

21.01.2022-3:54 PM

**UMWELT GRENZENLOS – SYMPOSION UND EXKURSION
ABFALLWIRTSCHAFT & ABWASSER**

**Ljubljana, 24. – 25. September 2002
Grand Hotel Union, SI-1000 Ljubljana - Miklošičeva ulica 1**

23. September 2002

21.00 – 21.45 Flug Wien - Laibach

24. September 2002

PLENUM

Moderation: Leopold Lukschanderl – Bohmann Verlag

09.00 – 09.30

BEGRÜSSUNG

- KR Dr. Rudolf Bohmann, Aufsichtsratsvorsitzender Bohmann Verlag

ERÖFFNUNG

- Viktorija Potocnik, Bürgermeisterin der Stadt Ljubljana
- Dr. Michael Häupl, Bürgermeister der Stadt Wien

09.30 – 10.00

PRESSEKONFERENZ / KAFFEPAUSE

Moderation: KR Dr. Rudolf Bohmann, Aufsichtsratsvorsitzender Bohmann Verlag

- Viktorija Potocnik, Bürgermeisterin der Stadt Ljubljana
- Dr. Michael Häupl, Bürgermeister der Stadt Wien
- Prof. Dr. Ewald Nowotny, Vizepräsident der Europäischen Investitionsbank (EIB)
- OSR DI Peter Bortenschlager, Leiter der MA 48 – Abfallwirtschaft & GF der EbS

10.00 – 11.00

EU-ERWEITERUNG

- **Dr. Marko Notar, Direktor der Abt. für Umweltschutz, Stadtgemeinde Ljubljana**
Umweltschutz in der Stadtgemeinde Ljubljana
- **Marko Slokar, Staatssekretär, Ministerium für Umwelt, Raumplanung und Energie**
Nationale Umweltschutzpolitik - Strategie und Programme
- **Aleš Hočevar, Vizestaatssekretär, Amt der Republik Slowenien für EU-Angelegenheiten**
Umweltprojekte in Slowenien finanziert aus EU Mitteln
- **DI Gerhard Bayer, ÖGUT – Themenbereich Mittel- u. Osteuropa**
- Umweltdaten zu ausgewählten Ländern in den MOEL
- Umweltmarkt in den EU-Beitrittsländern: Stärken/Schwächen/Chancen/Risiken

11.00 – 12.30

FINANZIERUNG

- **Prof. Dr. Ewald Nowotny, Vizepräsident, Europäische Investitionsbank (EIB)**
Finanzierung von Umweltprojekten in Südosteuropa durch die EIB
- **Ljubo Žužek, Direktor, EKO SKLAD, j.s.**
Finanzierung von Umweltprojekten seitens Ekološko razvojnega sklada Republike Slovenije - des öffentlichen Fonds der Republik Slowenien
- **Dr. Gerhard Edelmann, Bank Austria AG**
Umweltfinanzierung aus der Sicht einer Kommerzbank
- **Mag. Michael Spitzer, Kommunalkredit Austria AG**
US Cross Border Leasing als innovative Finanzierungsquelle
- **Gesandte Mag. Stella Avallone, Bundesministerium für auswärtige Angelegenheiten**
Die Ostförderung des Bundesministeriums – Ziele und Schwerpunkte

Diskussion

12.30 – 13.30

MITTAGESSEN

13.30 – 18.30

WORKSHOPS inkl. KAFFEPAUSE

WORKSHOP I : Abwasser

Moderation: Mag. Christof Hahn – Bohmann Verlag

- **Anton Kranjc, Direktor, Öffentliches Unternehmen Vodovod & Kanalizacija d.o.o.**
Wasserwirtschaft in der Stadtgemeinde Ljubljana
Ausbau der Hauptkläranlage Zalog
- **DI Miklos Papp, EbS – Entsorgungsbetriebe Simmering**
Abwasserreinigung in Wien – Die Wiener Hauptkläranlage und deren Ausbau
- **SR DI Alois Smetacek, MA 30 - Wien Kanal**
Die Wiener Kanalisation
Die Verwaltung des Wiener Kanalnetzes in einem Kanalinformationssystem (KANIS)
- **Mitja Križaj, Bank Austria Creditanstalt d.d. Ljubljana Slowenien**
Finanzierung im Bereich Abwasser – Beispiel PPP Projekt mit Kranjska Gora
- **Aleš Lunder, Schönherr Rechtsanwälte OEG**
Rechtliche Rahmenbedingungen bei BOT- Projekten in Slowenien
- **DI Anita Winkler, Techn. Büro f. Kulturtechnik und Wasserwirtschaft**
Grundwasserschutz durch Altlastensanierung und –sicherung
- **Prof. Dr. Danijel Vrhovšek, Dr. Tjaša Bulc, Limnos d.o.o.**
Ökoremediation als Methode für den Schutz der Wasserökosysteme
- **DI Dr. Bernhard Mayr, EnviCare, Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik**
Neue Verfahrenstechniken im Abwasserbereich – Schwerpunkt Membrantechnik
- **DI Rauni Karjala, Grundfos Pumpen Vertrieb GesmbH**
Cost of Ownership in der Abwasserbehandlung
- **Josef Rabmer jun., Rabmer Bau und Installations GmbH**
NO DIG – Know-how im Bau
- **Mateja Mikec, MBA, Leiterin der Abteilung für ökologische Projekte, Petrol AG**
PPP auf dem Gebiet der Abwasserreinigung am Beispiel der Stadtgemeinde Maribor und der Gemeinde Murska Sobota

