

# Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

## Improving water quality in water treatment plants with surface water sources

Ion Oprea

Universitatea „Ovidius” din Constanța  
B-dul Mamaia, Nr. 124, Aleea Universitatii, Nr. 1, Romania  
*opr\_ion@yahoo.com*

**Rezumat.** Calitatea apei din sursele de suprafață difera de calitatea impusa apei potabile, motivele fiind numarul microorganismelor dăunătoare sănătății (bacterii, virusuri), turbiditatea, etc. Apa bruta trebuie tratata astfel încât să corespunda din punct de vedere organoleptic, fizico-chimic și bacteriologic.

Probele de apă recoltate au fost analizate în cadrul unor cercetări experimentale (4 cicluri experimentale) efectuate pe instalația pilot, în vederea stabilirii eficiențelor de reducere a indicatorilor urmăriți: turbiditate, carbon organic total, substantive organice, pH. Astfel, la intervale de 1 ora, s-au efectuat analize pentru urmatoarele tipuri de apă: apa decantată, apa filtrată rapid pe nisip, apa filtrată pe carbune activ granular.

**Cuvinte cheie:** apă, tratare, flux tehnologic, statie pilot, coagulare, flokulare, filtrare, dezinfecție, calitate

**Abstract.** The quality of water from surface sources is different from the imposed quality on drinking water, the reasons being the number of harmful microorganisms (bacteria, viruses), turbidity, etc. The raw water is treated to correspond from the organoleptic, physico-chemical and bacteriological point of view.

Water samples were analyzed in the context of experimental research (four experimental cycles) performed on the pilot plant in order to establish the reduction efficiency of the targeted indicators: turbidity, total organic carbon, organic matter, pH. Thus, every hour, analyses were performed for the following types of water: settled water, water filtered through rapid sand, granular activated carbon filtered water.

**Key words:** water, treatment, technological flow, pilot plant, coagulation, flocculation, filtration, disinfection, quality

### 1. Introducere – Probleme generale de tratare a apelor de suprafață

Preocupările în domeniul proceselor de corectare a calității apei sunt de mare actualitate, cu un impact semnificativ asupra unei părți importante a populației din

România. Cercetarea științifică a proceselor de corectare a calității apei este foarte puternică în condițiile în care pe de o parte, calitatea surselor de apă de suprafață destinate potabilizării s-a deteriorat în sensul creșterii încărcării cu materii de natură organică, iar pe de altă parte a crescut exigența consumatorilor, reflectată în indicatorii tot mai severi impuși în legislația în vigoare. [1], [2]

Existente într-un număr relativ mare pe teritoriul României, stațiile de tratare a apei, trebuie adaptate la tehnicele, conceptele și normele Uniunii Europene. Ca urmare, reabilitarea, retehnologizarea și optimizarea proceselor de corectare a calității apei constituie o oportunitate în cercetarea științifică și tehnica actuală, pentru creșterea calității apei cu costuri de producție rezonabile. Privind pe plan social oportunitatea creșterii calității apei potabile produse, cu costuri de producție rezonabile constituie prioritatea numărul unu pentru asigurarea unui trai decent în condiții sanitare decente. [1], [2]

În ceea ce privește exploatarea unui sistem de alimentare cu apă, se ridică probleme deosebit de complexe, începând de la captarea apei și terminând cu distribuirea ei. Din multiplele părți componente ale sistemului de alimentare cu apă, se consideră că stației de tratare trebuie să i se acorde o atenție deosebită, deoarece aspectele de asigurare cantitativă și calitativă a apei impun personalului de exploatare cunoștințe și profesionalism de cel mai înalt nivel. [1], [2]

Performanțele obținute de stația de tratare, calitatea apei livrate consumatorilor, înscrierea instalațiilor componente în parametrii tehnico-economi preconizați prin proiect, toate sunt strict dependente de modul cum este exploataată stația de tratare în ansamblu și fiecare treaptă de tratare în particular. [1], [2]

Exploatarea stației de tratare trebuie facută astfel încât, în condițiile în care apa de la sursă prezintă o variație foarte importantă (uneori de la ora la ora) a indicatorilor de calitate, efluentul stației, deci apa livrata consumatorilor, să corespunda limitelor de calitate impuse, unele deosebit de severe. [1], [2]

Între procesele unitare prin care se realizează tratarea apei naturale pentru obținerea apei potabile și cele de epurare a apelor uzate nu există deosebiri esențiale, diferența constând în natura apei brute supuse tratării și în calitatea efluentului final care trebuie obținută. În ambele cazuri, substanțele nedorite sunt îndepărtate din apă și transformate în substanțe acceptabile. Există totuși unele procese unitare care din considerente economice sau tehnologice, își găsesc aplicare curentă numai în tratarea apei sau numai în epurarea apei.

