

# Nejnovější zkušenosti s membránovou keramickou filtrací AMAYA

Ing. Tomáš MUNZAR, Mgr. Tomáš BRABENEC, Ing. Petra HRUŠKOVÁ

**Klíčová slova:** Úprava vody, keramická filtrace, membrána

**Key words:** Water treatment plant, ceramic filtration, membrane

## Abstrakt

Nadměrně suché období, které nás provázelo v letních měsících, trápilo nejednu obec. Výsledkem tohoto sucha byla vyschlá koryta řek a nedostatek vody v podzemních zdrojích.

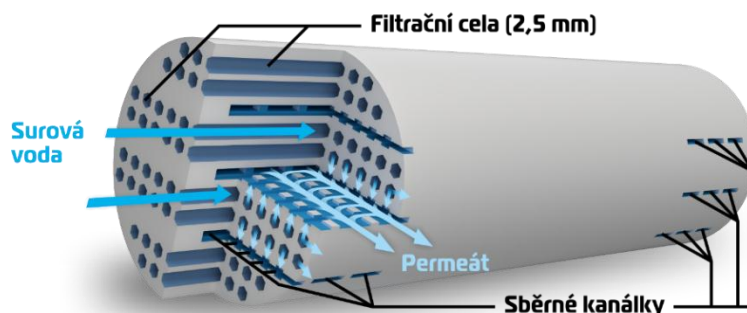
Jednou z mnoha obcí, která byla tímto krizovým obdobím zasažena, byl i Vyšší Brod, ve kterém se během hlavní sezony vyskytne navíc tisíce turistů sjíždějící řeku Vltavu. Pro navýšení kapacity pitné vody proto poskytla a nainstalovala firma ENVI-PUR s.r.o. na úpravnu keramickou membránovou filtraci, dodávanou pod obchodním názvem AMAYA 5.2.

Další novou zkušeností s touto technologií byl provoz této jednotky na ÚV Hrobice, kde upravovala nejen povrchovou surovou vodu, ale i směs odpadních vod a povrchové vody.

Tato moderní a inovativní technologie, která slouží především k odstranění organických látek, barvy, zákalu, mikroorganismů a dalších polutantů, byla v minulosti použita také na ÚV Strašice, kde upravovala vodu z eutrofizovaných rybníčních zdrojů [1], a je také již druhým rokem instalována na ÚV Trnová, kde se jedná o první aplikaci keramické membránové filtrace ve Střední Evropě [2].

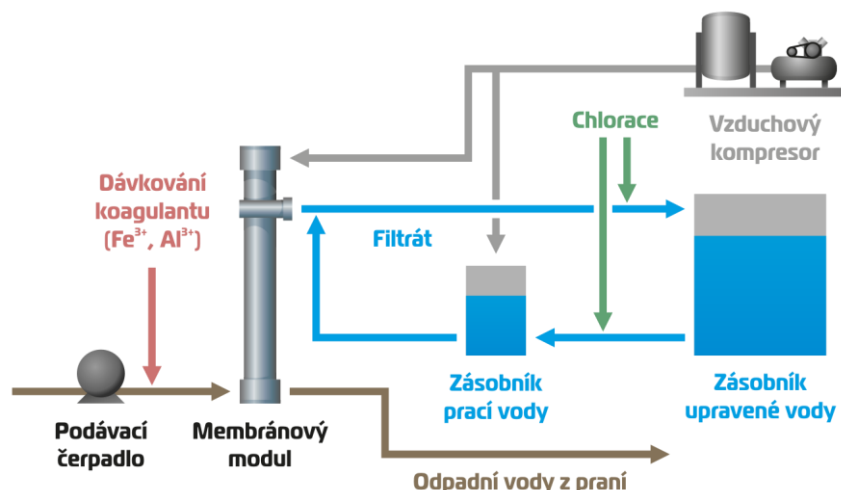
## AMAYA – keramická membránová filtrace

Jednotka AMAYA 5.2 upravující vodu na principu membránové keramické filtrace s předřazeným koagulačním stupněm byla zkonstruována v roce 2017 a jedná se o plně automatickou jednotku s kontinuálními měřicími prvky. Její předchůdkyně AMAYA 5.1, která je umístěna na ÚV Trnová, byla zhotovena v roce 2009. Maximální výkon obou jednotek je 5 m<sup>3</sup>/h. Ve filtrační jednotce je umístěný jeden keramický element s povrchem membrány 25 m<sup>2</sup>, nominální velikostí pórů 0,1 μm a s průměrem kanálku 2,5 mm. Celkový počet těchto kanálků je 2000. Průřez tohoto keramického elementu je zobrazen na Obr. 1.