Nove procesne tehnike na področju odplak s poudarkom na membranski tehniki

Dipl. inž. dr. tehn. Bernhard Mayr

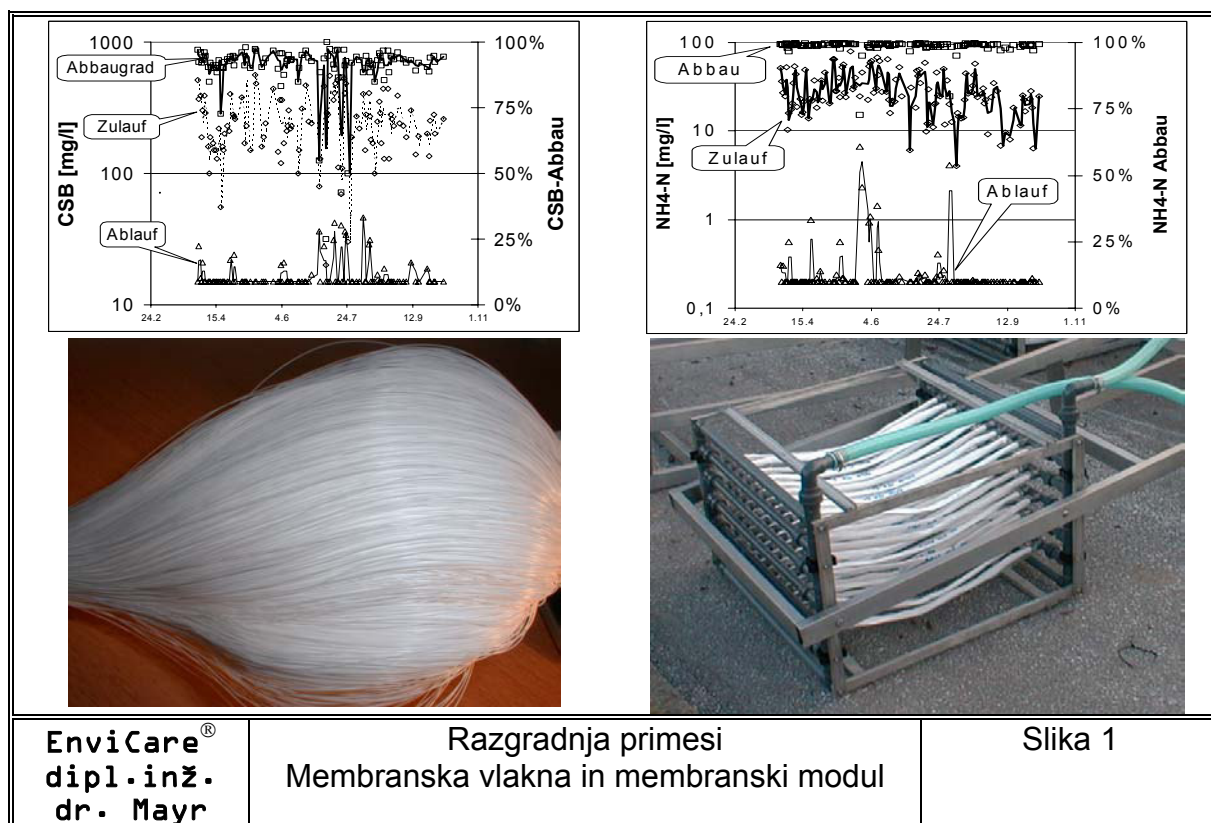
1 Membranski postopki aktiviranja mikroorganizmov pri komunalnih odplakah in odpadnih vodah iz živilske industrije

1.1 Študija 1: prilagoditev stare čistilne naprave – poskusno 30 PE

Rezultati so bili pridobljeni na poskusni napravi za čiščenje odplak s podporo membrane. Naprava je v glavnem sestavljena iz biološke stopnje s prekinjenim delovanjem potopljene membrane iz votlih vlaken, kot nadomestilo za sedimentno 2. stopnjo čiščenja.

Odtočna koncentracija karakteristik kemijske potrebe po kisiku (KPK) in amonija ($\text{NH}_4\text{-N}$) (glej sliko 1) je bila vedno, razen nekaj redkih "nenormalnih vrednosti", pod mejo detekcije fotometra, odjem škodljivih snovi se je vedno gibal na dosegljivem maksimumu. Nenormalne vrednosti je večinoma moč obrazložiti s posebnimi okoliščinami pri napravi (zaustavitev delovanja, poskusi).

Dosežene vrednosti so bile daleč pod zakonskimi zahtevami (75 mg/l)! Permeat dodatno izpolnjuje zahteve smernice EU o vodah, primernih za kopanje.



