

SEPARAČNÍ ÚČINNOST REKONSTRUOVANÝCH FILTRŮ NA ÚV SOUŠ

doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.^{1,2}, Ing. Klára Štrausová, Ph.D.¹

¹ W&ET Team, Box 27, 370 11 České Budějovice
a ² FCh VUT, Brno

e-mail: petr.dolejs@wet-team.cz, klara.strausova@wet-team.cz

ÚVOD

Cílem našeho měření bylo získání podkladů pro optimalizaci provozu rekonstruované filtrace na ÚV Souš. Hlavním bodem bylo vyhodnocení průběhu filtračních cyklů a navržení případné úpravy nastavení pracího režimu nové filtrace tak, aby bylo možné dosáhnout co nejlepší kvality upravené vody a ekonomiky jejího provozu.

METODIKA

Sledování průběh filtračních cyklů jsme prováděli jednak standardním „ručním“ odběrem vzorků filtrátu ze sledovaných filtrů, jednak pomocí instrumentální techniky. K tomu jsme použili zejména kontinuálního měření odtoku z filtrů analyzátozem počtů a velikostní distribuce částic.

Naše měření začalo 22. 6. a trvalo do 5. 7. 2009. V průběhu měření měla surová voda z ÚV Souš velmi stabilní parametry a její chemické složení se téměř neměnilo. Pro orientaci uvádíme průměrné hodnoty za období našich měření v tabulce 1.

Tabulka 1. Kvalita surové vody v průběhu měření

	surová voda						
	A ₃₈₇ [5 cm]	barva [mg/l Pt]	CHSK(Mn) [mg/l]	KNK(4,5) [mmol/l]	Al [mg/l]	pH	zákal [NTU]
minimum	0,184	27	7,20	0,13	0,21	6,58	1,4
maximum	0,206	28	7,78	0,15	0,23	6,74	2,4
průměr	0,20	27,7	7,50	0,14	0,22	6,68	1,9

Dávka síranu hlinitého byla trvale udržována na 33 mg/l a koagulačním testem jsme ověřili, že se jedná o dávku provozně optimální. Již v tomto místě je možné poznamenat, že stanovení optimální dávky je na ÚV Souš velmi dobře praktikováno a celý komplex přípravy suspenze je provozovatelem optimálně vyladěn. Suspenze přichází na filtry ve velmi dobrém stavu a to usnadňuje jejich funkci a rekonstrukce filtrace byla šita na míru na suspenzi těchto vlastností.

