

II. évfolyam 1. szám

2011. február

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa
ISSN 2061-6392

Felelős szerkesztő: Bélafiné Dr. Bakó Katalin
Pannon Egyetem
Biomérnöki, Membrántechnológiai és
Energetikai Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
Tel.: 88-624 726
Fax: 88-624 292
E-mail: bako@almos.uni-pannon.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:
a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége:
Békássyné Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter,
Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula; valamint
Dr. Gubicza László (lektor) és Vajda Balázs (asszisztens)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 1- 201 6883
Fax: 1- 201 8056

TARTALOM

	oldal
Szép A., Kertész Sz., László Zs.: Húsipari szennyvíz tisztítása hibrid módszerrel	2
IWA konferencia Isztambulban	10
Pályázati felhívás	13
Műszaki Kémiai Napok'11 felhívás	14
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok	15

Húsipari szennyvíz tisztítása hibrid módszerrel

Szép Angéla, Kertész Szabolcs, László Zsuzsanna
Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet,
Szeged
szangela@mk.u-szeged.hu

Bevezetés

A húsipari szennyvizek igen nagy mennyiségű vért, állati fehérjét és zsírt tartalmaznak, ezért szükséges a teljes körű tisztítás mielőtt kiengedjük a fogadóba [1]. Ezek magas kémiai oxigénigényt okoznak, tehát különösen fontos a KOI (Kémiai Oxigén Igény) csökkentésének jelentősége. Húsipari esetekben a KOI értéke nyers szennyvizeknél kb. 3000-6000 mg/l-t is elérhet [2].

A nyomáskülönbségen alapuló membrános eljárásoknak számos előnye van a hagyományosan használt technológiákhoz képest: alacsony az energiafelhasználásuk, hőhatást, adalékanyag hozzáadást nem igényel, jó minőségű, tiszta végtermék érhető el. Ezen előnyös tulajdonságok következtében a hagyományos technológiákat helyettesítheti vagy kombinálva más technológiákkal hibrid rendszerként is működtethető [3-6].

Az élelmiszeriparban alkalmazott különböző tisztítási eljárások közül a nyomáskülönbségen alapuló membrános eljárásokhoz tartozó ultraszűrést (UF) választottuk ki. Ózonozási kísérleteket is végeztünk a szennyvíz szűrhetőségének javítására, valamint a kémiai oxigénigény csökkentésére.

Napjainkban a legnagyobb problémát a membrános műveletek alkalmazása során az eltömődés okozza, amelynek hatására a fluxus jelentősen lecsökken, gyengül a szeparációs művelet hatékonysága, végül le kell állítani az elválasztást, a membránt kitisztítani vagy újra cserélni kell, s az eljárást újra kezdeni [7]. Tehát az előkezelés általában szükséges a membránmodul előtt, máskülönben a membrán gyorsan eltömődik [8]. Munkánk célja volt vizsgálni

az ózonozás és membránszűrés együttes alkalmazhatóságát a húsipari szennyvizek tisztításában. Kísérleteink során arra kerestük a választ, hogy az ózonozással kombinált ultraszűréssel csökkenthető-e a húsipari szennyvizek által jelentett magas szerves anyag-terhelés, valamint vizsgáltuk, hogy az ózonozás hogyan hat a további szűrhetőségre, visszatartásra és a fluxusra.

Anyagok és módszerek

A kísérleteinkhez használt minta egy húszüzem szennyvizéből származik. A mintát dobszűrőt követően vettük, amely eltávolítja a szennyvíz 1 mm-nél nagyobb szennyeződéseit. A szennyvíz jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: A szennyvíz jellemzői

	Vezetőképesség [μS]	pH	Zavarosság [NTU]	KOI [mg/l]
betáplálás	997	8.64	171	620

Kísérleteink során először ózonnal kezeltük a szennyvizet, majd ultraszűrővel csökkentettük szerves anyag tartalmát.

Az ózont oxigénből állítottuk elő korona kisüléssel elven működő ózon generátorral. Az ózont folyamatosan buborékolattuk át egy 6 dm³-es reaktoron az ózonkezelés során. A kezelési idő 5, 10 és 20 perc volt, míg a térfogatáramot 1 és 3 dm³ min⁻¹ között változtattuk.

