



Ministerul Educației și Cercetării Științifice
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; e-mail: rectorat@staff.tuiasi.ro



RAPORT ȘTIINTIFIC ȘI TEHNIC

ETAPA DE EXECUȚIE NR. 4 (2015)

PROIECT WATUSER, contract PNI nr. 60/2012

ETAPA 4 - 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 4.....	2
Rezumatul etapei.....	3
Activitatea 4.1 Evaluarea comparativă a proceselor clasice/ electrochimice avansate inovative....	3
Activitatea 4.2 Dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei	5
Activitatea 4.3 Testarea sistemului pilot (pentru tratarea avansată).....	8
Activitatea 4.4 Studiul de fezabilitate pentru transpunerea la scară industrială a tehnologiei de tratare a apei	11
Activitatea 4.5 O cerere de brevet pentru tehnologia de epurare avansată a apei.....	11
Activitatea 4.6 Implementarea și testarea unui sistem integrat de monitorizare la nivelul operatorilor regionali de apă.....	11
Activitatea 4.7 Workshop și curs de specializare pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apă	14
Activitatea 4.8 Integrarea tehnologiilor inovative pentru dezvoltarea performanțelor sistemelor de apă	15
Activitatea 4.9 Re-evaluarea performanțelor ciclului de utilizare al apei utilizând un sistem integrat de evaluarea a impactului și riscului	16
Activitatea 4.10 Diseminarea rezultatelor.....	19

Colectivul de lucru al Etapei 4

COORDONATOR Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, TUIASI (CO)

Prof.dr.ing. Carmen Teodosiu
Prof.dr.ing. Florina Ungureanu
Conf.dr.ing. Cezar Catrinescu
Conf dr.ing. Brîndușa Robu
Conf.dr.chim. Carmen Păduraru
Şef.lucr.dr.ing. George Bârjoveanu
Şef lucr.dr.ing. Alexandru Archip
Şef lucr.dr.ing. Corina Mustereţ
Asist.dr.ing. Daniela Căilean (Gavrilescu)
Dr.ing. Daniela Arsene (Figիր)
Dr.ing. Petru Apopei
Dr.chim. Ioana Dăscălescu
Drd.ing. Andreea Chelba

PARTENER 1 Universitatea Politehnica Timișoara,UPT (P1)

Prof.dr.ing. Florica Manea
Prof.dr.ing. Rodica Pode
Dr.ing. Aniela Pop
Drd.ing. Anamaria Baci
Drd.ing. Magdalena Ardelean

PARTENER 2 SC AQUATIM SA Timișoara, P2

Dr.ing. Ilie Vlaicu
Dr.ing. Katalin Bodor
Dr.ing. Adina Pacala
Dr.ing. Diana Landi
Ing. Claudiu Marcu
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
Ing. Rozica Casian
Ec. Gabriela Masalagiu

Rezumatul etapei

Etapa IV a proiectului WATUSER a presupus desfășurarea a 10 activități, cu accent asupra parteneriatului de tip instituție academică-partener de tip întreprindere (operatori regionali de apă). Astfel, au fost continuate o parte dintre studiile de transpunere a proceselor investigate la scară de pilot, de către Coordonator (Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași) și de către Partenerul 1 (Universitatea Politehnică Timișoara), atât pentru procesele de epurare a apelor uzate în vederea recirculării/reutilizării, cât și pentru procesele de tratare a apei. Etapa de implementare la scară pilot a fost făcută de partenerii SC APAVITAL SA, Iași și respectiv SC AQUATIM SA, Timișoara. De asemenea, în cadrul acestei etape a fost dezvoltat, implementat și testat un sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei conceput special pentru operatorii regionali de apă. A fost elaborată și depusă de către coordonator o cerere de brevet de invenție la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM) și a fost organizat un workshop pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apă. Toate activitățile proiectului propuse pentru acest an au fost realizate integral.

Activitatea 4.1. Evaluarea comparativă a proceselor clasice/ electrochimice avansate inovative (P1 și P2)

În etapa anterioară s-au achiziționat toate echipamentele necesare proiectării unui sistem pilot flexibil pentru tratarea surselor de apă, caracterizate prin calitate variată, în vederea potabilizării.

În această etapă s-a realizat Stația Pilot de tratare conform fluxului tehnologic prezentat în Etapa de execuție nr.3. Imagini ale Stației Pilot din timpul testării sunt prezentate în Figura 1.



Figura 1. Stația pilot, tratare convențională și tratare avansată (locație SC AQUATIM Timișoara)

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, iar pentru testele pe Stația Pilot de tratare s-a ales **Sursa 2**, sursă de apă subterană cu caracteristicile prezentate în Tabelul 1. Această sursă de apă prezintă depășiri ale următorilor indicatori de calitate: amoniu, încărcare organică (carbon organic dizolvat, carbon organic total), turbiditate, arsen, fier, mangan. Așadar, în vederea potabilizării, această sursă trebuie supusă unor procedee de tratare în urma cărora toți parametrii să se încadreze în normele de potabilitate.

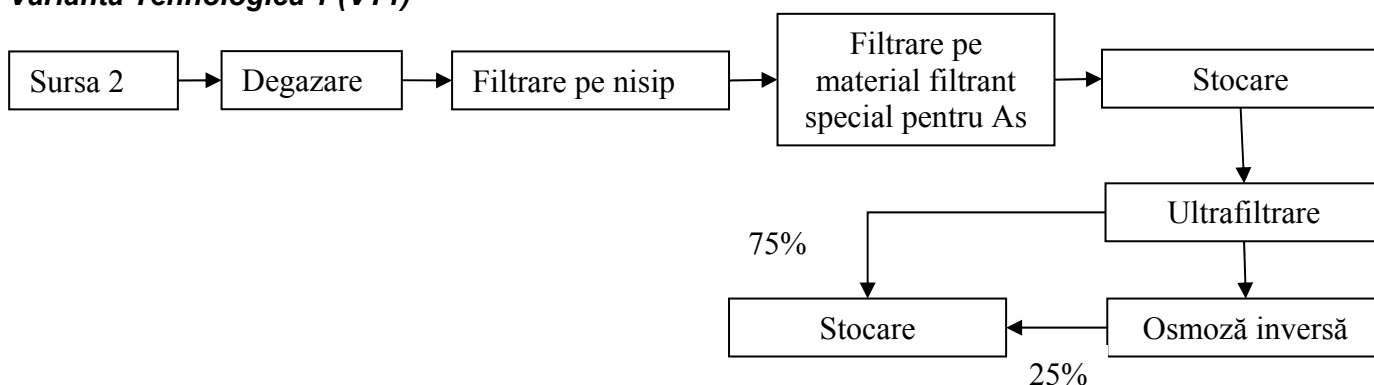
Tabelul 1. Caracteristicile surselor de apă utilizate.

Parametrul analizat	UM	Limita maximă admisă	SURSA 2
Aciditate	mval/l	-	0,3
Alcalinitate	mval/l	-	10,1
Amoniu	mg/l	0,500	1,300
Azotiti	mg/l	0,500	0,031
Calciu	mg/l	-	45
Cloruri	mg/l	250	17,0
Duritate totala	oG	-	10,9
Indice permanganat	mgO ₂ /l	5,00	4,10
Magneziu	mg/l	-	18,3
Oxigen dizolvat	mg/l	-	3,0
Conductivitate	mS/cm	2500	905
pH	-	9,5	7,6
Turbiditate	NTU	5,0	8,4
Aluminiu	mg/l	0,05	0,01
Arsen	mg/l	0,010	0,130
Azotati	mg/l	45,0	0,5
Carbon organic dizolvat	mg/L	3,00	5,32

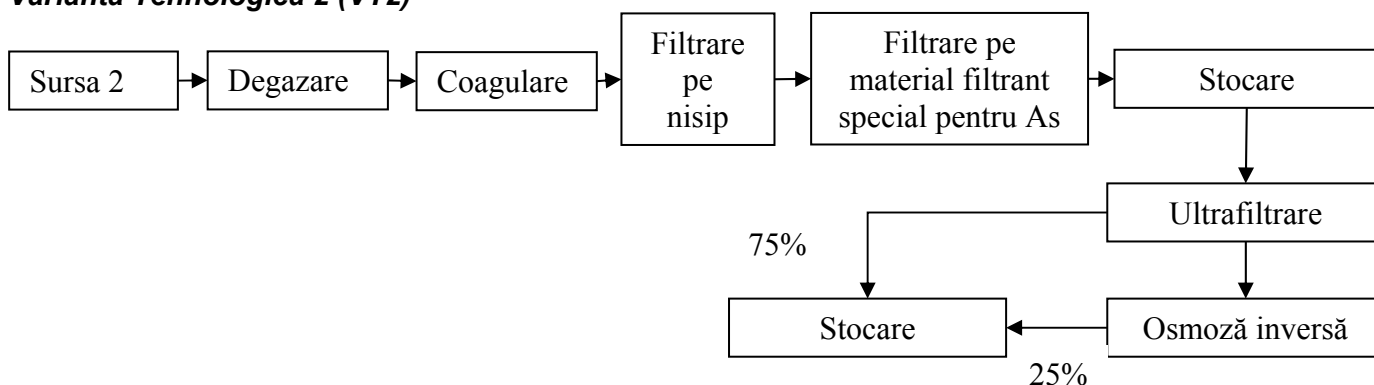
Parametrul analizat	UM	Limita maximă admisă	SURSA 2
Carbon organic total	mg/l	3,00	5,42
Fier	mg/l	0,10	1,00
Fosfor total	mg/l	-	1,18
Mangan	mg/l	0,05	0,19
Materii in suspensie	mg/l	-	4
Pesticide organo-clorurate	mg/l	0,00050	0,00014
Plumb	mg/l	0,01	0,01
Potasiu	mg/l	-	2,33
Reziduu fix	mg/l	-	630,0
Reziduuului filtrabil, total	mg/l	-	634,0
Sulfati	mg/l	250	8,7
Zinc	mg/l	5,00	0,07

