Membránová separace aktivovaného kalu

Markéta Dvořáková,
Jan Bindzar,
Iveta Růžičková
&
Martin Pečenka

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE
ÚSTAV TECHNOLOGIE VODY A PROSTŘEDÍ

Klasické ČOV

separace AK v dosazovacích nádržích

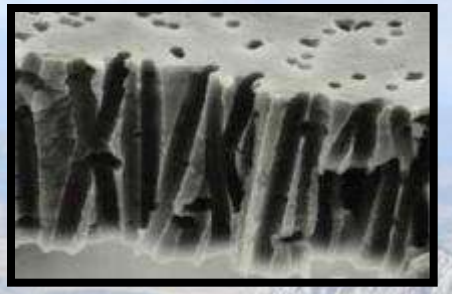
- značné nároky na prostor
- vliv vlastností AK na separaci
- složitost provozu
- 10 - 15 mg/l NL v odtoku
- přítomnost patogenních (podmíněně patogenních) mo
- nevhodnost odtoku ke zpětnému využití

ČOV s MBR technologií

separace AK filtrací přes porézní přepážku (= membrána)

→ zdokonalování × **alternativní technologie**

Princip mbr technologie



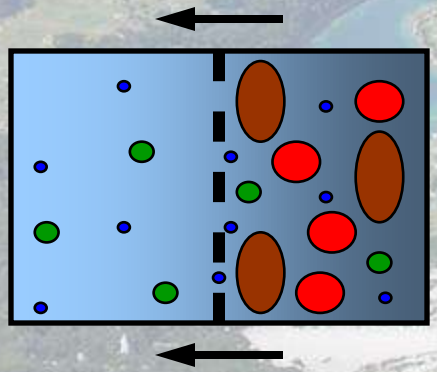
• **póry v membráně**

- **fyzická bariéra** → zachycené látky se teplotně, biologicky ani chemicky nemění + nevznikají nebezpečné látky
- **záchyt částic o rozměrech > rozměr pórů**
- na ČOV membrány **mikro**- a **ultrafiltrační** (póry: 0,01 - 10 μm)
- **filtrace na přepážce** s prvky filtrace objemové

• **organické makromolekuly**

• **bakterie, koloidy, červené krvinky**

• **písek, vlasy, pyl, zákal, barva**

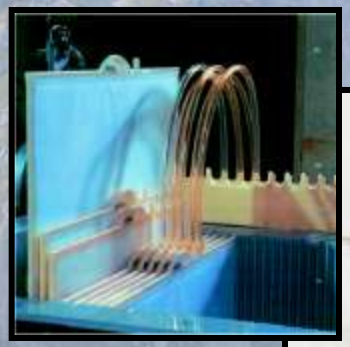


• **organické makromolekuly**

• **bakterie, koloidy, červené krvinky**

• **písek, vlasy, pyl, zákal, barva**

Konstrukční možnosti mbr



• mbr modul z dutých vláken

• deskový mbr modul

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE
ÚSTAV TECHNOLOGIE VODY A PROSTŘEDÍ

Využití mbr v praxi

• ČOV Knautnaundorf, 2001

• výletní loď MV "RheinEnergie", 2004

- ✓ **provoz ČOV ve specifických podmínkách** (velké námořní lodě, infekční provozy nemocnic, atd.)
- ✓ **pokud máme možnost využívat i permeát** (závlahy, mytí, krajinotvorné účely, atd.) - takto vyčištěnou vodu nemá smysl vypouštět do recipientu
- ✓ **čištění OV z potrav. pr. a městských splašků tam, kde hrozí riziko bytnění AK**

Využití mbr v praxi

- Hohtaelli- horské lyžařské středisko, 3286 m.n.m, 2004

- Hotel "Schwaegalp", Švýcarsko, 2002

- ✓ **čištění průmyslových OV obsahujících biologicky těžko rozložitelné látky**
- ✓ **v místech, kde jsou ceny pozemků vysoké** (rekreační oblasti, velkoměsta, atd.)
- ✓ **při výstavbě čistírny, kde jsme limitováni velikostí parcely**
- ✓ **investice i provoz jednotky dotován z různých projektů EU**

