SUROVÉ VODY

ÚV Mariánské Lázně je dnes v kategorii úpraven, které upravují velmi špatnou kvalitu surové povrchové vody s vysokým obsahem organických látek. Řešením pro dobrou kvalitu pitné vody je použití účinných metod na separaci znečišťujících látek.



**Obr. 1. ÚV Mariánské Lázně – přítok surové povrchové vody - CHSK(Mn)**

Od roku 2002 zaznamenáváme významnou změnu v kvalitě povrchové vody u parametru  $CHSK_{Mn}$ , kdy dochází k výraznému zvýšení průměrných a zejména maximálních hodnot.

Zhoršení kvality surové povrchové vody od roku 2002 si vyžádalo zvýšení dávek síranu hlinitého z  $60-80 \text{ g/m}^3$  na  $120$  až  $140 \text{ g/m}^3$  s negativním dopadem na zvýšení provozních nákladů.

## TECHNICKÉ PARAMETRY FILTRACE

Vlastní řešení filtrace navázalo na jedny z prvních aplikací drenážního celoplošného systému Leopold při rekonstrukcích úpraven vod v ČR. Zrušením mezidna bylo umožněno zvýšení celkové filtrační vrstvy včetně expanzního prostoru pro praní filtrů a použití více vrstev filtračního materiálu s jemnější zrnitostí než je ve vodárenství obvyklé. Cílem bylo využít poznatky o filtračních materiálech ke zlepšení kvality pitné vody. Použití více vrstev filtračních náplní v kombinaci s jemnou zrnitostí nebývá všeobecně dostatečně doceněno. Zásadní význam správné funkce samotné filtrace spočívá v použití dobře roztříděných jednotlivých vrstev filtračního materiálu včetně správně navolené zrnitosti, v kvalitě materiálu a správném nastavení praní.

Pro rekonstrukci filtrace byly použity 2 typy filtračních náplní. Náplň s antracitem a náplň s aktivním koksem (hydroantracitem) s aktivním povrchem cca  $400 \text{ m}^2/\text{g}$ .

### **Filtrační náplně:**

#### **Filtr č. 1 a č. 4:**

Písková vrstva	15 cm, VP2, zrnitost 1,0 až 2,0 mm
Písková vrstva	85 cm, zrnitost 0,5 až 1,0 mm
Antracit „N“ vrstva	60 cm, zrnitost 0,8 až 1,6 mm

#### **Filtr č. 2 a č. 3:**

Písková vrstva	15 cm VP2, zrnitost 1,0 až 2,0 mm
Písková vrstva	85 cm, zrnitost 0,5 až 1,0 mm

Aktivní koks „H“ vrstva 60 cm, zrnitost 0,8 až 1,8 mm

**Intenzity praní filtru:**

	Antracit N	Aktivní koks H
Jednotky	m/h	m/h
Praní vzduchem	55	55
Praní vzduch - voda		
vzduch	55	36
voda	13	8
Praní vodou	29	25
Úspora pracích vod		13 až 17 %

Projektovaný výkon ÚV Mariánské Lázně 100 l/sec se rekonstrukcí neměnil a byl provozně úspěšně odzkoušen i na nových filtrech.

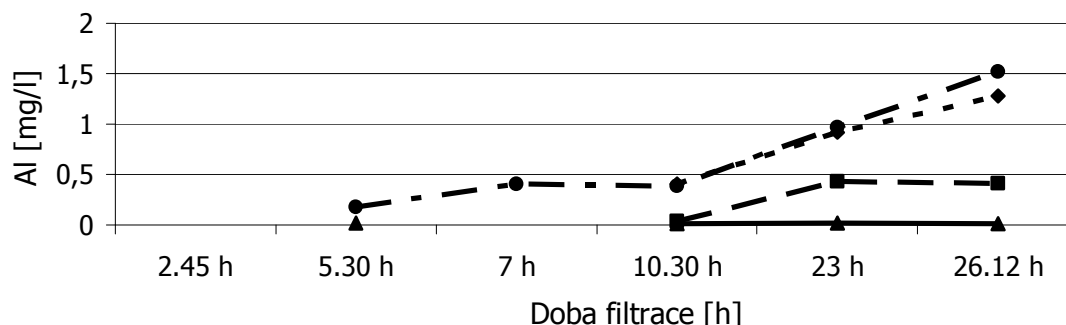
**Problematika praní vícevrstvého filtru s jemnější filtrační náplní na otevřených filtrech**