Spremembe dotočne koncentracije nimajo nobenega vpliva na kakovost samega poteka delovanja. Toksičnih učinkov ni bilo mogoče zaznati. Membranska biološka stopnja se zaradi optimalne adaptacije (visoka starost blata/mulja) odziva izredno robustno kar zadeva dovajanje stisnjene vode ali drugih gospodarskih odplak. Stopnje razgradnje se vedno gibljejo blizu možnega maksimuma.

Membrano kontinuirano čistimo tako, da s spodnje strani vpihavamo zrak in da lahko permeat ponovno stisnemo skozi membrano.

V poskusnem obdobju (marec - oktober 1998) ni bilo možno dokazati nobenih znakov poslabšanja filtracijske sposobnosti ali zmanjšanja mehanske stabilnosti membrane.

Kljub številnim posebnim poskusom, s katerimi bi lahko ocenili meje zmogljivosti (npr. povišanje koncentracije, največji pretok, rahljanje membrane itd.) je bilo zmanjšano zmogljivost možno odpraviti s čistilnimi postopki, ki so za to predvideni.

Praviloma je zadostovalo notranje izpiranje membranskih vlaken. Zunanje čiščenje je bilo potrebno izvesti le enkrat, ko so se zaradi poskusov višanja koncentracije – za določitev meje obremenitve je bila biomasa v filtracijskem tanku kar se da visoko koncentrirana (TS > 25 g/l) – pojavile mehansko stabilne obloge mulja na vlaknih modula.

Ob koncu poskusa smo modul odvzeli in optično ocenili. Barva membrane se je spremenila iz bele v lososovo. Ta sprememba barve pri napravi je verjetno pogojena z železovim sulfatom, ki ga v veliki napravi uporabljamo kot fosfatno oborilo, saj približno enako obarva mulj velike naprave in se odvečna gošča pred predčiščenjem odvede nazaj.

Membrana z votlimi vlakni in konstrukcija modula omogočata stroškovno ugodno rast zmogljivosti že obstoječih komunalnih čistilnih naprav.

1.2 Študija 2: prilagoditev lagunske čistilne naprave - 1.500 PE

V celovitem raziskovalnem projektu naj bi dokazali, da je pridobivanje pitne vode iz komunalnih odplak **tehnično in gospodarsko izvedljivo**.

Dodatno bodo prikazane prednosti za komunalne (lagunske) čistilne naprave, ki izhajajo iz uporabe inovativne tehnike ločevanja membrane.

Komunalna čistilna naprava občine St. Peter ob Judenburg v avstrijski Štajerski je bila izvedena v obliki lagune (slika 2) in ni dosegla zahtevane zmogljivosti čiščenja.

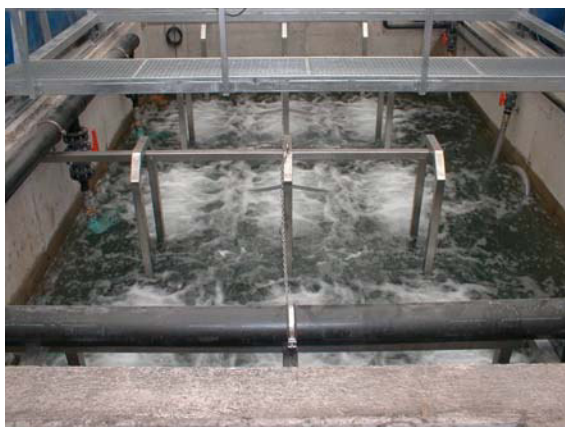


EnviCare®
dipl. inž.
dr. Mayr

Laguna pred adaptacijo

Slika 2

Membranska filtracija, ki jo uporabljamo pri tem projektu, je potopljena neposredno v že obstoječi betonski bazen (slika 3). Tako je mogoče **brez večjih gradbenih sprememb** zadovoljiti zakonsko določene cilje čiščenja.



