

Faktory ovlivňující zanášení membránových jednotek



Markéta Dvořáková, Monika Chorvátová

Martin Pečenka, Iveta Růžičková & Jan Bindzar



Klasické ČOV

ČOV s MBR technologií

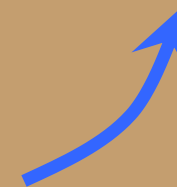
- separace AK v dosazovacích nádržích

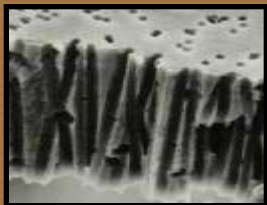


- značné nároky na prostor
- vliv vlastností AK na separaci
- složitost provozu
- 10 - 15 mg/l NL v odtoku
- přítomnost patogenních (podmíněně patogenních) mo
- nevhodnost odtoku ke zpětnému využití

→ zdokonalování × alternativní technologie

- separace AK filtrací přes porézní přepážku (= membrána)





Zanášení MBR jednotek



- odehrává se → **vnější povrch** = filtrační koláč AK
(redukce intenzivní aerací + zpětný proplach)

→ **vnitřní povrch** = uvnitř pórů drobnými částicemi
(nutné chemické čištění membrány)

Zanášení membrán může být způsobeno:



- ✓ adsorpcí makromolekul + koloidních látek na vnějším/vnitřním povrchu membrány
- ✓ adhezí a nárůstem biofilmu na povrchu membrány
- ✓ srážením rozpuštěných látek na povrchu membrány
- ✓ zanesením pórů mikrobiálními produkty



• detail – zanesená desková membrána



Redukce zanášení

➤ Předčištění přitékající OV

- česle (0,8 – 3 mm podle typu MBR)



➤ Mechanické čištění

- zpětný proplach
- ultrazvuk
- proudem vzduchu
- (nečinnost membrány)



➤ Chemické čištění

- sanační činidla (NaOCl, k. citrónová, šťavelová)



