



ExpoApa

Splaiul Independentei 202H , Sector 6, Bucuresti - Romania
Telefon: 021 316 27 87/68, Fax: 021 316 27 88/68
E-mail: info@ara.ro, cts@ara.ro, secretariat@ara.ro
Website: www.ara.ro, www.araexpoapa.ro



Conferinta
Tehnico - Stiintifica



Danube-Eastern Europe Regional Water Forum

Bucharest, Palace of Parliament

16-18 June 2014



CONFERINȚA TEHNICO - ȘTIINȚIFICĂ

PERFORMANȚA ÎN SERVICIILE DE APĂ - CANAL

TEHNOLOGII DE TRATARE A APEI POTABILE,
EPURAREA APEI UZATE, GESTIONAREA NĂMOLULUI, ECHIPAMENTE

16 - 18 Iunie 2014
CONFERINȚA TEHNICO - ȘTIINȚIFICĂ
PERFORMANȚA ÎN SERVICIILE DE APĂ - CANAL



Sponsori



Sponsor Platinum



Parteneri Media



ISBN 978-606-93752-0-4

ISBN 978-606-93752-1-1



CONFERINȚA TEHNICO - ȘTIINȚIFICĂ

***PERFORMANȚA ÎN SERVICIILE
DE APĂ - CANAL***

**TEHNOLOGII DE TRATARE A APEI POTABILE,
EPURAREA APEI UZATE, GESTIONAREA
NĂMOLULUI, ECHIPAMENTE**

16 - 18 IUNIE 2014

**Palatul Parlamentului - București
România**

Editura ARA

COMITET ȘTIINȚIFIC

Ioan Bica
Anton Anton
Sandu Marin
Alexandru Manescu
Vladimir Rojanschi
Ioan Mirel
Diana Robescu
Mihaela Vasilescu
Gabriel Racoviteanu
Constantin Ionescu
Sergiu Calos
Atanas Paskalev

COMITET ORGANIZAȚIONAL

Felix Stroe
Dan Robescu
Elena Manea
Sorin Perju
Melania Voinescu
Ilie Vlaicu
Dorin Ciataras
Mircea Niculescu
Mihai Chirita
Ion Toma
Eugenia Demetrescu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

PERFORMANȚA ÎN SERVICIILE DE APĂ-CANAL. Conferință internațională (2014 ; București)

Conferința tehnico-științifică Performanța în serviciile de apă-canal : 16-18 iunie 2014 : Palatul Parlamentului - București, România ; coord.: Felix Stroe, Eugenia Demetrescu, Ioan Bica. - București : Editura ARA, 2014

3 vol.

ISBN 978-606-93752-0-4

Vol. 1 : Tehnologii de tratare a apei potabile, epurarea apei uzate, gestionarea nămolului, echipamente. - Bibliogr. - Index. -

ISBN 978-606-93752-1-1

I. Stroe, Felix (coord.)

II. Demetrescu, Eugenia (coord.)

III. Bica, Ioan (coord.)

628(063)

TEHNOREDACTOR

Gusatu Viorel

Motto

Dacă folosim orice experiență ca să ne sporim cunoștințele pentru a le folosi spre binele omenirii, aceasta va produce o schimbare în noi și în lumea noastră;

cunoașterea este puterea

Francis Bacon

Responsabilitatea pentru opiniile, conținutul lucrărilor și a bibliografiei utilizate în volum aparține exclusiv autorilor.