La baza propunerii variantelor tehnologice au stat rezultatele cercetărilor de laborator obținute în etapele anterioare și specificațiile aferente proceselor din literatura de specialitate. Un alt criteriu luat în considerare a fost găsirea celui mai simplu flux tehnologic corespunzător din punct de vedere tehnic. Astfel, s-a pornit de la cea mai simplă variantă tehnologică bazată pe procese fizice până la variante tehnologice complexe, bazate pe procese fizice și chimice. Variantele Tehnologice (VT) propuse pentru testare pe stația pilot sunt următoarele:

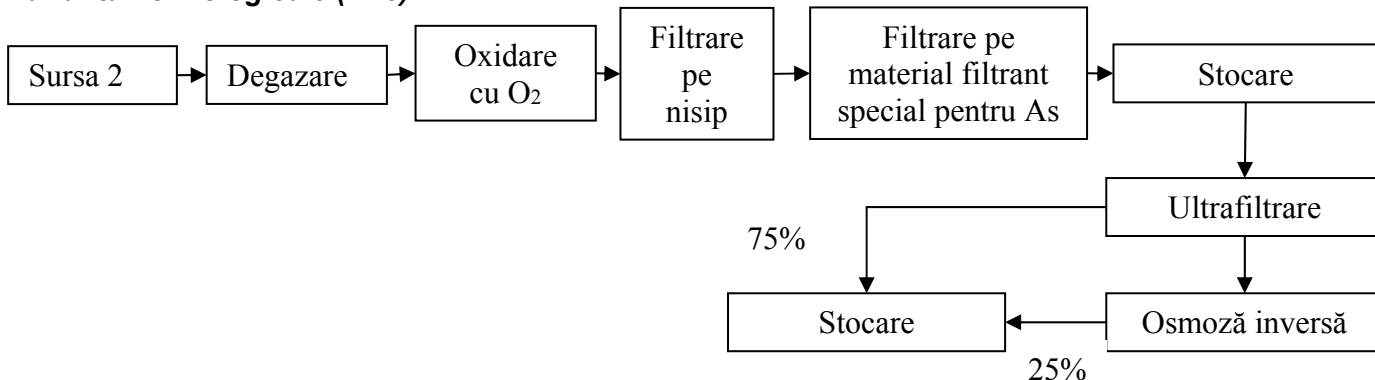
Varianta Tehnologică 1 (VT1)



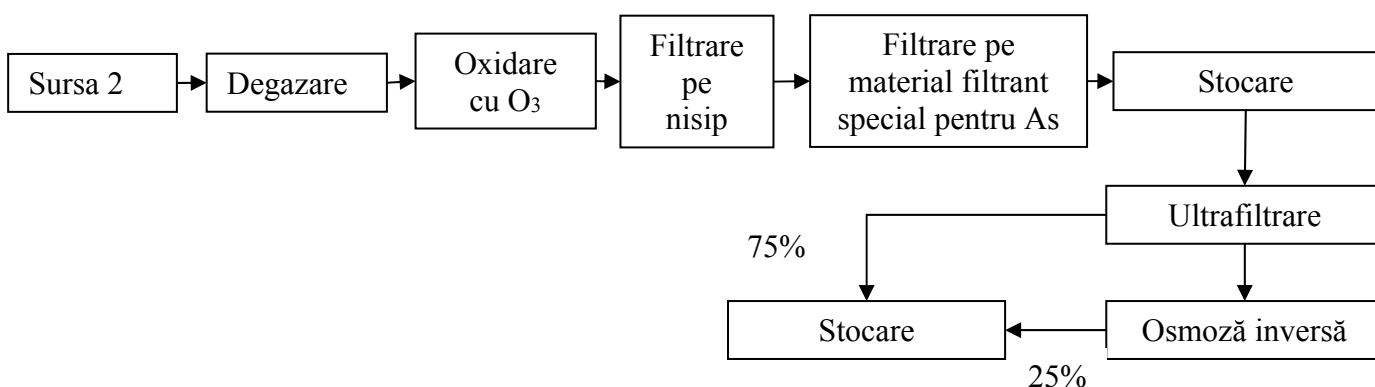
Varianta Tehnologică 2 (VT2)



Varianta Tehnologică 3 (VT3)



Varianta Tehnologică 4 (VT4)



Activitatea 4.2. Dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare pentru studiul impacturilor și riscurilor asupra apei (CO)

În cadrul acestei activități au fost analizate și proiectate aplicații pentru extinderea sistemului de monitorizare existent la SC APAVITAL SA și anume:

- Realizarea unei aplicații pentru monitorizarea activității din laboratoarele de analize afiliate stațiilor de epurare a apelor uzate;
- Stabilirea unor soluții alternative privind monitorizarea online sau cvasi-online a parametrilor tehnologici (fizici sau/și chimici) din stația pilot de epurare avansată (sistemul de ultrafiltrare).

A. Realizarea unei aplicații pentru un laborator de analize dintr-o stație de epurare

Procesul prin care este analizată o proba de apă este următorul:

- Din diverse puncte de recoltare sunt prelevate probe de apă;
- Probele de apă sunt analizate;
- Analizele rezultate și probele corespunzătoare sunt introduse de către operatori în baza de date. Dacă analizele sunt în afara anumitor limite prevăzute de legislația națională operatorul va fi avertizat;
- Se generează raportul corespunzător valorilor analizate și a probei de apă.

Aplicația permite introducerea probelor și a analizelor aferente în baza de date într-un mod cât mai simplu și eficient oferind o interfață care să poată comunica la distanță cu baza de date și să genereze un document corespunzător prin:

- Stocarea eficientă a datelor;
- Centralizarea datelor;
- Simplitatea introducerii datelor;
- Generarea raportului de analiză într-un format prestabilit.

Proiectarea și implementarea aplicației presupune proiectarea bazei de date distribuite și implementarea comunicațiilor dintre client și server prin intermediul serviciilor REST.

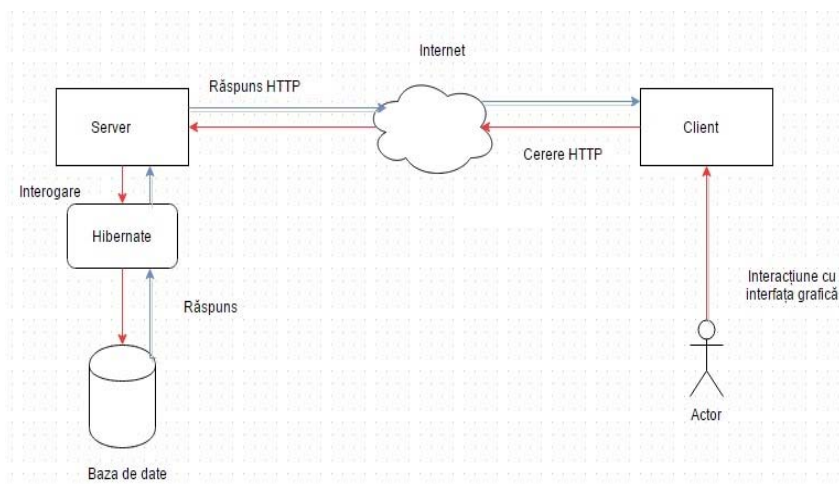


Figura 2. Funcționarea aplicației pentru gestiunea activităților din laboratorul de analize
Fluxul activitațiilor este prezentat în figura 3.

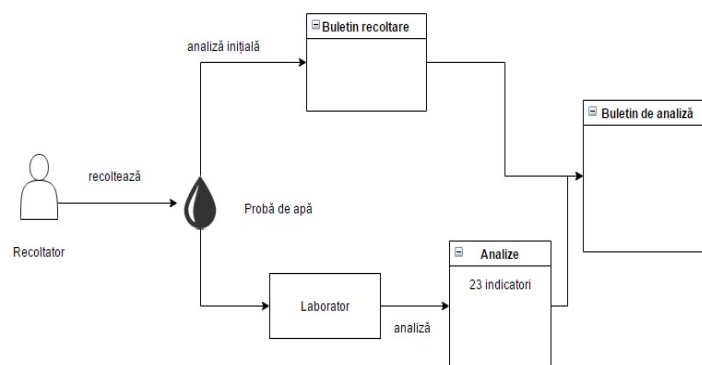


Figura 3. Flux creare buletin de analize

În figura 4 este prezentată structura bazei de date bazată pe rolurile utilizatorilor și fluxul prelevării, preluării, analizelor și generării rapoartelor.

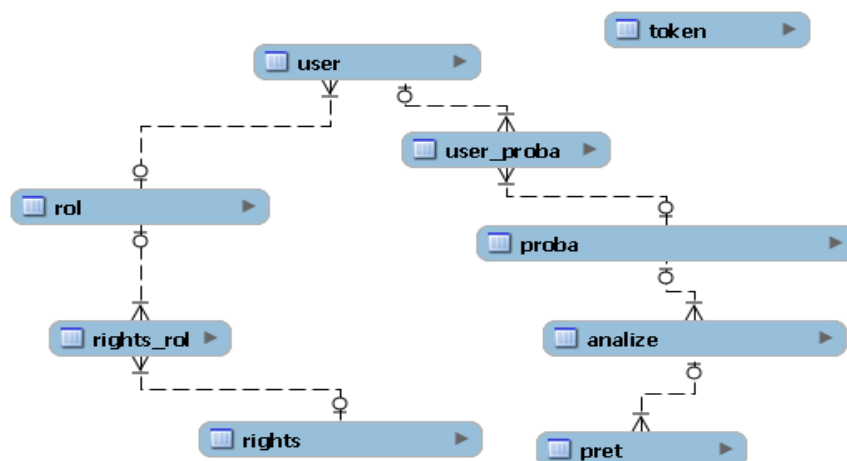


Figura 4. Structura bazei de date

Din punct de vedere funcțional baza de date se împarte în 3 niveluri:

- Nivelul de gestiune utilizatori, format din tabelele: rights, rights_rol, rol, user.
- Nivelul de gestiune probe și analize, format din tabelele: proba, analize, pret
- Nivelul de control tranzacții pentru serviciile REST, format din tabelul token

În funcție de rolul pe care îl are un utilizator, acesta poate accesa anumite facilități din baza de date, astfel că putem spune că din punct de vedere al aplicației, acest prim nivel asigură și o securitate a bazei de date. În tabelul user sunt reținute toate informațiile despre utilizatorii aplicației.

