

# **POROVNÁNÍ FILTRŮ S PÍSKOVOU NÁPLNÍ A S NÁPLNÍ FILTRALITE MONO-MULTI NA DVOU ÚPRAVNÁCH PITNÉ VODY V ČR**

**doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.<sup>1,2</sup>, Ing. Pavel Dobiáš<sup>1</sup>, Ing. Klára Štrausová, Ph.D.<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> W&ET Team, Písecká 2, 370 11 České Budějovice a <sup>2)</sup> FCh VUT, Brno  
petr.dolejs@wet-team.cz, pavel.dobias@wet-team.cz, klara.strausova@wet-team.cz

## **ÚVOD**

Snaha o zlepšení separační účinnosti filtrace a stejně tak i ekonomiky provozu tohoto základního separačního stupně vede k tomu, že se čím dále více uplatňují filtrační náplně, které jsou alternativou k písku. V našem příspěvku předkládáme první výsledky ze sledování provozní realizace filtrů s náplní Filtralite Mono-Multi. V roce 2010 jsme informovali o našich úvodních poloprovozních experimentech s náplní Filtralite na ÚV Plzeň [1]. Mezi tím jsme měli možnost pracovat s touto náplní na poloprovozních modelech i na dalších úpravách. Výsledky těchto experimentů uvádíme v jiných příspěvcích. V tomto příspěvku se zaměříme na provozní výsledky, jež jsme měli možnost naměřit na dvou úpravách, které začaly používat materiál Filtralite v části filtrů, zatímco vedle nich provozují také filtry s pískovou náplní. Toto srovnání dává velmi dobrou možnost posoudit, jakým přínosem může být náplň Filtralite Mono-Multi pro vodárenskou filtraci.

## **FILTRAČNÍ NÁPLNĚ**

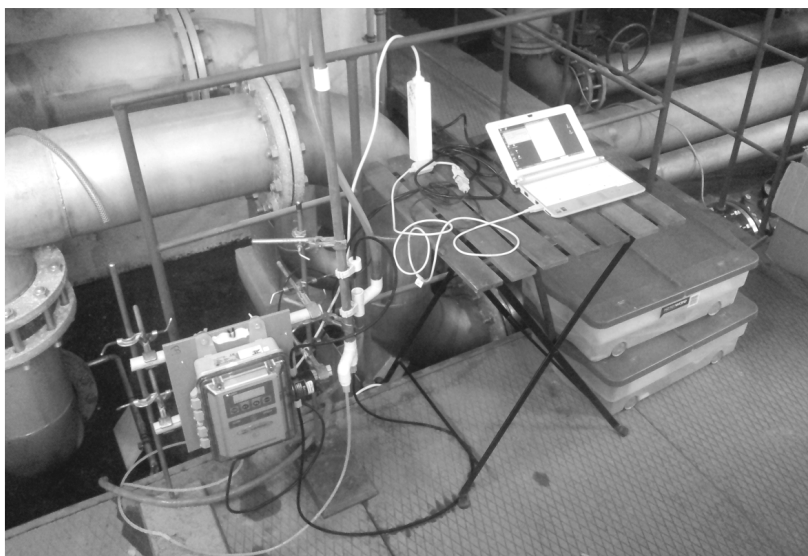
Výběr vhodné filtrační náplně je jednou ze základních možností, jak optimalizovat funkci filtrace. Protože je filtrace často jediným (resp. posledním) separačním stupněm, na dobré funkci filtrace velmi závisí jak kvalita upravené vody, tak ekonomika provozu úpravy. K již dobře známým materiálům, jako jsou zejména písek a antracit, přibyl materiál Filtralite.

