



# RAPORTUL ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC (RST)

## ETAPA DE EXECUȚIE NR. I

### CU TITLUL: EVALUAREA INTEGRATĂ A CICLULUI DE UTILIZARE AL APEI

Proiect PN II: SISTEM INTEGRAT PENTRU REDUCEREA IMPACTURILOR ȘI  
RISCURILOR DE MEDIU ȘI ASUPRA SĂNĂȚĂII UMANE ÎN CICLUL DE  
UTILIZARE AL APEI - WATUSER

*Nr. contract: 60/2012*



## CUPRINS

Colectivul de lucru al etapei I.....	2
Obiectivele etapei.....	3
Rezumatul Etapei.....	3
Activitatea 1.1. Workshop-ul de inițiere al proiectului.....	4
Activitatea 1.2. Dezvoltarea unui instrument integrat pentru cuantificarea impacturilor și a riscurilor de mediu în ciclul de utilizare al apei (IRCA).....	4
Activitatea 1.3. Dezvoltarea unui instrument pentru cuantificarea riscurilor asupra sănătății umane în ciclul de utilizare al apei.....	6
Activitatea 1.4. Dezvoltarea unui instrument de evaluare a ampretei de apă <i>gri</i> (AG).....	8
Activitatea 1.5. Implementarea unei metodologii integrate pentru cuantificarea impacturilor și a riscurilor (IRCA & AG). .....	10
1.5.1. Implementarea instrumentului integrat de cuantificare a impacturilor și riscurilor asupra mediului (IRCA).....	10
1.5.2. Implementarea metodologiei de cuantificarea a riscurilor asupra sănătății umane.....	11
1.5.3. Implementarea metodologiei Amprenta de apă <i>gri</i> (AG).....	14
Activitatea 1.6. Activități de diseminare.....	17
Bibliografie.....	19

## Colectivul de lucru al Etapei I

<b>COORDONATOR Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iasi</b>
Prof.dr.ing. Carmen Teodosiu
S.L.dr.ing. Brinduşa Robu
S.I. dr.ing. George Bârjoveanu
Asist.dr.ing. Corina Musteret
Asist.dr.ing. Daniela Căilean
Dr.ing. Daniela Arsene
Dr.ing. Simona Ene
Drd.ecol. Iulia-Maria Comandaru
Drd.ing. Petru Apopei
Drd.chim. Ioana Dascalescu
<b>PARTENER 1 Universitatea Politehnica Timisoara</b>
Conf.dr.ing. Florica Manea
Prof.dr.ing. Rodica Pode
Dr.ing. Aniela Pop
Drd.ing. Anamaria Baci
Drd.ing. Simona Motoc
Drd.ing. Magdalena Ardelean
Drd.ing. Agnes Jakab
<b>PARTENER 2 SC AQUATIM SA Timişoara</b>
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
<b>PARTENER 3 SC APAVITAL SA Iaşi</b>
Dr.ing. Mihail Dorus
Drd.ing. Orest Trofin
Dr.ing. Dan Popovici
Ing. Maria Popa
Dr.Ing. Virginia Catrina
Ing. Casian Rozica
Ing. Ioana Redinciuc

## Obiectivele etapei

Obiectivul principal al fazei inițiale a proiectului este dezvoltarea și implementarea unui set complet de instrumente de evaluare pentru evaluarea impactului și riscului asupra mediului și a sănătății umane pe întregul ciclu de utilizare a apei (captarea, tratarea și distribuția apei, colectarea, epurarea / reutilizarea apei uzate).

Această evaluare răspunde la necesitatea de a identifica și cuantifica toate efectele și riscurile asupra mediului într-o manieră integrată și coerentă, astfel încât să genereze o imagine completă a punctelor critice de risc asupra mediului și / sau asupra sănătății umane în cadrul sistemului de utilizare a resurselor de apă și pentru a oferi informații utile cu privire la nevoile viitoare de dezvoltare ale sistemului de utilizare a apei (inclusiv evoluția către comunitățile mici și zonele rurale).

Din punct de vedere științific, această etapă a contribuit la dezvoltarea și utilizarea următoarelor **instrumente de evaluare**:

1. **Instrument integrat pentru cuantificarea impacturilor și a riscurilor de mediu în ciclul de utilizare al apei (IRCA),**
2. **Instrument pentru cuantificarea riscurilor asupra sănătății umane în ciclul de utilizare al apei (HHRA)**
3. **Instrument pentru evaluarea amprentei ecologice a apei – Componenta de apă gri (AG).**

Obiectivul principal al etapei a fost realizat în totalitate prin realizarea completă a tuturor activităților de către toți partenerii implicați în proiect, cu respectarea planului de realizare al proiectului.

## REZUMATUL ETAPEI

Etapa inițială a proiectului a constat în realizarea unei evaluări generale a diferitelor etape din ciclul de utilizare a resurselor de apă. Pentru această etapă au fost realizate (în cadrul activităților A.1.2 – A.1.4.) un număr de 3 instrumente de evaluare care au fost utilizate (activitatea A.1.5.) pentru evaluarea ciclului de utilizare a resurselor de apă din două perspective:

1. **Evaluarea impacturilor și riscurilor de mediu** a fost aplicată pentru etapa de post-utilizare (după faza de epurare a apelor uzate ) utilizând două instrumente de evaluare inovative: un instrument de evaluare integrată a impacturilor și riscurilor de mediu în ciclul de utilizare al apei (IRCA), și respectiv un instrument de evaluare bazat pe conceptul de *amprentă de apă gri*.

Instrumentul integrat de evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu, dezvoltat de CO, împreună cu P3 în activitatea A.1.2. consideră riscul de mediu ca fiind probabilitatea ca un impact de mediu să se producă. Originalitatea acestui instrument constă în aceea că realizează o evaluare integrată a impacturilor și riscurilor având în vedere atât concentrațiile poluanților din apele uzate, dar și debitele de apă uzată. Un alt element de originalitate este acela că acest instrument de evaluare determină impacturile și riscurile asupra mediului față de condițiile locale ale cursului de apă receptor, și nu față de cerințele legislative, generând astfel o imagine corectă și completă a impacturilor și riscurilor datorate deversării de apele uzate.

Cel de-al doilea instrument de evaluare a impacturilor asupra mediului, a fost de asemenea dezvoltat de CO și P3 în activitatea A.1.4. și consideră în cuantificarea impactului de mediu conceptul amprentei de apă gri. Principalul element de originalitate al acestui instrument constă în realizarea unei legături între impacturile de mediu datorate deversării de ape uzate și potențialele riscuri asupra sănătății umane pentru activitățile din aval de punctul de deversare.

2. **Riscurile asupra sanataii umane** au fost determinate utilizând o metodologie dezvoltată (Activitatea A.1.3.) și aplicată (Activitatea A.1.5.) de către Coordonator împreună cu P1 și P2. Elementul de originalitate al acestui instrument de caracterizare a riscurilor se bazează pe abordarea probabilistică de calcul a riscurilor asupra sănătății umane, luând în considerare și aspecte legate de toxicitatea poluanților în diferite puncte ale ciclului de furnizare a apei (captare, tratare, distribuție), dar și expunerea populației la acești contaminanți.

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

- **2** articole publicate în reviste ISI cu factor de impact (**însușind un factor de impact relativ cumulat de 3.731**),
- **6** comunicări orale la manifestări științifice de diseminare a activităților și rezultatelor proiectului,
- **14** postere prezentate la manifestări științifice naționale și internaționale pentru diseminarea activităților și rezultatelor proiectului
- Site-ul web al proiectului disponibil la adresa:  
<http://www.ch.tuiasi.ro/cercetare/parteneriate/watuser/index.htm>
- 2.73 luni x persoană mobilități interne,
- 1.08 luni x persoană mobilități externe,
- 33.251 lei - Valoarea contribuției financiare private la proiecte (8.059% din valoarea bugetului etapei I)

Rezultatele obținute în cadrul acestei etape generează o imagine de referință a impacturilor și riscurilor în ciclul de utilizare al apei și vor fi utilizate în etapa următoare a proiectului ca și criterii de performanță pentru analiza tehnologiilor avansate de tratare și epurare care vor fi studiate la scara de laborator și ulterior de pilot. De asemenea, studiul realizat în această etapă va fi utilizat ca scenariu de referință în ultima etapă a proiectului (Etapa 6) când vor fi reanalizate impacturile și riscurile luând în considerare implementarea tehnologiilor studiate dezvoltate în Etapele 3-5.

### **Activitatea 1.1. Workshop-ul de inițiere al proiectului**

Prima activitate realizată în cadrul acestei etape a proiectului a constat în organizarea unui workshop de către coordonatorul proiectului, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași și la care au participat reprezentanți ai tuturor partenerilor implicați în proiect.

Workshop-ul de inițiere al proiectului a avut loc în data de 14 Septembrie 2012 la sediul coordonatorului de proiect (Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, Sala de Cosiliu, între orele 9 – 12) și a constat în următoarele activități:

1. Prezentarea generală a proiectului, realizată de dna. director de proiect, prof.dr.ing. Carmen Teodosiu, a cuprins descrierea obiectivelor generale și specifice, prezentarea conceptului proiectului și a planului de realizare, precum și indicatorii generali de realizare ai proiectului (22 slide-uri ppt).
2. Discuții privind implementarea Etapei I a proiectului. Au fost prezentate și discutate în detaliu aspectele tehnice ale activităților etapei I a proiectului, cu precădere asupra instrumentelor integrate de evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu, dar și a riscurilor asupra sănătății umane. De asemenea, au fost delimitate limitele sistemelor analizate, orizontul de timp al evaluărilor integrate de impact și risc, precum și indicatorii de calitate pe baza cărora au fost realizate aceste evaluări.
3. Prezentarea aspectelor practice privind implementarea proiectului a fost realizată de dl.dr.ing. George Bârjoveanu și a constat în prezentarea regulilor de eligibilitate a cheltuielilor în cadrul proiectului, modul de organizare a activităților financiare în cadrul proiectului, precum și referințele legislative aplicabile pentru acestea (14 slide-uri ppt).
4. Ultima activitate din cadrul acestui workshop a constat în prezentarea de către dna asist. Dr.ing. Daniela Cailean, de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași a aspectelor privind comunicarea, raportarea și diseminarea în cadrul proiectului, precum și lista detaliată a indicatorilor de rezultat ai proiectului (8 slide-uri ppt).

