



Ministerul Educației Nationale  
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași  
ROMÂNIA

Adresa: Prof.dr.doc. Dimitrie Mangeron, nr.67, 700050, Iași  
Tel: 40 232 212 322 Fax: 40 232 211 667  
[www.tuiasi.ro](http://www.tuiasi.ro); e-mail: [rectorat@staff.tuiasi.ro](mailto:rectorat@staff.tuiasi.ro)



## RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC

### ETAPA DE EXECUTIE NR. 3 (2014)

*PROIECT WATUSER, contract PNII nr. 60/2012*

ETAPA 3 - Studii privind minimizarea impactului și riscului prin procese inovative de tratare a apei (eliminarea nitriților, nitraților și compuși organici naturali)/ procese inovative de epurare avansată a apelor uzate. Proiectarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei. Studii la scară pilot asupra minimizării impacturilor și riscurilor în tratarea apei/ epurarea apelor uzate pentru reutilizare



Website:

<http://www.ch.tuiasi.ro/cercetare/parteneriate/watuser/Home.htm>

#### CUPRINS

Colectivul de lucru al Etapei 3.....	2
Rezumatul etapei.....	3
Activitatea 3.1 Aplicarea unui proces de reducere/ electroreducere la scară de laborator pentru eliminarea nitriților și nitraților din soluțiile apoase .....	3
Activitatea 3.2 Eliminarea compușilor organici naturali prin oxidare/ electrooxidare utilizând electrod de diamant dopat cu bor .....	3
Activitatea 3.3 Evaluarea comparativă a proceselor clasice/ electrochimice avansate inovative....	4
Activitatea 3.4 Proiectarea sistemului pilot pentru tratarea apei. Proiect tehnologic pentru sistemul de tratare a apei la scară pilot.....	6
Activitatea 3.5 Studiul proceselor combinate de membrane și oxidare catalitică ca treaptă terțiară pentru reutilizarea apelor uzate municipale.....	9
Activitatea 3.6 Proiectarea unui sistem pilot pentru reutilizarea apei uzate.....	12
Activitatea 3.7 Dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei.....	13
Activitatea 3.8 Realizarea unui sistem la scară pilot pentru tratarea apei. Sistem pilot pentru tratarea apei.....	15
Activitatea 3.9 Realizarea unui sistem la scară pilot pentru epurarea avansată a apelor uzate municipale în vederea reutilizării.....	15
Activitatea 3.10 Testarea sistemului pilot (pentru epurarea avansată).....	18
Activitatea 3.11 Studiul de fezabilitate pentru transpunerea la scară industrială a tehnologiei de epurare avansată a apelor uzate.....	18
Activitatea 3.12 Implementarea și testarea unui sistem integrat de monitorizare la nivelul operatorilor regionali de apă.....	19
Diseminarea rezultatelor.....	21

### **Colectivul de lucru al Etapei 3**

#### **COORDONATOR Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (CO)**

Prof.dr.ing. Carmen Teodosiu

Prof.dr.ing. Florina Ungureanu

Conf.dr.ing. Cezar Catrinescu

Conf dr.ing. Brindușa Robu

Şef.lucr.dr.ing. George Bârjoveanu

Şef lucr.dr.ing. Alexandru Archip

Asist.dr.ing. Daniela Căilean (Gavrilescu)

Dr.ing. Daniela Arsene (Fighir)

Dr.ing. Simona Ene (Popa)

Drd.ing. Andreea Chelba

Dr.chim. Ioana Dăscălescu

#### **PARTENER 1 Universitatea Politehnica Timișoara, P1**

Conf.dr.ing. Florica Manea

Prof.dr.ing. Rodica Pode

Dr.ing. Aniela Pop

Drd.ing. Anamaria Baci

Drd.ing. Agnes Jakab

#### **PARTENER 2 SC AQUATIM SA Timișoara, P2**

Dr.ing. Ilie Vlaicu

Dr.ing. Katalin Bodor

Dr.ing. Adina Pacala

Dr.ing. Diana Landi

Ing. Bogdan Murariu

Ing. Cristian Pacurar

Ing. Mihai Grozavescu

Ec. Claudia Benghia

#### **PARTENER 3 SC APAVITAL SA Iași**

Dr.ing. Dan Popovici

Drd.ing. Orest Trofin

Biol. Ioana Redniciuc

Dr.ing. Virginia Catrina

Ing. Rozica Casian

Ec. Gabriela Masalagiu

## Rezumatul etapei

Etapa III a proiectului WATUSER a presupus desfășurarea a 12 activități, cu accent asupra activităților în cadrul parteneriatului de tip instituție academică-partener de tip întreprindere. Astfel, au fost continuate o parte dintre studiile la scară de laborator de către Coordonator Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași și de către Partenerul 1 (Universitatea Politehnică Timișoara) pentru procesele de epurare avansată a apelor uzate în vederea recirculării/reutilizării și respectiv de tratare a apei, urmate de implementarea la scară pilot la partenerii SC APAVITAL SA, Iași și respectiv SC AQUATIM SA, Timișoara. De asemenea, în cadrul acestei etape a fost dezvoltat și testat un sistem integrat de monitorizare conceput pentru operatorii regionali de apă. Toate activitățile proiectului propuse pentru această etapă au fost realizate integral.

### Activitatea 3.1. Aplicarea unui proces de reducere/ electroreducere la scara de laborator pentru eliminarea nitriților și nitraților din soluțiile apoase (activitate efectuată în colaborare de partenerii P1 și P2)

Atât activitatea 3.1 cât și 3.2. sunt activități care se continuă din anul 2013, aceste procese testându-se pe surse de apă selectate pe baza evaluării calității principalelor surse de apă pentru potabilizare din zona Banat. Pentru sursa de apă caracterizată prin prezența a 50 mg/dm<sup>3</sup> NO<sub>2</sub><sup>-</sup> și 1 mg/dm<sup>3</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, operarea procesului de electroreducere utilizând electrozi de BDD la densitatea de curent de 25 mA/cm<sup>2</sup> a condus la rezultatele prezentate în Tabelul 1.

**Tabel 1.** Rezultatele aplicării procesului de electroreducere pentru îndepărtarea nitraților și nitriților

Q [Ah]	Q/V [Ah/dm <sup>3</sup> ]	t [min]	U [V]	Wsp [kWh/m <sup>3</sup> ]	Conc NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	η NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> %	Conc NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	η NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [%]
0	0	0	0	0	1.034		46.3	
21	30	30	8	240	0.422	59	32.9	29
42	60	60	8.2	492	0.111	89	32.9	29
63	90	90	8.5	765	0.084	91	32.9	29
84	120	120	8.9	1068	0.113	89	32.9	29

Aceste rezultate sunt considerate ca și optime pentru studiile efectuate ținând cont atât de criteriile tehnice cât și de cele economice (consum specific de energie). Acest proces este foarte eficient pentru reducerea nitritului, dar mai puțin eficient pentru reducerea nitratului.

### Activitatea 3.2. Eliminarea compușilor organici naturali prin oxidare/ electrooxidare utilizând un electrod de diamant dopat cu bor (activitate efectuată în colaborare de partenerii P1 și P2)

Rezultatele obținute în cazul testării procesului de electrooxidare prin același montaj electrochimic dar inversând polaritatea (BDD ca și anodi) în condiții de operare optime (regim galvanostatic, densitate de curent de 25 mA/cm<sup>2</sup>) sunt prezentate în Tabelul 2.

**Tabel 2.** Rezultatele aplicării procesului de electrooxidare pentru îndepărtarea încărcării organice și a amoniului

Q [Ah]	Q/V [Ah/dm <sup>3</sup> ]	t [min]	U [V]	Wsp [kWh/m <sup>3</sup> ]	Incarcare organică				Amoniu	
					A <sub>254</sub>	η <sub>A<sub>254</sub></sub> %	COT [mg/L]	η <sub>COT</sub> %	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/L]	η <sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sub> %
0	0	0	0	0	0.34	-	5.00	-	1.78	-
42	60	30	12.5	9	0.10	69.9	4.08	18.3	0.41	77
84	120	60	12.6	15	0.045	86.7	3.10	38.0	0.34	81
126	180	90	12.7	21	0.04	87	2.45	51.9	0.30	83
168	240	120	13.1	33	0.04	87	1.06	78.7	0.196	89

Procesul de electrooxidare a arătat o eficiență foarte ridicată în ceea ce privește îndepărtarea compușilor organici, exprimată prin reducerea conținutului de carbon total (COT) și a amoniului.

### Activitatea 3.3. Evaluarea comparativa a proceselor clasice/ electrochimice avansate inovative (activitate efectuată în colaborare de partenerii P1 și P2)

Pe baza rezultatelor obținute pentru fiecare proces electrochimic unitar (electrocoagulare, electrooxidare/electroreducere), s-a concluzionat că aceste procese pot fi integrate într-un flux tehnologic de potabilizare. În acest sens, pentru a proiecta o tehnologie optima de tratare apă la scară

pilot s-a plecat de la premiza posibilității adaptării fluxului la diferite condiții de calitate a sursei de apă de adâncime dar și de suprafață. Astfel, această stație pilot va fi modulară, deci flexibilă pentru a fi adaptată unei varietăți cât mai largi a calității surselor de potabilizare legate de natura și concentrația impurităților ce urmează a fi înlăturate.

Pentru întocmirea documentației tehnice privind tehnologia optimă pentru sistemul pilot de tratare apă s-a ținut cont că în etapele anterioare ale proiectului au fost analizate 10 surse de apă din care pentru studiile de laborator s-au ales Sursa 1 și Sursa 2, două surse subterane cu caracteristicile prezentate în Tabelul 3. Aceste surse de apă prezintă depășiri la amoniu, încărcare organică (indice de permanganat, carbon organic total), turbiditate, arsen, fier, mangan și sodiu. Așadar, în vederea potabilizării aceste surse trebuie supuse unor procedee de tratare în urma cărora toți parametrii să se încadreze în normele de potabilitate.

**Tabel 3.** Caracteristicile surselor de apă utilizate.

Parametrul analizat	UM	Limita maximă admisă	SURSA 1	SURSA 2
Aciditate	mval/l	-	0,4	0,5
Alcalinitate	mval/l	-	9,1	11,7
<b>Amoniu</b>	mg/l	<b>0,500</b>	<b>1,590</b>	<b>2,450</b>
Azotiti	mg/l	0,500	0,011	0,010
Calciu	mg/l	-	22	59
Cloruri	mg/l	250	7,5	17,0
Duritate totala	oG	-	4,9	11,8
<b>Indice permanganat</b>	mgO <sub>2</sub> /l	<b>5,00</b>	<b>8,46</b>	<b>6,53</b>
Magneziu	mg/l	-	6,4	18,3
Oxigen dizolvat	mg/l	-	4,2	3,0
Conductivitate	mS/cm	2500	753	906
pH	-	9,5	8,2	7,8
<b>Turbiditate</b>	NTU	<b>5,0</b>	4,9	<b>7,2</b>
Aluminiu	mg/l	0,05	0,01	0,01
<b>Arsen</b>	mg/l	0,050	0,005	<b>0,114</b>
Azotati	mg/l	45,0	0,5	0,5
Carbon organic nevolatil (NPOC)	mg/L	<b>3,00</b>	<b>5,96</b>	<b>4,12</b>
Carbon organic total	mg/l	<b>3,00</b>	<b>6,66</b>	<b>5,04</b>
<b>Fier</b>	mg/l	0,20	0,16	<b>1,11</b>
Fosfor total	mg/l	-	0,60	1,18
<b>Mangan</b>	mg/l	<b>0,05</b>	0,03	<b>0,17</b>
Materii in suspensie	mg/l	-	10,0	10,0
Pesticide organo-clorurate	mg/l	0,00050	0,00010	0,00014
Plumb	mg/l	0,01	0,01	0,01
Potasiu	mg/l	-	0,82	2,33
Reziduu fix	mg/l	-	440,0	630,0
Reziduuului filtrabil, total	mg/l	-	444,0	634,0
<b>Sodiu</b>	mg/l	<b>200</b>	173	<b>201,0</b>
Sulfati	mg/l	250	21	8,7
Zinc	mg/l	5,00	0,05	0,07

Ținând cont de tehnologia de potabilizare convențională, principalele procedee de tratare utilizate în alimentările cu apă și vizate pentru sistemul pilot sunt:

- sitarea, pentru reținerea corpurilor și materialelor plutitoare antrenate în apă;
- presedimentarea, reținerea suspensiilor grosiere și a particulelor de nisip prin staționarea relativă a apei;
- coagularea și flocularea, constă în aglomerarea suspensiilor fine nedecantabile în flocoane care să fie ușor sedimentabile;
- decantarea, are ca scop reținerea suspensiilor din apă (90-95%) prin staționarea relativă a apei, după faza de coagulare-floculare;
- filtrarea, este utilizată pentru finisarea limpezirii prin reținerea particulelor fine și a microorganismelor;
- dezinfecția, realizată în scopul distrugerii microorganismelor;
- aerarea, constă în îmbogățirea apei cu oxigen necesară pentru stimularea reacțiilor de oxidare și eliminarea gazelor;
- oxidarea avansată, permite degradarea oxidativă, neselectivă și energetică a substanțelor organice și anorganice din mediul apos;
- adsorbția este un procedeu utilizat pentru eliminarea gustului și mirosului neplăcut al apei cauzat în principal de urme ale unor poluanți organici și anorganici;
- precipitare chimică utilizată în scopul eliminării substanțelor dizolvate în concentrație ridicată;
- schimbul ionic, procedeu utilizat pentru eliminarea avansată din apă a unor elemente (Ca, Mg, Fe, Mn), în vederea preparării unor ape pure;
- osmoza inversă, electrodializa, microfiltrare/ultrafiltrarea pot fi utilizate pentru reținerea microparticulelor, microorganismelor, particulelor coloidale, compuși organici și anorganici dizolvați etc.;
- electrocoagularea, reprezintă o alternativă pentru coagulare care prezintă avantajul generării in-situ a agenților de coagulare mai activi și generarea unei cantități mai reduse de nămol;
- electrooxidarea/reducerea - procedeu avansat de oxidare/reducere, care permite degradarea oxidativă și respectiv, reductivă, neselectivă și energetică a substanțelor organice și anorganice din mediul apos.

