

**UNIVERSITATEA TEHNICA "GHEORGHE ASACHI" IASI
FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICA SI
PROTECTIA MEDIULUI**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Contribuții la cercetarea si dezvoltarea de noi tehnologii
pentru obtinerea apei potabile din sursa Prut**

Conducator stiintific
Prof.dr.ing.Corneliu Oniscu

Doctorand
Ing.Dan Popovici

IASI -2011

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI
RECTORATUL

Către

.....
.....

Vă facem cunoscut că în ziua de _____ la ora _____
în _____, va avea loc
susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**" CONTRIBUȚII LA CERCETAREA SI DEZVOLTAREA DE NOI TEHNOLOGII PENTRU
OBTINEREA APEI POTABILE DIN SURSA PRUT "**

elaborată de domnul **DAN GEORGE POPOVICI** în vederea conferirii titlului științific de
doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

- | | |
|---|-----------------------|
| - prof.univ.dr.ing. DAN CASCAVAL
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | președinte |
| - prof.univ.dr.ing. CORNELIU ONISCU
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | conducător științific |
| - prof.univ.dr.ing. ANCA IRINA GALACTION
Universitatea de Medicina si Farmacie Iasi | membru |
| - prof.univ.dr.ing. LUCIAN RADU
Universitatea Tehnica Bucuresti | membru |
| - conf.univ.dr.ing. EUGEN HOROBA
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | membru |

Vă trimitem rezumatul tezei de doctorat cu rugămintea de a ne comunica, în scris,
aprecierile dumneavoastră.

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.

RECTOR,
Prof.univ.dr.ing. **ION GIURMA**



Secretar universitate,
Ing. Cristina Nagiț

ANEXA	3
PARTEA I.....	4
STUDII DE LITERATURA PRIVIND CALITATILE APEI, PROCEDEE SI TEHNICI DE OBTINERE A APEI POTABILE	4
Capitolul 1.....	5
Consideratii generale privind apele naturale.....	5
1.1 Surse de apa naturale si specificul calitatii lor.....	5
1.2 Metode de investigare a resurselor de apa.....	8
1.3 Compozitia fizico –chimica si calitatea apei.....	13
1.3.1 Compozitia fizico- chimica a apei.....	13
1.3.2 Criterii de definire a calitatii apei.....	14
1.3.4 Indicatori fizico- chimici de clasificare a compozitiei apei.....	16
1.3.5 Indicatori organoleptici si fizici.....	16
1.3.6 Indicatori chimici.....	18
1.3.7 Indicatori biogeni.....	21
1.4 Poluarea apei – caracteristici si consecinte.....	22
1.5. Obiective si indicatori privind obtinerea apei potabile.....	26
1.5.1 Monitorizarea parametrilor de calitate a apei potabile.....	26
Capitolul 2.....	29
Procedee si tehnici aplicabile in obtinerea apei potabile.....	29
2.1 Scheme bloc, tipuri de procedee aplicabile in tratarea apei.....	29
2.2 Sisteme de retinere a particulelor grosiere.....	32
2.2.2 Presedimentarea, deznisiparea.....	33
2.3 Coagularea – floclarea.....	34
2.3.1 Scop, principii, mecanisme de coagulare si floclare.....	34
2.3.2 Factorii determinanti pentru procesul de coagulare- floclare.....	35
2.3.3 Agenti de coagulare- floclare.....	36
2.3.3.1 Coagularea cu saruri de aluminiu.....	36
2.3.3.2 Coagularea cu saruri de fier.....	37
2.3.4 Agenti de floclare.....	39
2.3.5 Determinarea dozei optime de agent coagulant- floclant.....	40
2.3.6 Tehnica utilizata pentru procesul de coagulare – floclare.....	41
2.4 Decantarea coloizilor floclati.....	43
2.4.1 Tipuri de decantare utilizate in tehnologia de tratare a apei.....	45
2.4.1.1 Decantare de tip suspensional.....	45
2.4.1.2 Decantor de tip vertical.....	46
2.5 Filtrarea apei.....	47
2.6 Tehnici avansate de filtrare a apei.....	51
2.6.1 Tehnica osmozei inverse.....	51
2.6.2 Tehnica ultrafiltrarii (nanofiltrare).....	52
2.6.3 Tehnica electrodializei.....	55
2.6.4 Tehnica filtrarii prin carbune activ granular.....	56
2.6 Dezinfectia apei.....	58
2.6.1 Scopul si mecanismul dezinfectarii apei.....	58
2.6.2 Dezinfectanti chimici cu aplicabilitate practica.....	59

2.6.2.1 Dezinfecția prin clorare (cu clor și derivați clorurați), tehnica utilizată.....	59
2.6.2.2 Dezinfecția cu ozon.....	64
2.6.3 Dezinfecțanți fizici.....	67
2.6.3.1 Dezinfecția cu radiații UV.....	67
2.6.3.2 Dezinfecția cu radiații nucleare.....	69
2.7. Stocarea apei tratate.....	70
PARTEA a II-a.....	72
CONTRIBUTII LA CERCETAREA SI DEZVOLTAREA DE NOI TEHNOLOGII PENTRU OBTINEREA APEI POTABILE DIN SURSA PRUT.....	72
Capitolul 3.....	75
3.1 Considerații generale.....	75
3.2 Cercetări și studii comparative a eficacității reactivilor de coagulare.....	78
3.3. Concluzii în urma experimentelor comparative ale eficienței reactivilor de coagulare pe baza fier și aluminiu trivalent.....	86
3.4 Modelarea statistică a procesului de coagulare-floculare.....	86
3.4.1 Modelarea empirică.....	86
3.4.2 Modelarea neuronală a procesului de coagulare-floculare a apei din sursa Prut.....	111
3.4.3.1 Modelarea neuronală directă.....	119
3.4.3.2 Modelarea neuronală inversă.....	125
3.4.4. Rezultate obținute în urma modelării neuronale a procesului de coagulare-floculare a apei brute provenite din sursa Prut.....	131
3.5 Contribuții la optimizarea procesului de evacuare a namolului produs în urma procesului de coagulare-floculare.....	131
Capitolul 4.....	140
Contribuții la studierea procesului de purificare a apei din sursa Prut.....	140
prin utilizarea carbonului activ.....	140
4.1. Cercetări experimentale privind eficacitatea utilizării carbonului activ în procesul tratării apei din sursa Prut.....	140
4.2 Concluzii obținute în urma studiului experimental al eficacității filtrării apei din sursa Prut prin carbon activ.....	146
Capitolul 5.....	147
5.1 Cercetări și studii comparative a eficacității dezinfectanților pe baza de clor și dioxid de clor utilizați în dezinfectia apei din sursa Prut.....	149
5.2 Concluzii obținute în urma studiului experimental al eficacității dezinfectanților pe baza de clor și dioxid de clor utilizați în tehnologia de tratare a apei din sursa Prut.....	155
Capitolul 6.....	157
Studiul performanțelor dispozitivului multi-treaptă „AQUARIUS-01” în procesul de potabilizare a apei, pentru aplicații casnice și situații de urgență.....	157
6.1 Teste efectuate cu dispozitivul filtrant AQUARIUS-01.....	158
6.2 Concluzii obținute în urma testării dispozitivului Aquarius.....	166
Concluzii.....	167
Bibliografie.....	169

Prefata

Lucrarea cu titlul **“Contributii la cercetarea si dezvoltarea de noi tehnologii pentru obtinerea apei potabile din sursa Prut”** a aparut dintr-o necesitate obiectiva privind obtinerea apei potabile la standardele impuse de Uniunea Europeana, in scopul alimentarii cu o apa de calitate superioara a municipiului Iasi.

Tratarea apei constituie un lant de procese fizico–chimice, scopul fiind indepartarea eficienta a materiilor aflate in suspensie, reducerea concentratiei substantelor organice, dezinfectia apei pentru reducerea poluantilor microbiologici, corectiile organoleptice (gust, culoare, miros) utilizand carbunele activ, urmarindu-se ca in final sa se obtina apa potabila in conformitate cu legislatia romaneasca si standardele Uniunii Europene.

Lucrarea are la baza sinteza studiilor si cercetarilor efectuate in laboratorul chimic de flux, in Complexul de tratare a apei Chirita din cadrul SC Apavital SA Iasi.

Doresc sa imi exprim multumirea si recunostinta fata de domnul prof.univ.dr.ing. Corneliu ONISCU care, in calitate de conducator stiintific mi-a oferit un sprijin deosebit pe parcursul pregatirii sustinerii examenelor si referatelor de doctorat, precum si in perioada elaborarii tezei.

Multumesc conducerii SC Apavital SA Iasi pentru accesul la tehnologiile avansate implementate in Complexul Chirita, precum si tuturor celor care pe parcursul elaborarii lucrarii mi-au oferit un sprijin total si dezinteresat. Familiei mele, parintilor mei, precum si prietenilor apropiati, multumiri si recunostinta pentru intelegerea si sprijinul moral oferit.

Ing. Dan Popovici

Introducere

Tratarea apei brute in scopul de potabilizare constituie o adevarata provocare a secolului 21.

Degradarea permanenta a calitatii mediului inclusiv a apelor de suprafata si adancime au condus la dezvoltarea si implementarea de tehnologii capabile sa aduca apa bruta la calitatea de potabilitate[1].

Din nefericire sursele de apa potabila sunt infestate cu poluanti chimici, metale grele, produse petroliere, poluanti biologici, toti acesti poluanti au impus elaborarea de tehnologii performante pentru purificarea apei si a o transforma in apa potabila. Toate tehnologiile cunoscute includ fazele de filtrare, tratare chimica pentru coagularea floclarea agentilor poluanti, sterilizare cu agenti chimici Cl_2 si ClO_2 , ultrafiltrare.

Romania fiind membra a Uniunii Europene a adoptat directiva EC83/1998 priviind calitatea apei.

Calitatea apei potabile, conform Directivei Uniunii Europene 98/83/EC transpusa in Romania prin Legea 458/2002, modificata si completata prin Legea 311/2004, trebuie sa fie lipsita de microorganisme sau substante care, prin numar sau concentratii, constituie un pericol potential pentru sanatatea umana [14,15].

Schimarile din ultimii ani si necesitatea alinierii la tehnicile, conceptele si normele Uniunii Europene impun:

- stabilirea solutiilor pentru cresterea sigurantei si diminuarea riscului in statiile de tratare a apei;
- abordarea pe baze stiintifice a lucrarilor dezvoltare a statiilor de tratare a apei pentru reducerea costurilor, a consumului specific de energie;
- introducerea celor mai avansate tehnologii in procesul de tratare a apei brute.

Teza cu titlul: "Contributii la cercetarea si dezvoltarea de noi tehnologii pentru obtinerea apei potabile din sursa Prut" este structurata in doua parti distincte: un studiu de literatura privind sursele de apa, modul de investigare a surselor de apa, poluarea surselor de apa, procesul de tratare mecano-chimica a apei brute si contributii personale la cercetarea si dezvoltarea de noi tehnologii pentru obtinerea apei din sursa Prut.

Partea I - sunt prezentate sursele de apa si specificul calitatii lor, metodele de investigatie a acestor fiind oferite informatii despre standardele de analiza, metoda de investigare. Tot in cadrul capitolului I sunt prezentati indicatorii fizico-chimici si biologici cu valorile maxime admisibile in conditiile legii 458/2002, poluarea si efectele ei asupra activitatii si sanatatii colectivitatilor umane. Pentru a mentine sub control parametrii de calitate ai apei sunt prezentate metodele si tehnicile de monitorizare a acestor valori cu particularizare la municipiul Iasi.

In capitolul II, sunt prezentate procedee si tehnici aplicabile pentru obtinerea apei potabile. Sunt prezentate schemele bloc de tratare a apelor de suprafata si a celor de adancime,

modul de retinere a particulelor grosiere cu tehnica aferenta: gratare si deznisipatoare, cu variantele lor constructive. In capitolul II sunt prezentate procesele de baza in tratarea apei brute: coagularea-flocularea, decantarea coloizilor floculati, filtrarea, dezinfectia apei, stocarea apei in rezervoarele de compensare.

Paragraful 2.3 prezinta scopul, principii, mecanismele de coagulare-floculare, factorii de influenta a procesului de coagulare-floculare. Se prezinta tipurile de coagulanti, reactia lor cu apa, conditiile de reactie. Sunt prezentate tipurile de agenti floculanti, avantajelor utilizarii lor, modul de determinare a dozei de reactivi coagulant precum si tehnica utilizata la injectia lor in apa cu particularizare la Complexul de tratare a apei Chirita Iasi.

Paragraful 2.4 prezinta tehnicile de decantarea a coloizilor floculati, tipurile de deantore utilizate in acest scop.

Paragraful 2.5 face referinta la filtrarea apei, sunt prezentate tipurile de filter utilizate in tratarea apei cu parametrii functionali de baza. Sunt prezentate tehnici speciale de filtrare; nanofiltrarea, osmoza inversa, electroodializa cu specificatiile tehnice de rigoare.