Ezt követően az ózonnal előkezelt mintát a Micellar-enhanced ultrafiltration (MEUF) elnevezésű membránszűrő berendezéssel szűrtük, amelybe egy 5 kDa-os regenerált cellulóz membránt helyeztünk el, melynek aktív szűrőfelülete 15 cm². A kísérletet szobahőmérsékleten végeztük el, és 4,5 bar nyomáskülönbséget alkalmaztunk. A betáplált szennyvíz minden esetben 200 cm³ volt, és a mérést addig folytattuk, amíg 100 cm³ permeátum le nem jött,

vagyis a sűrítési arány (VCF) 2 lett. A VCF meghatározása a következő egyenlettel történik:

$$VCF = V_b / V_c \quad (1)$$

Ahol a V_b a MEUF-ba betáplált oldat mennyiségét jelenti, míg a V_c a kísérlet végén maradt koncentrátum mennyiségét [9].

A permeátum fluxusát, azaz azt a térfogatot, amelyet a membrán egységnyi felülete egységnyi idő alatt átereszt, úgy határoztuk meg, hogy mértük a 10 cm^3 permeátum lefolyásához szükséges időt, amit utána könnyen konvertáltunk tömegárammá, melynek egysége: $\text{lm}^{-2}\text{h}^{-1}$.

A membrán szelektivitását és az eljárás hatékonyságát a visszatartással (R) szokták kifejezni:

$$R = \left(1 - \frac{c}{c_0}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

Ahol a c az oldott anyag koncentrációja a permeátumban [%] vagy $[\text{mg dm}^{-3}]$, míg a c_0 az oldott anyag koncentrációja a koncentrátumban [%] vagy $[\text{mg dm}^{-3}]$ [10].

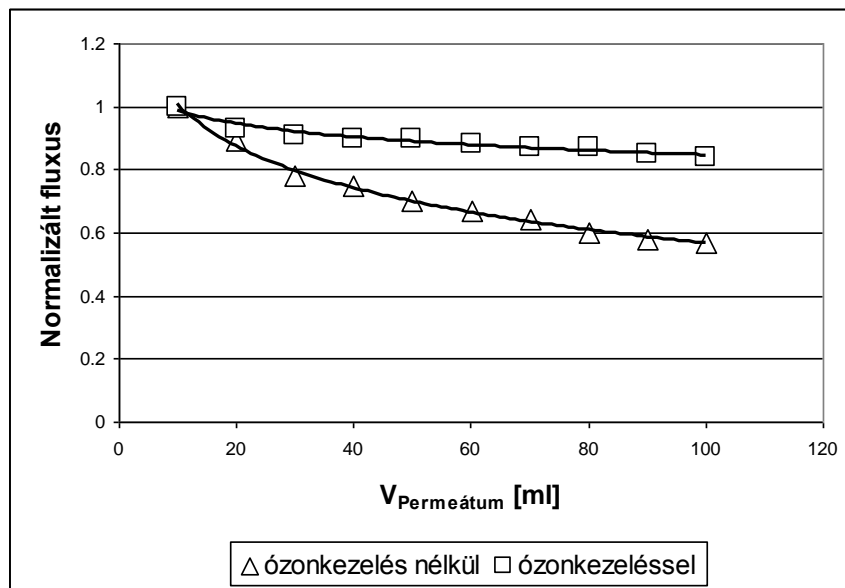
A mérés során folyamatosan mértük a betáplált szennyvíz, a permeátum és a koncentrátum KOI értékét és zavarosságát. A minták KOI tartalmát tesztcsövekkel (Lovibond, Germany) határoztuk meg egy PC CheckIt fotométer (Lovibond, Germany) segítségével. A zavarosságot Nephelometric zavarosságmérővel mértük és NTU-ban adtuk meg.

Eredmények és értékelésük

Munkánk során vizsgáltuk az ózonkezelés hatását az ultraszűrésre. A mintákat 5, 10 és 20 percig kezeltük ózonnal 1 és $3 \text{ dm}^3\text{min}^{-1}$ térfogatáramon,

ezt követően ultraszűrő membránnal szűrtük, hogy eltávolítsuk a kolloid és szerves anyagokat. Az eljárás hatékonyságának meghatározásához mértük a permeátum fluxusát, a membrán visszatartását valamint a szennyvíz KOI értékét és zavarosságát.