EnviCare®
dipl. inž.
dr. Mayr

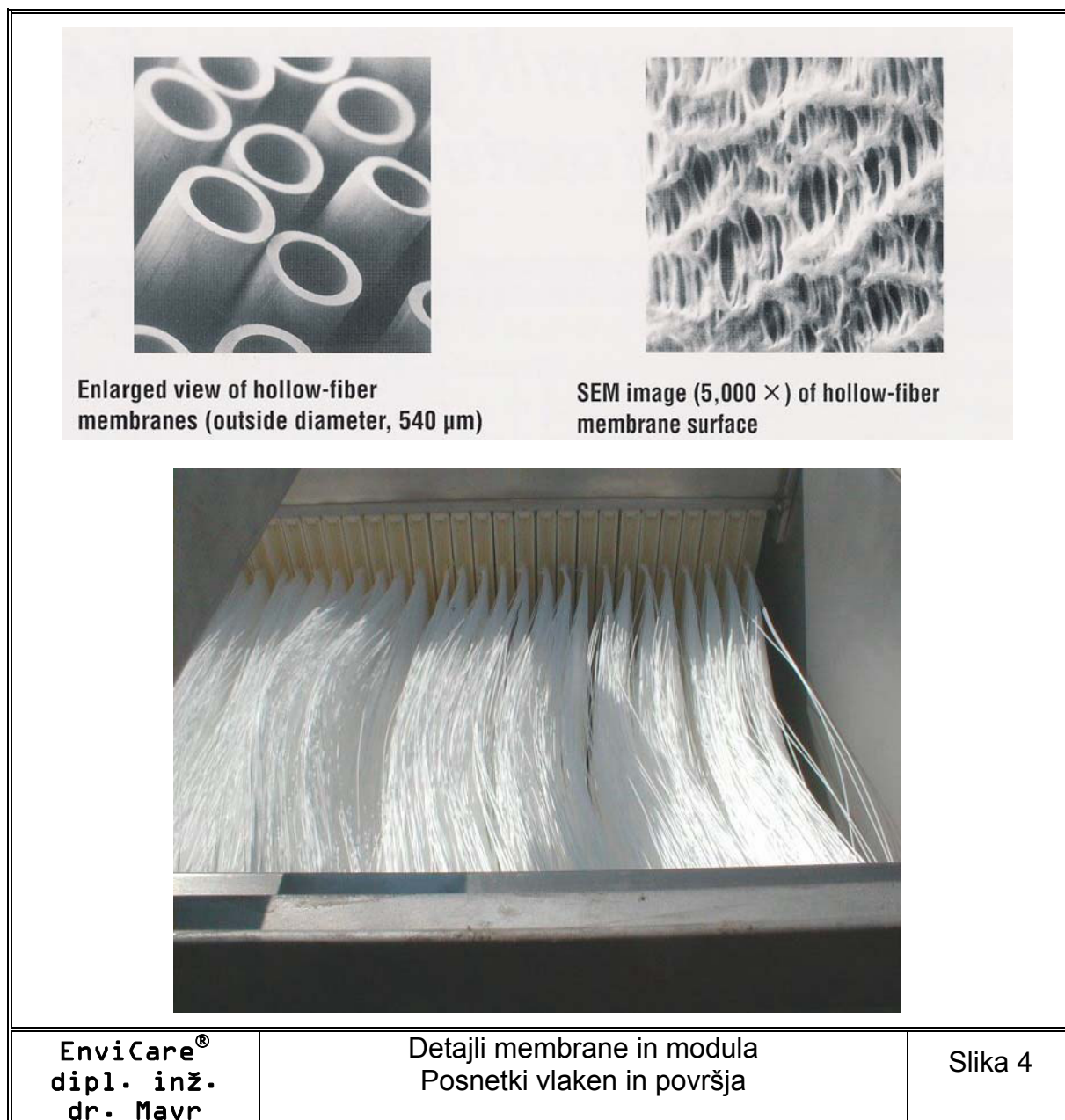
Membranski biološki reaktor in membranski modul

Slika 3

S popolnim zadržanjem klic in virusov na membrani smo trajno razbremenili okolje. V tej zvezi je potrebno opozoriti na smernico EU o vodah primernih za kopanje in na aktualno razpravo o učinku snovi, ki delujejo endokrino, oz. na vedno pogostejši

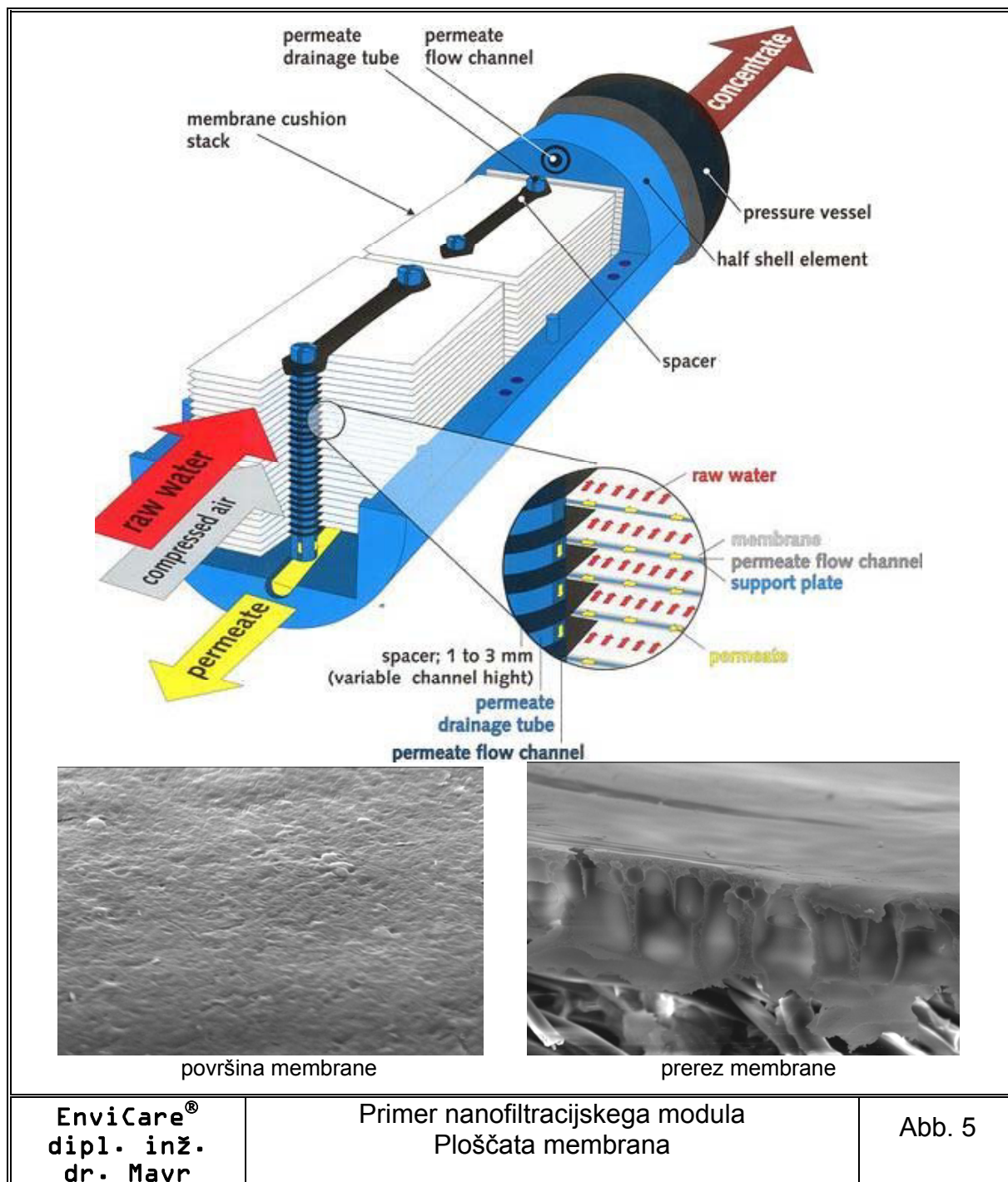
pojav v postopku čistilnih naprav - odpornost proti antibiotikom oz. na feminizacijo populacije rib!