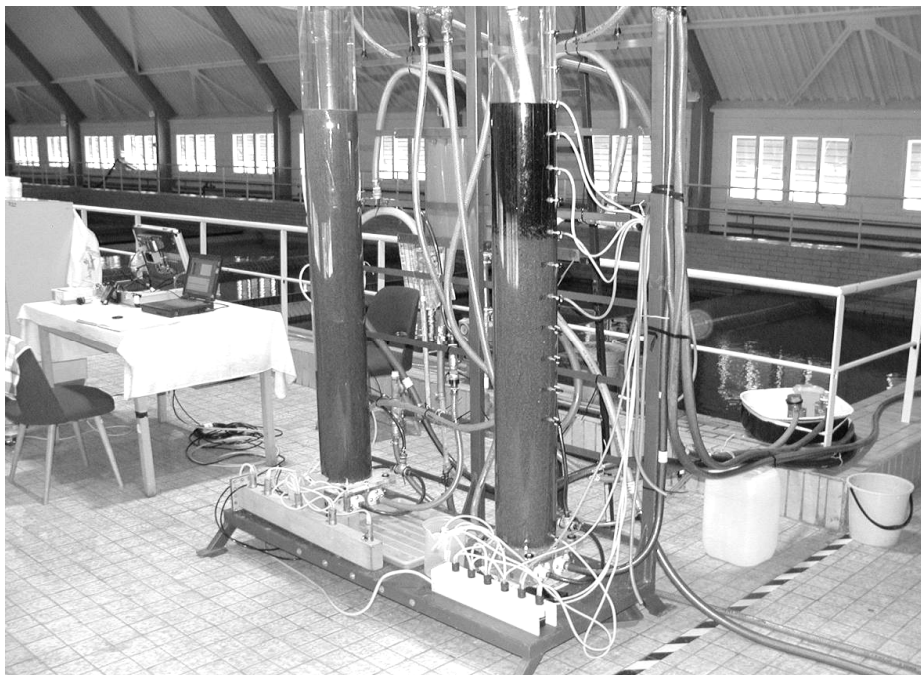
Popis rekonstruované filtrace

Rekonstrukce pískových filtrů si vyžádala dobetonování zpevňující stěny v podélném směru. Konstrukčně se tak pískové filtry zmenšily na $2 \times 7,9 \times 3,0 = 47,4 \text{ m}^2$. Celková plocha filtrů je $284,4 \text{ m}^2$. V době, kdy je v provozu všech šest filtrů, je pro výkon 210 l/s filtrační rychlost $2,7 \text{ m/h}$. Při průměrném výkonu úpravy vody 165 l/s je filtrační rychlost $2,1 \text{ m/h}$.

Pro úpravnu vody Souš byla navržena dvouvrstvá filtrační náplň (písek $1,0\text{-}1,6 \text{ mm}$ + antracit) s výškou filtrační náplně $1,8 \text{ m}$ s rozdělením $1,1 \text{ m}$ filtračního písku + $0,7 \text{ m}$ antracitu. Po podrobném zvážení všech okolností, které ovlivňují výběr antracitu pro nové filtry na ÚV Souš, jsme v roce 2007 navrhli, aby byla zvolena zrnitost antracitu $2.0 - 4.0 \text{ mm}$, který má efektivní velikost zrna $2.6 - 2.7 \text{ mm}$. Obr. 1 ukazuje modelové zařízení, na kterém byla v roce 2002 předprojektová příprava na ÚV Souš měřena. Na základě výsledků této předprojektové přípravy [1] zpracoval projektant rekonstrukci filtrace.

Na ÚV Souš bylo předchozími částečnými rekonstrukcemi dosaženo velmi kvalitní přípravy suspenze pro filtraci osazením nenastavitelných děrovaných stěn. Tuto suspenzi se daří v téměř nedestruované podobě přivést až do nátoků na filtry. Velikostní distribuce částic vzniklé suspenze je výhodou, která napomáhá dosažení vysoké kalové kapacity filtrů.

Surová voda byla již před rekonstrukcí ÚV Souš na hranici upravitelnosti jednostupňovou separací, protože obsahuje část roku zejména vysoké koncentrace CHSK(Mn). Množství suspenze, které při úpravě takto zatížené vody vzniká, vyžaduje, aby jediný dosud existující separační stupeň – filtrace – měl vysokou kalovou kapacitu a bylo ho tak možné provozovat co možná neekonomičtěji (s vysokou čistou produkcí upravené vody na jednotku plochy).



Obr. 1. Poloprovozní modelové zařízení, na kterém byla v roce 2002 prováděna předprojektová příprava

Metody sledování a hodnocení filtračních cyklů

Měření jsme soustředili zejména na sledování dvou filtračních cyklů a to u filtru F1 a F5. Při sledování filtračních cyklů jsme jednak odebírali vzorky pro stanovení základních kvalitativních parametrů (Al, CHSK(Mn) a A_{387}), jednak jsme kontinuálně sledovali počty a velikostní distribuci částic na odtoku ze sledovaného filtru. K této problematice byla publikována v nedávné době tři sdělení [2-4].