### **Activitatea 1.2. Dezvoltarea unui instrument integrat pentru cuantificarea impacturilor și a riscurilor de mediu în ciclul de utilizare al apei (IRCA)**

Identificarea, evaluarea și cuantificarea impacturilor și riscurilor asupra mediului reprezintă principala premisă pentru controlul acestora. În general, evaluarea impacturilor asupra mediului este un domeniu științific în expansiune, mai ales în contextul necesității dezvoltării unor instrumente de evaluare capabile să ofere informații corecte, fundamentate științific pentru

procesele de luare a deciziilor cu privire la opțiunile de management durabil al diferitelor resurse naturale. Acest principiu se aplică și în cazul managementului integrat al resurselor de apă, unde impacturile asupra mediului sunt deosebit de complexe, având în vedere multitudinea de utilizări ale resurselor de apă, iar părțile participante (stakeholderi) în procesele de management integrat al resurselor de apă necesită niveluri de informații diferite privind impacturile asupra diferitelor tipuri de resurse de apă.

Pe lângă utilitatea identificării impacturilor asupra mediului, este importantă și caracterizarea riscurilor asupra diferitelor componente de mediu pentru a putea prioritiza zonele care necesită o atenție imediată. În general, metodologiile de evaluare a impacturilor asupra mediului descriu efectele suferite de diversele componente de mediu, în timp ce metodologiile de evaluare a riscurilor se concentrează în mod tradițional asupra sănătății umane (Lexer et al, 2006). Deși integrarea acestor două instrumente ar genera beneficii cu privire la extinderea semnificației impacturilor și a riscurilor asupra resurselor de apă, precum și la posibilitatea de utilizare a rezultatelor în procese decizionale, utilizarea integrată a acestor două instrumente în managementul resurselor de apă este destul de limitată.

Instrumentul integrat de cuantificare a impacturilor și riscurilor asociate (IRCA) consideră riscul asupra mediului ca o funcție de magnitudine a impacturilor (EI) și probabilitatea acestora de apariție, conform ecuației 1 (Enzernhoefer et al, 2012; Tartakovsky, 2012; Topuz et al, 2011).

$$ER = EI \cdot p \quad (1)$$

în care:

ER – Riscul de mediu,

EI – Impactul de mediu

p – probabilitatea de producere a riscului,

Acest instrument de cuantificare a impactului și implicit a riscului de mediu consideră în mod simultan două tipuri de impacturi care sunt de asemenea reglementate și prin legislație. Din punct de vedere legal și operațional, orice poluator care deversează ape uzate în corpurile de apă naturale trebuie să respecte concentrațiile maxim admisibile pentru indicatorii de calitate specifici, conform HG 352/2005. Același poluator are obligația de a se încadra într-o limită maximă privind volumele (debitele) de ape uzate deversate, limită fixată de către autoritatea de management a resurselor de apă. Această abordare de control a impacturilor cauzate de deversarea apelor uzate consideră, pe de o parte limite pentru concentrațiile poluanților fixate la nivel național, iar pe de altă parte consideră debitele maxime fixate în funcție de capacitatea poluatorului de a consuma apă, și nu iau în considerare condițiile locale de debit și concentrațiile ale indicatorilor de calitate din receptor.

Cercetările anterioare desfășurate de către Coordonatorul de proiect au avut în vedere dezvoltarea unor instrumente de evaluare integrată a impactului asupra corpurilor de apă ca urmare a deversării de ape uzate și au încercat să caracterizeze acest impact în special din perspectiva respectării legislației în vigoare privind concentrațiile maxim admisibile (Barjoveanu et al., 2010; Cojocariu, 2011) la nivel de bazin hidrografic. Ulterior, metodologia de evaluare integrată a impacturilor și riscurilor (EIRA) a fost completată pentru a considera impactul asupra corpurilor de apă de suprafață ca o funcție de magnitudine (considerand debitele de ape uzate), gravitate a impactului (considerand concentrațiile de poluanți) și starea de calitate a raului receptor față de cerințele legislative (Cojocariu, 2011, Teodosiu et al., 2011a, Teodosiu et al., 2012).

Instrumentul de evaluare a impacturilor asupra receptorilor datorate deversării de ape uzate dezvoltat în cadrul acestei etape a proiectului (IRCA) se bazează pe comparația dintre aportul la poluarea cursului de apă receptor prin deversarea de ape uzate și starea de calitate naturală a raului receptor. De asemenea, în cuantificarea impactului asupra receptorului, acest instrument ia în considerare și comparația debitului de apă uzată raportată la debitul raului receptor, după cum este prezentat în ecuația 2:

$$EI = \frac{C_{det} \cdot Q_{det} + C_{riv} \cdot Q_{riv}}{Q_{det} + Q_{riv}} \cdot \frac{1}{C_{ref}} \cdot \frac{Q_{det}}{Q_{riv}} \quad (2)$$

în care:

EI – impactul asupra receptorului,

Cdet – concentrația poluantului în apa uzată deversată (mg/L)

Criv – concentrația poluantului în râu în amonte de punctul de deversare (mg/L)

Cref – concentrația naturală a poluantului în râu (mg/L)

Qdet – debitul de apă uzată deversat, (m<sup>3</sup>/s)

Qriv – debitul raului, (m<sup>3</sup>/s)

Utilizând instrumentul descris de ecuația 2 devine astfel posibilă cuantificarea impacturilor locale datorate deversării de ape uzate. Acest instrument consideră ca impact de referință situația în care poluatorul nu influențează starea de calitate locală a raului (EI = 1). Dacă aportul de poluare exprimat prin primul termen al ecuației 2 este mai mare decât concentrația în secțiunea de referință a receptorului (care definește starea de calitate naturală a corpului de apă, determinată de obicei imediat în aval de izvor) atunci impacturile sunt negative. Dacă acest raport este subunitar, atunci putem discuta de impacturi pozitive ale poluatorului prin diluția poluării din amonte de punctul de deversare al apei uzate.

### Activitatea 1.3. Dezvoltarea unui instrument pentru cuantificarea riscurilor asupra sănătății umane în ciclul de utilizare al apei

Planurile pentru Siguranța Apei (PSA), promovate de către Organizația Mondială a Sănătății (OMS) sunt dezvoltate cu scopul de a identifica hazardele ce pot să apară pentru sănătatea umană, în fiecare etapă de producere a apei potabile, astfel încât riscurile care ar putea să se manifeste în timp, să poată fi identificate și minimizate încă din prima etapă de producere a apei potabile (captare, tratare, distribuție, consum).

În general, orice abordare a evaluării riscului pentru sănătatea umană, are în vedere următoarele întrebări la care specialiștii trebuie să se adreseze: *“Ce se poate întâmpla (care este riscul)?”*; *“Care este probabilitatea de apariție (manifestare)?”*; *“Care sunt consecințele?”*. Pe de altă parte, plecând de la ceea ce este definit de către OMS, USEPA și literatura de specialitate din domeniu, riscurile pentru sănătatea umană sunt evaluate și cuantificate având la bază directiva 98/83/EC, precum și reglementările transpuse la nivel național în acest sens. Astfel, se pune accent pe abordarea probabilistică în evaluarea și cuantificarea riscurilor pentru sănătatea umană și constă în parcurgerea următoarelor etape (Tartakovsky, 2012):

- (i) definirea evenimentului initiator, în cazul de față poluantul prezent în apa de consum;
- (ii) identificarea cauzelor care conduc la inițierea evenimentului negativ (prezența poluantului în apa de consum într-o concentrație egală sau mai mare decât cea maxim admisă prin legislație);
- (iii) elaborarea de diagrame arbore;
- (iv) elaborarea unui set minim de evenimente scenarii care ar conduce la creșterea probabilității ca evenimentul negativ să se producă (prezența poluantului în apa de consum în concentrație mai mare decât cea maxim admisă);
- (v) descrierea și estimarea probabilității ca evenimentul negativ cu anumite consecințe să aibă loc (să se întâmple);
- (vi) calcularea probabilității ca evenimentul negativ cu anumite consecințe să aibă loc (să se întâmple).

Pășii (i)-(ii) răspund la întrebările (1) și (3), iar pașii (iii)-(vi) la întrebarea (2), menționate anterior. Transpunând matematic, riscul pentru sănătatea umană, notat în situația de față HHR se calculează pentru fiecare poluant prezent în apa tratată, pentru consum uman, astfel (ec. 3 - 5):

$$HHR = ELCR \times p \times R \quad (3)$$

$$ELCR = \alpha \times C(x,t) \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{IR \times EF}{365 \text{ zile} \times BW} \quad (5)$$

ELCR – excess lifetime cancer risk

([http://www.opentoxipedia.org/index.php/Excess Lifetime Cancer Risk \(ELCR\)](http://www.opentoxipedia.org/index.php/Excess_Lifetime_Cancer_Risk_(ELCR)) )

$p$  – probabilitatea de aparitie a evenimentului negativ (prezenta poluantului in apa pentru consum in concentratie egala sau mai mare decat cea maxim admisa). Probabilitatea se calcueaza ca fiind raportul dintre  $n$  –numarul de depasiri ale CMA dintr-o serie de date;  $m$  – numarul total de determinari din acea serie de date.

$R$  – toxicitatea poluantului, specifica, asa cum este definita prin Directiva REACH (H.G. 1408, 2008);

$\alpha$  – factorul de expunere a omului la poluantul respectiv intr-un an de zile, considerand rata de ingestie (IR), frecventa de expunere (ER), precum si greutatea corporala (BW);

$C(x, t)$  – concentratia poluantului determinate in punctual  $x$  si la momentul  $t$  (mg/L).

Inlocuind termenii definiti prin ecuatiile 4 si 5 in ecuatia 3 rezulta:

$$HHR = \frac{IR \times EF}{365 \text{ zile} \times BW} \times C(x, t) \times p \times R \quad (6)$$

Pentru evaluarea riscului de sanatate in ciclul de utilizare al apei WATUSER se considera urmatoarele ipoteze:

IR = 2 L/zi

EF = 365 zile

BW = 70 kg

$$HHR = \frac{2(L) \times 365(\text{zile})}{365(\text{zile}) \times 70(\text{kg})} \times C(\text{mg} / L) \times p \times R \quad (7)$$

Pentru evaluarea riscului pentru sanatate (HHR), pe baza conceptului dezvoltat în cadrul proiectului WATUSER in ecuatia (7) se va introduce probabilitatea ca poluantul sa depaseasca valoarea maxim admisa, conform legislatiei in vigoare, concentratia determinata a poluantului si fraza de risc a acestuia ( $R$ ) calculata pe baza toxicitatii acestuia, conform directivei REACH, transpusa la nivel national prin H.G. 1408/2008. Astfel, toxicitatea acuta orala a substantelor chimice poate fi stabilita printr-o metoda care permite evaluarea valorii dozei letale DL50, fie prin determinarea dozei discriminative (metoda dozei fixate), fie prin determinarea domeniului valorilor pentru expunere, susceptibile sa provoace mortalitate (metoda clasei de toxicitate acuta).