Obrázek 1: Průřez keramického membránového elementu

Celý systém pracuje na principu přímé filtrace (dead end filtration) a filtrovaná voda tak membránou protéká ve směru dovnitř – ven. Schéma membránové filtrace je zobrazeno na Obr. 2.



Obrázek 2: Schéma membránové filtrační jednotky

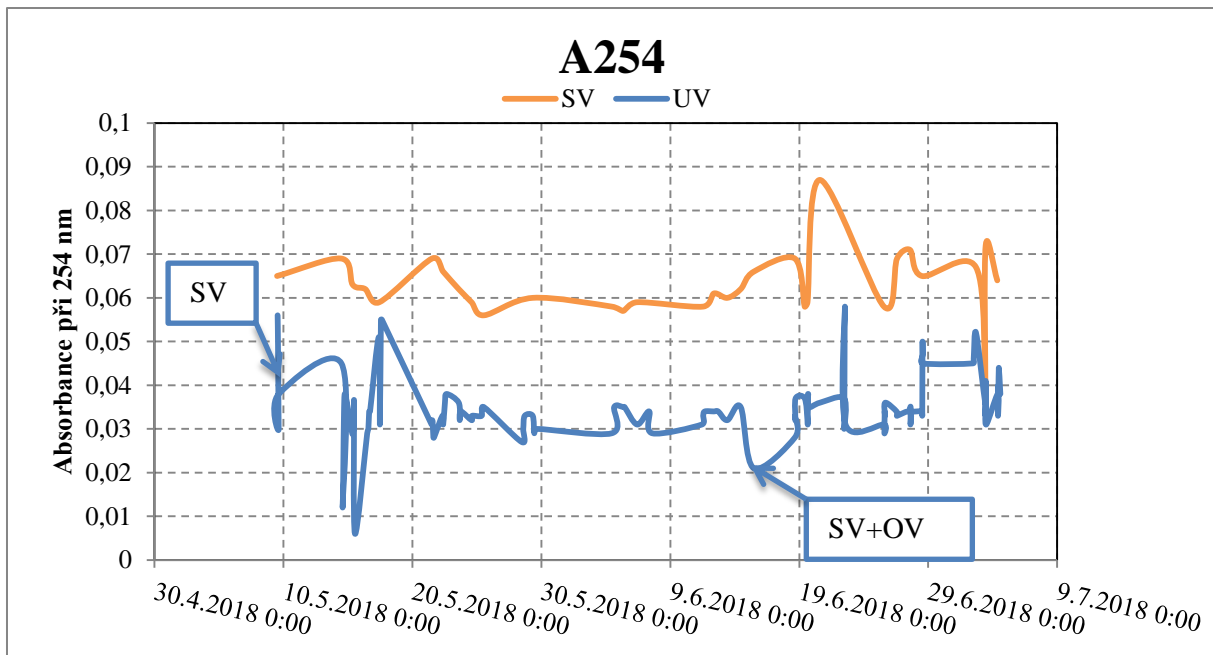
Postupné zanášení membrány vzniklou suspenzí je monitorováno pomocí transmembránového tlaku (TMP), který se kontinuálně zaznamenává prostřednictvím tlakových čidel umístěných před a za membránou. V okamžiku, kdy hodnota tohoto tlaku vzroste na hodnotu 80 – 120 kPa (nastavitelný parametr), je provedeno fyzikální praní (BW – backwash) filtrovanou vodou. Četnost tohoto praní je 1 – 24 h v závislosti na kvalitě surové vody. BW je proveden permeátem z nádrže zpětného proplachu o tlaku 500 kPa a poté vzduchem o tlaku 200 kPa. Doba proplachu je asi 15 s.

V daném časovém úseku se provádí chemické praní (CEB – chemical enhanced backwash), a to kyselé a oxidační. Praní kyselé (ACID CEB) je prováděno kyselinou sírovou a praní oxidační se provádí chlornanem sodným. Na fyzikální a chemické praní se spotřebuje pouze 0,5 – 1 % vyrobené vody, spotřeba chlornanu je 30 ml a spotřeba kyseliny sírové je 115 ml na jedno praní.

