

POLOPROVOZNÍ OVĚŘOVÁNÍ SEPARACE MANGANU NA NÁPLNI FILTRALITE NA ÚV PLZEŇ

Ing. Pavel Dobiáš¹⁾, doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.^{1,2)}, Ing. Jiří Kolovrat³⁾

¹⁾ W&ET Team, Box 27, Písecká 2, 370 11 České Budějovice ²⁾ FCh VUT v Brně
³⁾ VODÁRNA PLZEŇ a.s.

pavel.dobias@wet-team.cz, petr.dolejs@wet-team.cz, jiri.kolovrat@vodarna.cz

ÚVOD

Filtrační materiál Filtralite Mono-Multi má u nás již celkem slušnou historii. Alespoň z hlediska poloprovozního testování na úpravách vody. Je nutno podotknout, že je o něj i zájem o čemž svědčí i několik provozních aplikací v provozu některých úpraven vody v České republice.

Filtrační materiál Filtralite Mono-Multi se již osvědčil, jako filtrační médium které významně konkuruje klasické technologii filtrace založené na písku FP2 (1–1,6 mm) nebo na dvouvrstvé kombinaci písek – antracit či jiných typech filtračních materiálů jako byly například skleněné kuličky [1][2]. Poloprovozně se Filtralite také osvědčil při odstranění manganu a železa při úpravě podzemní vody i při biologické separaci NH_4^+ [3].

Ověření možností zabezpečení separace manganu ve druhém separačním stupni na ÚV Plzeň navazuje na podrobnou předprojektovou studii, která se zabývala možnostmi doplnění technologické linky o sorpční stupeň na aktivním uhlí po ozonizaci [4] a možnostech rekonstrukce prvního separačního stupně, kdy byla uvažována flotace rozpuštěným vzduchem, a zároveň bylo hledáno řešení pro projekt rekonstrukce filtrace, při němž se poprvé velmi nadějně uplatnil filtrační materiál Filtralite v modifikaci Mono-Multi [5].

První provozní zkušenosti s materiálem Filtralite jsou publikovány z ÚV Bedřichov [6]. S napětím můžeme očekávat další výsledky z ÚV Orlice v Hradci Králové (KHP a.s.), kde byl Filtralite navržen do nových provozních filtrů.

Tento příspěvek se zabývá ověřením možnosti odstranění zbytkové koncentrace rozpuštěné formy manganu ve druhém separačním stupni rekonstruované technologické linky ÚV Plzeň. V průběhu roku dochází k nárůstu koncentrace manganu v upravované vodě a v některých případech se ne vždy podaří bezpečně dosáhnout mezní hodnoty koncentrace manganu podle vyhlášky MZ 252/2004 Sb. v upravené vodě. Projektem rekonstrukce úpravy vody Plzeň se podrobněji zabývá publikace [7].

METODIKA

Poloprovozní filtrační cykly byly sledovány na modelových filtračních kolonách, které byly již několikrát úspěšně využity [1]. Filtry jsou válcové kolony z plexiskla, jejichž filtrační plocha je 0,026 m² a celková výška 3 m. Modelové zařízení slouží se studiu filtrace přes různé typy zrnitého materiálu. Filtry jsou prány protisměrným průtokem vzduchu a vody.