Membrana (slika 4) deluje kot pregrada, skrbi za biološko vodenje ragnadnje in zagotavlja neoporečno kakovost odplak tudi v primeru okvare ali napake.



V prihodnosti bo ravno zaradi tega ta tehnologija še posebej uporabna na **kraških področjih**, pri senzibilnih usedalnikih ali pri povodju **kopalnih vod**. Lahko pa predstavlja tudi prvo stopnjo v procesu pridobivanja pitne vode.

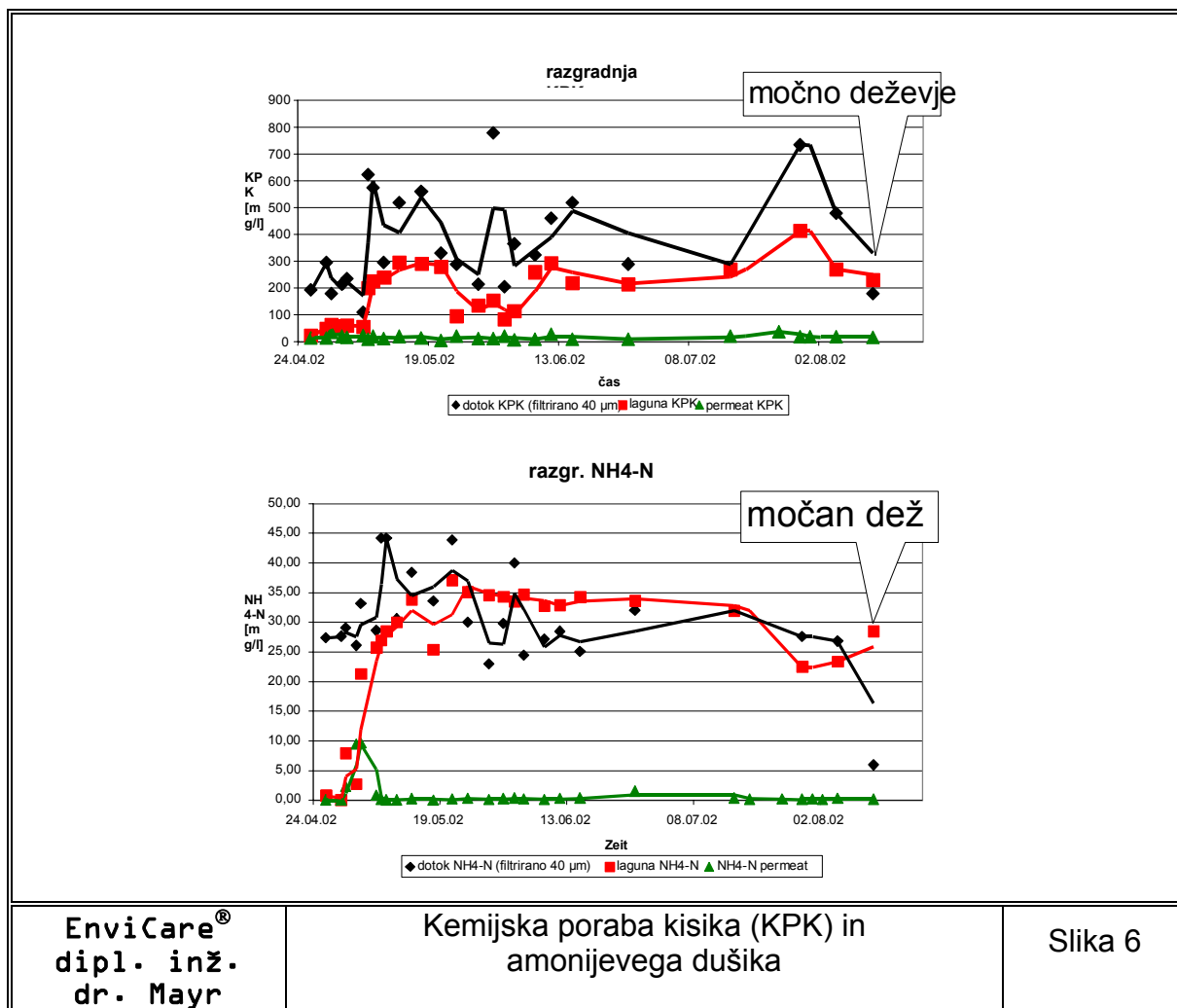
Neposredna povezava nanofiltracije (slika 5) s pridobivanjem visoko kakovostne uporabne vode brez klic omogoča zaradi dobre kakovosti odtoka od membranskega bioreaktorja stroškovno ugodno delovanje pri nizkem pritisku.