SECȚIUNEA I

Tehnologii de epurare a apei uzate. Gestionarea nămolului

Moderatori : Prof.Dr.Ing. Gabriel Racovițeanu; Dr.Ing. Sorin Perju

SECȚIUNEA II

Tehnologii de tratare a apei potabile

Moderatori: Prof.Dr.Ing. Alexandru Mănescu; Conf.Dr. Mihaela Nicoleta Vasilescu

SECȚIUNEA III

Eficiența energetică. Echipamente

Moderatori: Prof.Dr.Ing. Lăcrămioara Diana Robescu; Prof.Dr.Ing. Constantin Florescu

SECȚIUNEA IV

Rețele urbane

Moderatori: Prof.Dr.Ing. Ioan Mirel; Conf.Dr. Florian Grigore Rădulescu

SECȚIUNEA V

Management. Infrastructura urbană

Moderatori: Prof.Dr.Ing. Ioan Bica; Prof.Dr.Ing. Vladimir Rojanschi

SECȚIUNEA POSTER

Moderatori: Prof.Dr.Ing. Vladimir Rojanschi; Prof.Dr.Ing. Dan Niculae Robescu

CONȚINUT

SECȚIUNEA I

Tehnologii de epurare a apei uzate. Gestionarea nămolului

- ❖ Exploatarea judicioasă a stațiilor de epurare a apelor uzate
Gheorghe Constantin Ionescu, George Lucian Ionescu 3
- ❖ Deshidratarea nămolurilor provenite de la stațiile de tratare prin supunere la microunde
Mihai Iorgulescu, Gabriel Racovițeanu 8
- ❖ Modelarea îndepărtării nutrienților din apa uzată
Georgiana Radu, Lăcrămioara Diana Robescu 18
- ❖ Rețelele de canalizare vaccumatice - procedeu eficient pentru colectarea și transportul apelor uzate menajere rezultate din localitățile rurale
Sorin Perju, Ștefan Dobrescu 24
- ❖ Utilizarea apei uzate rezultate de la regenerarea unei rășini schimbătoare de ioni, ca soluție pentru irigații în agricultură
Florentina Musat 32
- ❖ Aspects of wastewater treatment using constructed wetlands
Marinela Neculau, Josif Bartha, Scripcariu C. 42
- ❖ Sewerage infrastructure asset management tools & techniques – a demonstration of methods developed for UK utilities
Ben Ward, Jeremy Hilderley 48
- ❖ Lime used for municipal wastewater treatment sludge and bio solids
Bogdan Preda, Pavel Hanzl, Francois Ponchon 58
- ❖ Soluții pentru reducerea producției de nămol a stațiilor de epurare menajere
Constantin Damian, Ioana Bercu 67
- ❖ Opțiuni actuale de valorificare/eliminare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare a apelor uzate
Iulian Iancu, Alexandru Dimache, Ciugulea Oana 77

SECȚIUNEA II

Tehnologii de tratare a apei potabile

- ❖ Considerații privind reabilitarea sistemelor de tratare a apei
Mihail Luca, Alexandru Lucian Luca, Mădălina Iosefina Dobreanu, Anca Bălan 89
- ❖ Planurile de siguranță a apei - o necesitate obiectivă pentru operatorii de apă din România
Gabriel Racovițeanu, Mihaela Vasilescu 97
- ❖ Soluții moderne și eficiente pentru reabilitarea și extinderea sistemelor de alimentare cu apă
Florin Rotaru 104
- ❖ Probleme actuale în procesul de dezinfecție al apei potabile
Mihail Luca, Iosefina Mădălina Dobreanu, Anca Bălan, Alexandru Lucian Luca 114
- ❖ Prognoza cerințelor de apă pentru populație
Elena Godeanu, Ionela Florescu 122
- ❖ Tehnologii de filtrare a apelor prin utilizarea membranelor ceramice
Daniela Simona Moldovan 131
- ❖ Considerații privind reactivitatea încărcării organice naturale față de clor din surse subterane tratate în sistem biologic pentru biooxidare ioni amoniu
Cristiana Cosma, Viorel Patroescu, Mihaela Alexie, Costel Bumbac, Olga Tricolici, Ionuț Cristea 140
- ❖ Îmbunătățirea performanței decantorului radial cu camera de reacție tronconică
Gheorghe Poienariu, Daniela Gologan, Paul Poienariu 147
- ❖ Evaluarea performanțelor floculantului tip cetaclear în procesele de coagulare – floculare
Daniela Gologan 157