Sucesiunea, ordinea procedeelelor de tratare, în schema unui flux tehnologic de tratare a surselor de apă în vederea potabilizării, depinde în foarte mare măsură de "amprenta fiecărei surse de apă", de factorii care influențează desfășurarea fiecărui proces în parte precum și de poluarea secundară rezultată în urma procedeeului aplicat. Plecând de cele două surse de apă de adâncime studiate (Sursa1 și Sursa2) se observă că din punct de vedere calitativ sunt diferite, "au propria amprentă", motiv pentru care și tehnologia de tratare va fi diferită. Acest aspect reprezintă principalul argument pentru care Stația Pilot pentru tratarea avansată trebuie să fie modular flexibilă și compactă, care poate fi ușor adaptată calității surselor de apă, cu ajutorul căruia se va putea alege cea mai bună variantă tehnologică pentru eliminarea compușilor organici naturali și compușilor cu azot din sursele de apă în vederea minimizării impactului asupra riscurilor asociate populației. Schema de principiu pentru tratarea în vederea potabilizării celor două surse, dar care poate fi adaptată și pentru alte surse este prezentată în Figura 1.

Stația Pilot (Sistemul pilot pentru tratarea apei) pentru tratarea diferitelor surse de apă în vederea potabilizării va cuprinde:

- **procesul de aerare**, folosit în scopul eliminării substanțelor volatile (metan, hidrogen sulfurat, bioxid de carbon) și oxidării parțiale/totale a substanțelor ușor oxidabile;

Procesul de aerare este obligatoriu ca fază de pretratare pentru oricare din fluxurile tehnologice abordate.

- **procesul de oxidare chimică**, folosit ca treaptă depreoxidare a substanțelor oxidabile în vederea precipitării;

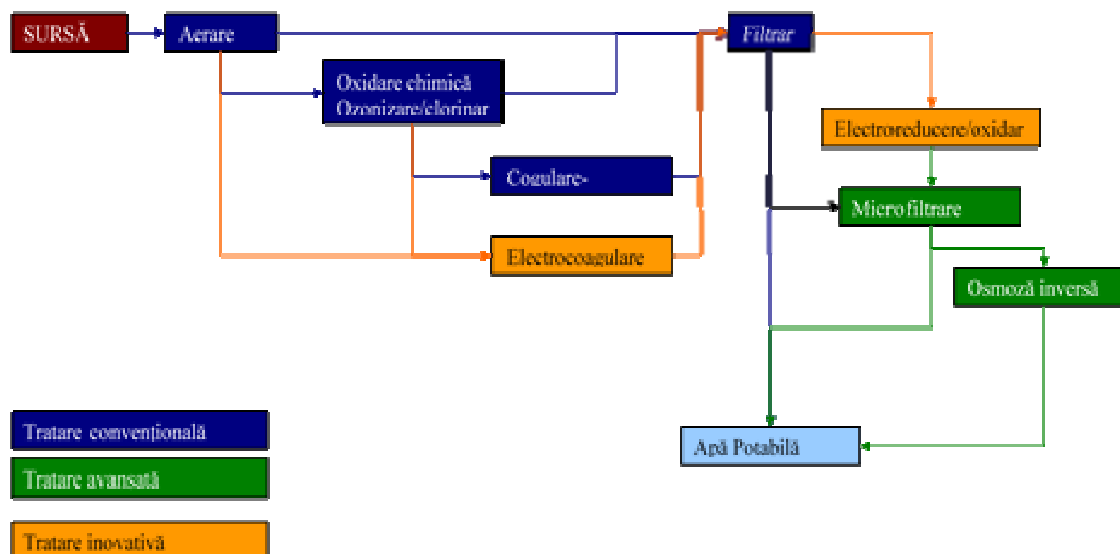
Procesul de oxidare chimică se va putea realiza prin supraoxigenare, prin ozonizare sau prin tratare cu hipoclorit de sodiu, bioxid de clor, permanganat de potasiu sau orice alt reactiv sub formă de soluție. Prin acest procedeu se vor putea elimina în special fierul și manganul, dar se va iniția și îndepărtarea amoniului, care se va finaliza în filtru prin procesul de nitrificare.

- **procesul de coagulare-floculare**, folosit în special pentru eliminarea compușilor coloidal de natura compușilor humici;

Procesul de coagulare-floculare se va putea aplica clasic prin dozarea unui coagulant lichid urmat de un amestecator static care să asigure timpul de reacție urmat de reținerea flocoanelor formate pe filtru. De asemenea, procesul de coagulare se va putea aplica în varianta avansată și anume prin

**electrocoagulare**, procede prin care generarea coagulantului se face in-situ prin electrolizăutilizând anozii solubili de Al sau Fe și care va conduce la reducerea cantității de nămol rezultat.

- **procesul de filtrare**, folosit în scopul reținerii substanțelor în suspensie, fază obligatorie înaintea proceselor de tratare avansată;
- **procesul de microfiltrare/ultrafiltrare**, care permite reținerea solidelor în suspensie, coloizilor și microorganismelor;
- **procesul de osmoză**, folosit în scopul eliminării în special al azotațiilor, sodiului , arsen și a sărurilor dizolvate;
- **procesul de electroreducere/oxidare**, va fi folosit pentru eliminarea încărcării organice, amoniu, azotiți, fiind utilizat în principal în etapa de finisare a tehnologiei de tratare fiind considerat un procedeu avansat.



**Figura 1.** Schema instalatiei pilot de tratare

Este evident faptul că nu vor fi utilizate toate procesele unitare prezentate, ci doar o parte din acestea în funcție de calitatea sursei de apă, dar indiferent de structura procesului se impune o pretratare minimă (cel puțin aerare și filtrare). Procedeele de tratare convenționale aplicabile pentru limpezire și dezinfecție sunt dependente de calitatea sursei legată atât de compoziție cât și concentrație și condițiile de operare, pe când procedeele de tratare avansată (micro/ultrafiltrare, osmoză inversă) sunt independente de calitatea sursei (compoziție) potrivite totuși pentru concentrații medii/mici constituind o barieră absolută pentru reținerea totală a unor poluanți ca suspensii, coloizi, microorganisme, viruși, bacterii.

### **Activitatea 3.4. Proiectarea sistemului pilot pentru tratarea apei (activitate efectuată de partenerul P2)**

Conform "Documentației tehnice privind tehnologia optimă pentru sistemul pilot de tratare apă" s-au proiectat trei module de tratare, și anume:

1. Modulul de ozonizare
2. Modulul de electrocoagulare
3. Modulul de tratare avansată (electro-oxidare/reducere, microfiltrare/ultrafiltrare, osmoză inversă)

Datorită reducerii fondurilor din bugetul proiectului pentru anul 2014, modulul de electrocoagulare va fi finalizat în anul 2015, fiind integrat printr-un "by-pass", înlocuind modulul de coagulare-floculare.

- **Modulul de ozonizare** a surselor de apă în vederea potabilizării va cuprinde următoarele componente (Figura 2): **Date tehnice:** Capacitatea modulului va fi de 1-2 mc/h; modulul trebuie să fie complet automatizat; după fiecare componentă se vor prevedea ștuțuri de prelevare probe, respectiv ștuțuri pentru conexiunea cu alte module independente; fiecare componentă se va putea by-passa, adică echipamentele pot funcționa și în condițiile în care se trece peste o treaptă de proces; conexiunea dintre componente se va face prin intermediul țevilor de inox cu toate armăturile necesare (robinete, vane, supape de sens) pentru asigurarea unei funcționări în condiții de optime de exploatare și condiții de siguranță; se va asigura montarea și punerea în funcțiune, dimensiunea componentelor este limitată de locul de instalare a modulului, maxim 8,4m<sup>2</sup>

- **Vasul de aerare fără presiune:** capacitate 1-2 mc/h; debit aer: min 60l/min; dimensiune (diametru, înălțime, înălțime cu ventilul de aerare): 160x1000x1160mm; material: PVC transparent; racord intrare/ieșire apă: 32 mm; racord intrare /ieșire aer: 18mm/75mm; prevăzut cu, golire de fund, electrovană pe alimentare, toate armăturile necesare pentru separare și conexiune cu alte module, toate armăturile necesare pentru asigurarea unei funcționări în condiții de optime de exploatare și condiții de siguranță, ștuțuri pentru prelevare probe (apă brută, apă aerată)

- **Electroventil :** diametru: DN32 (1 ¼); material corp și bilă: PVC; etanșare PTFE, etanșare ax NBR; presiune maximă: 16bar; mod de acționare electric și manual (în caz de avarie); tensiune 230; conexiune: mufa; indicator de poziție optic; confirmare poziție închis/deschis: 2 întrerupătoare de limită fără potențial; limitator de cuplu: electronic

- **Suflantă aer:** fără componente cu ulei; cu funcționare intermitentă sau continuă; cu flux de aer stabil continuu; construcție ușoară și compactă; întreținere ușoară; cu protecție termică; debit minim: 60 l/min; putere maximă la presiunea maximă de lucru: 35 W; nivel de zgomot: maxim 36 dB; mufă de racord DN18 mm; presiune maximă de lucru: 220 mbar; tensiune, frecvență 230V 50Hz; protecție: IP54

- **Pompă de transfer apă cu montare uscată Q=1-13mc/h, H=15m;** echipat cu convertizor de frecvență programat standard pe minim trei nivele de turatie (2000, 2400, 2830 min<sup>-1</sup>), cu turatie reglabilă individual cu pas de 50 min<sup>-1</sup>; prevăzut cu display digital pentru setarea turatiei; utilizat pentru transport apă cu particule de maxim 5mm; corpul pompei este din material termoplastice iar partea mecanică va fi din oțel inoxidabil AISI 316; debit (mc/h) : variabil de la 1 mc/h la 13 mc/h; înălțime de pompare ( m) : max 15 m; racord aspiratie: DN 63 mm; racord refulare: DN50 mm; putere: 0,03 – 1,05 kW; protecție: IP 55; nivel de zgomot maxim 65 dB

- **Rotametrul,** din policarbonat turnat prin injecție rezistent la căldură și chimicale; piulită cu umăr: ABS; opritorul plutitorului din polipropilenă; inelele în formă de "O" din fluoroelastomer; tija și plutitorul din 316SS; cu scală în LPM(L/min), fundalul să permită citirea scalei cu usurință; debit: 5-50L/min; precizie: max. ±5%; montare în linie filet de 1", "tata" NPT

- **Reactor de O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub>, timp de contact minim 15 minute:** Principiul de funcționare: apa pompată de la aerare ajunge în reactor prin intermediul unui tub Venturi. Amestecul dintre apă și oxidant (oxigenul/ozonul) are loc în tubul Venturi prin intermediul unei site din oțel inoxidabil. Excesul de ozon se elimină la partea superioară prin intermediul unui stuț de 20mm prin intermediul unui distrugător de ozon. Apa oxidată se elimină pe la partea superioară prin intermediul unui tub imersat până la baza reactorului. Caracteristici: dimensiune (diametru, înălțime, înălțime cu ventilul de aerisire): 160x1000x1160mm; material: PVC transparent; capacitate 1-3mc/h; debit oxigen/ozon: 0,5-5 l/min; presiune de lucru: 0,2-0,5 bar; racord intrare/iesire apă: 32mm; racord intrare oxigen/ozon: din PVDF (Polyvinylidene fluoride) de tip KYNAR sau similar 6x8mm(D<sub>int</sub>x D<sub>ext</sub>); racord iesire ozon rezidual: 20mm; prevăzut cu distrugător de ozon; prevăzut cu golire de fund.