*Doza discriminativa* este doza care provoaca o toxicitate evidenta, dar nu mortalitate si trebuie sa fie unul din cele patru nivele de dozaj specificate in Regulamentul Comisiei Europene 1907/2006, privind metodele de testare conform art.13, alin.(2) (5, 50, 500 sau 2000 mg/Kg corp). Conceptul de toxicitate evidenta se foloseste pentru a atribui efectele toxice dupa expunerea la substanta respectivă, efecte care sunt atat de severe incat expunerea la doza fixată imediat superioara ar putea provoca probabil decesul. Rezultatele testului la o anumita doza, conform metodei fixate pot fi: supravietuire in proportie mai mica de 100%, supravietuire in proportie de 100%, dar toxicitate evidenta si supravietuire in proportie de 100%, dar fara toxicitate evidenta. Doza de 200 mg/Kg corp se utilizeaza in principal pentru a obtine informatii asupra efectelor toxice ale substantelor care prezinta o toxicitate acuta scazuta s care nu sunt calsificate pe baza toxicitatii acute (H.G. 1408, 2008). Domeniul de expunere in care se estimeaza potentialul letal se obtine din observarea absentei sau prezentei mortalitatii datorita substantei testate, in conformitate cu metoda clasei de toxicitate acuta. Pentru primul test se utilizeaza una dintre cele trei doze fixate initial si anume 25, 200 sau 200 mg/Kg corp. In unele cazuri metoda clasei de toxicitate acuta impune testarea la doze mai mari sau mai mici, daca aceasta nu a fost realizata déjà la un nivel al dozei relevant.

*Toxicitatea acuta* implica efecte letale si ireversibile dupa o singura expunere, frazele de risc asociate sunt (H.G. 1408, 2008):

- foarte toxic: R 28, 27, 26, 39,

- toxic: R 25, 24, 23, 39, 48,

- nociv: R 22, 21, 20, 65, 68, 48

*Toxicitatea subacuta, subcronica sau cronica* poate implica de asemenea efecte toxice, nocive, iar frazele de risc asociate sunt: R 25, 24, 23, 39, 48, 22, 21, 20, 65, 68, 48. Se face precizarea ca fraza de risc R48 descrie pericole cu efecte grave asupra sanatatii in caz de

expunere prelungita, efecte care sunt observate la doze de ordinul  $\leq 50$  mg/kg corp/zi la sobolani pe cale orala si  $\leq 100$  mg/kg corp/zi la sobolani sau iepuri pe cale cutanata. Toxicitatea subcronica implica testari de 90 zile, toxicitatea subacuta de 28 zile, iar toxicitatea cronica implica testari timp de 2 ani. Fraza de risc R48 se aplica obligatoriu atunci cand apar in urma testelor realizate decesul, modificari functionale majore, orice modificare importanta a parametrilor biochimici, hematologici sau a anizei de urina care indica disfunctia unui organ sau afectiuni grave ale unui organ observate la microscop dupa autopsie.

In abordarea proiectului WATUSER, evaluarea probabilistica a riscului pentru sanatate are in vedere faptul ca o atentie sporita trebuie acordata pentru masurile de control si reducere a concentratiei poluantului respectiv in mediul de expunere cu cat valoarea HHR este mai mare. In cazul in care un compus/substanta chimica prezinta o combinatie de fraze de risc (de exemplu R48/20/21), in prezenta metodologie, se va considera fraza de risc cu valoarea cea mai mare (de exemplu R48).

## Activitatea 1.4. Dezvoltarea unui instrument de evaluare a ampretei de apă gri (AG)

Conceptul de „*amprentă de apă*” (*engl. Water Footprint - WF*), reprezintă gradul de utilizare al apei în raport cu consumul uman. În cadrul procedurilor de cuantificare a volumelor de apă referitoare la transferul de produse intensiv consumatoare de apă, atunci este posibilă cuantificarea volumului de apă necesar pentru a sprijini oricare dintre caracteristicile specifice de consum, fie ea o națiune, grup de consumatori sau individ. Aceste aspecte au dus la evoluția conceptului de *amprentă de apă*, fiind introdus în anul 2002 (Hoekstra și Hung, 2002), elaborat mai în detaliu de către Arjen Hoekstra de la Universitatea din Twente din Olanda (Hoekstra, 2003; Chapagain și Hoekstra, 2004).

*Amprenta de apă* este un indicator care diferă de modul tradițional de evaluare al cerințelor de apă din punct de vedere al producției sau al prelevărilor de apă pentru diferite sectoare cum ar fi utilizarea apei în industrie, agricultură și în scop domestic. Volumul și modalitatea de consum stă la baza acestui concept extinzându-și granițele dincolo de prelevările de apă la nivel național.

Potrivit Hoekstra și colab. (2011), *amprenta de apă „albastră”* este asociată utilizării resurselor de apă „*albastră*” (de suprafață și subterane) de-a lungul întregii etape de aprovizionare a unui produs. Pierderile rezultă atunci când apa se evaporă, se întoarce în altă zonă de captare sau în mare sau este încorporat într-un produs. *Amprenta de apă „verde”* se referă la consumul de resurse de apă „*verde*” (apa provenită din precipitații în măsura în care ea nu devine scurgere de suprafață). *Amprenta de apă „gri”* se referă la poluare și este definită ca fiind volumul de apă necesar pentru a asimila încărcătura de poluanți dat fiind concentrația naturală a poluantului, care ar fi în lipsa intervenției umane, și standardele de calitate ale apei (Hoekstra și colab., 2011).

*Amprenta de apă* nu este o măsură a severității impactului local asupra mediului din punct de vedere al consumului de apă și al poluării. Acest lucru depinde în special de **vulnerabilitatea sistemului local de apă**, precum și de **cantitatea de apă prelevată** de către producătorii și consumatorii din același sistem. Prin urmare, **evaluarea ampretei de apă este un instrument parțial** care poate fi folosit în asociere cu alte instrumente analitice, în scopul de a contribui la o mai bună înțelegere a problemelor relevante de luare a deciziilor.

**Amprenta de apă „gri”** (*engl. Grey Water Footprint - GWF*) pentru sursele de poluare (ecuatia 8) poate fi calculată astfel: debitul efluentului ( $Q_{effl}$ , volum/timp) înmulțit cu concentrația poluantului în efluent ( $C_{effl}$ , masă/volum) minus concentrația poluantului în râul receptor ( $C_{act}$ , masă/volum), împărțit la diferența dintre concentrația maximă acceptabilă a poluantului conform standardelor de calitate pentru râu ( $C_{max}$ , masă/volum) și concentrația poluantului în corpul de apă receptor dat de fenomenele naturale, fără intervenția omului ( $C_{nat}$ , masă/volum).

$$GWF = \frac{C_{effl} - C_{act}}{C_{max} - C_{nat}} \times Q_{effl}, \text{ (volum/timp)} \quad (8)$$



Componenta situată înaintea de  $Q_{eff}$  este „factorul de diluție”, care exprimă de câte ori debitul efluentului ar trebui să fie diluat pentru a atinge nivelul maxim reglementat de legislația națională.

Standardele de calitate ale apei, în general, există în legislația națională sau sunt dezvoltate în cadrul bazinului hidrografic și/sau corpului de apă, în cadrul legislației naționale sau prin convenții regionale (EC WFD, 2000), dar acestea **nu există pentru toate substanțele chimice, pentru toate regiunile și pentru toate corpurile de apă**. Este foarte importantă **identificarea standardelor de calitate ale apei și a concentrațiilor poluanților în corpurile de apă receptoare** utilizate în realizarea *evaluării amprentei de apă „gri”*.

Există puține studii recente care au cuantificat **amprenta de apă „gri” doar pentru culturile agricole**: Dabrowski și colab. (2009); Ercin și colab. (2009); Gerbens-Leenes și Hoekstra (2009); Van Oel și colab. (2009); Aldaya și Hoekstra (2010); Bultink și colab. (2010); Chapagain și Hoekstra (2010); Clothier și colab. (2010); Mekonnen și Hoekstra (2010a, b); Ene (2011); Mekonnen și Hoekstra (2011a, b).

Studiile realizate de **Ene și Teodosiu (2011a, b)** sunt primele studii din lume în care s-a avut în vedere **cuantificarea amprentei de apă „gri” pentru deversările de ape uzate**, în contextul în care *amprenta de apă „gri”* a fost considerată a fi volumul virtual de apă necesar diluării poluantului până la nivelul în care, starea naturală de calitate a râului receptor nu va fi modificată.

Datorită faptului că în România **nu există standarde specifice de calitate a apei pentru corpurile de apă receptoare** (ape de suprafață), s-a avut în vedere concentrația maximă admisibilă a poluantului ( $c_{max}$ ) pentru încadrarea stării ecologice a corpurilor de apă receptoare ca fiind în conformitate cu cerințele Directivei Cadru Apa (EC WFD, 2000) echivalentă cu concentrația din *clasa de calitate a II-a*, reglementată prin Ordinul 161, 2006. De asemenea, concentrația poluantului în corpul de apă receptor, care ar avea loc în lipsa intervenției umane ( $c_{nat}$ ), a fost considerată ca fiind concentrația de *clasa de calitate I* reglementată prin Ordinul 161, 2006. Datorită **caracterului multidimensional al acestui indicator**, *amprenta totală de apă „gri”* s-a estimat a fi *suma anuală a tuturor volumelor virtuale de apă necesare diluării tuturor poluanților analizați*; prin acest gen de evaluare fiind luate în considerare atât dimensiunea impacturilor generate de volumele de ape uzate și concentrațiile poluanților, dar și vulnerabilitatea corpului de apă receptor.

**Pornind de la studiile anterioare** (Teodosiu, 2007; Ene and Teodosiu, 2009; Ene et al., 2009; Ene, 2011; Ene and Teodosiu, 2011a; 2011b; 2011c; Ene et al., 2011; Teodosiu et al., 2011b), **în cadrul acestui proiect**, *amprenta de apă „gri”* se va cuantifica diferit pentru că, scopul acestei evaluări este necesitatea identificării și cuantificării efectelor și riscurilor asupra mediului într-o manieră coerentă, astfel încât să genereze o imagine completă a punctelor critice de risc asupra mediului și/sau asupra sănătății umane în cadrul sistemului de utilizare a resurselor de apă și pentru a oferi informații utile cu privire la nevoile viitoare de dezvoltare ale sistemului de utilizare a apei.