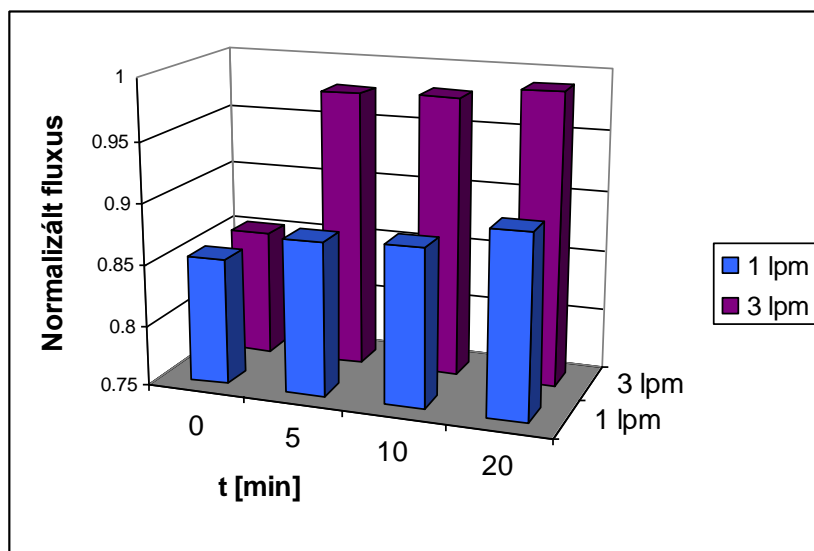
Az 1. ábrán hasonlítottuk össze a normalizált fluxus értékeket (a mérés során mért fluxus viszonyítva a tiszta víz fluxusához) ultraszűrés során ózonos előkezeléssel és anélkül. A hagyományos ultraszűrés (ózonos előkezelés nélkül) során a permeátum fluxusa élesebben csökkent, kb. a tiszta víz fluxus 60 %-áig. A hibrid eljárás során egy kezdeti csökkenést követően a fluxus nem csökkent tovább a tiszta víz fluxus 85 %-ánál. Ennek oka, hogy az ózon a nagy méretű molekulák darabolását okozta, melynek következtében azok könnyebben átjuthattak a membránon, ezáltal növelve a fluxust.



1. ábra: A permeátum fluxusa ózonos előkezeléssel és anélkül

A 2. ábrán láthatók a normalizált fluxus értékei az ózon kezelési idejének és a beállított térfogatáramnak a függvényében. Magasabb térfogatáramon magasabb fluxus értékeket kaptunk és a kezelési idő növelésével is folyamatosan nőttek a fluxusok. A legnagyobb fluxusokat a leghosszabb kezelési idő és a legmagasabb

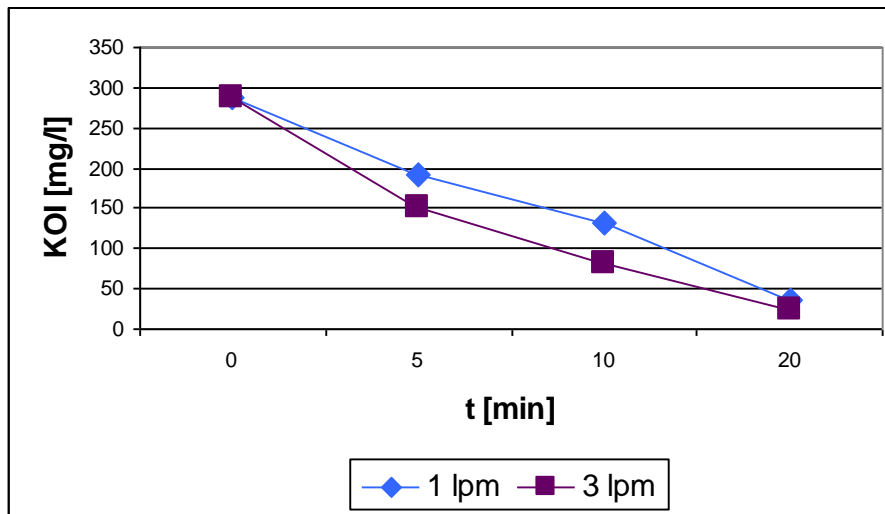
térfogatáram esetében mértük. Tehát magasabb térfogatáramon és hosszabb ideig történő kezelés során jobban érvényesül az ózon daraboló hatása, melynek következtében nő a fluxus.