Atributele nume și parolă sunt cele mai importante atribute din acest tabel întrucât, pentru a folosi aplicația utilizatorul trebuie să fie introdus în acest tabel și să introducă la pornirea aplicației combinația dintre numele și parola aferentă înregistrării din tabel.

Atributele prenume, respectiv email, sunt folosite pentru a putea informa persoana respectivă despre eventuale schimbări (o modificare a parolei). La fel de important este atributul idrol, acesta este o cheie externă și face legătura dintre tabelul user și tabelul rol. În funcție de valoarea lui idrol vom ști care este rolul utilizatorului în aplicație și care sunt drepturile acestuia. În momentul de față laboratorul de analize are 4 roluri, fiecare având drepturi diferite: Admin, Manager, Supervizor, Operator – cu rolul de a introduce valori pentru analizele cerute.

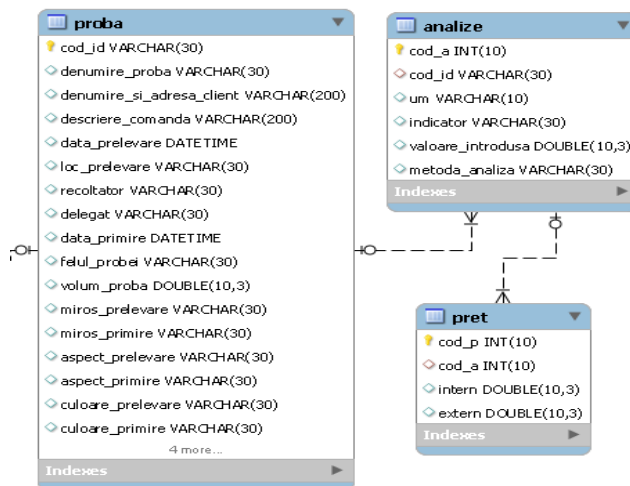


Figura 5. Nivelul de gestiune probe și analize

Informațiile din tabela probă se pot împărți în 3 tipuri:

- Informațiile generale despre probă se referă la contextul în care a fost recoltată proba: denumirea probei, denumirea și adresa clientului, analizele care au fost solicitate, cine a recoltat proba, cine a fost delegat să recolteze proba (dacă este cazul), volumul recoltat, cum a fost conservată proba, ce analize au fost realizate la fața locului (dacă este cazul)
- Informațiile despre probă la momentul prelevării, se referă defapt la informațiile inițiale despre probă precum: miros, culoare, aspect, alături de data la care a fost prelevată proba
- Informațiile despre probă la momentul primirii, se referă la informațiile despre probă la momentul primirii acesteia în cadrul laboratorului de analiză: miros, culoare, aspect, dată.

Tabelul analize conține toate analizele aferente unei probe. Pentru fiecare probă de apă, laboratorul poate analiza eficient un număr de 23 de indicatori. Pentru a ușura interogările cu baza de date și eventualele modificări ale acestora, a fost creat un fișier xml ce conține limitele admise pentru fiecare indicator având următoarea structură(name=nume parametru, valMin=valoare minimă, valMax=valoare maximă).

```
<Indicator name="pH">
    <valMin>6.5</valMin>
    <valMax>8.5</valMax>
</Indicator>
```

O dată cu introducerea unei probe, aplicația introduce automat cei 23 de indicatori aferenți probei respective, cu valori nule, urmând să fie modificate de operatori. Aplicația cu interfața grafică pentru introducerea de informații este creată în Java, baza de date este realizată în MySQL iar aceste două programe nu pot comunica nativ unul cu altul. De aceea s-a utilizat Hibernate ca intermediar care să lege cele două limbaje. Legătura între baza de date și aplicație este realizată doar la nivel de server. Clientul doar apelează metodele din cadrul serverului.

Interfața grafică a fost dezvoltată în Window builder un plug-in care oferă suportul grafic necesar organizării ferestrelor în aplicație generând automat codul aferent. Interfața grafică este formată din douăsprezece ferestre. Fiecare fereastră îndeplinește un rol diferit pentru aplicație și este independentă de celelalte.

Aplicația este versatilă și se poate ușor adapta astfel încât să se poate utiliza și în stațiile de tratare a apei, cu condiția modificării tabelelor din baza de date conținând indicatorii de calitate analizați și a concentrațiilor maxim admisibile pentru potabilizare.

Meniu Logout

cod_id

Denumire pr...

Denumire cli...

Descriere coma...

Data prelev... 17:33

Loc prelev...

Recoltator

Delegat

Data prim... 17:33

Felul probei

Volum

Miros prelevare aromatic

Miros primire aromatic

Aspect prelev... opalesc...

Aspect primire opalesc...

Culoare prelev...

Culoare primire

Indicatori fixati

Indicatori masu...

Numar data bu...

Conservare pr...

Introducere Proba

Selectare indicatori de analizat

Figura 6. Fereastra introducere probe

Meniu Logout

Cod_id Valori de completat

CE-AU821 Valori nule

cod_id	um	indicator	valoare_introdusa
CE-AU821	unitati pH	pH	00.00
CE-AU821	mg/dm3	CBO5	00.00
CE-AU821	mg/dm3	Suspensii	23.5
CE-AU821	mg/dm3	Azotiti	12
CE-AU821	mg/dm3	Sulfati	00.00
CE-AU821	mg/dm3	Metale	00.00
CE-AU821	mg/dm3	Alcalinitate	00.00

Message

Valoare inafara limitelor.Maxim:10.0 Minim:0.0

OK

Introducere in baza de date

Figura 7. Fereastra de introducere analize: Galben-urgent, Roșu -în afara limitelor, Verde-în limita admisă

B. Soluții de monitorizare a parametrilor tehnologici din sistemul pilot de ultrafiltrare

Sistemul de ultrafiltrare este dotat cu elemente de automatizare: senzori/aparate de măsură, elemente de execuție și un PLC produs de Siemens pentru implementarea algoritmilor de comandă și temporizare. Procesul de ultrafiltrare este secvențial și prin urmare comanda evenimentelor fazelor este esențială. La unitatea μ PLC este conectat un modul de transmisie date, ce poate fi utilizat pentru monitorizare și comanda la distanță a echipamentului de ultrafiltrare, din orice punct de unde exista o conexiune de date (telefon, tableta, PC). Inainte de punerea in functiune a modem-ului, se verifică conectivitatea la unitatea μ PLC și a antenei de transmisiuni amplasată pe container. Pagina WEB prin care se oferă interfața emulată a μ PLC-ului este www.Hydrowebtest.dyndns.org. După introducerea parolei de acces, apare fereastra de mai jos:



Figura 8. Pagina de start LOGO!

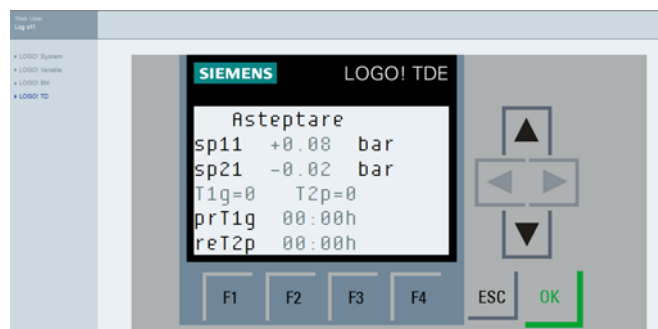


Figura 9. Fereastra LOGO! TD

Deoarece nu este posibilă captarea datelor prin interfața emulată și în plus la PLC nu sunt conectați senzorii de măsurare a altor parametri înafara celor hidrodinamici, s-au propus câteva metode de achiziție automată a valorilor parametrilor de proces:

- LIBNODAVE – Exchange data with Siemens PLCs (<http://libnodave.sourceforge.net>) – aplicație free proiectată să permită schimbul de date cu PLC – uri.
- Aplicațiile free **Variable Reader Writer** și **Data Logger** ce pot fi descărcate de la adresa <http://www.automationsoftware.be/freedownloads.html>.
- Dezvoltarea unui sistem local de achiziții de date suplimentar, bazat pe instrumente hard și soft de la National Instruments care să permită măsurarea on-line a tuturor parametrilor specifici fazelor procesului de ultrafiltrare și care să atranmită toate informațiile on-line, prin Internet, printr-o aplicație client-server.

Soluția cea mai convenabilă va fi implementată în următoarea etapă a proiectului, în urma studiilor comparative pe sistemul pilot.

