



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

ÚCHOP

VYUŽITÍ MOBILNÍ MEMBRÁNOVÉ JEDNOTKY S AUTOMATICKÝM ŘÍZENÍM PRO ÚPRAVU VODY

Ing. Pavla Hrychová,

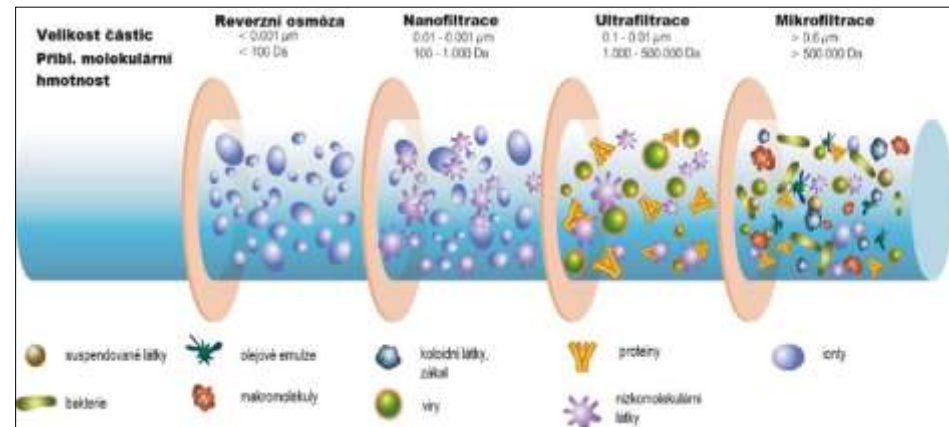
Ing. Zuzana Honzajková

Membránové separační procesy

- fyzikálně-chemické procesy
- dělení vstupního proudu pomocí semipermeabilní membrány
- tok přes membránu pomocí hnací síly
- transmembránový gradient

Tlakové membránové procesy

- hnací síla gradient tlaku
- odlišná hustota pórů membrán
- velikost pracovního tlaku od 0,02 MPa do 15 MPa



Mobilní membránová separační jednotka s automatickým řízením



MEM-MOB4040



Konstrukce

Popis mobilní membránové jednotky

- skříňový přívěs
- 4 tlakové nádoby pro uložení SW modulů
- celkem 16 membránových modulů
- odstředivá čerpadla Grundfoss
- tlakové čerpadlo
- frekvenční měnič pracovního čerpadla
- servomotory
- dávkovací čerpadla Grundfos DDA

Popis mobilní membránové jednotky

- rukávový filtr
- písková filtrace
- UV lampa
- max. tlak 4 MPa
- čidla pro kontrolu tlaku v celém systému
- čidla pro měření konduktivity a pH
- průtokoměry a teplotní čidla
- senzory propojeny s programovatelnou řídicí jednotkou
- CIP tank, zásobní nádrž na permeát