## Úpravna vody Hrobice

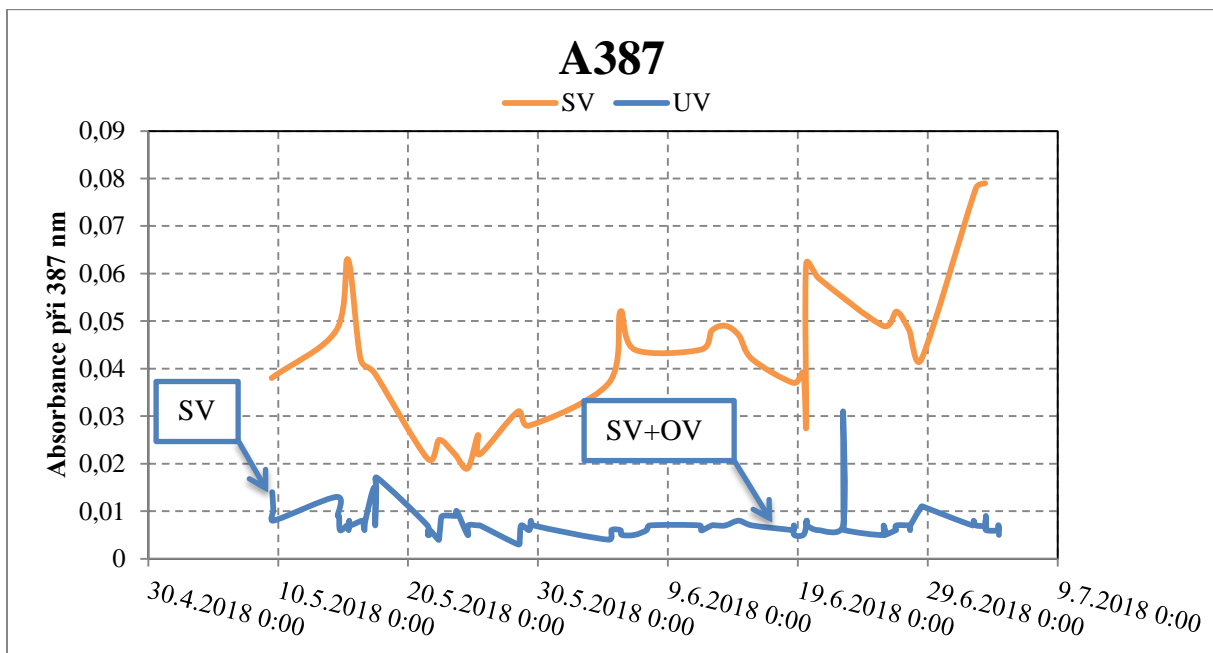
Tato úpravna má již delší dobu problém s biologickým oživením povrchového zdroje, a proto sem byla umístěna membránová filtrace, aby se zjistila účinnost odstranění tohoto oživení. Předmětem měření bylo také sledování absorbance 254 nm korelující s obsahem organického znečištění, absorbance při 387 nm (barva) a absorbance při 820 nm (zákal). V druhé polovině zkoušek upravovala jednotka směs vod, které byly tvořeny povrchovou a v malém množství (5 %) odpadní vodou z praní filtru a odkalování lamelového separátoru. Během tohoto měření byly kromě výše zmiňovaných ukazatelů měřeny také koncentrace železa a manganu.

Na Obr. 3 je znázorněn vývoj kvality surové vody a směs povrchové vody s odpadními vodami a účinnost odstranění pomocí membránové filtrace u ukazatele A254. Jak lze vidět, pohybovala se po ustálení účinnost odstranění v první části měření průměrně okolo 40 -50 %. V druhé části, kdy byla upravována směs vod, hodnoty tohoto parametru v permeátu poměrně kolísaly, a to v rozmezí 0,02 – 0,058.