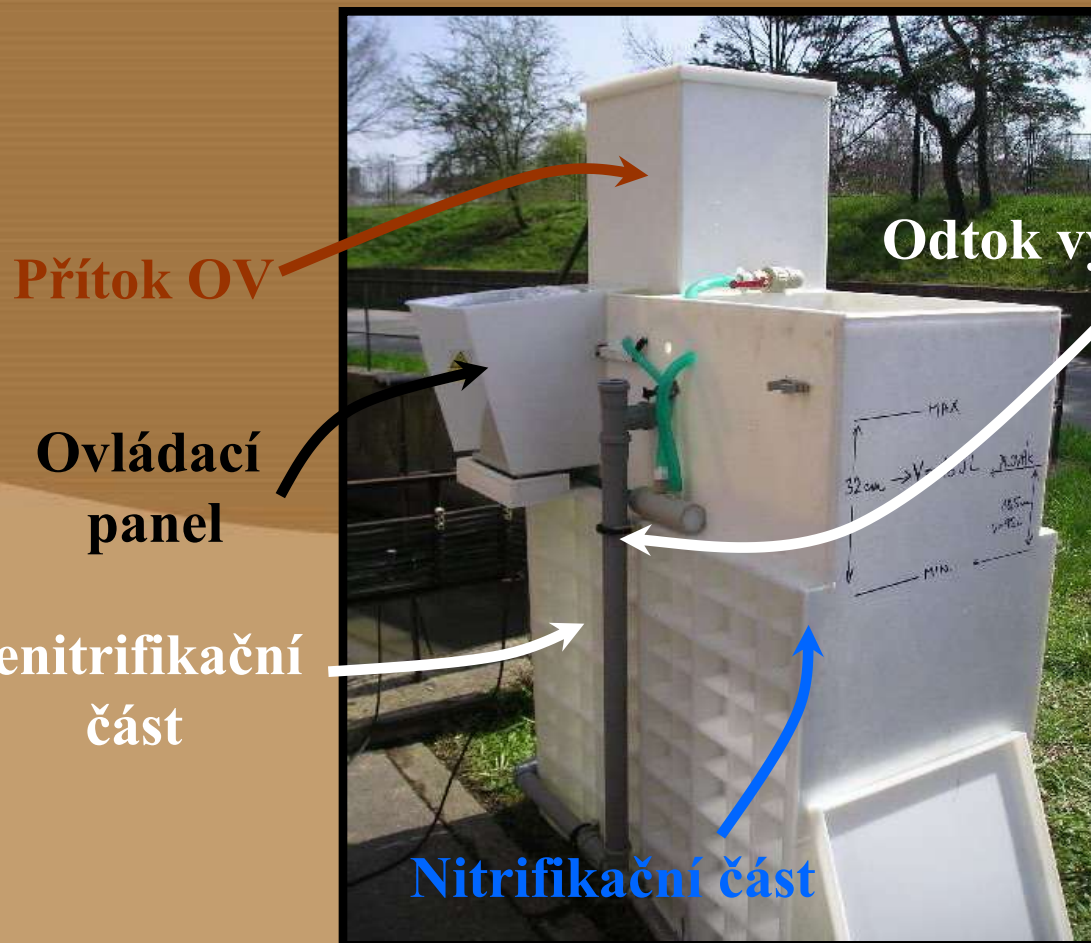
➤ Redukce průtoku a zvýšení aerace



MODEL ČOV I.

25. 4. - 25. 10. 2007 (6. etapa)

Deskový MBR modul



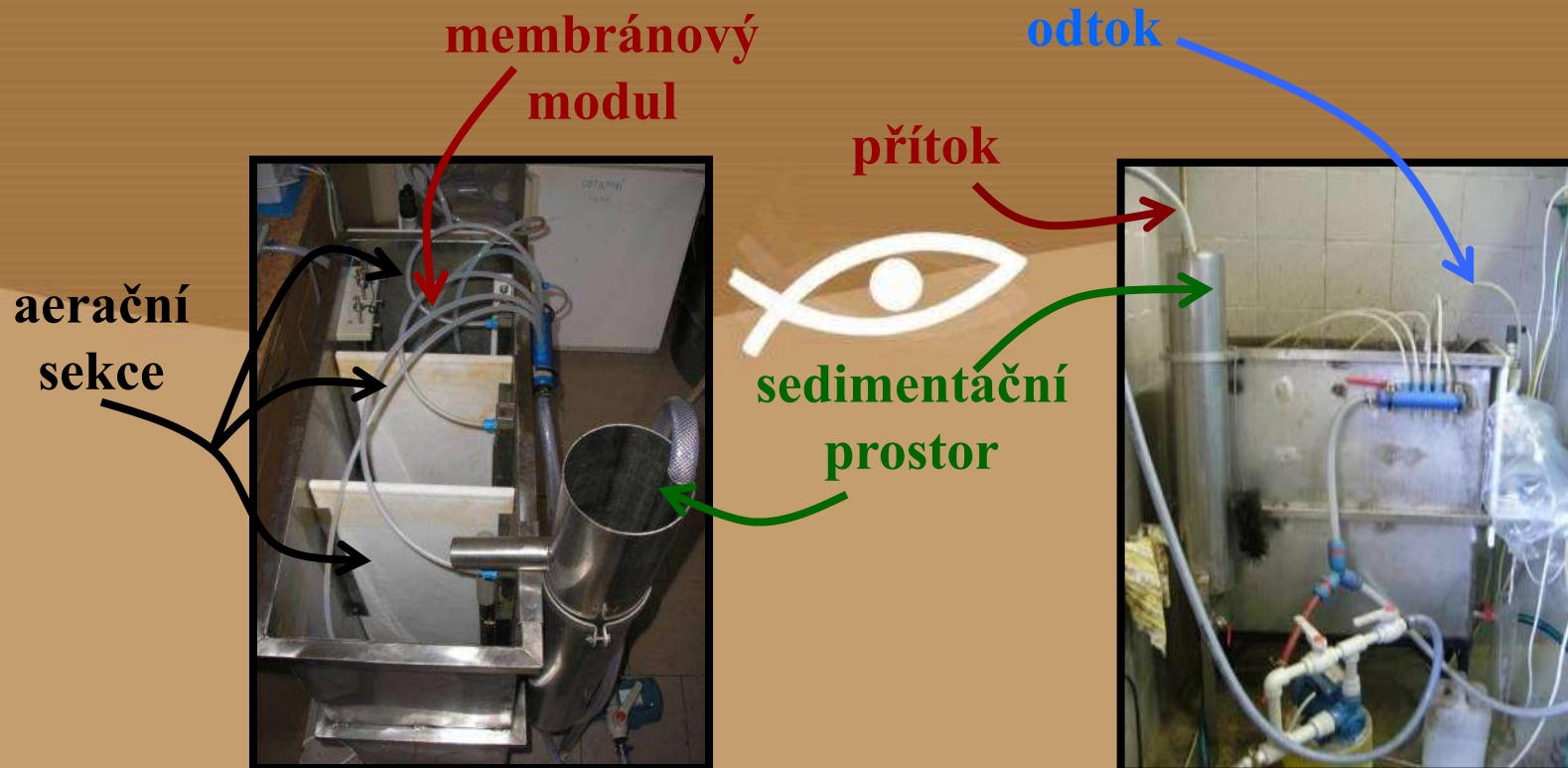
Typ modulu	deskový typ
Rozměry pórů	< 0,1 μm
Max. průtok	100 l/h
Materiál	PES
Povrch membrán	6 m ²