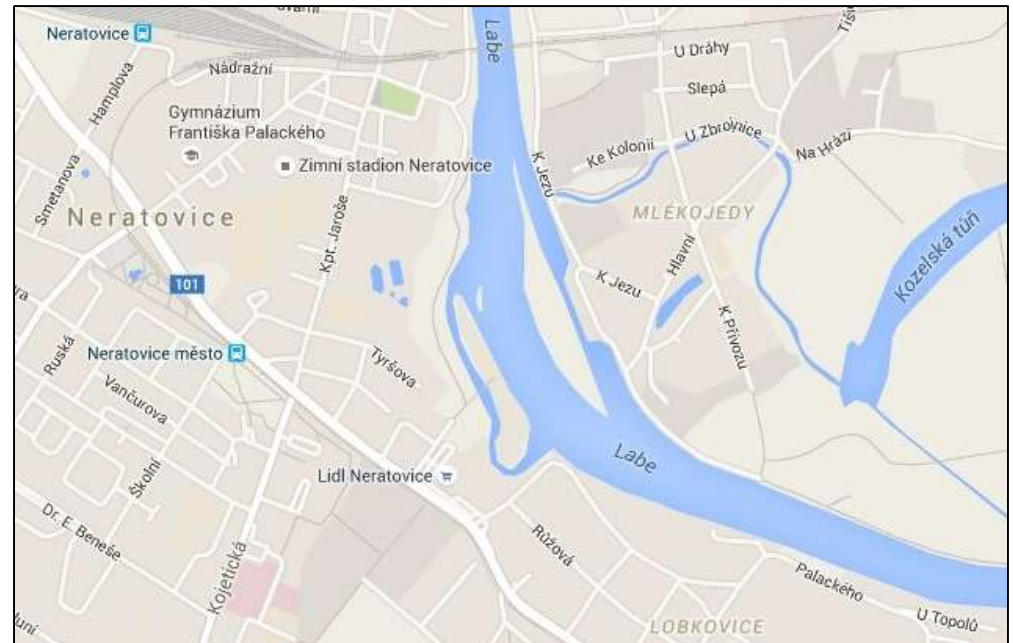
Provozní testy

Cíl

- ověření dlouhodobé stability separačních procesů

Lokalita

- Mlékojedy- Neratovice
- na břehu řeky Labe



Použité membrány

Obchodní název	Výrobce	MWCO [Da] (rejekce solí %)	Materiál	Proces
BW30	Dow-Filmtec	99,50 %	Tenkvrstvý kompozit polyamidu	RO

MWCO (molecular weight cut off) - dělicí rozsah membrán udává molekulovou hmotnost molekul, které již membránou neprojdou vyjádřenou v daltonech ($1 \text{ D} = 1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$).