SECȚIUNEA III

Eficiența energetică. Echipamente

- ❖ Determinarea eficienței energetice a camerelor de reacție din cadrul stațiilor de tratare a apei
Marius Costin Bichir, Gabriel Racovițeanu 165
- ❖ Dimensionarea resurselor IT hardware și software în sistemele SCADA. Particularizare pentru stațiile de epurare ape uzate
Janel Arhip, Dan Stănescu 176

❖ Reducerea costurilor de operare în stațiile de epurare menajere prin recuperarea energiei termice conținute de apa uzată și epurată, pe drumul către independența energetică a stației de epurare <i>Constantin Damian, Ioana Bercu</i>	186
❖ Capacitatea de producere a energiei în sectorul de epurare a apei din România <i>Timur Mamut, Eden Mamut</i>	194
❖ Sistemul de intrări/ieșiri distribuite WAGO-I/O-SYSTEM pentru stații de tratare ape uzate și stații aducțiune apă <i>Adrian Traian Munteanu</i>	204
❖ Eficiența oferită de managerii energetici stațiilor de apă – eficiența Em Power <i>Andrei Ceclan, Ovidiu Fati, Izabella Geapana, Bogdan Bârgăuan, Iulia Chința</i>	210
❖ SCADA în managementul resurselor de apă <i>Aurel Presură, Măndița Popa, Elena Magda Chicheluș</i>	221
INDEX DE AUTORI	229

Considerații privind reactivitatea încărcării organice naturale față de clor din surse subterane tratate în sistem biologic pentru biooxidare ioni amoniu

Cristiana Cosma*, Viorel Patroescu*, Mihaela Alexie*, Costel Bumbac*, Olga Tricolici* and Ionuț Cristea*

* National Research and Development Institute for Industrial Ecology – ECOIND, 71-73 Drumul Podu Dambovitei, Bucharest – 6, 060652
(E-mail: *tehnologi@incdecoind.ro*)

Abstract

The presence of inorganic compounds containing oxidable nitrogen within groundwater sources at various, high concentration levels, especially in the case of NH_4^+ ($\text{NH}_4^+ \leq 8 \text{ mg/l}$), is asking for the replacement of classical oxidation technology using “break point” chlorination, due to non-conformities generated by high consumptions of chlorogenic agents (tens $\text{mg Cl}_2/\text{l}$) upon the quality of treated water (acid pH, high ratio of residual bound chlorine, trihalomethanes above the maximum admissible concentration).

Biochemical oxidation using a bio-filter system in specific operating conditions (media type, temperature, oxygen demand, inorganic carbon and phosphorus sources, biological contact time, etc.) is representing a feasible technological alternative.

Taking into account that carbon source used within the biochemical process is inorganic, the dissolved natural organic matters (NOM- humic matters) can react with the chlorine used in the final stage of biological effluent treatment.

In the conditions of advanced removal of NH_4^+ , oxidation to NO_3^- , the chlorine dosages needed for effluent’s finishing, disinfection are reduced.

Experimental tests have as objectives to set up the chlorine dosage ($\text{Cl}_2 = 0,5 \div 0,8 \text{ mg/l}$) that assures the disinfection of effluents resulted from biological nitrification step and a minimum ratio of residual bound chlorine, as well as the assessment of trihalomethanes formation potential in case of dissolved organic load, $\text{DOC} \leq 1,8 \text{ mg C/l}$ (weight ratios $\text{Cl}_2 / \text{DOC} = 1 \div 8$).

Keywords

Ground water sources, biological nitrification, chlorination, THMs

1. INTRODUCERE

Prezenta ionilor amoniu in unele surse subterane, in concentratii ridicate si fluctuante ($\text{NH}_4 \leq 8 \text{ mg/l}$) impune includerea unei trepte de nitrificare biologica in componenta filierelor de tratare in vederea asigurarii conformarii calitatii apei destinate consumului uman cu exigentele impuse de legislatia in vigoare.