Rezultati delovanja

Vedno aktualni na domači strani www.envicare.at!

Celoten membranski biološki reaktor je pričel delovati aprila 2002, redne meritve pa dokazujejo odlično sposobnost čiščenja. To je tukaj prikazano s pomočjo parametrov kemijske porabe kisika (KPK) in amonijevega dušika (slika 6).



EnviCare®
dip. inž.
dr. Mayr

Kemijska poraba kisika (KPK) in
amonijevega dušika

Slika 6

2 **Predelava izcedne vode deponij s pomočjo reverzne osmoze**

Z novelo zakona o vodnem pravu iz leta 1990 so bile v Avstriji zakonsko uvedene višje zahteve pri čiščenju izcednih voda deponij. Do takrat so bile izcedne vode iz deponij večinoma odvedene v komunalne čistilne naprave brez kakršne koli obdelave in tam "obdelane" predvsem z razredčenjem z drugimi odplakami.

Sedaj je pri čiščenju potrebno med drugim upoštevati naslednja načela:

- ⇒ minimalno odlaganje sestavin odplak;
- ⇒ prioriteta preprečevanja odplak;
- ⇒ obdelava na samem kraju nastanka odplake;
- ⇒ ločeno zajetje – prepovedano mešanje.

Zakonske zahteve veljajo tako za neposredne iztoke (t.j. v vodovje), in pa za posredne iztoke (t.j. v kanalizacijo). Odmik od neposrednega do posrednega odvajanja se v prvi vrsti kaže pri parametrih za dušik in kemijsko potrebo po kisiku. Kemijska potreba po kisiku pa je vendarle tudi v primeru posrednega iztoka močno omejena, tako da je praviloma tudi tukaj potrebno vključiti napravo predčiščenja.

2.1 **Zakaj izbrati postopek reverzne osmoze?**

Tehnologija reverzne osmoze zadostuje gornjim zahtevam, saj

- zaradi goste membrane lahko praviloma skozi membrano prehajajo le raztopljene sestavine odplak, ki imajo molekulska teža < 100. Ravno tako membrana skoraj popolnoma zadrži soli in večvalentne ione. To zagotavlja minimalni vnos sestavin odplak.
- Drugo zahtevo po čim večjem preprečevanju odplak je potrebno obravnavati ločeno od obdelave in jo je predhodno potrebno rešiti s tehničnimi ukrepi na deponiji.
- S standardiziranim načinom izdelave zabojnikov so naprave reverzne osmoze zelo primerne za obdelavo na deponiji.
- V nasprotju z „obdelavo“ v komunalni čistilni napravi proizvedemo z reverzno osmozo prečiščeno vodo, ki jo je možno neposredno odvesti. Do mešanja z drugačnimi odplakami torej ne prihaja.