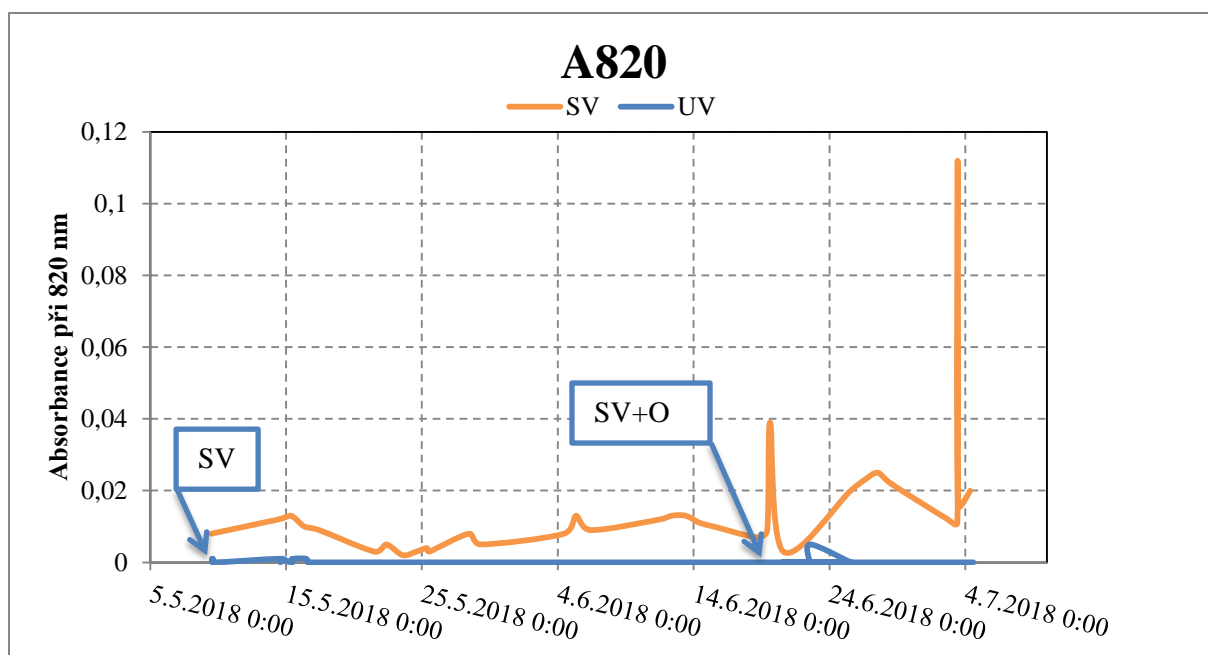
Obrázek 3: Účinnost membránové filtrace AMAYA 5.2 u ukazatele absorbance při 254 nm

Obr. 4 zobrazuje vývoj kvality surové vody a účinnost odstranění u ukazatele A387. V obou etapách měření byla účinnost 70 – 90 %.



Obrázek 4: Účinnost membránové filtrace AMAYA 5.2 u ukazatele absorbance při 387 nm

Účinnost odstranění zákalu (absorbance při 820 nm) je znázorněna na Obr. 5. Prostřednictvím technologie AMAYA 5.2 docházelo ke 100% odstraňování zákalu a to i při vyšších hodnotách tohoto parametru.

