

ODSTRANĚNÍ AMONIAKU, MANGANU A ŽELEZA PŘI ÚPRAVĚ PITNÉ VODY VE FILTRU S NÁPLNÍ FILTRALITE MONO-MULTI – VÝSLEDKY Z POLOPROVOZNÍCH EXPERIMENTŮ

Ing. Pavel Dobiáš¹⁾, doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.^{1,2)}

¹⁾ W&ET Team, Písecká 2, 370 11 České Budějovice ²⁾ FCh VUT v Brně
pavel.dobias@wet-team.cz, petr.dolejs@wet-team.cz

ÚVOD

V rámci předprojektového průzkumu možné rekonstrukce technologické linky úpravny vody Ostrava-Nová Ves byly provedeny poloprovozní experimenty, které se zabývaly možnostmi použití alternativní filtrační náplně, která by mohla nahradit stávající filtrační písek. Pozornost byla zaměřena na odstranění amonických iontů, manganu a železa, které jsou obsaženy v surové podzemní vodě.

Odstranění amoniaku je dvoustupňový proces, ve kterém se nejdříve amoniak oxiduje na dusitany, a dusitany se následně oxidují na dusičnany. *Nitrosomonas* a *Nitrobacter* jsou nejčastějšími rody autotrofních bakterií používaných pro přeměnu amoniaku a dusitanů na dusičnany. Jedná se o biologickou alternativu ke chloraci do bodu zlomu, klasicky používanou jako jednoduchá metoda pro „odstraňování“ amoniaku. Navíc se nitrifikační využitím nitrifikačních bakterií na filtračním médiu zvyšuje chemická a biologická stabilita vody v distribuční síti [1].

METODIKA

Pro experimentální měření byly využity modelové filtrační kolony (obr 1.). Byly porovnávány tři kompozice filtračních náplní tvořené různými filtračními materiály:

- původní preparovaný filtrační písek FP2 z provozního filtru – filtr F1,
- nový filtrační písek a MnO₂ (Cullsorb M) – filtr F2 (složení tohoto filtru bylo dle doporučení provozovateli úpravny od výzkumného centra CIRSEE, Francie)
- Filtralite Mono-Multi – filtr F3.

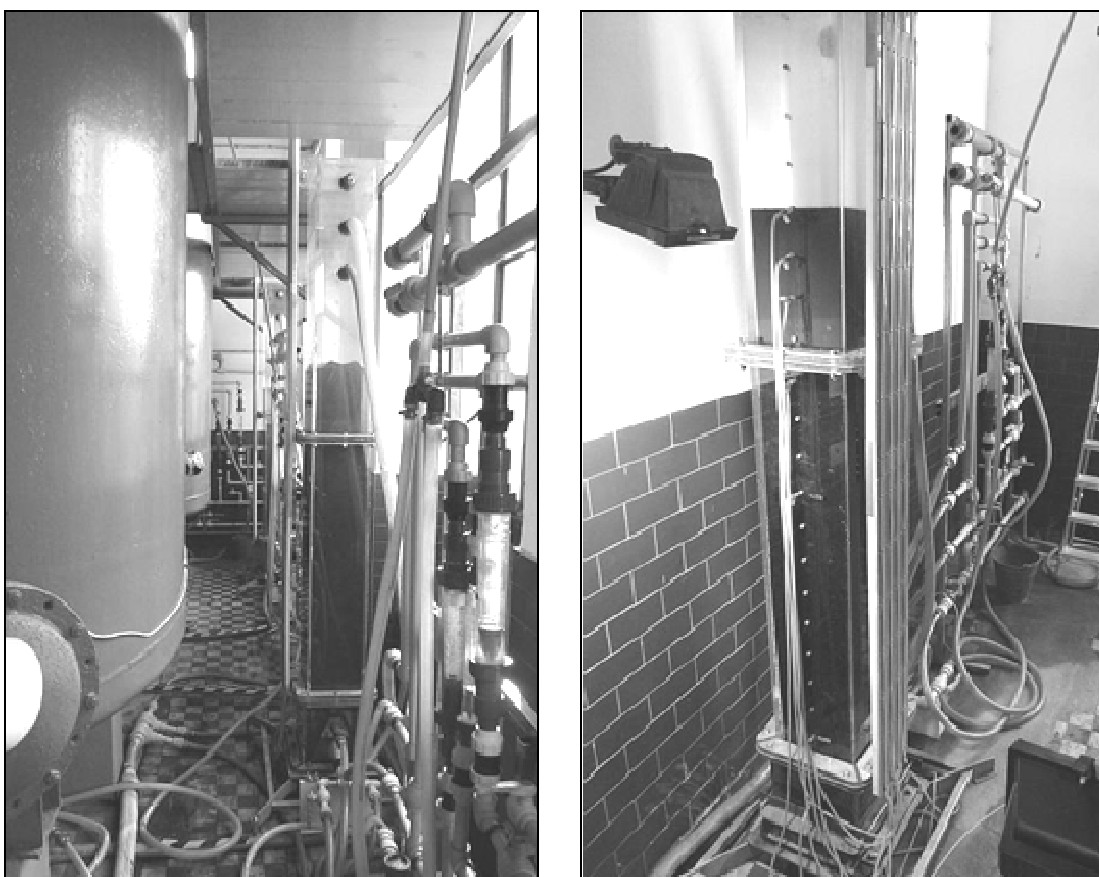
Vlastnosti použitých filtračních náplní jsou uvedeny v tabulce 1. Do modelových filtrů byla přiváděna podzemní voda po průchodu provozní sedimentací. Základní ukazatele kvality surové podzemní vody a vody po aeraci a sedimentaci jsou uvedeny v tabulce 2.