- **Generator de ozon :** Ozonul se va genera prin descarcare corona din aer uscat sau oxigen pe sisteme de electrozi cilindrici coaxiali din oțel inoxidabil cu electrod de sticlă borosilicat; debit ozon produs reglabil: maxim 2,8g/h; debit aer necesar: 2,5L/minut; durata de viață a tubului: min. 15000h; număr tuburi de ozon: 4 buc; putere absorbită: maxim 36W; tensiunea de alimentare: 230V; carcasă din aluminiu; dimensiune: 750x220x75mm

- **Generator de oxigen pur:** construcție compactă; dimensiuni: 490x230x380mm; prevăzut cu 3 cilindri și filtre moleculare, cu ventil electromagnetic; cu compresor și sistem de răcire încorporat; debitul de oxigen pur produs reglabil: 2-9,5 l/min; puritatea oxigenului produs min.95%; concentrația oxigenului la 20°C și 50% umiditate aer va fi de min. 90% pentru 5L; presiunea maximă 1,5 bar; tensiune de comandă 24V; putere absorbită max. 350W; protecție IP64; tensiune de alimentare 230V/1,8A

- **Amestecător de tip "inliner"** : material corp: PVC transparent; material lamele.: inox AISI 316; debit: 1-3mc/h; viteză: 1-4 m/s; se montează pe conducta de inox DN32mm; pierderea de presiune max. 0,1 bar; prevăzut cu stut de racord pentru injectia coagulantului
- **Filtru multistrat fără presiune**: Debit : maxim 1mc/h; Viteza de filtrare: 10-15m/h; Suprafata de filtrare: 0,12m<sup>2</sup>; Dimensiune (diametru, înălțime): 400x2000mm; Material: PVC transparent; Racord intrare apă: 32mm; Racord iesire apă: 32mm; Racord prelin: 75mm; cu sistem de distributie inclus; Filtru multistrat cu: nisip cuarțos 2-3mm- 20cm, nisip cuarțos 1-2mm- 40cm, nisip cuarțos 0,4-0,7mm- 40cm, cărbune activ 1,2-5mm- 20cm; spălare în contracurent cu apă, viteza de spălare 25-30m/h; funcționare automată cu posibilitatea setării timpului de funcționare; spălare inversă automată funcție de timpul setat
- **Pompă apă transfer cu montare uscată, Q=1-2 mc/h, H=15m**; corpul pompei și partea mecanică va fi din oțel inoxidabil AISI 316; debit (mc/h) : 1-2 mc/h ; înaltime de pompare ( m ) : max 15 m; racord aspiratie: DN 32 mm; racord refulare:DN25 mm; putere: 0,37 kW; protecție: IP 55; nivel de zgomot maxim 65 dB
- **Tablou de comandă**, va cuprinde toate elementele necesare pentru funcționarea automată a "Modulului de ozonizare" cu toate modulele componente

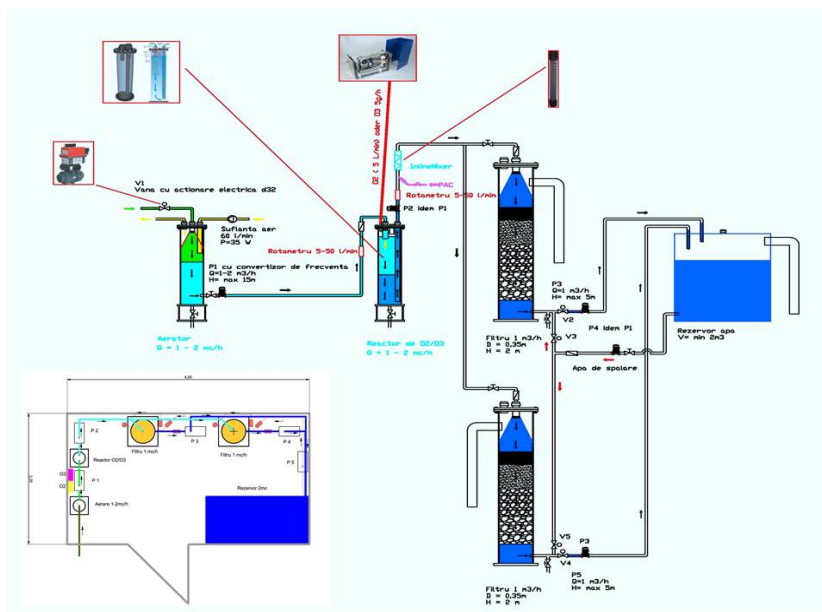


Figura 2. Schema de principiu a modulului de ozonizare

- **Modulul de tratare avansată** (Figura 3) care va avea în componență:
  - a. Sistemul de microfiltrare
  - b. Sistemul de osmoză inversă
  - c. Sistemul de electroreducere/oxidare

**a. Sistemul de microfiltrare**

- trebuie să fie complet automatizat ; vor fi monitorizați continuu minim următorii parametri: presiunea diferențială, debitul; spălarea trebuie să se facă automat în contracurent, atât cu posibilitatea setării: timpului după care se face spălarea cât și prin inițierea procesului de spălare la colmatarea membranei; volumul de apă folosit la spălare maxim 2% din volumul filtrat; capacitate de filtrare maxim 2.000 L/h; echipat cu prefiltru de minim 200 micrometri; echipat cu membrană de maxim 4" ; presiune de lucru între 1,5-5 bar; presiunea trans-membrană (diferența de presiune), max 2,5bar; dimensiunea conexiunilor la apa brută, apa de spălare, apa filtrată de 3/4"; alimentare cu energie electrică: 230V, 50Hz; dimensiuni H x L x I de max. 1000 x 500 x 400mm; puterea consumată max. 10 W.



## b. Sistemul de osmoză inversă

- trebuie să fie compact și complet automatizat, montat pe un cadru din PP în container de transport termoizolat cu dimensiuni de maxim 3,20x2,50x2,70m; prevăzut cu microprocesor cu panou de control și ecran grafic de iluminare, cu ieșire pentru alarmă, cu terminal pentru posibilitatea conectării echipamentelor de pretratare; prevăzut cu conductometru digital cu senzor de temperatură PT100 pentru compensare; vor fi monitorizați continuu minim parametrii de stare, conductivitatea, presiunea; spălarea trebuie să se facă automat, atât cu posibilitatea setării timpului după care se face spălarea cât și prin inițierea procesului de spălare la colmatarea membranei; prevăzut cu prefiltru din PP cu cartuș de 5μm; prevăzut cu minim 3 manometre de control; prevăzut cu valvă solenoid din bronz pentru alimentare; prevăzut cu pompă pentru ridicarea presiunii din bronz; 2 vase sub presiune din inox prevăzute cu membrană compozită; un set de vane cu bilă din bronz nichelat pentru reglarea presiunii și a concentratului; un set de rotametre pentru măsurarea debitului de permeat și concentrat; capacitatea de permeabilitate maxim 200 L/h; echipat cu 2 membrane de minim 2,5” ; presiune de lucru între 3-6 bar; dimensiunea conexiunilor DN15, DN10; alimentare cu energie electrică: 230V, 50Hz; dimensiuni H x L x l de max. 1500 x 500 x 500mm; puterea consumată max. 0,55 W; randament de înlăturare a sărurilor 90-95%; vas de stocare apă tratată de max. 300L

## c. Sistemul de electroreducere/oxidare

- trebuie să fie compact și flexibil; echipat cu electrod de diamant dopat cu bor, cu o suprafață de 70cm<sup>2</sup>/față; să asigure autocurățirea electrodului cu posibilitatea modificării polarității automat sau manual; posibilitatea variației intensității de curent la ieșirea din celulă 3,10,20,30A; tensiunea de ieșire din celulă va fi min.48V; tensiunea de alimentare 203V, 50Hz.

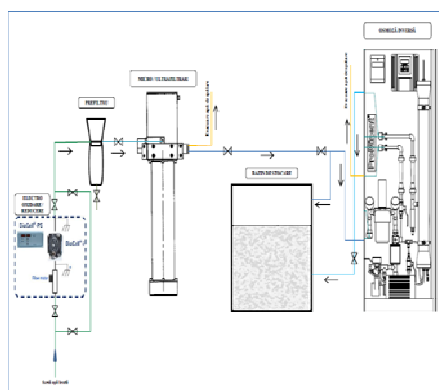


Figura 3. Schema de principiu a modului de microfiltrare/osmoza inversă

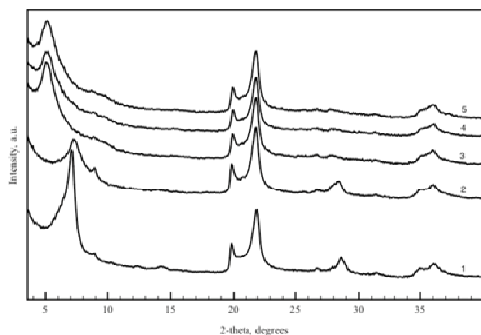
## Activitatea 3.5. Studiul proceselor combinate de membrane și oxidare catalitică ca treaptă terțiară pentru reutilizarea apelor uzate municipale (activitate efectuată în colaborare de partenerii CO și P3)

Această activitate continuă seria de studii experimentale efectuate de colectivul Coordonatorului din 2013, în care s-au analizat opțiunile de proces pentru fiecare din cele 2 procese. Pe baza celor mai bune condiții determinate s-au efectuat o serie de teste integrate, în care procesele de oxidare catalitică eterogena (OX) reprezintă prima treaptă de proces, cu scopul de a degrada poluanții din apele uzate provenite de la treapta biologică de la Stația de epurare Dancu, urmată de o treaptă de ultrafiltrare (UF) suplimentară pentru finisarea calității efluentului rezultat de la oxidare.

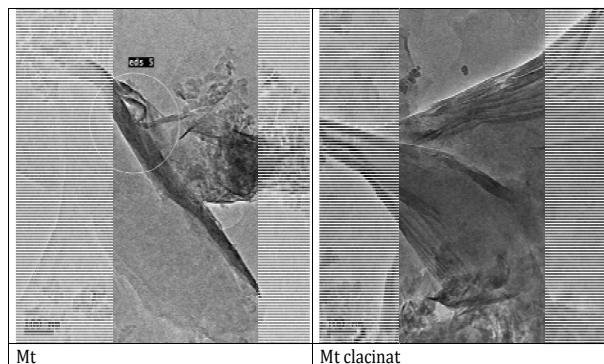
Pentru procesul de oxidare au fost selectați dintre catalizatorii analizați în anul 2013, 4 catalizatori pe bază de argile intercalate cu stâlpi micști de oxizi metalici (PILC), din care au fost preparați catalizatorii cu stâlpi micști de oxizi metalici și anume: **Mt calcinat**, **AIFePILC**, **AIPILC**, **AICuPILC**, având ca argilă de bază **montmorillonit (Mt)**. În etapa de intercalare, a fost preparată soluția de intercalare dintr-o soluție ce conține Al<sup>3+</sup>, adăugându-se treptat soluția de Fe<sup>3+</sup>/ Cu<sup>2+</sup>, amestecul făcându-se sub agitare puternică la 60 °C. Ulterior, s-a adăugat lent o soluție de NaOH 0,2 M astfel încât să se obțină raportul molar OH/Metal=2. Soluțiile s-au pastrat în condiții de maturare la întuneric timp de 16 ore și temperatura camerei. Argila solidă este introdusă direct (fără dispersare prealabilă în apă) în soluția de intercalare, durata de schimb ionic fiind de 24 h. Intercalarea se realizează sub agitare, la temperatura camerei. Argila tratată este apoi recuperată prin centrifugare, spălată cu apă distilată și apoi uscată la 60 °C timp de 12 h. După etapa de intercalare, catalizatorul obținut este calcinat sub curent de aer, timp de 4 h la 500 °C (viteza de încălzire de 2 °C/min.) și apoi lăsat să se răcească liber la temperatura camerei.

Toți cei 4 catalizatori selectați au fost preparați, au fost caracterizați prin difracție de raze X și microscopie electronică de transmisie cuplată cu spectrometrie de raze X (TEM-EDS). Rezultatele obținute

sunt prezentate în Figura 4 a) și b). În ceea ce privește rezultatele obținute prin difracția de raze X, se remarcă faptul că argila inițială are distanța bazală  $d_{001}$  la  $7.03 \cdot 2\theta$  ( $12.6 \text{ \AA}$ ), caracteristică formei Na hidratată. Picul vizibil la  $21.9 \cdot 2\theta$  ( $17.5 \text{ \AA}$ ) este caracteristic cristobalitului, care reprezintă impuritatea principală din compoziția argilei. Acesta se observă și în argilele cu stâlpi oxidici. După procesul de intercalare/calcinare, distanța bazală crește la  $17.5 \text{ \AA}$  ( $5.06 \cdot 2\theta$ ), confirmând introducerea oxizilor între straturile argilei. Chiar dacă valoarea  $d_{001}$  este aceeași, indiferent de natura stâlpului, AIPILC are o distribuție mai uniformă a straturilor, comparativ cu AIFePILC. În imaginile TEM, obținute atât pentru montmorilonitul nepurificat cât și pentru cel calcinat, se observă două tipuri de morfologii ale particulelor: lamelară caracteristică filossilicaților și agregate de nanoparticule sferice. Analizele EDS arată că fierul este prezent predominant în zona cu morfologie lamelară (1-2 %Fe), în timp ce nanoparticulele sferice conțin cantități mici de Fe (0.3 %) asociate.