Activitatea 4.3. Testarea sistemului pilot (pentru tratarea avansata) (P1 și P2)

În vederea stabilirii condițiilor de lucru pe Stația Pilot de tratare avansată a apei, ne-am propus să determinăm comportarea dinamică a **Stației Pilot** pe cale experimentală, utilizând răspunsul la semnal treaptă. Semnalul treaptă, constă în variația în salt a mărimii de intrare după care aceasta rămâne constantă la noua valoare. Răspunsul la semnal treaptă a fost stabilit după amestecătorul de tip *in-liner* și după filtrare urmând următoarea procedură: s-a preparat o soluție de saramură cu conductivitate cunoscută cu⁸ care s-a umplut bazinul tampon. Stația Pilot s-a pornit cu un debit de 750L/h măsurându-se

conductivitatea, după amestecătorul in-line (înainte de alimentarea filtrului) și la ieșirea apei din filtru (înainte de alimentarea rezervorului). Aceste condiții de operare s-au menținut constante până când conductivitatea măsurată la ieșirea apei din filtru a fost egală cu conductivitatea soluției de saramură din bazinul tampon. Prin reprezentarea grafică a conductivității funcție de timp s-au definit doi timpi și anume:

1. **Timp critic (T_c)**- este timpul la care a avut loc peste 60% din variație și corespunde punctului de inflexiune.
2. **Timp staționar (T_s)**- este timpul la care nu mai are loc variație de semnal

În Figura 2 se prezintă timpul critic și timpul staționar pentru cele două puncte, Punctul 1 (P1)- după amestecătorul in-line și Punctul 2 (P2), la ieșirea apei din filtru .

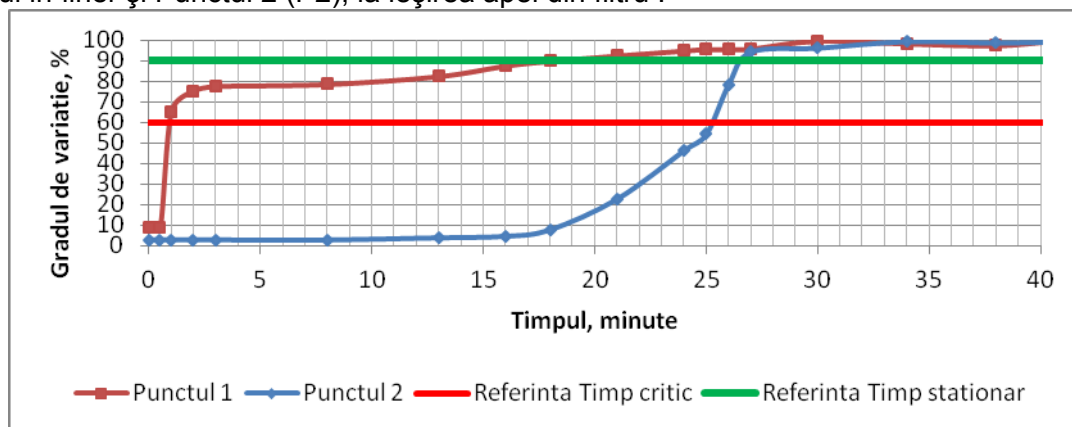


Figura 10. Răspunsul la semnal treaptă pentru P1 și P2

Conform celor de mai sus, timpul critic în P1 (după amestecătorul inliner) este 1 minut, iar timpul de staționare este de 30 minute, respectiv în P2 (după filtrare), timpul critic este 25 minute iar timpul de staționare este 34 minute.

Astfel, Stația Pilot va opera pe toată perioada testelor cu un debit constant de apă brută $Q(AB)=750L/h$ timp de 4 ore cu prelevare probe de apă pentru verificarea eficienței procesului de tratare din 30 în 30 minute în punctele P1, P2, P3. Debitul de alimentare al echipamentului de ultrafiltrare va fi $Q(UF)=720L/h$ iar a echipamentului de osmoză inversă $Q(OI)=180L/h$. În punctele P4, P5, P6, P7 se vor preleva probe din 15 în 15 minute. Proba P0, reprezintă proba de apă brută care se prelevează la începerea fiecărei variante de testare. Se vor analiza următorii parametri: conductivitatea, aciditatea, alcalinitatea, turbiditatea, ionii de fer, mangan, arsen, amoniu, nitriți, nitrați, carbonul organic total și dizolvat, indicele de permanganat.

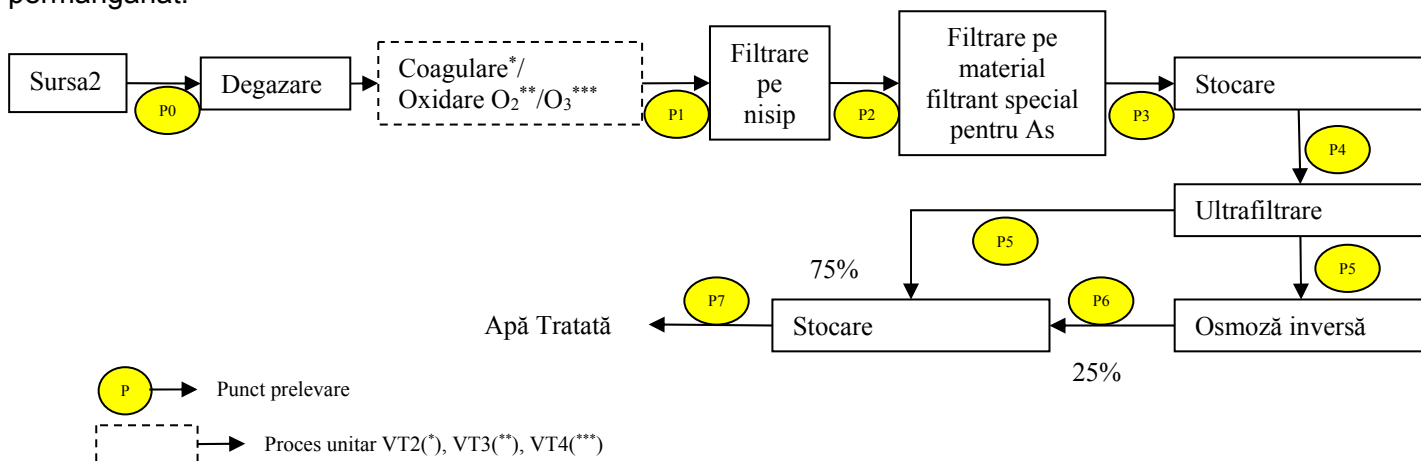


Figura 11. Punctele de alimentare și monitorizare/prelevare probe din cadrul Stației Pilot de tratare a apei

Menționăm că în VT2 nu s-a parcurs întregul flux tehnologic datorită colmatării filtrului după două ore și jumătate. Colmatarea filtrului s-a datorat coagulării substanțelor organice dizolvate prin procesul de "coagulare pe filtru". Rezultatele obținute pentru parametri urmăriți pe toate fazele fluxului tehnologic prezentate comparativ pentru toate variantele tehnologice sunt prezentate în figurile 12-19.