Abychom dosáhli rychlejšího naběhnutí nitrifikace u nových filtračních materiálů ve filtrech F2 a F3, provedli jsme zaočkování modelových filtrů prací vodou z provozních filtrů ÚV Nová Ves. Do prostoru nad filtrační náplní jsme přidali zhruba vrstvu 10 cm prací vody a nechali ji poté protékat filtrem při filtrační rychlosti okolo 2 m/h. Zaočkování vycházelo z předpokladu, že prací voda bude obsahovat směšnou kulturu

všech mikroorganismů, které se podílejí jak na procesech odstraňování amoniaku, tak případně i manganu.

Filtrační náplň filtru F1 byla tvořena pískem, který byl odebrán z odstaveného provozního filtru. Bylo tedy možné předpokládat, že tato náplň je již dobře osídlena mikroorganismy, které v surové vodě „prosperují“. Proto jsme tuto filtrační náplň použili bez zaočkování. Naměřené výsledky tento předpoklad v plném rozsahu potvrdily.

U filtru F2 jsme postupovali tak, že první dva filtrační cykly jsme naměřili bez zaočkování, abychom ověřili funkci nové filtrační náplně. Předpokládali jsme, že tento filtr bude hned od počátku dobře odstraňovat mangan, avšak nebude mít schopnost odstraňovat amoniak, což se při experimentech potvrdilo. Zaočkování jsme proto provedli až před třetím filtračním cyklem (FC3).



Obr. 1. Poloprovozní filtrační kolony na ÚV Nová Ves

Tabulka 1. Použité filtrační materiály a jejich charakteristika

Filtr F1	písek FP2	Náplň byla tvořena vrstvou 160 cm písku FP2 (1,0–1,6 mm), který je identický s náplní provozních filtrů ÚV Nová Ves.
Filtr F2	písek a CULLSORB M (MnO ₂)	Náplň filtru byla složena ze svrchní vrstvy 110 cm nového písku o zrnitosti 0,8-1,2 mm a spodní vrstvy 50 cm CULLSORB M (MnO ₂) o zrnitosti 0,4 mm.
Filtr F3	Filtralite Mono-Multi	Ve filtru F3 byla použita filtrační náplň Filtralite Mono-Multi. Horní vrstva byla 70 cm materiálu Filtralite NC 1,5–2,5 mm, který má střední hustotu 1100 kg/m ³ a spodní vrstva 90 cm materiálu Filtralite HC 0,8–1,6 mm, který má střední hustotu 1600 kg/m ³ .