**Figura 4 a).** Difractograme de raze X pentru: Mt (1), Mt calcinat (2), AIPILC (3), AIFePILC (4) și AICuPILC(5)



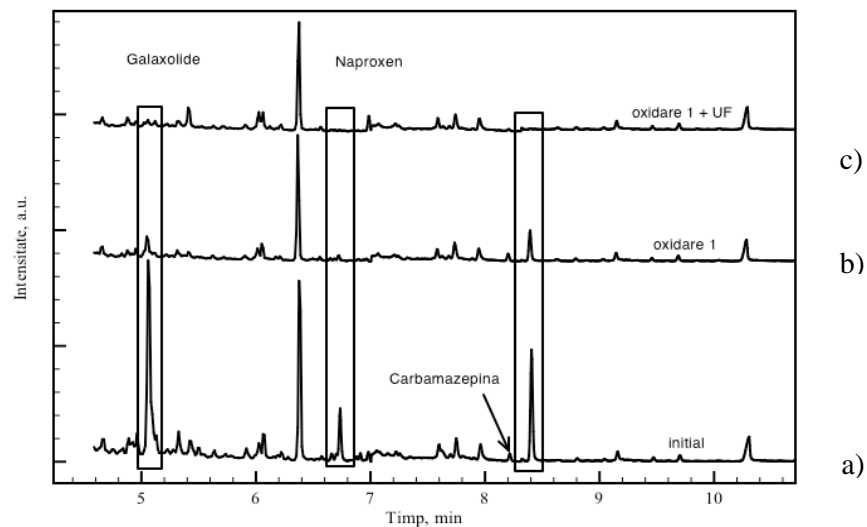
**Figura 4 b).** Imagini TEM înregistrate pentru Mt nepurificat și Mt calcinat

Testele combinate de oxidare catalitică și ultrafiltrare au fost efectuate în următoarele condiții: pentru etapa de oxidare, într-un reactor de sticlă termostatat, de 4 L, echipat cu un agitator magnetic și electrod de pH și temperatură. Catalizatorul solid a fost introdus în 3,5 L soluție apoasă, sub agitare viguroasă. Pentru etapa de ultrafiltrare efluentul rezultat din treapta de oxidare a fost trimis la instalația de ultrafiltrare (prezentată anterior în Raportul științific din Etapa II), în condițiile de proces selectate ca fiind cele mai bune și anume: capacitatea nominală de retenție moleculară a membranei: 6000 Da, presiune 2 bar, modul de curgere tangențial (*cross-flow*, la o viteză tangențială de 9,51 cm/min). Permeatul a fost evacuat din instalație și analizat, iar concentratul a fost recirculat integral pe parcursul experimentelor. Pentru toate testele s-au utilizat efluentul rezultat după etapele de epurare mecanică și biologică de la stația de epurare Dancu, Iași.

Au fost analizați o serie de indicatori fizico-chimici precum conținutul de materia organică exprimat prin CCO-Cr și TOC, azot total, fosfor total, pH, conductivitate, temperatura, turbiditate, prezența ionilor de Fe, iar rezultatele au confirmat rezultatele inițiale obținute în seriile de teste preliminare, efectuate în etapa anterioară. În afară de acești parametri, performanța procesului integrat a fost studiată în această etapă prin intermediul eficienței de eliminare a unor poluanți de tipul produselor farmaceutice, cosmetice și de igiena personală (PPCP), precum și prin intermediul prezenței/absenței unor microorganisme considerate a fi un indicator de calitate important al efluenților care vor fi ulterior folosiți în aplicații de recirculare/ reutilizare.

În cazul produșilor farmaceutici, cosmetici și de igienă personală (PPCP), care sunt poluanți prioritari ce nu se pot elimina prin procese de epurare conventională, pentru identificarea și cuantificarea compușilor organici prezenți în efluentul analizat s-a utilizat cromatografia în fază gazoasă cuplată cu spectrometria de masă (GC-MS). Au fost identificați mai mulți compuși de tip PPCP, dar 4 dintre aceștia au fost găsiți în concentrații suficiente de mari în efluentul de la treapta biologică a stației de epurare Dancu și din acest motiv au fost considerați markeri și au fost analizați ulterior: galaxolide (musk sintetic, nederivatizat, timp de retenție=5,05 min), naproxenul (analgetic, timp de retenție= 6,73 min), carbamazepina (antiepileptic, timp de retenție= 6,73 min) și diclofenacul (antiinflamator nesteroidian, timp de retenție=8,4 min) (Figura 5).

În continuare sunt prezentate în tabelul 4 performanțele treptei de oxidare și a procesului integrat de oxidare și ultrafiltrare (OX-UF) în eliminarea diclofenacului din efluentul epurat. Concentrația inițială de diclofenac în efluentul secundar al Stației de epurare Dancu (influentul pentru treptele OX combinat cu UF) este de 32 mg/L diclofenac. Se poate observa că treapta inițială de oxidare joacă un rol semnificativ în degradarea diclofenacului, iar treapta de ultrafiltrare finisează efluentul până la eliminarea totală a acestui poluant (tabel 4). Aceleași rezultate au fost obținute și pentru ceilalți 3 markeri studiați, astfel încât putem afirma că procesul combinat realizează eliminarea totală a compușilor de tip PPCP din apele uzate.

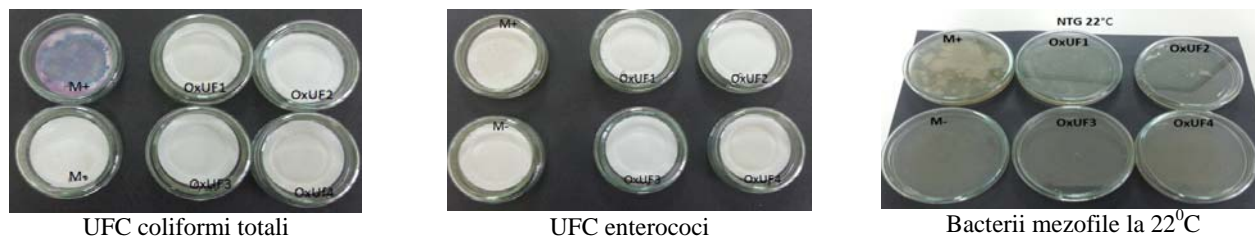


**Figura 5.** Cromatogramă de identificare a compușilor PPCP, din apele uzate, inițial (a), după treapta de oxidare (b) (pH=3,5 și T= 30 °C, catalizator-AIFeMtPILC, doză catalizator- 0,5 g/L, cantitate de apă oxigenată- 50 mg/L) și după procesul combinat (c) (membrană EM006, 2 bar, v= 9,51 cm/min)

**Tabel 4.** Performanțele proceselor de oxidare și ultrafiltrare în eliminarea diclofenacului din apă

Nr. crt.	Proces	Concentrație DCF, ng/L	GE pe proces (% DCF)
1.	OX_1 (pH=3,5 și T= 30 °C, catalizator-AIFeMtPILC, doză catalizator- 0,5 g/L, apă oxigenată- 50 mg/L)	920	97
2.	OX_1 UF	nedeptabil	100
3.	OX_2 pH=3,5 și T= 50 °C, catalizator-AIFeMtPILC, doză catalizator- 0,5 g/L, apă oxigenată- 50 mg/L	720	98
4.	OX_2 UF	nedeptabil	100
5.	OX_3 pH=3,5 și T= 30 °C, catalizator-Mt calcinat, doză catalizator- 0,5 g/L, apă oxigenată- 50 mg/L	1540	95
6.	OX_3 UF	170	89
7.	OX_4 pH=3,5 și T= 50 °C, catalizator- Mt calcinat, doză catalizator- 0,5 g/L, apă oxigenată- 50 mg/L	726	98
8.	OX_4 UF	nedeptabil	100

Ca indicatori microbiologici studiați, pentru a analiza performanțele procesului combinat de epurare apelor uzate în vederea recirculării/reutilizării, au fost selectați drept relevanți următorii indicatori: Coliformi totali, Escherichia coli, Enterococi, Bacterii mezofile dezvoltate la 37°C, Bacterii mezofile dezvoltate la 22°C. Atât sub aspect calitativ, cât și sub aspect cantitativ, analizele au indicat faptul că nu mai există încărcare microbiană în apele epurate în urma procesului combinat și doar 1 singură probă a prezentat câteva colonii, proba provenind din etapa de oxidare, colonii care au dispărut după treapta de ultrafiltrare (Figura 6).



**Figura 6.** Absența unităților formatoare de colonii (UFC) pentru o serie de microorganisme, în urma testelor combinate

Astfel se poate afirma că efluentul rezultat după procesul combinat (OX-UF) de epurare avansată poate fi folosit pentru aplicații de recirculare reutilizare.

### Activitatea 3.6. Proiectarea unui sistem pilot pentru reutilizarea apei uzate (activitate efectuată de partenerul P3)

Scopul instalației pilot este acela de a epura printr-un proces de epurare avansată (ultrafiltrare) apele rezultate după epurarea biologică la stația de epurare Dancu, lasă în scopul demonstrativ de recirculare în agricultură sau pe amplasament. Datele prezentate, în cele ce urmează, se bazează pe studiile de laborator efectuate în Etapele 1 și 2 ale proiectului WATUSER.

Pentru selectarea variantei optime de epurare s-a aplicat metodologia multicriterială de selecție, elaborată în etapa anterioară a proiectului, caracteristicile tehnologice ale stației pilot fiind prezentate într-o fișă tehnică a procesului optim selecționat – proces care include epurare avansată prin ultrafiltrare prin membrane tubulare polimerice anisotrope din polisulfonă sau polietersulfonă, cu o capacitate de retenție moleculară de până la 20.000 Da.

**Caracteristicile tehnologice ale stației pilot:** Stația pilot pentru epurarea avansată a apelor uzate în agricultură este reprezentată de un sistem de ultrafiltrare având caracteristicile tehnologice prezentate în tabelul 5:

**Tabel 5.** Caracteristicile sistemului de ultrafiltrare

Caracteristici constructive	Descriere	Observatii
Modul membrane	1 – 3 module din oțel inox (sau material plastic)	
Membrane de ultrafiltrare	Membrane tubulare polimerice anisotrope Materiale recomandate: polisulfona, polietersulfona	Producatori : Koch membrane systems, GEA Filtration (fost NORIT), PCI Membrane, Berghof
Capacitate de retenție moleculară (MWCO), Da	4000, 9000 sau max 20.000 Da	
Suprafața membrane	Orientativ: max 0.5 m <sup>2</sup>	
Fittinguri și trasee	Oțel inox sau PPR	
<b>Caracteristici de operare</b>		
Mod de operare	Posibilitate de operare în mod cross-flow și dead end	
Capacitate de producție	<b>80 - 140 L/zi permeat,</b>	Pentru un modul cu membrana de 4000 Da și 0.1 m <sup>2</sup> (Este posibilă creșterea capacității de producție prin instalarea mai multor module)
Presiune de lucru	Max 5 bar	Presiune de lucru uzuală: 2 – 4 bar
Capacitate stocare apă uzată brută (influent)	1 m <sup>3</sup>	
Capacitate stocare permeat	0.4 m <sup>3</sup>	
Capacitate stocare agent chimic de spălare	0.1 m <sup>3</sup>	
Debit de recirculare (debit de alimentare modul membrane)	20 - 50 L/min	

Sistemul de ultrafiltrare prezentat schematic în Figura 7 poate fi operat în următoarele moduri:

1. **Ultrafiltrare directă în mod cross-flow.** Apa uzată este preluată din rezervorul de apă uzată cu ajutorul pompei și introdusă sub presiune cu ajutorul pompei în modulul de membrane. Aici are loc separarea în 2 curenți: 1) permeatul care reprezintă curentul util de apă epurată prin ultrafiltrare care este stocat în vasul propriu și 2) concentratul care este recirculat înapoi în vasul de alimentare cu apă uzată.

2. **Curățarea membranelor.** Se poate realiza fie cu un agent chimic de curățare (selectat în funcție de specificațiile producătorului de membrane) fie cu permeat (sau apă demineralizată) (trasee marcate cu albastru în Figura 7). Curățarea membranelor are loc în sens invers decât în cazul ultrafiltrării directe, în această situație, modulul de membrane va fi alimentat pe la permeat, apele de spălare se colectează și se recircula în vasele corespunzătoare.