La ora actuala, oxidarea ionilor amoniu cu clor este singura solutie tehnica aplicata in filierele de potabilizare in Romania, proces inadecvat pentru concentratii initiale de amoniu de ordinul mg/l . Argumentele care sustin necesitatea implementarii procesului de oxidare biochimica in filierele de potabilizare surse subterane cu continut de ioni amoniu ($\text{NH}_4^+ > 1 \text{ mg/l}$) si poluanti asociati oxidabili de natura anorganica/organica sunt, dupa cum urmeaza:

- consumul ridicat de clor necesar pentru oxidarea NH_4^+ la break point ($8 - 15 \text{ mg clor/mg N-NH}_4^+$) care genereaza concentratii mari de clor rezidual legat sub forma de cloramine si totodata de trihalometani, peste limitele admise;
- toxicitatea cloraminelor si respectiv a derivatilor de tip nitrozodimetilamina (NDMA) formati majoritar in procesul de clorare;

- orientarea la nivel european spre tehnologiile biologice pentru îndepărtare ioni amoniu prin biooxidare.

Compușii organohalogenati generati in timpul procesului de clorare (oxidare/dezinfectie) includ o gama variata de derivati (trihalometani, haloacizi, halocetone, haloacetoni-trili, clorpicrina, clorfenoli etc.), dintre care numai trihalometanii (CHCl_3 , CHCl_2Br , CHClBr_2 , CHBr_3) și acizii haloacetici (monoclor-, -diclor-, triclor-, monobrom-, dibromacetic) sunt reglementati de legislatia internationala/nationala [1-2].

Astfel, conform reglementarilor U.S. EPA și respectiv standardelor UE, limitele pentru subprodusii de dezinfectie in apa tratata sunt, dupa cum urmeaza [3].

U.S. EPA THM totali – 80 $\mu\text{g/l}$; Acizi haloacetici – 60 $\mu\text{g/l}$

UE/Romana THM totali – 100 $\mu\text{g/l}$

In consecinta, se impune descarcarea majora a apei subterane de poluantii oxidabili (in special NH_4^+) inainte de dezinfectia cu clor, pentru evitarea consecintelor nedorite care conduc la alterarea calitatii apei destinate consumului uman.

2. PARTE EXPERIMENTALĂ

Lucrarea prezinta rezultatele testelor experimentale efectuate pentru finisarea calitatii unei surse subterane cu continut de amoniu (NH_4^+ initial = 3-7,6 mg/l) rezultata din treapta de nitrificare biologica cuplata cu filtrare, in vederea stabilirii dozei de clor necesare dezinfectiei avansate și asigurarii unui procent minim de clor legat in apa tratata.

De asemenea, s-a evaluat reactivitatea incarcarii organice naturale, evaluata global prin determinarea parametrului carbon organic dizolvat ($\text{DOC} \leq 1,8 \text{ mg/l}$) fata de clor, respectiv potentialul de formare THM la diverse rapoarte masice Cl_2/DOC ($\text{Cl}_2 : \text{DOC} = 2\div 8/1$) și diverse intervale de timp.

Etapele de lucru au fost urmatoarele:

- **Evaluare caracteristici fizico-chimice și bacteriologice efluent biologic**, in conformitate cu metodele standardizate
 - **Caracteristici fizico-chimice:** pH = 8,45, $\text{NH}_4^+ < 0,1 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_2^- < 0,1 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_3^- < 18,1 \text{ mg/l}$, turbiditate $< 1 \text{ UNT}$, DOC = 1,8 mg C/l, alcalinitate = 268 mg CaCO_3/l
 - **Caracteristici bacteriologice:**
 - Colonii la 22°C (UFC/cm³) = 6800
 - Colonii la 37°C (UFC/cm³) = 8400
 - Coliformi totali (nr/250cm³) = 54
 - Escherichia coli (nr/250cm³) – lipsa
 - Enterococi (nr/250cm³) – lipsa
- **Dezinfectie efluent biologic. Influenta doza de clor**
 - **Doze aplicate** (apa de clor → 200 mg Cl_2/l)
 - a) 0,5 ÷ 0,8 mg Cl_2/l
 - b) 1 ÷ 2 mg Cl_2/l
 - **Timp contact**

a) $\tau_c = 10 \div 30$ min

b) $\tau_c = 10$ min \div 24 ore

○ *Indicatori analizați*

➤ pH, clor liber, clor legat, THM

➤ incarcare bacteriologica (doze de $\text{Cl}_2 = 0,5 - 0,6$ mg/l, τ contact – 10 min)