U filtračních cyklů uvádíme v obrázcích na ose X hodnotu $L(f)$, která jako jediná umožňuje korektně srovnávat funkci různých filtrů navzájem. Filtrační délka při jednom filtračním cyklu $L(f)$ [m^3/m^2] je údaj, který poskytuje korektní možnost srovnání funkce stejných filtrů při různých provozních podmínkách či dokonce různých filtrů. Představuje objem vody proteklé jednotkovou plochou filtru od začátku filtračního cyklu, tedy výrobu filtru na jednotkovou plochu. Srovnávání funkce filtrů (a stejně tak kvalitativních parametrů upravené vody z různých filtrů navzájem) by mělo být prováděno vždy vzhledem k identickým hodnotám proteklého množství vody (určité kvality) na jednotkovou plochu filtru. Více je o tom uvedeno v publikaci [5].

VÝSLEDKY

Výsledky našeho měření jsou prezentovány zejména kontinuálním sledováním velikostní distribuce částic ve směsném filtrátu (obr. 2-5). Výkon úpravny je zobrazen na obr. 3. Je vidět, že v průběhu měření se výkon pohyboval většinou v intervalu od 150 do 200 l/s. Protože po většinu délky filtračního cyklu je kvalita filtrátu v porovnání se všemi dosud měřenými úpravami bezkonkurenčně nízká, vynesli jsme detail počtu 2 μm částic na obr. 3 a přidali k němu také filtrační rychlost, abychom zjistili, jaký je vliv změny filtrační rychlosti (kritické je zejména rychlé zvýšení filtrační rychlosti) na kvalitu filtrátu vyjádřeného počtem částic. Vidíme, že vliv zvýšení průtoku není na obr. 2 vůbec pozorovatelný. Nepatrné zvýšení počtu částic je patné pouze v detailu (obr. 3) a to jen díky citlivosti přístroje. To je další velmi pozitivní rys rekonstruované filtrace na ÚV Souš. Z dosavadních měření na několika jiných úpravách můžeme prohlásit, že ve filtrátu dobře pracujících filtrů jsou běžně nalézány počty 2 μm částic v rozmezí 50 – 200 na 1 ml. ÚV Souš je tedy v tomto případě jednoznačně nejlepší, protože počty těchto částic jsou ve filtrátu po většinu doby trvání filtračního cyklu minimálně desetkrát nižší. Této problematice se věnujeme také v publikaci [4].

Na obr. 6 jsou vyneseny zbytkové hodnoty hliníku ve vzorcích filtrátu. Průběh dobře koreluje s analýzou velikostní distribuce částic a ukazuje, že i průběhu zafiltrování je potřeba se ve studiu optimalizace provozu filtrů také věnovat [6].

Konec filtračního cyklu byl indikován vyčerpáním disponibilní tlakové ztráty. Vidíme, že i na konci filtračního cyklu byla kvalita upravené vody naprosto stabilní a jednoznačně vynikající. To je z provozního hlediska další výhodou rekonstruovaných filtrů, protože je to indikátorem, že je možné zcela vyčerpát jejich kalovou kapacitu a také řízení jejich provozu se zjednodušuje, protože na konci filtračního cyklu nehrozí nebezpečí průniku vody s horší kvalitou do upravené pitné vody.