MODEL ČOV II.

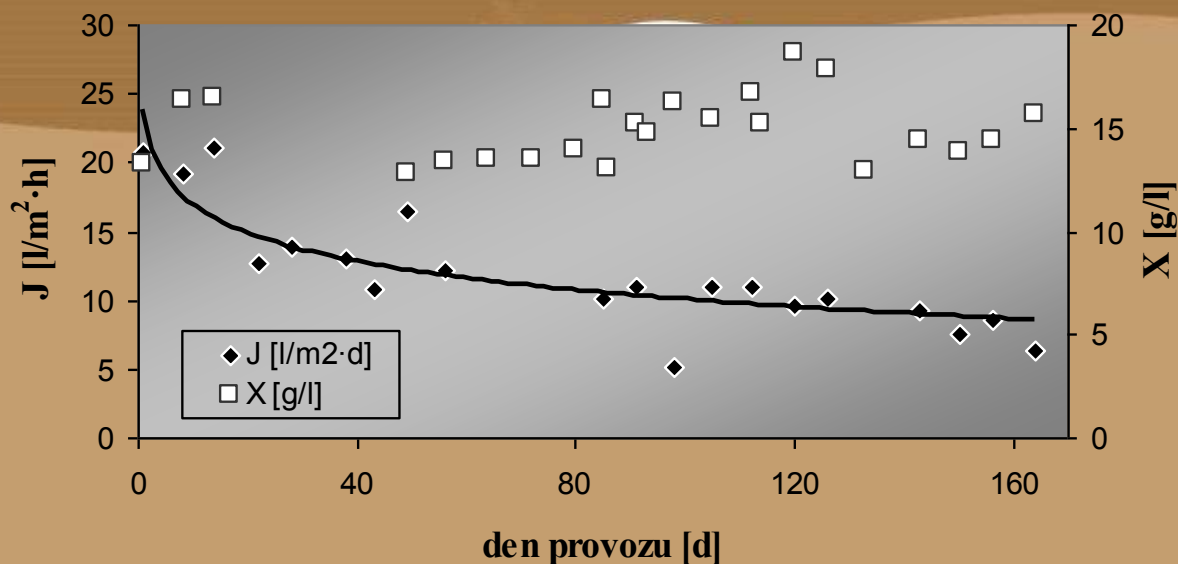
21. 8. 2006 - 26. 7. 2007 (1. - 3. etapa)