2. ábra: A fluxus változása az ózonkezelés hatására

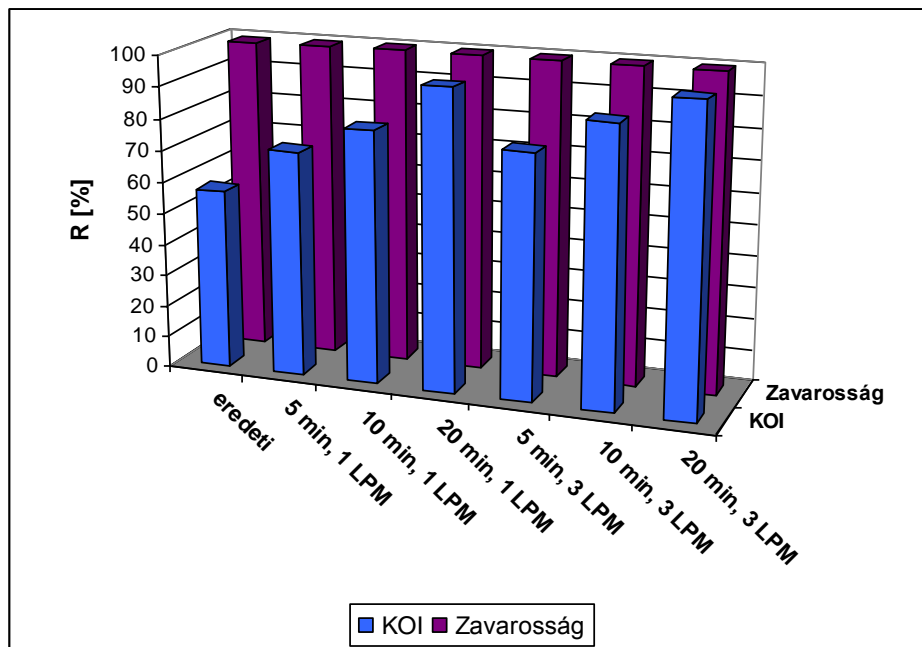
A 3. ábrán hasonlítottuk össze az ultraszűrés permeátumának KOI értékeit az ózonkezelés idejének függvényében. Az eredmények azt mutatják, hogy az ózonos előkezelés hatására a KOI értékek jelentősen csökkentek, és minél hosszabb ideig kezeltük ózonnal, annál jobban csökkent a KOI. A magasabb térfogatáram további csökkenést okozott, de nem szignifikáns mértékűt. A KOI visszatartása nőtt, ahogy növeltük az ózonos előkezelés idejét és térfogatáramát. Megfigyelhető, hogy az ózonkezelés idejének jelentős hatása van a KOI-ra, míg a térfogatáramnak nem számottevő.

Az eredmények azt mutatják, hogy a KOI értékét sikerült a törvényileg meghatározott 150 mg/l-es KOI határérték alá csökkenteni, tehát beengedhető a felszíni vizekbe. 5 perces ózonkezelés után még a határérték fölött volt a permeátum KOI értéke, azonban a 10 és 20 perces ózonkezelés után határérték alá csökkent ez az érték.



3. ábra: A KOI változása a permeátumban az ózonos előkezelés hatására

A 4. ábrán láthatók az ultraszűrő membrán visszatartási értékei KOI-ra és zavarosságra nézve.



4. ábra: Ózonkezelés hatása a visszatartásra

A legmagasabb, 96,2 %-os KOI visszatartást a 20 percig tartó $3 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$ térfogatáramon történő ózonos előkezelést követően kaptuk, ami megfelel a

permeátumban mért legalacsonyabb KOI értéknek (25 mg/l). A lebegőanyag és kolloidok eltávolítását mutatja meg a zavarosság értéke, amelyre a visszatartás értéke minden esetben 99% felett volt.