Produsul unei stații de tratare este o apă de calitate superioară care corespunde cerințelor unei folosințe.

Cele mai multe procese de tratare a apelor aduc schimbări ale concentrațiilor unor substanțe care sunt fie scoase, fie introduse în apă, intervenind astfel un transfer de fază între cele trei faze existente : gazoasă, lichidă, solidă.

Etapele de tratare pentru potabilizarea apei sunt:

#### *Apa brută*

- Apa de mare
- Apa de suprafață din lacuri sau râuri
- Ape freatici și apa de izvor

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

#### *Tratarea apei pentru a fi potabilă*

- Floculare
- Precipitatore
- Filtrare și adsorbție
- Îndepărțarea fierului, manganului și arsenicului
- Înmuiere și stabilizare
- Microfiltrare și ultrafiltrare
- Desalinizare
- Durificare
- Neutralizarea și ajustarea pH-ului
- Oxidare
- Dezinfecție

## **2. Soluții moderne de tratare a apei de suprafață**

Sistemul de alimentare cu apă este alcătuit din totalitatea construcțiilor și instalațiilor necesare pentru satisfacerea cerințelor de apă ale tuturor folosințelor din centrele populate și industriale. [3], [4]

Stația (uzina) de tratare este o componentă a sistemului de alimentare cu apă și poate fi definită ca fiind totalitatea construcțiilor și instalațiilor în care se desfășoară procesele prin care se asigură corectarea apei sursei, pentru a corespunde cerințelor de calitate impuse de consumator. [3], [5], [9]

Calitatea apei din sursele de suprafață (râuri, lacuri) nu corespunde cerințelor de calitate impuse apei potabile, datorită lipsei de limpezime, conținutului de bacterii sau substanțe dizolvate dăunătoare sănătății. Aceasta va trebui prelucrată astfel încât să fie lăptăuă la gust, fără miros și să corespundă normelor de calitate din punct de vedere biologic și bacteriologic. [3], [5], [9]

În numeroase situații, tratarea se impune și pentru apele subterane, datorită mineralizării acestora, conținutului de compuși de calciu și de magneziu, fier și mangan, gaze dizolvate, care o fac practic imposibil de utilizat, atât ca apă de alimentare, cât și ca apă industrială. [3], [5], [9]

Complexitatea și dezvoltarea proceselor din stațiile de tratare rezultă din:

- comparația caracteristicilor organoleptice, fizice, chimice, biologice și bacteriologice, pentru apa sursei, cu cerințele de calitate impuse de consumator; aceasta se efectuează pe baza studiilor hidrochimice asupra apei sursei, pentru perioade caracteristice (ape limpezi în perioada vară – iarnă, ape tulburi etc.) de 1 ÷ 2 ani;

- tehnologiile de care se dispune în etapa dezvoltării proiectului și previziunile de modificare a calității apei sursei, în timp (pentru o perioadă de minimum 10 ani);

- elemente tehnico-economice impuse de configurația terenului, condițiile materiale, energia consumată și siguranța în exploatare;

- elemente sociale determinate de lipsa surselor, tradiție și asigurarea sănătății oamenilor. [3], [5], [9]

Rolul stației de tratare este de a corecta calitatea apei brute până la atingerea cerințelor utilizatorului. Există o multitudine de procese de tratare care se utilizează în practică, însă schema generală a unei stații de tratare (Figura 1) cuprinde:

- pre-oxidarea este un proces permanent care trebuie să asigure funcționarea optimă a proceselor ulterioare;
- procesele de limpezire a apei care constau în:
  - coagularea-flocularea este un proces independent în cadrul filierei; în acest proces alegerea coagulantului compatibil este esențială pentru obținerea performanței;
  - decantarea apei pentru reținerea suspensiilor coagulate; reținerea marii majorități (90÷95 %) a suspensiilor din apă, prin procedeul de staționare relativă, după faza de coagulare – floculare;
  - filtrarea pe strat de nisip pentru finalizarea procesului de limpezire;
  - afânarea apei, constituită din oxidare cu ozon urmată de adsorbție pe cărbune activ granular (CAG) cu scopul îndepărțării anumitor compuși chimici toxici;
  - dezinfecția apei, pentru îndepărțarea totală a virusurilor, bacteriilor și altor micro-organisme din apă, treapta obligatorie în România, conform Legii privind Calitatea Apei Potabile, nr. 458/2002. [3], [6], [7], [8]