#### Monitorizare și control

Pentru sistemul pilot de ultrafiltrare trebuie prevăzute minimal următoarele aparate de măsură și control:

- 3 manometre: înainte (1) și după modulul de membrane (2): pe conducta de alimentare, pe conducta de recirculare a concentratului (1) și pe cea de permeat (1).
- 2 Debitmetre: imediat după pompa de alimentare și pe conducta de permeat
- Indicatoare de nivel (cu preaplin) pentru vasele de stocare

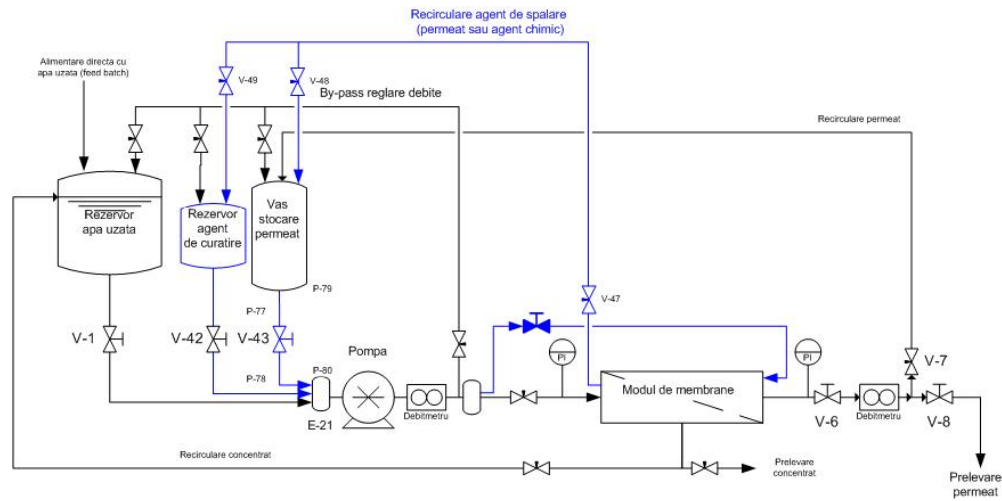


Figura 7. Schema tehnologica proiectata a sistemului de ultrafiltrare

### Conditii de mediu

Pentru sistemul pilot de ultrafiltrare trebuie asigurate urmatoarele conditii de mediu:

- Incinta trebuie să fie prevazută cu alimentare pentru : energie electrica (220 V) si apă potabila și canalizare. Este recomandabila alimentarea continua sau directa cu apa rezultata de la treapta biologica de epurare.
- Amplasare in interior intr-o incapere izolata termic (fixa sau mobila) de aproximativ 12 m<sup>2</sup>.

### Descrierea componentelor

- a. **Rezervoare:** Conform schemei tehnologice sistemul pilot trebuie prevazut cu urmatoarele rezervoare:
  1. Rezervor stocare apa uzata : vol 1 m<sup>3</sup>, din material plastic (sau inox). Daca pilotul functioneaza independent, este necesara instalarea unui agitator de tip ancora pentru a preveni sedimentarea particulelor in rezervor si a asigura omogenizarea influentului.
  2. Rezervor stocare agent de curatire chimica : material plastic, 100 L
  3. Rezervor stocare permeat: material plastic (200 – 300 L), sau proportional cu productivitatea sistemului
- b. **Pompa de alimentare:** Pompa de alimentare trebuie să asigure un debit minim de 20 L/ minut la o presiune de minim 2 bar. Presiunea de lucru maxima estimata a sistemului este de 5 bar. In mod curent, prevedem o operare la presiuni de 2–4 bar. Aditonal, pentru motorul pompei trebuie instalat un convertizor de frecvența care sa permita operarea la turatie variabila (pentru a modifica valoarea debitului de alimentare).
- c. **Modulul de ultrafiltrare:** Modulul de membrane reprezinta principalul element al sistemului pilot. Din start s-a optat pentru un modul de membrane tubulare pentru ca ofera cele mai stabile performante pentru aplicatiile din domeniul apelor uzate. **De asemenea, o alta caracteristica de selectie importanta se refera la posibilitatea inlocuirii facile a membranelor de ultrafiltrare. In acest sens modulul (sau modulele) de membrane trebuie sa fie demontabil(e) si sa permita accesul la membranele de ultrafiltrare pentru inspectie, curatare mecanica si inlocuire.**
- d. **Membrane de ultrafiltrare:** Membranele de ultrafiltrare sunt cele care dictează performanțele sistemului atât in termeni de flux (productivitate), cât si in ceea ce priveste retinerea poluantilor. Din datele de literatura, dar si din experimentele realizate in etapele anterioare ale proiectului s-a optat direct pentru membrane polimerice anisotropice din polisulfona sau polietersulfona. Prin comparatie cu alte tipuri de membrane (omogene) sau cu alte materiale (celuloză modificata, PAN; etc), membranele din polisulfona sunt mai potrivite pentru epurarea apelor uzate pentru ca au o rezistenta chimica si mecanica mai buna, sunt mai hidrofile (vor avea o selectivitate mai buna pentru respingerea compusilor organici) si asigura fluxuri pe permeat mai ridicate (in aceleasi conditii de testare).

### Activitatea 3.7. Dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor si riscurilor asupra apei (activitate efectuată în colaborare de partenerii CO și P3)

Pentru proiectarea unor module noi de monitorizare calitativă și cantitativă a apei precum și integrarea sau extinderea facilităților oferite de sistemele de monitorizare deja funcționale, a fost necesar pe de o parte un studiu al performanțelor și tehnologiilor utilizate precum și pe de altă parte o evaluare a cerințelor impuse de proiect și de planul de dezvoltare a SC APAVITAL SA Iași. In egală măsură, noutățile aduse în direcția dezvoltării și implementării sistemului de monitorizare trebuiesc racordate la evoluția

tehnologică, la tehnologiile maturizate și la utilizarea eficientă a datelor stocate în sensul paradigmei **Big data**, a evaluării performanțelor și a predicțiilor pe termen scurt și lung.

#### **Aspecte privind situația existentă:**

- Sistemele de monitorizare existente utilizează baze de date SQL, sisteme SCADA, formate de fișiere diferite, transmisie wireless/radio a datelor;
- Pentru unele module de monitorizare există aplicații **mobile** pe Android;
- Necesitatea de a implementa un sistem de introducere automată a datelor în laboratoarele de ape uzate aparținând SC APAVITAL SA, actualizarea automată a bazei de date și generarea buletinelor de analiză;
- Managementul financiar al proiectului și prioritățile privind achizițiile.  
Obiective urmărite:
  1. Soluțiile propuse spre implementare vor asigura compatibilitatea cu sistemele existente, motiv pentru care se va utiliza baze de date SQL distribuite;
  2. Se vor utiliza soluții **lowcost** sau **free**;
  3. Se proiectează baza de date pentru o aplicație ce vizează introducerea și actualizarea datelor în laboratoarele de de ape uzate;
  4. Se implementează serviciile Web pentru schimbul de date pe Web prin protocolul HTTP, servicii de tip *cross-platform* pentru calculatoare cu arhitecturi și sisteme de operare diferite;
  5. Se implementează soluții independente de sistemele de monitorizare existente pentru conversia fișierelor de date în diferite formate (txt, xml, pdf, xls), cu scopul compatibilizării informațiilor în vederea generării rapoartelor;
  6. Se testează soluții alternative pentru generarea rapoartelor și a prognozelor;
  7. Se realizează studii pentru soluții alternative ce vizează baze de date noSql cu implementare și stocare Cloud, în baza conceptului BigData.

#### **Compatibilitatea cu sistemele existente**

Pentru asigurarea acestei compatibilități se va utiliza **baze de date SQL distribuite**. O bază de date distribuită este o bază de date controlată de un sistem de gestiune a bazelor de date (Data Base Management System, DBMS), în care dispozitivele de stocare a datelor sunt atașate în mod distribuit la mai multe calculatoare. Aceste calculatoare pot să se afle fizic în aceeași locație/clădire sau să fie dipersate într-o rețea de calculatoare interconectate. Componenta unei baze de date distribuite atașată la un singur calculator din cele utilizate este numită partiție sau fragment. Fiecare partiție a unei baze de date distribuite se poate replica (duplica) identic într-o altă locație, deci în alt calculator din rețea, cu scopul măririi siguranței în funcționare. Pe baza acestei structuri redundante, eventualele greșeli/defecte în funcționare se pot de multe ori repara "în zbor", deci fără întreruperea funcționării, similar într-o oarecare măsură cu principiul matricilor cu discuri hard multiple de tip RAID.

Sisteme locale de monitorizare au fost realizate cu diferite tehnologii (de obicei echipamente și software de import) și furnizează date sub formă de **fișiere în diferite formate (txt, xml, pdf, xls)**. Fișierele sunt utilizate periodic în vederea arhivării, prelucrării statistice și a publicării. Efortul de modificare a aplicațiilor software aferente sistemelor locale de culegere a datelor este suficient de mare și ar presupune și o instruire a operatorilor umani, de aceea se justifică realizarea unei aplicații care să prelucreze fișierele cu date în diferite formate și să creeze o bază de date utilă în managementul integrat al apei. Bytescout PDF Extractor SDK permite convertirea pdf in text, in xml, in csv si extragerea imaginilor si informatiilor din fisierul PDF in interfete .net, fara niciun software suplimentar necesar, adica nu are nevoie de Adobe Reader sau de orice alt software care citeste din PDF pentru a fi instalat.(<http://bytescout.com/product/developer/pdfextractorsdk/index.html>).

Unul din avantajele lui consta in posibilitatea de a transforma PDF in text simplu. Un alt avantaj este ca permite convertirea tabelor din format-ul pdf in excel (csv), prin citirea celulelor si tabelor din format-ul pdf in fisierul xml. In plus, extrage imaginile incorporate din documentul pdf. (<http://bytescout.com/products/developer/pdfextractorsdk/index.html>).

#### **Posibilă abordare privind generarea rapoartelor**

**Crystal Reports** este o aplicatie business intelligence utilizata pentru a proiecta si a genera rapoarte de pe o gama larga de surse de date. ([http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa287933\(v=vs.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa287933(v=vs.71).aspx)). Mai multe aplicatii, inclusive Microsoft Visual Studio, la un moment dat construite pe versiunea OEM a Crystal Reports ca un instrument general de raportare. Crystal Reports este un report writer popular, mai ales atunci cand Microsoft lucreaza cu Visual Studio. Microsoft a intrerupt aceasta practica si mai tarziu a lansat propriul lui instrument de raportare competitiv, SQL Server Reporting Services (SSRS). Crystal Reports pentru Visual Studio 2012 este inca disponibil ca add-on software-ul. (Peck, 2008). Produsul a fost initial creat de Crystal Services Inc. Free Reports, atunci cand nu au putut gasi un raportizor potrivit pentru rapoartele comerciale de software de contabilitate. Crystal Reports 2011 a fost lansat pe 3 mai, 2011. (Peck,



Crystal Reports 2008, 2008). Crystal Reports permite utilizatorilor sa proiecteze grafic conexiunea la date. Utilizatorii pot selecta si lega tabele dintr-o varietate larga de surse de date, inclusiv foi de calcul Microsoft Excel, baze de date Oracle, Business Objects Enterprise si informatii locale in sistemul de fisiere. (<http://scn.sap.com/community/crystal-reports-for-visual-studio>). Campurile de la aceste tabele pot fi plasate pe suprafata de proiectare a raportului si de asemenea pot fi utilizate in formule particularizate, utilizand fie Basic, fie sintaxa proprie Crystal, care sunt apoi plasate pe suprafata de design. (<http://scn.sap.com/community/crystal-reports-for-visual-studio>). Formulele pot fi evaluate la mai multe faze in timpul generarii raportului, cum se specifica de catre dezvoltator. Atat campurile cat si formulele au o gama larga de optiuni de formatare disponibile, care pot fi aplicate absolut sau conditionat. Datele pot fi grupate in benzi. Crystal Reports suporta, de asemenea subrapoarte, grafice si o functionalitate GIS limitata. (<http://scn.sap.com/community/crystal-reports-for-visual-studio>).

**Serviciile Web** reprezintă un mod de schimb de date pe Web (pe Internet) prin protocolul HTTP. Acest schimb de date se poate face între mai calculatoare, chiar dacă au arhitecturi și sisteme de operare diferite. Serviciile Web sunt cross-platform. Pentru a putea comunica mai ușor, se folosește un limbaj de tip markup (de tip plain text) precum XML sau JSON. Datele transmise cu XML sau JSON nu necesită criptare/decriptare, iar mesajul (un șir de caractere de dimensiune relativ mică) ajunge foarte repede la destinație. Există mai multe tipuri de servicii Web, cele mai utilizate fiind XML-RPC, SOAP și REST. Prin intermediul lor, o companie permite accesul utilizatorilor la baza sa de date. În dependență de informația pe care o pune la dispoziție, compania decide dacă serviciul Web va fi privat (acces autorizat) sau public (acces tuturor utilizatorilor). Pentru aplicațiile ce prevăd dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare, se vor utiliza servicii REST (Representational State Transfer) cu scopul de a folosi comenzile HTTP ca API pentru aplicația client. Toate serviciile REST au o interfață uniformă, pot fi mai ușor extinse (sunt scalabile) și sunt mai performante față de serviciile care folosesc și nivelul SOAP peste HTTP. Datele și operațiile oferite de un serviciu REST sunt considerate ca resurse, accesibile prin adrese URI (Uniform Resource Identifiers). În serviciile REST server-ul și clientii schimbă între ei reprezentări ale resurselor folosind un protocol și o interfață standard (HTTP).