Provozovaný model *21. 8. 2006 - 8. 1. 2007 (1. & 2. etapa)*

- ***přítok*** : OV po mechanickém předčištění na česlích

Ø $CHSK_{Cr}$	= 390 mg/l
NL	= 179 mg/l
N_{amon}	= 52 mg/l

membránový modul

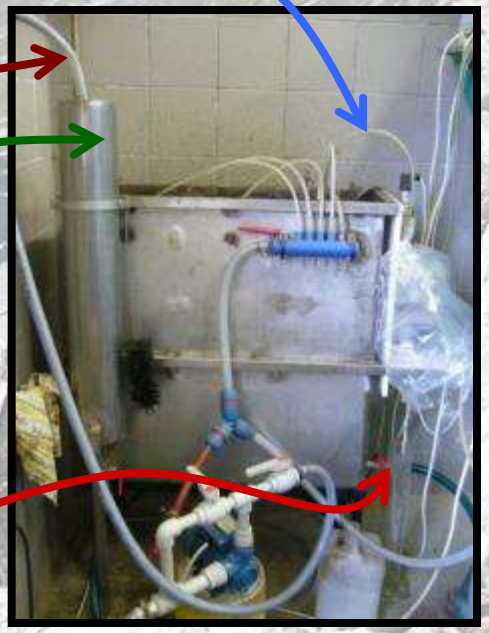
odtok

přítok

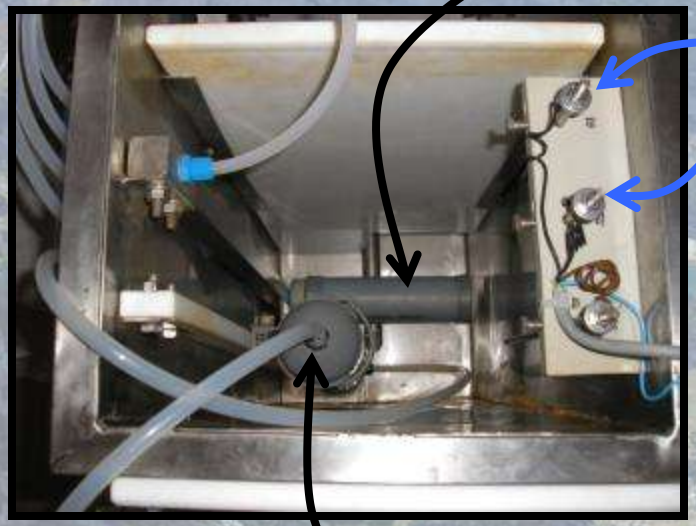
aerační sekce

sedimentační prostor

výpustní kohout



Provozovaný model



typ membrány	dutá vlákna
materiál membrány	polyvinylidenfluorid
rozměr pórů	< 0.1 μm
objem modelu	130 l aktivace + 7,8 l sedimentační prostor
množství čerpané OV	128 l/d
hydraulická doba zdržení	cca 24 h
průtok	cca 5 - 5,5 l/h

Výsledky a diskuze

1. etapa (21. 8. 06 - 8. 11. 06)

- zapracování modelu, odstranění nedostatků → instalace delších sond + osazení přítok. čerpadla košem z pletiva + průtokoměr dimenzovaný na vysoký Q
- laboratoř: stanovení přítok. a odtok. parametrů, mikroskop. obraz, KI
- ↑ X na 6,7 g/l
- stáří AK cca 70 dní

sondy

osazení přítokového čerpadla košem z pletiva

Výsledky a diskuze

2. etapa

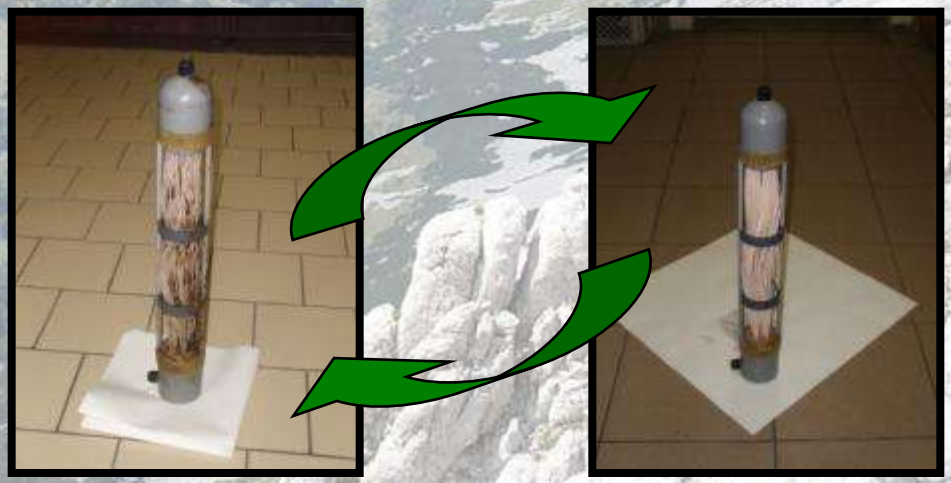
(13. 11. 06 - 8. 1. 07)