ZÁVĚRY

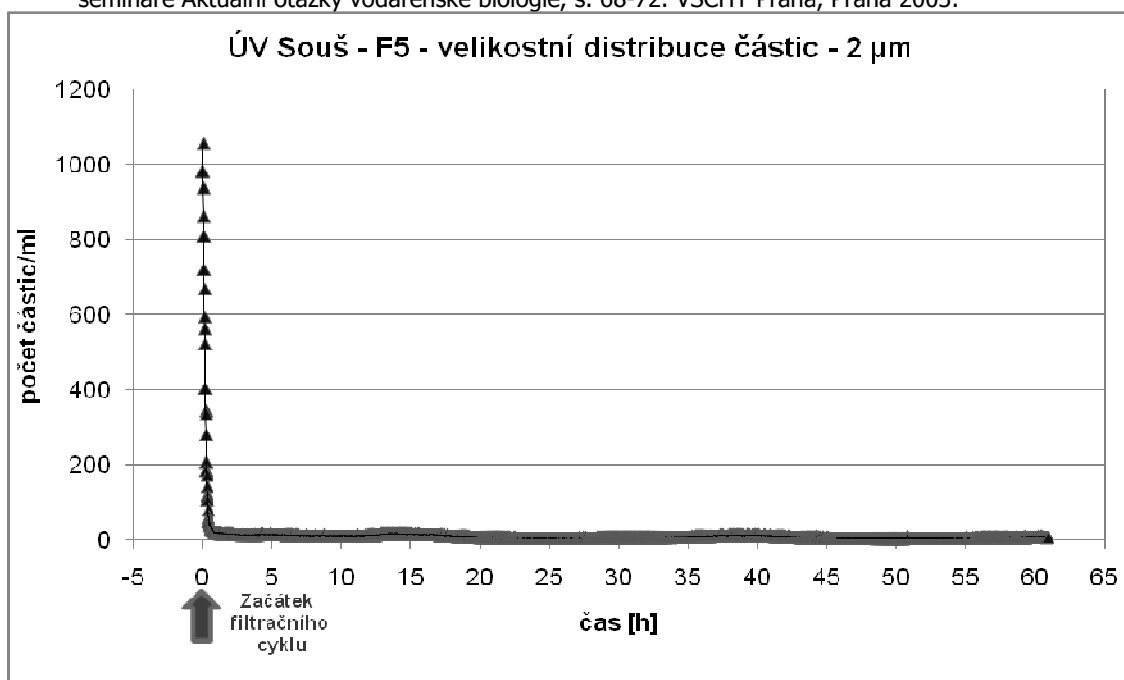
Nově rekonstruované filtry pracují s vynikající separační účinností a až neočekávaně vysokou kalovou kapacitou, která umožňuje dosahovat délku filtračních cyklů 60 hodin při průměrném výkonu úpravy 170 l/s. I při současné vysoké míře znečištění surové vody organickými látkami v ÚN Souš (a z ní plynoucí vysoké dávce koagulantu) bylo dosaženo filtrační délky $L(f)$ 110 – 130 m. To je hodnota pro tak vysoké znečištění surové vody zcela unikátní.

Konec filtračního cyklu je charakterizován vyčerpáním disponibilní tlakové ztráty a to bez zhoršení kvality upravené vody. Kvalita filtrátu vyhodnocená počty částic různých velikostních kategorií je zatím nejlepší, jaká byla na úpravnách v ČR naměřena.