### **Filtralite**

Tento nový filtrační materiál, který je výsledkem dvacetiletého výzkumu zejména v Norsku, se vyrábí z jílu vypálením při 1200 °C. Materiál má částečně pórovitou strukturu. Hlavní předností je však jeho volitelná hustota ve velmi širokém rozmezí. V závislosti na hustotě je možné použít materiál nejen do různě koncipovaných jednovrstvých filtrů s nižšími nároky na práci rychlosti než by bylo u filtrů pískových, ale hlavně se projeví při realizaci filtrů dvouvrstvých. Je tak možné sestavit dvouvrstvý filtr složený ze dvou typů materiálu Filtralite. Pro takovou náplň s materiálem Filtralite je pak registrována ochranná známka „Filtralite Mono-Multi“. Základní charakteristiky a více informací o tomto materiálu byly uvedeny již v našich předchozích publikacích [1-3]. Použití Filtralite může být jak v klasických, tak i biologických filtrech. Stejně dobře se také uplatňuje jako materiál vhodný pro odstraňování železa a manganu. Historie tohoto materiálu v provozní praxi se datuje zhruba od roku 1997. Je možno nalézt řadu zahraničních publikací, týkajících se jeho vlastností a aplikací v různých typech filtrace. Jako příklad uvádíme publikace [4-6].

## METODIKA SLEDOVÁNÍ FILTRACE

Pravděpodobně nejvhodnější metodou hodnocení filtrace je v dnešní době **sledování počítačem částic**. Kvalita filtrátu byla kontinuálně měřena počítačem částic ARTI WPC-22 (Hach-Lange). Počítač částic umožňuje zároveň vyhodnocení velikostní distribuce částic. To přináší do řízení a navrhování technologických procesů úpravy vody nové a velmi výhodné instrumentální možnosti. Jak naše, tak zahraniční výsledky přesvědčivě ukazují, že pouhé měření zákalu zdaleka nestačí pro dobré zmapování průběhu filtrace. Zjistili jsme, že měření počtů částic je přibližně 20–25 x citlivější než měření zbytkového zákalu upravené vody. Zatímco zákal upravené vody se zvýšil jen 4 x, počty částic stouply 80–100 násobně. To jasně ukazuje, že spoléhání na měření zákalu může vést k výraznému podcenění zhoršení kvality filtrátu v průběhu filtračního cyklu. Podrobnosti je možné nalézt například v [7].



**Obr. 1. Počítač částic sledující odtok z filtru na ÚV Chřibská**

## PROVOZNÍ POROVNÁNÍ FILTRŮ S PÍSKEM A FILTRALITE MONO-MULTI

Uvedeme výsledky paralelního sledování provozních filtrů s pískovou náplní a s náplní Filtralite Mono-Multi na dvou úpravnách. První z nich je ÚV Chřibská, která patří SVS, a.s. a provozuje ji SČVK, a.s. Druhou je ÚV Borovany, kterou provozuje ČEVAK a.s. Na obou úpravnách je z výzkumného hlediska unikátní situace, protože vedle sebe pracují pískové filtry a filtry s náplní Filtralite Mono-Multi. Toto srovnání za naprosto identických podmínek přípravy suspenze, konstrukce filtru, řízení průtoku filtrem i provozu filtrace dává vynikající možnost obě filtrační náplně porovnat. Další úpravnou, která vedle sebe provozuje filtry s pískovou náplní a Filtralite Mono-Multi je ÚV Bedřichov, které je věnována samostatná přednáška kolegů ze SČVK, a.s.

### ÚV Chřibská

Úpravna vody Chřibská byla postavena v 70. letech dvacátého století původně pro úpravu povrchové vody z vodního díla Chřibská. V 80. letech dvacátého století, v souvislosti s vysokou spotřebou pitné vody, došlo k rozšíření úpravy vody. Dnešní stav je přibližně takový, že v původní části úpravy vody (ze 70. let) se upravuje povrchová voda a v nové části (z 80. let) se upravuje voda podzemní. Věnovali jsme se sledování části, která upravuje vodu povrchovou. Ta je dosti oživená, průměrné hodnoty CHSK(Mn) jsou 4.7 mg/l a podobně jako na mnoha jiných úpravnách se pomalu zvyšují. To vede vlastníka i provozovatele k tomu, že se s předstihem zabývá možnostmi, jak tuto úpravnu kvalitně rekonstruovat.