Összefoglalás

Munkánk során húsipari szennyvíz tisztítását tűztük ki célul hibrid módszerrel: ózonos előkezelést követő ultraszűréssel. A mérési eredmények alapján a következőket sikerült megállapítani:

1. A membránszűrés és az előózonozás kombinációjával kezelt szennyvíz KOI értékét sikerült a határérték alá csökkenteni, tehát felszíni vizekbe bevezethetővé tenni. A 20 percig tartó $3 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$ térfogatáramon történő ózonos előkezelést követően kaptuk a legjobb eredményeket. 96,2 %-os visszatartást sikerült elérni a KOI-ra, zavarosságra pedig 99%-t, ami azt jelenti, hogy a permeátumban mért KOI érték 25 mg/l.
2. A hagyományos ultraszűrés (ózonos előkezelés nélkül) fluxus értékeit összehasonlítva hibrid eljárás során mért fluxusokkal azt tapasztaltuk, hogy az ózonos előkezelés hatékonyan növelte a szűrés fluxusát (a vízfluxus 85% -ra). Ennek oka, hogy az ózon a nagyméretű molekulákat szétdarabolta, ezáltal növelve a fluxust.
3. Az ózonos előkezelés során a kezelési időnek sokkal jelentősebb hatása volt a szűrés hatékonyságának növelésére, mint a térfogatáramnak.

Kísérleteink bizonyították, hogy a hibrid módszerek sikeresen alkalmazhatóak a húsipari szennyvizek szennyezőanyag tartalmának határérték alá csökkentésére.

Irodalomjegyzék

1. J. Bohdziewicz, E. Sroka, *Process Biochemistry*, 2005, 40, 1339–1346.
2. E. Sroka, W. Kamfliski, J. Bohdziewicz, *Desalination*, 2004, 162, 85-91.
3. C. In-Soung, L. Sang-Soon., C. Eun Kyung, *Desalination*, 2009, 235, 110-121.
4. Bélafiné Bakó K.: Membrános műveletek, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002
5. Zs. László and C. Hodúr, *Desalination*, 2007, 206, 333–340.
6. Bélafiné Bakó K.: Legújabb membrántechnikák és alkalmazásaik, *Magyar Kémikusok Lapja* 2006, 61, 145-152.
7. Sz. Kertész, Zs. László, Zs.H. Horváth, C. Hodúr, *Desalination*, 2008, 221, 303–311.
8. Y. Shu-Hai, T. Dyi-Hwa, H. Wei-Chun, *Desalination*, 2007, 202, 224–230.
9. Sz. Kertész, J. Landaburu-Aguirre, V. García, E. Pongrácz, C. Hodúr, R. L. Keiski, *Desalination and Water Treatment*, 2009, 9, 221–228.
10. Zs. László, Sz. Kertész, S. Beszédes, Zs. Hovorka-Horváth, G. Szabó, C. Hodúr, *Desalination*, 2009, 240, 170-177.



**International
Water Association**

**IWA MTWR 2010
IWA Regional Conference and Exhibition
on Membrane Technology and Water Reuse
2010. Október 18-22.**

A 2010-es IWA szervezésű Membrános Konferencia és Kiállítás helyszíne a törökországi, 12 millió lakosú, 'kelet kapujának' is nevezett Isztambul volt. A Konferencia helyszínéül a 2009-es építésű Isztambuli Konferencia Központ szolgált (1. ábra), melyben a 40 perces plenáris előadások egy óriásteremben (2. ábra), majd a három párhuzamos szekcióülések előadásai 15 percben zajlottak.