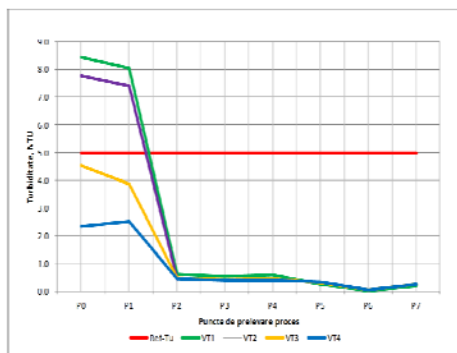


Figura 12. Evoluția turbidității pe fazele fluxului tehnologic

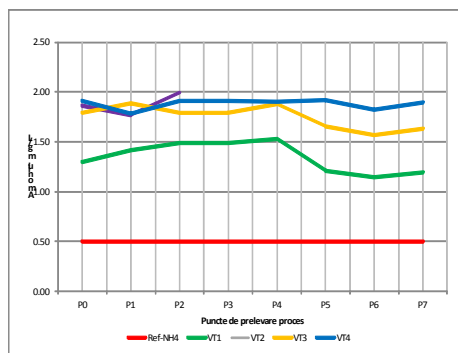


Figura 13. Evoluția ionului amoniu pe fazele fluxului tehnologic

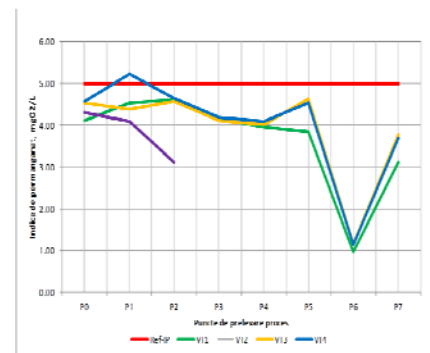


Figura 14. Evoluția indicelui de permanganat pe fazele fluxului tehnologic

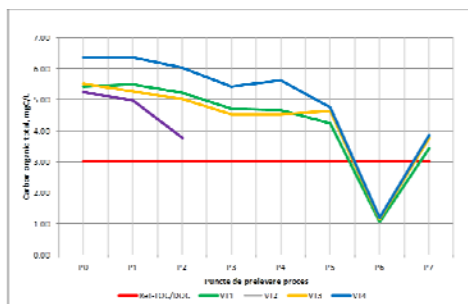


Figura 15. Evoluția carbonului organic total pe fazele fluxului tehnologic

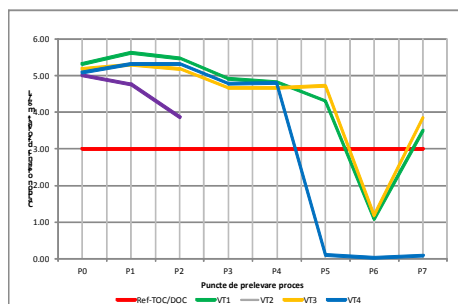


Figura 16. Evoluția carbonului organic dizolvat pe fazele fluxului tehnologic

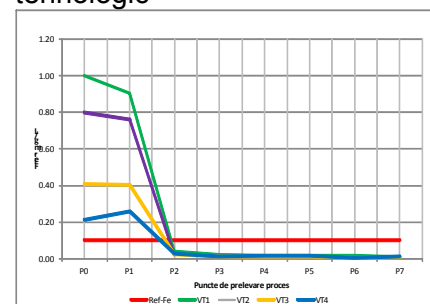


Figura 17. Evoluția ionului fier (II) pe fazele fluxului tehnologic

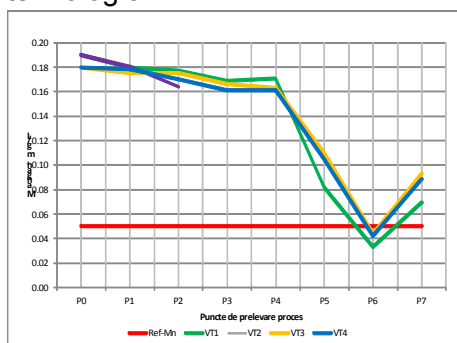


Figura 18. Evoluția ionului mangan pe fazele fluxului tehnologic

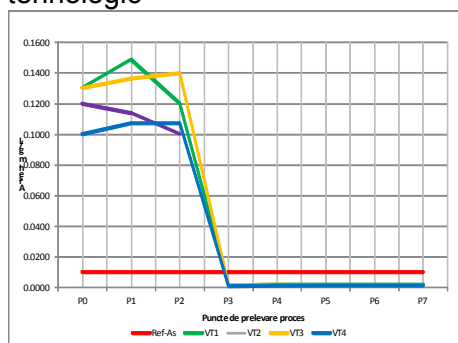


Figura 19. Evoluția ionului arsen pe fazele fluxului tehnologic

Evaluarea performanțelor variantelor tehnologice aplicate s-a realizat pentru fiecare parametru prin gradul de tratare (GT) care corespunde eficienței fluxului tehnologic corespunzător și prin valorile fiecărui parametru comparate cu concentrația maximă admisă (CMA) impusă prin legislația în vigoare. În tabelul 2 sunt prezentate datele centralizate.

Tabelul 2. Eficiența variantelor tehnologice testate

Parametru analizat	UM	CMA	VT1			VT2			VT3			VT4		
			P0	P7	GT %	P0	P2	GT %	P0	P7	GT %	P0	P7	GT %
Turbiditate	NTU	5	8,4	0,2	98	7,8	0,4	94	4,5	0,2	95	2,3	0,2	89
Amoniu	mg/l	0,50	1,30	1,19	8	1,99	1,99	0	1,79	1,63	9	1,91	1,91	0
Indice de permanganat	mgO ₂ /l	5	4,10	3,12	24	4,30	3,12	27	4,50	3,80	17	4,60	3,70	19
Carbon Organic Total	mgC/l	3	5,42	3,44	37	5,24	3,76	28	5,50	3,76	31	6,40	3,90	39
Carbon Organic Dizolvat	mgC/l	3	5,32	3,49	34	5,01	3,86	23	5,80	3,83	26	5,08	3,50	31
Fier	mg/l	0,20	1,00	0,01	99	0,80	0,02	97	0,41	0,01	97	0,21	0,01	94
Mangan	mg/l	0,05	0,19	0,07	63	0,19	0,16	14	0,18	0,09	50	0,18	0,09	50
Arsen	μg/l	10	130	1,9	99	120	100	17	130	1,7	99	100	1,5	99

Pe baza datelor prezentate se pot prezenta următoarele concluzii:

1. Pentru toate variantele tehnologice testate, valorile parametrilor **turbiditate** și **fer** sunt mult sub limitele maxim admise, gradul de tratare, fiind cuprins între 89-99%. De menționat este că acești parametri se reduc semnificativ după prima treaptă de filtrare (P2), ponderea celorlalte procese unitare fiind, în acest caz, redusă.
2. Gradul de tratare al parametrilor **indice de permanganat**, **carbonul organic total** și **dizolvat** este cuprins între 17-39%. Concentrația carbonului organic total și dizolvat depășește limita maxim admisă indiferent de variantă tehnologică aplicată.
Considerăm că rezultatele nesatisfăcătoare se datorează în special procedurii de testare care nu a permis intrarea în regim de funcționare optim a proceselor unitare chimice (oxidare cu oxigen și ozon respective coagulare). Din datele obținute, se observă că aceste variante sunt potrivite sursei de apă, motiv pentru care aceste variante tehnologice necesită a fi optimizate, respectiv studiate în detaliu în etapa următoare.
3. În cazul îndepărtării **manganului**, gradul de tratare este cuprins între 14-63%, iar concentrația maxim admisă este depășită. Motivul ineficienței este similar celui prezentat pentru parametrii carbon organic total și dizolvat.
4. Performanța variantelor tehnologice VT1, VT3 și VT4 în reducerea arsenului a fost excelentă, motivul fiind treapta a doua de filtrare pe material filtrant special pentru reducerea arsenului. În cazul VT2, reducerea este mai puțin semnificativă, deoarece pentru procesul de coagulare s-a utilizat un coagulant pe bază de aluminiu. Considerăm că și în cazul îndepărtării arsenului, procesul unitar de filtrare merită optimizat, în funcție de agentul de coagulare.

Activitatea 4.4. Studiul de fezabilitate pentru transpunerea la scara industrială a tehnologiei de tratare a apei (P1 și P2)

Având în vedere complexitatea compoziției sursei de apă brută și rezultatele obținute pe Stația Pilot, fluxul tehnologic propus pentru realizarea studiului de fezabilitate pentru transpunerea la scara industrială a tehnologiei de tratare a apei cuprinde următoarele procese unitare: degazare, oxidare cu oxigen/ozon, coagulare, filtrare, ultrafiltrare. Astfel, acest flux tehnologic va fi suficient de flexibil încât să răspundă la variația sursei, permițând alegerea soluției optime din punct de vedere tehnico-economic.

S-a realizat studiul de fezabilitate pentru tratarea sursei de apă Sursa 2 pentru un debit de 10 L/s, care să cuprindă varianta tehnologică descrisă mai sus. Costul total al investiției este de 5012041 lei.

Activitatea 4.5. O cerere de brevet pentru tehnologia de epurare avansată a apei (CO)

În cadrul acestei activități, pe baza cercetărilor din etapele anterioare ale proiectului privind tehnologiile avansate de epurare a apelor uzate, precum și integrarea proceselor avansate de epurare, a fost dezvoltată o cerere de brevet cu titlul: **Procedeu integrat de degradare chimică și separare pe membrane semipermeabile pentru epurarea apelor uzate conținând poluanți emergenți**, autori: George Bârjoveanu, Carmen Teodosiu, Cezar Florin Catrinescu, Daniela Fighir, Daniela Gavrilescu, Corina Petronela Mustereț, toți autorii făcând parte din echipa coordonatorului de proiect (TUIASI). Cererea de brevet, înregistrată la TUIASI sub nr. 5075/25.11.2015, a fost transmisă spre analiză la OSIM.

Cererea de brevet se referă la un procedeu integrat de oxidare catalitică – ultrafiltrare / ultrafiltrare – oxidare catalitică pentru epurarea apelor uzate și constă în două etape, una de oxidare în care se realizează distrugerea oxidativă a moleculelor de poluanți organici în prezența catalizatorului, iar cealaltă, de ultrafiltrare în care are loc reținerea poluanților din apele uzate (compuși organici, materii solide în suspensie, coloizi) pe membrane semipermeabile.

Activitatea 4.6. Implementarea și testarea unui sistem integrat de monitorizare la nivelul operatorilor regionali de apă (P3)

În cadrul acestei activități a fost testată aplicația pentru gestiunea probelor de apă, analizelor de laborator și generarea rapoartelor în Laboratorul de Analize Ape Uzate (www.apavital.ro/verifica_apa_uzata_1705_ro.html) din cadrul SC APAVITAL Iași. Laboratoare similare care utilizează aceeași aplicație urmează a fi puse în funcțiune în cadrul altor stații de epurare din județ.

Instalarea și configurarea aplicației este primul pas care trebuie parcurs pentru utilizarea acesteia.

Pentru instalarea și configurarea serverului trebuie să fie respectate următoarele condiții:

- Instalare server Tomcat versiunea 7.0
- Instalare baza de date MySQL
- Configurarea bazei de date prin rularea scriptului bazadedate.sql și prin introducerea în baza de date a procedurilor și funcțiilor din fișierul rutine.sql
- Încărcarea pe server a fișierului cu externsia .war corespunzător aplicației
- Pornirea serverului Tomcat

- Partea de server este acum pornită, dar aplicația nu este utilă fără client. Pentru instalarea și configurarea clientului trebuie urmăriți pașii:
- Instalarea unei mașini virtuale java
- Dezarhivarea unei arhive client.zip
- Configurarea fișierului adresa.properties cu adresa IP a serverului
- Pornirea clientului

Odată ce serverul este pornit și conectat la internet sau la o rețea locală la care este conectat clientul, utilizatorul poate folosi aplicația. Prima fereastră este cea de autentificare pentru fiecare utilizator.



Figura 20. Fereastra de autentificare utilizator

Securitatea aplicației

Având în vedere faptul că principalul protocol folosit ca și nivel transport în cazul serviciilor Web este protocolul HTTP, este evidentă nevoia de a securiza serviciile Web: criptarea parolei printr-o funcție de hash, introducerea unui header special în cererile emise de client pentru server care să ateste utilizarea aplicației, variabile de sesiune sunt create odată cu autentificarea utilizatorului și șterse odată ce acesta închide aplicația, meniuri corespunzătoare fiecărui rol al utilizatorului, după ce utilizatorul apasă butonul de autentificare, parola este criptată.

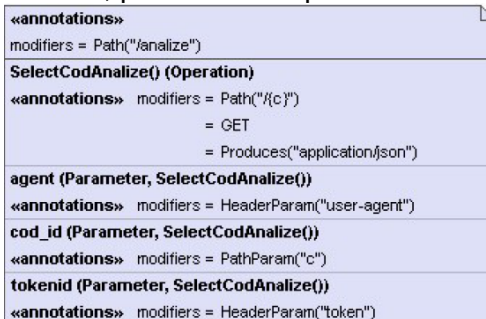


Figura 21. Exemplificare parametri cerere



Figura 22. Tabelul token

Variabila agent este variabila testată pentru a vedea dacă clientul este unul valid în timp ce variabila tokenid reprezintă codul unic al utilizatorului. Alte cereri care nu au aceste variabile sau au alte valori pentru acestea sunt avertizate cu mesaje de eroare.