Pro filtraci povrchové vody slouží čtyři filtry. Půdorysné rozměry každého z filtrů jsou cca 3 × 4 m. Filtrační rychlosti jsou příznivé, při výkonu 60 l/s a provozu všech filtrů je filtrační rychlost 4,5 m/h. Průměrná délka filtračního cyklu je při průtoku 40 l/s a provozu 4 filtrů jen 16 hodin. Spotřeba prací vody na jedno praní je cca 60 m<sup>3</sup>. Filtry jsou klasické konstrukce s mezidnem. Jako koagulant je používán síran hlinitý - Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O.

Provozovatel se rozhodl, že jeden z filtrů naplní místo písku náplní Filtralite Mono-Multi, aby v provozu ověřil, jaké by mohly být přínosy této náplně pro provoz filtrace ještě před rekonstrukcí úpravní. Filtr byl naplněn 75 cm Filtralite NC 1,5-2,5 a 75 cm Filtralite HC 0,8-1,6. Pískový filtr má výšku náplně 150 cm písku 1,0-1,6 mm (dříve FP2).

### Výsledky z ÚV Chřibská

Výsledky sledování provozu obou filtrů jsou na obr. 2 a 3. Záznamy dat je obtížné znázornovat pro delší časové období, vzhledem k množství dat, která popisují chování filtrů. Jejich čitelnější zobrazení bohužel vyžaduje barevný tisk. Přerušení záznamu bylo způsobeno výpadkem el. proudu při naší nepřítomnosti.

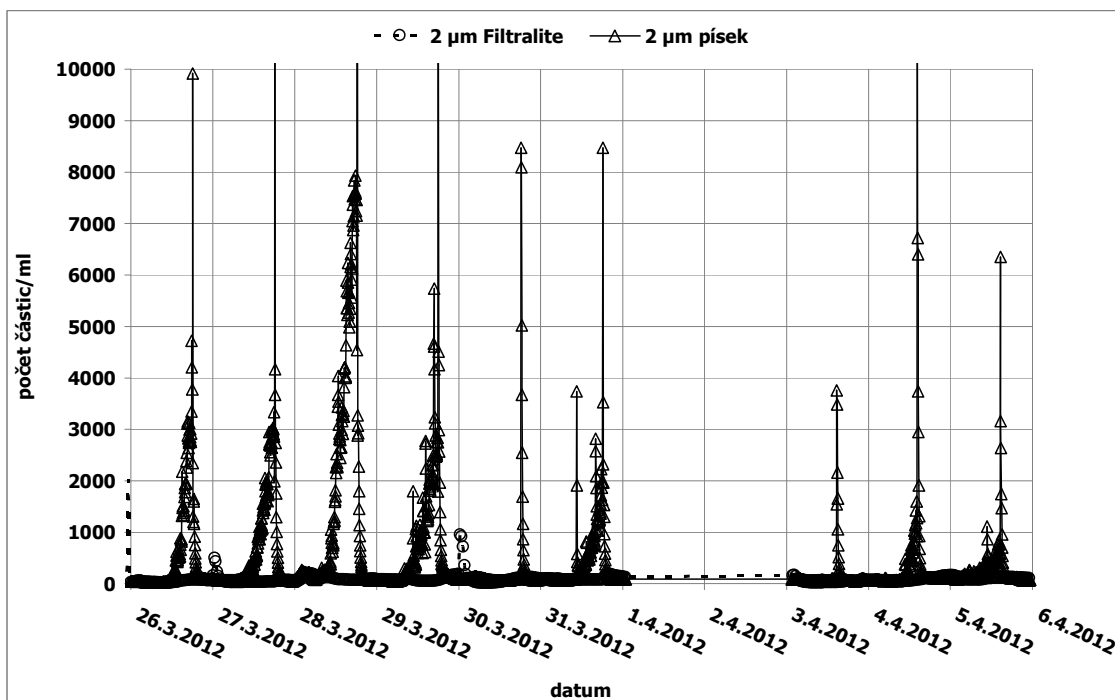
První obrázek (obr. 2) je proto s lineární osou Y, aby názorně ukázal, jak se liší chování obou filtračních náplní. Vidíme, že písková náplň generuje vysoké špičky počtů částic po každém praní filtrů. Naproti tomu náplň Filtralite má výkyvy po praní podstatně nižší. To má dvojí význam pro kvalitu vody. Prvním aspektem je, že se do filtrátu s náplní Filtralite dostává podstatně méně částic. Druhým aspektem je, že vzhledem k tomu, že filtrační cykly s náplní Filtralite jsou zhruba trojnásobné, vlivy praní se tak projeví méně často (a jak vidíme, jsou tedy i výrazně menší).