Typ modulu	dutá vlákna
Rozměry pórů	< 0,1 μm
Max. průtok	12,5 l/h
Materiál	PVDF
Povrch membrán	0,5 m ²




MODEL I. - Provoz při $X \sim 15 \text{ g/l}$

- OV po celkovém mechanickém předčištění
- 164 dní provozu – ↓ průtok o 70 % ($20,8 \rightarrow 6,3 \text{ [l/(h}\cdot\text{m}^2)]$)
- Regenerace – pokles o 50 % \Rightarrow po 80 dnech provozu
– pokles o 20 % \Rightarrow po 19 dnech provozu
- logaritmický charakter křivky

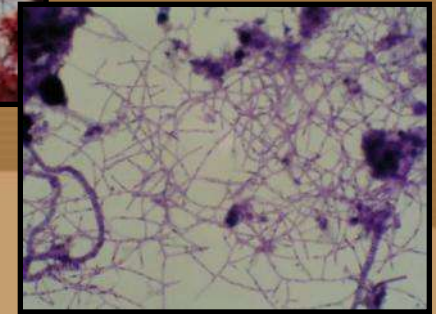
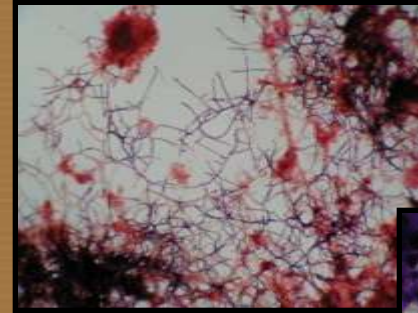


MODEL I. - Provoz při $X \sim 15\text{g/l}$

Charakter AK

- silná vrstva pěny na hladině reaktoru (až cca 20 cm) → únik biomasy
- dominantní VMO: GALO 
- aglomerované formy vloček, volné bakterie ojedinělý výskyt, neusaditelné fragmenty ojedinělý výskyt ($> 1/2$ analýz)