Generarea buletinelor de analiza

Partea de client a aplicației oferă utilizatorului, accesul la interfața grafică și îi permite acestuia completarea unui șablon cu informații preluate din baza de date, rezultând un document docx cu informațiile dorite. S-a ales acest format în favoarea formatului pdf întrucât documentul trebuie semnat de către o persoană avizată. Pentru implementare funcționalității de creare a unui șablon a fost folosită unealta apache.poi, care permite înlocuirea unor cuvinte speciale introduse de programator în șablon cu înregistrări extrase din baza de date. Modul de funcționare este relativ simplu, se scanează textul paragraf cu paragraf iar când sunt găsite cuvintele șablon, acestea sunt modificate cu valori din baza de date conform înregistrărilor pentru proba respectivă.

- I. Denumire probă: denProba
- II. Denumire și adresă client: SC denAdrClient SRL Iasi
- III. Comanda nr: comanda/program de monitorizare 20xxx
- IV. Determinări în situ: locPrelevare

Data/ora prelevării probei: valDataPrelevare (conform PSL-LAU-5.7)		Locul prelevării: valLocPrelev	
Felul probei: valFel		Volumul de probă recoltat: valVolumPrelev	
*Aspect: valAspectPrelev	*Culoare: valCulPrelev	*Miros: valMirosPrelev	
Indicatori fixați: valIndicFix		Indicatori măsurați pe teren: valIndicMas	
Recoltator: valRec		Nr./data buletin recoltare: valNrDataBuletin	
Probă recoltată în prezența delegatului: valDelegat			

Figura 23. Șablon completat

Tabel 1. Rezultatele analizelor pe proba valCodID

Data finalizării analizelor: valDataFinalizare

Nr. crt.	Indicatori de calitate	U/M	Valoare realizată ± Ue (%)	Valoare maxim admisă	Metoda de analiză
1	pH	unități pH	valPhR	valPhA	SR ISO 10523:2012 PSA-LAU-06
2	*Consum biochimic de oxigen (CBO ₅)	mg O ₂ /dm ³	valCBO5R	valCBO5A	METODA OXITOP WTW PSA-LAU-22
3	Consum chimic de oxigen (CCO-Cr)	mg O ₂ /dm ³	valCCoCrR	valCCoCrA	SR ISO 6060:96 PSA-LAU-02
4	Materii în suspensie	mg/dm ³	valSuspensiR	valSuspensiA	STAS 6953-81 PSA-LAU-01 SR EN 872:05 PSA-LAU-07
5	Amoniu (NH ₄ ⁺)	mg NH ₄ ⁺ /dm ³	valNH4R	valNH4A	SR ISO 7150-1:2001 PSA-LAU-04 SR ISO 5664:2001 PSA-LAU-05
6	*Sulfuri totale (S ²⁻ +H ₂ S)	mg/dm ³	valS2-H2SR	valS2-H2SA	SR ISO 7510:97 PSA-LAU-12
7	Reziduu fix	mg/dm ³	valReziduufixR	valReziduufixA	STAS 9187-84 PSA-LAU-03
8	*Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm ³	valEterpetrR	valEterpetrA	SR 7587:96 PSA-LAU-11
9	*Detergenți anion sintetici (MBAS)	mg/dm ³	valMBASR	valMBASA	SR ISO 903:03 PSA-LAU-15
10	*Fosforul total	mg P/dm ³	valFsR	valFsA	SR EN ISO 6878:2005 PSA-LAU-10

Figura 24. Tabel buletin analize

Fiecare probă are 23 de indicatori care pot fi analizați. Buletinul de analiză ține cont și de acest lucru având un tabel în care sunt introduse aceste valori corespunzătoare probei analizate (Figura 23). În interfața grafică această funcționalitate este găsită în fereastra panelRapoarte. Utilizatorul are la dispoziție două liste derulante, prima listă pentru selectarea probei pentru care se dorește realizarea buletinului de analiză iar a doua listă pentru vizualizarea unui buletin de analiză după codul unei probe și două butoane care apelează efectiv metodele de creare sau afișare a buletinelor de analiză.

Aplicația permite doar utilizatorilor cu rol de supervisor sau manager să utilizeze fereastra de generare a rapoartelor.

Figura 25. Fereastra de generare a rapoartelor

Comunicatia client-server

Programele client-server comunică prin Internet folosind un serviciu web de tip REST implementat pe Tomcat v7.0 cu ajutorul API-ului Jersey.

Aplicația folosește serverul Tomcat Apache v7.0 deschis pe portul 8080. Serverul ascultă toate cererile venite din partea clientului pe acest port și prin intermediul anotărilor de tip JAX-RS se pot implementa metode care să proceseze aceste cereri. Serverul pune la dispoziție URL-uri care reprezintă resurse la care pot fi făcute cereri prin metodele HTTP:

- GET: este cea mai folosită metodă, fiind utilizată atunci când serverului i se cere o resursă.
- PUT: metoda este folosită pentru a depune sau actualiza date pe server.
- POST: a fost proiectată pentru a trimite date de intrare către server.
- DELETE: metoda utilizată pentru a șterge date de pe server.

Clasele care expun aceste URL-uri poartă numele de Servicii și sunt compuse din metode care interoghează baza de date prin intermediul unelei Hibernate.

Exemple de URL-uri care pot fi accesate din client:

- <http://localhost:8080/ApavitalREST/bd/logare>
-metoda POST pentru a ne autentifica in aplicatie
-metoda DELETE pentru a iesi din aplicatie
- <http://localhost:8080/ApavitalREST/bd/probe>
-metoda POST pentru a introduce o proba noua in baza de date
-metoda GET pentru a returna toate inregistrarile din tabelul proba
- <http://localhost:8080/ApavitalREST/bd/analize>
-metoda PUT pentru a introduce un nou set de analize corespunzătoare unei probe
-metoda GET pentru a returna toate analizele

Informațiile suplimentare necesare fiecărei cereri, ca de exemplu valorile necesare introducerii probei, pentru metoda POST la URL-ul <http://localhost:8080/ApavitalREST/bd/probe> sunt incluse în corpul cererii în timp ce informațiile de tip securitate sunt introduse în header.

Activitatea 4.7 Workshop si curs de specializare pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apa (CO, P1, P2 și P3)

În cadrul acestei activități, pentru etapa din anul 2015, a fost prevăzută doar organizarea Workshop-ului WATUSER pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apă care a avut loc în data de 27.11.2015, la Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași. Informarea privind organizarea Workshop-ului WATUSER a fost postată pe site-ul CO la următorul link: <http://www.tuiasi.ro/evenimente/workshop-watuser> și respectiv pe site-ul P3 la următorul link: <http://www.apavital.ro/noutate-1618-ro.html?id=1207>.

Workshop-ul WATUSER a avut ca obiectiv diseminarea în rândul părților interesate (reprezentanți ai operatorilor regionali de apă și universităților, reprezentanți ai mediului economic și social etc.) a obiectivelor, activităților și rezultatelor proiectului WATUSER, privind minimizarea impactului și riscului prin procese inovative de tratare a apei și respectiv de epurare a apelor uzate în vederea recirculării lor.

The screenshot shows the website of the Technical University of Iasi (TUIASI). The header includes the university's name and logo. A navigation menu contains links for 'Descoperă TUIAȘI', 'Rectorat', 'Studenți', 'Admitere', 'Administrație', 'Facultăți', 'Biroul de presă', 'Bibliotecă', and 'Contact'. The main content area features a news item titled 'Workshop WATUSER pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apă' dated November 24th. Below the title is a short description of the workshop and a 'Distribuie' button. Further down, there is a detailed text block about the WATUSER project, its funding, and its objectives. To the right, a sidebar titled 'EVENIMENTELE TUIAȘI' lists other events: 'Workshop WATUSER pentru profesioniștii din cadrul operatorilor regionali de apă' (Nov 24), 'Concurs de landscaping design și totem cămine pentru campusul studentesc „Tudor Vladimirescu”' (Nov 21), 'Înscrie-te în cursa pentru o Bursă TELEKOM în valoare de 10.000 de lei' (Nov 19), 'Concursul de chimie și protecția mediului pentru viitori ingineri „Acad. Cristofor Simionescu”' (Nov 17), and 'Lansarea ediției a XII-a a Concursului Internațional' (Nov 17).

Figura 26. Captura de ecran a comunicatului de presa de pe site-ul Coordonatorului (TUIASI) 14

În programul workshop-ului a fost prevăzută și o vizită la sistemul pilot de epurare avansată prin ultrafiltrare pentru reutilizarea apelor uzate din cadrul stației de epurare municipale Dancu-Iași.

La acest eveniment au fost invitați peste 50 de reprezentanți ai operatorilor de apă locali, regionali, agenților economici și din mediul universitar cu care Departamentul de Ingineria și Managementul Mediului și partenerii de proiect colaborează. La workshop au fost prezenți reprezentanți ai operatorilor regionali de apă din Iași, Bacău, Piatra Neamț și Focșani. Partenerii P1 și P2 au fost invitați la workshop dar din motive obiective nu au putut participa la acest eveniment și au primit prezentările aferente.