Druhý obrázek (obr. 3) znázorňuje stejná data, ale na logaritmické ose Y. Na tomto obrázku vidíme lépe detaily chování obou filtrů. I přes omezenou přehlednost černobílé verze srovnání obou datových řad je vidět, jak významně nižší počty částic jsou v odtoku z filtru s náplní Filtralite Mono-Multi.

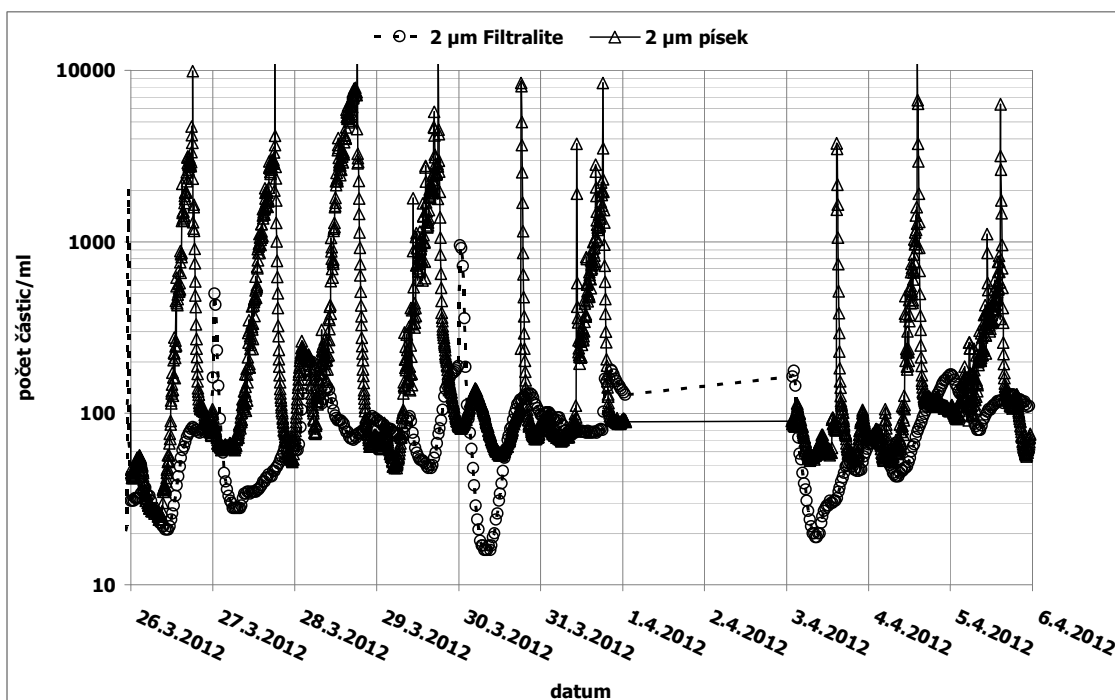
V tabulce 1 uvádíme přehledné srovnání vybraných provozních hodnot, které jsme naměřili v průběhu sledování obou filtrů. Ze záznamů z počítačů částic vidíme, že současný provoz, kdy provozovatel nastavil trojnásobnou délku filtračního cyklu pro filtr s náplní Filtralite, zcela vyhovuje a tento filtr má v kvalitě upravené vody ještě i při tomto nastavení dobrou rezervu.