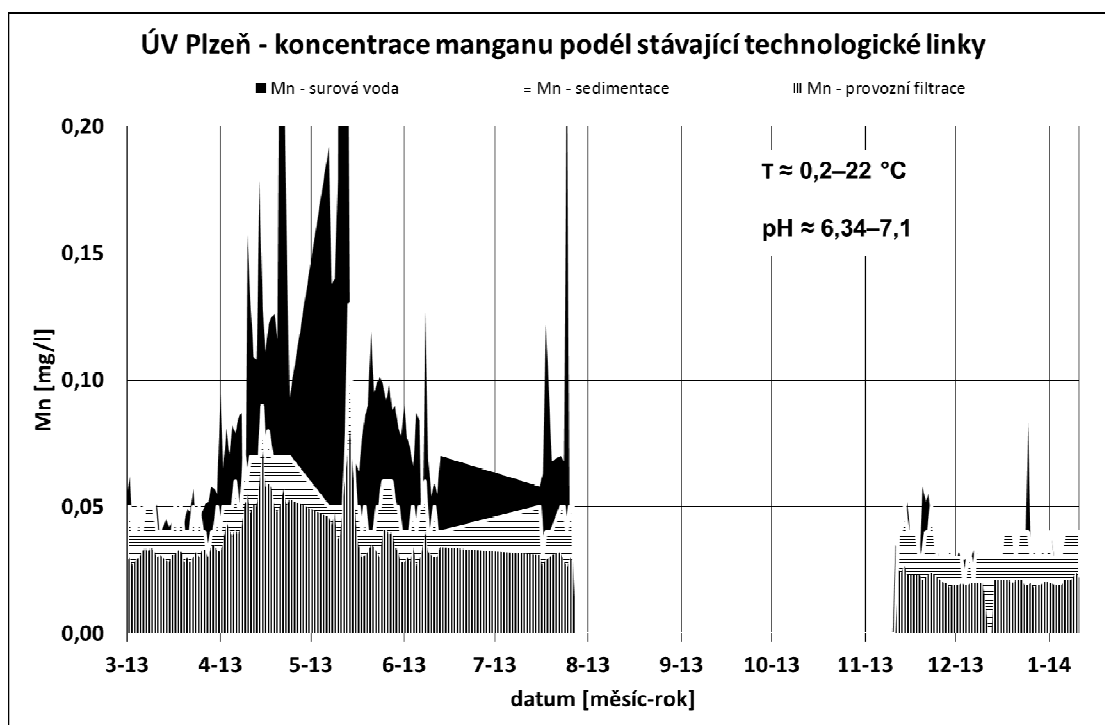
Filtrační rychlost je možné regulovat buď ventily na odtoku, nebo posunem přepadu, jež je tvořen obráceným „U“ na hadici trasy odtoku filtrátu. Stěny modelové kolony jsou opatřeny odběrovými místy pro zavedení sond pro měření tlakové ztráty. V průběhu těchto pokusů nebyly tyto sondy využívány.

Prací rychlosti je možno odečítat z připojených rotametrů. Na kolonách je možno měřit filtrační rychlost a množství filtrátu pomocí připojených vodoměrů.

Jako filtrační náplň byl použit materiál Filtralite Mono-Multi. Modelové filtry byly koncipovány jako dvouvrstvé, kdy horní vrstva byla tvořena 80 cm materiálu Filtralite NC 1,5–2,5 mm, který má střední hustotu 1100 kg/m^3 a spodní vrstva 80 cm materiálu Filtralite HC 0,8–1,6 mm, který má střední hustotu 1600 kg/m^3 .

Na počátku poloprovozního měření byla u jednoho z modelových filtrů horní vrstva pokusně preparována oxidy manganu. Preparace byla provedena lázní v roztoku KMnO_4 po dobu jednoho týdne. Cílem bylo vyzkoušet a porovnat přínos varianty, kdy by se nějakým způsobem prováděla preparace Filtralite před naplněním rekonstruovaných filtrů.

Dalším krokem byla optimalizace a ověření odstraňování manganu na principu oxidace při pH, které by umožnilo bezpečně odstranit i zbytkovou hlinitou suspenzi a nebyla by ohrožena technologická bezpečnost filtrace.



Obr. 1. Koncentrace manganu podél technologické linky ÚV Plzeň v průběhu poloprovozních měření

Hodnota pH pro oxidaci manganu byla upravována dávkování roztoku NaOH a jako oxidační činidlo byl použit projektovaný manganistan draselný. Filtrace byla provozována při filtrační rychlosti kolem 5 m/h a délka filtračních cyklů byla vyjádřena hodnotami jednotkové filtrační délky L_f (m^3/m^2). Účinnost separace manganu ve druhém separačním stupni byla průběžně testována při různé kvalitě surové vody. Na obrázku 1 vidíme hodnoty koncentrace manganu podél technologické linky ÚV Plzeň,

kteří dokumentuje, v jakém rozsahu se pohybuje koncentrace manganu v surové vodě a jaká je účinnost stávající úpravní vody. Pro doplnění informace o kvalitě surové vody je několik vybraných ukazatelů uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1. Kvalita surové vody a vody po sedimentaci (nátok na modelové filtry) – doplňující ukazatele

Surová voda		
Ukazatel	MIN	MAX
A254	0,1	0,8
pH	6,88	8,03
KNK4,5 [mmol/l]	0,9	1,4
CHSKMn [mg/l]	1,9	21,8
Zákal [NTU]	1,5	160

Pokusně bylo též ověřováno, zda optimalizovaný proces odstraňování manganu oxidací a filtrací přes filtrační materiál Filtralite Mono-Multi bude uspokojivě fungovat i při hypotetické vysoké koncentraci zbytkového manganu. Vysoká koncentrace manganu po prvním separačním stupni byla simulována dávkováním roztoku $MnSO_4$ před modelové filtrační kolony.