Paragraful 2.6 prezinta procesul de dezinfectie din lantul de tratare a apei. Sunt prezentate scopul, mecanismele de dezinfectie, dezinfectati fizici si chimici cu aplicabilitate practica, avantaje si dezavantaje la utilizarea lor.

Paragraful 2.7 prezinta modul de stocare a apei potabile in rezervoarele de compensare precum si diagrama de compensare a consumului de apa cu particularizare la Complexul Chirita Iasi.

Partea a II a . Contribuții la cercetarea si dezvoltarea de noi tehnologii pentru obținerea apei potabile din sursa Prut

Prezentarea problemelor abordate in cercetarile intreprinse in cadrul tezei:

In cadrul cercetarilor privind dezvoltarea de noi tehnologii pentru obținerea apei potabile din sursa Prut, au fost abordate urmatoarele aspecte:

- Studii comparative a eficacitatii reactivilor de coagulare pe baza de aluminiu si fier trivalent

In cadrul acestui capitol au fost studiate:

- Eficacitatea reactivilor de coagulare pe baza de aluminiu trivalent sub forma de sulfat de aluminiu, polihidroxii clorura de aluminiu, polihidrociorura de aluminiu,
- Eficacitatea reactivilor pe baza de fier trivalent sub forma de clorura ferica,
- Optimizarea procesului de coagulare-floculare prin modelare matematica, neuronală directă și inversă.

- Contribuții la optimizarea procesului de evacuare a namolului produs in urma procesului de coagulare-floculare

S-au abordat urmatoarele aspecte:

- Inlocuirea tehnologiei vechi cu una performanta in procesul de eliminare a namolului produs in decantoare,
- Studiul avantajelor utilizarii tehnicii ultrasonice in procesul de eliminare a namolului din decantoare.

-Contribuții la studierea procesului de purificare a apei din sursa Prut prin utilizarea carbonului activ

S-au studiat urmatoarele aspecte:

- Eficacitatea filtrării apei prin carbune activ granular,
- Eficacitatea tratării apei cu pudra de carbune activ.

- Contribuții la studiul eficacității agenților de dezinfectie in tehnologia de tratare a apei din sursa Prut

Au fost abordate aspectele:

- Eficacitatea dezinfectiei apei cu clor gazos, avantaje și dezavantaje,
- Eficacitatea dezinfectiei cu dioxid de clor, avantaje și dezavantaje.

- Studiul performanțelor dispozitivului multi-treapta „Aquarius-01” in procesul de potabilizare a apei, pentru aplicații casnice si situații de urgenta

Au fost studiate urmatoarele aspecte:

- Capacitatea dispozitivului de corectie a parametrilor fizico-chimici ai apei in absenta unui coagulant chimic,
- Eficacitatea de retinere a unor poluanti din apa, din sursele de apa freatica.

Rezultatele obtinute in cadrul cercetarii constituie subiectul a cinci lucrari din care trei sunt publicate in reviste cotate ISI, una cu aviz de publicare, un brevet de inventie si doua comunicate in sesiuni stiintifice la forumuri internationale, dupa cum urmeaza:

1. Popovici D., Oniscu C., ”Disinfection reagents in Prut river treatment for drinking water production” *Environmental Engineering and Management Journal*, 9,(3), p: 435-441, 2010
 2. Popovici D., Oniscu C., Diaconescu R., Alina TrofinA., Bibere N., ”Modeling of the Coagulation, Flocculation and Pre-oxidation processing of the Prut River Water”, *Romanian Biotechnological Letters*, 16, (6), p:6585, 2011
 3. Popovici D., Oniscu C., ”Coagulation reagents applied in treating from Prut waters”, *Romanian Biotechnological Letters* , **in press**, 2011.
 4. Popovici D., Oniscu C., ”Advantages of using active carbon in the treating technology of the Prut water”, *Romanian Biotechnological Letters*, 16,(5), p: 6489,2011.
 5. Popovici D., Oniscu C., Trofin A., ”Performance Study for the „Aquarius-01” Multi-step Device, in the process of Obtaining Drinking Water for household applications and Emergency Situations”, *Buletinul Institutului Politehnic din Iasi*, Publicat de Universitatea Tehnica „Gheorghe Asachi” din Iasi, Sectia Chimie si Inginerie Chimica, Tom: LVII(LXI), fascicola: 3, 2011.
 6. Popovici D., Oniscu C., ”Procedeu de evacuare a namolului din decantoarele suspensionale de obtinere a apei potabile”, cerere brevet de inventie nr.: A/00633 din 04.07.2011
- Lucrari comunicate:**
7. Popovici D., Chirica C. ”Tehnologii moderne de tratarea apei in Complexul Chirita din cadrul Apavital Iasi” *EXPO-APA, Forumul international al apei, Asociatia Romana a Apei*, Bucuresti, 13-15 iunie, 2009.
 8. Popovici D., Oniscu C., Chirica C., ”Tehnologii moderne in procesul de dezinfectie a apei tratate din sursa Prut in cadrul Complexului de tratare Chirita Iasi” *Forumul international al apei, Asociatia Romana a Apei*, Bucuresti, 13-15 iunie, 2011.

Lucrarea este insotita de un numar de de 57 tabele ,103 figuri si 156 referinte bibliografice, dintre care 8 se refera la lucrarile stiintifice mentionate mai sus..

3.2 Cercetari si studii comparative a eficacitatii reactivilor de coagulare

Apa ce alimenteaza municipiul Iasi provine din surse de adancime si de suprafata. Apa de suprafata provine din raul Prut si lacul Chirita (lac predecantor natural) si este prelucrata in Complexul de tratare a apei Chirita.

Pentru a aduce apa bruta din sursa Prut la calitatea de potabilitate in Complexul Chirita au fost implementate tehnologii moderne de tratare a apei ce respecta directiva EC83/1998.

In figura 1 este redata schema bloc de alimentare cu apa bruta a Complexului de Tratare Chirita (direct din sursa Prut sau din sursa Prut prin lacul predecantor Chirita).

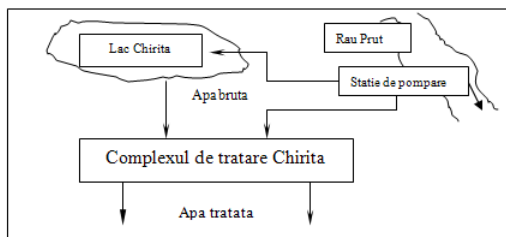


Figura 1. *Modul de alimentare cu apa bruta a Complexului Chirita*

Tehnologia implementata este capabila sa prelucreze apa provenita din sursa Prut sau din Prut prin predecantorul natural, lacul Chirita. Procesul de tratare a apei este controlat integral de un computer de proces ce ruleaza o aplicatie de tip SCADA.

Procesele de coagulare si floculare sunt metode de tratare a apelor, ce realizeaza eliminarea particulelor coloidale din apele brute, prin adaugarea de agenti chimici, cu proprietati floculante, aglomerarea particulelor coloidale si respectiv, separarea lor ulterioara prin sedimentare, filtrare. In clasa coloizilor impurificatori intra o serie de substante cu caracteristici hidrofile sau hidrofobe: substante organice si anorganice, de provenienta naturala sau sintetica ce se comporta diferit fata de molecula apei. Aceste substante, datorita faptului ca au dimensiuni mici: $0.03 - 0.01\mu\text{m}$, au o greutate specifica mica dar o suprafata specifica mare, sedimenteaza foarte greu sub actiunea campului gravitational.

Reactivii pe baza de Al^{+3} , sunt printre cei mai utilizati agenti, in procesul de tratare a apei potabile, dar sunt suspectati de Organizatia Mondiala a Sanatatii ca ar fi potentiali generatori ai sindromului Alzenheimer. Din acest motiv se tinde spre inlocuirea acestora cu saruri de Fe^{+3} , in special sub forma de clorura ferica.

Din gama reactivilor de coagulare – floculare, cei mai utilizati in tehnologia de tratare a apei sunt: sulfatul de aluminiu, clorura de aluminiu, aluminatul de sodiu, clorura ferica

compusi anorganici prepolimerizati, Dintre acestia, aplicabilitate tehnologica larga, o au sarurile trivalente de aluminiu si fier, de tipul, clorura ferica, sulfat de aluminiu, polimeri pe baza de aluminiu (polihidroxii clorura de aluminiu) cunoscuti sub denumirea comerciala de Sachtoklar, Bopac, Kemwater Pax-18. Pentru testarea reactivilor de coagulare in procesul de tratare a apei din sursa Prut s-a efectuat initial analiza din punct de vedere fizic si chimic a apei brute pentru a stabili valorile parametrilor de operare la intrarea in zona de prelucrare, iar valorile obtinute sunt prezentate in tabelul 1.

Reactivii de coagulare-floculare trebuie sa indeplineasca conditiile unei operari cu costuri accesibile, toxicitatea sa fie cat mai redusa, iar parametrii de operare a procesului de coagulare-floculare sa cuprinda o arie de valori cat mai larga.

Tabel 1. *Analiza fizico-chimica a apei brute din sursa Prut*

Parametru	Unitate de masura	Valoare
<u>Temperatura</u>	°C	22°C
<u>pH</u>		8.34
<u>Duritate totala</u>	°d	16.39
<u>Duritate temporara</u>	°d	9.72
<u>Duritate permanenta</u>	°d	6.67
<u>Calciu</u>	°d	11.92
<u>Magneziu</u>	°d	4.47
<u>Al⁺³ total</u>	ppm ca ion	0.01
<u>NO₃⁻</u>	ppm ca ion	4.00
<u>NO₂⁻</u>	ppm ca ion	0.03
<u>Oxygen dizolvat</u>	ppm	6.40
<u>Turbiditate</u>	NTU	22.2
<u>Conductivitate</u>	µS/cm	419.00
<u>CCOCr</u>	mg/L	13.8
<u>Reziudiu fix</u>	mg/L	510
<u>Suspensii</u>	mg/L	312
<u>CBO₅</u>	mg/L	1.6

Cercetarile de laborator au avut ca scop determinarea dozei optime de agent de coagulare- floculare pe baza de aluminiu si fier trivalent [134].

Eficacitatea sulfatului de aluminiu si a polihidroxii clorurii de aluminiu (denumire comerciala BOPAC) s-a realizat prin raportare la apa bruta prelevata in punctul de intrare in Complexului de tratare „Chirita”.

Sulfatul de aluminiu, unul dintre cei mai utilizati agenti de coagulare se prezinta sub forma anhidra. Valoarea pH-ului apei la care se recomanda utilizarea lui este intre 5.5 – 7.0, valoarea medie utilizata este intre 1 – 100 mg/L, valoarea optima se determina in laborator prin metoda jar-test, cu o solutie de 10% sulfat de aluminiu.

In cercetari s-a folosit o solutie de BOPAC de concentratie 4 % si o solutie Al₂(SO₄)₃ de 10%; s-a urmarit performanta celor doi reactivi in procesul de coagulare prin indicele de

turbiditate, continutul in substante organice si continutul de aluminiu rezidual, iar datele obtinute sunt prezentate in tabelul 2.

Tabel 2. *Eficacitatea sulfatului de aluminiu si a polihidroxi clorurii de aluminiu (BOPAC) in procesul de tratare a apei din sursa Prut*

	Apa bruta	Coagulare cu sulfat de aluminiu					Coagulare cu Polihidroxi clorura de aluminiu				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Doza de coagulant, in substanta activa, (mg/L)	--	0.95	1.4	1.9	2.3	2.8	0.95	1.4	1.9	2.3	2.8
Turbiditate (NTU)	34	20	13.6	11	8.7	8.3	14.4	4.5	6.4	8.4	8.6
Oxidabilitate (KMnO ₄) mg/L	12.96	9.80	9.16	8.22	7.58	7.27	8.53	5.69	6.00	6.32	6.32
pH	8.00	7.65	7.58	7.45	7.40	7.22	7.93	7.82	7.80	7.78	7.76
Aluminiu rezidual in apa tratata, (mg/L)	--	0.056	0.083	0.112	0.136	0.166	0.061	0.090	0.101	0.121	0.135

Din analiza datelor prezentate in tabelul 2 si figura 2 rezulta ca la tratarea apelor din sursa Prut cu sulfat de aluminiu, se reduce turbiditatea si continutului de substante organice, efecte ce se amplifica o data cu cresterea concentratiei de agent coagulant, astfel incat la o doza de agent coagulant de 2.8 mg/L turbiditatea scade cu 75 – 76%, continutul de substante organice cu 42 – 44%, dar in acelasi timp creste concentratia reziduala a aluminiului in apa tratata ajungand la 0.166 mg/L

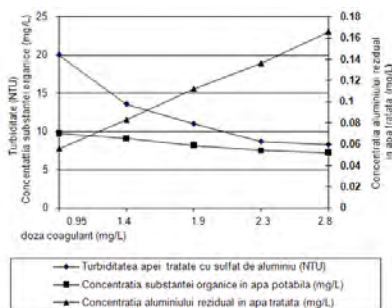


Figura 2. *Variatia turbiditatii, substantei organice si a aluminiului rezidual la tratarea apei din sursa Prut cu sulfat de aluminiu*

La tratarea apei din sursa Prut cu polihidroxi clorura de aluminiu in aceleasi conditii ca si sulfatul de aluminiu, procesul de coagulare este mai rapid, iar la concentratia de 1.4mg/L, polihidroxi clorura de aluminiu, turbiditatea se reduce cu 85-86%, continutul de substante organice se reduce cu peste 60%, concentratia aluminiului rezidual este de 0.090 mg/L. Datele experimentale obtinute conduc la ideea unui proces de pseudo-echilibru ceea ce impune

determinarea si utilizarea concentratiei optime de polihidroclorura de aluminiu in procesul de tratare a apelor brute (figura 3 si tabelul 2).