- laboratoř: c (ECP), kinetické „batch“ testy, SI, anaerobní stabilizace AK
- X = 5,5 - 6,5 g/l
- stáří AK cca 37 dní

3. etapa (10. 1. 07 -)

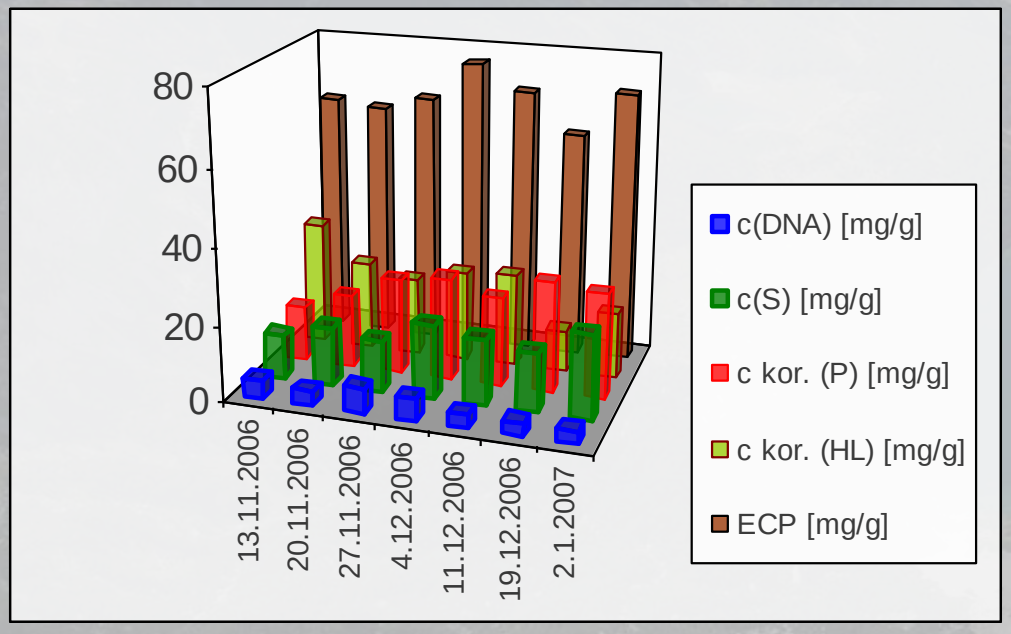
- regenerace membrány
- ↑ průtoku, X → 10 g/l

- membránový modul před a po regeneraci

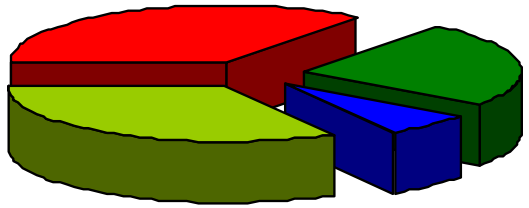


Stanovení koncentrace ECP

- produkt vločkotvorných mikroorganismů, slizová matrice, základ vloček
- množství ECP - vliv na zanášení mbr jednotek
- c (ECP) = 59 -79 mg/g (získány teplotní extrakcí)



Zastoupení jednotlivých složek ECP



P - 36 %, HL - 33 %
S - 24 %, DNA - 7 %

Separační vlastnosti AK

KI

- poč. **1. etapy** ↑ KI až na cca 220 ml/g + vyčiření supernatantu, posléze pokles pod 200 ml/g ⇒ kal „lehký“
- **2. etapa:** KI = 119 - 168 ml/g ⇒ kal „lehký“

SI

- **1. etapa:** vizuální hodnocení % pokryvnosti hladiny pěnou = 15 - 100 % (výška pěny 0,5 - 20 cm)
- **2. etapa:** + měření hodnoty SI (2 - 6 %) ⇒ AK s nízkým rozsahem separačních problémů