VÝSLEDKY

Z výsledků, na kterých bychom chtěli prezentovat úspěšnost poloprovozních testů, jsme vybrali ty nejzajímavější, které jasně ukazují, že zvolená technologie separace rozpuštěné formy manganu vyskytující se po prvním separačním stupni byla do projektu zvolena správně a bude bezpečně splňovat požadavky na provoz rekonstruované technologické linky úpravní vody Plzeň.

Na obrázku 2 je vidět závislost zbytkového manganu po filtraci na optimalizaci dávky $KMnO_4$. Vidíme, že při pH do 7,3 byla účinná dávka $KMnO_4$ kolem 0,25 mg/l. Z experimentálních důvodů byla dávka $KMnO_4$ zvýšena až téměř na sedminásobek potřebné stechiometrické dávky a přesto nedošlo ke zvýšení koncentrace manganu ve výsledném filtrátu.

Na obrázku 3 je pak vidět, že je možné oxidaci provozovat i při $pH > 7$ aniž by došlo k významnému zhoršení zbytkové koncentrace koagulantu (síran hlinitý).

Experimentálně se podařilo ověřit, že oxidace a separace rozpuštěného manganu bude dobře fungovat i při nízkých teplotách upravované vody. Na obrázku 4 vidíme zdokumentované bezproblémové odstranění rozpuštěného manganu při teplotě kolem 3°C a optimalizovaném pH. Koncentrace manganu kolem hodnoty 0,03 mg/l je běžně se vyskytující množství manganu po sedimentaci na ÚV Plzeň. Hodnota pH vhodného pro oxidaci manganu $KMnO_4$ (7,5) neměla měřitelný vliv na koncentraci hliníku ve filtrátu.

V rámci experimentálních hypotéz byla testována i možnost separace velmi vysoké koncentrace rozpuštěného manganu oxidací a filtrací ve druhém separačním stupni. Koncentrace manganu po prvním separačním stupni byla modelově zvýšena až na 1 mg/l. Na obrázku 5 je vidět, že i takto kalamitní situaci lze při optimalizovaném nastavení technologické linky zvládnout i při velmi studené upravované vodě.

ZÁVĚRY

Na poloprovozních modelech bylo ověřeno, že oxidace rozpuštěného manganu manganistanem draselným a jeho následná filtrace na filtrech tvořených materiálem Filtralite Mono-Multi bude dostatečně efektivní pro budoucí provoz rekonstruované technologické linky ÚV Plzeň. Z výsledků vyplývá, že pro dosažení maximální účinnosti odstranění manganu ve filtrátu, není vhodné odstavování dávkování oxidačního činidla, pokud je mangan přítomen ve vodě po sedimentaci.

Bylo ověřeno, že není třeba filtrační materiál Filtralite Mono-Multi dopředu preparovat oxidy manganu pro kontaktní oxidaci rozpuštěné formy manganu pro jeho úspěšnou separaci na této filtrační náplni.

Z modelových výsledků vyplynulo, že nízká teplota upravované vody neměla měřitelný vliv na separaci rozpuštěného manganu ve druhém separačním stupni (filtraci) technologické linky ÚV Plzeň.