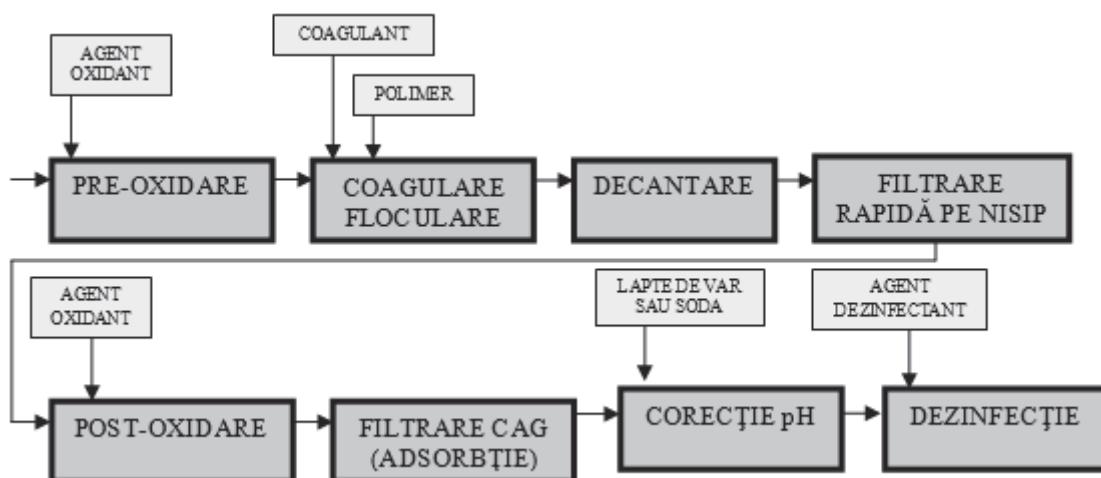


Figura 1. Schema generală a unei stații de tratare a apei [3], [7], [8]

Pentru îndepărțarea anumitor parametri din apa brută schemele de tratare sunt particularizate și cuprind segmente specifice. Astfel în procesele de deferizare și demanganizare se utilizează de obicei o schemă de oxidare urmată de reținere prin filtrare rapidă pe strat de nisip. În anumite situații se poate intercală o treaptă de decantare însă nu întotdeauna aceasta este necesară. [7]

Pentru eliminarea durității apei se pot adopta scheme cu schimbători de ioni sau cu reactivi chimici (var și sodă), în funcție de tipul durității (temporară sau permanentă). [7]

Orice stație de tratare este deservită de anumite facilități pentru întreținerea proprie. Printre acestea se menționează:

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- stația de reactivi chimici, cu rolul de a stoca, prepara și doza reactivii necesari procesului de tratare (coagulanți, floculanți, agenți dezinfectanți, corecție pH);
- sisteme de spălare filtre rapide constituite din stații de pompare și suflante;
- laborator, pentru a determina corectitudinea procesului de tratare dar și calitatea apei produse;
- alte facilități printre care se menționează sisteme de recuperare a apei de la spălare filtre și a nămolului din decantoare. [7]

### 3. Cercetări experimentale efectuate pe instalație pilot

Cercetările experimentale s-au efectuat în cadrul unui contract de cercetare prin Programul Operational de Mediu 2007-2013. [10]

Cercetarea a fost efectuată de un colectiv de cercetare în care a fost cooptat și autorul articolului.