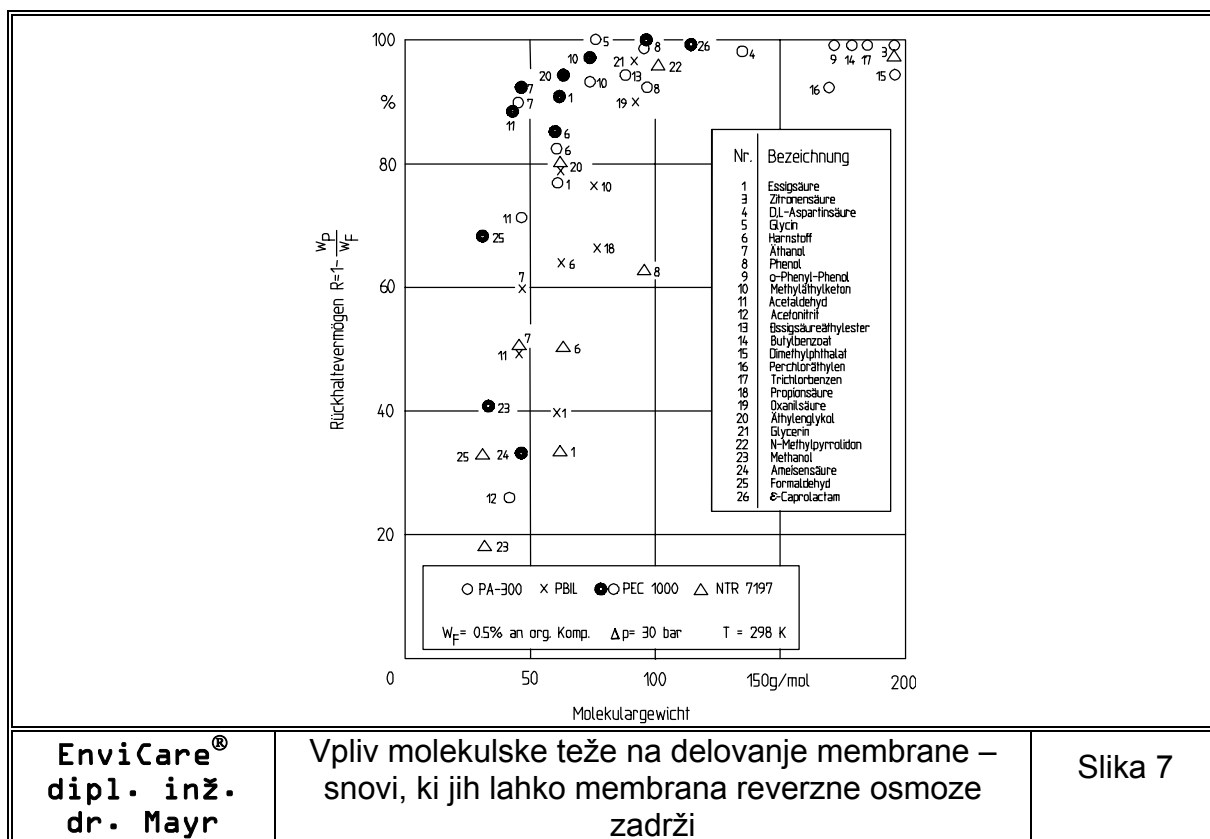
2.2 **Fizikalna predelava z reverzno osmozo**

V Avstriji najpogosteje uporabljamo ta postopek čiščenja izcednih voda deponij. Za to so odločilnega pomena naslednji razlogi:

- enake mejne vrednosti za težke kovine in AOX pri neposrednem in posrednem v toku. Ker zaradi bioloških in adsorpcijskih postopkov praviloma ne moremo zagotoviti eliminacije težkih kovin oz. upoštevanje mejnih vrednosti, je potrebno pri

ustrezno obremenjeni izcedni vodi uporabiti reverzno osmozo kot postopek ločevanja;

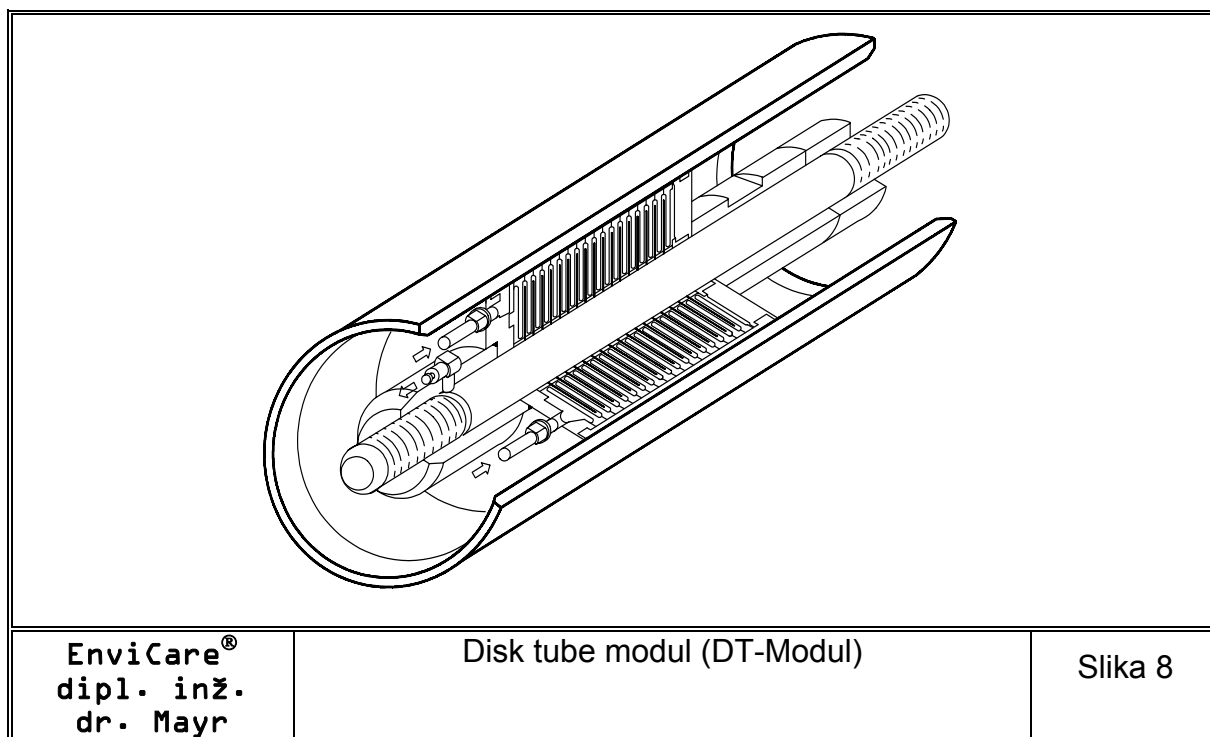
- zagotovljeno upoštevanje mejne vrednosti KPK v primeru posrednega vtoka s 75% biološko razgradljivostjo ali 200 mg/l pri alternativnih postopkih reverzne osmoze je iz tehničnega in finančnega vidika vsaj podobno zapleteno in nemogoče;
- pri neposrednem vtoku odpade pristojbina za iztok v kanal;
- majhna prostorska potreba, potrebni so samo minimalni gradbeni ukrepi;
- enostavni zagon oz. zaustavitev naprave, zaradi česar je možno kapaciteto optimalno prilagoditi vsakemu primeru;
- naprave so zgrajene modularno in jih je možno hitro razširiti;
- membrana deluje kot resnična prepreka za velike molekule (slika 7). To lahko predstavlja pomemben argument pri postopkih pridobivanja dovoljenj.