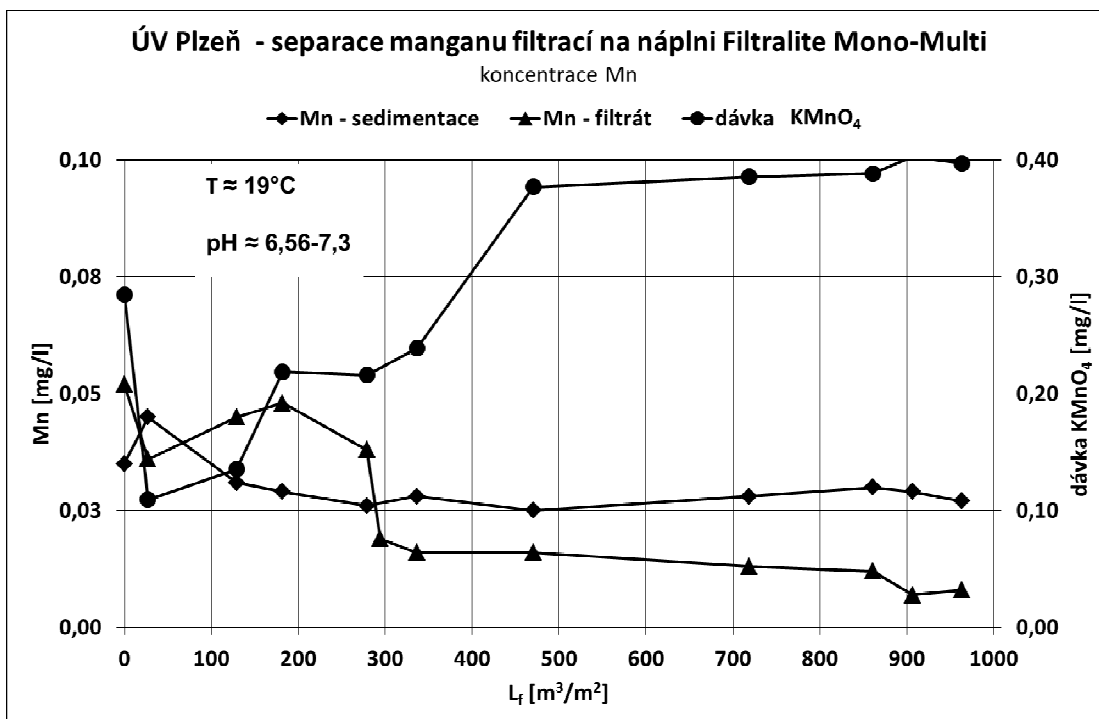
Podařilo se také optimalizovat hodnotu pH vhodnou pro oxidaci rozpuštěné formy manganu a zároveň bezpečnou z hlediska zbytkového koagulantu (Al). Hodnota pH by se měla být budoucím uspořádání provozu nastavena na 7,5.

Separační účinnost bude vždy výrazně závislá na dobře nastavených chemických podmínkách oxidace manganu v upravované vodě.

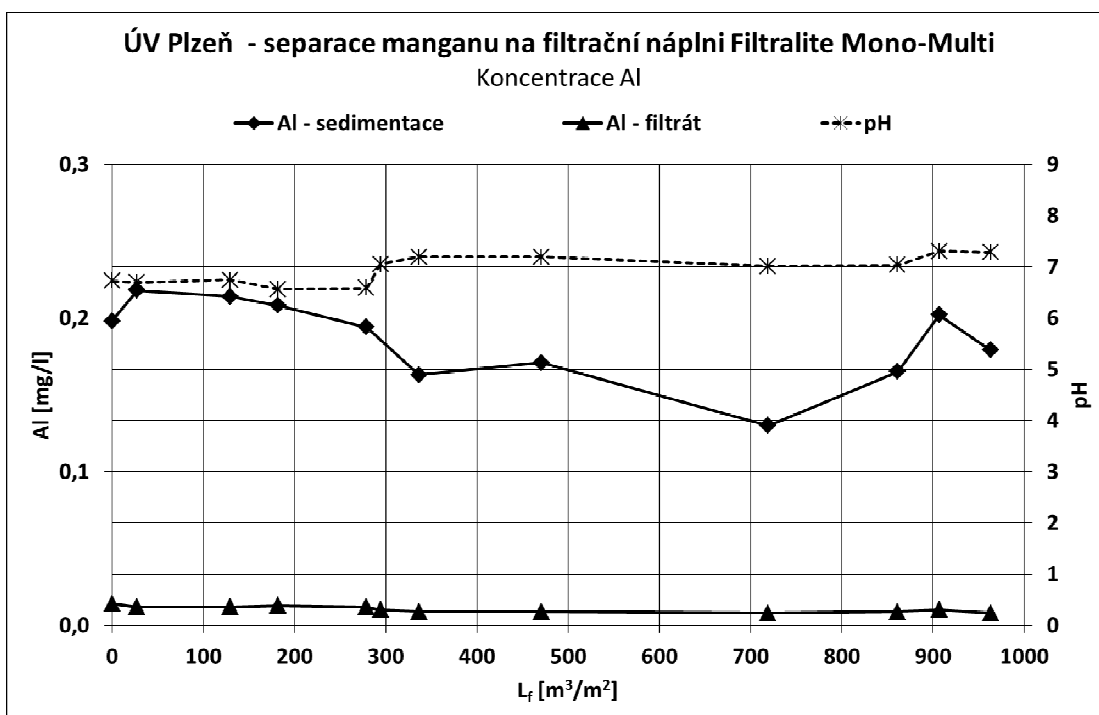
Dávkování oxidačního činidla (KMnO_4) se v provozu bude řídit podle zbytkové koncentrace manganu po prvním separačním stupni. Tato koncentrace by měla být provozním monitoringem úpravný sledována. Tato část manganu, který je přítomný v surové vodě, se vyskytuje jako rozpuštěný mangan, a proto není odstraněn koagulací a sedimentací a je nezbytné, aby byl pro dosažení jeho separace oxidován.