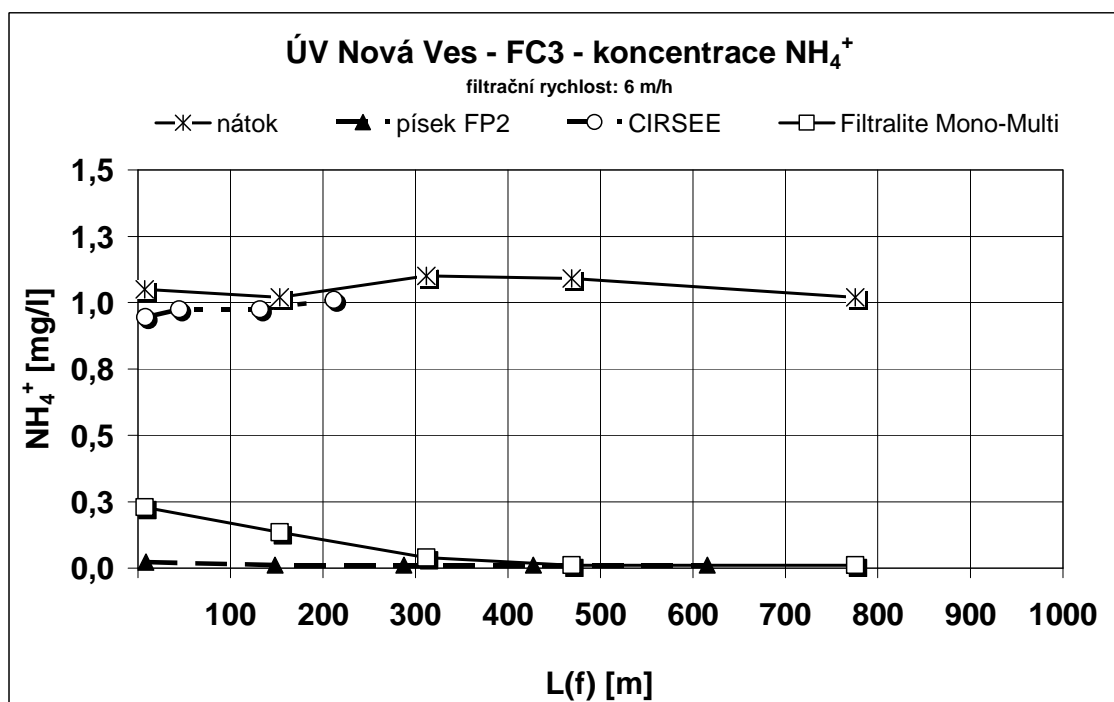
Protože jsme měli omezené časové možnosti na celé měření, filtr F3 jsme zaočkovali již před měřením prvního filtračního cyklu (FC1), abychom ověřili, jak se bude filtr postupně adaptovat na odstraňování všech složek, které by měl separovat ze surové vody. Filtr F3 nebyl tedy (vlastně jako jediný) dopředu nijak preparován pro vznik povrchové vrstvy hydratovaného oxidu manganického. Chtěli jsme tím zjistit, jak rychle se bude tato náplň zcela bez pomocného oxidačního činidla (například manganistanu draselného či chloru) adaptovat na přísun manganu a jeho separaci.

Tabulka 2. Kvalita surové podzemní vody a vody po sedimentaci
(nátok na modelové filtry)

Surová voda do ÚV			Voda po sedimentaci do modelových filtrů		
Parametr	Jednotka	Průměr	Parametr	Jednotka	Průměr
A254	-	0,099	Teplota	[°C]	11,05
pH		6,8	pH		8,46
KNK(4,5)	[mmol/l]	2,39	Železo	[mg/l]	1,13
CHSK(Mn)	[mg/l]	1,80	Mangan	[mg/l]	0,22
Barva	[mg/l Pt]	17,5	Amoniak	[mg/l]	0,96
Zákal	[ZF]	6,12	Dusitany	[mg/l]	0,03
TOC	[mg/l]	2,55	Dusičnany	[mg/l]	1,77
O ₂	[mg/l]	0,87			
vodivost	[mS/m]	56,25			