Hlavní příčinou úniku antracitové náplně bylo podcenění uvolnění vzduchu z filtračního systému a hlavně z filtrační náplně při zahájení poslední fáze praní vodou, kdy prací voda vystoupala na přepad a ještě stále docházelo k poměrně intenzivnímu uvolňování vzduchu z prané filtrační náplně s negativním dopadem na úbytek antracitové náplně. Vzduchové bubliny jsou schopny při praní vodou vynášet antracitová zrna do odtoku, i když rozhraní mezi expandovanou vrstvou filtrační náplně a hladinou vody bylo pozorováno 50 cm pod hladinou. Při malém zákalu lze vidět, že vzduchová bublina z expandovaného mraku filtračního materiálu vynáší zrnka antracitu až do odtoku. Čím větší je vzduchová bublina, tím větší je únik antracitové náplně. Řešení problematiky bylo uvedeno na přednášce v Trenčianských Teplicích a ve sborníku.

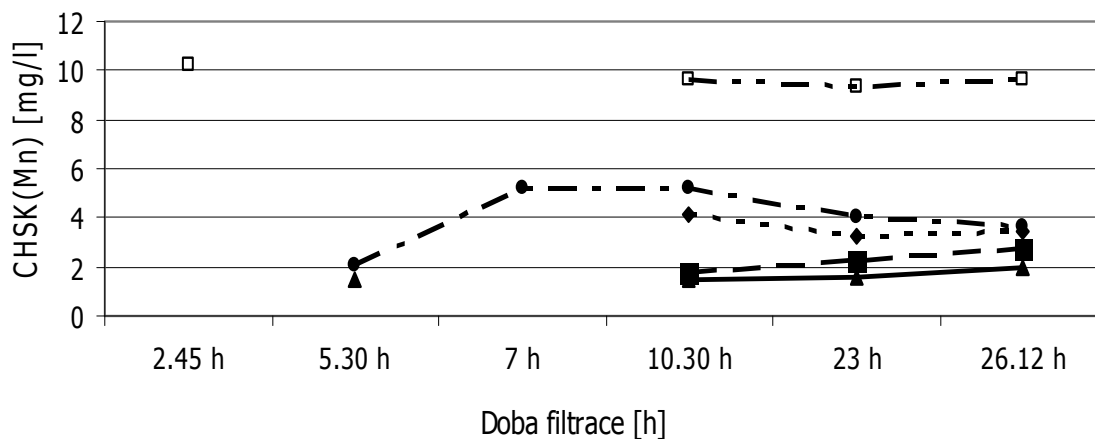
**PROVOZNÍ TECHNOLOGICKÉ ZKOUŠKY**

**Porovnání původní pískové filtrace s VP2 s novou vícevrstvou filtrační náplní**

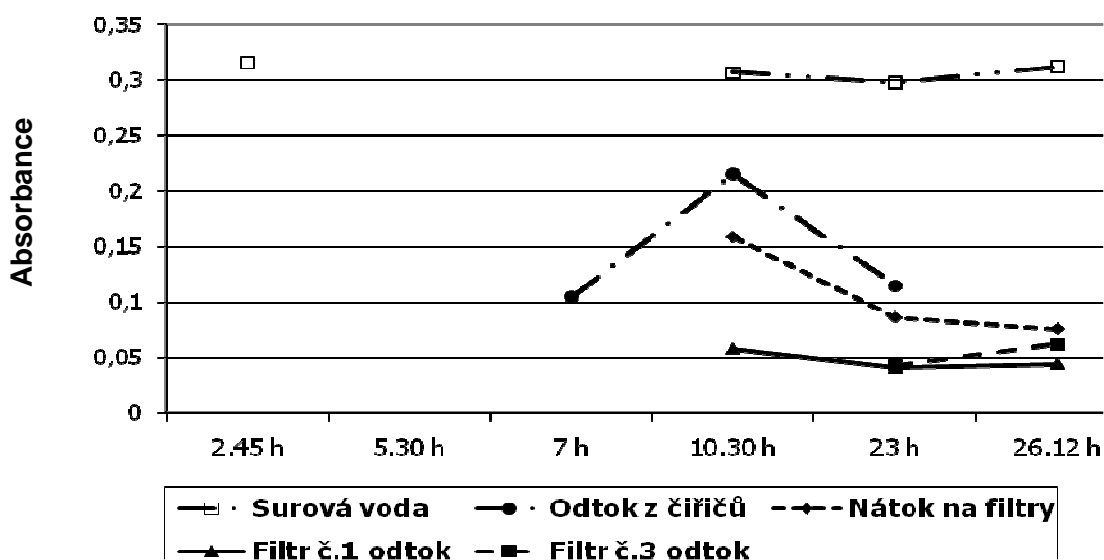
Po zprovoznění nového vícevrstvého filtru byly provedeny krátkodobé srovnávací technologické zkoušky mezi starým filtrem č. 3 s náplní VP2 o výšce filtrační vrstvy 110 cm a novým vícevrstvěným filtrem č. 1 s náplní VP2 15 cm, VP1 85 cm a antracitem N 60 cm. Hydraulické a látkové zatížení bylo stejné pro oba filtry. Pro zkoušky filtrace se zvolilo vyšší látkové zatížení filtrů, než je běžné, odstavením dvou čiričů, aby bylo možno důkladněji posoudit rozdíly v účinnostech obou typů filtrů. Výsledky dokumentují obr. 2 pro parametr hliník, obr. 3 pro parametr CHSK<sub>Mn</sub> a obr. 4 pro absorpenci (A<sub>254</sub>).