12. 9. 2007, GS a NS,
GALO, 1250 x

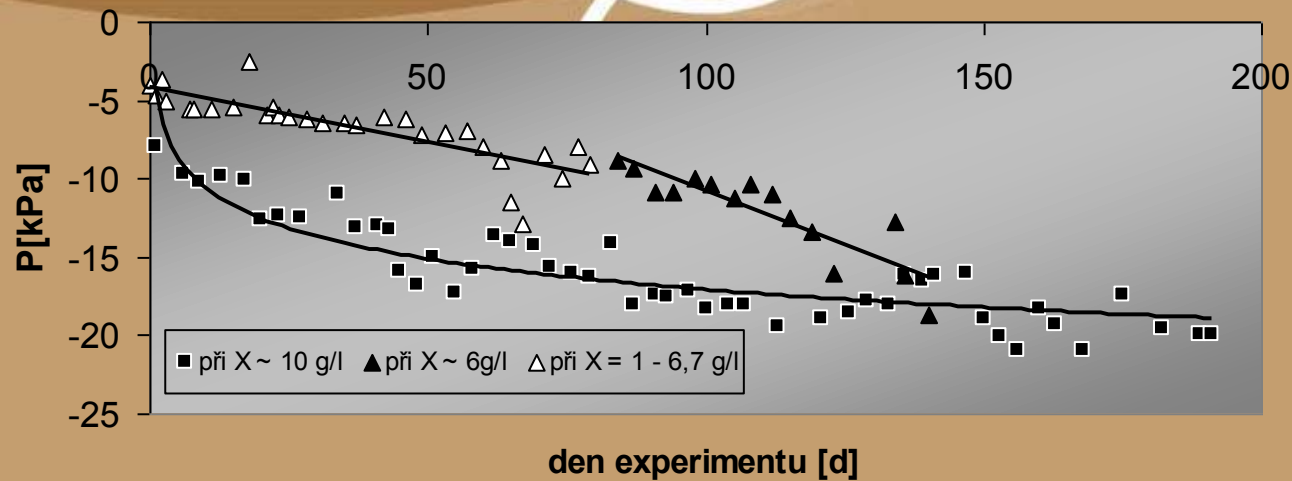


12. 9. 2007, NAT, charakter AK, 125 x



Model II. - Provoz při různé koncentraci AK

- $\uparrow c(\text{AK}): 1 - 6,7 \text{ g/l}; c(\text{AK}) \sim 6 \text{ a } 10 \text{ g/l}$
 - OV po filtraci přes síto $2 \times 2 \text{ mm}$
 - spec. průtok $\sim \text{konst.} \Rightarrow \uparrow \text{podtlak}$
 - $X = 1 - 6,7 \text{ g/l}$: 2x podtlak za 79 dní
 - $X \sim 6 \text{ g/l}$: 2x podtlak za 56 dní $\Rightarrow 135 \text{ dní - regenerace}$
 - $X \sim 10 \text{ g/l}$: hraniční podtlak dosažen po 175 dnech provozu (logaritmický charakter křivky)
- Příčina: struktura AK ($\downarrow \text{NF}$, $\uparrow \text{aglomeráty}$) + méně časté poruchy modelu

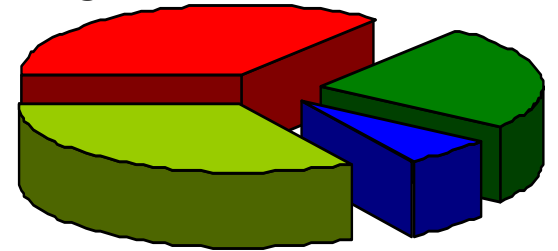


Extracelulární polymery

- produkt vložkotvorných mo, slizová matrice, základ vloček
- množství ECP - vliv na propustnost a strukturu „koláče“ → zanášení mbr jednotek
- $ECP = \text{suma } c(S) + c(P) + c(HL) + c(DNA)$
- extrahovány teplotně
- dominantní složka v AK: HL a P
- Model I.: HL = 35 %, P = 30 %
- Model II.: HL = 34 %, P (při 6 g/l) = 37%, P (při 10 g/l) = 30 %
- dominantní složka na odtoku: HL (61%)