VÝSLEDKY

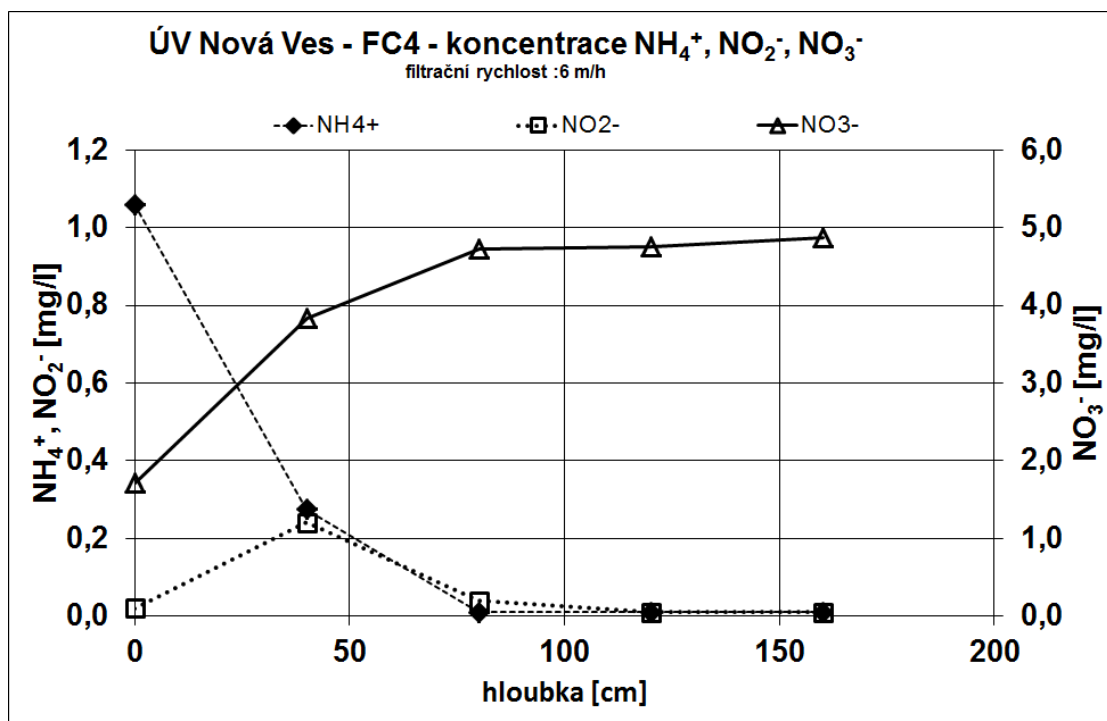
Na obr. 2 můžeme dokumentovat, jak se zapracovala náplň Filtralite Mono-Multi na odstraňování amoniaku již při třetím filtračním cyklu. Vidíme, že ještě na jeho počátku



Obr. 2. Porovnání průběhu koncentrace NH₄⁺ ve filtrátu (FC3)

nebylo odstranění amonných iontů kompletní, avšak již v druhé polovině cyklu byla koncentrace amoniaku na odtoku filtru prakticky nulová. U filtru F2, který byl před tímto filtračním cyklem zaočkován, jsme odstranění amoniaku nezjistili. Naproti tomu filtr s náplní z provozního filtru úpravny prokázal, že je na odstraňování amoniaku dobře adaptovaný.

Obr. 3 velmi názorně ukazuje, jak se mění různé formy dusíku při průchodu filtrační náplní. Příklad ukazuje průběh ve filtru F3 s náplní Filtralite Mono-Multi. Koncentrace amoniaku klesá téměř k nule již v horní třetině filtrační náplně, po ní nastupuje vlna zvýšené koncentrace meziprojektu nitrifikace – dusitanů – a od poloviny hloubky filtrační náplně jsou dusitany kompletně oxidovány na dusičnany. Takto se filtr choval při filtrační rychlosti 6 m/h. Z toho můžeme usuzovat, že by bylo možné tuto rychlost ještě mírně zvýšit, aby bylo zajištěno, že konverze dusitanů na dusičnany bude kvantitativní.