Mikroskopický obraz AK

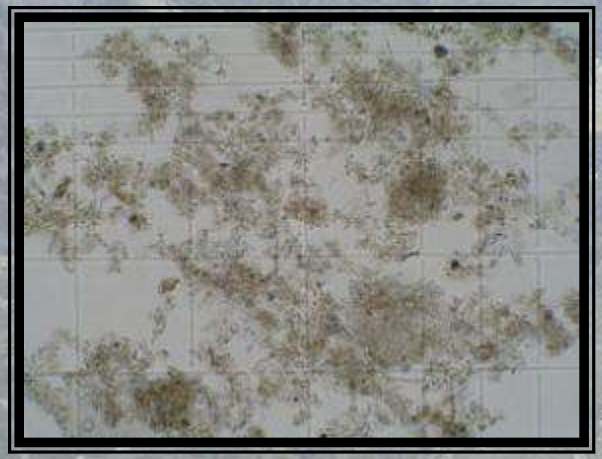
1. etapa

vločky malé, střední →
aglomeráty při c (AK) > 5 g/l

• charakter kalu, 125x, 5. 9. 06

• charakter kalu, 125x, 23. 10. 06

• charakter kalu, 125x, 20. 11. 06



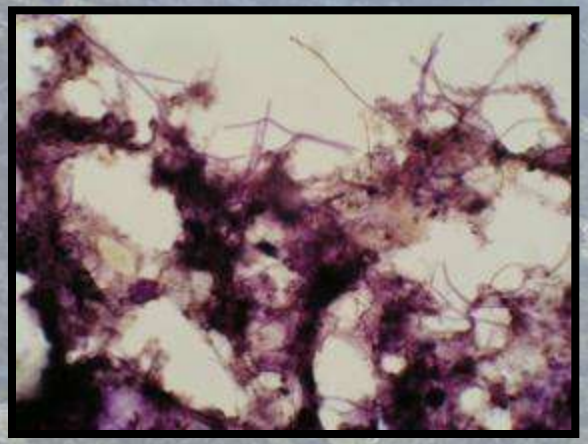
2. etapa

aglomeráty z cca 25 %

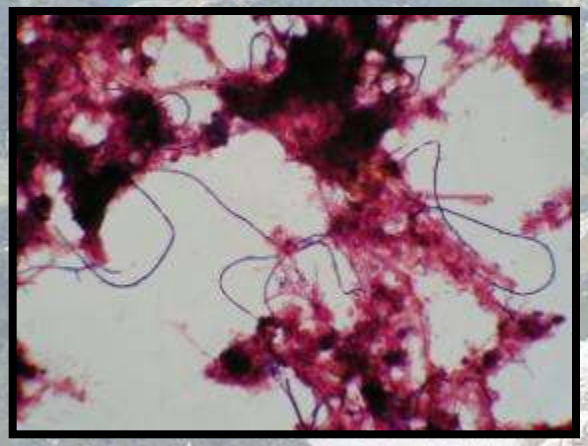
Mikroskopický obraz AK

vláknité mikroorganismy 1. etapa

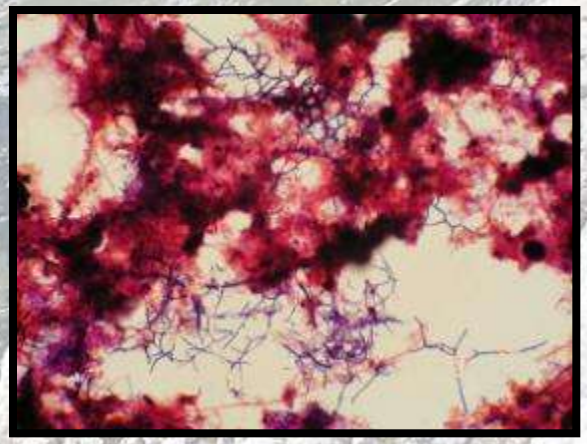
- **celková četnost VMO: 4 → 5**
- **dominantní vlákna: Typ 0092 (nízkozatěžovaný aktivační systém)**
- **přechodně dominantní vlákna: *Microthrix parvicella, GALO***
- **sekundární vlákna: Typ 0041/0675, Typ 1851**