Așadar, în **ecuația 8** unde este descrisă metodologia de cuantificare a *ampreței de apă „gri”*, **concentrația maximă în vederea tratării pentru potabilizare ( $c_{MTP}$ )** pentru încadrarea stării ecologice a corpurilor de apă receptoare se consideră a fi conformă cu concentrația poluanților prevăzută de HG 567/2006, privind modificarea Normelor de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare **NTPA-013** (HG 100/2002), corespunzătoare *Categoriei A3 - tratare fizică și chimică intensă, afânare și dezinfectare, de exemplu clorurare la punctul limită, coagulare, floculare, decantare, filtrare, adsorbție (carbon activ), dezinfectare (ozon, clorurare finală)*, pentru a putea identifica și cuantifica efectele și riscurile asupra mediului și asupra sănătății umane într-o manieră coerentă. Așadar, formula de calcul a *ampreței de apă „gri” în scopuri de potabilizare* (engl. *Grey water footprint for drinking purposes - GWF<sub>d</sub>*) va deveni (Ec. 9):

$$AG_d = \frac{c_{effl} - c_{act}}{c_{MTP} - c_{nat}} \times Q_{effl}, \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (9)$$

Unde:

$Q_{effl}$  - debitul efluentului (volum/timp);

$c_{effl}$  - concentrația poluantului în efluent (masă/volum);

$c_{act}$  - concentrația poluantului în râul receptor, în amonte de stația de epurare (masă/volum);

$C_{MTP}$  - concentrația maximă în vederea tratării pentru potabilizare (masă/volum) (conform HG 567/2006; NTPA 013/2002);

$C_{nat}$  - concentrația poluantului în corpul de apă receptor dat de fenomenele naturale, fără intervenția omului (masă/volum) (conform Ord. 161/2006 – Clasa I de calitate).

Ulterior *amprenta totală de apă „gri”* ( $GW_{d,tot}$ ) se va calcula ca fiind egală cu maximumul dintre volumele lunare virtuale de apă necesare pentru diluarea poluantului  $i$  (Ec. 10):

$$AG_{d,tot} = \max(AG_{d,i}) \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (10)$$

Acest lucru va permite identificarea și ierarhizarea impacturilor asupra mediului și respectiv a riscurilor asupra sănătății umane, în diferite etape ale ciclului de utilizarea a apei ca o distribuție spațială a impacturilor și a riscurilor pe ambele sisteme.

## Activitatea 1.5. Implementarea unei metodologii integrate pentru cuantificarea impacturilor și a riscurilor (IRCA & AG)

Activitatea A.1.5. din cadrul primei etape a proiectului a fost realizată în comun de către CO (împreună cu P3) și P1 (împreună cu P2) pentru identificarea impacturilor și a riscurilor în ciclul de utilizare a apei. Pentru aceasta, a fost realizată o delimitare spațială a zonelor analizate și a fost determinată perioada de analiză (2009 – 2012). Activitatea A.1.5. a constat în implementarea și testarea instrumentelor de evaluare dezvoltate în activitățile A.1.2 – A.1.4., după o schema de evaluare prezentată în figura de mai jos:

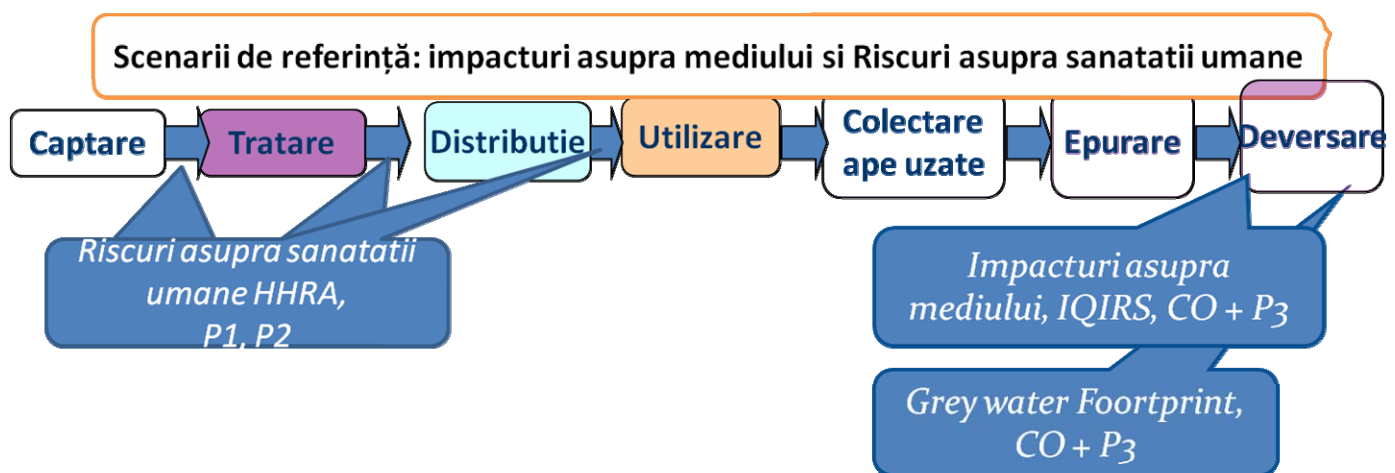


Fig. 1 . Schema de evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu și asupra sănătății umane (CO – Coordonator Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iasi, P1 – partenerul 1, Universitatea Politehnica din Timișoara, P2 – partenerul 2 SC AQUATIM SA, P3 – Partenerul 3 SC APAVITAL SA)

Sarcinile în această activitate a proiectului au fost distribuite după cum urmează: Coordonatorul, împreună cu Partenerul 3 au implementat metodologiile de evaluare integrată a impactului și riscului de mediu, precum și instrumentul Amprentă de apă pentru 3 stații de epurare din aria de operare a Partenerului 3, în timp ce Partenerii 1 și 2 au aplicat metodologia de caracterizare a riscurilor asupra sănătății umane pentru 10 surse de alimentare cu apă din aria de operare a Partenerului 2. În continuare sunt prezentate sintetic rezultatele obținute la testarea celor 3 instrumente de evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu și a riscurilor asupra sănătății umane.

### 1.5.1. Implementarea instrumentului integrat de cuantificare a impacturilor și riscurilor asupra mediului (IRCA)

Instrumentul de cuantificare integrată a impacturilor și riscurilor asupra mediului dezvoltat de către Coordonatorul proiectului în Activitatea A.1.2. a fost testat, împreună cu Partenerul 3 pentru 3 stații de epurare din aria de operare a Partenerului 3 (Iasi, Targu Frumos și Mosna). Rezultatele

prezentate în figurile de mai jos reprezintă mediile anuale ale impacturilor și riscurilor de mediu pentru o singură stație de epurare lași în perioada 2009 – 2012.

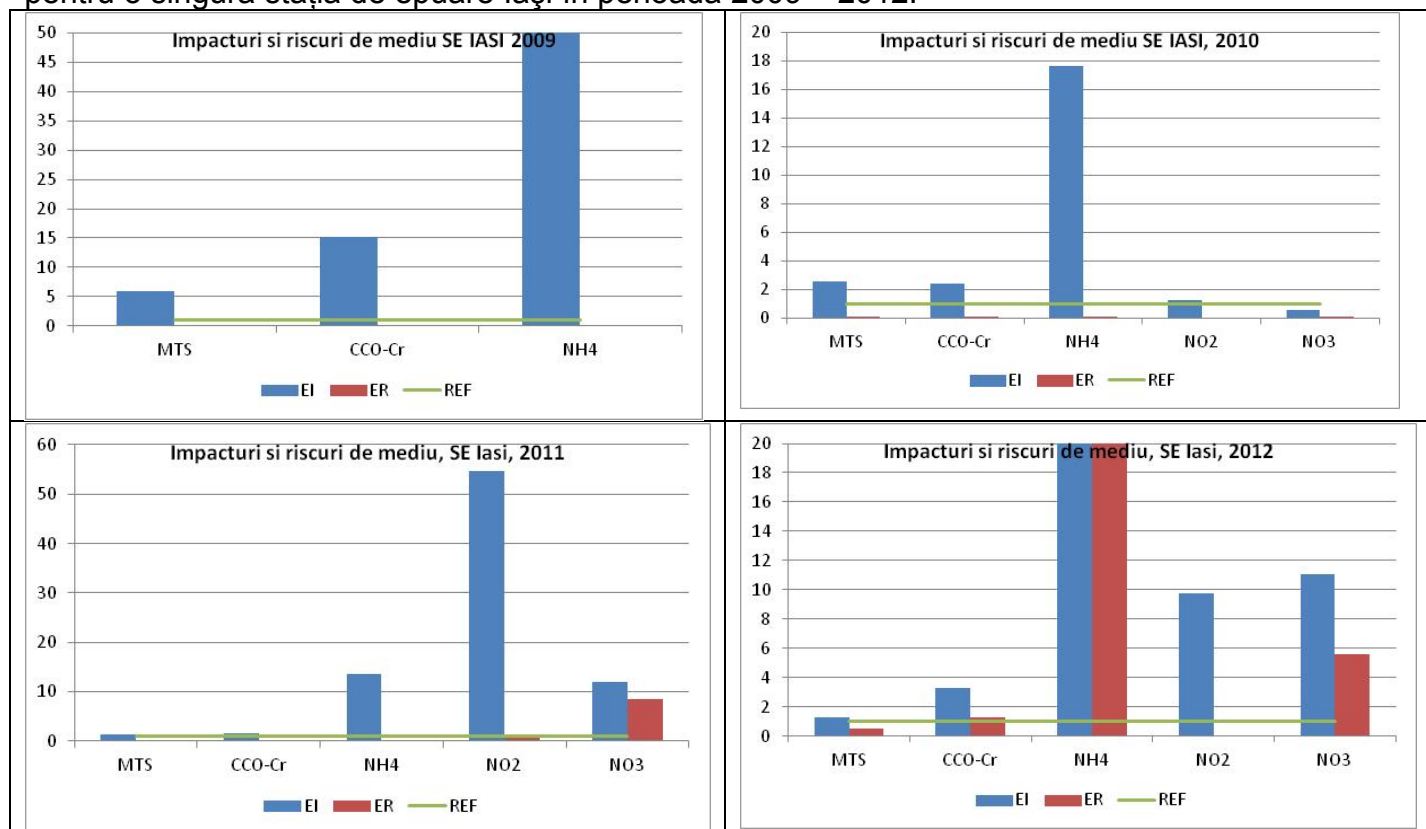


Fig. 2 Impacturile și riscurile de mediu determinate pentru 2009 – 2012 la SEAU Iasi

Rezultatele prezentate în figura 2 prezintă faptul că principalele impacturi și riscuri asociate deversării de ape uzate de la o stație de epurare din aria de operare a Partenerului 3 se datorează în special conținutului de nutrienți în apele uzate deversate. De asemenea, trebuie făcută precizarea că impacturile și riscurile de mediu sunt comparate față de secțiunea de referință privind calitatea raului receptor (imediat în aval de izvorul acestuia). Totodată, trebuie precizat faptul că această evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu ține cont și de volumele (debitele) de apă deversate și ale raului receptor. Valorile mari ale impacturilor și riscurilor de mediu se întâlnesc în multe situații atunci când debitul de ape uzate depășește debitul raului în punctul de deversare, și nu neapărat depășirii concentrațiilor maxim admisibile pentru acești poluanți. De altfel, instrumentul de evaluare a impacturilor și riscurilor de mediu nu compară aceste impacturi și riscuri relativ la cerințele legislative, ci relativ la condițiile locale ale raului receptor.