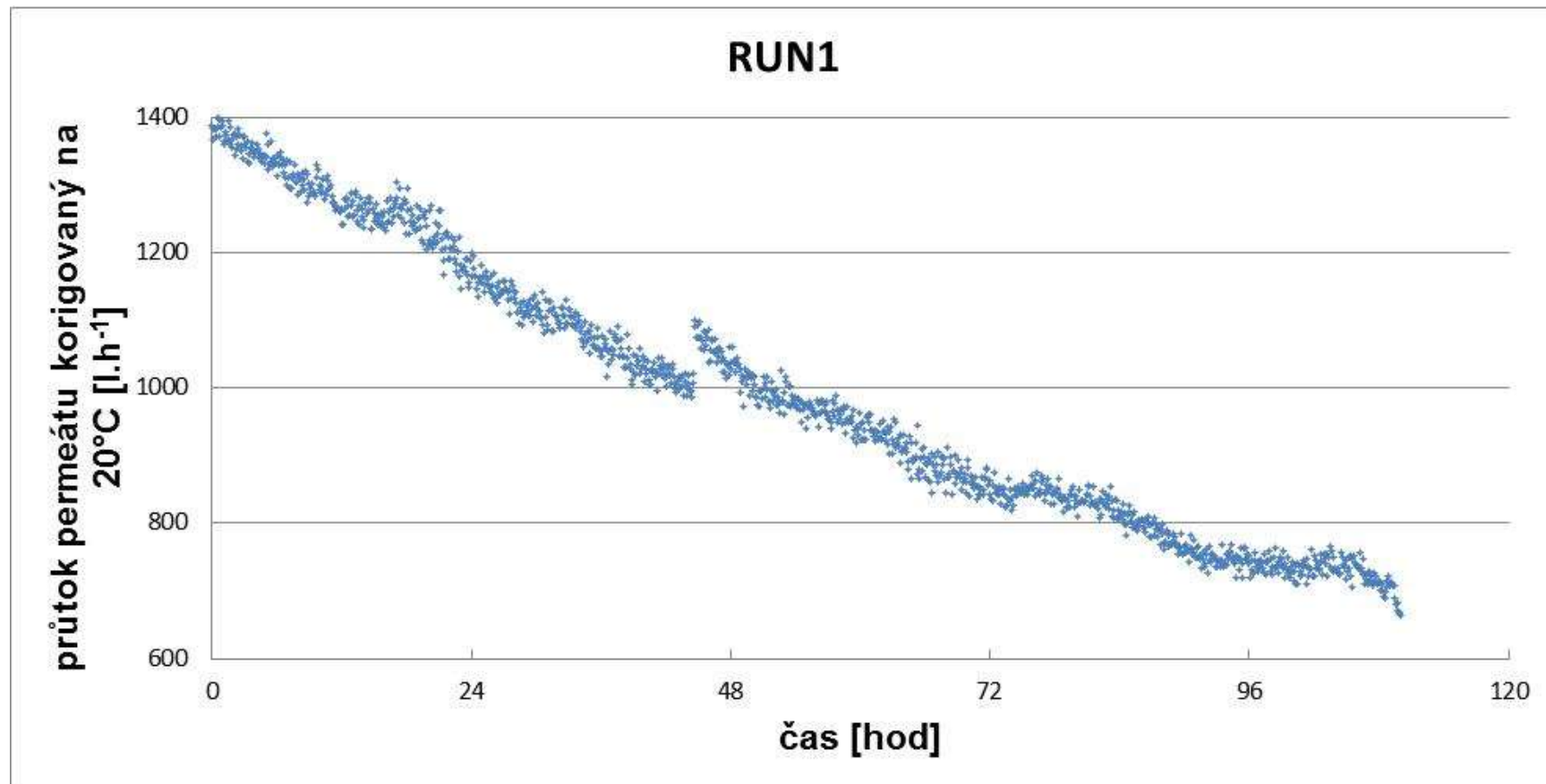
FILMTEC BW30-4040

Na lokalitě v Neratovicích

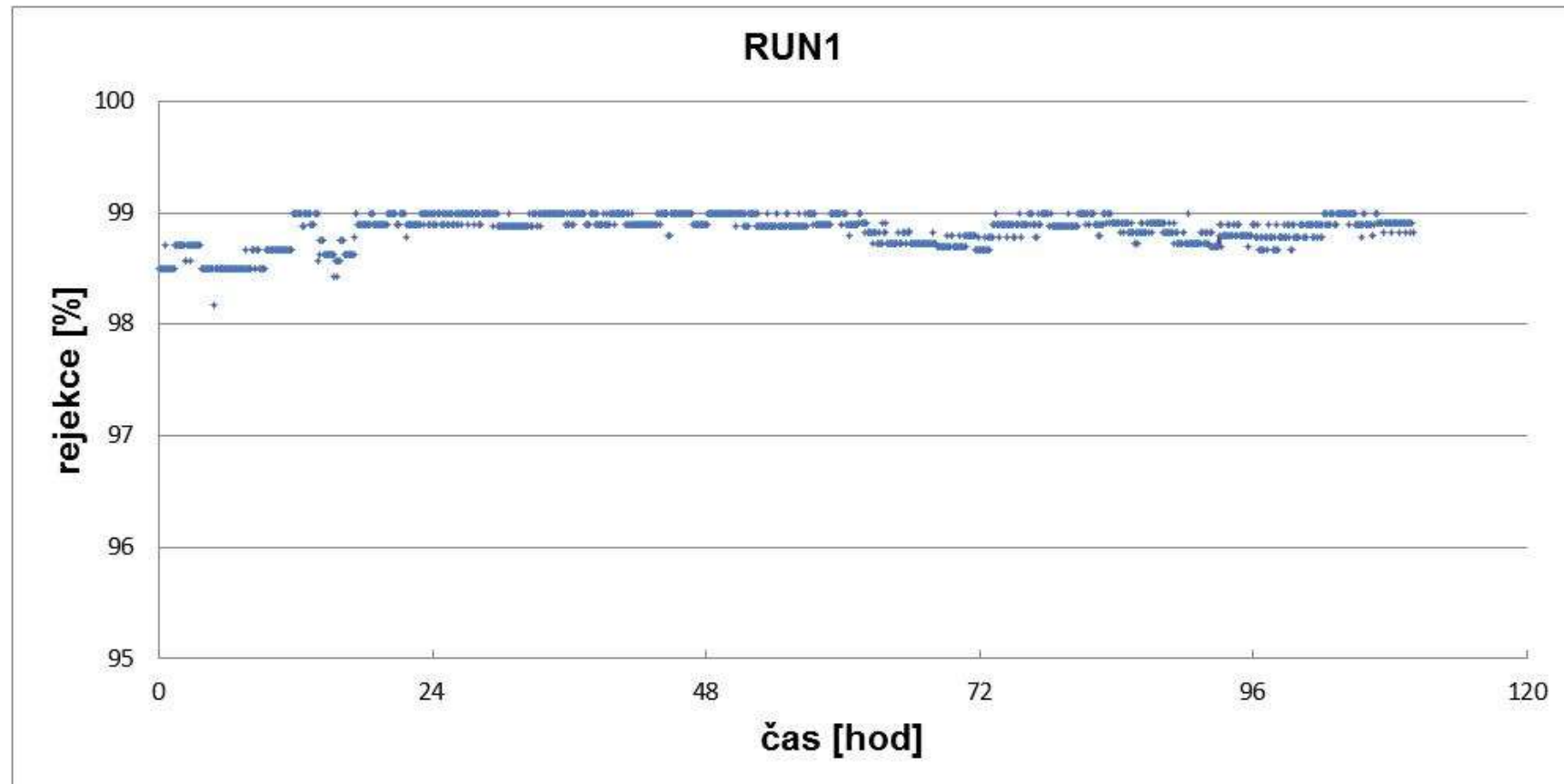
- 5 RUN
- 8 SW RO modulů
- pracovní tlak 1,5 MPa
- průtok permeátu cca $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$
- pískový filtr o velikosti zrn písku 1,4-2 mm
- rukávový filtr s filtrační vložkou o porozitě $50 \mu\text{m}$
- ukončení testu po poklesu průtoku permeátu o 50 %