**Tabulka 1. Porovnání vybraných provozních hodnot v průběhu sledování filtrů na ÚV Chřibská**

Sledovaná hodnota	Pískový filtr	Filtralite Mono-Multi
délka filtračního cyklu [h]	24	68
počet zaznamenaných praní	9	3
přefiltrované množství vody za jeden filtrační cyklus [m <sup>3</sup> ]	412	1135
průměrná filtrační délka L(f) [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	32	88
celk. sledovaná doba provozu [h]	264	264



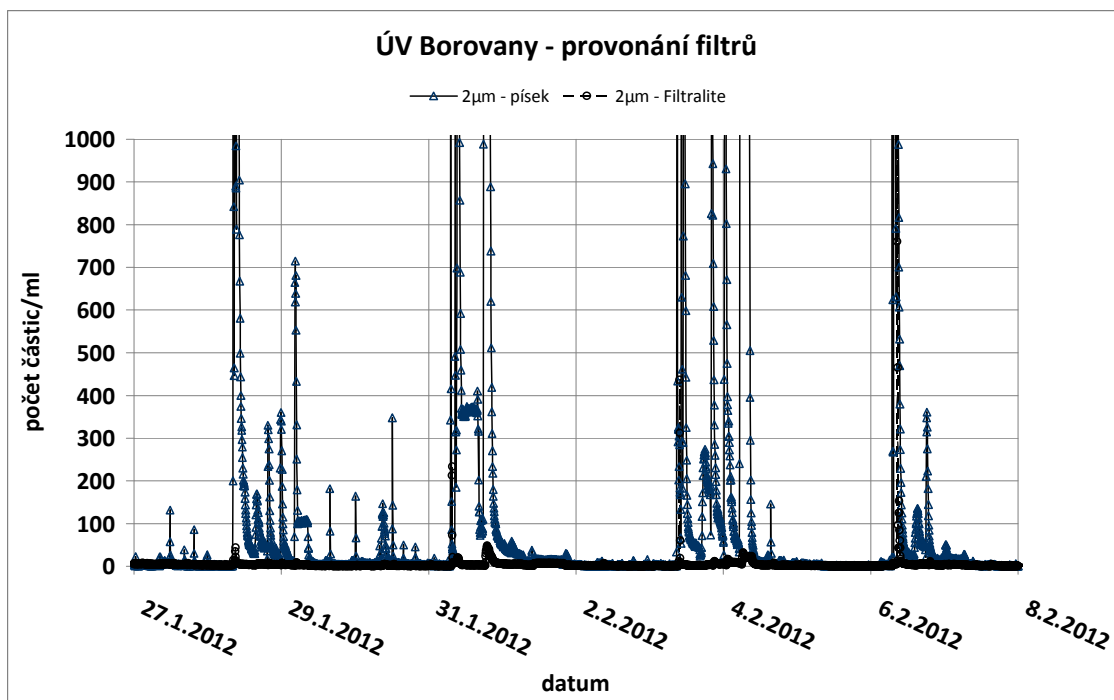
**Obr. 2. Změny počtů částic 2 µm v čase na odtoku z pískového filtru a filtru s náplní Filtralite Mono-Multi na ÚV Chřibská**