### **Activitatea 3.8 Realizarea unui sistem la scara pilot pentru tratarea apei. Sistem pilot pentru tratarea apei (activitate efectuată de partenerul P2)**

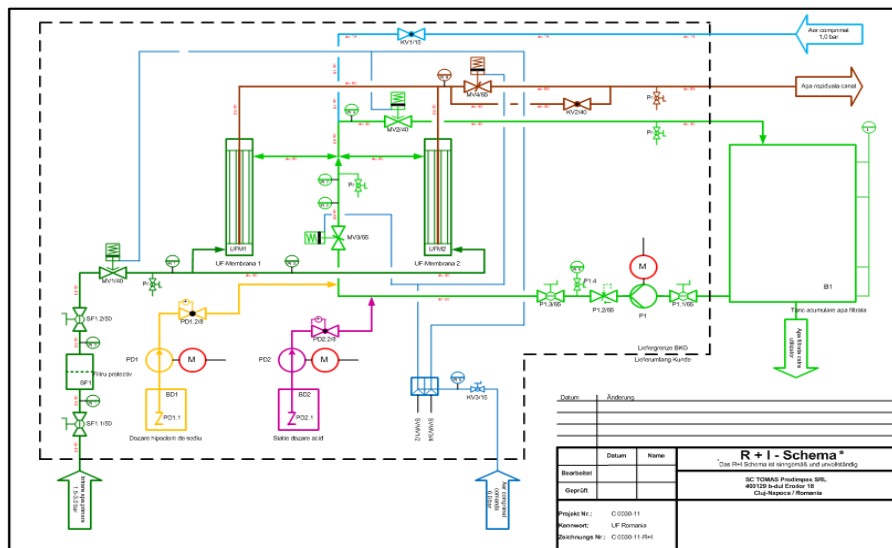
În această fază a proiectului, modulele de microfiltrare și osmoză inversă au fost achiziționate și instalate într-un container (Figura 8), urmând să fie integrat modulul de electrooxidare/ electroreducere, care este și el achiziționat.



**Figura 8.** Imagini ale sistemului pilot

### **Activitatea 3.9. Realizarea unui sistem la scara pilot pentru epurarea avansata a apelor uzate municipale in vederea reutilizarii (activitate efectuată de partenerul P3)**

Sistemul pilot a fost achiziționat de la Prodimpex S.R.L. Cluj Napoca, în urma unei proceduri de achiziție, conform specificațiilor tehnice prezentate la punctul 3.6. Sistemul pilot este instalat într-un container, în spațiul din incinta stației de epurare a apelor uzate municipale a municipiului Iași (SEAU Dancu). Pentru amenajarea platformei și racordurile la rețelele de utilități (energie electrică, apă și canalizare) pe care s-a amplasat modulul pilot, proiectarea s-a realizat de Atelierul de Proiectare din cadrul SC APAVITAL SA. Sistemul pilot de ultrafiltrare este echipat cu module tubulare cu membrane de tip cu membrane INGE tip MB 1,5, part number: EP-0048, dizzer P 4021-2.5 (Figura 9).



**Figura 9.** Diagrama funcțională a sistemului UF

Sistemul este alimentat cu apă epurată biologic prin intermediul unor recipiente din PE (polietilenă) prevăzuți cu agitator mecanic tip ancoră acționat electric, cu capacitatea de 1000 litri. Pentru protecția pilotului s-a dispus un modul containerizat protejat la fenomenele climatice, la care s-au asigurat elementele specifice de securitate a muncii și pentru desfășurarea activităților de cercetare într-un mediu similar cu cele desfășurate într-un birou modern.

Acesta conține: pompă submersibilă cu următoarele caracteristici: conexiune la priză de 220 V ca,  $P_{max} = 1000 \text{ W}$ ,  $H = 10 \text{ m}$ ,  $Q_{max} = 10 \text{ mc/h}$  racord intrare efluent epurat biologic - 3/4", cu robinet bilă, racord intrare apă potabilă - 3/4 cu robinet bilă, racord ieșire circuit canalizare - 3/4", nișă racord electric 220 V ca,  $P = 2.5 \text{ kW}$  cu comutator general și prize de 220 V ca, sistem termo-condiționare a aerului de 8000 BTU, nișă (orificiu) cu ventilator 220 V, iluminat electric fluorescent 2 x 36 W cu priză și ștecher, sistem iluminat exterior cu senzor de prezență, birou, scaun ergonomic, ecran calculator conectat cu modulul PLC al sistemului UF, modul pentru posibilitatea conectării la o aplicație de tip SCADA, cover din cauciuc pentru electro - izolare și un dulap cu raft dispus la interior.

Pornind de la caracteristicile fizico-chimice și bacteriologice ale efluentul rezultat din treapta biologică, pe baza valorilor obținute în teste și a valorile limita maxime propuse pentru efluentul obținut în urma procesului de ultrafiltrare, precum și a caracteristicilor tehnologice stabilite în urma testelor de laborator, s-a optat pentru un modul experimental model UF SERVO-T 2-DXL200 cu capacitatea de 200-400 l/h, care utilizează tehnologia membranelor tubulare confecționate din PES (polieter sulfonă), cu porozitatea specifică a membranelor  $\sim 20\text{nm}/\text{MWCO} \sim 100\text{kD}$  (Figura 10).



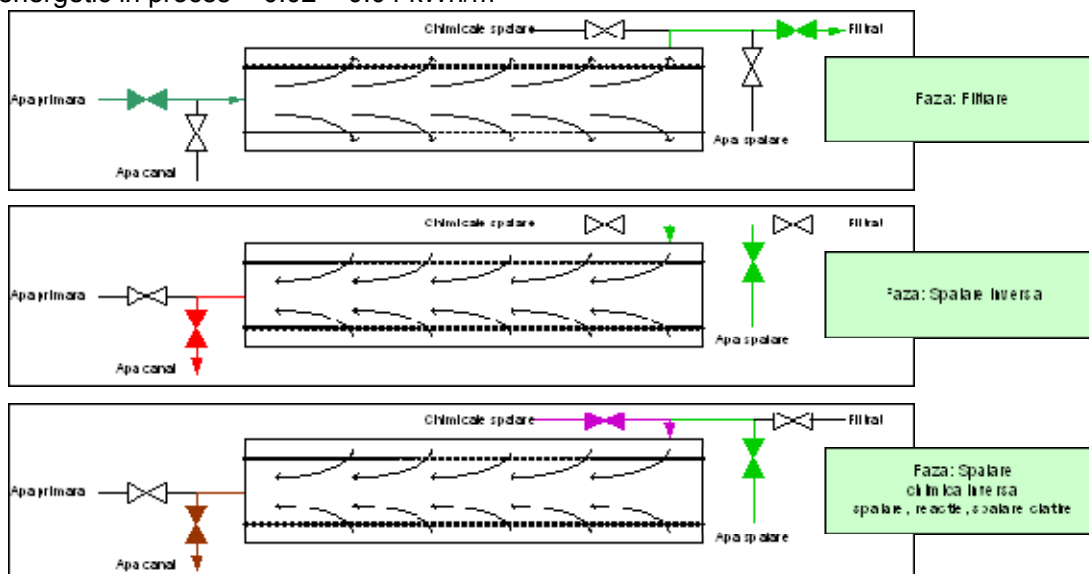
**Figura 10.** Modul UF SERVO-T 2-DXL200

Ansamblul de ultrafiltrare este dispus pe un cadru metalic împreună cu componentele auxiliare și sisteme de automatizare corespunzătoare. Modulul este amplasat într-un container specializat dispus în



spațiul SEAU Dancu în apropierea canalului de evacuare finală a efluentului epurat biologic. În Figura 9, este prezentată diagrama bloc a modului de ultrafiltrare.

Sistemul este prevăzut cu două unități tip coloană ce utilizează membranele tubulare INGE multibore 1.5 fabricate de firma Inge în colaborare cu BASF cu următoarele caracteristici: Material membrana tubulară - polieter sulfona; Valoarea turbidității de operare (NTU) - < 300 NTU, valoarea de peak < 400 NTU; TSS (mg/L) - < 300, valoarea de pic < 500; Dimensiunea particulelor prelucrabile (micron) - < 300, valoarea de pic < 300; DOC (mg/L) - < 20, valoarea de pic 40; COD (mg/L) - < 100, valoarea de pic < 200; Presiune de operare în secvența de filtrare (bar) - 0.1 - 0.6; Presiune în secvența inversa de spălare (bar) - 0.7 - 2.5; Consum energetic în proces - 0.02 - 0.04 kWh/m<sup>3</sup>



**Figura 11.** Secvența de funcționare a sistemului de UF (3 trepte)

Sistemul este prevăzut cu un circuit de spălare inversă a blocului cu membrane cu soluție alcalină cât și cu soluție acidă. Procesul este controlat integral de un microprocesor. Spălarea chimică de întreținere se poate realiza manual sau automat. Diagramele și secvențele de funcționare sunt prezentate în figura 11.

Componentele modului de ultrafiltrare sunt: bloc membrane cu nr. module/ bloc 1-2 membrane/modul cu următoarele caracteristici: suprafața membrana/modul: 2,5 m<sup>2</sup>; încărcare specifică: 83,3 l/m<sup>2</sup>·h; set manometre analogice/digitale; set armaturi, acționare automată/manuală; sistem de conducte PVC-U integrat în sistem; tehnică măsurare constând din: măsurare debit filtrat, măsurare debit apă spălare, măsurare debit apă spălare, determinare presiune; recipiente de dozare cu capac de vizitare, volum 40 litri, cu racorduri pentru umplere, aerisire, diametru cca. 415 mm, înălțime 620 mm, preaplin și ventil de închidere, material masă plastică pentru dozarea următoarelor chimicale NaClO / HCL; pompe dozatoare cu membrana debit 4,0 l/h; pompa cu motor antrenare pentru spălare inversa debit 1,0 m<sup>3</sup>/h, presiune 3,0 bar, 230/400 V, 50 Hz, putere motor; 0,75 kW, material otel inox; set armături inclusiv supapă de reținere; panou de comandă cu microprocesor a întregii instalații.

Așa cum s-a menționat mai sus, ansamblul de ultrafiltrare este amplasat într-un container specializat dispus în spațiul SEAU Dancu, lângă în apropierea canalului de evacuare finală a efluentului epurat biologic (figurile 12 și 13).



**Figura 12.** Locație pilot WATUSER



**Figura 13.** Modul pilot WATUSER

### Activitatea 3.10. Testarea sistemului pilot (pentru epurarea avansata) (activitate efectuată de partenerul P3)

La data redactării prezentului raport, activitatea de testare a sistemului pilot se afla în plina desfășurare, fiind completate testele de instalare pentru verificarea parametrilor tehnici (electrici și hidraulici) de funcționare ai sistemului pilot pentru epurarea avansată a apelor uzate prin ultrafiltrare.

### Activitatea 3.11. Studiul de fezabilitate pentru transpunerea la scara industrială a tehnologiei de epurare avansată a apelor uzate (activitate efectuată de partenerul P3)

Proiectarea și construcția fizică a sistemului pilot de ultrafiltrare fost realizată, respectând următoarele caracteristici tehnice (tabel 6) :

**Tabel 6.** Date tehnice pentru pilotul de ultrafiltrare

Sistemul de ultrafiltrare	
Număr module membrană	1 bucată
Suprafață membrană	4 mp
Flux maxim	45 L/mp/h
Flux filtrare (netto)	37.5 L/mp/h
Randament	82.92%
Durata filtrare continua	55 minute
Durata spalare inversa(apa)	45 sec
Flux spalare invers	230 L/mp/h
Debit proiectat	180 L/h
Debit mediu apa primara	170 L/h
Debit mediu filtrat	150 L/h
Debit apă evacuat la canal la spălare inversă	10 L/h
Debit apă evacuat la canal spălare chimică	10 L/h
Debit total spălare inversa+chimică	Cca 20 L/h

Caracteristicile pompelor ce echipează modul UF	
Debit pompa alimentare	180 L/h
Presiune alimentare	1.6 bar
Debit pompa spălare	920 L/h
Presiune pompa spălare	2.8 bar
Dozare soluție bazică	1.31 L/h
Dozare acidă	0.77 L/h
Dozare hipoclorit de sodiu	0.16 L/h
Putere electromotor pompă	0.75kw
Model pompă	Vertical tip Willo

Sistemul de spălare chimică, soluție bazică	
pH soluției spălare bazica NaOH	12.0
Concentrație NaOH	32%
Periodicitate spălare bazică	24 h
Durata spălare bazică	120 sec
Flux spălare	120 L/mc/h
Flux clătire	230 L /mc/h
Durata reacție chimică	15 min
Durata clătire	80 sec
Pompa de dozare NaOH	1.3l/h
Sistemul de spălare chimică, soluție acidă	
pH soluție acidă	2.3
Concentrația HCl	32 %
Periodicitatea spălare acida	12 h
Durata spălare acida	120 sec.
Flux de spălare	120 L/mp/h
Flux de clătire	230 L/mp/h
Durată reacție chimica	15 min
Durată de clătire	80 sec
Randament pompă dozare acid	0.8 L/h
Spălare chimică hipoclorit de sodiu	
Valoarea de referința spălare NaClO	10 mg/L
Concentrație clor activ	12 %
Periodicitate spălare NaClO	72 h
Durata spălare cu hipoclorit	120 sec
Flux spălare	120 L/mp/h
Flux clătite	230 L/mp/h
Durata reacție chimica	7 min
Durata clătite	80 sec
Randament pompă dozare hipoclorit	0.2 L/h

Apa evacuată la rețeaua de canalizare	
Volum mediu apa la fiecare etapă de spălare	12.7L
Nr. mediu de cicluri spălare cu apa zilnic	24.5
Volum apă evacuată zilnic prin spălare cu apă	312L
Volum apa/ciclu de spălare/ciclu chimica cu NaOH	40 L
Volum cicluri zilnice spălare NaOH	1
Volum apa evacuata zilnic/ciclu spălare HCL	40 L
Numărul cicluri zilnice spălare HCL	2
Volum apa evacuata zilnic prin spălare HCL	80 L
Volum apa/ciclu spălare NaClO	40 L
Nr. mediu cicluri zilnice spălare NaClO	0.33
Volum apa evacuat zilnic prim spălare cu NaClO	12.1L

Din cele prezentate mai sus, rezultă faptul că acest modul de ultrafiltrare necesită **consumabile** pentru procesul de spălare inversă sub forma unor reactivi : acid clorhidric, hidroxid de sodiu, clorit de sodiu.