➤ *Evaluare potential de formare THM*

- rapoarte masice $\text{Cl}_2 \div \text{DOC} = 2 \div 8/1$
- timp contact 0,5 \div 72 ore
- pH neutru (pH = 7 – 7,5)
- $t = 20^\circ\text{C}$

3. REZULTATE SI DISCUTII

Sursa subterana cu continut ridicat de $\text{NH}_4^+ \leq 7,6$ mg/l a fost tratata intr-o instalatie pilot tip biofiltru cu functionare in sistem continuu. Procesul de nitrificare biologica pentru biooxidare NH_4^+ , proces aerob si autotrof realizat in prezenta bacteriilor nitrificatoare (Nitrosomonas si Nitrobacter), bacterii nepatogene, in conditii specifice de operare a condus la indepartarea avansata a compusilor cu azot oxidabil (NH_4^+ , NO_2^-) sub limitele normate de legislatia in vigoare.

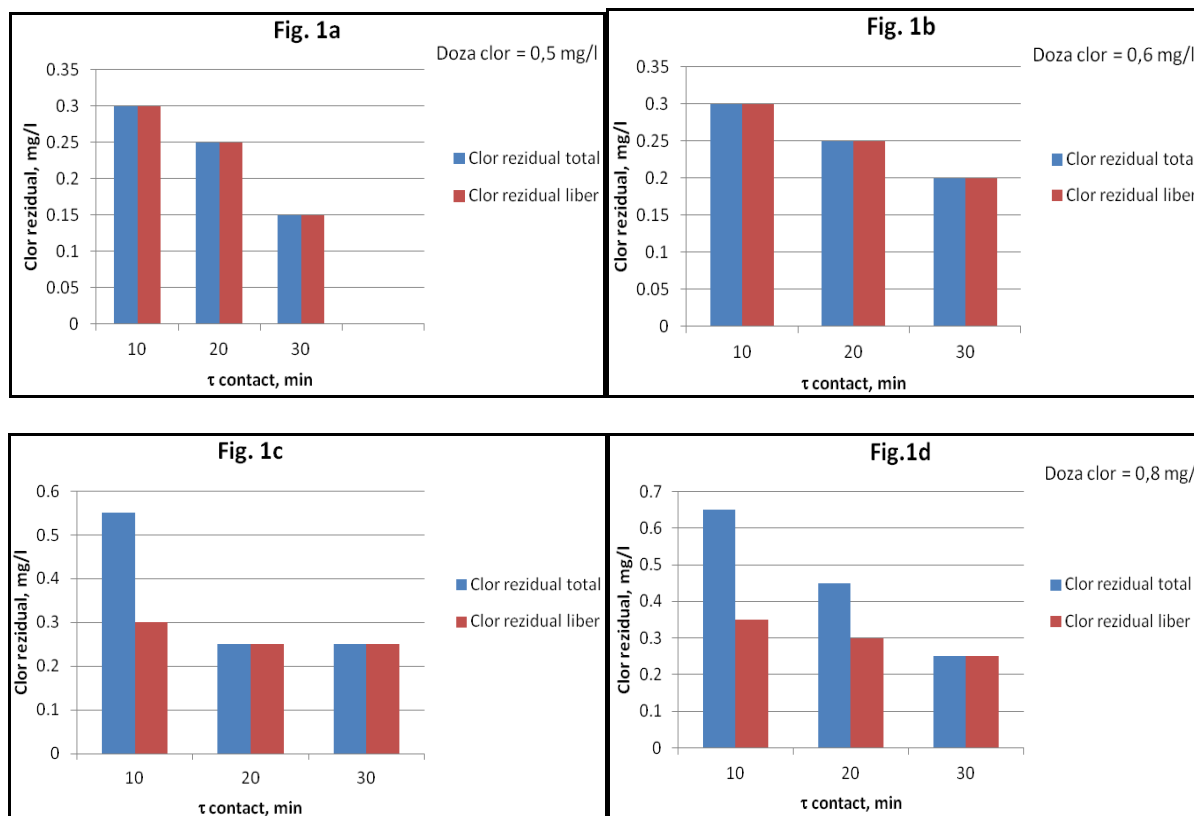
Analizele specifice au evidenciat un nivel moderat de incarcare microbiana, respectiv prezenta de germeni totali in efluentul instalatiei de nitrificare biologica.