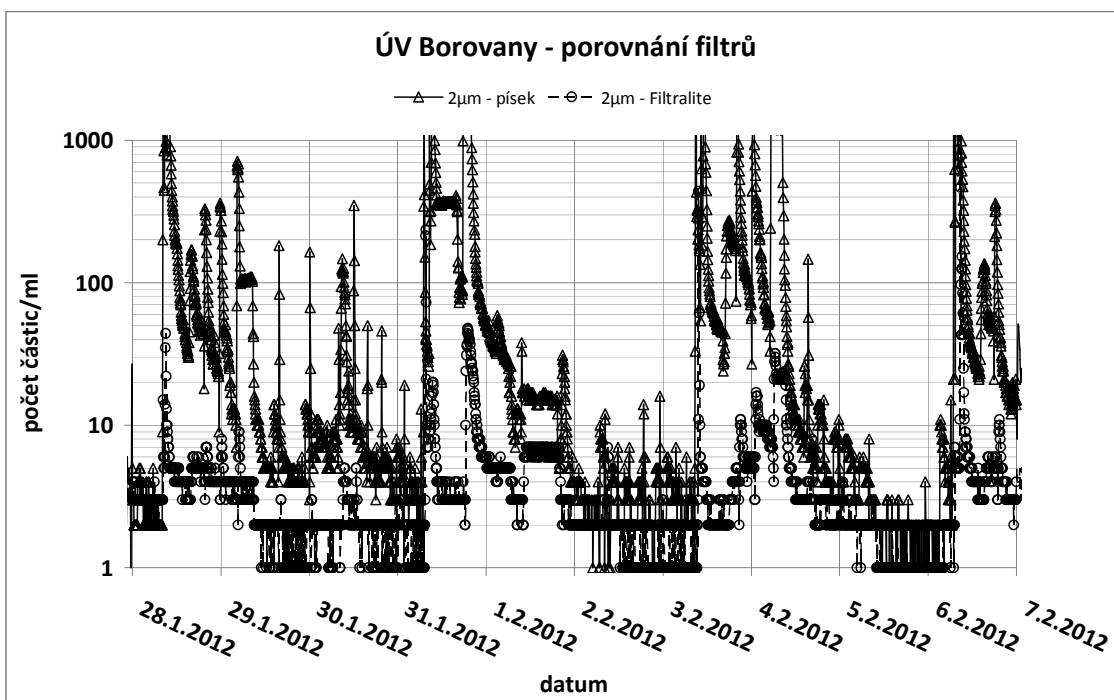
**Obr. 3. Změny počtů částic 2 µm v čase na odtoku z pískového filtru a filtru s náplní Filtralite Mono-Multi na ÚV Chřibská (logaritmičká osa Y)**

### ÚV Borovany

V roce 2011 byla ukončena rekonstrukce ÚV Borovany, která zásobuje stejnojmenné město v jižních Čechách. Úprava je provozována přerušovaně a průměrný výkon úpravy v době provozu je 12 l/s. Úprava upravuje vodu z podzemního zdroje s obsahem železa a manganu. Komplexní rekonstrukce úpravy vody představovala



Obr. 4. Změny počtů částic 2 µm v čase na odtoku z pískového filtru a filtru s náplní Filtralite Mono-Multi na ÚV Borovany



Obr. 5. Změny počtů částic 2 µm v čase na odtoku z pískového filtru a filtru s náplní Filtralite Mono-Multi na ÚV Borovany (logaritmičká osa Y)

nejen výměnu technologických celků, instalaci drenážního systému Leopold, ale i změnu náplně jednoho ze dvou filtrů. V jednom zůstal stávající písek 1,0-1,6 mm, v druhém byla písková náplň vyměněna za Filtralite Mono-Multi.