Instalația experimentală a Catedrei de Inginerie Sanitară și Protecția Apelor din cadrul Facultății de Hidrotehnica a Universității Tehnice de Constructii București a fost concepută să asigure o flexibilitate ridicată, pentru un debit nominal  $Q = 0.36 \div 0.72 \text{ m}^3/\text{h}$  și este constituită din următoarele obiecte tehnologice:

- bazin de pre-oxidare, cu înaltimea coloanei de apă de 4 m, care asigură un timp de contact  $8 \div 15 \text{ min.}$ ; se pot utiliza ca agenți de oxidare ozonul, clorul, hipocloritul de sodiu;
- treapta de decantare asigurată cu două tehnologii alternative:
  - decantor cu viteză ascensională variabilă cu modul lamelar în curent ascendent;
  - decantor cu camere de reacție rapidă și lenta și cu modul lamelar tip " $\Delta$ ";
- filtru rapid pe nisip, cu o înaltime de strat  $H=1.2 \text{ m}$ ;
- bazin de contact post-oxidare, cu caracteristici similare bazinului de contact pre-oxidare;
- filtre de carbune activ granular (2 unități) cu înaltime activă de strat  $H = 2 \times 1.2 \text{ m}$ , cu posibilitatea de montaj în serie sau în paralel, care asigură un timp de contact de  $15 \div 30 \text{ min.}$ ;
- generator de ozon din oxigen;
- instalații de dozare reactivi care cuprind pompe dozatoare și bazine de stocare reactivi;
- instalații de dozare clor cu vacuum, care cuprind butelii de clor, pompa de circulație, injector și dozatorul propriu-zis;
- instalații de repompare cu rezervor și pompa submersibilă;
- instalație de apă spălare filtre constituită din rezervor cu volumul  $V=300 \text{ dm}^3$  și pompa apă spălare;
- compresor aer spălare filtre;
- rezervor stocare apă bruta cu pompe de recirculare și de alimentare;

- instalatie de ultrafiltrare complet automatizata;
- aparatura de laborator si de proces.

Instalatia pilot a fost conceputa si dotata cu legaturi multiple astfel incat:

- asigura by-passul fiecarui proces;
- permite functionarea in serie a unor procese;
- asigura un domeniu larg de parametrii tehnologici: incarcari, timpi de reactie, debite, spalari;
- sunt prevazute dotari pentru recoltarea probelor atat in fazele finale ale proceselor cat si in fazele intermediare. [11], [12], [17], [18]
- Determinarile experimentale au fost efectuate in 4 cicluri experimentale. Apa prelevata din sursa Galesu a fost transportata la sediul U.T.C.B. pe timpul noptii pentru a nu se denatura calitatea acesteia. In incinta in care este amplasata statia pilot s-a asigurat o temperatura medie de 23°C. [11], [12], [17], [18]

- Ciclul experimental nr. 1:
  - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
  - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu;
  - decantare;
  - filtrare rapida pe nisip;
  - post-oxidare cu ozon;
  - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 2:
  - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
  - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu si polielectrolit AN 910 PWG;
  - filtrare rapida pe nisip;
  - post-oxidare cu ozon;
  - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 3:
  - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
  - reducere pH la 6;
  - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu;
  - filtrare rapida pe nisip;
  - post-oxidare cu ozon;
  - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 4:
  - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu și polielectrolit AN 910 PWG;
- decantare;
- filtrare rapidă pe nisip;
- post-oxidare cu ozon;
- adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]

Au fost recoltate probe de apă pe filierele de tratare în vederea stabilirii eficientelor de reducere a indicatorilor urmariti: turbiditate, carbon organic total, substante organice, pH. Astfel, s-au efectuat analize la intervale de 1 ora pentru urmatoarele tipuri de apă: apă decantată, apă filtrată rapid pe nisip, apă filtrată pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]

### Ciclul experimental nr. 1

Apa bruta a avut o turbiditate de 7.67 NTU și o incarcare in materii organice de 7.06 mg C/l, respectiv 3.79 mg O<sub>2</sub>/l – concentratia de substante organice determinate prin metoda cu permanganat de potasiu.

Analiza calitativa a componentei fitoplanctonice a evidențiat predominanta clorofitelor oligosaprobe și betamezosaprobe cat și diatomee oligo – betamezosaprobe. Cantitativ, clorofitele au înregistrat cel mai mare procent atât în abundenta numerica (85%), cat și biomasa (98%).

In raport cu prevederile Ordinului 161/2006 [14] apă se încadrează în categoria de calitate oligosaproba, apă cu impurificare scăzută, cu continut ridicat de oxigen dizolvat, fără forme polisaprobe, cu continut redus de bacterii și numar ridicat de insecte și larve de insecte, iar valoarea determinată pentru indexul saprobic corespunde stării ecologice "foarte buna".

Concentratia de clorofila "a" de 7.77 µg/l încadrează proba de apă în clasa I de calitate care corespunde stării ecologice "foarte buna".