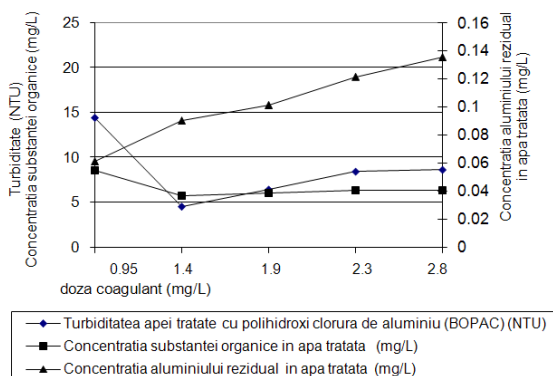


Figura 3. *Variatia turbiditatii, a continutului de substante organice si aluminiul rezidual la apa tratata din sursa Prut cu reactivul de coagulare BOPAC (polihidroxi clorura de aluminiu)*

In continuare s-a experimentat eficacitatea policlorurii de aluminiu in procesul de tratare a apelor din sursa Prut in comparatie cu sulfatul de aluminiu iar rezultatele sunt redade in tabelul 3 si figura 4.

Tabel 3. *Eficacitatea sulfatului de aluminiu si a policlorurii de aluminiu (Sachtoclar 46.24) in procesul de tratare a apei din sursa Prut*

		Coagulare cu Sachtoclar 46.24 (policlorura de aluminiu)					Coagulare cu Sulfat de aluminiu				
Parametru	Apa bruta	Apa bruta din sursa Prut									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Doza coagulant (mg/L)		0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.17	0.2	0.3	0.4	0.5
Turbiditate (NTU)	39.40	8.18	7.25	6.40	3.20	2.6	37	20.4	17.3	14.7	10.2
Oxidabilitate (mg/L KMnO ₄)	14.22	8.12	7.90	7.26	6.92	6.32	13.91	13.27	12,6	11.69	11.08
pH	8.05	7.14	7.02	6.94	6.83	6,75	8.00	7.92	7.88	7.85	7.80
Aluminiu rezidual in apa tratata(mg/L)	--	0.67	0.075	0.080	0.088	0.096	0.087	0.103	0.12	0.143	0.153

Datele din tabelul 3 si figura 4 evidentiaza faptul ca la utilizarea policlorurii de aluminiu are loc un intens proces de coagulare simultan cu reducerea turbiditatii si a continutului de substanta organica, mult superioare celor obtinute la tratarea aceleasi ape cu sulfat de aluminiu.

Dar si in acest caz se acumuleaza aluminiu rezidual in apele tratate pana la valori de 0.096 mg/L fapt care ne-a condus la ideea continuarii cercetarilor privind coagularea prin utilizarea clorurii ferice,

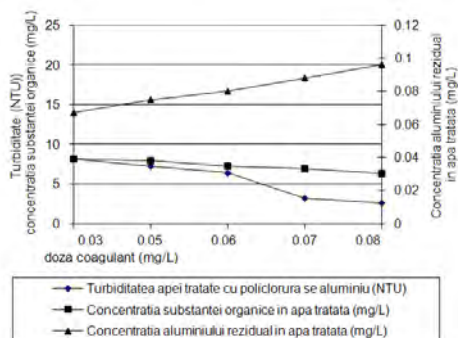


Figura 4. *Variatia turbiditatii, a continutului de substante organice si aluminul rezidual in apa tratata din sursa Prut cu reactivul de coagulare policlorura de aluminiu (Sachtoclar46.24)*

Cercetarile privind doza si eficacitatea clorurii ferice in tehnologia de tratare a apei din sursa Prut, s-au realizat in urmatoarele conditii tehnice :

Agent coagulant utilizat: clorura ferica, 0.450 mg/L, agent floculant: poliacrilamida tip PE FLOERGER AN 923 SEP, timp de floculare: 5 minute, turbiditatea s-a masurat dupa sedimentare la 5 si 20 minute.

Viteza de rotatie a agitatorului in faza de omogenizare: 250 rpm iar viteza de rotatie a agitatorului in faza de floculare: 25 rpm.

Eficacitatea procesului de coagulare a substantelor dispersate in apele provenite din sursa Prut cu clorura ferica, in prezenta si absenta agentilor floculanti, s-a urmarit prin determinarea turbiditatii la 5 si 20 de minute dupa realizarea tratamentelor iar rezultatele obtinute sunt redade in tabelele 4-6 si figura 5.

Datele din tabelul 4 evidentiaza ca turbiditatea scade odata cu cresterea dozelor de clorura ferica, valorile minime obtinute la o doza de coagulant de 15.00 mg/L fiind de 2.8 NTU (la 5 minute) si 2.00 NTU (la 20 minute).

Aceste valori indica faptul ca scaderea turbiditatii este conditionata de cresterea dozei de agent de coagulare, ceea ce determina costuri mari de productie.

Tabel 4. *Variatia turbiditatii la tratarea apelor din sursa Prut cu clorura ferica in diverse doze in absenta agentilor floclanti*

Parametru	Unitate masura	Proba					
		Apa bruta	1	2	3	4	5
Doza coagulant	mg/L	-	5	7.5	10	12.5	15.0
Doza floclant	mg/L	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbiditate dupa 5 minute	NTU	77.0	15.4	6.70	6.10	3.80	2.80
Turbiditate dupa 20 minute	NTU	65.0	12.0	5.60	5.55	3.18	2.00
Temperatura	°C	23.0	22.6	22.3	22.1	22.2	22.6
pH	-	8.15	7.62	7.38	7.23	7.12	7.00
Conductivitate	μS/cm	600	600	620	610	620	620
Floculare	1 - 5	5	3	2	2	2	1
Sedimentare	1 - 5	5	3	2	2	2	1

Din aceste motive s-au realizat, in continuare studii privind scaderea turbiditatii in prezenta poliacrilamidei, ca agent floclant, urmarindu-se stabilirea unui raport optim intre scaderea turbiditatii, cantitatile de agenti de coagulare/floculare- cost de productie. Influxia cantitatilor de agent de coagulare in prezenta unei cantitati fixe de agent floclant (0.25mg/L poliacrilamida) sunt redete in tabelul 5. Din analiza datelor din tabelul 5 rezulta ca prezenta agentului floclant favorizeaza scaderea turbiditatii. Valorea minima de 2.30 NTU (la cinci minute) si de 2.00 NTU la 20 de minute se obtine cu 12.5 mg/L agent de coagulare si 0.25 mg/L agent floclare.

Tabel 5. *Variatia turbiditatii apelor din sursa Prut la tratarea cu diverse doze de clorura ferica in prezenta unei cantitati fixe de poliacril amida*

Parametru	Unitate masura	Proba					
		Apa bruta	1	2	3	4	5
Doza coagulant	mg/L	-	2.5	5	7.5	10	12.5
Doza floclant	mg/L	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Turbiditate dupa 5 minute	NTU	71.0	14.3	10.5	7.70	4.80	2.30
Turbiditate dupa 20 minute	NTU	61.5	13.5	8.30	6.50	4.10	2.00
Temperatura	°C	23.4	23.8	23.4	23.2	23.2	23.6
pH - value	-	8.11	7.66	7.59	7.38	7.30	7.15
Conductivitate	μS/cm	620	620	620	620	630	650
Floculare	1 - 5	5	4	3	2	2	1
Sedimentare	1 - 5	5	4	3	2	2	1

In continuare s-a urmarit influenta cantitatilor de agent de floclare, in prezenta unei cantitati fixe de agent coagulant, 7.5 mg/L clorura ferica, asupra turbiditatii, rezultatele fiind prezentate in tabelul 6. Din analiza datelor experimentale redete in tabelul 6 rezulta ca

turbiditatea scade la cresterea dozei de agent de floclurare, dar scaderea are loc pana la valoarea de 0.125 mg/L, dupa care se remarca faptul ca turbiditatea creste odata cu cresterea dozei de agent flocluant desi procesul de floclurare este mai intens. Coreland datele experimentale redate in tabelul 5 se poate afirma ca turbiditatea este favorizata de cresterea dozei de agent coagulant pana la valoarea de 12.5mg/L si de cresterea dozei de agent flocluant pana la valoarea de 0.125mg/L, valori ce asigura costuri minime de productie. In ultima parte a experimentelor realizate s-a urmarit influienta timpului asupra procesului de coagulare/floclurare, rezultatele fiind prezentate in figura 5.

Tabel 6. *Variatia turbiditatii la tratarea apelor din sursa Prut cu doza fixa de clorura ferica si doza variabila de poliacrilamida*

Parametru	Unitate masura	Proba					
		Apa bruta	1	2	3	4	5
Doza coagulant	mg/L	-	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Doza flocluant	mg/L	-	0.0625	0.125	0.25	0.375	0.50
Turbiditate dupa 5 minute	NTU	72.0	7.30	6.6	7.6	7.60	11.0
Turbiditate dupa 20 minute	NTU	60.3	7.1	5.7	5.8	5.6	6.7
Temperatura	°C	24.2	23.8	24.1	23.9	23.8	23.8
pH	-	8.12	7.40	7.42	7.38	7.38	7.4
Conductivitate	μS/cm	620	620	620	620	620	620
Floclurare	1 - 5	5	4	2	1	1	1
Sedimentare	1 - 5	5	2	1	3	3	3

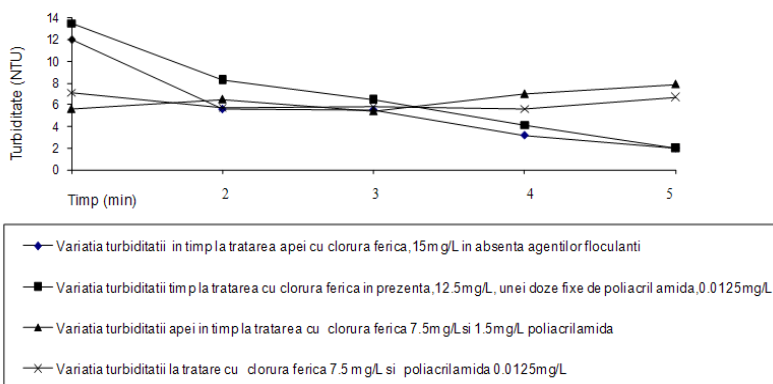


Figura 5. *Variatia turbiditatii in timp pentru diverse conditii de experimentare*

3.3 Concluzii in urma experimentelor comparative ale eficientei reactivilor de coagulare pe baza de fier si aluminiu trivalent

Rezultatele experimentale comparative ale eficacitatii reactivilor de coagulare pe baza de saruri trivalente de fier si aluminiu utilizate in tratarea apelor brute din sursa Prut, conduc la urmatoarele concluzii :

- Sulfatul de aluminiu si polihidrociorura de aluminiu (BOPAC si Sachtoclar 46.24), reduc considerabil turbiditatea apei brute si a continutului de substante organice din sursa Prut.

- Policlorura de aluminiu si polihidroxi clorura de aluminiu genereaza o reducere a turbiditatii superioare sulfatului de aluminiu la aceeasi doza de substanta activa.

- In apele tratate cu polihidroxi clorura de aluminiu si policlorura de aluminiu continutul de aluminiu rezidual este mai mic decat in cazul utilizarii sulfatului de aluminiu.

- Studiul experimental comparativ intre reactivii trivalenti de aluminiu si fier utilizati in tratarea apei din sursa Prut, evidentiaza faptul ca dozele de clorura ferica utilizate sunt mai mici decat cele pe baza de aluminiu, in aceleasi conditii de operare.

- Pentru aceleasi conditii de operare dozele de clorura ferica utilizate sunt mai mici fata de cele pe baza de aluminiu, iar scaderea turbiditatii si a continutului de substante organice este mai intens.

3.4 Modelarea statistica a procesului de coagulare floculare

Pentru obtinerea modelelor matematice ale proceselor studiate si a informatiilor necesare asupra factorilor semnificativi ai acestora este necesara o investigatie sistematica, eficienta si economica, ceea ce se realizeaza prin utilizarea metodelor de planificare a experimentelor, cunoscute in literatura de specialitate sub denumirea de Experimental design sau Design of Experiment[137].