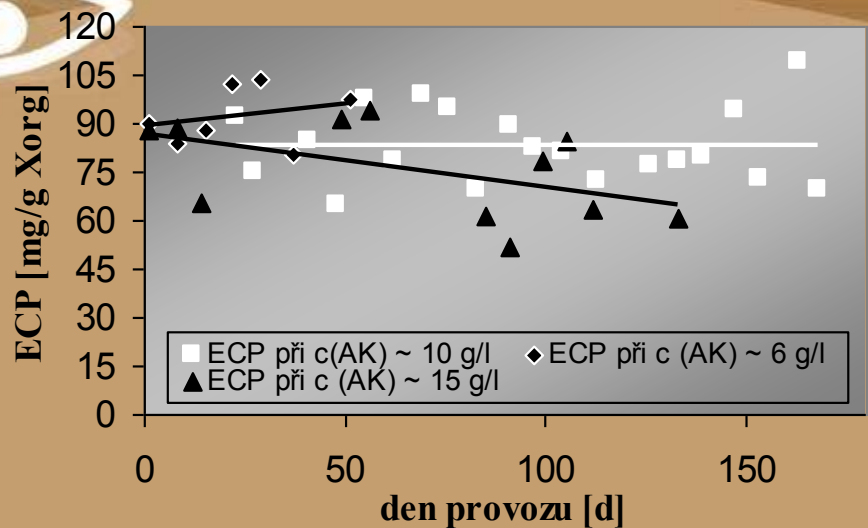
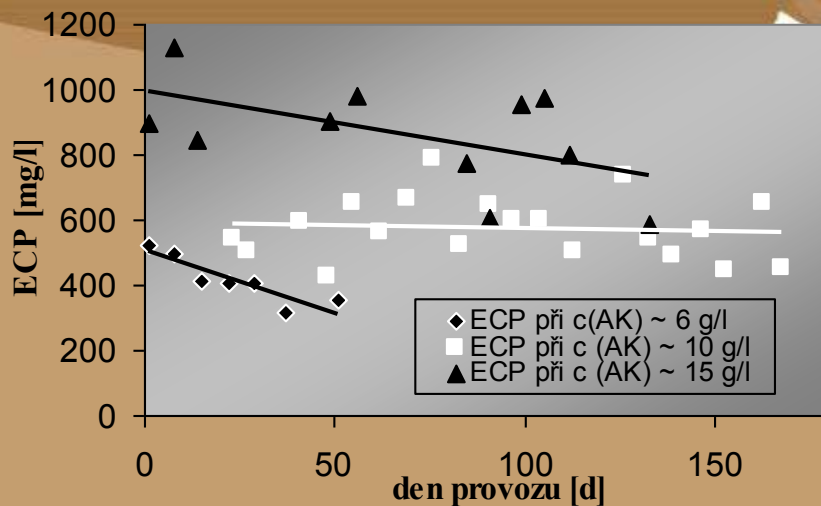
Zastoupení jednotlivých složek ECP
X ~ 10 g/l



P - 30 %, HL - 34 % S - 26 %, DNA - 10 %

Množství ECP v aktivaci

- **cíl:** srovnat množství ECP v aktivaci při $c(\text{AK}) \sim 6, 10$ a 15 g/l
- rozmezí získaných dat se příliš nelišila:
 $c(\text{AK}) \sim 6$ g/l: 84 – 104 mg/g Xorg
 $c(\text{AK}) \sim 10$ g/l: 65 – 109 mg/g Xorg
 $c(\text{AK}) \sim 15$ g/l: 52 – 114 mg/g Xorg
- ↓ tendence pouze při $c \sim 10$ g/l → pokles $B_x \Rightarrow$ využití ECP pro metabolismus



ZÁVĚR – MODEL I:



✓ i při vysokém stáří AK (99 dní) → aglomeráty s převážně ojedinělým výskytem mikrovloček a volných bakterií

✓ za 164 dní provozu ↓ spec. průtok z 20,8 → 6,3 l/(h·m²) = pokles o 70 %



✓ logaritmický charakter křivky

(Počáteční rychlejší pokles lze pravděpodobně přičítat vnitřnímu zanesení pórů membrány mikrovločkami a následný mírnější úbytek tvorbě filtračního koláče, která je částečně eliminována intenzivní aerací modulu.)



ZÁVĚR – MODEL II:



- ✓ při 10 g/l výskyt NF↓ + ↑aglomeráty než při 6 g/l → delší provoz bez regenerace
- ✓ dlouhodobý provoz - logaritmický charakter křivky
- ✓ bezporuchový provoz + intenzivní provzdušňování modulu → eliminace tvorby filtračního koláče na povrchu membrány ⇒ ↓ zanášení



ZÁVĚR - ECP



- ✓ dominantní složky ECP v AK – HL & P
- ✓ dominantní složky ECP na odtoku – HL (61 %)



- ✓ koncentrace ECP [mg/g Xorg.] se pro koncentraci AK (6, 10 a 15 g/l) příliš neměnila





Děkuji za pozornost

Autoři děkují firmě Esox DPC spol. s r.o., společnosti ENVI-PUR s.r.o. a Siemens Water Technologies za realizaci modelu ČOV-2 a dále firmě ASIO spol. s r.o. za zapůjčení membránového modulu pro ČOV-1.

Výsledky byly získány v rámci řešení výzkumného záměru MSM6046137308.