Programul complet al workshop-ului a inclus următoarele prezentări:

10.00-10.30 *Prezentarea generală a proiectului WATUSER (Prof. dr.ing. Carmen Teodosiu- director proiect, TUIASI)*

10.30- 11.00 *Tehnologii de epurare avansată pentru recircularea apelor uzate municipale (Dr. Daniela Fighir, Dr. Daniela Gavrilăscu, Dr. Corina Musteret, TUIASI)*

11.00-11.30 *Prezentarea stației pilot de epurare a efluentului biologic secundar (Dr.ing. Dan Popovici, SC APAVITAL SA IASI).*

11.30- 12.00 *Evaluarea calitatii efluentului rezultat din stația pilot (Dr.chim. Ioana Dascalescu și Biolog Ioana Rednicuic, SC APAVITAL SA IASI).*

12.00 *Discuții și deplasare la Stația pilot, din cadrul Stației de epurare a apelor uzate municipale-Dancu, Iași.*

Activitatea 4.8. Integrarea tehnologiilor inovative pentru dezvoltarea performanțelor sistemelor de apă (CO)

Obiectivul acestei activități a fost acela de a evalua efectele integrării tehnologiilor inovative cu tehnologiile conventionale de epurare în legătura cu posibilitatea de dezvoltare a sistemelor de apă. Pentru aceasta, în cadrul activităților anterioare ale proiectului a fost proiectat, implementat și testat un sistem pilot de epurare a apelor uzate prin ultrafiltrare (a se vedea activitățile 3.8 și 3.10). În această activitate a proiectului, sistemul pilot de ultrafiltrare a efluentului secundar de la stația de epurare Dancu (operat de către P3) a fost utilizat pentru a realiza o multitudine de teste cu scopul de a determina performanțele sistemelor de apă utilizând un sistem integrat de evaluare a impactului și riscului.



Figura 27. Sistemul pilot de epurare avansată prin ultrafiltrare a efluentului rezultat de la epurarea biologică (locație SC APAVITAL Iași)

Pentru această activitate au fost realizate următoarele etape:

Planificarea experimentelor. Experimentele desfășurate în această activitate au fost realizate după un plan de experimentare riguros care a permis studiul influenței mai multor factori asupra procesului de epurare avansată prin ultrafiltrare. Astfel, planificarea experimentelor a avut în vedere experimente inițiale pentru determinarea permeabilității membranelor, experimente de ultrafiltrare propriu-zise cu apă uzată epurată rezultată după epurarea biologică pentru determinarea condițiilor optime de conducere a procesului, experimente privind modalitățile de spălare a membranelor de ultrafiltrare cu scopul de a optimiza productivitatea sistemului. Tot în această etapă, de programare a experimentelor a fost stabilit și programul de monitorizare a indicatorilor de calitate ai apei pentru determinarea performanțelor tehnice ale sistemului de ultrafiltrare. Astfel, s-a propus monitorizarea următorilor indicatori de calitate analizați pentru influență și permeabilitate: pH, conductivitate, MTS, CCO-Cr, CBO₅, Ntot, Ptot, NO₃⁻, ioni metale grele: Fe, Cu, Cr, Zn. Determinarea încărcării biologice remanente a permeatului a fost monitorizată prin analiza indicatorilor: Coliformi totali, Escherichia coli, Enterococi, Bacterii mezofile dezvoltate la 37°C, Bacterii mezofile dezvoltate la 22°C.

Testele de ultrafiltrare în sistemul pilot

Conform planificării experimentale, în această activitate a proiectului au fost realizate teste de ultrafiltrare pentru determinarea fluxului de apă demineralizată, teste de ultrafiltrare cu apă uzată epurată biologic, teste de ultrafiltrare pentru determinarea condițiilor de spălare și curățire chimică.

- **Teste de ultrafiltrare pentru determinarea fluxului de apă demineralizată.** Aceste teste se realizează cu scopul de a determina permeabilitatea membranelor de ultrafiltrare. S-au realizat 4 serii de 15 teste la câte 6 presiuni de lucru diferite la diferite viteze de curgere transmembrană. Rezultatele

experimentelor au indicat în primul rând corelația liniară foarte bună între presiunea de lucru și fluxul de apă demineralizată, ceea ce indică uniformitatea suprafeței membranelor de ultrafiltrare. De asemenea, aceste rezultate au confirmat valorile de permeabilitate indicate de producător pentru membranele de ultrafiltrare, precum și faptul că pentru aceeași presiunea de lucru, cu creșterea vitezei transmembrană, crește și fluxul de permeat.

- **Teste de ultrafiltrare cu apă uzată epurată biologic.** Aceste teste de ultrafiltrare au reprezentat principalul efort din cadrul acestei activități și a constat în realizarea mai multor serii de experimente de ultrafiltrare, de lungă durată, în perioada septembrie – noiembrie 2015. Efectuarea unui test de ultrafiltrare presupune realizarea următoarelor operații: pregătire instalație de ultrafiltrare (alimentare rezervoare), pornire test, reglare parametri de lucru, conducerea experimentului cu monitorizarea și înregistrarea parametrilor de operare (presiuni de lucru, debite de permeat, temperatura, viteza transmembrana, etc) prelevare probe de apă de intrare și de efluent pe durata testului, încheierea testului de ultrafiltrare, spălarea membranelor de ultrafiltrare, realizare analize de laborator pentru determinarea celor 18 indicatori de calitate. Au fost realizate 10 serii de teste de ultrafiltrare, fiecare dintre acestea având între 2 și 4 teste de ultrafiltrare. La data redactării prezentului raport, rezultatele privind funcționarea sistemului pilot și influența parametrilor de operare ai testelor asupra calității efluentului rezultat fac obiectul elaborării unor lucrări științifice. În tabelul 3, sunt prezentate sintetic principalele grade de epurare obținute, pentru cei mai importanți indicatori de calitate.

Tabelul 3. Gradele de epurare ale indicatorilor de calitate ai efluentului rezultat de la ultrafiltrare

Indicator	GE min, %	GE, max, %	Concentrație minimă în permeat min, mg/L
Fosfor total	4.1%	51.0%	0.48
Azot total	2.1%	11.7%	8.41
Nitrati	0%	6%	21.35
CCO-Cr	7%	74%	6.00
Materii totale în suspensie	82%	100%	0.81

Rezultatele prezentate în tabelul 3 indică faptul că procesul de epurare avansată al apei epurate conduce la îmbunătățiri ale indicatorilor de calitate cuprinse de până la 100%, în funcție de indicator. Se observă faptul că pentru materiile organice, exprimate prin consumul chimic de oxigen (CCO-Cr) s-au obținut grade de epurare cuprinse între 7 și 74%, ceea ce reprezintă o contribuție semnificativă a procesului de epurare avansată prin ultrafiltrare. Acest rezultat trebuie corelat în special cu tipul de apă uzată supus epurării avansate, fiind vorba de un efluent deja epurat convențional mecano-biologic în care au fost eliminați compușii organici biogeni, fracția de compuși organici eliminată suplimentar prin ultrafiltrare conține compușii care nu au fost distruși prin epurare biologică: poluanții emergenti, produși de îngrijire personală, medicamente.

În ceea ce privește nutrienții se poate observa faptul că procesul de ultrafiltrare are o contribuție mică în eliminarea azotului total (2.1 – 11.7%) și una nesemnificativă pentru eliminarea ionului nitrat. Din nou, aceste rezultate trebuie corelate cu tipul de epurare anterioară și cu scopul epurării avansate, care este acela de a recircula apele uzate.

Dacă luăm în considerare o recirculare a apei uzate în agricultura, eliminarea preferențială a compușilor organici nebiodegradabili în dauna compușilor cu azot (în special a azotului anorganic sub forma de nitrat), putem considera că procesul de ultrafiltrare este unul foarte potrivit. Aceleași rezultate privind posibilitatea recirculării apei uzate epurate avansat prin ultrafiltrare sunt întărite și de rezultatele analizelor bacteriologice efectuate care indică rețineri de 100% pentru bacterii de tip coliformi totali, EColi și enterococi.

Testele pentru curățirea membranelor în sistemul pilot.

La finalul fiecărui test de ultrafiltrare, membranele sunt curățate cu permeat, prin spălare în sens invers. De asemenea, atunci când este necesar (când fluxul de permeat scade brusc sau foarte mult pe durata unui test de ultrafiltrare, membranele sunt supuse unui proces de spălare chimică cu: soluție de acid clorhidric, soluție de hidroxid de sodiu, soluție de hipoclorit de sodiu. A fost investigată prin experimentare influența condițiilor de spălare asupra performanțelor sistemului pilot de epurare avansată.

Activitatea 4.9. Re-evaluarea performanțelor ciclului de utilizare al apei utilizând un sistem integrat de evaluarea a impactului și riscului (P2 și P3)

4.9.1. Evaluarea riscului de sănătate umană în ciclul de utilizare al apei considerând introducerea sistemului pilot de tratare avansată se face pe baza metodologiei WATUSER, implementat în prima etapă a proiectului. Astfel, pentru evaluarea riscului de sănătate (HHR) în ciclul de utilizare al apei WATUSER se folosește ecuația (1):

$$HHR = \frac{2(L/zi) \times 365(zile)}{365(zile) \times 70(kg)} \times C(mg/L) \times p \times R \quad (1), \text{ unde:}$$

C(mg/L)- concentrația determinată a poluantului

R - toxicitatea asociată acestuia cu frazele de risc corespunzătoare, conform descrierii REACH, transpusă la nivel național prin H.G. 1408/2008

p - probabilitatea ca poluantul să depășească valoarea maximă admisă, conform legislației în vigoare.

Cu cât crește valoarea HHR, cu atât mai mare va fi atenția acordată pentru măsurile de control și reducere a concentrației poluantului respectiv în mediul de expunere. În tabelul 4 se prezintă datele obținute după evaluarea riscului de sănătate umană în ciclul de utilizare al apei pentru sursa de apă și pentru apa tratată prin cele patru variante tehnologice din stația pilot de tratare avansată.