Pe baza rezultatelor experimentale si a consideratiilor teoretice privind procesul de coagulare-floculare, s-a ales ca si criteriu de optimizare valoarea turbiditatii (y_e). In continuare, s-a stabilit ca factorii, variabilele independente cu influenta semnificativa asupra procesului sunt: cantitatea de clorura ferica, reactivul coagulant, (x_1), cantitatea poliacril amida, reactivul floculant (x_2) si cantitatea de dioxid de clor, reactivul preoxidant, (x_3). In vederea modelarii statistice, s-a stabilit, pentru fiecare factor in parte, domeniul de determinare, a centrului experimentului precum si pasul de variatie, luand in considerare restrictii de realizabilitate, tehnologice si tehnice ale procesului[137]. Matricea experimentală a programului este prezentata in tabelul 7.

Principiul metodei de estimare (aproximare) il constituie regresia liniara multipla (MLR). Aceste date sunt prezentate in tabelul 8.

Tabel 7. *Matricea experimentală a programului*

Nr. Det.	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	y
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	y_1
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	y_2
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	y_3
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	y_4
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	y_5
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	y_6
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	y_7
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	y_8
9	1	1,682	0	0	0	0	0	2,83	0	0	y_9
10	1	1,682	0	0	0	0	0	2,83	0	0	y_{10}
11	1	0	1,682	0	0	0	0	0	2,83	0	y_{11}
12	1	0	1,682	0	0	0	0	0	2,83	0	y_{12}
13	1	0	0	1,682	0	0	0	0	0	2,83	y_{13}
14	1	0	0	1,682	0	0	0	0	0	2,83	y_{14}
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{15}
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{16}
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{17}
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{18}
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{19}
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{20}

Tabel 8. *Domeniile și pași de variație pentru variabilele independente*

Factorul	Cod	Valorile de bază și extreme pentru parametri			Pasul de variație
		Minim (-1)	Bază (0)	Maxim (+1)	
Cantitatea de agent coagulant (x_1), (mg/L)	X_1	2.5	7.5	12.5	5
Cantitatea de agent floculant (x_2), (mg/L)	X_2	0.20	0.35	0.5	0.15
Cantitatea de agent preoxidant, (x_3), (mg/L)	X_3	0.10	0.20	0.30	0.1

Pentru calculul coeficienților de regresie s-a realizat un program compus central rotabil pentru trei variabile independente pentru a efectua numărul minim de experiențe în raport cu numărul de coeficienți de determinat. S-au efectuat 20 de experiențe, dintre care 6 în centrul experimentului. Matricea experimentului și a rezultatelor privind scăderea turbidității sunt prezentate în tabelul 9

Tabel 9. *Matricea experimentului*

Exp No	x_1	x_2	x_3	y_e
1	-1	-1	-1	13.5
2	1	-1	-1	2.25
3	-1	1	-1	11.85
4	1	1	-1	1.96
5	-1	-1	1	10.61
6	1	-1	1	2.05
7	-1	1	1	11.72
8	1	1	1	3.88
9	-1.682	0	0	18
10	1.682	0	0	1.41
11	0	-1.682	0	5.37
12	0	1.682	0	5.99
13	0	0	-1.682	6.11
14	0	0	1.682	6.09
15	0	0	0	7.11
16	0	0	0	6.12
17	0	0	0	6.09
18	0	0	0	6.12
19	0	0	0	6.1
20	0	0	0	6.12

Datele experimentale obtinute s-au prelucrat cu software-ul specializat *MODDE*. Pentru analiza caracteristicilor variabilelor sub aspectul tendintei centrale, al imprastierii si formei distributiei, aplicatia MODDE furnizeaza statisticile descriptive prezentate in tabelul 10

Tabel 10 *Statistici descriptive furnizate de aplicatia MODDE*

	ye
Min	1.41
Max	18
Mean	6.9225
Q(25%)	4.625
Q(75%)	8.86
Median	6.105
Std. Dev.	4.25925
Min/Max	0.0783333
N	20

Rezultatele experimentale sunt concentrate in jurul mediei indicand variatii slabe, ceea ce face posibila stapanirea procesului studiat si care le-a generat si sunt prezentate in figura 6 sub forma histogramei dispersiei mici.

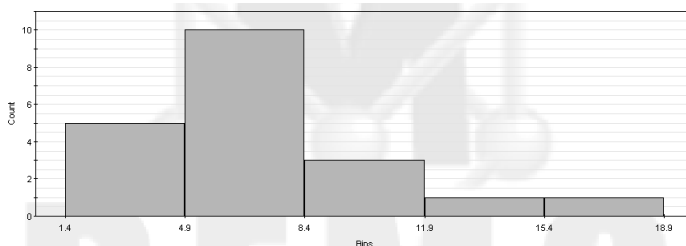


Figura 6. *Histograma dispersiei mici*

In tabelul 11, este prezentata matricea de corelatie. Se observa de aici intensitatea legaturilor dintre toate perechile de variabile.

Tabel 11. *Matricea de corelatie*

	x1	x2	x3	x1*x1	x2*x2	x3*x3	x1*x2	x1*x3	x2*x3	ye
x1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.953817
x2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.0297733
x3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-0.0194371
x1*x1	0	0	0	1	-0.0904184	-0.0904184	0	0	0	0.25563
x2*x2	0	0	0	-0.0904184	1	-0.0904184	0	0	0	-0.0645309
x3*x3	0	0	0	-0.0904184	-0.0904184	1	0	0	0	-0.0311229
x1*x2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.0396103
x1*x3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.0902659
x2*x3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.092932
ye	-0.953817	0.0297733	-0.0194371	0.25563	-0.0645309	-0.0311229	0.0396103	0.0902659	0.092932	1

Reprezentarea grafica a corelatiilor tabelate mai sus este redata in figura 7. Instrumentul de analiza a corelatiei se foloseste pentru a examina fiecare pereche de variabile de masurare si a determina daca cele doua variabile de masurare tind sa se influenteze reciproc adica, daca valorile mari ale unei variabile tind sa poata fi asociate cu valorile mari ale celeilalte variabile (corelatie pozitiva), daca valorile mici ale unei variabile tind sa poata fi asociate cu

valorile mici ale celeilalte variabile (corelatie negativa) sau daca valorile celor doua variabile tind sa fie necorelate (corelatie aproximativ nula).

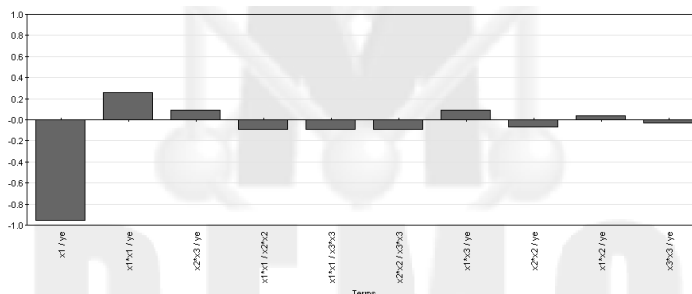


Figura 7. **Reprezentarea corelatiei liniare dintre factori si raspuns**

Pe baza rezultatelor furnizate de aplicatia MODDE s-a considerat ca ecuatia de regresie care reda cel mai bine $y_e(x_1, x_2, x_3)$ este de forma :

$$ye = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (1)$$

Calculul coeficientilor ecuatiei de regresie, s-a realizat cu metoda regresiei liniare multiple. Sumarul aproximarii MLR se prezinta in figura 8 si tabelul 12.

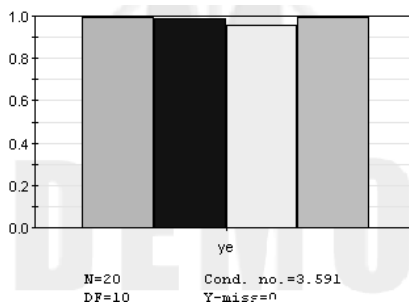


Figura 8. **Indicatorii statistici pentru aproximarea MLR:**

Tabel 12. **Sumarul aproximarii MLR**

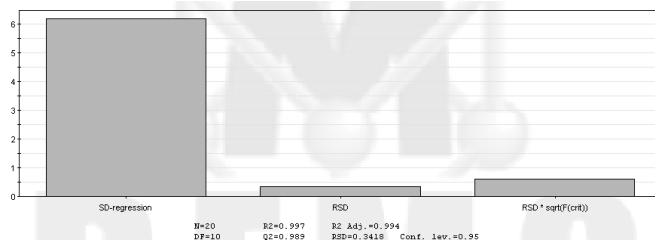
	R2	R2 Adj.	Q2	SDY	RSD	N	Model Validity	Reproducibility
ye	0.996611	0.99356	0.988921	4.25925	0.341793	20	0.953647	0.990804
N = 20	Cond. no. = 3.591							
DF = 10	Y-miss = 0							

In tabelul 12, sunt prezentati coeficientii modelului cu intervalele de incredere 95% corespunzatoare.

Tabel 13. *Coefficientii modelului*

ye	Coeff. SC	Std. Err.	P	Conf. int(±)
Constant	6.27627	0.139401	7.02974e-013	0.310601
x1	-4.79156	0.0924837	1.73611e-013	0.206065
x2	0.149569	0.0924837	0.136897	0.206065
x3	-0.0976432	0.0924837	0.315904	0.206065
x1*x1	1.21441	0.0900184	9.64372e-008	0.200572
x2*x2	-0.20829	0.0900184	0.0432226	0.200572
x3*x3	-0.0598339	0.0900184	0.521284	0.200572
x1*x2	0.26	0.120842	0.0569137	0.26925
x1*x3	0.592499	0.120842	0.000620254	0.26925
x2*x3	0.61	0.120842	0.000500775	0.26925
N = 20	Q2 = 0.989		Cond. no. = 3.591	
DF = 10	R2 = 0.997		Y-miss = 0	
	R2 Adj. = 0.994		RSD = 0.3418	
			Conf. lev. = 0.95	

Revizuirea modelului s-a realizat prin analiza ANOVA. In diagrama din figura 9, se prezinta pentru comparatie, abaterea standard a regresiei (modelului) si abaterea standard a reziduurilor. Modelele bune prezinta o prima bara (abaterea standard a regresiei) mult mai mare decat bara a treia, abaterea standard a reziduurilor pentru limita superioara a intervalului de incredere. Concluzia este ca modelul analizat este bun.

Figura 9. *Diagrama ANOVA*

Pe baza rezultatelor analizei efectuate pana aici, a rezultat ca modelul matematic pentru procesul studiat este:

$$y_e = 6,27627 - 4,79156x_1 + 1,21441x_1^2 - 0,20829x_2^2 + 0,592499x_1x_3 + 0,61x_2x_3 \quad (2)$$

Din examinarea coeficientilor modelului matematic in domeniul de valori ale factorilor luati in considerare, s-au obtinut urmatoarele informatii:

- Concentratia reactivului de coagulare, x_1 , influenteaza de 3,94 ori mai puternic y_e decat x_1^2 ;
- y_e scade la cresterea lui x_1 ;
- cresterea lui x_2^2 micsoreaza y_e ;
- y_e creste la cresterea lui x_1x_3 si x_2x_3 .

Valoarea 0,988921 indica un model foarte bun cu o buna putere de predictie.

- Abaterea standard, SDY , are o valoare acceptabila de 4,25925.
- Abaterea standard reziduala, $RSD= 0,341793$ este mica.

Valorile reproductibilitatii si valabilitatii modelului analizat, apropiate de unitate, indica un model foarte bun. Aceste informatii sunt evidentiate sub forma de suprafete si curbe de raspuns in figurile 10-11

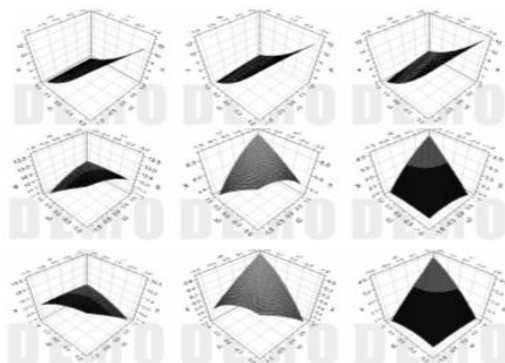


Figura 10. *Suprafetele de raspuns*

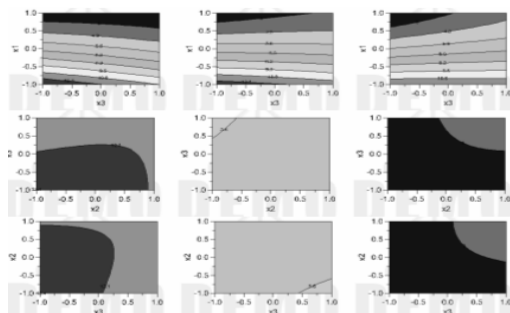


Figura 11. *Curbele de nivel*

Optimizarea procesului de coagulare-floculare s-a efectuat cu aplicatia MODDE utilizand algoritmul “simplexului descendent” redat in figura 12.