• NS, Typ 0092, 750x, 5. 9. 06



• GS, *Microthrix parvicella*, 750x, 30. 8. 06

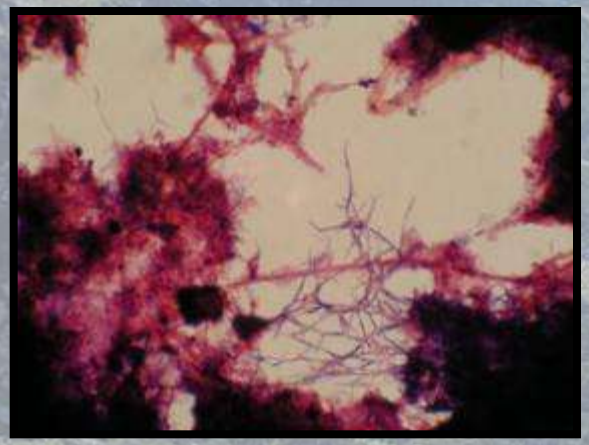


• GS, GALO, 750x, 25. 9. 06

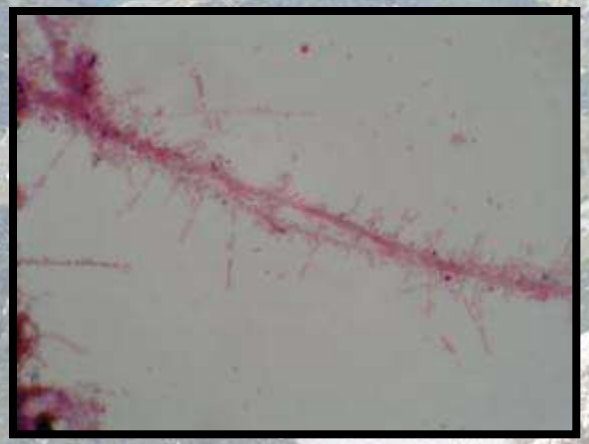
Mikroskopický obraz AK

vláknité mikroorganismy 2. etapa

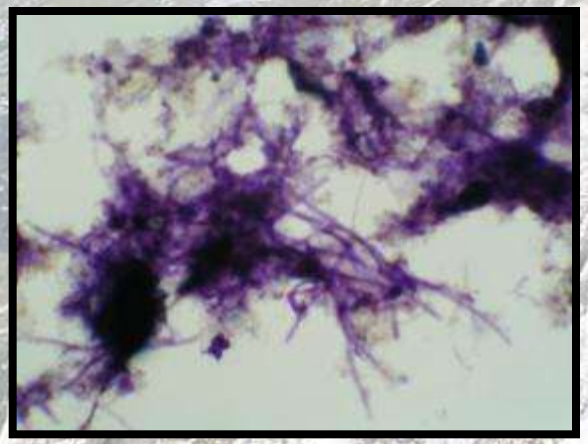
- **celková četnost VMO: 5**
- **dominantní vlákna: Typ 0092**
- **přechodně dominantní vlákna: GALO**
- **sekundární vlákna: *Nostocoida limicola*, Typ 0041/0675**



• **GS, GALO, 1250x, 20. 11. 06**



• **GS, Typ 0041/0675, 1250x, 5. 12. 06**



• **NS, Typ 0092, 1250x, 19. 12. 06**

Kvalita odtoku

Ø přítok. hodnoty [mg/l]	1. - 2. etapa
$CHSK_{Cr}$	392 (110 - 700)
ρ (N_{amon})	55
NL	179
pH	7,7

Ø Účinnost odstranění[%]	1. etapa	2. etapa
NL	100	100
N_{amon}	99	99
$CHSK_{Cr}$	86	95

odtok o vysoké kvalitě

Ø odtokové koncentrace [mg/l]	1. etapa	2. etapa
$CHSK_{Cr}$	40	17
ρ (N_{amon})	0,6	0,4
BSK_5	-	2

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE
ÚSTAV TECHNOLOGIE VODY A PROSTŘEDÍ

Závěr

- **NL zachyceny ze 100 %**
- **$CHSK_{Cr}$ na odtoku po ustálení provozu v 2. etapě < 25 mg/l, (Ø $CHSK_{Cr}$ = 17 mg/l)**
- **vysoká účinnost odstranění N_{amon} > 98 % v 2. etapě, (Ø odtok. N_{amon} = 0,4 mg/l)**

⇒ odtok vysoké kvality

- **SI (2. etapa) = 2 - 6 % (nízký rozsah separačních problémů)**
- **KI (2 .etapa) = 119 - 168 ml/g (kal „lehký“)**

Závěr

- c (ECP) = 60 - 80 mg/g, dominantní složky: HL (33 %), P (36 %)
- celková četnost VMO (1. etapa): 4 → 5
- celková četnost VMO (2. etapa): 5
- dominantní vlákno: Typ 0092 (otevřená struktura vloček)
- přechodně dominantní: GALO, *Microthrix parvicella*

Děkuji Vám za pozornost

Autoři děkují firmě **Esox DPC spol. s r.o.** za zprostředkování zapůjčení membrány a výroby modelu,

dále společnosti **ENVI-PUR s.r.o.** za vyrobení modelu a

Siemens Water Technologies za dodání membránového modulu Memcor.

Výsledky byly získány v rámci řešení výzkumného záměru MSM6046137308.