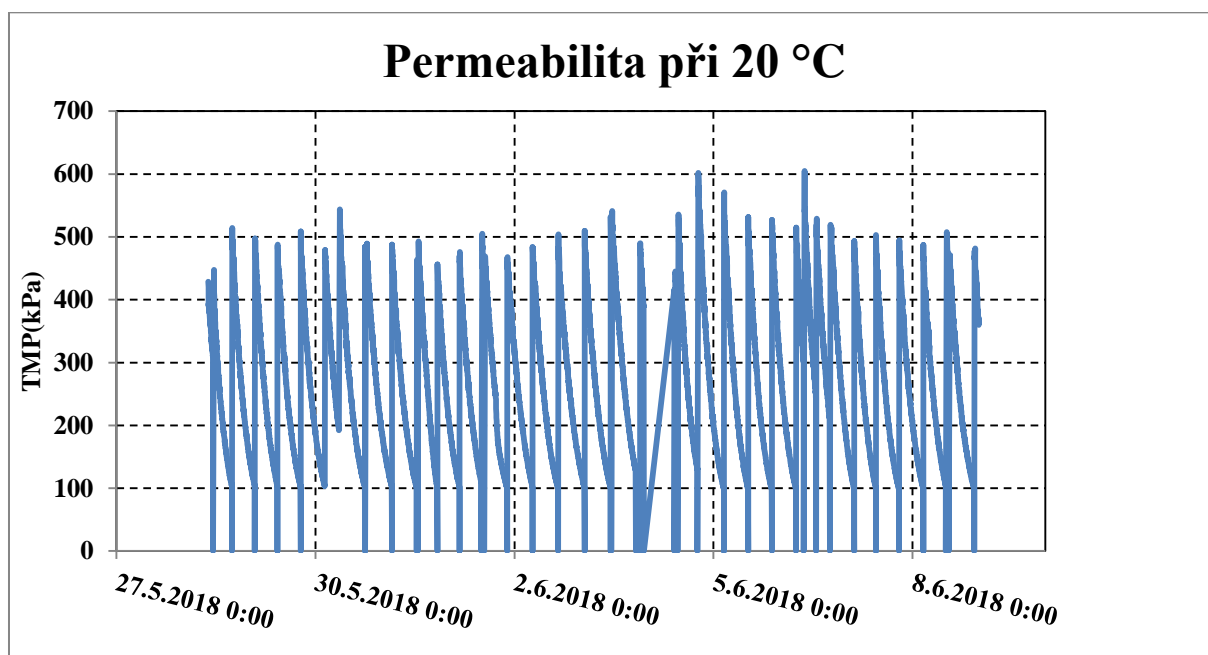


Obrázek 5: Účinnost membránové filtrace AMAYA 5.2 u ukazatele absorbance při 820 nm

Ve druhé etapě měření byla upravována směsice vod skládající se z povrchové surové vody a odpadní vody zahrnující vody z praní filtru a z odkalení lamelového separátoru. Hlavním cílem této etapy bylo zjištění účinnosti odstranění železa a manganu z těchto vod. Tato účinnost je zobrazena na obrázku 6. Jak lze vidět, pohybovala se redukce železa v rozmezí 80 – 100 %. A jak už to bývá, separace manganu byla již nepatrně horší a účinnost redukce se pohybovala v rozmezí 75 – 85 %.

Nejzásadnějším cílem těchto testů bylo zjištění účinnosti redukce biosestonu, který se v poslední době v povrchovém zdroji vyskytuje. Bohužel však v celém průběhu poloprovozních zkoušek bylo množství biosestonu v tomto zdroji velmi malé. Z tohoto důvodu se účinnost měřila pouze jednou a byla 100%. Účinnost redukce hydrobiologických a mikrobiologických ukazatelů však byla prokázána již na mnoha jiných aplikacích a popsána v dřívějších publikacích [1, 2, 3, 4].

Délka filtračních cyklů se v obou etapách pohybovala okolo 5 – 7 hodin. Ukázka průběhu permeability je znázorněna na Obr. 6.