LITERATURA

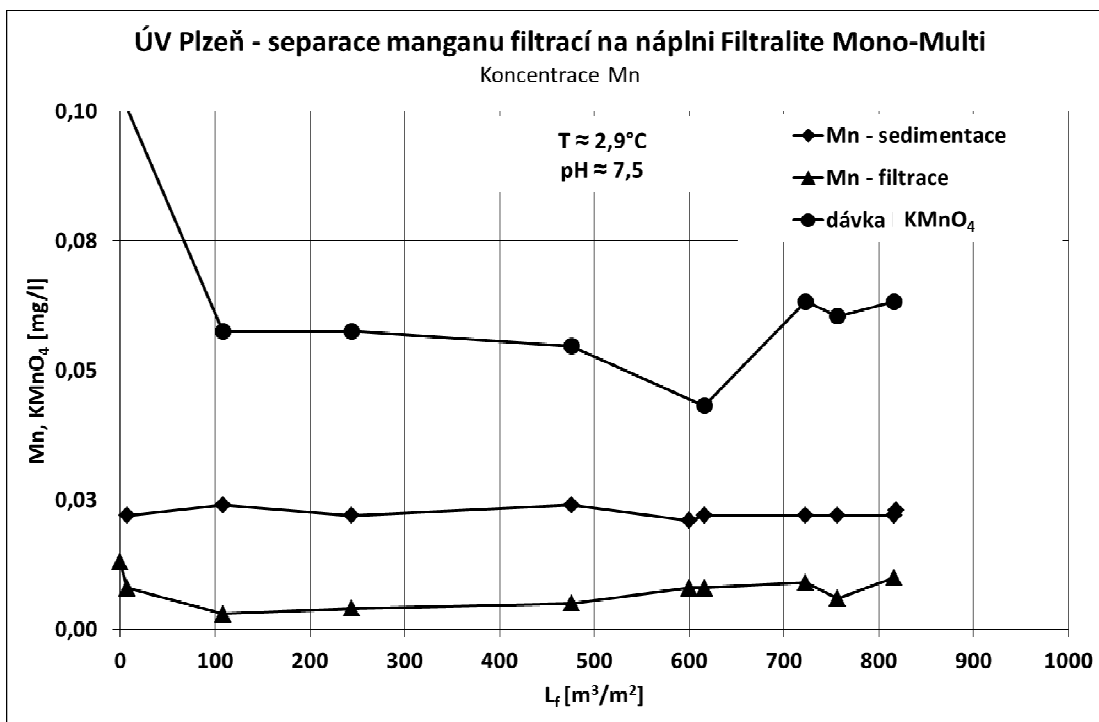
- [1] Dolejš P., Dobiáš P., Štrausová K.: Předprojektová příprava rekonstrukce ÚV Bedřichov – průzkum separační účinnosti flotace a filtrace. Sborník konference *Pitná voda 2012*, Tábor, s. 65–70, W&ET Team, České Budějovice 2012.
- [2] Dolejš P., Dobiáš P., Štrausová K.: Porovnání filtrů s pískovou náplní a s náplní Filtralite Mono-Multi na dvou úpravných pitné vody v ČR. Sborník konference *Pitná voda 2012*, Tábor, s. 77–82, W&ET Team, České Budějovice 2012.
- [3] Dobiáš P., Dolejš P.: Odstranění amoniaku, manganu a železa při úpravě pitné vody ve filtru s náplní Filtralite Mono-Multi – výsledky z poloprovozních experimentů. Sborník konference *Pitná voda 2012*, Tábor, s. 157–162, W&ET Team, České Budějovice 2012.
- [4] Dolejš P., Dobiáš P., Baudišová D.: Změny koncentrace asimilovatelného organického uhlíku (AOC) podél technologické linky s ozonizací a filtrací aktivním uhlím. Sborník konference *Pitná voda 2008*, Tábor, s. 107–112, W&ET Team, České Budějovice 2008.
- [5] Dolejš P., Štrausová K., Dobiáš P.: Modelové ověření nového filtračního materiálu Filtralite ve dvouvrstvých filtrech. Sborník konference *Pitná voda 2010*, Tábor, s. 83–88, W&ET Team, České Budějovice 2010.
- [6] Beyblová S., Rainiš L., Michalová J.: První zkušenosti s aplikací filtrační náplně Filtralite na ÚV Bedřichov. Sborník konference *Pitná voda 2012*, Tábor, s. 71–76, W&ET Team, České Budějovice 2012.
- [7] Drbohlav J.: Studie rekonstrukce úpravný vody Plzeň. Sborník konference *Pitná voda 2008*, Tábor, s. 113–118, W&ET Team, České Budějovice 2008.