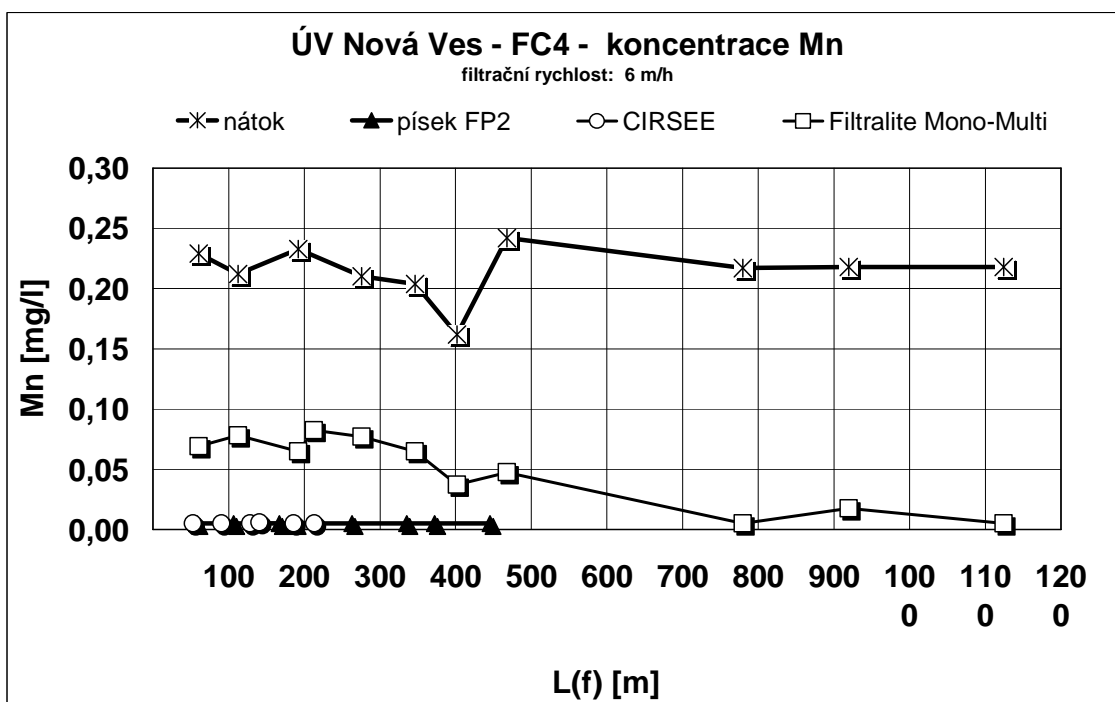


Obr. 3. Porovnání koncentrace různých forem dusíku při průchodu filtrační náplní filtrem s náplní Filtralite Mono-Multi (FC4)

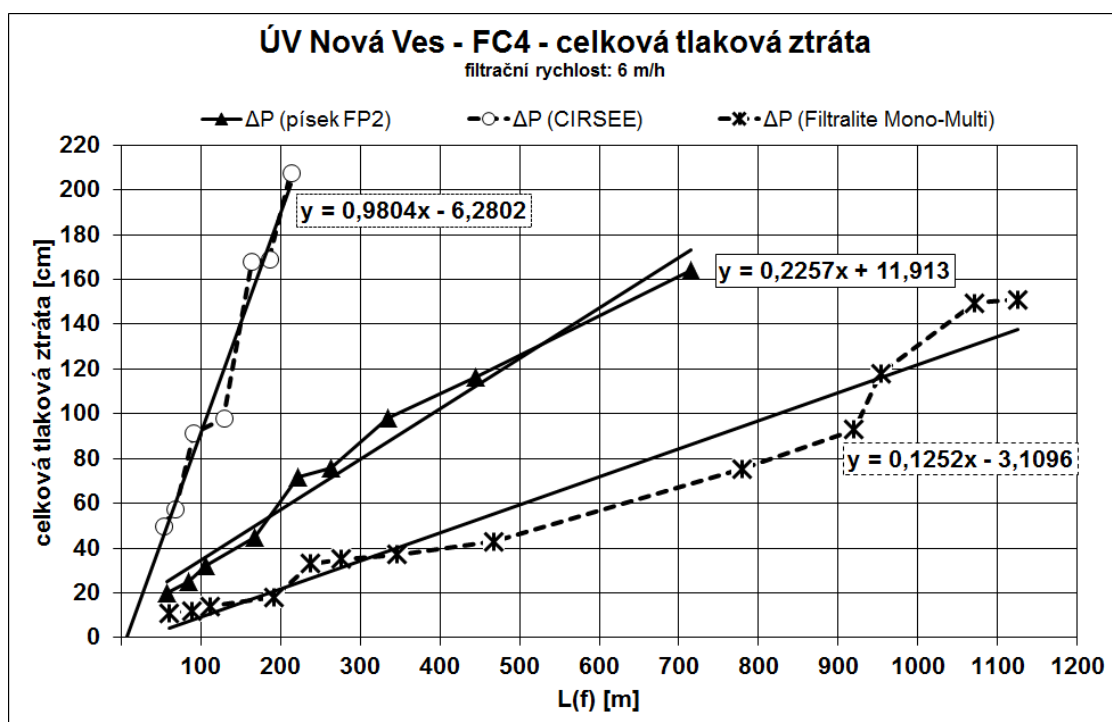
Zpracování náplně Filtralite Mono-Multi na odstraňování manganu je vidět na obr. 4. Během filtračního cyklu FC4 se filtrační náplň natolik dobře kondicionovala na odstraňování manganu, že ho zvládla odstranit pod normovanou hodnotu. To vše jen za přítomnosti kyslíku, čili bez jakéhokoli dávkování dalšího oxidačního činidla (manganistanu draselného, chloru atp.). Je jasné, že ostatní dvě náplně odstraňovaly mangan bez problémů, protože byly buď již preparované z provozu (F1) nebo měly náplň, která byla speciálně pro odstraňování manganu navržena (F2).