**Obr. 2. Nový vícevrstvý filtr č. 1 a původní pískový filtr č. 3 – porovnání v ukazateli Al**



**Obr. 3. Nový vícevrstvý filtr č. 1 a starý pískový filtr č. 3 - porovnání v ukazateli CHSK(Mn)**



**Obr. 4. Nový vícevrstvý filtr č.1 a starý pískový filtr č. 3 - porovnání v ukazateli absorbance**

Rekonstruovaný filtr jednoznačně prokázal lepší funkci a stabilitu. Ve srovnání s vícevrstvným filtrem, který byl při měření po cca 26 hodinách v parametru hliníku v hodnotách pod 0,02 mg/l, měl pískový filtr v době po 23 hodinách již dvojnásobně překročenou hodnotu hliníku na koncentraci 0,4 mg/l (obr. 3). Zajímavé jsou nižší hodnoty organických látek vyjádřených parametrem  $CHSK_{Mn}$ , absorbance (viz. obr. 2,4) a samozřejmě hodnoty zákalu u nového filtru. Rovněž byly porovnávány hydraulické parametry obou filtrů. Byly měřeny tlakové ztráty a současně sledovány polohy regulačních klapek na odtoku. Polohy regulačních klapek nedoznaly výrazných změn.

#### **Porovnání laboratorních výsledků s původní a novou filtrací 2005 -2009**

Tabulka č.1 zobrazuje laboratorní výsledky původní filtrace před rekonstrukcí (2005-2007) a výsledky nové filtrace po rekonstrukci (2008-2009). Provoz staré filtrace probíhal na 4 filtrech a provoz nové filtrace na 2 filtrech.

**Tabulka 1.**

Rok	Čiřiče odtok		Upravená voda					
	CHSK <sub>Mn</sub> [mg /l]	AI [mg /l]	Zákal [NTU]	CHSK <sub>Mn</sub> [mg /l]	CHSK <sub>Mn</sub> [%]	AI [mg /l]	AI [%]	A <sub>254</sub>
2005-07	2,417	0,192	0,445	1,553	35,7	0,026	86,5	0,033
2008-09	2,470	0,204	0,241	1,400	43,4	0,014	93,3	0,030
Účinnost nové filtrace [%]			45,9	9,87		46,2		7,69

(\*) naměřené hodnoty hliníku se velmi často pohybovaly pod mezí stanovitelnosti, která je 0,06 mg/l

**Aktivní koks nová filtrační náplň ve vodárenství v posouzení s antracitem po dobu zkušebního provozu v roce 2008 a 2009**

Vícevrstvá filtrační náplň s antracitem porovnávána s vícevrstvou filtrační náplní s aktivním koksem v hodnotách obsahu organických látek vyjádřených oxidovatelností v mg/l .

**Tabulka 2.**

měsíc 2008	antracitový filtr			s aktivním koksem			účinnost akt.koksu	
	č. filtru	CHSK <sub>Mn</sub> [mg/l]	A <sub>254</sub>	č.filtru	CHSK <sub>Mn</sub> [mg/l]	A <sub>254</sub>	CHSK <sub>Mn</sub> [%]	A <sub>254</sub> [%]
červen	I.	1,63		II.	1,19		37	
červenec	IV.	1,65		III.	1,45		14	
srpen	I.	2,06		II.	1,50		37	
Září	IV.	1,63		III.	1,36		20	
listopad	I.	1,31		II.	1,13		16	
prosinec	I.	1,44		II.	1,19		18	
<i>průměr</i>		1,62			1,30		19,5	
<i>2009</i>								
2.1-4.3	I.	1,52	0,043	II.	1,29	0,041	15,1	5,5
5.3-18.5	IV.	1,51	0,038	III.	1,55	0,034	-2,6	10,7
9.6-30.6	IV.	1,32	0,030	II.	1,04	0,026	21,2	15,8
1.7-20.7	IV.	1,53	0,034	II.	1,30	0,029	15,0	14,7
2.9-16.9	IV.	2,15	0,063	II.	2,15	0,057	0,0	9,5
<i>průměr</i>		1,61	0,042		1,47	0,037	8,7	10,7
<i>2010</i>								
10.2-26.2	IV.	1,55	0,042	II.	1,50	0,039	3,2	7,1
1.3-22.3	IV.	1,56	0,042	III.	1,55	0,039	0,6	7,1