Tabelul 4. Centralizatorul de evaluare a riscului de sănătate umană în ciclul de utilizare al apei

Sursa	Parametru	UM	CMA	Concentrația determinată	Probabilitate	Fraza de risc	HHR
Sursa 2	Amoniu	mg/L	0.5	1.91	1	50	2.0
VT1-P0			0.5	1.30	1	50	1.1
VT1-P7			0.5	1.19	1	50	1.0
VT2-P0			0.5	1.86	1	50	1.9
VT2-P2			0.5	1.99	1	50	2.1
VT3-P0			0.5	1.79	1	50	1.8
VT3-P7			0.5	1.63	1	50	1.6
VT4-P0			0.5	1.91	1	50	2.0
VT4-P7			0.5	1.90	1	50	2.0
Sursa 2	Indice de permanganat	mgO ₂ /L	5	4.57	0	24	0.0
VT1-P0			5	4.10	0	24	0.0
VT1-P7			5	3.12	0	24	0.0
VT2-P0			5	4.30	0	24	0.0
VT2-P2			5	3.12	0	24	0.0
VT3-P0			5	4.53	0	24	0.0
VT3-P7			5	3.76	0	24	0.0
VT4-P0			5	4.57	0	24	0.0
VT4-P7			5	3.69	0	24	0.0
Sursa 2	Carbon OrganicTotal	mgC/L	3	6.36	1	65	6.2
VT1-P0			3	5.42	1	65	4.5
VT1-P7			3	3.44	1	65	0.8
VT2-P0			3	5.24	1	65	4.2
VT2-P2			3	3.76	1	65	1.4
VT3-P0			3	5.50	1	65	4.6
VT3-P7			3	3.77	1	65	1.4
VT4-P0			3	6.36	1	65	6.2
VT4-P7			3	3.86	1	65	1.6
Sursa 2	Carbon Organic Dizolvat	mgC/L	3	5.08	1	65	3.9
VT1-P0			3	5.32	1	65	4.3
VT1-P7			3	3.49	1	65	0.9
VT2-P0			3	5.01	1	65	3.7
VT2-P2			3	3.86	1	65	1.6
VT3-P0			3	5.18	1	65	4.0
VT3-P7			3	3.83	1	65	1.6
VT4-P0			3	5.08	1	65	3.9

Sursa	Parametru	UM	CMA	Concentratia determinata	Probabilitate	Fraza de risc	HHR
	VT4-P7		3	3.52	1	65	1.0
Sursa 2			0.2	0.21	1	24	0.0
	VT1-P0		0.2	1.00	1	24	0.5
	VT1-P7		0.2	0.01	0	24	0.0
	VT2-P0		0.2	0.80	1	24	0.4
	VT2-P2		0.2	0.02	0	24	0.0
	VT3-P0		0.2	0.41	1	24	0.1
	VT3-P7		0.2	0.01	0	24	0.0
	VT4-P0		0.2	0.21	1	24	0.0
	VT4-P7		0.2	0.01	0	24	0.0
Sursa 2			0.05	0.18	1	24	0.1
	VT1-P0		0.05	0.19	1	24	0.1
	VT1-P7		0.05	0.07	1	24	0.0
	VT2-P0		0.05	0.19	1	24	0.1
	VT2-P2		0.05	0.16	1	24	0.1
	VT3-P0		0.05	0.18	1	24	0.1
	VT3-P7		0.05	0.09	1	24	0.0
	VT4-P0		0.05	0.18	1	24	0.1
	VT4-P7		0.05	0.09	1	24	0.0
Sursa 2			10	100.0	1	48	123.4
	VT1-P0		10	130.0	1	48	164.6
	VT1-P7		10	1.9	0	48	0.0
	VT2-P0		10	120.0	1	48	150.9
	VT2-P2		10	100.2	1	48	123.7
	VT3-P0		10	130.0	1	48	164.6
	VT3-P7		10	1.7	0	48	0.0
	VT4-P0		10	100.0	1	48	123.4
	VT4-P7		10	1.5	0	48	0.0

Din datele prezentate mai sus reiese clar că parametrul arsen are un impact major asupra sănătății umane dacă sursa de apă nu este tratată însă după tratarea sursei prin VT1, VT3 și VT4 practic impactul devine nesemnificativ. Deși, în urma variantelor tehnologice aplicate parametrul amoniu, carbon organic total și dizolvat respectiv mangan nu se încadrează în limitele maxim admise de legislația în vigoare, impactul asupra sănătății este relativ redus.

4.9.2. Evaluarea riscului de sănătate umană în ciclul de utilizare al apei considerând introducerea sistemului pilot de epurare avansată se face pe baza metodologiei WATUSER. Astfel, pentru evaluarea riscului de sanatare (HHR) în ciclul de utilizare al apei WATUSER s-a folosit tot ecuația (1), considerând însă drept concentrații maxim admisibile (CMA) valorile specificate în 2 acte legislative, care se refera la:

- HG 352 din 2005, privind modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu toate modificările ulterioare, folosind Normativul NTPA privind stabilirea limitelor de incarcare cu poluanti a apelor uzate industriale si orasenesti la evacuarea in receptorii naturali,
- Ordinul 161 din 2006 privind aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa.

De precizat este faptul că, în acest moment în România nu există nici o reglementare legislativă referitoare la calitatea apei recirculate sau reutilizate. Având în vedere că în această faza a testărilor pilotului de ultrafiltrare din stația de epurare Dancu-Iași, permeatul obținut este deversat în râul Bahlui, a fost calculată mărimea HHR pe baza valorilor CMA specificate în HG 352 din 2005. În etapa următoare se are în vedere recircularea/reutilizarea permeatului în agricultura sau industrie, prin urmare a fost calculat riscul pentru sănătatea umană HHR pe baza concentrațiilor recomandate pentru Clasa 1 a corpurilor de apă (aceasta însemnând că respectivul corp de apă poate fi folosit ca sursă de apă potabilă, dacă se aplică un tratament corespunzător).

Valorile HHR obținute pentru indicatorii de calitate ai influentului (efluentul biologic din stația de epurare Dancu-Iași) sunt următoarele:

Tabelul 5. Valorile centralizate ale HHR calculate conform legislației, pentru influent

Indicator de calitate	Valoare HHR, HG 352/2005	Valoare HHR, Ordin 161/2006, Clasa 1
P tot	0,73- 2,87	0,73- 2,87
Ntot	0	5,44- 8,33
NO ₃	24,14- 60,32	30,56- 83,53
CCO-Cr	0	11,72- 20,77
MTS	0	0
pH	0	0

Domeniul de variație a valorilor HHR obținute pentru indicatorii de calitate ai efluentului rezultat din sistemul pilot de ultrafiltrare sunt prezentate în tabelul 6.

Tabelul 6. Valorile centralizate ale HHR calculate conform legislației, pentru efluent

Indicator de calitate	Valoare HHR, HG 352/2005	Valoare HHR, Ordin 161/2006, Clasa 1
P tot	0,48- 2,55	0,48- 2,55
Ntot	0	4,80- 7,84
NO ₃	22,03- 59,1	30,5- 79,32
CCO-Cr	0	3,42- 16,11
MTS	0	0
pH	0	0

Rezultatele obținute în cazul HHR sunt corelate cu valorile prezentate ale gradului de epurare în sistemul pilot de ultrafiltrare pentru indicatorii de calitate menționați în tabelele 3,5 și 6. Se poate observa că prin ultrafiltrare a fost redus riscul asociat prezenței fosforului și a compușilor organici nebiodegradabili. În cazul compușilor cu azot, variațiile valorilor HHR sunt nesemnificative, ceea ce înseamnă că membranele de ultrafiltrare nu retin compuși cu azot (în concordanță cu literatura de specialitate). În afară de compușii fizico-chimici, rezultatele prezentate la activitatea 4.8 arată ca riscul pentru sănătatea umană indus de prezența microorganismelor de tipul Escherichia Coli și Enterococi este 0.

Cele 2 acte legislative utilizate în evaluarea riscului nu specifică valori pentru acești indicatori bacteriologici, în schimb raportat la apa potabilă, din punct de vedere strict al celor 2 indicatori, apa nu prezintă nici un risc pentru consumul uman.

Activitatea 4.10. Diseminarea rezultatelor (CO, P1, P2 și P3)

Diseminarea rezultatelor 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 realizate de către coordonator la adresa:

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

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 îndeplinirea integrală a obiectivelor etapei, fapt dovedit și de îndeplinirea (și depășirea) următorilor indicatori de rezultat ai proiectului:

- **7 articole publicate în reviste ISI** cu factor de impact (însușind un factor de impact relativ cumulat de **9.331**);
- **1 articol publicat** în volume **ISI Proceedings**;
- **1 Cerere de Brevet de Inventie depusă la OSIM**;
- **7 comunicări orale** la manifestări științifice de diseminare națională și internațională a activităților și rezultatelor proiectului;
- **4 postere** prezentate la manifestări științifice naționale și internaționale pentru diseminarea activităților și rezultatelor proiectului;
- **58013 lei**- Valoarea contribuției financiare private la proiecte (**17.85%** din valoarea bugetului etapei 4)

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

ETAPA 4 - 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
	Mobilități interne	
	Mobilități internaționale	
	Valoarea investițiilor în echipamente pentru proiecte	
	Numărul de întreprinderi participante	2
	Numărul de IMM participante	0
Indicatori de rezultat	Numărul de articole publicate sau acceptate spre publicare în fluxul științific principal internațional	7
	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
	Factorul de impact relativ cumulat al publicațiilor publicate sau acceptate spre publicare	9.331
	Numărul de citări normalizat la domeniul publicațiilor	0
	Numărul de cereri de brevete de invenție înregistrate (registered patent application), în urma proiectelor, din care:	1
	- naționale (în România sau în altă țară);	1
	La nivelul unei organizații internaționale (EPO/PCT/EAPO/ARIPO/ etc.)*	0
	Numărul de brevet de invenție acordat (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 exploatării produselor, serviciilor și tehnologiilor dezvoltate	0
	Pondere contribuției financiare private la proiecte	17.85%
	Valoarea contribuției financiare private la proiecte	58013

*Detalierea indicatorilor se găsește pe site-ul proiectului:

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