Aceste rezultate pun în evidență faptul că, pentru situația analizată, este necesară completarea tehnologică a stației de epurare cu o treaptă care să asigure eliminarea nutrienților din apele uzate. Instrumentul de evaluare integrată a impacturilor și riscurilor de mediu poate fi utilizat cu ușurință în orice situație, făcând o legătură facilă între impacturile și riscurile de mediu datorate deversării de ape uzate și starea locală (de calitate a receptorului).

### 1.5.2. Implementarea metodologiei de cuantificarea a riscurilor asupra sănătății umane

Metodologia HHRA s-a aplicat la nivel regional, pe raza județului Timis, pentru 10 surse subterane utilizate pentru tratare în vederea potabilizării. Indicatorii care au fost considerați în evaluare sunt: indicele de permanganat, carbon organic total, amoniu, nitrat, arsen, fier și mangan. Metodologia a fost aplicată pentru primele trei etape din ciclul de utilizare al apei, respectiv (captare – apă brută, tratată – apă tratată și distribuție – apă potabilă) (Tabelul 1).

**Tabelul 1.** Centralizatorul de evaluare a riscului de sănătate umană în ciclul de utilizare al apei (captare, tratare, distribuție) în județul Timiș

Sursa		Parametru	UM	Concentrația determinată	Concentrația maxim admisă	Probabilitatea	Fraza de risc	HHR
Sursa_1	AB	Carbon organic total	mgC/L	17,40	3	1,00	65	26,74
Sursa_2	AB			13,60		1,00		19,69
Sursa_3	AB			13,40		1,00		19,31
Sursa_4	AB			6,12		1,00		5,79
Sursa_4	AT			2,87		0		0
Sursa_4	AP			2,88		0		0
Sursa_5	AB			0,65		0		0
Sursa_6	AB			2,72		0		0
Sursa_7	AB			0,71		0		0
Sursa_8	AB			13,50		0,75		14,63
Sursa_9	AB			1,17		0		0
Sursa_10	AB	0,68	0	0				
Sursa_1	AB	Amoniu	mg/L	0,92	0,50	1,00	50	0,59
Sursa_2	AB			1,00		1,00		0,71
Sursa_3	AB			1,28		1,00		1,11
Sursa_4	AB			1,10		1,00		0,81
Sursa_4	AT			0,05		0		0
Sursa_4	AP			0,05		0		0
Sursa_5	AB			0,20		0		0
Sursa_6	AB			0,90		1,00		0,55
Sursa_7	AB			0,05		0		0
Sursa_8	AB			2,58		1,00		2,97
Sursa_9	AB			2,35		1,00		2,64
Sursa_10	AB	0,05	0	0				
Sursa_1	AB	Nitrați	mg/L	0,70	50	0	68	0
Sursa_2	AB			0,60		0		0
Sursa_3	AB			0,50		0		0
Sursa_4	AB			1,00		0		0
Sursa_4	AT			2,90		0		0
Sursa_4	AP			3,10		0		0
Sursa_5	AB			1,30		0		0
Sursa_6	AB			0,50		0		0
Sursa_7	AB			131,00		1,00		157,4
Sursa_8	AB			0,60		0		0
Sursa_9	AB			0,50		0		0
Sursa_10	AB	6,50	0	0				
Sursa_1	AB	Arsen	mg/L	0,005	0,01	0	48	0
Sursa_2	AB			0,005		0		0
Sursa_3	AB			0,005		0		0
Sursa_4	AB			-		-		-
Sursa_4	AT			-		-		-
Sursa_4	AP			0,005		0		0
Sursa_5	AB			0,005		0		0
Sursa_6	AB			0,021		1,00		0,01
Sursa_7	AB			0,005		0		0
Sursa_8	AB			0,093		0,86		0,10

Sursa		Parametru	UM	Concentrația determinată	Concentrația maxim admisă	Probabilitatea	Fraza de risc	HHR				
Sursa_9	AB			0,005		0		0				
Sursa_10	AB			0,005		0		0				
Sursa_1	AB	Fier	mg/L	0,20	0,20	0	24	0				
Sursa_2	AB			0,16		0		0				
Sursa_3	AB			0,19		0		0				
Sursa_4	AB			0,24		0,10		0,003				
Sursa_4	AT			0,03		0		0				
Sursa_4	AP			0,03		0		0				
Sursa_5	AB			0,47		0,90		0,17				
Sursa_6	AB			1,11		0,92		0,57				
Sursa_7	AB			0,03		0		0				
Sursa_8	AB			1,09		0,69		0,42				
Sursa_9	AB			0,02		0		0				
Sursa_10	AB			0,06		0		0				
Sursa_1	AB			Mangan		mg/L		0,02	0,05	0	24	0
Sursa_2	AB							0,03		0		0
Sursa_3	AB	0,03	0		0							
Sursa_4	AB	0,05	0		0							
Sursa_4	AT	0,01	0		0							
Sursa_4	AP	0,01	0		0							
Sursa_5	AB	0,17	0,90		0,08							
Sursa_6	AB	0,22	1,00		0,12							
Sursa_7	AB	0,02	0		0							
Sursa_8	AB	0,20	1,00		0,10							
Sursa_9	AB	0,03	0		0							
Sursa_10	AB	0,02	0	0								

Notă: AB – apă brută; AT – apă tratată; AP – apă potabilă

Se observa ca la nivelul regiunii evaluate nu exista riscuri pentru sanatate, decat in prima etapa din ciclul de utilizare al apei, respectiv in cazul apei brute (captare). Riscurile ulterioare etapei de captare sunt practic eliminate prin tratarea apei. Astfel, in cazul primului indicator analizat, indicele de permanganat, 4 surse subterane de apa potabila prezinta risc pentru sanatate, in cazul indicatorului carbon organic total 5 surse, in cazul indicatorului amoniu 7 surse, considerand indicatorul nitrati 1 sursa, arsen 2 surse, fier 5 surse, iar in cazul indicatorului mangan 3 surse de apa bruta pot prezenta risc pentru sanatate (fig. 3)

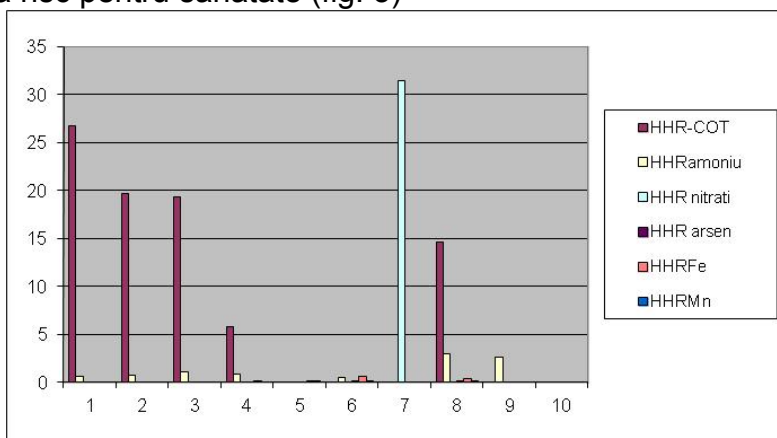


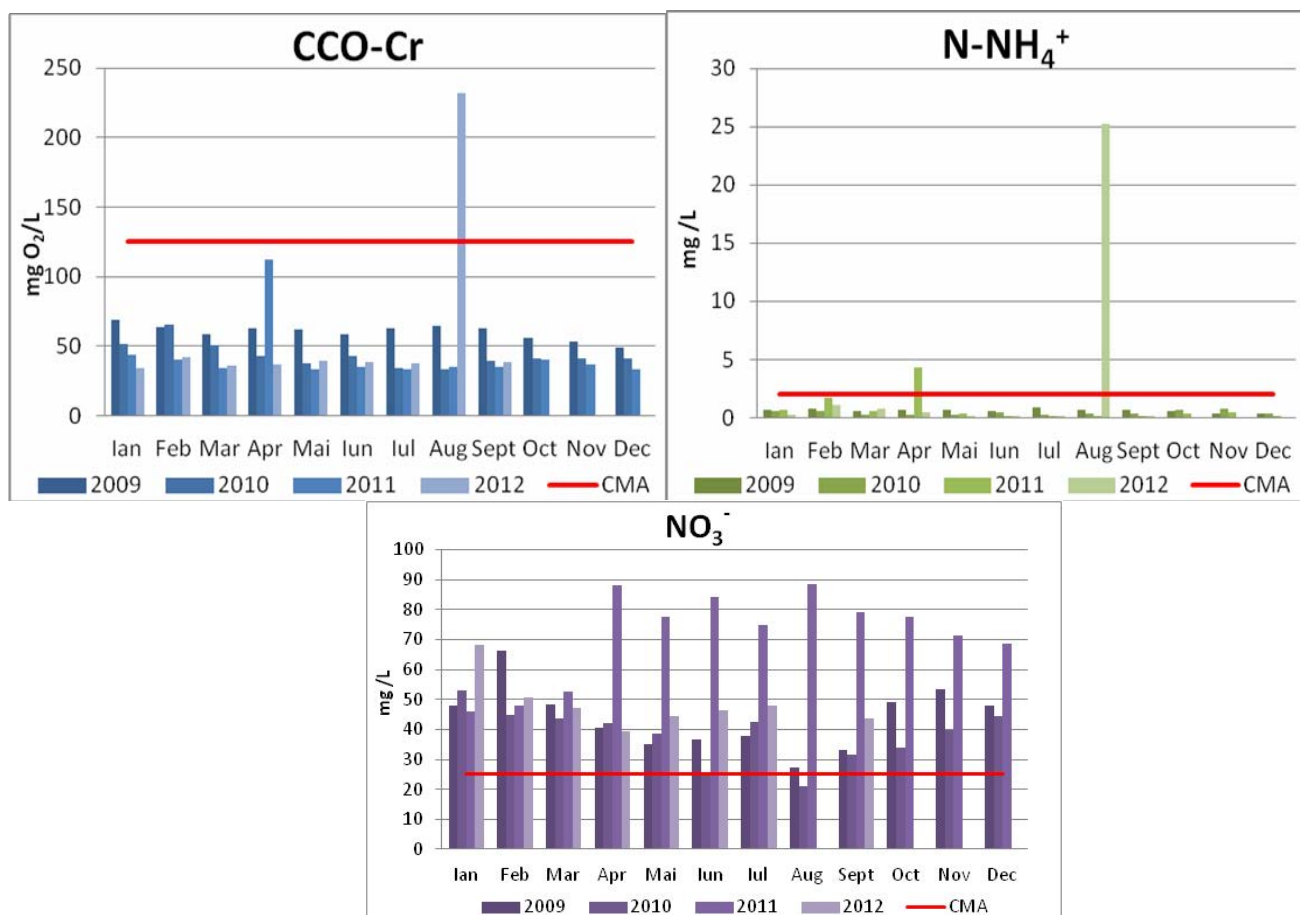
Fig.3. HHR (captare) la nivelul regiunii Timis

### 1.5.3. Implementarea metodologiei Amprenta de apa gri (AG)

*Amprenta de apă* nu este o măsură a severității impactului local asupra mediului din punct de vedere al consumului de apă și al poluării. Acest lucru depinde în special de **vulnerabilitatea sistemului local de apă**, precum și de **cantitatea de apă prelevată** de către producătorii și consumatorii din același sistem. Prin urmare, **evaluarea amprentei de apă este un instrument parțial** care poate fi folosit în asociere cu alte instrumente analitice, în scopul de a contribui la o mai bună înțelegere a problemelor relevante de luare a deciziilor.