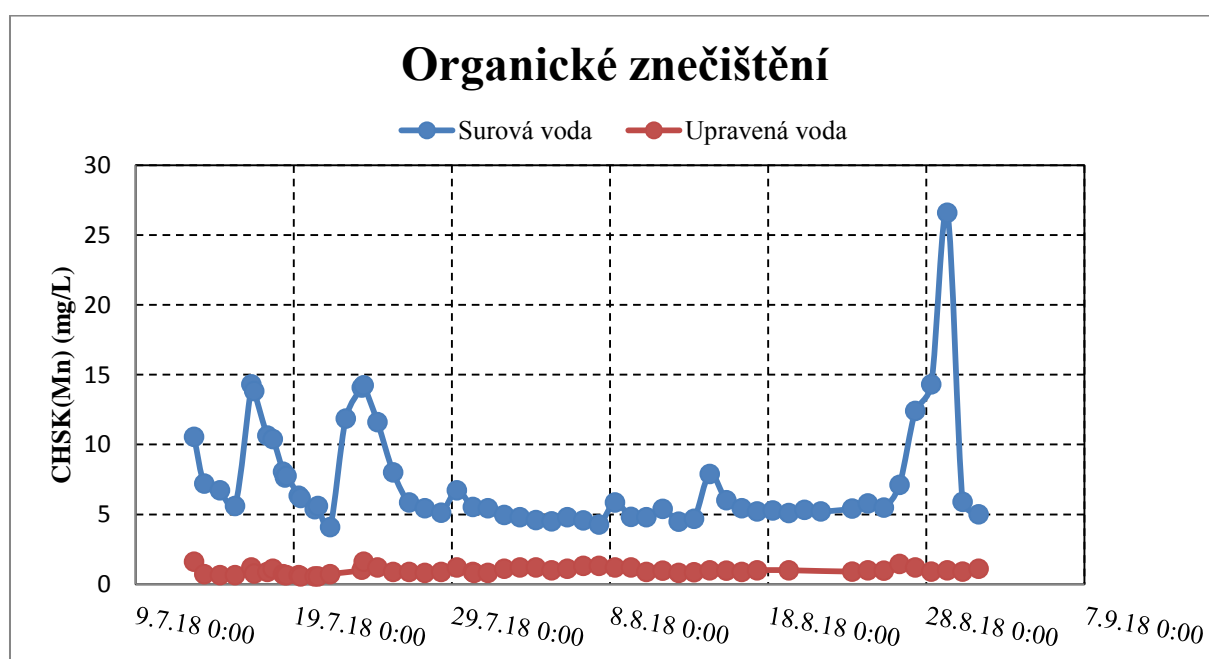


Obrázek 6: Průběh permeability při 20 °C

## Úpravna vody Vyšší Brod

Primárním zdrojem surové vody pro úpravnu vody Vyšší Brod jsou podzemní vrty, které však zejména během letních měsíců nejsou zdroji dostatečnými. Důvodem jsou čím dál tím větší sucha, čímž nemohou být tyto zdroje obohacovány a také velký příval turistů, kteří navyšují potřebnou kapacitu. Z tohoto důvodu byla na úpravnu během letošní hlavní sezony umístěna keramická membránová filtrace AMAYA 5.2, která navyšovala kapacitu úpravou surové povrchové vody z říčky Menší Vltavice. Ke konci sezony byla na jeden týden AMAYA 5.2 přepojena na podzemní vodu a zkoušena její účinnost při separaci železa, které se v podzemní vodě pohybuje v koncentracích okolo 3 mg/L.

Kvalita povrchového zdroje je vlivem meteorologických podmínek poměrně kolísavá, a proto občas dochází k prudkému nárůstu organického znečištění, které tak v maximum dosáhlo koncentrace až 27 mg/L, přičemž průměrně se hodnota CHSK (Mn) pohybovala v rozmezí 4 – 8 mg/L. Jak je vidět na Obr. 7, byla hodnota tohoto parametru v permeátu vyjma dvou případů po celou dobu měření pod 1 mg/L. Účinnost odstranění organických látek tak byla 85 – 95 %.



Obrázek 7: Průběh organického znečištění

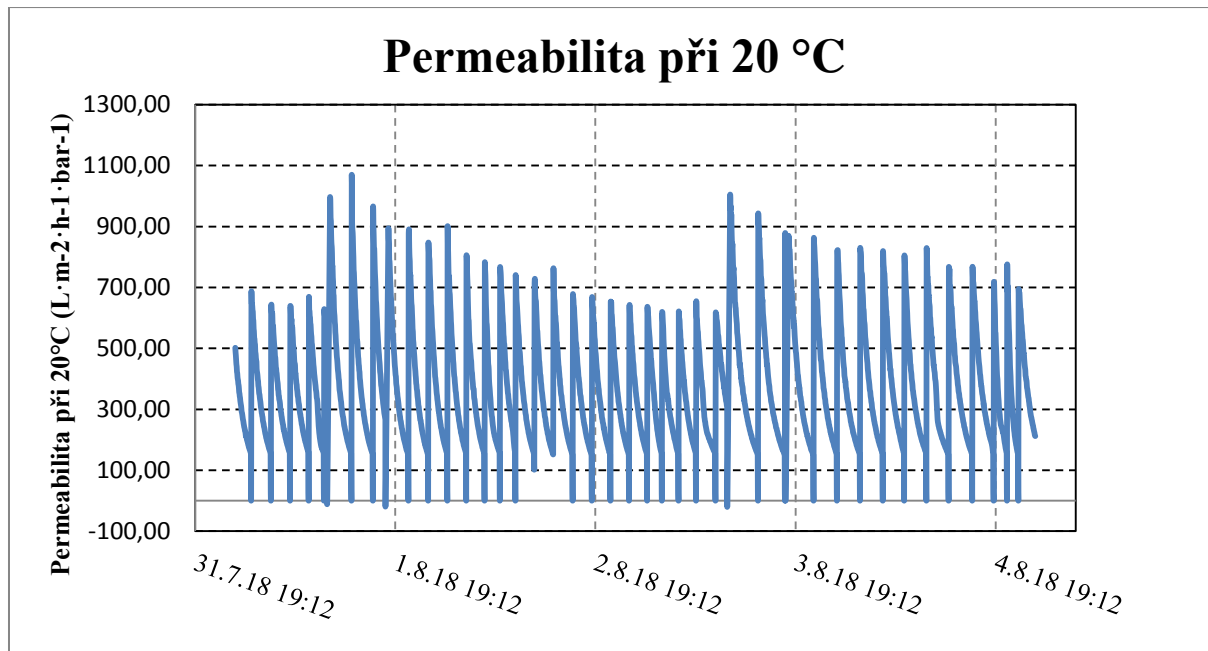
Ostatní sledované fyzikálně - chemické parametry jsou shrnuty v Tab. 1.