Če nadalje podrobno opazujemo vgrajene naprave reverzne osmoze, nam postane jasno, da naprave delujejo predvsem po načelu Disk-Tube (DT – slika 8).

Razlogi, ki govorijo v prid tej tehnologiji, so naslednji:

- naprave so v celoti predhodno montirane in dobavljene v zabojnikih. Gradbena dela na kraju samem so omejena na izgradnjo temeljev in izdelavo priključkov;
- DT-reverzno osmozo lahko v nasprotju s konvencionalnimi čistilnimi napravami v primeru spremenjenih okvirnih pogojev deinstaliramo in uporabimo na drugih krajih, ne da bi naprava pri tem utrpela kakršnokoli ali bi bil vložen kapital izgubljen;
- ta tehnika naprav omogoča delovni pritisk do 150 barov. To uporabljamo za omejevanje trenutnih količin koncentrata na do 12 % dotoka neprečiščene vode. Pri »navitih« in cevni modularnih napravah se nahaja meja zaradi delovnega pritiska (največ 60 barov) pri približno 25%.
- Postopek ponujamo kot sistemsko rešitev v **modelu upravljavca**. Tveganje za upravljavca deponije v primeru lastnega financiranja odpade. To prispeva k lažjemu sprejemanju.
- Naprave dosegajo stopnjo delovne razpoložljivosti do 90 % in več.



2.3 Kaj je potrebno upoštevati pri reverzni osmozi?

- Nujno potrebno je zadostno dimenzioniranje skladiščnih zmogljivosti, kot preventivni ukrep za prekinitve delovanja. V tej zvezi je potrebno upoštevati, da lahko izcedna voda preide v usedalnik samo preko membrane. To se lahko zgodi le v primeru pravilnega delovanja celotne naprave. Drugače povedano je zmogljivost omejena z vgrajeno površino; tudi kratkotrajna prekoračitev (kot je npr. poznano iz komunalnih čistilnih naprav) ni možna.

- Reverzne osmoze delujejo pri velikem pritisku in s skrajno občutljivo merilno in krmilno tehniko. Strokovni nadzor je torej nujen.
- Da bi dosegli ekonomsko sprejemljivo delovno razpoložljivost je ob zgoraj navedeni dobri oskrbi potrebno tudi ustrezno skladiščenje najpomembnejših obrabnih delov.
- Načrtovanje (in izračun stroškov) se mora ravnati po proizvedeni količini in kakovosti očiščene vode (permeata).
- Težave pri delovanju se lahko med drugim pojavijo zaradi:
 - nastanka klic zaradi bakterij (tudi pri permeatu);
 - napačnega odjemnega mesta v zbiralnem bazenu;
 - napačne izbire materiala membrane => mehanska, kemijska in biološka stabilnost;
 - nestrokovno izvedene ponovne obdelave koncentrata, zaradi česar lahko računamo s težavami z vonjem in kratkimi stiki (zbirka pravil);
 - slabo vzdrževanih merilnih naprav.

3 Povzetek

Membranska tehnika je že presegla fazo „zibelke“ raziskav in razvoja.

Potencial tega postopka čiščenja dokazujejo številni primeri uporabe čiščenja industrijskih odplak (farmacija in biokemija, izcedna voda iz deponij, proizvodnja živil) v preteklih 5 letih pa tudi predelava in ponovna uporaba komunalnih odplak.

Avtor:

Dipl. inž. dr. Bernhard Mayr

EnviCare® dipl. inž. dr. Mayr

Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik

A-8010 Graz, Wittekweg 9

Tel: +43 316 381038 –0

Faks: +43 316 381038 –9

e-pošta: office@envicare.at

internet: www.envicare.at