Amprenta de apă „gri” se referă la poluare și este definită ca fiind volumul de apă necesar pentru a asimila încărcătura de poluanți dat fiind concentrația naturală a poluantului, care ar apărea în lipsa intervenției umane, și standardele de calitate ale apei. De asemenea, *amprenta de apă „gri” in scopuri de potabilizare* este un indicator agregat care ar trebui să aibă la baza **toti indicatorii relevanți pentru tratarea apei in vederea potabilizării** (CCO-Cr, nutrienți, poluanți organici prioritari: fenoli, PAH, PCB, metale grele, etc.) dar, în limita datelor furnizate de Partenerul 3 – SC APAVITAL SA, s-a putut aplica metodologia de evaluare a apelor uzate provenite de la stația de epurare Dancu din orașul Iași pe următorii poluanți: CCO-Cr, amoniu și nitrati, pe o bază de medii lunare în perioada de analiză 2009-2012.

Figura 4 prezintă evoluția lunară și anuală a calității apelor uzate în ceea ce privește concentrația poluanților determinate de consumul chimic de oxigen (COD), amoniu și nitrati, comparând valorile evacuărilor directe de poluanți pentru perioada 2009-2012 cu concentrațiile maxime admise a poluanților în corpul de apă receptor (CMA), reglementate de legislația națională, prin Hotărârea Guvernului nr. 352/2005 (HG, 2005: NTPA 001, 2005).



**Figura 4** Concentrația efluentului pe o bază lunară ( $C_{eff}$ ) evacuate de la stația de epurare a apelor uzate Dancu în receptorii naturali și concentrația maximă admisă (CMA) a poluanților analizați (CCO-Cr, amoniu și nitrati), în perioada 2009-2012

Se poate observa că sursele punctiforme care produc poluare cu nitrati au înregistrat depășiri ale concentrației maxime admise în toată perioada analizată (2009-2012) datorită

infrastructurii necorespunzătoare a stației de epurare. De asemenea, în condiții de vară, când temperatura apei este ridicată și debitul apei din corpul de apă este redus, surse punctiforme care produc poluare cu compuși organici (exprimat ca CCO-Cr) și amoniu au cel mai mare impact asupra concentrației oxigenului dizolvat din râuri.

În cadrul acestui proiect, scopul evaluării amprentei de apă „gri” este determinat de necesitatea identificării și cuantificării impacturilor și riscurilor asupra mediului într-o manieră coerentă, astfel încât să genereze o imagine completă a punctelor critice de risc asupra mediului și/sau asupra sănătății umane în cadrul sistemului de utilizare a resurselor de apă și pentru a oferi informații utile cu privire la nevoile viitoare de dezvoltare ale sistemului de utilizare a apei.

Factorii de diluție calculați conform metodologiei amprentei de apă gri pentru stația de epurare Dancu din orașul Iași sunt prezentați în Tabelul 2. Atunci când concentrația efluentului evacuat a fost mai mică decât concentrația de poluant în receptorul natural au rezultat factori de diluție negativi (evidențiați în Tabelul 1), ceea ce demonstrează faptul că în lunile respective stația de epurare a funcționat corespunzător, neinfluențând în mod negativ cursul de apă receptor. În schimb, factorul de diluție asociat poluării cu azotați s-a dovedit a fi pozitiv în toate lunile din perioada analizată, ceea ce denotă faptul că stația de epurare a apelor uzate nu reușește să preia încărcările aferente compușilor cu amoniu, fiind necesară o treaptă de epurare terțiară pentru eliminarea acestora ( $C_{eff} >> C_{act}$ ).

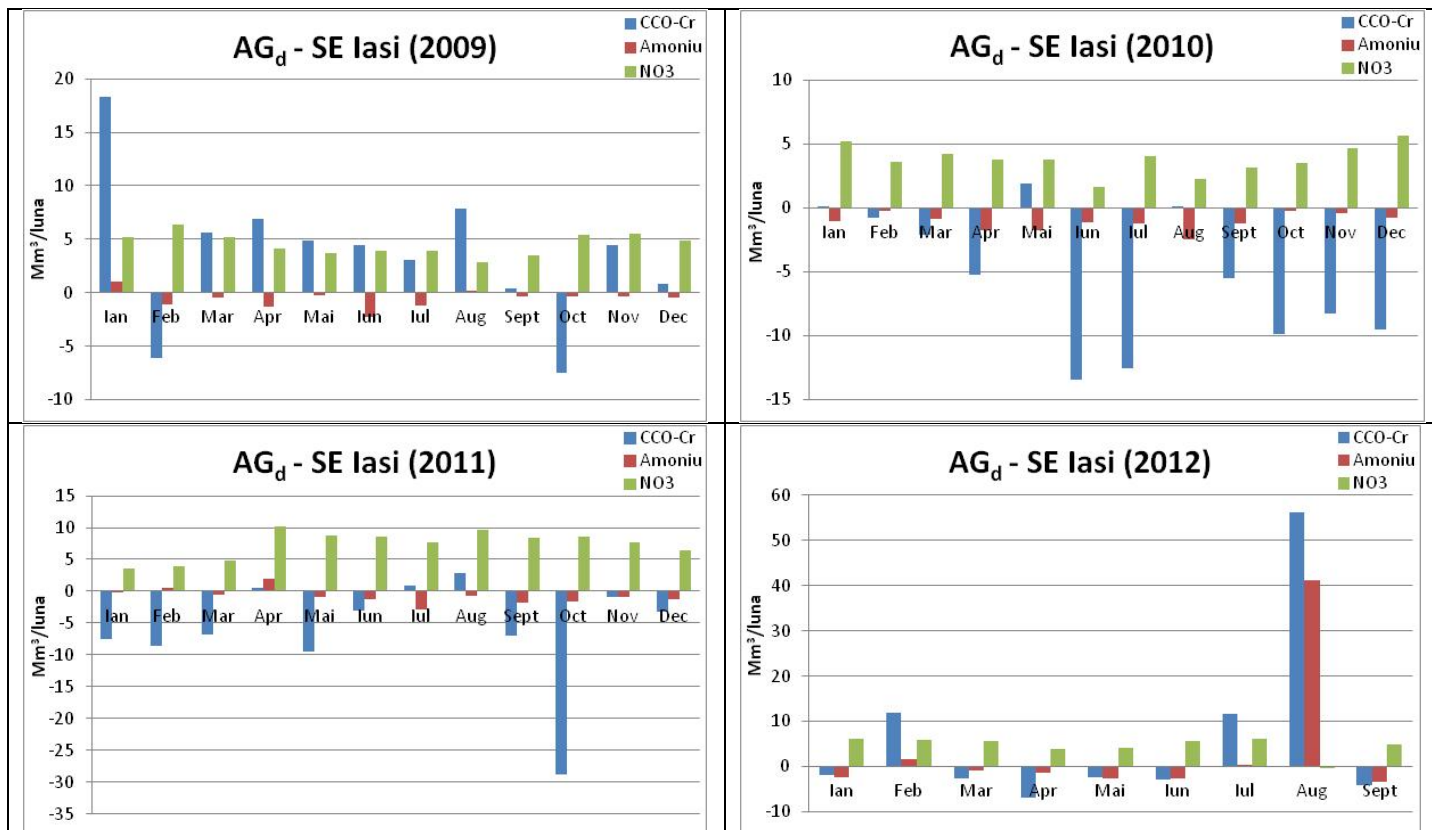
**Tabelul 2.** Factorul de diluție în stația de epurare a apelor uzate Dancu din orașul Iași în perioada 2009-2012

Factor de diluție (AG)		Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
2009	CCO-Cr	3.47	-1.29	1.07	1.38	0.94	0.85	0.60	1.52	0.07	-1.40	0.87	0.17
	Amoniu	0.19	-0.22	-0.08	-0.25	-0.05	-0.45	-0.24	0.03	-0.06	-0.08	-0.07	-0.08
	Azotați	0.98	1.35	0.99	0.83	0.72	0.75	0.77	0.55	0.67	1.00	1.09	0.98
2010	CCO-Cr	0.03	-0.19	-0.45	-1.18	0.40	-3.43	-2.66	0.01	-1.13	-1.92	-1.43	-1.54
	Amoniu	-0.21	-0.06	-0.17	-0.40	-0.37	-0.28	-0.25	-0.47	-0.24	-0.04	-0.08	-0.12
	Azotați	1.09	0.91	0.89	0.86	0.79	0.42	0.87	0.43	0.64	0.69	0.81	0.91
2011	CCO-Cr	-1.22	-1.54	-1.07	0.09	-1.55	-0.55	0.16	0.50	-1.27	-4.98	-0.17	-0.56
	Amoniu	-0.02	0.09	-0.08	0.32	-0.16	-0.22	-0.51	-0.12	-0.32	-0.29	-0.16	-0.20
	Azotați	0.58	0.70	0.76	1.59	1.44	1.53	1.35	1.69	1.54	1.49	1.37	1.10
2012	CCO-Cr	-0.34	2.10	-0.38	-1.08	-0.39	-0.48	1.89	9.13	-0.69	-	-	-
	Amoniu	-0.40	0.30	-0.14	-0.23	-0.42	-0.46	0.04	6.70	-0.55	-	-	-
	Azotați	1.06	1.04	0.87	0.61	0.66	0.95	0.98	-0.05	0.82	-	-	-

Factorul de diluție evidențiază contribuția poluantului la calitatea efluentului, având valori mari atunci când concentrația poluanților în efluent și în receptorul natural este mai mare.