Pro provozní vyhodnocení je důležité jednak to, zda filtrační náplň splní kvalitativní požadavky na upravenou vodu, jednak také to, jaké jsou další provozní vlastnosti, jako je filtrační délka (délka filtračního cyklu), nároky na praní atp. Na obr. 5 uvádíme porovnání všech tří filtrů vzhledem k nárůstu tlakové ztráty a dosažitelné filtrační délce

L(f). Vidíme, že u filtru F2 roste tlaková ztráta téměř desetkrát rychleji než u filtru F3 s náplní Filtralite Mono-Multi, zatímco u pískového filtru F1 roste téměř dvakrát rychleji.



Obr. 4. Porovnání průběhu koncentrace Mn^{2+} ve filtrátu (FC4)



Obr. 5. Vývoj tlakové ztráty ve filtrech F1-F3 (FC4)

ZÁVĚRY

Pro rychlé nastartování nitrifikace na filtračním loži, které nebylo dosud osídleno nitrifikační biocenózou, stačilo zaočkování zhruba vrstvou 10 cm prací vody, která byla nalita nad filtrační náplň a pomalu přefiltrována. Již po jednom filtračním cyklu bylo u náplně Filtralite pozorováno dosažení kompletní nitrifikace. Biocenóza byla na filtrační náplni stabilní zhruba po třech filtračních cyklech.

Bylo ověřeno, že po třech filtračních cyklech je možné pro dosažení stabilní nitrifikace provozovat náplň Filtralite již při filtrační rychlosti 6 m/h a při této filtrační rychlosti může být dosaženo kvality filtrátu identické s kvalitou filtrátu získaného se zapracovanou pískovou náplní z provozního filtru.

Náplň filtru F2 (CIRSEE) se nedařilo dobře zapracovat pro odstranění amoniaku ani po zaočkování prací vodou.

U filtračních náplní s preparovaným pískem (F1) či oxidem manganičitým (F2) byla dosahována vysoká míra odstranění manganu s vysokou účinností bez další potřeby zapracování filtrů. Filtrační náplň Filtralite (F3), která nebyla na rozdíl od filtru s pískem či s náplní CIRSEE předem preparována oxidem manganičitým, se zhruba po třech filtračních cyklech zapracovala natolik, že produkovala filtrát splňující limit na koncentraci manganu v pitné vodě.

Pro odstranění železa se uplatňovaly základní procesy filtrace suspenze vrstvou zrnitého materiálu a nebylo třeba ani biologických, ani katalytických procesů na filtrační náplni. Železo bylo odstraněno všemi náplněmi s vysokou účinností, která poskytuje upravenou vodu hluboko pod normovanou maximální koncentrací.

Bylo zjištěno, že u pískové náplně roste tlaková ztráta zhruba 2x rychleji než u náplně Filtralite a u náplně CIRSEE roste dokonce 10x rychleji.

PODĚKOVÁNÍ

Děkujeme všem kolegům z ÚV Ostrava Nová Ves, zejména Ing. Evě Orszulíkové a

Ing. Liboru Frydrychovi, MBA, za přátelský a vstřícný přístup a také za kolegiální pomoc při instalaci a provozu našich poloprovozních filtrů a vytvoření dobrého zázemí na úpravě pro naši práci.

LITERATURA

1. Andersson A., Laurent P., Kihn A., Prévost M., Servais P.: Impact of temperature on nitrification in biological activated carbon (BAC) filters used for drinking water treatment. *Water Research* 35, No. 12, pp. 2923-2931, Elsevier Science Ltd. 2001.