A konferencia első napján a regisztrációt és a nyitóbeszédeket (Roger Ben Aim, Chung-Hak Lee, Valentina Lazarova, In S. Kim, Gary Amy, Mark Wiesner, Izzet Ozturk, Veysel Eroglu, Abdulmonem Elhassadi) követően négy magas színvonalú plenáris előadást hallhatott a nagyérdemű:

- 1) Hassan Z. Sarikaya (Törökország Környezetvédelmi Minisztere): A szennyvíztisztítás jelene és jövője Törökországban,
- 2) Jörg Drewes (USA): Iható víz előállítása, visszaforgatása
- 3) Matthias Wessling (Németország): Valósídejű eltömődés jellemzése
- 4) Amy Childress (USA): RO és alacsony nyomású RO összehasonlítása



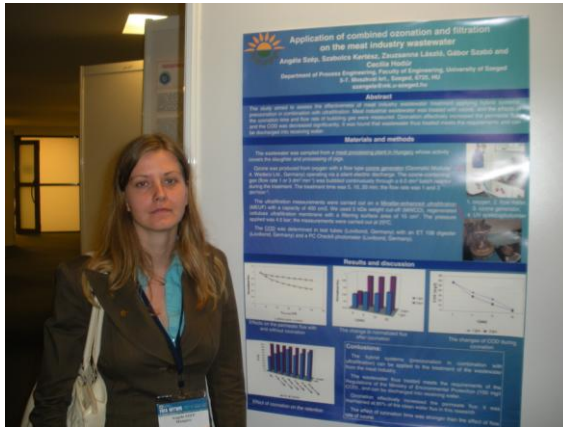
1. ábra A helyszínül szolgáló Kongresszusi Központ

A mintegy 300 résztvevő közül angol nyelvű 15 perces előadást 124 fő, poszter bemutatást pedig 113 fő tartott. Az előadások a következő szekciók között oszlottak meg:

- ✓ Víz tisztítása membrános eljárásokkal
- ✓ Membrán bioreaktorok (MBR)
- ✓ Új membrán alapanyagok
- ✓ Membrán alapú sótalánítási eljárások
- ✓ Ipari szennyvíztisztítás
- ✓ Szennyezőanyagok eltávolítása membrános eljárásokkal
- ✓ Membrán eltömődés és csökkentés
- ✓ Hibrid eljárások alkalmazása

A magyarok egy poszterrel és egy előadással képviselték magukat a következő kutatókkal:

- ✓ Szép Angéla (2. ábra) (Application of combined ozonation and filtration on the meat industry wastewater, további szerzőtársak: Kertész Szabolcs, László Zsuzsanna, Szabó Gábor, Hodúr Cecília: Szegedi Tudományegyetem) és
- ✓ Kertész Szabolcs (3. ábra) (Oily wastewater separation by ultrafiltration, további szerzőtársak: Erbası Engin, László Zsuzsanna, Hovorkáné Horváth Zsuzsanna, Szabó Gábor, Hodúr Cecília: Szegedi Tudományegyetem)

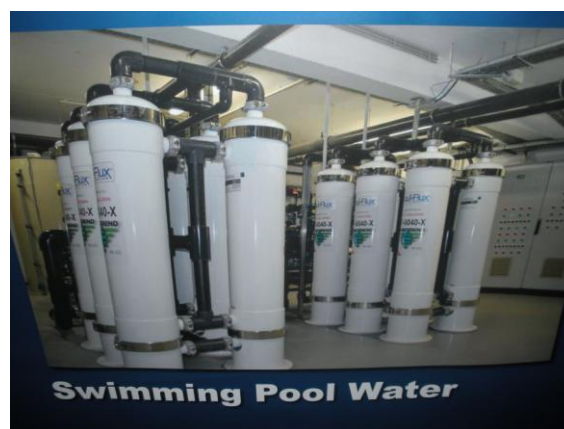


2. ábra Poszter bemutatása



3. ábra Előadás óriáskivetítőn

A konferencia mellett (Ab-i Hayat) 'A víz jelentősége és kultúrája Isztambulban' című kiállítás is megtekinthető volt. További kiállításként különböző membrángyártók (Istac Co., Va Tech Wabag GmbH., Toray Membrane Europe Ag., Artas, Inge Water Technologies Ag., Ökotec, Microdyn Nadir, Mem-Tek, Norit X-Flow, Nalco, Adell, Koch Chemical Tech. Group Ltd., Incekaralar, Mempa, ISKI, Huber Se., CDM Inc., Membrana GmbH., Ceküd, Berghof, Hydranautics) mutatták be ipari méretű moduljaikat, melyek között a német Liqui-flux ultraszűrő modulokat gyártó cég referenciaként a Magyarországi Sárvári Uszoda vizének tisztítását szemléltette az egyik poszterén (4. ábra).