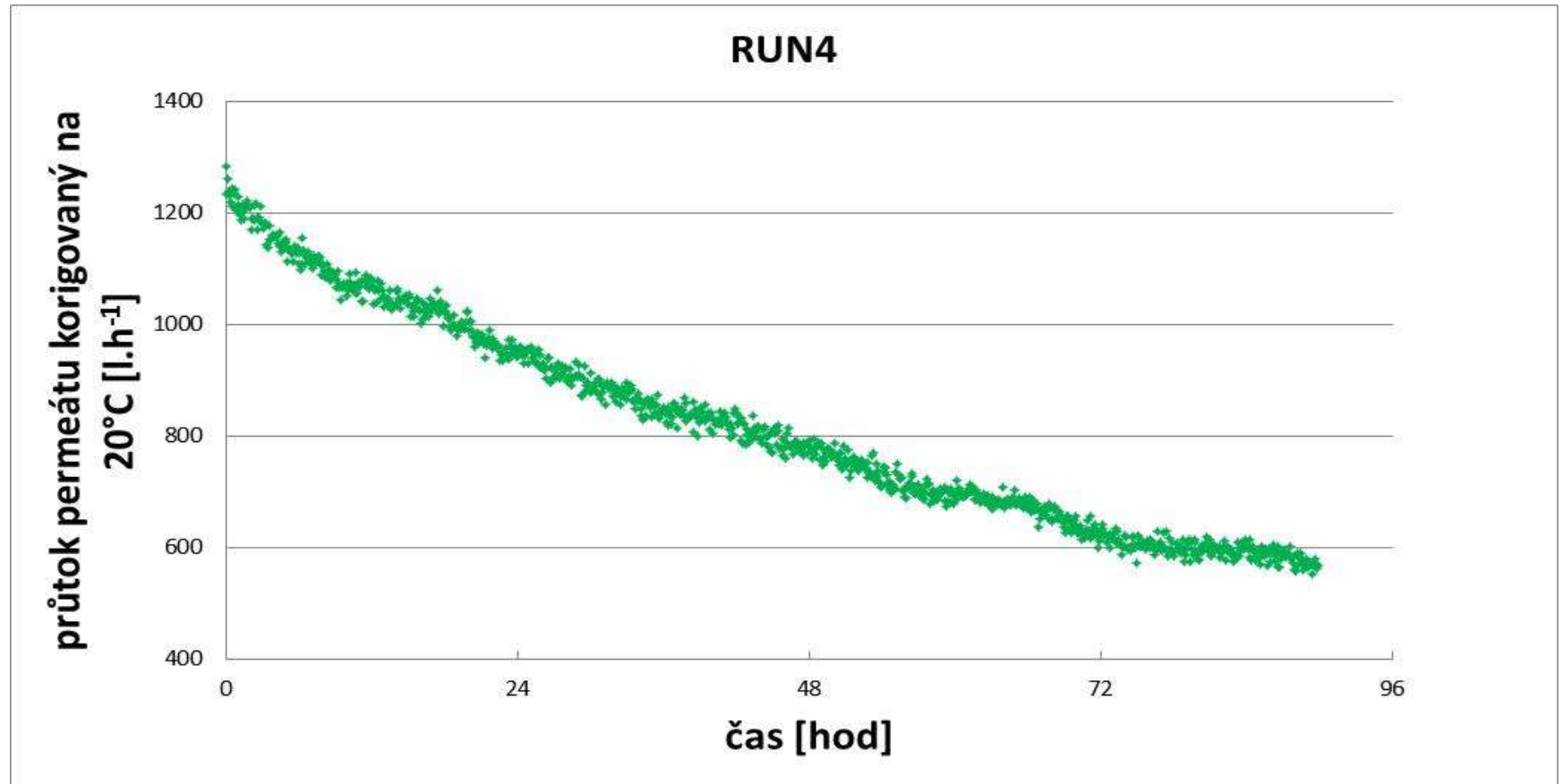
Průtok permeátu RUN1



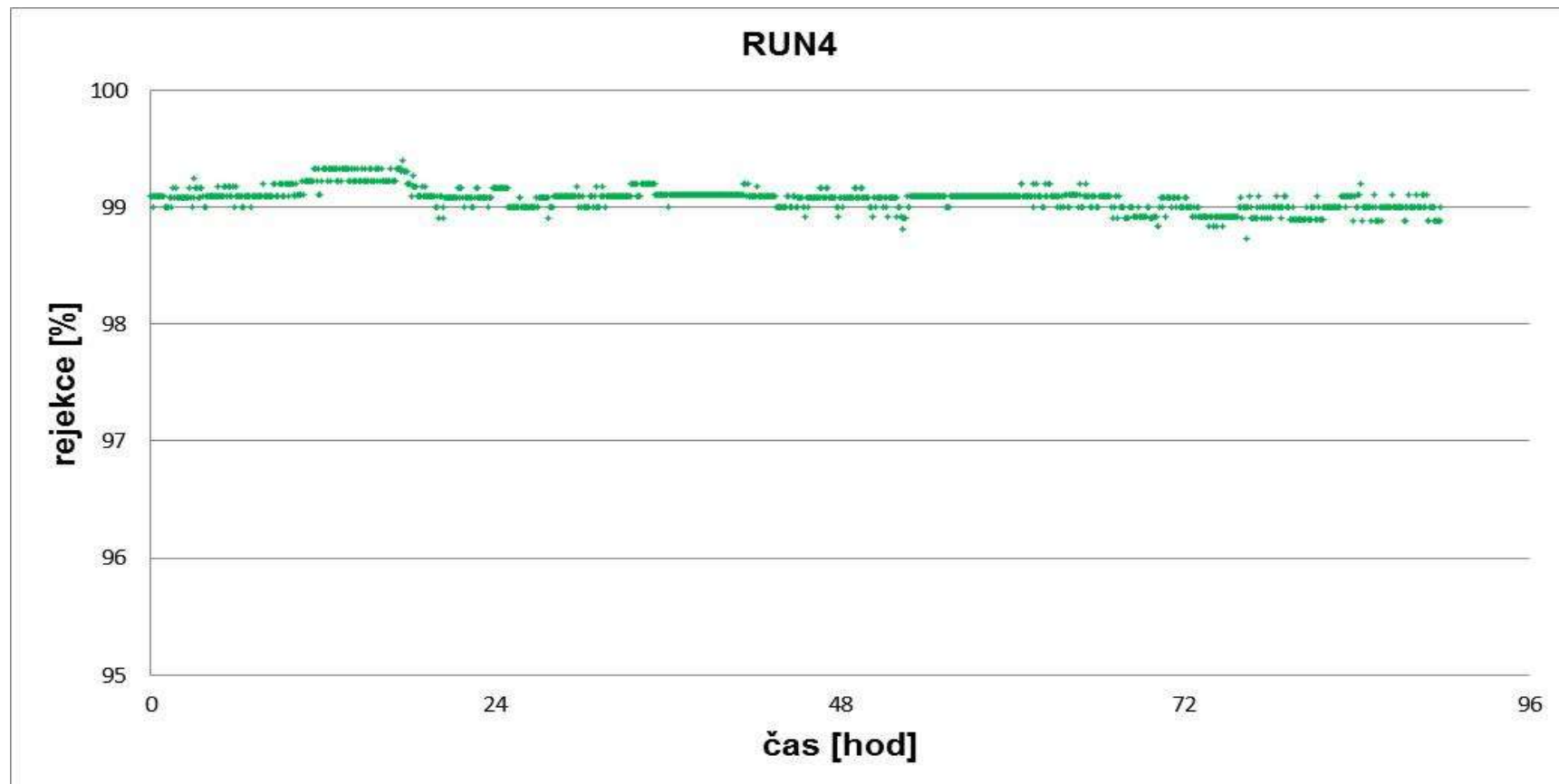
Rejekce RUN1



Průtok permeátu RUN4



Rejekce RUN4



Chemický rozbor

		RUN1			RUN4			Vyhláška č.252/2004 Sb.,
		Vstup	Permeát	Permeát mineral.	Vstup	Permeát	Permeát mineral.	
NO ₃ ⁻	mg·l ⁻¹	20,1	< 0,5	< 0,5	22,3	< 0,5	< 0,5	50 (NMH)
NO ₂ ⁻	mg·l ⁻¹	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50 (NMH)
N _{amon}	mg·l ⁻¹	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,50 (MH)
SO ₄ ²⁻	mg·l ⁻¹	134	3,1	98,5	130	2,4	101,3	250 (MH)
Cl ⁻	mg·l ⁻¹	75,4	4,1	86,8	79,5	1,8	89,5	100 (MH)
TOC	mg·l ⁻¹	3,7	< 2,0	< 2,0	4,2	< 2,0	< 2,0	5,0 (MH)
TIC	mg·l ⁻¹	28,7	< 2,0	15,6	29,6	< 2,0	18,3	-
konduktivita	μS·cm ⁻¹	493,3	19,6	338,9	501,1	8,5	352,3	1250 (MH)
pH		7,4	5,2	7,2	7,2	5,1	7,5	6,5-9,5 (MH)
Ca	mg·l ⁻¹	144	< 0,5	56,1	137	< 0,5	54,3	30 (MH), 40-80 (DH)
Mg	mg·l ⁻¹	32,4	< 0,5	28,6	33,5	< 0,5	29,4	10 (MH), 20-30 (DH)
Na	mg·l ⁻¹	22,8	3,7	35,7	22,3	< 1,0	34,4	200 (MH)
K	mg·l ⁻¹	9,6	1,1	12,8	9,2	0,4	12,3	-
Fe	mg·l ⁻¹	0,15	< 0,05	< 0,05	0,12	< 0,05	< 0,05	0,20 (MH)
Mn	mg·l ⁻¹	0,08	< 0,01	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01	0,050 (MH)

DH-doporučená hodnota, MH – mezní hodnota, NMH – nejvyšší mezní hodnota

Mikrobiologický rozbor

Ukazatel	Jednotka	RUN1			RUN4			Vyhláška č.252/2004 Sb.