Tabulka 1: Fyzikálně-chemické parametry

Datum odběru	Barva	Zákal	Stanovení pH	KNK-4,5	CHSK-Mn	Absorbance	Hliník
17. 07. 2018	<5	<0,15	7,0	0,28	1,0	0,021	<0,020
24. 07. 2018	<5	<0,15	7,0	0,20	1,2	0,022	<0,020
07. 08. 2018	<5	<0,15	7,5	0,32	1,2	0,026	<0,020
13. 08. 2018	<5	<0,15	7,2	0,34	1,0	0,014	<0,020
20. 08. 2018	<5	<0,15	7,1	0,32	0,6	0,011	<0,020
30. 08. 2018	7	0,19	7,5	0,30	0,8	0,013	<0,020

Během provozu bylo upraveno celkem 4 905 m<sup>3</sup> vody, přičemž spotřeba vody na praní byla pouhých 1,17 % a spotřeba elektrické energie byla 0,36 kWh/m<sup>3</sup>.

Na Obr. 8 lze vidět průběh permeability, která se po fyzikálním praní (při ukončení filtračního cyklu) vrací na vysoké, avšak ne zcela původní hodnoty. Původních hodnot je dosaženo teprve po chemickém praní. Filtrační cykly dosahovaly při průtoku 4,5 m<sup>3</sup>/h délek 3 – 5 hodin.



Obrázek 8: Ukázka průběhu permeability při 20 °C

Poslední týden provozu byl věnován účinnosti keramické membránové filtrace na redukci železa. Jako oxidační činidlo byl použit 12% chlornan sodný. Hodnoty koncentrací železa se v upravené vodě pohybovaly po celou dobu hluboko pod normou stanovenou vyhláškou č. 252/2004 Sb. a procentuální účinnost tak byla 98 %. Během tohoto provozu bylo vyrobeno 315 m<sup>3</sup> vody a filtrační cykly zde byly dlouhé 10 – 20 hodin.

## Závěr

Výše uvedené výsledky potvrzují, že je keramická membránová filtrace velmi spolehlivou bariérou nejen pro organické látky, barvu a zákal, ale také pro mikrobiologické hydrobiologické ukazatele. Technologie je též bez problému schopna okamžitě reagovat na náhlé výkyvy kvality surové vody a vyrábět pitnou vodu splňující limity dle Vyhl. 252/2004 Sb. Jednoznačnou výhodou této technologie jsou také nízké provozní náklady vyplývající z nízké spotřeby elektrické energie, chemikálií a také z velmi nízké spotřeby vlastní vody na praní.

## Literatura

---

[1] Hrušková P., Brabenec T., Paul J., Říhová Ambrožová J., Kosina J.: Provozní výsledky z keramické membránové filtrace na ÚV Strašice a Trnová. Sborník konference *Pitná voda 2017*, s. 109-116. VodaTím s.r.o. Bratislava. ISBN 978-80-971272-5-1.

[2] Hrušková P., Brabenec T., Drda M.: ÚV Trnová – první keramická membránová mikrofiltrace ve Střední Evropě. Sborník konference *Voda Zlín 2017*, s. 93-99, Moravská vodárenská, a.s. Zlín 2017. ISBN 978-80-905716-3-1.

[3] Brabenec T., Hrušková P.: Využití keramické membránové filtrace při úpravě vody – poznatky z testování a provozní aplikace. Sborník konference *Nové trendy v čistírenství a vodárenství 2017*, s. 51-60. ENVI-PUR, s.r.o. Soběslav. ISBN 978-80-905059-6-4.

[4] Dolejš P., Dobiáš P., Paul J., Hrušková P., Brabenec T.: Úpravna vody Trnová aneb jak jsme vytahovali trn z paty v Trnové. Sborník konference *Nové trendy v čistírenství 2016*. ENVI-PUR, s.r.o. Soběslav. ISBN 978-80-905059-6-4.