Pentru stabilirea dozei de clor necesara dezinfectiei efluentului biologic descarcat de compusii anorganici cu azot ($\text{NH}_4^+ < 0,1$ mg/l, $\text{NO}_2^- < 0,1$ mg/l) s-au efectuat teste de clorare, dupa filtrare efluent biofiltru pentru reducere turbiditate.

Testele de clorare efectuate la doze de $\text{Cl}_2 = 0,5 \div 0,8$ mg/l, au urmarit evolutia in timp (τ contact = 10-30 min) a formelor de clor rezidual (figurile 1a÷1d).

De asemenea, probele tratate cu doze de 0,5 mg Cl_2 /l si 0,6 mg Cl_2 /l au fost analizate din punct de vedere al incarcarii bacteriene remanente, dupa 10 minute de contact.

Fig. 1a ÷ 1d. Evoluție clor rezidual total și liber în timp la diverse doze de agent de dezinfectie (doze clor = 0,5 ÷ 0,8 mg/l)

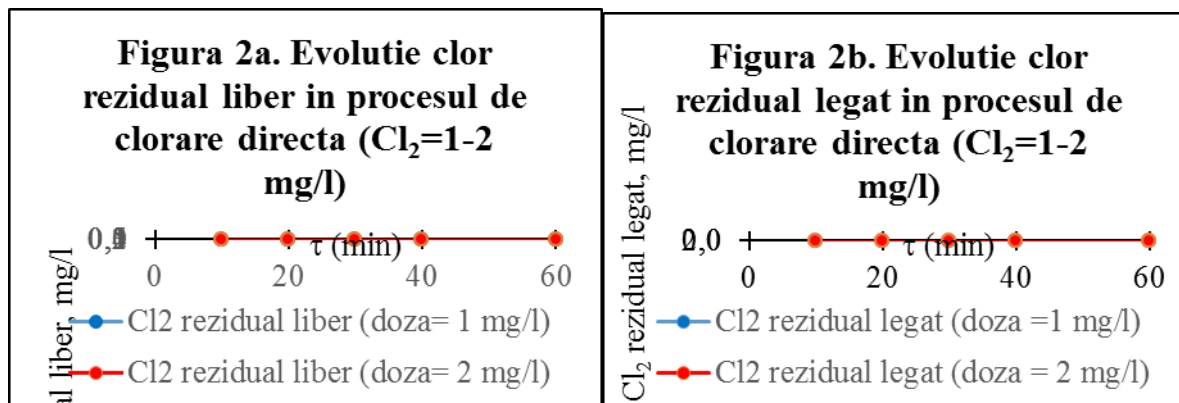


Rezultatele testelor de dezinfectie efectuate la doze de $\text{Cl}_2 \leq 0,8$ mg/l au evidențiat următoarele aspecte:

- clorul rezidual prezintă evoluție descrescătoare în timp indiferent de doza inițială aplicată (0,5 ÷ 0,8 mg Cl_2 /l);
- scăderea clorului rezidual legat format la doze de 0,7-0,8 mg Cl_2 /l, cu dispariția acestuia după 20-30 de minute de contact;
- clorul rezidual liber se regăsește în concentrații $\leq 0,25$ mg/l după 30 de minute de contact;
- dezinfectia totală a apei este asigurată la doze mici de clor ($\text{Cl}_2 = 0,5/0,6$ mg/l) după 10 minute de contact (Nr. total de bacterii care se dezvoltă la 22⁰C – lipsa, Nr. total de bacterii care se dezvoltă la 37⁰C – lipsa, Bacterii coliforme totale – lipsa, Escherichia coli – lipsa, Enterococi – lipsa).