Modulul folosește **energie electrică monofazică** pentru alimentarea pompelor de spălare, a computerului de proces, precum și pentru iluminatul interior și termocondiționare. La o exploatare de opt ore pe zi se prevede un consum de maxim 1.5 kW/h (atât pentru procesul tehnologic cât și pentru consum ambiental) vara și maxim 3.5 kW în anotimpul răcoros (luând în calcul termocondiționarea). Cablul de electro - alimentare a fost proiectat pentru o sarcina activă de maxim 5 kW. Fluxul de apă tehnologică necesar modulului este de maxim 100 litri/8 ore, iar pentru consum în scop igienic (chiuvetă) 10 litri. Sursa de apă potabilă este asigurată printr-un racord de polipropilenă De 25 mm conectat la rețeaua internă a SEAU Dancu Iași. Circuitul de canalizare pentru evacuarea apelor de spălare și cel în scop igienic este conectat printr-un branșament de polipropilenă cu De. 110 mm, conectată la rețeaua internă de canalizare.

Personalul de exploatare necesar pentru buna funcționare a modulului se rezumă la o persoană cu calificarea specifică în domeniul chimic și/sau biologic. Incidentele de natura tehnică (defecțiuni) sunt rezolvate în perioada de garanție (doi ani) de către firma furnizoare de echipament S.C. TOMAS S.R.L., în afara perioadei de garanție la cerere prin contract de service cu societatea comercială TOMAS S.R.L. sau de către personalul specializat SC APAVITAL SA. La aceste cheltuieli se adaugă cheltuielile efectuate pentru studierea tehnologiilor de epurare, în scopul de a o selecționa pe cea care prezintă cea mai bună aplicabilitate pentru un anumit tip de efluent. De asemenea, vor fi luate în calcul și cheltuieli de monitorizare a calității efluentului obținut în instalația pilot.

### Activitatea 3.12. Implementarea și testarea unui sistem integrat de monitorizare la nivelul operatorilor regionali de apă (activitate efectuată de partenerul P3)

#### Baza de date pentru laboratoarele de apă uzate

Scenariul cuprinde: **Preluarea probei de apă** de la un agent economic (intern/extern → se va seta calcularea sau nu a TVA) și completarea câmpurilor specifice: data/ora prelevării, locul prelevării, recoltator, delegat, data/ora primirii probei, analizele solicitate; pentru fiecare probă **se generează cod\_ID**, informație prin care proba se identifică mai departe în laborator; valorile obținute în urma analizelor se introduc de către **operator**; după completarea valorilor pentru toate analizele solicitate **se generează Buletinul de Analiză**. Roluri: Administrator: generează utilizatori, setează parole inițiale, acordă drepturi, parole server; Manager: generează utilizatori, setează parole inițiale, acordă drepturi; Supervisor: validează date, preluare probe, setări prețuri; Operator: introducerea datelor

**Structura bazei de date** (tabelele componente) este prezentată în Figura 14.

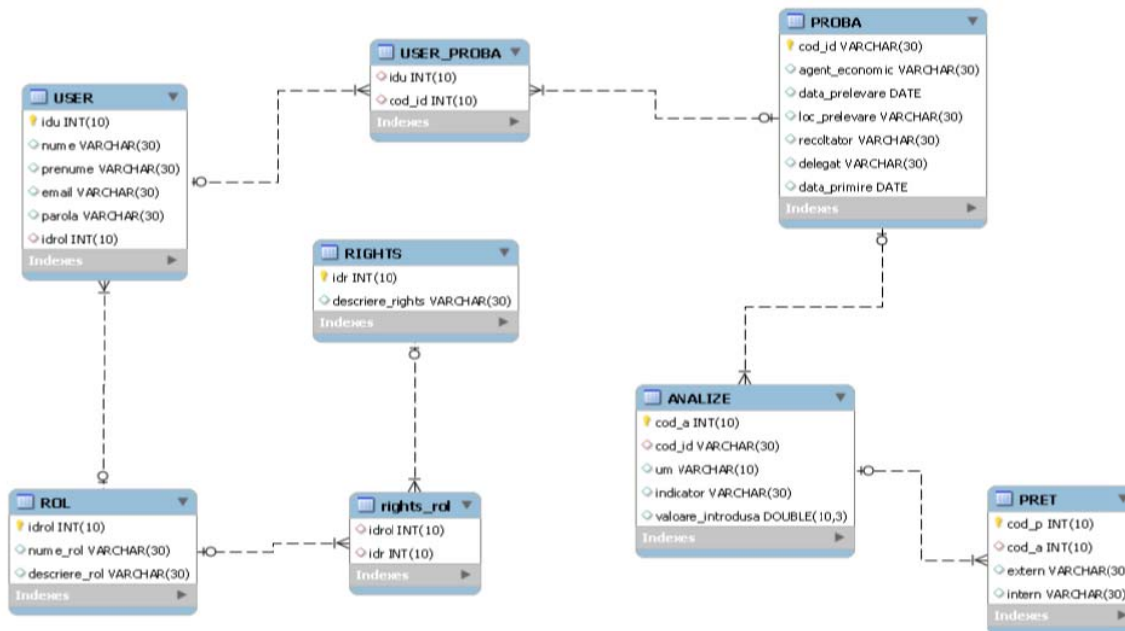


Figura 14. Diagrama entitate relație a bazei de date (prototip V2)

**Tabela PROBA:** conține informațiile referitoare la proba de apă ca "element de analizat". Fiecarei înregistrări din tabela ar trebui să i se atribuie un cod unic **cod\_id** (asignat la primirea probei). **Tabela ANALIZE:** conține informațiile referitoare la analiza propriu-zisă a unei înregistrări **cod\_id** din tabela precedentă. În coloana indicator vor fi câteva insert-uri inițiale pentru înregistrarea celor 18 parametri (insert into Analize(indicator) values('pH'), ('Suspensii'), ('CBO<sub>5</sub>'), ('CCOCr'), ('Cloruri'), ('Sulfati'), ('NO<sub>3</sub>'), ('NH<sub>4</sub>'), ('NO<sub>2</sub>'), ('SET'), ('MBAS'), ('H<sub>2</sub>S&S<sup>-2</sup>'), ('Reziduu'), ('Fenoli'), ('Azot'), ('Fosfor'), ('Cianuri'), ('Fier')); ) respectiv pentru coloana um- "Unitate de masura" ('Unit' și 'mg/l'). Coloana **valoare\_introdusa** va fi completată de către

operator cu valoarea "analizata". **Tabela PRET:** pentru fiecare analiza va trebui calculata o taxa (cu TVA-beneficiar extern, fara TVA- beneficiar intern) in functie de parametrii analizați. Valorile limită pentru fiecare parametru se stochează separat, într-un fisier xml.

Interfața utilizator va fi personalizată după testarea preliminară a aplicației din punct de vedere funcțional. În acest moment, ferestrele pentru introducerea informațiilor despre proba preluată de laborator și fereastra pentru introducerea valorilor de către operator sunt prezentate în capturile ecran de mai jos (Figurile 15 și 16).

**Figura 15.**Fereastră pentru introducerea informațiilor aferente unei probe de apă

**Figura 16.** Fereastra pentru introducerea și vizualizarea volorilor parametrilor unei probe de apă

### **Baze de date distribuite noSql**

În ultimul deceniu s-a dezvoltat o noua tehnologie in domeniul bazelor de date distribuite: baze de date NoSQL ca o alternativă la bazele de date relaționale Sql. Principalele motive pentru dezvoltare si utilizare baze de date NoSQL sunt:

- Evitarea complexitatii – spre deosebire de bazele relationale care includ facilitati pentru asigurarea unei consistente stricta a datelor prin proprietatile ACID, se constata ca acestea nu sunt necesare in unele aplicatii;
- Necesitatea acceptarii unui trafic masiv - unele medii NoSQL permit mai multe operatii decat bazele de date relationale. Ca exemplu Google poate procesa 20 petabytes ( $10^{15}$  bytes) zilnic stocati in baza sa NoSQL Bigtable, prelucrare ce este facilitata de MapReduce;
- Scalabilitate buna pe orizontala operand pe hardware obisnuit – Scalabilitatea pe orizontalaeste asigurata de posibilitatea de a adauga sau elimina noduri in infrastructura de prelucrare fara efort in comparatie cu modelul relational, ca de exemplu configurarea Oracle RAC. Masinile ce constituie noduri ale infrastructurii de prelucrare sunt calculatoare obisnuite (component de raft), avand costuri moderate;
- Renuntarea la modelul Entitate-Relație - bazele de date NoSQL au fost dezvoltate pentru stocarea unor structuri de date simple sau asemanatoare cu cele din limbajele de programare orientate obiect nu cele ale modelului relational. Cele mai multe aplicatii opereaza cu structuri de date de complexitate scazuta ce nu necesita functiile complexe oferite de bazele de date relationale;
- Complexitatea si costul configurarii clusterelor de baze de date – intrucat au fost proiectate pentru operarea in cluster cu calculatoare obisnuite (PC) pot fi expandate usor fara costuri pentru fragmentarea bazei de date pentru a rula in cluster de mari dimensiuni sau in grid;
- Relaxarea fiabilității in favoarea cresterii performantei – in foarte multe situatii poate fi scazuta fiabilitatea in scopul cresterii performatei. Cazurile tipice fiind cele in care nu este necesara pastrarea persistenta a unei informatii, ea putand fi pastrata in memorie RAM sau asigurarea proprietatilor ACID pentru aplicatii la care astfel de proprietati nu sunt necesare, ca exemplu site-uri de socializare.

Un alt aspect important care justifica necesitatea prelucrării distribuite a datelor dar si scalabilitatea pe orizontala vine de la volumul tot mai mare al datelor ce trebuie procesate cu principala constrangere data de timpul foarte scurt in care trebuie dat raspunsul in contextul in care hardware-ul utilizat are performanta redusa la nivel de echipament, dar creste foarte mult prin asocierea echipamentelor.

MongoDB este o implementare de baze de date nerelationale open source, scris în C++ orientat pe documente. Spre deosebire de conceptul de rand, cunoscut sub denumirea de inregistrare sau linie a unei tabele a fost inlocuit in MongoDB cu un model mult mai flexibil numit document.

Baza de date este constituita din una sau mai multe colectii de documente ce sunt referite ca grupuri de documente. Se remarca faptul ca o baza de date MongoDB nu are schema, campurile nu sunt

predefinite. MongoDB ofera o buna scalabilitate pe orizontala prin distribuirea pe mai multe noduri. Unitatea stocata este un document, structura de date similara cu un document XML, un dictionar Python sau un document JSON. Efortul programatorilor este concentrat pentru programarea aplicatiilor, nu pe scalabilitate, care este naturala prin capacitatea MongoDB de a distribui colectiile atunci cand se adauga un nou nod. MongoDB nu are implementat un mecanism similar cheilor straine din baze de date relationale, motiv pentru care referintele intre documente sunt rezolvate de cererile suplimentare din aplicatiile client. Avantajul acestor referinte consta in faptul ca sunt interpretate automat de multe limbaje de programare. MongoDB ofera in plus o serie de instrumente: indexare cu posibilitatea de a efectua interogari rapide, scripturi java stocate ce inlocuiesc procedurile stocate, se pot utiliza functii JavaScript stocate pe server, suport MapReduce si alte metode de agregare. O serie de instrumente lipsesc, pretul platit pentru scalabilitate fata de bazele de date relationale, nu se pot efectua operatii join sau tranzactii complexe pe mai multe inregistrari. Arhitectura distribuita pentru MongoDB se bazează pe trei componente:

- Servere care executa procese Mongo si stocheaza date, grupate dupa modul de replicare, colectie numita si shard;
- Servere de configurare ce pastreaza metadate despre fiecare shard si datele pastrate de acesta;
- Servicii de rutare pentru distribuirea cererilor clientilor si returnarea rezultatelor catre acestia.