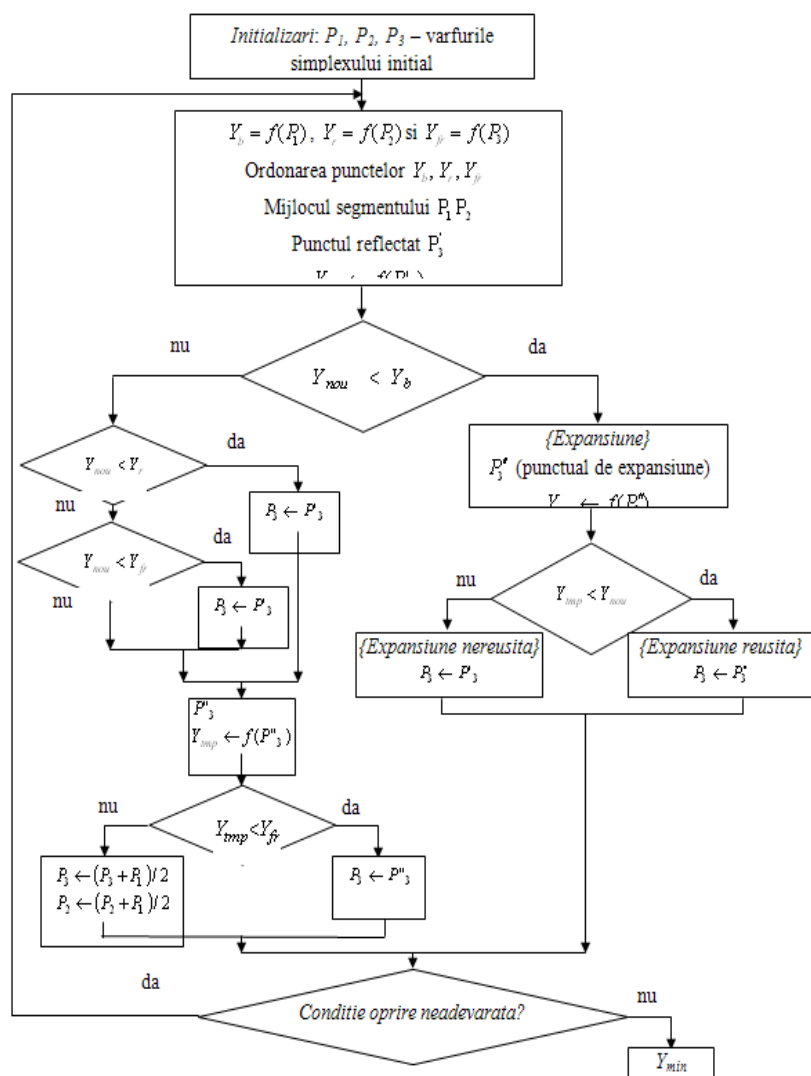


Figura 12. Algoritmul simplexului descendent

Rezolvarea problemei s-a facut in 3 variante care se descriu in continuare.

1.Optimizare fara valori de pornire cand acestea se genereaza implicit de catre aplicatia *MODE*. Rezultatele obtinute se prezinta in tabelul 14

Tabel 14. *Optimizarea fara valori de pornire*

	x1	x2	x3	ye	iter	log(D)
1	0.9883	1	-1	1.7675	212	0.2529
2	1	-1	0.0736	2.0725	221	0.4558
3	0.942	0.9999	-1	1.8962	217	0.3444
4	1	-0.0395	-1	2.152	178	0.5017
5	1	0.4256	-1	2.0214	197	0.4249
6	0.9715	1	-1	1.8136	205	0.2868
7	0.9715	1	-1	1.8136	205	0.2868
8	1	0.4256	-1	2.0214	197	0.4249

In aceste conditii, minimul s-a obtinut dupa 212 iteratii. Valoarea optima este de $ye_1=1,7675$ iar valorile optime ale variabilelor de decizie sunt: $x_1=11.25\text{mg/L}$, $x_2=0.5\text{mg/L}$ si $x_3=0.10\text{mg/L}$ corespunzatoare valorilor codificate de 0,9883; 1 si, respectiv, -1.

2.Optimizare cu generarea automata a valorilor de pornire (la comanda de generare). Rezultatele obtinute sunt prezentate in tabelul 15.

	x1	x2	x3	ye	iter	log(D)
1	0.7147	-1	1	2.5843	140	0.7161
2	0.9999	-1	1	1.9065	263	0.3513
3	0.7149	1	-1	2.603	132	0.7243
4	1	-1	-0.8581	2.136	151	0.4927
5	1	-1	0.3443	2.0346	158	0.433
6	0.9999	-1	1	1.9065	263	0.3513
7	1	1	-1	1.7357	170	0.2288
8	1	-1	1	1.9063	163	0.3511

Minimul pentru $ye_2=1,7357$ s-a obtinut dupa 170 de iteratii. Valorile optime ale variabilelor de decizie sunt: $x_1=12.5\text{mh/L}$, $x_2=0.5\text{mg/L}$ si $x_3=0.10\text{mg/L}$ corespunzatoare valorilor codificate 1, 1 si -1. se constata avantajele unei optimizari mai eficiente (mai putine iteratii), si minimul usor diferit (mai mic decat precedentul).

3.Optimizare cu generarea valorilor de pornire dintre cele selectate

Tabel 16. *Optimizare cu generarea valorilor de pornire*

	1	2	3	4	5	6
	x1	x2	x3	ye	iter	log(D)
1	1	1	-1	1.7357	149	0.2288
2	1	1	-1	1.7357	168	0.2288
3	1	0.9	-1	1.7953	157	0.2735
4	1	1	-1	1.7357	202	0.2288
5	1	1	-1	1.7357	170	0.2288

Din tabelul 16, se observa o imbunatatire a eficientei procesului de optimizare: numarul iteratiilor a scazut la 149. Rezultatele obtinute in urma optimizarii procesului de coagulare floculare a apei din sursa Prut sunt:

$$-y_{e_{\min}}=1,7357;$$

-valorile variabilelor de decizie (pentru care se obtine minimul) sunt: $x_1= 12.5\text{mg/L}$, $x_2= 0.5\text{mg/L}$ si $x_3= 0.10\text{mg/L}$ corespunzatoare valorilor codificate 1, 1 si -1.

In final, s-a efectuat verificarea experimentală a optimului gasit. Pentru aceasta, s-au fixat variabilele de decizie la valorile obtinute. In urma experimentului, valoarea masurata pentru y_e a fost de: 1.81°NTU ceea ce confirma optimul estimat. Din studiile de optimizare a ecuatiei ce descrie procesul de coagulare /floculare/preoxidare a apei din sursa Prut rezulta ca pentru a realiza o turbiditate a apei la 1.7357 NTU trebuie folosite urmatoarele valori pentru variabilele de decizie :

- agent coagulant – clorura ferica- 12.5 mg/L
- agent floculant – poli acrilamida – 0.5mg/L
- agent preoxidant – dioxid de clor – 0.1mg/L

Cu aceste valori s-a realizat experimentarea practica, obtinandu-se pentru turbiditate valoarea de 1.81 NTU .

Aceasta valoare a confirmat modelul si valorile obtinute in urma optimizarii ecuatiei ce descrie modelul adoptat[137].

3.4.2 Modelarea neuronală a procesului de coagulare- floculare a apei din sursa Prut

Unul dintre obiectivele principale ale tratării apei potabile îl constituie determinarea dozei optime de agent de coagulare.

Intrucat in modelarea statistica s-a fixat o valoare medie pentru turbiditatea initiala pentru care s-au determinat toti parametrii procesului, iar turbiditatea apei brute variaza in limite foarte largi, s-a realizat o modelare neuronală directă si inversă pentru a stabili corelatia dintre cantitatea de agent de coagulare si valoarea variabila a turbiditatii.

Modelarea neuronală directă a avut drept scop studiul influentelor agentilor de coagulare, floculare si preoxidare asupra turbiditatii apei tratate.

Modelul neuronal determinat a fost folosit la obtinerea curbelor de simulare in interiorul si exteriorul domeniului investigat experimental.

Modelarea neuronală inversă s-a efectuat pentru valori impuse ale turbiditatii la intrarea si iesirea apei tratate, cand modelul neuronal obtinut a furnizat concentratia necesară pentru agentul de coagulare, in interiorul, dar si in exteriorul, domeniului investigat experimental[138,139].

Modelarea neuronală directă a utilizat datele experimentale din tabelul 16. S-a modelat turbiditatea apei la ieșire funcție de condițiile de operare. Datele experimentale au fost utilizate așa cum se recomandă în literatura de specialitate: 70% pentru antrenarea RNA și restul de 30 % pentru validare

Tabel 16. Datele experimentale pentru modelarea neuronală directă

<i>Turbiditatea la intrare °NTU</i>	<i>Cantitate agent coagulant mg/L</i>	<i>Cantitate agent floculant mg/L</i>	<i>Cantitate agent preoxidant mg/L</i>	<i>Turbiditatea la ieșire °NTU</i>
30	5,3	0,3	0,2	2,1
50	6,25	0,3	0,2	2
60	8,75	0,3	0,2	2,1
77	2,5	0,2	0,1	13,5
77	12,5	0,2	0,1	2,25
77	2,5	0,5	0,1	11,85
77	12,5	0,5	0,1	1,96
77	2,5	0,2	0,3	10,61
77	12,5	0,2	0,3	2,05
77	2,5	0,5	0,3	11,72
77	12,5	0,5	0,3	3,88
77	0,79	0,35	0,2	18
77	14,25	0,35	0,2	1,41
77	7,5	0,095	0,2	5,37
77	7,5	0,69	0,2	5,99
77	7,5	0,3	0,064	6,11
77	7,5	0,3	0,463	6,09
77	7,5	0,3	0,2	6,12
90	12,8	0,3	0,2	2,3
110	14	0,3	0,2	2,15
120	14,5	0,3	0,2	2
150	14,8	0,356	0,25	2,18
160	15	0,35	0,2	2,2
180	16,5	0,35	0,25	2
200	17	0,3	0,25	2,05

Tabelul 17 conține diferite topologii ale rețelelor neuronale de tip feed-forward și performanțele acestora în etapa de antrenare

Tabel 17 *Performantele unor topologii testate pentru RNA de tip MLP*

Performanta	MLP(4:3:1)	MLP(4:6:1)	MLP(4:8:1)	MLP(4:12:1)
Eroarea medie patratica, MSE	0,545815	0,461812	0,543599	0,021997
Eroarea medie absoluta, MAE	0,492192	0,508398	0,630464	0,104814
Coefficientul de corelatie liniara, r	0,987459	0,989483	0,993539	0,999499

Pe baza rezultatelor prezentate in tabelul 17 s-a constatat ca este un model relativ simplu si care are bune performante la antrenarea retelei neuronale tip MLP care are un strat ascuns cu 12 neuroni si performante bune la antrenare. Modelul ales este redat prin codul MLP (4:12:1).

Modelarea neuronală directă a furnizat rețeaua care redă dependențele dintre datele experimentale care definesc sistemul investigat. Testarea modelului neuronal MLP(4:12:1) s-a efectuat pe 8 date experimentale noi, nefolosite la antrenare. Rezultate obținute sunt prezentate în tabelul 18 și diagrama din figura 12[141].

Tabel 18. *Performantele MLP(4:12:1) in etapa de validare*

Performanta	MLP(4:12:1)
Eroarea medie patratica, MSE	0,021997
Eroarea medie absoluta, MAE	0,104814
Coefficientul de corelatie liniara, r	0,999499

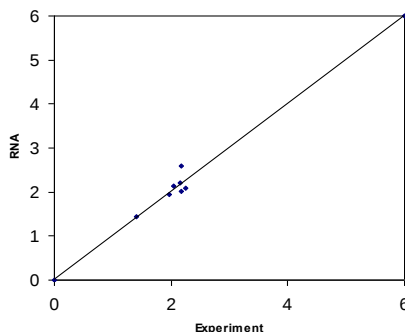


Figura 12. *Datele experimentale si predictiile MLP(4:12:1) in etapa de validare*

Rezultatele bune obtinute in etapa de validare permit utilizarea modelului neuronal MLP(4:12:1) pentru a efectua predictii corespunzatoare unor conditii de operare neexperimentate. Rezultatele obtinute se prezinta in figurile 12- 13 [143].