4. ábra Sárvári víztisztító modulok

Isztambul a Boszporusz és a Márvány-tenger két oldalán terül el. Területileg ugyan csak kisebb része van Európában, mégis európai városnak tartják. Különleges fekvése, római kori, bizánci és oszmán építészeti emlékei, valamint a múzeumaiban és palotáiban fellelhető művészi alkotások révén a turisták egyik igen kedvelt úticélja. Rengeteg látnivaló van Isztambulban, a legfontosabbak: -a keresztény Haga Sophia templom (5. ábra) -Kék Mecset, -Dolmabahce-palota, -Galata-torony, -Ciszterna bazilika, -Topkapi szeráj és a Yedikule (Héttorony).



5. ábra Haga Sophia



6. ábra Török fekete tea

Isztambult egyedivé teszi a dugókban várakozó, folyton dudáló autók zaja, időről időre imára hívó müezzinek hangja, portékákat kiabálva kínáló árusok zsidongása és a híres török tea (6. ábra) és kávé illata.

Kertész Szabolcs
Tudományos Munkatárs
SZTE, Mérnöki Kar
Folyamatmérnöki Intézet
6725 Szeged, Moszkvai krt 5-7,
E-mail address: kertesz@mk.u-szeged.hu
Tel.:+3662546512

Szép Angéla
Gyakornok
SZTE, Mérnöki Kar
Folyamatmérnöki Intézet
6725 Szeged, Moszkvai krt 5-7,
E-mail address: szangela@mk.u-szeged.hu
Tel.:+3662546512

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztálya pályázatot hirdet a Rogowoban (Lengyelország) 2011. szeptember 11. és 16. között megrendezésre kerülő XXVIII. Membrános Nyári Egyetemen való részvétel támogatására.

Pályázatot nyújthat be minden 30 év alatti, az angol nyelvet legalább középfokon beszélő fiatal szakember, (egyetemi vagy Ph.D. hallgató, fiatal kutató...), akinek további tanulmányaihoz elengedhetetlenül fontos a membrántechnológia mélyebb ismerete. A pályázat tartalmazza:

- a pályázó adatait (név, lakcím, szül. hely, idő, végzettség, nyelvismeret, munkahelyi cím, telefon, fax, e-mail cím...)
- rövid (max. 10 sor) indoklást, hogy miért szeretne részt venni a rendezvényen
- reális költségvetést a várható kiadásokról s egyéb forrásokról
- szakmai önéletrajzot, különös tekintettel a "membrános" kapcsolatokra
- publikációs listát

A pályázatokat postai vagy elektronikus úton kérjük benyújtani a következő címre:

Bélafiné dr. Bakó Katalin
PE MK Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
bako@almos.uni-pannon.hu

Benyújtási határidő: 2011. április 15. (a postabélyegző legkésőbbi dátuma).

A benyújtott pályázatokat a Membrántechnikai Szakosztály vezetősége fogja elbírálni. A pályázatokra elkülönített összesen 100.000,- Ft-ot elosztjuk a 2 legsikeresebb pályázó között. A támogatást a nyertesek munkahelyére fogjuk átutalni. A szakosztály fenntartja magának a jogot, hogy nem megfelelő szintű pályázatok esetén a támogatást visszatartsa.

A pályázat eredményét az újság következő számában tesszük közzé.

A nyerteseket május 15-ig értesítjük. A pályázat két nyertese vállalja, hogy nevüket nyilvánosságra hozzuk, s a Nyári Egyetemről beszámolót készítenek, melyet lapunk megjelentet. A támogatás felhasználásáról a rendezvényt követően költségelszámolást (számlákat) kérünk.

MŰSZAKI KÉMIAI NAPOK'11

címmel

a PE MIK Műszaki Kémiai Kutatóintézet

konferenciát szervez

2011. április 27-29. között

Veszprémben

a VEAB Székházban (Vár u. 37.)

A konferenciára a mellékelt jelentkezési lapon lehet jelentkezni legkésőbb

2011. március 18-ig.