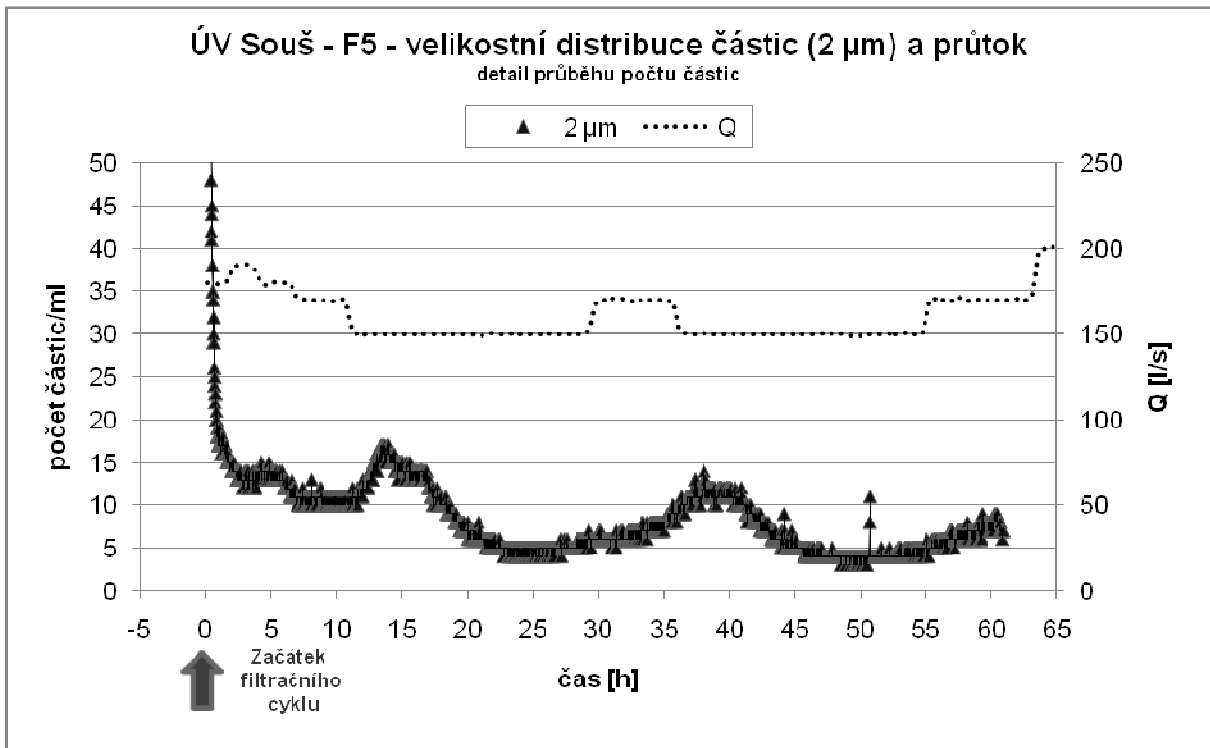
Při námi navrhované době praní vodou v délce 5 minut to představuje spotřebu jen 598 m³/den a to je zhruba 40 % oproti původnímu nejnižšímu očekávání. Znamená to, že spotřeba prací vody je zhruba na úrovni 5 % vyrobené vody. Oproti 15 % potřeby prací vody na starých filtrech je to podstatné zvýšení efektivity provozu úpravy.

Literatura

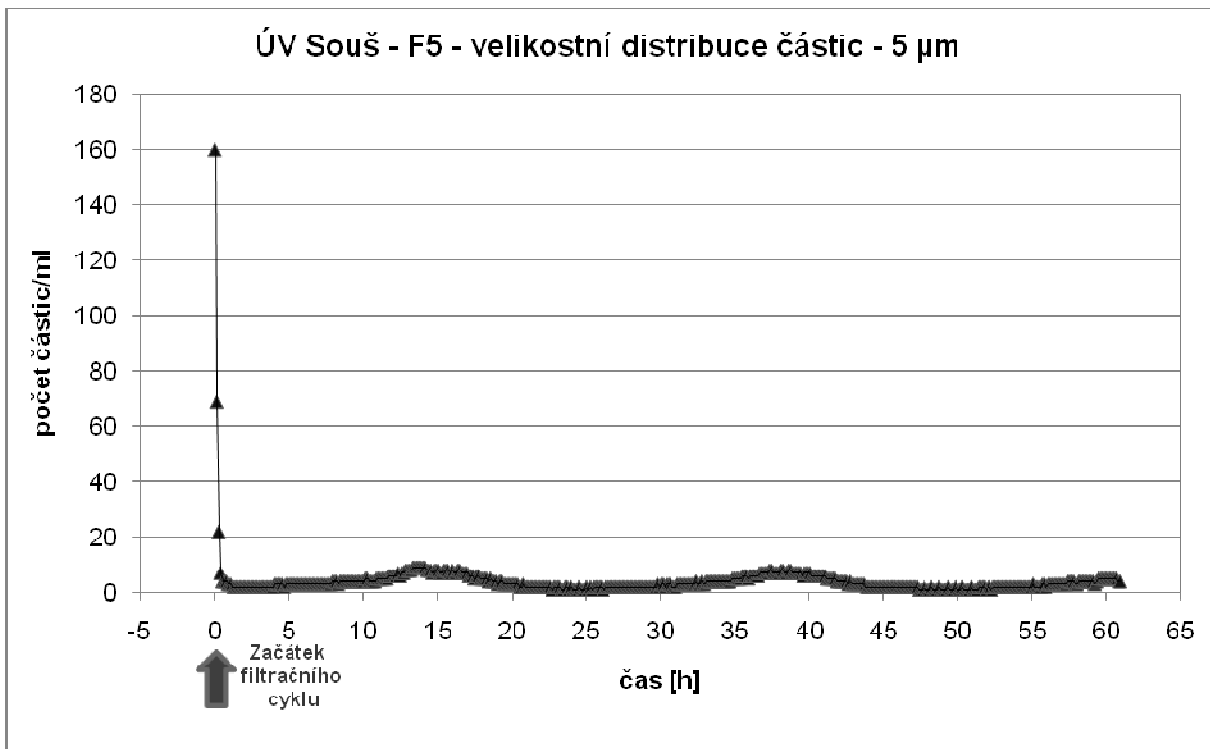
- [1] Dolejš P., Machula T., Vavruška R.: ÚV Souš – Modelové stanovení návrhových parametrů rekonstruovaných filtrů. W&ET Team, České Budějovice, 2002.
- [2] Dolejš P., Dobiáš P.: Využití počítačů částic v technologii úpravy vody. Vodní hospodářství 57, č. 4, s. 111–113 (2007).
- [3] Dolejš P., Dobiáš P., Burianová J.: Analýza počtů a velikostní distribuce částic v technologii úpravy vody – příklady ze sledování flotace a filtrace. Sborník XI. mezinárodní konference Voda Zlín 2007, s. 81–86. Zlínská vodárenská a.s., Zlín, 2007.
- [4] Dolejš P., Štrausová K.: Sledování vodárenské filtrace počítačem částic. Sborník konference s mezinárodní účastí Pitná voda, s. 177-184. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava, 2009.
- [5] Dolejš P.: Provozní optimalizace a vývojové trendy vodárenské filtrace. Sborník konference s mezinárodní účastí Pitná voda, s. 75-82. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava 2008.
- [6] Dolejš P.: Filtrace, praní filtrů a zafiltrování ve vztahu k celkové separační účinnosti. Sborník 19. semináře Aktuální otázky vodárenské biologie, s. 68-72. VŠCHT Praha, Praha 2003.