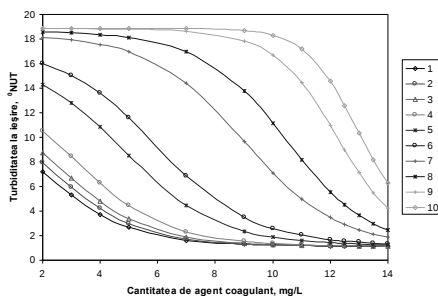


Figura 12. *Turbiditatea la iesire functie de cantitatea de agent coagulant pentru cantitatea de agent floculant de 0,25 mg/L, cantitatea de agent preoxidant de 0,15 mg/L si turbiditatea la intrare de: 1 - 20⁰ NTU, 2 - 25⁰ NTU, 3 - 30⁰ NTU, 4 - 40⁰ NTU, 5 - 60⁰ NTU, 6 - 70⁰ NTU, 7 - 90⁰ NTU, 8 - 100⁰ NTU, 9 - 120⁰ NTU, 10 - 150⁰ NTU.*

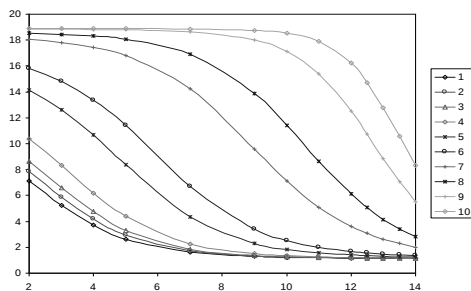


Figura 13 *Turbiditatea la iesire functie de cantitatea de agent coagulant pentru cantitatea de agent floculant de 0,35 mg/L, cantitatea de agent peroxidant de 0,15 mg/L si turbiditatea la intrare de: 1 - 20⁰ NTU, 2 - 25⁰ NTU, 3 - 30⁰ NTU, 4 - 40⁰ NTU, 5 - 60⁰ NTU, 6 - 70⁰ NTU, 7 - 90⁰ NTU, 8 - 100⁰ NTU, 9 - 120⁰ NTU, 10 - 150⁰ NTU.*

Modelarea neuronală inversă are drept obiectiv identificarea condițiilor de operare ale procesului studiat pentru parametri finali impusi

Pentru fazele de antrenare și validare, parametrii statistici ce atestă calitatea modelului neuronal stabilit sunt prezentați în tabelul 19.

Tabel 19. *Topologiile testate pentru MLP si performatele obtinute la antrenare si validare*

RNA	Etapa de antrenare			Etapa de validare		
	Eroarea medie patratica, MSE	Eroarea medie absoluta, MAE	Coeeficientul de corelatie liniara, r	Eroarea medie patratica, MSE	Eroarea medie absoluta, MAE	Coeeficientul de corelatie liniara, r
MLP(2:3:1)	2,782784	1,208806	0,963575	1,660797	1,11037	0,9612
MLP(2:4:1)	1,761854	0,900525	0,977036	3,414007	1,113361	0,924417
MLP(2:5:1)	1,514456	0,875231	0,980286	1,503784	0,82688	0,964904
MLP(2:7:1)	1,508584	0,834902	0,980302	2,071488	1,05122	0,947621
MLP(2:9:1)	1,474185	0,911358	0,980769	1,730995	0,933405	0,956706
MLP(2:11:1)	1,516718	0,912611	0,980769	1,607456	0,840533	0,960384
MLP(2:12:1)	1,502563	0,883991	0,98045	1,812023	0,96181	0,950977
MLP(2:15:1)	1,592798	0,989903	0,979984	1,941791	1,045038	0,947675
MLP(2:17:1)	1,800324	1,089155	0,977926	1,462428	0,773471	0,961501
MLP(2:20:1)	1,763041	1,024672	0,977398	1,613125	0,890726	0,958669
MLP(2:25:1)	1,919019	1,116761	0,976382	1,674187	0,865395	0,955606

Diagramele din figurile 14 si 15 redau buna concordanta dintre datele experimentale si datele generate cu ajutorul modelului neuronal ales.

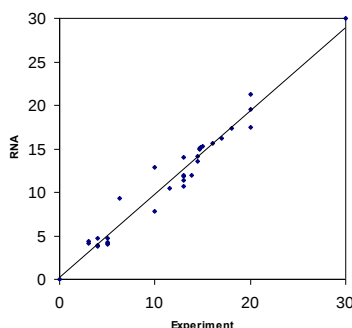


Figura 14. *Datele experimentale si predictiile MLP(2:17:1) in etapa de antrenare*

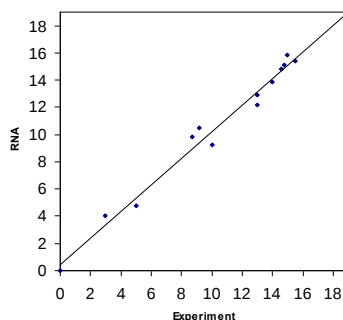


Figura 15. *Datele experimentale si predictiile MLP(2:17:1) in etapa de validare*

Tabel 20 *Predictii ale modelului MLP(2:17:1)*

<i>Turbiditatea la iesire, °NTU</i>	<i>Turbiditatea la intrare, ° NTU</i>	<i>Cantitatea de agent coagulant, mg/L</i>
1,95	10	7,01
2	10	6,60
2,1	10	5,82
1,9	20	8,59
2	20	7,70
2,2	20	6,11
1,9	25	9,15
2	25	8,25
2,1	25	7,39
1,7	30	11,42
2	30	8,78
2,15	30	7,51
1,95	40	10,23
2	40	9,78
2,1	40	8,91
1,6	50	14,04
2	50	10,69
2,1	50	9,83
1,9	55	11,99
2	55	11,10
2,15	55	9,86
1,7	70	14,73
2	70	12,16

Dezvoltarea modelelor neuronale s-a efectuat pe seturi de date experimentale originale, recoltate aleator din apa bruta, sursa Prut, pe o perioada de 30 de zile. Datele au fost receptionate in sistem *real time on line* cu ajutorul echipamentului de automatizare amplasat in complexul Chirita. Software-ul dedicat care se afla implementat in automatele programabile a realizat si analiza datelor recoltate in vederea prelucrarii acestora prin modelare neuronală.

Ca urmare, in cadrul modelelor neuronale, evaluarea dependentelor iesire-intrare sta la baza efectuării de predictii pentru seturi noi de date, de simulare sau reale, date necesare in practica curenta pentru conducerea optima a sistemului abordat in scopul cresterii sigurantei tehnologice si economice. In acest mod, utilizand si rezultatele modelarii directe, s-au obtinut date sigure ce pot fi folosite la dozarea corecta a agentului de coagulare in statia de tratare a apei Chirita.

3.5 Contributii la optimizarea procesului de evacuare a namolului produs in urma procesului de coagulare-floculare

Fluxul de tratare a apei din sursa Prut implementat in Complexul Chirita[42,156], prevede decantarea coloizilor floculati in doua decantoare de tip radial suspensional cu o capacitate de 10000 m³. Rolul acestora este de a obtine apa limpezita ce va fi supusa procesului de filtrare si de indepartarea flocoanelor produse sub forma de namol prin separarea gravitationala. Decantorul suspensional este prevazut prin constructie cu trei conducte tip basa pentru evacuarea namolului cu DN 250 mm, presiunea amestecului apa – namol in conducta de evacuare a namolului este de 0,9 bar, fluxul de lichid evacuat pe ora este de circa 130 mc³.

Rotatia completa a podului raclor se realizeaza in 60 minute. Vanele AUMA sunt deschise la intervale foarte scurte de timp (inchise 20 minute apoi deschise 3 minute si ciclurile se repeta). Functionarea vanelor inchis-deschis functie de timpul prescris conduce la pierderi mari de apa deoarece nu se tine seama de gradul de acumulare al namolului, iar la fiecare deschidere(chiar daca stratul de namol este mic) se elimina apa si odata cu ea, se pierde cantitati insemnate de reactivi de tratare chimica.

In scopul reducerii cantitatii de apa pierduta si inlaturarea efectelor secundare mentionate, s-a dezvoltat, brevetat si implementat o tehnica de eliminare a namolului rezultat, bazat pe masurarea stratului de namol depus prin aplicarea principiului hidrolocatiei ultrasonice. In acest scop s-au efectuat in decantorul suspensional 1 din Complexul de Tratare Chirita, masuratori continue a nivelului de namol, cu o sonda de tip Sonatax SC 1000, furnizata de catre firma Hach Lange Romania[146].

Dispozitivul utilizat, Sonatax Hach-Lange, functioneaza pe principiul hidrolocatiei ultrasonice si este capabil sa masoare grosimea namolului in plan vertical[147].

Dispozitivul hidrolocator ultrasonic a fost montat pe podul raclor al decantorului, in plan vertical deasupra canalului colector de namol ce adaposteste cele trei baze de evacuare a namolului. In timpul rotirii podului raclor, canalul colector este baleiat permanent cu un fascicul unidirectional ultrasonic, ce masoara permanent nivelul namolului.

In figura 16 este prezentat modul de amplasare a modului controller si a sondei ultrasonice pe podul raclor a decantorului suspensional 1 din Complexul Chirita.

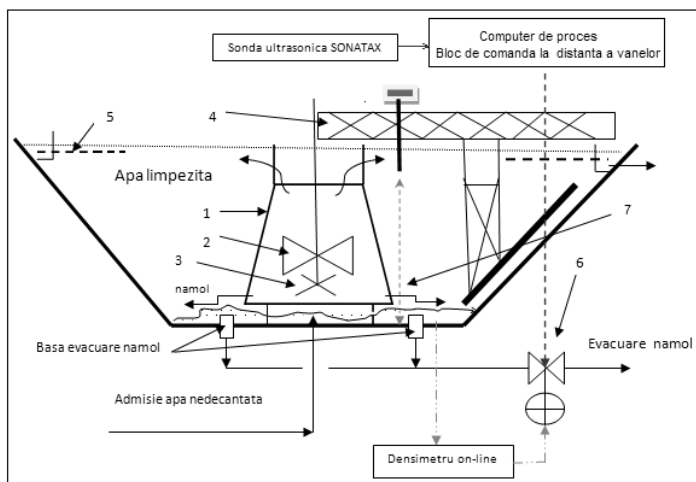


Figura 16. *Schema functionala a decantorului suspensional 1 din cadrul Complexului de Tratare a apei Chirita, Iasi cu scannerul ultrasonic Sonatax*



Figura 17. *Sonda scanner cu fascicol ultrasonic amplasata pe podul raclor al decantorului suspensional 1 din complexul Chirita*

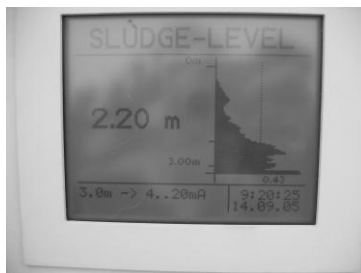


Figura 18. ***Profilul și înălțimea stratului de namol obținut în urma scanării ultrasonice a fundului decantorului suspensional 1 din Complexul Chirita***

Pe perioada experimentelor s-a urmărit în prima etapă conducerea procesului realizat sub control computerizat SCADA, pe baza automatizării așa cum a fost implementată prin rețehnologizare. Datele obținute arată că procesul de extragere a namolului decantat se efectuează la intervale foarte scurte de timp (la fiecare 20 minute are loc evacuarea namolului timp de 180 secunde) cu pierderi semnificative de apă. S-a observat pe baza informațiilor primite de la densimetru-on-line faptul că densitatea namolului în acest mod de operare are valori cuprinse între 0.45- 0.76 mg/L, fapt ce indică prezența unui namol diluat, slab concentrat în substanța uscată.

Profilul ultrasonic al fundului decantorului indică un strat uniform de namol cu înălțimea ce oscilează între 30 și 40 cm, în canalul baselor, dar cu concentrație mică în substanțe uscate.

Din această cauză namolul evacuat este foarte bogat în apă, fapt ce implică pierderi considerabile de apă decantată.

Diagrama trasată de echipamentul Sonatex prezintă pick-uri cu valori maxime și minime generate de deschiderea și închiderea vanelor de evacuare a namolului. Analiza acestor diagrame duce la concluzia că procesul de evacuare a namolului este unul de tip tranzitoriu, stratul de namol neavând timp fizic de stabilizare. Din acest motiv pe lângă namolul propriu zis se elimină cantități relativ mari de apă din decantor.

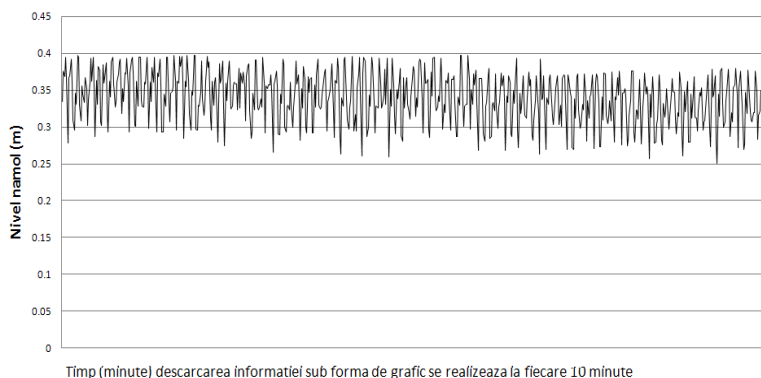


Figura 19. *Profilul ultrasonic al stratului de namol la operarea in varianta clasica*

În scopul testării și implementării noii tehnici de eliminare a namolului, s-a eliminat operarea decantorului suspensional aflat în regim automat sub controlul aplicației SCADA, procedând la controlul extracției namolului pe baza indicațiilor oferite de sonda.

După trecerea în regim de operare sub control ultrasonic, figura 20, (după marker) se observă tendința de creștere a nivelului de namol în canalul de basă a decantorului.