Amprenta de apă „gri” în scopuri de potabilizare ( $AG_d$ ) a fost calculată pe o bază lunară și anuală, folosind factorul de diluție și debitul efluenților evacuați în receptorii naturali. Amprenta de apă „gri” în scopuri de potabilizare mai mare decât zero nu indică faptul că standardele de calitate a apei sunt depășite, ci dovedește o capacitate de asimilare a râului care a fost parțial consumată.

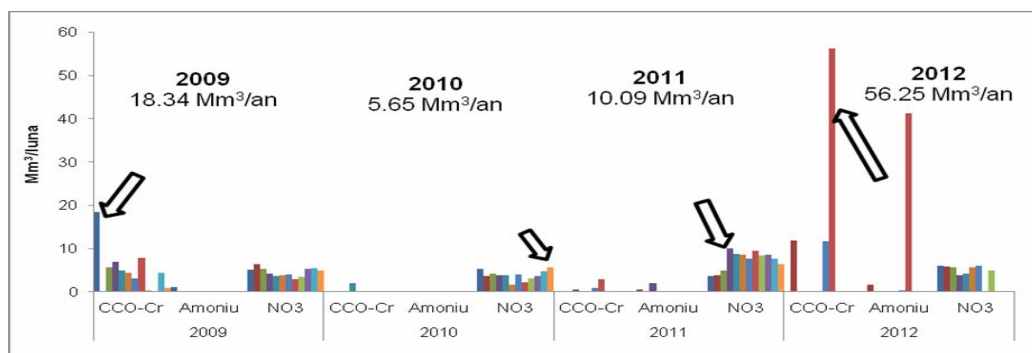
Cu toate acestea, valorile cele mai ridicate ale  $AG_d$  au fost înregistrate în 2009 și 2012 pentru indicatorii CCO-Cr și azotați, ca urmare a debitului mare de efluent evacuat în receptorii naturali (Fig. 5). Amprenta de apă gri care are valori negative semnificative indică faptul că capacitatea de asimilare a râului receptor nu a fost afectată de deversările de apă uzată de la stația de epurare Dancu.



**Figura 5** Amprenta de apă „gri” în scopuri de potabilizare ( $AG_d$ ) pentru deversările de ape uzate provenite de la stația de epurare a apelor uzate Dancu în receptorii naturali în perioada 2009-2012

Cel mai important aspect corespunde evacuărilor de poluanți pe baza pe azotați care a înregistrat o amprentă de apă „gri” pozitivă pe toată perioada analizată.

Pentru calculul *ampreței totale de apă „gri”* ( $AG_{d,tot}$ ), calculată ca maximum dintre volumele lunare virtuale de apă necesare pentru diluarea poluanților analizați, este descrisă în Figura 6. Factorii negativi de diluție calculați au fost ignorați în evaluarea ulterioară a ampreței totale de apă gri.



**Figura 6** Amprenta totală de apă „gri” în scopuri de potabilizare ( $AG_d$ ) pentru deversările de ape uzate provenite de la stația de epurare a apelor uzate Dancu în receptorii naturali în perioada 2009-2012

Rezultatele, au evidențiat faptul că stațiile de epurare care evacuează cantități însemnate de apă în receptorii naturali au prezentat valori majore ale ampreței de apă gri. Astfel în 2009, amprenta totală de apă gri este dată de deversările de CCO-Cr în receptorii naturali, înregistrând o valoare maximă pentru această perioadă de  $18.34 \text{ Mm}^3/\text{an}$ , reprezentând volumul virtual de apă necesar diluării corpului de apă receptor în scopul de a menține calitatea apei la niveluri ce nu influențează consumatorii din aval, mediul sau sănătatea umană. De asemenea, anul 2010 și 2011,  $AG_d$  asociată deversărilor de azotați în corpurile de apă receptoare au înregistrat un maxim de  $5.65$



Mm<sup>3</sup>/an, respective 10.09 Mm<sup>3</sup>/an. In anul 2012, AG<sub>d</sub> asociata deversarilor de CCO-Cr a inregistrat un maxim de 56.25 Mm<sup>3</sup>/an, volum virtual necesar diluării corpului de apa receptor.

**Evaluarea amprentei totale de apă „gri” in scopuri de potabilizare** identifica impacturile asupra mediului și respectiv a riscurilor asupra sănătății umane, *evidențiind* problemele poluatorilor, definind astfel punctele critice din ciclul de utilizare al apei și oferind o imagine a impactului, exprimat ca volumul virtual de apa necesar pentru a dilua poluanții în scopul de a nu influența calitatea apei raului receptor din amonte de deversările de ape uzate in sistem.

## Activități de diseminare

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 și intermediul paginii web dezvoltate 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 posibilă 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).

Pe lângă aceste activități de diseminare, proiectul WATUSER a fost promovat cu câte o prezentare lunară începând cu luna august 2012 în revista internațională cotate ISI *Environmental Engineering and Management Journal*.

## Coordonator: UNIVERSITATEA TEHNICĂ „Gheorghe Asachi” din Iași

### ARTICOLE PUBLICATE/ACCEPTATE PENTRU PUBLICARE IN REVISTE COTATE ISI WEB OF SCIENCE

1. Carmen Teodosiu, George Bârjoveanu, Brândușa Robu, Simona-Andreea Ene, (2012). **Sustainability in the Water Use Cycle: Challenges in the Romanian Context**, *Environmental Engineering and Management Journal*, revistă cotate ISI (FI = 1.004), vol. 11 nr. (11), pag. 1987-2000.
2. Simona Andreea ENE, Carmen TEODOSIU, Brindusa ROBU, Irina VOLF, 2012, **Water Footprint Assessment in the Wine Making Industry: A Case Study for a Romanian Medium Production Plant**, *Journal of Cleaner Production*, revistă cotate ISI, (FI= 2.727), DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.11.051.

### LUCRARI PREZENTATE LA CONFERINTE NATIONALE SI INTERNATIONALE

#### Prezentari orale

1. Brândușa Robu, George Bârjoveanu, Carmen Teodosiu, **Integrated approach in impact and risk assessment for the water use cycle**, *Conferința internațională “American Industrial Hygiene Association – Technical Fall Conference”*, 24-26 September, Denver, Colorado, U.S.A. – invited keynote lecturer.
2. Carmen Teodosiu, **Water use cycle and instruments for environmental and human related impacts and risk assesment**, *Conferința internațională “ECO-IMPULS 2012”*, 25-26 octombrie, Timișoara, România.
3. Simona-Andreea Ene (Popa), Iulia-Maria Comandaru, George Bârjoveanu, Carmen Teodosiu, 2012, **Studies concerning the use of the water footprint instrument for the alcohol production industry**, *Conferința internațională “9<sup>th</sup> International Conference „Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management” – ELSEDDIMA*, 25– 27 Octombrie 2012, Cluj-Napoca, România.
4. Carmen Teodosiu, Simona-Andreea Ene, Iulia Maria Comandaru, Elisabeta Pomeanu, Ioana Dăscălescu, Brândușa Robu, Carmen Catalina Ioan, George Bârjoveanu, **Sustainability in the water use cycle: Challenges in the Romanian context**, *Conferința internațională “CENTENARY OF EDUCATION IN CHEMICAL ENGINEERING*, Iași, 28-30 Noiembrie, 2012, România.
5. Daniela Arsene, Daniela Căilean, Petru Apopei, Corina Petronela Mustereț, Bianca Weinberg, Carmen Teodosiu, **Challenges in implementing integrated advanced wastewater treatment processes for the**

removal of priority organic pollutants and enhancement of effluents biodegradability, *Conferința internațională "CENTENARY OF EDUCATION IN CHEMICAL ENGINEERING*, 28-30 Noiembrie, 2012, Iași, România.

6. Carmen Teodosiu, **Reducerea impacturilor și riscurilor asupra mediului și sănătății umane în ciclul de utilizare al apei**, *Conferința Națională a Cercetării și Inovării – CNCI 2012*, 7-9 Noiembrie 2012, București, România.

#### **Postere**

1. Corina-Petronela Musteret, Daniela Căilean, Carmen Teodosiu, **Removal of chlorophenols from aqueous effluents by nanofiltration**, *Conferința internațională "ECO-IMPULS 2012"*, 25-26 octombrie, Timișoara, România.

2. Daniela Arsene, George Bârjoveanu, Carmen Teodosiu, **A comparative study on the catalytic wet hydrogen peroxide oxidation using different pillared clays for chlorophenols removal from wastewater** - *Conferința internațională "ECO-IMPULS 2012"*, 25-26 octombrie, Timișoara, România.

3. Carmen Păduraru, Lavinia Tofan, Ioan Bunia, Carmen Teodosiu, Corina Musteret, **Cu(II) removal from aqueous solutions by acrylic adsorbent with amidoethylenamine groups**, *Conferința internațională "CENTENARY OF EDUCATION IN CHEMICAL ENGINEERING*, 28-30 Noiembrie, 2012, Iași, România.

## **Partener 1 - UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN TIMIȘOARA**

### **LUCRARI PREZENTATE LA CONFERINTE NATIONALE SI INTERNATIONALE**

#### **Postere**

1. Anamaria Baci, Aniela Pop, Florica Manea, Georgeta Burtica, **Silver-Modified A type Zeolite-Multi-Wall Carbon Nanotubes Composite Electrode for Voltammetric/ Amperometric Detection of Arsenic (III) in Water**, XVIII International Symposium on Analytical and Environmental Problems, 24 Septembrie 2012, Szeged, Ungaria.

2. S. Motoc, M. Ardelean, A. Pop, F. Manea, R. Pode, J. Schoonman, C. Savii, **Silver-Modified Zeolite-Nanostructured Carbon Composite Electrode for Electrochemical Detection of Pharmaceuticals from Water**, XVIII International Symposium on Analytical and Environmental Problems, 24 Septembrie 2012, Szeged, Ungaria.

3. Á. Jakab, F. Manea, C. Bandas, A. Remes, A. Pop, R. Pode, J. Schoonman, **TiO<sub>2</sub>-Modified Zeolite-Carbon Nanotube-Epoxy-Composite Electrode for Pentachlorophenol Degradation**, XVIII International Symposium on Analytical and Environmental Problems, 24 Septembrie 2012, Szeged, Ungaria.

4. Sorina Motoc, Aniela Pop, Florica Manea, Rodica Pode, **Electrochemical degradation of ibuprofen from pharmaceutical industrial effluents**, Conferința internațională "ECO-IMPULS 2012", 25-26 octombrie, Timișoara, România.