În vederea asigurării unei concentrații remanente de clor rezidual liber de 0,5 mg/l în apa tratată, s-a urmărit evoluția formelor de clor la doze inițiale mai mari, 1 mg Cl_2 /l și respectiv 2 mg Cl_2 /l pe

intervalul de timp 10-60 minute (fig. 2a-2b). De asemenea, s-au determinat THM în apa tratată după 60 minute și respectiv 24 ore de contact (tabel 1).



Conform rezultatelor obținute (fig.2a-2b) se constată următoarele:

- scăderea în timp a concentrației de clor liber indiferent de doză;
- apariția clorului rezidual legat la valori de concentrații mai mari comparativ cu clorul liber.

Cresterea dozei de agent de clorare conduce la dezvoltarea reacțiilor de degradare a materiei organice dizolvate cu structuri complexe, evaluate global prin indicatorii carbon organic dizolvat și azot organic dizolvat (DOC = 1,8 mg C/l, N organic = 0,8 mg/l).

În acest context, se evidențiază formarea clorului legat și respectiv a trihalometanilor cu evoluție diferită în timp ($\tau > 60$ min):

- scăderea clorului legat cu dispariția totală după 24 ore;
- creșterea trihalometanilor în timp.

Tabel.1. Evoluția formelor de clor rezidual și THM la timpuri de contact > 60 min

Parametru	$\tau_c = 60$ min		$\tau_c = 24$ h	
	$Cl_2=1$ mg/l	$Cl_2=2$ mg/l	$Cl_2=1$ mg/l	$Cl_2=2$ mg/l
Clor rezidual liber, mg/l	0,08	0,1	0,06	0,06
Clor rezidual legat, mg/l	0,14	0,9	< 0,03	<0,03
THM, μ g/l	8,02	11,2	13,8	23,5

Incarcarea organică dizolvată (DOC) prezentă în resursele naturale de apă potabilă, în acest caz surse subterane, se regăsește majoritar și în apele tratate prin nitrificare biologică, având în vedere

faptul ca bacteriile implicate in biooxidarea NH_4^+ sunt autotrofe si folosesc sursa anorganica de carbon (HCO_3^-).

Utilizarea unor doze mari de clor poate conduce la formarea unor concentratii ridicate de compusi organohalogenati din categoria celor volatili (trihalometani), care sunt normati de legislatia in vigoare ($\text{CMA}_{\text{THM}} = 100 \mu\text{g/l}$).

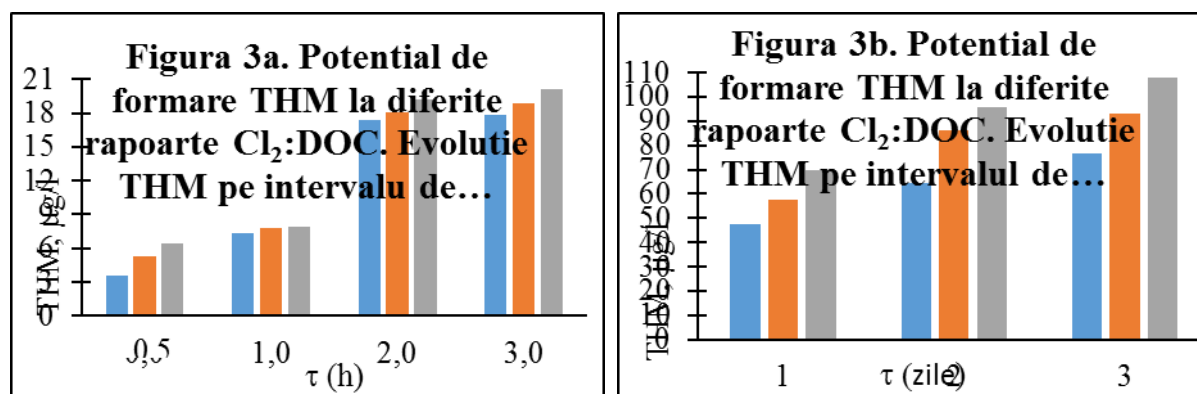
THM se formeaza prin actiunea directa a clorului sau ionului hipoclorit asupra substantelor organice naturale/precursori (substante humice) si/sau prin actiunea bromului generat in mediul respectiv datorita reactiei clorului cu saruri de tip bromuri, aflate in compozitia unor anumite surse de apa.