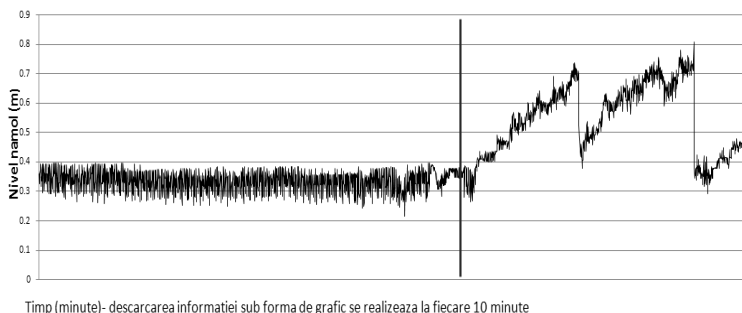


Figura 20. *Modul de eliminare a namolului: cu tehnica implementata si cea pe baza informatiilor ultrasonice*

În perioada următoare s-a stabilit un nou grafic de extracție a namolului din decantor adaptând funcționarea utilajelor la variațiile parametrului nivel de namol.

Extracția namolului s-a realizat la un interval de patru zile, cu un timp de deschidere a baselor de 30 de minute. Intervalul de timp de patru zile a fost considerat optim, fiind suficient pentru a atinge înălțimea și densitatea necesară în vederea limitării maxime pierderilor de apă.

Peste intervalul de patru zile, in sezonul calduros, exista riscul aparitiei fenomenului de fermentatie anaeroba a namolului aflat pe canalul de basa, avand ca efect degajarea de gaze (hidrogen sulfurat, metan) si produsi de metabolism toxici.

Prezenta acestora in apa prezinta riscul deprecierei calitatii apei potabile si suprasolicitarii filtrelor cu carbon activ granular.

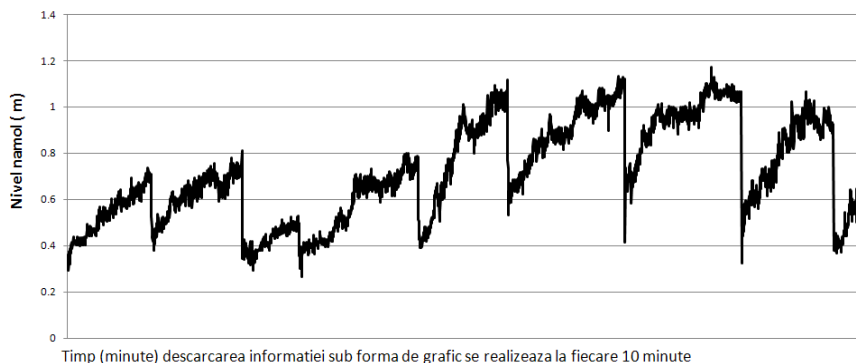


Figura 21 *Secventa optima de extractie a namolului pe baza informatiilor furnizate de scannerul ultrasonic Sonatax*

In figura 21 se observa secventa de extractie a namolului, considerata optima in urma experimentelor, astfel dupa un interval de patru zile se realizeaza o deschidere simultana a celor trei baze de fund pentru o perioada de 30 minute.

Rezultatele optimizarii acestui proces sunt cuantificate in tabelul 8.

Problema pe care o rezolva tehnica nou implementata[146], consta in reducerea pierderilor de apa si utilizarea mai eficienta a reactivilor de tratare.

Reducerea timpilor de functionare a echipamentelor de evacuare a namolului (vane mecano-electrice AUMA, densimetrele on-line), cu efect imediat in reducerea consumului de energie si marirea timpului de viata a acestora. Reducerea turatiei turboagitatorului si a mixerului floclator, prin intermediul convertizorului de frecventa, (de la 8 Hz la 4.2 Hz) pana la valoarea optima de mentinere ferma a flocoanelor formate in conul suspensional

Tabel 21 *Avantajele folosirii dispozitivului ultrasonic Sonatax*

	Cauza	Efectul utilizării dispozitivului Sonatax	Avantajele utilizării dispozitivului Sonatax
1	Cresterea nivelului de namol înainte de extracție	Extragerea namolului cu o periodicitate mai scăzută	Reducerea timpului de funcționare a vanelor mecano-electrice de extracție namol
			Adaptarea la debite variabile de intrare
2	Uniformizarea nivelului de namol înainte de extracție	Extracția unui namol cu o concentrație mai mare de substanță solidă și conținut mai scăzut de apă	Scăderea pierderilor de apă extrasă odată cu namolul
			Namolul extras nu mai conține clorură ferică și hidroxid feric în exces, ce afectează negativ procesele din stația de epurare unde este deversat

Efectul imediat s-a observat în reducerea consumului de energie și obținerea de flocoane de mari dimensiuni ce decantează rapid.

De asemenea trebuie menționat faptul că soluția propusă este aplicabilă la orice valoare a turbidității, dehidrarea vanelor depinzând de înălțimea stratului de namol, asigurându-se astfel calitate reproductibilă pentru apa indiferent de gradul de încărcare a apei brute.

Tabel 22. *Modul de operare curent implementat și modul de operare cu dispozitivul Sonatax*

Operare automată	Operare experimentală cu dispozitivul Sonatax
Deschiderea vanelor la fiecare 20 minute Timp funcționare vane: 180 secunde	Deschiderea vanelor la 3-4 zile Timp funcționare vane AUMA: 30 minute Reducerea pierderilor de apă măsurată cu debitmetre este de 10.000 m ³ /lună

Analizând avantajele și economiile realizate, se constată că este benefică utilizarea sistemului de măsurare online a nivelului de namol tip Hach Lange Sonatax.

4.1 Cercetari experimentale privind eficacitatea utilizarii carbunelui activ in procesul tratarii apei din sursa Prut

Poluarea accidentală a surselor de apă cu produși petrolieri, pesticide și alți poluanți chimici precum și deprecierea apei ca urmare a procesului de eutrofizare nu pot fi corectate prin metoda clasică de tratare, adică floculare – decantare – filtrare pe nisip de cuarț. Introducerea carbunelui activat în tehnologia de tratare a apei potabile are ca rezultat reducerea considerabilă a substanțelor organice, adsorbția substanțelor petroliere poluante, reținerea substanțelor cu caracter pesticid, a mirosurilor și a culorii generate de algele aflate în putrefacție.

Studiul efectuat privind procesul de tratare a apei din sursa Prut ce are implementată tehnologia de filtrare prin carbune activ granular și carbune activ pulbere evidențiază faptul că se poate obține o apă potabilă cu parametrii organoleptici superiori lipsită de elemente poluante[151]. Datorită caracteristicilor specifice a sursei de apă Prut s-a studiat procesul de tratare cu pudră de carbune activat și procesul de filtrare prin filtre rapide cu carbune activat granular.

Pentru tratarea cu pudră de carbune activ s-a utilizat o pudră PAC (powder active charbon) cu spectrul granulometric 0.2 – 0.3 mm provenită din coș petrolier.

Scopul acestei trepte de tratare este de a reține integral poluanții chimici (pesticide, produși petrolieri, pelicule de suprafață cu produși uleioși) ce pot apărea în apa din sursa Prut. Tehnologic soluția de pudră PAC se injectează în tancul de reacție înainte de treapta de decantare[148].

Soluția de PAC formează cu poluanții flocoane ce vor fi reținute integral în decantoarele suspensionale. Sistemul are o funcționalitate discontinuă fiind activat doar la detectia poluanților în sursa de apă.

Instalația are eficacitatea mare în procesul de reducere și îndepărtare totală a mirosului provocat de fenomenul de eutrofizare cauzat de condițiile meteo a apei din sursa Prut.

În figura 22 este prezentat dispozitivul de preparare și dozare a soluției de pudră de carbune activ de tip Alldos implementat în Complexul de tratare a apei Chirita[42].

Pentru tratare cu carbune activ granular s-a folosit carbune cu spectrul granulometric cuprins 0.55 -2.0 mm dispus în filtre rapide de tip deschis cu funcționare continuă, urmărindu-se realizarea corecțiilor finale organoleptice (culoare, miros, gust), și de a reține total eventuale compusi care nu au fost îndepărtați.



Figura 22. *Dispozitivul Alldos pentru prepararea si dozarea solutiei de pudra de carbune activ din cadrul Complexului de tratare a apei Chirita Iasi*

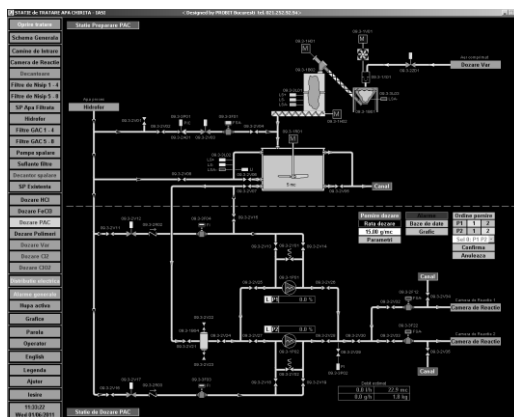


Figura 23 *Interfața de comunicare computer-operator a dispozitivului de dozare a solutiei de pudra de carbune activ*

Determinările experimentale a eficacității filtrării apei prin carbune activat granular și adsorbției pe pudra de carbune activat, s-au urmărit prin determinarea conținutului de substanțe organice pe treptele de tratare, a turbidității apei brute și a caracteristicilor organoleptice a apei tratate adică miros, culoare, gust[151].

Experimentările au fost realizate în următoarele condiții: turbiditatea inițială a apei în punctele de alimentare a fost de 35 ° NTU, agent de coagulare: FeCl_3 de concentrație 0.45 $\text{mgFe}^{+3}/\text{L}$, agent preoxidant: ClO_2 de concentrație 2.5% în doze de 0.25 mg/L . Studiul experimental privind reducerea concentrației substanțelor organice s-a realizat prin comparație

intre concentratia substantei organice in apa bruta si concentratiile substantei organice dupa decantare, treapta de filtrare prin nisip cuaros si filtrare prin carbune granular activ. Rezultatele obtinute privind gradul de reducere al substantei organice din apa pe treptele de tratare este evidentiata in diagramele din figurile 24-26.

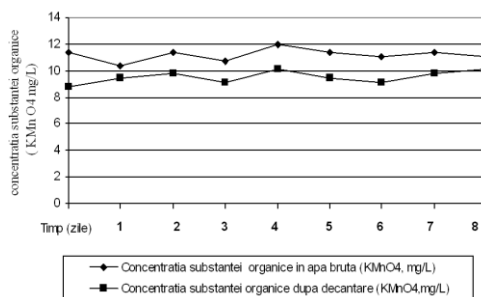


Figura 24. Reducerea continutului de substante organice dupa treapta de decantare

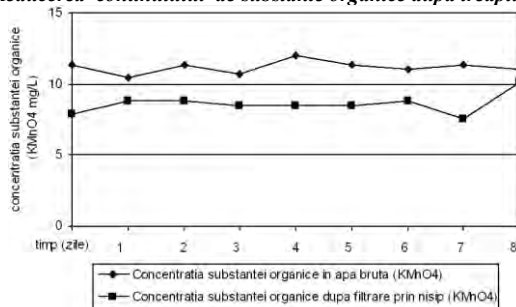


Figura 25. Reducerea continutului de substante organice dupa filtrarea prin nisip cuaros

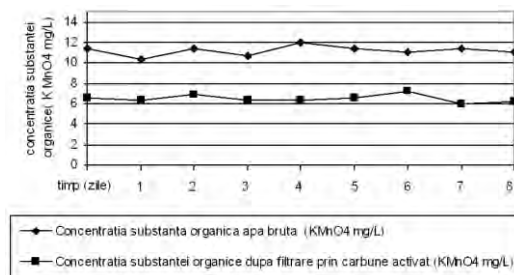


Figura 26. Reducerea continutului de substante organice dupa filtrarea prin carbune activ granular

Analizand datele prezentate in figurile 24-26 se constata ca in treapta de decantare sunt indepartate substantele organice aflate in apa sub forma de suspensii, geluri, pelicule, astfel incat in apa rezultata dupa decantare, continutul de substanta organica este de 9-10 mg/L.

Scaderea concentratiei substantelor organice are loc pana la valori de 8 – 8.2 mg/L in timp ce la filtrarea prin filtrele cu carbune activ granular, scaderea are loc pana la valori de 5.5-6mg/L.

Studiul pentru determinarea concentratiei optime a solutiei de pudra de carbune activat (PAC) de tip TH 90, s-a realizat cu sistemul de preparare si dozare automata model ALLDOS dispus in Complexul Chirita (figura22)[156]. Apa bruta in acest studiu a suferit un proces de eutrofizare, provocat de conditiile meteo, prezentand un miros de intensitate 3.0 (pe scara de la 0 – 5). Doza optima de pudra PAC a fost stabilita experimental la 15 mg/L, valoare la care s-a detectat miros de nivel 0.5 grade. Rezultatele experimentale privind stabilirea dozei optime de carbune activ pulbere, PAC, sunt prezentate in figura 27 din care rezulta ca doza optima este de 15 mg/L, valoarea la care s-a detectat un miros de nivel 0.5 grade .