O astfel de arhitectura este toleranta la defectare cu efecte minime functie de tipul defectului. Astfel, defectarea unui serviciu de rutare are efect minimal prin faptul ca cererea clientului este redirecționată la un alt proces de rutare, defectarea unui nod dintr-un shard nu va afecta disponibilitatea prin faptul ca si alte noduri au replicile datelor, defectarea serviciului de configurare nu afecteaza operatiile de citire sau scriere a datelor dar face imposibila impartirea si redistribuirea colectiilor de date. Defectarea integrala a unui hard face indisponibile operatiile de citire sau scriere in acel shard fara sa afecteze insa alte colectii. Din punctual de vedere al securitatii, MongoDB ofera doar instrumente de baza pentru administrarea accesului la date fara sa ofere o securitate ridicata.

#### Activitatea de diseminarea rezultatelor

Promovarea proiectului „SISTEM INTEGRAT PENTRU REDUCEREA IMPACTURILOR ȘI RISCURILOR DE MEDIU ȘI ASUPRA SĂNĂTĂȚII UMANE ÎN CICLUL DE UTILIZARE AL APEI (WATUSER)” se realizează prin intermediul paginii web dezvoltate la adresa:

<http://www.ch.tuiasi.ro/cercetare/parteneriate/watuser/index.htm>, precum și a materialelor de tip flyer, roll-up, afișe dezvoltate pentru acest proiect.

Pagina web prezintă aspecte referitoare la descrierea proiectului, obiectivul principal și activitățile specifice ale acestuia, etapele de realizare și rezultatele obținute. Website-ul realizat face cunoscuți partenerii proiectului, precum și datele de contact ale reprezentanților echipelor de cercetare. Descrierea proiectului WATUSER la nivel internațional este disponibilă prin accesarea secțiunii elaborate în limba engleză. Pagina web are drept scop asigurarea transparenței dar și actualizarea informațiilor privind derularea proiectului (rezumatul proiectului, lista actualizată a publicațiilor rezultate din proiect, etc).

Activitățile efectuate în cadrul acestei etape a proiectului au condus la **indeplinirea integrală** a obiectivelor etapei, fapt dovedit și de **indeplinirea (și depășirea) următorilor indicatori de rezultat ai proiectului:**

- **7 articole publicate și 2 articole acceptate spre publicare în reviste ISI** cu factor de impact (însușind un factor de impact relativ cumulat de **20,446**) și a unui articol publicat în **ISI Proceedings**;
- **1 capitol de carte**, publicată în editură internațională;
- **4 comunicări orale** la manifestari stiintifice de diseminare a activitatilor și rezultatelor proiectului;
- **5 postere** prezentate la manifestari stiintifice naționale și internaționale pentru diseminarea activitatilor și rezultatelor proiectului;
- materiale promoționale dezvoltate: flyer, un roll-up, materiale de prezentare a sistemului pilot
- **0,6 luni x persoană mobilități interne**;
- **0,6 luni x persoană mobilități externe**;
- **164,24 mii lei**- Valoarea contribuției financiare private la proiecte (**26,94 %** din valoarea bugetului etapei 3)

#### ARTICOLE PUBLICATE /ACCEPTATE PENTRU PUBLICARE IN REVISTE COTATE ISI WEB OF SCIENCE (2014) - 10 articole

1. Barjoveanu G., Comandaru I.M., Garcia G.R., Hospido A., Teodosiu C\*, (2014), **Evaluation of Water Services System Through LCA. A Case Study for Iasi City, Romania**, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, February 2014, Volume 19, Issue 2, pp 449-462, DOI: 10.1007/s11367-013-0635-8 (IF= 3.089, ISI Web of Science).
2. Cailean D., Barjoveanu G., Teodosiu C.\*, Pintilie L., Dascalescu I.G., Paduraru C. (2014), **Technical Performances of Ultrafiltration Applied to Municipal Wastewater Treatment Plant Effluents**, *Desalination and Water Treatment*, available on-line: August 2014, DOI: 10.1080/19443994.2014.951693 (IF= 0.988, ISI Web of Science)
3. Apopei P., Catrinescu C\*, Teodosiu C., Royer S. (2014), **Mixed-phase TiO2 photo-catalysts: crystalline phase isolation and reconstruction, characterization and photocatalytic activity in the oxidation of 4-chlorophenol from aqueous effluents**.



4. Cailean D., Teodosiu C.\*, Friedl A. (2014), **Integrated Sono-Fenton Ultrafiltration Process for 4-Chlorophenol Removal from Aqueous Effluents: Assessment of Operational Parameters (Part 1)**, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Volume 16, Issue 6, Pages 1145-1160, DOI: 10.1007/s10098-014-0723-x (IF= 1.671, ISI Web of Science).
5. Cailean D., Wukovits W., Teodosiu C.\*, Ungureanu F., Friedl A. (2014), **Integrated Sono-Fenton Ultrafiltration Process for 4-Chlorophenol Removal from Aqueous Effluents: Process Modeling and Simulation (Part 2)**, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Volume 16, Issue 6, Pages 1161-1177, DOI: 10.1007/s10098-014-0716-9, (IF= 1.671, ISI Web of Science)
6. Teodosiu C., Wenkert R., Tofan L., Paduraru C. (2014). **Advances in preconcentration / removal of environmentally relevant heavy metal ions from water and wastewater by sorbents based on polyurethane foam**, *Reviews in Chemical Engineering*, Vol:30, Iss:4, p. 403-420, August 2014, DOI: 10.1515/revce-2013-0036 (IF=2.833, ISI Web of Science)
7. Sica M., Duta A., Teodosiu C, Draghici C. (2014), **Thermodynamic and kinetic study on ammonium removal from a synthetic water solution using ion exchange resin**, *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol 16, nr.2 (february 2014), 351-359, DOI: 10.1007/s10098-013-0625-3, (IF= 1.671, ISI Web of Science)
8. Florica Manea, Agnes Jakab, Magdalena Ardelean, Aniela Pop, Ilie Vlaicu, **Boron-doped diamond electrode-based advanced treatment methods for drinking water**, *Environmental Engineering and Management Journal* (I.F.=1.258, ISI Web of Science).
9. Agnes Jakab, Aniela Pop, Corina Orha, Florica Manea, Rodica Pode, **Electrochemical degradation of pentachlorophenol from water at undoped/silver-doped TiO<sub>2</sub>-modified zeolite-carbon nanofibers composite electrodes**, *Environmental Engineering and Management Journal*, (I.F.=1.258, ISI Web of Science).
10. Magdalena Ardelean, Florica Manea, Rodica Pode, **Silver electrodeposited carbon nanofiber-epoxy electrode for fluoxetine detection**, [APCBEE Procedia \(Journal under Elsevier, ISSN: 2212-6708\)](#)

### CAPITOL CARTE- 1 capitol

1. **Florica Manea**, *Electrochemical Techniques for Characterization and Detection Application of Nanostructured Carbon Composite in Modern Electrochemical Methods in Nano, Surface and Corrosion Science*, Eds: Mahmood Aliofkhazraei, Rijeka, Croatia, Intech Publishing House, ISBN 978-953-51-1586-1, 2014.

### LUCRARI PREZENTATE LA CONFERINTE INTERNATIONALE

#### Prezentari orale- 4

1. Andreea Chelba, Daniela Arsene, Ioana Gabriela Dascalescu, Carmen Teodosiu, **Assessment of catalytic wet hydrogen peroxide oxidation as advanced treatment of municipal effluents**, The 10th ELSEDIMA International Conference, 18-19 September, 2014 Cluj – Napoca, Romania
2. Carmen Teodosiu, Simona Andreea Popa (Ene), Loredana Pintilie, Brandusa Robu, Corina Musteret, Ovidiu Ghiuzan, **Footprint instruments for environmental assessments of industrial companies: a case study of the dairy industry**, 2nd International Conference on Chemical Engineering Innovative Materials and Processes, 5-8 November, 2014, Iasi, Romania
3. Magdalena Ardelean, Florica Manea, Rodica Pode, **Silver electrodeposited carbon nanofiber-epoxy electrode for fluoxetine detection**, 6th International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering (ICBEE 2014), 15-16 September, 2014, Paris, France
4. Florica Manea, **Contributions to the water resources management through research projects**, ECO IMPULS 2014, 16-17 October, Timisoara, Romania

#### Postere- 5

1. Loredana Pintilie, Simona Andreea Popa (Ene), Carmen Teodosiu, **Sustainability of Romanian Automotive Industry from the Footprint Family Perspective**, The 10th ELSEDIMA International Conference, 18-19 September, 2014, Cluj – Napoca, Romania
2. Daniela Cailean (Gavrilescu), Carmen Teodosiu, George Barjoveanu, Daniela Arsene, Andreea Chelba, Irina Chihaitai (Morosanu), Ioana Dascalescu, **Selection of Advanced Wastewater Treatment Processes for Effluent Reclamation based on Multi-criteria Decision Analysis**, 2nd International Conference on Chemical Engineering Innovative Materials and Processes, 5-8 November, 2014, Iasi, Romania
3. Magdalena Ardelean, Florica Manea, Pode Rodica, **Nanostructured carbon based composite electrodes for sulfide detection in water**, 33eme Conference du Chimie, L' Atelier: Nouveaux Matériaux Pour La Reconnaissance Electrochimique Des Mineraux Et Des Espèces Biologiques –NOMARES, 01 noiembrie 2014, Caciulata, Valcea, Romania
4. Anamaria Baciuj, Aniela Pop, Florica Manea, **Effect of electrochemical decoration of silver nanoparticles on arsenic detection performance**, 15th Edition of Trends in Nanotechnology International Conference (TNT2014), 27-31 October, Barcelona, Spain
5. Adriana Remes, Aniela Pop, Florica Manea, **Assessment of carbon nanotubes-epoxy composite electrode for in-field detection applications**, 15th Edition of Trends in Nanotechnology International Conference (TNT2014), 27-31 October, Barcelona, Spain

### Indicatori de proces și de rezultat PROIECT WATUSER, contract PN II 60/2012

**ETAPA 3 - Studii privind minimizarea impactului și riscului prin procese inovative de tratare a apei (eliminarea nitriților, nitraților și compuși organici naturali)/ procese inovative de epurare avansată a apelor uzate. Proiectarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei. Studii la scară pilot asupra minimizării impacturilor și riscurilor în tratarea apei/ epurarea apelor uzate pentru reutilizare**

Denumirea indicatorilor		UM/An
Indicatori de proces	Numărul de proiecte realizate în parteneriat internațional	0
	<b>Mobilități interne</b>	<b>0,6 lunixpers</b>
	<b>Mobilități internaționale</b>	<b>0,6 lunixpers</b>
	<b>Valoarea investițiilor în echipamente pentru proiecte</b>	<b>103,72 mii lei</b>
	<b>Numărul de întreprinderi participante</b>	<b>2</b>
Indicatori de rezultat	Numărul de IMM participante	0
	<b>Numărul de articole publicate sau acceptate spre publicare în fluxul științific principal internațional</b>	<b>10</b>

<b>Denumirea indicatorilor</b>	<b>UM/An</b>
Number of articles published in journals indexed AHCI or ERIH Category A or B (applies to the Humanities only)	0
Number of chapters published in collective editions, in major foreign languages, at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	0
Number of books authored in major foreign languages at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	0
Number of books edited in major foreign languages at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	0
<b>Factorul de impact relativ cumulat al publicațiilor publicate sau acceptate spre publicare</b>	<b>20,446</b>
<b>Numărul de citări</b>	<b>27</b>
Numărul de cereri de brevete de invenție înregistrate (registered patent application), în urma proiectelor, din care:	0
- naționale (în România sau în altă țară);	0
La nivelul unei organizații internaționale (EPO/PCT/EAPO/ARIPO/ etc.)*	0
Numărul de brevete de invenție acordate (granted patent), în urma proiectelor, din care:	0
- naționale (în România sau în altă țară);	0
La nivelul unei organizații internaționale (EPO/PCT/EAPO/ARIPO/ etc.)*	0
Veniturile rezultate din exploatarea brevetelor și a altor titluri de proprietate intelectuală	0
Veniturile rezultate în urma exploatarea produselor, serviciilor și tehnologiilor dezvoltate	0
<b>Pondere contribuției financiare private la proiecte</b>	<b>26,94%</b>
<b>Valoarea contribuției financiare private la proiecte</b>	<b>164,24 mii lei</b>

\*Detalierea indicatorilor pentru fiecare etapa se găsește pe site-ul proiectului:  
<http://www.ch.tuiasi.ro/cercetare/parteneriate/watuser/Home.htm>