Díky tomuto uspořádání bylo možné porovnat i na této úpravě provoz obou filtrů s různou filtrační náplní současně vedle sebe v reálném provozu úpravny a za naprosto stejných podmínek. Příklad výsledků jedné z opakovaných etap našeho sledování je na obr. 4 a 5. Je z nich patrné, že výrazné výkyvy v počtu částic je možné pozorovat prakticky pouze v odtoku z pískového filtru, a to jednak při odstavení úpravny (tj. když dojde k naplnění akumulace), či při praní. Filtralite má v obou těchto případech schopnost velice dobře tlumit tyto nepříznivé vlivy a kvalita jeho filtrátu se prakticky nemění a počty částic jsou o jeden až dva řády nižší než v odtoku z pískového filtru. U filtru s pískovou náplní se ukazuje, že má špičkové hodnoty počtu 2  $\mu\text{m}$  částic značně vysoké. Velkou výhodou materiálu Filtralite je i v tomto případě dosahovaná délka filtračního cyklu. Zatímco písek je nutné prát jednou za dva dny, filtrační cyklus náplně Filtralite Mono-Multi je možné prodloužit oproti pískovému filtru 3x až 4x. Výsledkem porovnání filtračních náplní písku a materiálu Filtralite v uspořádání Mono-Multi je tedy jak výrazně lepší kvalita filtrátu, tak i značná úspora prací vody a energie na praní filtrů.

## ZÁVĚR

Filtrační materiál Filtralite prokázal i v provozu prvních úpraven, které ho používají, že má vynikající předpoklady pro použití ve vodárenských filtrech. Vedle toho, že umožňuje dosahovat delších filtračních cyklů než dosahují jednovrstvé filtry, je jeho hlavní výhodou výrazně lepší kvalita filtrátu a vynikající stabilita provozu. Spolu s tím, že aplikace nevyžaduje vyšší prací rychlosti než klasické jednovrstvé filtry s náplní písku 1,0-1,6 mm (FP2) to otevírá cestu pro velmi zajímavé rekonstrukce současných jednovrstvých filtrů na filtry dvouvrstvé, a to bez potřeby rekonstrukce jejich praní.

## PODĚKOVÁNÍ

Děkujeme všem kolegům z úpraven, na kterých jsme prováděli měření, za laskavý a vstřícný přístup a také za kolegiální pomoc při instalaci a provozu našich analyzátorů a vytvoření dobrého zázemí na úpravně pro naši práci.

## LITERATURA

1. Dolejš P., Štrausová K., Dobiáš P.: Modelové ověření nového filtračního materiálu Filtralite ve dvouvrstvých filtrech. Sborník konference „Pitná voda 2010“, s. 83-88. W&ET Team, Č. Budějovice, 2010. (ISBN 978-80-254-6854-8)
2. Dolejš P., Štrausová K., Dobiáš P.: Výběr vhodných filtračních materiálů a jejich vliv na provoz filtrů. Sborník konference „Voda Zlín 2011“, s. 99-104. Moravská vodárenská, Zlín, 2011. (ISBN 978-80-254-9113-3)
3. Dolejš P., Štrausová K.: Hodnocení provozu vodárenských filtrů a výběr vhodných filtračních materiálů. SOVAK, 20, s. 184-186, 2011.
4. Melin, E.S. and Ødegaard, H.: Biofiltration of Ozonated Humic Water in Expanded Clay Aggregate Filters. *Wat. Sci. Tech.*, 40 (9), s. 165-172, 1999.
5. Saltnes, T., Eikebrokk, B. and Ødegaard, H.: Contact filtration of humic waters: performance of an expanded clay aggregate filter (Filtralite) compared to a dual anthracite/sand filter, *Wat. Sci. Tech.: Wat. Sup.*, 2 (5-6), s. 17-23, 2002.
6. Steele, M.E., Chipps, M., Mikol, A., Fitzpatrick, C.S.B. Alternative filter media for potable water treatment. Water treatment and supply conference, Bath, July 2007.
7. Dolejš P., Štrausová K.: Sledování vodárenské filtrace počítačem částic. SOVAK, 19 (4), s. 116-119, 2010.