## **EKONOMICKÉ ÚSPORY NA NOVÉ FILTRACI**

### **Úspora prací vody**

Na staré filtraci byly v provozu 4 filtry s filtračním cyklem 12,2 dnů  
Celková spotřeba pracích vod 3,17 % z upravované vody

#### **V roce 2008:**

Na nové filtraci jsou v provozu 2 filtry s filtračním cyklem 7,85 dnů  
Celková spotřeba pracích vod 2,32 % z upravované vody

*Úspora pracích vod: pokles o 0,85 %, tj. úspora o 28,8 %, tj. 6 782 m<sup>3</sup> ze 797 920 m<sup>3</sup> surové vody s úsporou 126 891,- Kč.*

#### **V roce 2009:**

Na nové filtraci v provozu 2 filtry s filtračním cyklem 10,9 dnů  
Celková spotřeba pracích vod: 1,59 % z upravované vody

*Úspora pracích vod: pokles o 1,58 %, tj. úspora o 49,8 %, tj. 10 769 m<sup>3</sup> z 681 598 m<sup>3</sup> surové vody s úsporou 201 487,- Kč.*

### **Úspora za elektrickou energii – snížení maxima**

Snížení intenzit při praní filtru vodou došlo k podstatnému snížení čtvrt hodinového max. pro odběr elektrické energie, nebo-li roční rezervovaná kapacita, která z původních 90 kW klesla na 60 kW, tj. pokles o 33,3 %.

Měsíční úspora nákladů - 135,84 \* 30 = 4 075,- Kč.

### **Roční úspora za elektrickou energii činí 48 902,- Kč.**

**Celkem jsou vyčísleny roční úspory na nové filtraci 250 389,- Kč za rok 2009.**

## **ZÁVĚR**

K rekonstrukci dožilé otevřené filtrace na ÚV Mariánské Lázně byl použit nový drenážní systém Leopold. Hlavním přínosem stavby bylo použití vícevrstvých filtračních náplní s jemnou zrnitostí křemičitého písku 0,5 až 1,0 mm. U dvou filtrů byl místo antracitu N použit aktivní koks, nový filtrační materiál. Porovnání původních běžných klasických filtrů s jednovrstvou filtrační náplní VP2 s novou vícevrstvou filtrační náplní jednoznačně vypovídá ve prospěch nových filtrů především při vyšším látkovém zatížení nebo havarijních stavech. Provedené srovnávací provozní zkoušky mezi starou a novou filtrací ukazují na vyšší stabilitu kvality pitné vody u nové filtrace (zejména v hodnotách u ukazatelů Al, zákalu a částečně CHSK<sub>Mn</sub> a absorpance). Při zvýšené látkové zátěži došlo u původního pískového filtru k průniku hliníku již po 23 hod. a to nad dvojnásobně povolenou hodnotu pro pitnou vodu. Vícevrstvý filtr v tomto srovnání vykazoval koncentraci hliníku až cca 30 x nižší s hodnotami 0,013 až 0,019 po 26 hod. provozu. Hodnoty měření byly potvrzeny také nižším zákalem. Nový filtr měl nižší hodnoty CHSK<sub>Mn</sub> a absorpance. Odtoková regulace filtru reagující na zanášení filtrů nevykazovala po dobu zkoušky větší rozdíly.

U nového filtračního materiálu (aktivního koku) byly prováděny porovnávací zkoušky od června r.2008, ze kterých je zřejmá jeho vyšší separační účinnost vyjádřená ukazatelem CHSK<sub>Mn</sub>.

Použití filtrů s vícevrstvou jemnější filtrační náplní má význam především při úpravě povrchových vod s vyšším znečištěním, u kterých se výrazněji projeví jejich účinnost na zvýšené kvalitě upravené pitné vody.

## **Literatura**

1. Dolejš P. (2009): Provozní optimalizace a vývojové trendy vodárenské filtrace, VH 2/2009.
2. Tuček F., Chudoba J., Koníček Z. (1988): Základní procesy a výpočty v technologii vody, SNTL 1988
3. Dolejš P., Nogová Z., Machula T., Kalousková N., Porcal P., Porcalová P. (11/2001): Technologický audit a expertiza ÚV Mariánské Lázně. W&ET Team, Č.Budějovice.