Determinările cantitative pentru *Dreissena Polymorpha* indică prezenta acestei specii în stadiul de larva veligera în proba de apă.

Din punct de vedere microbiologic, apă bruta se încadrează în Categoriea de calitate A1 conform NTPA 013/2006 [13].

Rezultatele obținute reprezintă media a 10 determinări.

Reducerea turbiditatii a fost nesemnificativa după etapa de decantare (de la 7.66 NTU pentru apă bruta la 6.89 NTU pentru apă decantată). Se poate afirma că decantorul practic nu a functionat datorita turbiditatii reduse a apei brute. Dupa treapta de filtrare turbiditatea apei a scăzut semnificativ, la valori de 0.58 NTU, iar după treapta de adsorbție pe carbune activ granular la 0.1 NTU.

Concentratia de substante organice oxidabile cu permanganat de potasiu s-a redus de la 14.89 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apă bruta, la 11.55 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apă decantată, respectiv la 9.2 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apă filtrată pe nisip (eficiența de reducere fata de apă bruta 38%). Dupa treapta de afinare (post-oxidare cu ozon și adsorbție pe carbune activ granular) concentratia de substante organice s-a redus

semnificativ ajungand la 1.19 mg KMnO<sub>4</sub>/l (eficienta de reducere fata de apa bruta a fost de 92 %).

Concentratia de carbon organic total s-a redus de la 7.96 mg/l pentru apa bruta, la 7.1 mg/l pentru apa decantata si respectiv 5.92 mg/l pentru apa filtrata pe nisip (eficienta de reducere 25 %). Dupa treapta de afinare, concentratia de carbon organic total a fost de 2.46 mg/l (eficienta de reducere 69.1%).

S-au efectuat determinari de carbon organic dizolvat biodegradabil (BDOC) pentru apa bruta, apa filtrata rapid pe nisip si apa filtrata pe carbune activ granular.

Rezultatele obtinute au condus la o reducere pentru apa bruta a valorii concentratiei BDOC de la 7.96 mg C/l la 2.67 mg C/l concentratia de carbon organic total (33.6%); pentru apa filtrata pe nisip concentratia BDOC a fost 1.8 mg C/l fata de 5.92 mg C/l concentratia de carbon organic total (30.4%); pentru apa filtrata pe carbune activ concentratia de BDOC a fost de 2.21 mg C/l fata de 2.46 mg C/l concentratia de carbon organic total (89.8%).

S-a constatat ca post-oxidarea cu ozon a condus la cresterea biodegradabilitatii substantelor organice. [11], [12], [17], [18]

## Ciclul experimental nr. 2

Apa bruta s-a incadrat in categoria de calitate "apa oligosaproba" cu impurificare redusa.

Concentratia de clorofila "a", de asemenea incadreaza apa in categoria de calitate I care corespunde starii ecologice "foarte buna" conform Ordinului nr.161/2006. [14]

Specia *Dreissena polymorpha* exista in proba de apa analizata in stadiul de larva veligera cu o densitate numerica de 4000 exemplare/l si o biomasa remanenta de 3.11 mg/l.

Rezultatele obtinute in cadrul testelor pe instalatia pilot reprezinta media a 9 determinari.

Turbiditatea apei s-a redus la valori de 0.16 NTU pentru apa filtrata pe nisip, fata de 7.63 NTU pentru apa bruta.

Incarcarea organica a apei evaluata prin consumul de permanganat de potasiu s-a redus la 8.33 mg KMnO<sub>4</sub>/l dupa coagulare-floculare si filtrare rapida pe nisip (eficienta de reducere 50.27%), respectiv la 0.71 KMnO<sub>4</sub>/l dupa treapta de post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular (eficienta de reducere fata de apa bruta 95.76%).

Concentratia de carbon organic total s-a redus de la valori de 9.57 mg C/l pentru apa bruta la valori de 4.86 mg C/l pentru apa filtrata (eficienta de retinere de 49.22%), respectiv la valori de 1.68 mg C/l dupa treapta de post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular (eficienta de reducere de 82.45 %).