5. Anamaria Baci, Florica Manea, Aniela Pop, Georgeta Burtica, Joop Schoonman, **Simultaneous electrochemical detection of arsenic (III) and lead (II) from water**, Conferința internațională "ECO-IMPULS 2012", 25-26 octombrie, Timișoara, România.

6. Ágnes Jakab, Florica Manea, Cornelia Bandas, Adriana Remes, Aniela Pop, Rodica Pode, Joop Schoonman, **Unmodified / TiO<sub>2</sub>-modified carbon nanotubes composite electrodes for pentachlorophenol detection from water**, Conferința internațională "ECO-IMPULS 2012", 25-26 octombrie, Timișoara, România.

7. Magdalena Ardelean, Florica Manea, Pode Rodica, **Electrochemical detection of fluoxetine using a boron doped diamond electrode**, Electrochem 2012: Electrochemical Horizons, 02 - 04 Septembrie 2012, Dublin, Irlanda.

8. Corina Orha, Aniela Pop, Carmen Lazau, Agnes Jakab, Rodica Pode, Florica Manea, **Carbon-zeolite composite materials in advanced drinking water treatment**, Water Contamination Emergencies Conference: managing the threats, 19-21 Noiembrie 2012, Mülheim-an-der-Ruhr, Germania.

## Bibliografie

- Aldaya, M. M., Hoekstra, A. Y., (2010), The water needed for Italians to eat pasta and pizza, *Agricultural Systems*, **103**, 351–360.
- Barjoveanu G., Cojocariu C., Robu B., Teodosiu C., (2010) Integrated assessment of wastewater treatment plants for sustainable river basin management. *Environmental Engineering and Management Journal*, **9**: 1251-1258
- Briggs Sam, Hudson D. Malcolm, (2012), Determination of significance in Ecological Impact Assessment: Past change, current practice and future improvements, *Environmental Impact Assessment Review*, doi:10.106/j.eiar.2012.04.003
- Bulsink, F., Hoekstra, A. Y., Booi, M. J., (2010), The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products, *Hydrology and Earth System Sciences*, **14**, 119–128.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., (2004), Water Footprints of Nations. Vol. 1: Main Report and Vol. II: Appendices, UNESCO-IHE Institute for Water Education, *Value of Water Research Report Series No. 16*, Delft, The Netherlands.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2010), The green, blue and grey water footprint of rice from both a production and consumption perspective, *Value of Water Research Report Series No.40*, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.
- Clothier B., Green S., Deurer M., (2010), Green, blue and grey waters: Minimising the footprint using soil physics, Symposium 2.1.1 - Optimizing water use with soil physics, 81-84. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Cojocariu C., (2011) *Modelarea interactiunilor si dezvoltarea sistemelor integrate de management al apei la nivel de bazin hidrografic*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași
- Enzenhoefer R., Nowak, W., Helmig R., (2012), Probabilistic exposure risk assessment with advective-dispersive well vulnerability criteria, *Advances in Water Resources*, **36**: 121-132
- Dabrowski, J. M., Murray, K., Ashton, P. J., Leaner, J. J., (2009), Agricultural impacts on water quality and implications for virtual water trading decisions, *Ecological Economics*, **68**, 1074–1082
- Demidova O., Cherp A. (2005) Risk assessment for improved treatment of health considerations in EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, **25**(4): 411-429.
- De Smedt P. (2010) The use of impact assessment tools to support sustainable policy objectives in Europe. *Ecology and Society*, **15** (4): 30.
- EC WFD, (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy', EU.
- EEA, (2011), Hazardous substances in Europe's fresh and marine waters, Technical Report 8, ISSN 1725-2237
- Ene, S.A., Teodosiu, C., (2009), **Water footprint and challenges for its application to integrated water resources management in Romania**, *Environmental Engineering and Management Journal*, **8**, 1461-1469.
- Ene, S.A., Musteret, C.P., Teodosiu, C., (2009), Overview of the Water Footprint concept Applied for the Efficient Use of Water Resources, *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iassy, Chemistry and Chemical Engineering Section*, LV (LIX), 209-218.
- Ene, S.A., (2011), *Studies on water footprint with application in integrated water resources management*, Politechnium Publishing House, Iasi, Romania, ISBN 978-973-621-345-8.
- Ene, S.A., Teodosiu, C., (2011a), Grey water footprint assessment and challenges for its implementation, *Environmental Engineering and Management Journal*, **10**, 333-340.
- Ene, S.A., Teodosiu, C., (2011b), Grey water footprint assessment of the wastewater treatment plants in the Prut-Barlad catchment, *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iassy, Chemistry and Chemical Engineering Section*, LVII (LXI), 127-143.
- Ene, S.A., Teodosiu, C., (2011c), *Water Footprint analysis for Prut-Barlad catchment*, World's Large Rivers Conference, International Conference on the Status and Future of the World's Large Rivers, 11-14 April 2011, Vienna, Austria
- Ene, S.A., Hoekstra, A.Y., Mekonnen, M.M., Teodosiu, C., (2011), Water Footprint Assessment in North Eastern region of Romania: A case study for Iasi County, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, **13**(2), 506-516.
- Enzenhoefer R., Nowak, W., Helmig R., (2012), Probabilistic exposure risk assessment with advective-dispersive well vulnerability criteria, *Advances in Water Resources*, **36**: 121-132
- Ercin, A.E., Aldaya, M.M., Hoekstra, A.Y., (2009), A pilot in corporate water footprint accounting and impact assessment: The water footprint of a sugar containing carbonated beverage, *Value of Water Research Report Series No 39*, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.
- Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y., (2009), The water footprint of sweeteners and bio-ethanol from sugar cane, sugar beet and maize, *Value of Water Research Report Series No 38*, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.
- H.G., (2008), Hotarare de Guvern privind clasificarea, ambalarea si etichetarea substantelor periculoase.
- Hoekstra, A.Y., Hung P.Q., (2002), Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, In: *Value of Water Research Report Series No. 11*, Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.
- Hoekstra, A.Y., (2003), Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, 12–13 December 2002, *Value of Water Research Report Series No 12*, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.

- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M., (2011), *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*, Earthscan, London, UK.
- Hufschmidt G. (2011) A comparative analysis of several vulnerability concepts, *Natural Hazards*, **58**: 621 – 643.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), (2005), Joint action Programme for the Danube River Basin, Print Tech Ltd., Hungary.
- Lexer W., Paluchova K., Schwarz L.B. (2006) *Risk Assessment D 3.2 Report WP 3*, ÖIR - Austrian Institute for Regional Studies and Spatial Planning, Vienna, Austria.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., (2010a), A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat, *Hydrology and Earth System Sciences*, **14**, 1259–1276.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., (2010b), Mitigating the water footprint of export cut flowers from the Lake Naivasha Basin, Kenya', Value of Water Research Report Series No **45**, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., (2011a), The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, *Hydrology and Earth System Sciences*, **8**, 763–809, 2011.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., (2011b), National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, *Value of Water Research Report Series No. 50*, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Mwalyosi R., Hughes R., Howlett D.J.B. (1999) Introduction Course on Environmental Impact Assessment in Tanzania: Resource Handbook. International Institute for Environment and Development and Institute for Resource Assessment.
- Perra López C., Groot J., Carmona-Torres C., Rossing W. (2009) An integrated approach for ex-ante evaluation of public policies for sustainable agriculture at landscape level. *Land Use Policy*, **26**: 1020–1030.
- Pope J., Annandale D., Morrison-Saunders A. (2004) Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, **24**(6): 595–616.
- Radaelli C. M. and Meuwese A. C. M. (2010) Hard questions, hard solutions: proceduralisation through impact assessment in the EU. *West European Politics* **33**(1):136-153.
- Robu B., Macoveanu M. (2010) *Environmental Assessments for Sustainable Development*, (in Romanian), EcoZone Publishing House, Iasi.
- Scharz N, Bauer A, Haase D., (2011), *Assessing climate impacts of planning policies – An estimation for the urban region of Leipzig (Germany)*, *Environmental Impact Assessment Review*, **31**, 97-111
- Schetke S, Haase D, Kotter T, (2012), Towards sustainable settlement growth: a new multi-criteria assessment for implementing environmental targets into strategic urban planning, *Environmental Impact Assessment Review*, **32**:195-210.
- Sharan Y., Tal A., Coccossis H. (2007) *Water Supply in emergency situations*, The NATO Science for Peace and Security Programme, Springer, Israel.
- Siebera S., Domínguez I. P. (2011) Impact assessment of agri-food policies in Europe: Methods, tools and applications, *Journal of Policy Modeling*, **33**(1): 1-6.
- Sietz D., Lüdeke M. K. B., Walther C. (2011) Categorisation of typical vulnerability patterns in global drylands, *Global Environmental Change*, **21**(2): 431-440.
- State of New Jersey, Department of Environmental Protection (2004), Basis and background for criteria derivation and practical quantification levels- Ground water quality standards rule recodification and readoption with amendments, N.J.A.C 7:9C, USA.
- Tartakovsky, (2012), Assessment and management of risk in subsurface hydrology: A review and perspective, *Advances in Water Resources*, In Press, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.04.007>
- Teodosiu, C., (2007), Challenges for Integrated Water Resources Management in Romania, *Environmental Engineering and Management Journal*, **6**, 363-374.
- Teodosiu, C., Robu, B., Cojocariu., C, Barjoveanu, G, (2011a), Integrated impact and risk assessment: Prut River basin case study, International Conference on the Status and Future of the World's Large Rivers, 11-14 aprilie 2011, Viena, Austria
- Teodosiu, C., Barjoveanu, G., Ene, S.A., Cojocariu, C., Robu, B., (2011b), *Integrated Water Resources Management: Support Tools for Implementation in Romania*, at 1st International Conference on „Sustainable Watershed Management” (SuWaMa), 19-22 September 2011, Istanbul, Turkey.
- Teodosiu C., Robu B., Cojocariu C., Barjoveanu G, 2012, Environmental impact and risk quantification based on selected water quality indicators, Under review la *Natural Hazards*
- Topuz, E., Talinli, I., Aydin E., (2011), Integration of environmental and human health risk assessment for industries using hazardous materials: A quantitative multi criteria approach for environmental decision makers, *Environment International*, **37**(2):393-403.
- Thiel T. (2009) The use of ex-ante modelling tools in European Impact Assessment: What role does land use play?, *Land Use Policy*, **26**: 1138–1148.
- Van Oel, P.R., Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., (2009), The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment, *Ecological Economics*, **69**, 82–92.  
[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reviews\\_en.htm#annex1](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reviews_en.htm#annex1)  
[http://www.opentoxipedia.org/index.php/Excess\\_Lifetime\\_Cancer\\_Risk\\_\(ELCR\)](http://www.opentoxipedia.org/index.php/Excess_Lifetime_Cancer_Risk_(ELCR)) (accessed Sept.2012)