A részvételi díj: 35.000 Ft + ÁFA

PhD hallgatók részére: 15.000 Ft + ÁFA

A részvételi díj a szervezési költséget, terembérlési díjat, technikai eszközök bérleti díját és a kiadvány árát is tartalmazza.

Az **előadások időtartama** diskuszióval együtt **20 perc.**

Kérjük, hogy a konferencián prezentálni kívánt előadások összefoglalóját vagy teljes szövegét a konferencia kiadványban történő közlés céljából szíveskedjenek a mellékelt formai követelményeknek megfelelően - a jelentkezéssel egy időben - legkésőbb 2011. március 19-ig elküldeni a ria@almos.uni-pannon.hu e-mail címre.

Fontos: A jelentkezési lap cégszerűen aláírva kizárólag postai úton küldhető vissza! (A PE résztvevőitől témaszámot is kérünk!)

**Postai cím: PE Műszaki Kémiai Kutatóintézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.**

Parkolási lehetőségek: A szállodáknak általában zárt parkolójuk van, kivéve a VEAB Székházat. Azoknak a résztvevőknek, akik csak egy napra jönnek, ajánljuk, hogy megérkezésükkor azonnal vegyék igénybe az Egyetem I épületének parkolóját (Egyetem u. 10.), ahol ugyan sorompó van, de a Műszaki Kémiai Napok konferenciára történő hivatkozással be lehet hajtani. Utána egy kellemes sétával fel lehet jönni a Várba.

Információk:

Bokrossy-Csiba Mária

Telefon: (88)-624-039

Fax: (88)-624-038

E-mail: ria@almos.uni-pannon.hu

Veszprém, 2010. január 31.

MKN'11
Szervező Bizottsága

KÖZELGŐ MEMBRÁNOS KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Filtration and Separation Technologies, FILTECH 2011

2011. március 22-24, Wiesbaden, Németország

További információ:

web: <https://www.filtech.de/FiltechSiteNG/register.action>

5th Conference for Young Researchers and PhD Students, ERIN 2011

2011. április 13-16, Tatranská Kotlina – Vysoké Tatry, Szlovákia

További információ: web: www.erin.sk

33rd Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals

2011. május 2-5, Seattle, WA USA

További információ: web: www.simhq.org/meetings/sbfc2011/index.asp

National Biotechnology Conference, 2011 AAPS

2011. május 16-18, San Fransisco, USA

További információ: web: www.aapspharmaceutica.com/nationalbiotech

10th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors, ICCMR10

2011. június 20-24, Szentpétervár, Oroszország

További információ: web: <http://www.iccmr10.com>

International Conference on Membrane and Membrane Processes 2011, ICOM2011

2011. július 23-29, Amszterdam, Hollandia

További információ: web: <http://www.icom2011.org>

International Scientific Conference on Pervaporation, Vapor Permeation and Membrane Distillation, PV VP MD Conference

2011. szeptember 8-11, Torun, Lengyelország

További információ: web: <http://www.pv.chem.umk.pl>

Implementation of membrane technology in industry, IMeTI

2011. szeptember 9-10, Szófia, Bulgária

További információ: web:

EMS Membrane School, EMS

2011. szeptember 11-16, Rogowo, Lengyelország

További információ: web: <http://www.pv.chem.umk.pl>

8th European Congress of Chemical Engineering, ECCE2011

2011. szeptember 25-29, Berlin, Németország

További információ:

web: http://ecce2011.de/index.php?id=31&site=ecce_media&lang=en

1st European Congress of Applied Biotechnology, ECAB

2011. szeptember 25-29, Berlin, Németország

További információ: web: <http://ecab2011.eu>

6th IWA Specialist Conference on Membrane Technology for Water & Wastewater Treatment, 6th IWA Membran

2011. október 4-7, Aachen, Németország

További információ: web: www.iwa-mtc2011.org

17th Annual BIO Europe 2011

2011. október 31 – november 2, Düsseldorf, Németország

További információ: web: <http://www.ebdgroup.com/bioeurope/index.php>

11th World Filtration Congress, WFC 11

2012. április 16-20, Graz, Ausztria

További információ: web: <http://www.wfc11.org>

Euromembrane 2012

2012. április 8-13, London, Egyesült Királyság

További információ: e-mail: a.livingston@imperial.ac.uk