Testele de biodegradabilitate au pus in evidenta urmatoarele:

- concentratia de BDOC pentru apa bruta a fost de 2.67 mg C/l fata de 9.57 mg C/l concentratia de carbon organic total;

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- pentru apa filtrata pe nisip concentratia de BDOC a fost de 2.26 mg C/l fata de 4.86 mg C/l concentratia de carbon organic total;
- pentru apa postoxidata cu ozon si filtrata pe carbune activ granular concentratia BDOC a fost de 1.05 mg C/l fata de 1.68 mg C/l concentratia de carbon organic total;
- daca pentru apa filtrata pe nisip concentratia de carbon organic biodegradabil a fost cca. 46.5 % din concentratia de carbon organic total, pentru apa postoxidata cu ozon si filtrata pe carbune activ concentratia de carbon organic biodegradabil a fost de 62.5%. Post-oxidarea cu ozon conduce la marirea biodegradabilitatii substanelor organice. [11], [12], [17], [18]

### Ciclul experimental nr. 3

Ca urmare a necesitatii de reducere a materiilor organice naturale in filierele de tratare a apei in vederea potabilizarii, data fiind dependenta potentialului de formare a THM de concentratia de carbon organic total, a aparut procesul cunoscut sub denumirea de coagulare avansata.

Reglementarea privind dezinfectantii/subprodusii de dezinfectie a Agentiei de Protectia Mediului din SUA solicita implementarea coagularii avansate ca strategie de eliminare a MON, considerand-o, alaturi de adsorbția pe carbune activ ca "cea mai buna tehnologie pentru controlul precursorilor de formare a THM".

Determinarile biologice au incadrat apa in categoria de calitate oligosaproba, apa cu impurificare redusa, iar valoarea determinata pentru indexul saprobic corespunde starii ecologice foarte bune.

Valoarea concentratiei de clorofila "a" de 3.79 µg/l incadreaza apa in clasa de calitate I care corespunde starii ecologice "foarte buna". Au fost identificate, de asemenea larve ale speciei *Dreissena polymorpha* in stare veligera. [14]

Injectarea acidului sulfuric pentru reducerea pH-ului s-a realizat in camera de reactie rapida, iar injectarea sulfatului de aluminiu in camera de reactie lenta.

Reducerea pH-ului la 6.5 – 6.7 s-a realizat cu acid sulfuric de concentratie 6%. Doza necesara determinata prin titrare potentiometrica a fost de 140 mg/l. Valoarea medie rezultata a pH-ului a fost 6.6 fata de 8.2, valoarea pH-ului pentru apa bruta.

Din punct de vedere al turbiditatii, procesele de coagulare-floculare si filtrare rapida pe nisip au condus la reducerea acesteia pana la valori de 0.06 NTU fata de 2.81 NTU turbiditatea apei brute (eficienta de reducere de 97.86%).

Concentratia de substante organice evaluata prin consumul de permanganat de potasiu s-a redus de la 11.69 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apa bruta, la 6.36 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apa filtrata pe nisip (eficienta de retinere de 45.59%), respectiv la 0.36 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apa filtrata pe carbune activ granular (eficiente de reducere de peste 95%).

In cazul concentratiei de carbon organic total s-a constatat o reducere de 56% dupa treapta de filtrare rapida pe nisip (de la 5.67 mg C/l pentru apa bruta, la 2.48 mg C/l pentru apa filtrata pe nisip), respectiv de 94.71% dupa postoxidare si adsorbție pe

carbune activ granular. Concentratia TOC in apa filtrata pe carbune activ granular a fost de 0.3 mg C/l.

S-a observat ca eficientele de reducere a incarcarii organice au fost de peste 95 % atat pentru consumul de permanganat, cat si pentru carbonul organic total.

Ca si in ciclurile anterioare, post-oxidarea cu ozon conduce la cresterea biodegradabilitatii materiilor organice. Pentru neutralizarea acidului sulfuric adaugat pentru reducerea pH-ului inainte de coagulare, s-a determinat prin titrare potentiometrica doza de var necesara echilibrarii apei. Aceasta a fost de 110 mg Ca(OH)<sub>2</sub>/l. [11], [12], [17], [18]

#### Ciclul experimental nr. 4

Ciclul experimental nr. 4 a urmarit influenta adaosului de polimer in eficienta proceselor de tratare. In acest sens s-a reluat schema tehnologica din ciclul experimental nr. 1 si s-au adaugat 0.1 mg/l polielectrolit AN 910 PWG.

S-a constatat reducerea turbiditatii dupa treapta de decantare pana la valori de 0,5 – 0,6 NTU fata de 3.53 NTU pentru apa bruta. Spre deosebire de coagularea cu sulfat de aluminiu fara polimer care a condus la eficiente de reducere a turbiditatii de 10%, adaosul de polimer a condus la eficiente de reducere a turbiditatii dupa treapta de decantare de 82%.