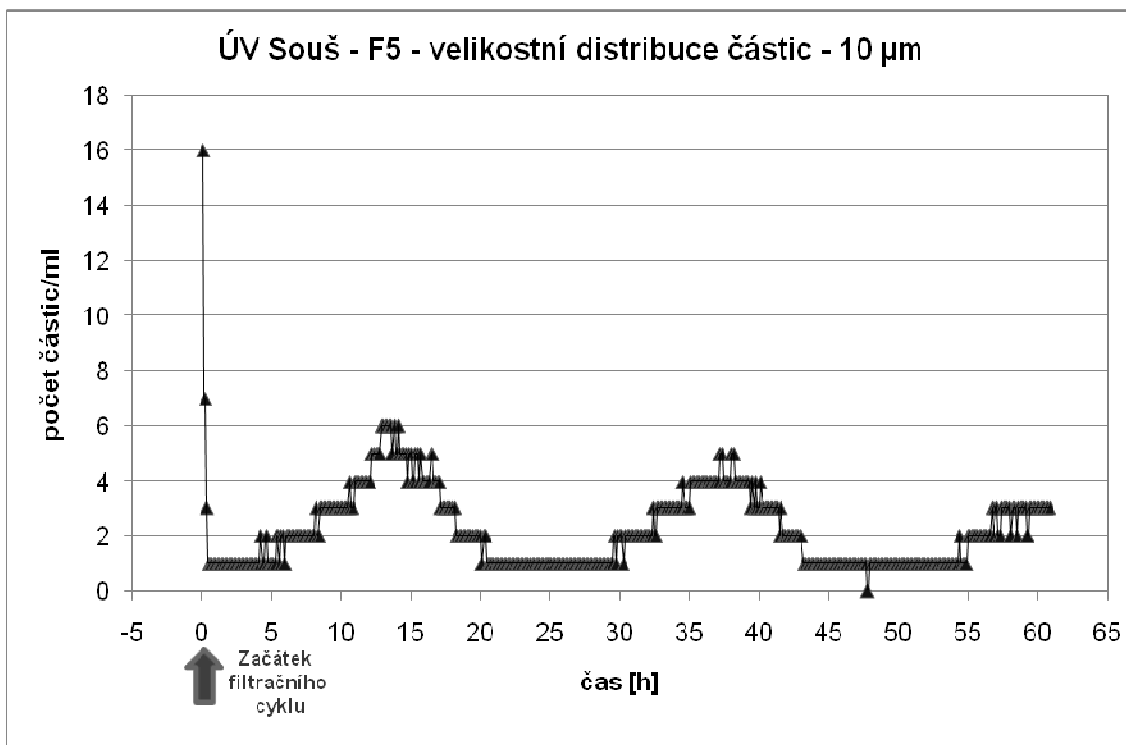
Obr. 2. Počty 2 µm částic po filtraci na filtru č. 5