		Vstup	Perm. před UV	Perm. po UV	Vstup	Perm. před UV	Perm. po UV	
Počet kolonií při 22 °C	KTJ/ml	26000	11	0	7300	10	1	200 (DH)
Počet kolonií při 36 °C	KTJ/ml	9000	8	1	3900	6	0	40 (DH)
Koliformní bakterie	KTJ/100ml	600	0	0	220	0	0	0 (MH)
Escherichia coli	KTJ/100ml	400	0	0	35	0	0	0 (NMH)
Enterokoky	KTJ/100ml	400	0	0	95	0	0	-
Clostridium perfringens	KTJ/100ml	12	0	0	4	0	0	0 (MH)
Mikroskopický obr.- abioseston	%	16	6	6	18	7	7	10 (MH)
Mikroskopický obr.- počet organismů	jedinec/ml	710	0	0	1100	0	0	50 (MH)
Mikroskopický obr.- živé organismy	jedinec/ml	630	0	0	390	0	0	0 (MH)

DH-doporučená hodnota, MH – mezní hodnota, NMH – nejvyšší mezní hodnota

Zpětná mineralizace permeátu

Dávkování ve formě směsného roztoku do proudu permeátu

- NaHCO_3
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- K_2CO_3

Samostatně do proudu permeátu roztok

- CaCl_2

Závěr

- ověřená dlouhodobá stabilita separačního procesu
- pokles průtoku permeátu vlivem zanášení membránových modulů
- tlaková ztráta v části pískové filtrace (0,1 MPa) a rukávových filtrů
- vysoká účinnost odstranění rozpuštěných látek
- produkováný permeát v kvalitě téměř destilované vody
- automatické dávkování minerálů



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

ÚCHOP

Děkuji za pozornost!

Ing. Pavla Hrychová