Din punct de vedere al incarcarii organice evaluata prin consumul de permanganat, s-a constatat o reducere de cca. 35% dupa treapta de decantare (de la 11.69 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apa bruta, la 7.58 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru apa decantata). Treapta de filtrare nu a condus la reducerea suplimentara a incarcarii organice, insa dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtia pe carbune activ granular, eficienta de retinere a incarcarii organice a ajuns la 89.65% (1.21 mg KMnO<sub>4</sub>/l pentru efluentul filtrului de carbune activ).

Concentratia de carbon organic total a prezentat o variatie similara consumului de permanganat cu eficienta de reducere de 37% dupa treapta de decantare, respectiv 91.71% dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtie pe carbune activ. Efluentul filtrului de carbune activ a avut o concentratie de carbon organic total de 0.47 mg C/l, in timp ce efluentul filtrului de nisip de 3.13 mg C/l.

S-a remarcat cresterea brusca a eficientelor de retinere a incarcarii organice dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular.

Testele de biodegradabilitate au aratat o concentratie foarte redusa de carbon organic dizolvat biodegradabil in apa filtrata pe carbune activ granular.

Adaosul de polimer in doze de 0.1 mg/l a condus la cresterea eficientei procesului de coagulare–floculare atat in ceea ce priveste reducerea turbiditatii, cat si din punct de vedere al reducerii incarcarii organice. [11], [12], [17], [18]

In tabelul 1 sunt prezentate avantajele si dezavantajele schemelor tehnologice experimentate.

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

Tabel 1

**Avantaje si dezavantaje ale schemelor tehnologice experimentate [12], [17], [18]**

Nr. crt.	Descriere succinta schema tehnologica	Avantaje	Dezavantaje
1	Ciclul I: <ul style="list-style-type: none"><li>• preoxidare cu clor;</li><li>• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu;</li><li>• decantare in decantor tip Pulsator;</li><li>• filtrare rapida pe nisip;</li><li>• post-oxidare cu ozon;</li><li>• adsorbtie pe carbune activ granular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• functionare defectuoasa a decantorului datorita turbiditatii reduse a apei brute si a imposibilitatii de formare a stratului suspensional;</li><li>• colmatarea frecventa a filtrelor;</li></ul>
2	Ciclul II: <ul style="list-style-type: none"><li>• preoxidare cu clor;</li><li>• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu si AN 910 in camere de reactie rapida si lenta;</li><li>• filtrare directa rapida pe nisip;</li><li>• post-oxidare cu ozon;</li><li>• adsorbtie pe carbune activ granular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• reducerea turbiditatii cu eficienta ridicata;</li><li>• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• colmatarea mai rapida a filtrului in cazul utilizarii polimerului;</li><li>• consum de energie ridicat datorita spalarii dese a filtrelor;</li></ul>
3	Ciclul III: <ul style="list-style-type: none"><li>• preoxidare cu clor;</li><li>• reducere pH la 6.7 cu acid sulfuric;</li><li>• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu;</li><li>• filtrare rapida pe nisip;</li><li>• post-oxidare cu ozon;</li><li>• adsorbtie pe carbune activ granular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice inca din faza de coagulare-floculare si filtrare pe nisip;</li><li>• cea mai buna eficienta de reducere a incarcarii organice pentru apa tratata;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• consum ridicat de acid sulfuric pentru reducerea pH – ului (140 mg/l);</li><li>• apa tratata are pH redus si tendinta de coroziune;</li><li>• necesita echilibrarea pH-ului cu var la finalul filierei de tratare;</li><li>• consum ridicat de var (110 mg/l).</li></ul>
4	Ciclul IV: <ul style="list-style-type: none"><li>• preoxidare cu clor;</li><li>• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu si AN 910;</li><li>• decantare in decantor tip Pulsator;</li><li>• filtrare rapida pe nisip;</li><li>• post-oxidare cu ozon;</li><li>• adsorbtie pe carbune activ granular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• retinerea namolului in decantor;</li><li>• colmatare redusa a filtrelor;</li><li>• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• functionare defectuoasa a decantorului datorita turbiditatii reduse a apei brute si a imposibilitatii de formare a stratului suspensional;</li><li>• consum de polimer;</li></ul>