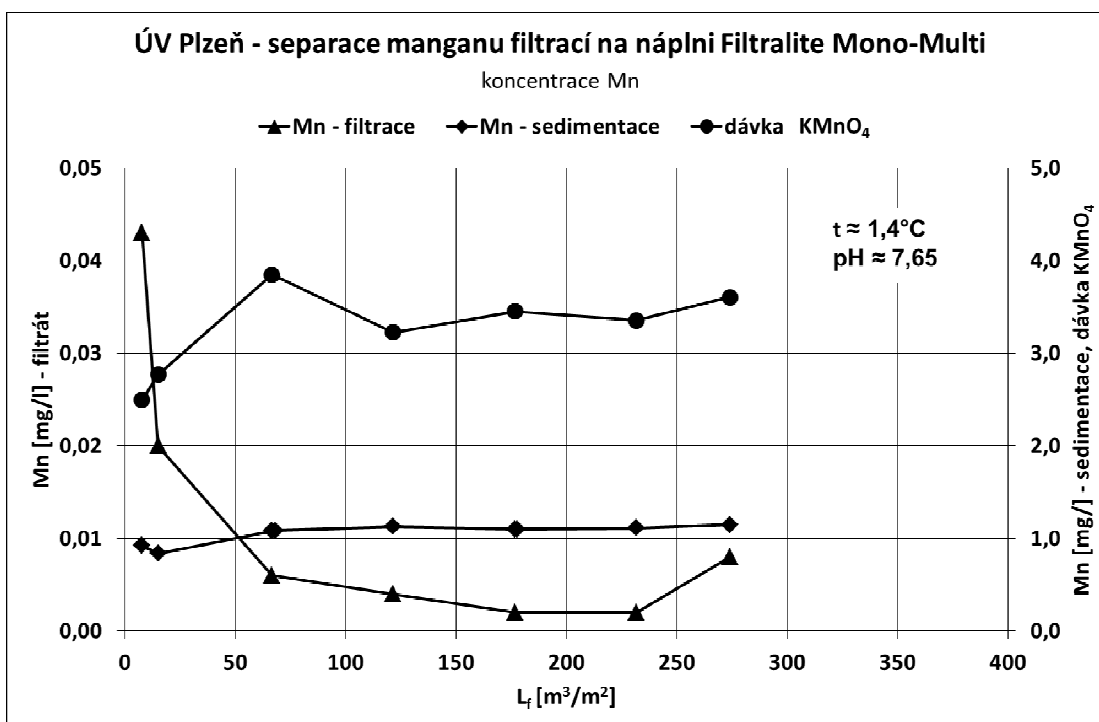
Obr. 2. Vliv dávky KMnO_4 na účinnost odstranění manganu při běžně se vyskytující koncentraci manganu po sedimentaci na ÚV Plzeň



Obr. 3. Vliv pH na separaci zbytkového koagulantu (Al)



Obr. 4. Vliv dávky KMnO_4 na účinnost odstranění manganu při běžně se vyskytující koncentraci manganu po sedimentaci na ÚV Plzeň při nízké teplotě vody a při optimalizované hodnotě pH



Obr. 5. Účinnost filtrace na odstranění simulované zbytkové koncentrace manganu kolem 1 mg/l po oxidaci KMnO_4