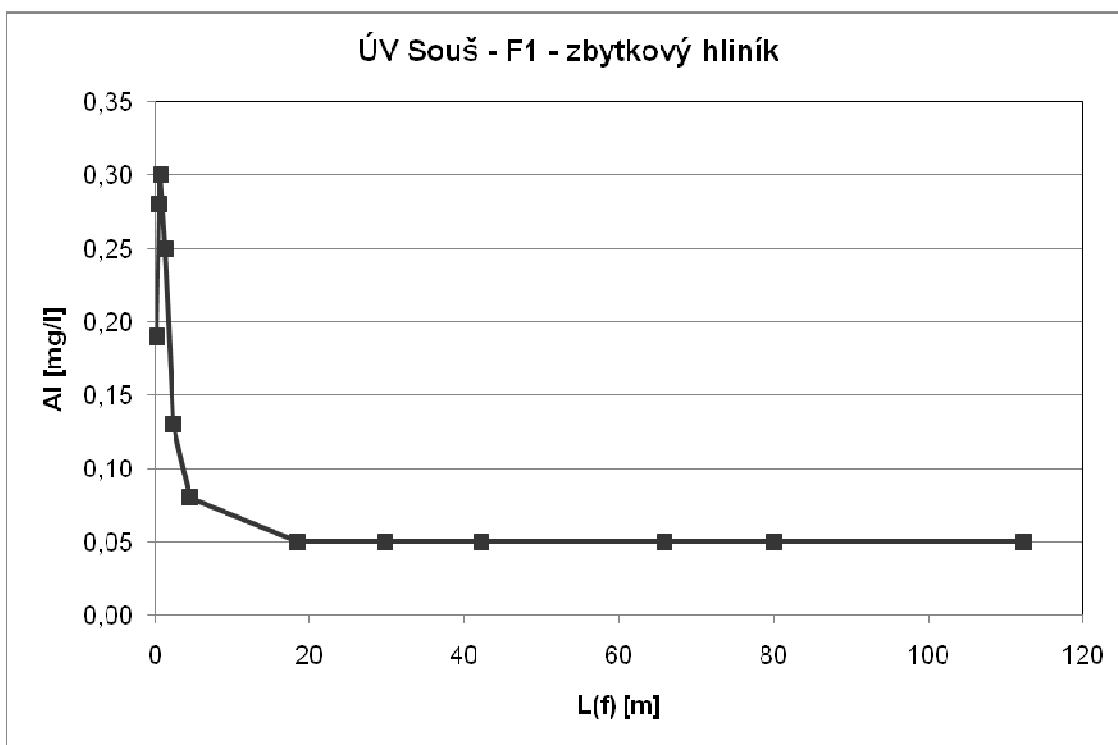
Obr. 3. Počty 2 μm částic po filtraci na filtru č. 5 a průtok (detail s upravenou osou y)



Obr. 4. Počty 5 μm částic po filtraci na filtru č. 5



Obr. 5. Počty 10 μm částic po filtraci na filtru č. 5



Obr. 6. Hliník po filtraci na filtru č. 1