## 6. Concluzii

Rezultatele ciclurilor experimentale realizate pe instalatia pilot au pus in evidenta urmatoarele:

- necesitatea realizarii procesului de pre-oxidare cu un timp de contact de min. 1 ora, astfel incat sa se asigure inactivarea speciilor de *Dreissena Polymorpha* si sa se evite patrunderea in statia de tratare Palas a acestora; [15]
- necesitatea realizarii procesului de coagulare cu eficienta cat mai ridicata, in vederea reducerii turbiditatii pe de o parte, cat si reducerii incarcarii organice;
- datorita turbiditatii scazute a apei brute, treapta de decantare nu conduce la eficientele dorite; utilizarea polielectrolitilor conduce la o imbunatatire a procesului de coagulare-floculare;
- din punct de vedere al eficientei de reducere a turbiditatii, ciclurile cu filtrare directa au condus la rezultatele cele mai bune (cyclurile II si III);
- din punct de vedere al incarcarii organice, eficientele cele mai ridicate s-au obtinut in cazul coagularii avansate (56 % eficienta de reducere a TOC dupa filtrare pe nisip, respectiv 95 % dupa post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe CAG);
- se observa ca pentru toate cele 4 cicluri experimentale, eficiente de peste 90 % in retinerea incarcarii organice s-au obtinut numai dupa post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe CAG. Concentratii de carbon organic total mai mici de 2 mg C/l pentru o apa biostabila se pot obtine prin post-oxidare si adsorbtie CAG. [12], [17], [18]

## Referințe

- [1] Rojanschi V., Ocnean T. – „Cartea operatorului din statii de tratare si epurare a apelor”. Edit. Tehnica, Bucuresti 1989.
- [2] Ecoterra – „Journal of Environmental – Research and Protection”, 2012, no. 32.(Toma P.D., 2012 Consideratii privind exploatarea statiilor de tratare a apei. Ecoterra 32:27-34).
- [3] Ecoterra – „Journal of Environmental – Research and Protection”, 2012, no. 32.(Toma P.D., 2012 Consideratii privind exploatarea statiilor de tratare a apei. Ecoterra 32:27-34).
- [4] Ionescu Gh. – „Instalatii de alimentare cu apa”. Edit. Matrix Rom, Bucuresti, 2004.
- [5] Mănescu A., Sandu M., Ianculescu O. – „Alimentări cu apă”, 1994, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [6] Legea 458/2002 M.O. Nr. 552/29 iulie 2002 – „Legea privind calitatea apei potabile”.
- [7] M. Sandu, G. Racoviteanu – „Manual pentru inspectia sanitara si monitorizarea calitatii apei in sistemele de alimentare cu apa” – Editura Conspress Bucuresti, 2006, ISBN 973-7797-78-7.
- [8] Vulpasu E. – „Tratarea apei, coagularea-flocularea suspensiilor din apa”. Edit. Conspress, Bucuresti, 2008.
- [9] Manescu A., Sandu M., Ianculescu O. – „Alimentari cu apa”. Edit. Conspress, Bucuresti, 2009.
- [10] Ministerul Mediului si Gospodaririi Apelor – ”Plan operational sectorial de mediu 2007 – 2013”, Bucuresti 2007.

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- [11] *Vulpasu, E., Sandu, M., Racoviteanu, G., Dinet, E.* – „Studii si cercetari pentru asigurarea unei ape potabile lipsita de risc pentru consumator”, revista ROMAQUA, nr.5/2008, vol.59.
- [12] *Oprea I.* – ”Contributii la studiul proceselor hidrodinamice in statiile de tratare” – Referat de doctorat nr. 4, Constanta 2013.
- [13] *NTPA 013/2006* – „Normă de calitate pe care trebuie să o îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare”.
- [14] *Ordinul nr. 161/16.02.2006* - pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa.
- [15] *Statie de tratare Palas Constanta* - „Reabilitare linie noua statie de tratare - localitatea Constanta”.
- [16] *Oprea I.* – ”Studiu bibliografic si concluzii”, Referat de doctorat nr. 3, Constanta 2013.
- [17] *U.T.C.B.* - ”Studiu de tratabilitate Statia de tratare Palas Constanta”.
- [18] *Vulpasu, E., Racoviteanu, G.* – „Cercetari la scara pilot pentru optimizarea schemei de tratare a Statiei Palas Constanta”, revista ROMAQUA, XVIII, nr.5/2012, vol.83, pag. 6-25.