Reactiile de oxidare, aditie si substitutie sunt cele mai importante mecanisme in interactia halogenilor cu substantele organice, cantitatea si viteza de formare a poluantilor organohalogenati fiind influentate de :

- natura, masa moleculara si concentratia substantelor organice dizolvate (DOC);
- raportul dintre agentul de oxidare si incarcarea organica (Cl_2/DOC);
- timpul de contact;
- pH-ul si temperatura apei;
- concentratia de ioni bromura /4/.

Testele efectuate au avut ca principal obiectiv evaluarea potentialului de formare a THM la tratarea cu Cl_2 a efluentului biologic.

In figurile 3a-3b se poate urmari evolutia THM in timp, la 3 rapoarte masice $\text{Cl}_2 : \text{DOC}$.



Nota:

■ $\text{Cl}_2 : \text{DOC} = 2:1$ ■ $\text{Cl}_2 : \text{DOC} = 5:1$ ■ $\text{Cl}_2 : \text{DOC} = 8:1$

Dupa cum se poate constata, incarcarea organica naturala apartine categoriei de precursori cu reactivitate ridicata, evolutia crescatoare a THM fiind influentata de doza aplicata si timpul de contact, in conditiile unei temperaturi constante si la pH neutru ($\text{pH} = 7-7,5$).

4. CONCLUZII

Testele de tratabilitate efectuate au condus la urmatoarele concluzii:

- Sursele subterane cu continut ridicata de ioni amoniu ($\text{NH}_4^+ > 1 \text{ mg/l}$) tratate in sistem biologic prezinta incarcare bacteriologica moderata, necesarul de clor pentru dezinfectia totala si respectiv pentru asigurarea unui continut minim de clor rezidual legat fiind sub 0,8 mg Cl_2/l .

- Incarcarea organica dizolvata, de origine naturala/antropica, din surse subterane tratate biologic ramane reactiva fata de clor, cu posibilitatea de generare trihalometani (THM), care in anumite conditii pot depasi valoarea normata ($CMA_{THM} = 100 \mu\text{g/l}$).

5. BIBLIOGRAFIE

1. Deborde, M., von Gunten, U. - Reactions of chlorine with inorganic and organic compounds during water treatment -Kinetic and mechanism: A critical review. *Water Res.* (2008), 42, 13-51.
2. Krasner, S.W., Weinberg, H.S., Richardson, S.D., Chinn, R., Scilimenti, J.M., Onstad, G.D., Thrustan, A.D. - Occurrence of a new generation of disinfection by-products. *Environ.Sc.Technol.* (2006), 4, 7175-7185.
3. Richardson, S.D. - New disinfection by-products issues: emerging DBPs and alternative route of exposure, *Global Next Journal* (2005), 7(1), 43-57.
4. Cosma, C., Nicolau, M., Patroescu, V., Stefanescu, M., Ballo, A., Florescu, S. – The incidence of by-products (THMs) disinfection in drinking water, *Journal of Environ.Protection and Ecology* (2009), 10(1), 14-22.