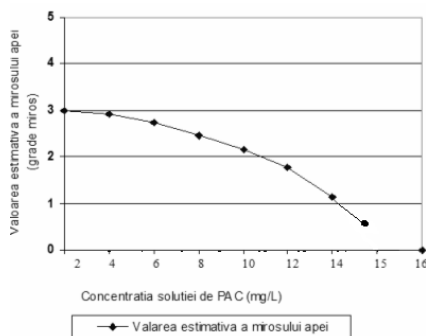


Figura 27. *Gradul de reducere a mirosului apei in urma tratarii cu pudra de carbune activ*

Studiul efectului de reducere a tentelor de culoare s-a realizat prin filtrarea apei prin nisip cuartos si prin carbune granular activat, compararea rezultatelor obtinute pentru valorile monitorizate zilnic pentru culoare, aceste date au fost prelucrate sub forma de valori medii lunare si prezentate in graficul din figura 28.

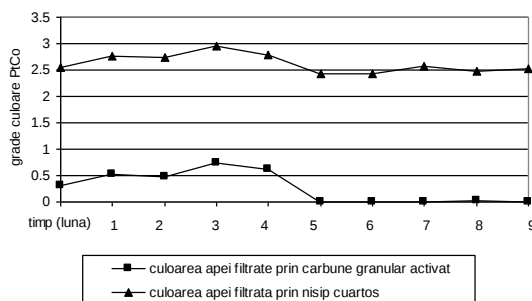


Figura 28. *Eficacitatea filtrarii prin carbune activat granular la reducerea valorii parametrului culoare*

4.2 Concluzii obtinute in urma studiului experimental al eficacitatii filtrarii apei din sursa Prut prin carbune activ

Rezultatele studiului experimental efectuat asupra calitatii apei potabile in urma filtrarii cu carbune activat, conduc la urmatoarele concluzii :

Eficienta crecuta a gradului de reducere a substantei organice din apa .Randamentul de reducere a substantei organice este de circa 51.5%.

Pudra de carbune activat utilizata in procesul de tratare a apei din sursa Prut retine cu usurinta gustul si mirosul rezultat in urma procesului de eutrofizare a apei la concentratii a PAC -ului mici in apa .

In cazul studiului efectuat concentratia determinata experimental a fost stabilita la 15 mg/L.

Flocoanele obtinute au fost sedimentate integral in decantoarele sususpensionale, neafectand procesul de filtrare prin nisip cuartos si carbune activat.

Culoarea apei, generata de prezenta reactivului de coagulare, si a altor saruri dizolvate in apa este redusa cu un randament de 70 – 100 % valoarea masurata fiind intre 0- 1° PtCo.

Studiul experimental efectuat asupra calitatii apei potabile, recomanda utilizarea filtrarii si tratarii apei din sursa Prut cu carbune activat.

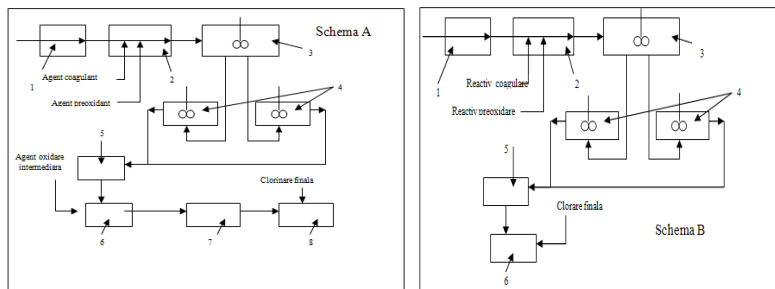
5.1 Cercetari si studii comparative a eficacitatii dezinfectantilor pe baza de clor si dioxid de clor utilizati in dezinfectia apei din sursa Prut

Reducerea sau eliminarea totala a prezentei microbiene din apa potabila se realizeaza (sterilizare) cu agenti chimici puternic oxidanti sau cu agenti fizici, toti avand acelasi scop de a reduce sau sa elimine total prezenta microbiana din apa potabila.

Clorul,reactivul cel mai utilizat in procesele de dezinfectie a apelor potabile, genereaza din nefericire cu substantele organice din apa trihalometani, incriminati de efect cancerigen[112]. Din aceste considerente, se tinde la inlocuirea clorului cu reactivi cu proprietati dezinfectante superioare ce nu genereaza substante toxice .Un astfel de reactiv este dioxidul de clor.

Studiul experimental comparativ al efectelor obtinute la tratarea apei de Prut cu clor si dioxid de clor, evidentiaza faptul ca dioxidul de clor conduce la rezultate superioare in procesele oxidative si biocide si ofera o apa cu cu calitati superioare[154]. Studiul procesului de dezinfectie a fost analizat functie de agentii utilizati clor si dioxid de clor, urmarindu-se reducerea continutului de trihalometani si a poluantilor micro biologici[152]. Schema care

ilustreaza punctele de injectie a agentilor dezinfectanti si a fluxului parcurs este redată în figura 29. Figura 29 prezintă schemele bloc de tratare a apei din sursa Prut astfel : Schema A reprezintă tehnologia de dezinfectie utilizând dioxidul de clor în treptele de tratare și dezinfectie finală , iar schema B reprezintă tehnologia de dezinfectie utilizând numai clor gazos în procesul de preclorinare și clorinare finală



Varianta A: 1-camin intrare apa, 2-camin dozare reactivi, 3-tanc reactie, 4-decantoare, 5-filtru cu nisip, 6-rezervor apa filtrata 7-filtru cu carbune activ granular, 8-rezervor apa potabila
Varianta B: -camin intrare, 2-camin dozare reactivi, 3- tanc reactie , 4- decantoare , 5- filtru cu nisip, 6-rezervor apa filtrata

Figura 29. **Fluxul de tratare în Complexul Chirita A-tehnologia nou implementata, B-tehnologia clasica de tratare**

Pentru testarea eficacitatii reactivilor clor și dioxid de clor în procesul de dezinfectie a apei din sursa Prut s-a determinat inițial gradul de încărcare microbiană și speciile de agenți patogeni. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 23, din care rezultă că apa brută are o încărcare microbiologică de 437500 exemplare/litru [17].

Tabel 23. **Încărcarea microbiologică a apei din sursa Prut supusa procesului de dezinfectie cu clor și dioxid de clor**

Nr.crt	Taxoni identificați		Exemplare densitate/litru
	grup	specii	
1	Bacillariophyta	Amphora ovalis	12500
2	Bacillariophyta	Cyclotella ocellata	75000
3	Bacillariophyta	Gomphonema acuminatum	37500
4	Bacillariophyta	Gomphonema capitatum	87500
5	Bacillariophyta	Navicula lanceolata	50000
6	Bacillariophyta	Navicula lanceolata	37500
7	Bacillariophyta	Nitzschia acicularis	25000
8	Bacillariophyta	Rhoicosphaenia curvata	62000
9	Chlorophyta	Monoraphidium contortum	50000
Total exemplare, densitate/ litru			437500

Datele experimentale prezentate in tabelul 24 evidentiaza faptul ca prin tratarea apei cu clor gazos, pe langa reactiile oxidative si degradare a poluantilor biologici au loc reactii secundare de generare a trihalometanilor (THM) care raman in apa potabila in proportii admise de lege dar, care pot genera fenomene secundare la utilizare.

De mentionat ca utilizarea clorului ca agent dezinfectant favorizeaza aparitia de trihalometani ca rezultat al reactiei substantelor organice din apa cu clorul.

Tabel 24 *Valori a trihalometanilor(THM) obtinute in tehnologia de dezinfectie cu clor gazos in punctul de preoxidare si rezervorul de stocare apa potabila*

Indicatori toxicologici (THM)	U.M.	Complexul Chirita, apa bruta dupa treapta de preclorinare	Complexul Chirita Rezervor apa potabila dupa dezinfectia finala	STAS 1342/1991	Normativ CEE
THM	µgCl/L	11	27.08		
Chloroform	µg/l	11	27	Max 30µg/L	3 – 30
Brom-diclor-metan	µg/l	4.17	11.31	THM total Max 100µg/L	
Dibromclor-clor-metan	µg/l	1.02	3.74		
Bromoform	µg/l	0.05	0.20		
Diclorometan	µg/l	0.05	<0.03		
Tetraclorometan	µg/l	0.3	< 0.05		
1,1 diclor etan	µg/l	< 0.05	< 0.05		
1,2 diclor-etan	µg/l	< 0.05	< 0.05		
1,1,1 triclor – etan	µg/l	< 0.05	< 0.05		
1,1,2 triclor – etan	µg/l	< 0.05	< 0.05		
1,1,2 triclor - etan	µg/l	< 0.05	< 0.05		
Tricolor- etena	µg/l	< 0.05	< 0.05		3 – 30
Tetraclor-etena	µg/l	< 0.05	0.08	0.06	1 - 10

Datele experimentale prezentate in tabelul 24 evidentiaza faptul ca prin tratarea apei cu clor gazos, pe langa reactiile oxidative si degradare a poluantilor biologici au loc reactii secundare de generare a trihalometanilor (THM) care raman in apa potabila in proportii admise de lege dar, care pot genera fenomene secundare la utilizare.

Studiile au continuat cu analiza performantelor obtinute in procesul de dezinfectie cu dioxid de clor .Dioxidul de clor, datorita proprietatilor de instabilitate, se produce local, intr-un dispozitiv ALLDOS Oxiperm [107] in urma reactiei dintre cloritul de sodiu si un amestec de clor si apa.

Tabel 25. Valori a trihalometanilor (THM) obtinute in tehnologia de dezinfectie cu dioxid de clor in punctul de preoxidare si oxidare intermediara in rezervorul de stocare apa filtrata

Nr.crt	Indicatori toxicologici	U.M.	Valori obtinute	Legea 458/2002	
				CMA	Metoda utilizata
1	Chloroform	µg/l	absent	-	EN ISO 10301/1997
2	bromdiclormetan	µg/l	absent	-	
3	clordibrommetan	µg/l	absent	-	
4	bromoform	µg/l	absent	-	
5	Total trihalometani	µg/l	absent	0.00	

CMA- concentratia maxima admisibila in conformitate cu legea 458/2002

Din analiza rezultatelor obtinute, prezentate in tabelul 25, nu s-a evidentiat prezenta trihalometanilor in treptele de tratare, fapt explicabil tinand seama ca dioxidul de clor nu genereaza trihalometani cu substantele organice din apa.

De asemenea dioxidul de clor reprezinta un excelent agent de sterilizare biologica astfel incat la analiza apei tratate nu s-a evidentiat prezenta poluantilor microbiologici.

S-a determinat incarcarea microbiologica din apa dezinfectata cu dioxid de clor in urma oxidarii intermediare si stocata in rezervorul de apa filtrata obtinandu-se valorile conform tabelului 26

Tabel 26. Incarcarea microbiologica a apei supusa procesului de dezinfectie cu dioxid de clor stocata in rezervorul de apa filtrata

Nr.crt	Taxoni identificati		Densitate exemplare /litru	Metoda de analiza
	Grupa	Specia		
	Densitate totala exemplare/litru		absent	STAS 6329-1990

Reducerea pronuntata a continutului de substanta organice dupa etapa de oxidare intermediara cu dioxid de clor ofera posibilitatea obtinerii in final a unei ape potabile de calitate. In ultima etapa, apa este tratata cu clor gazos pentru asigurarea protectiei microbiologice la transport. Continutul redus de substante organice evita generarea de trihalometani in concentratii mari.

Tabel 27. Concentratia trihalometani in rezervorul de apa potabila dupa dezinfectia finala cu clor gazos

Nr.crt	Indicatori toxicologici	U.M.	Valori obtinute	Legea 458/2002	
				CMA	Metoda utilizata
1	Chloroform	µg/l	3.531	-	EN ISO 10301/1997
2	bromdiclormetan	µg/l	6.621	-	
3	clordibrommetan	µg/l	8.326	-	
4	bromoform	µg/l	2.657	-	
5	Total trihalometani	µg/l	21.135	100	

S-a determinat concentratia substantei organice in apa bruta din sursa Prut si din apa potabila, din rezervorul de stocare in scopul urmaririi gradului de reducere a acesteia in urma procesului de oxidare intermediara cu dioxid de clor S-au obtinut curbele de variatie din figura 30.

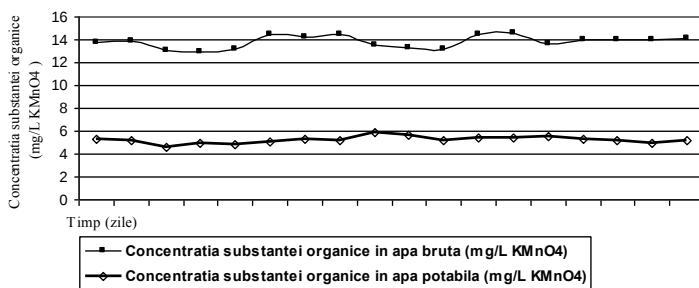


Figura 30. *Evolutia concentratiei substantei organice in apa potabila raportata la apa bruta*

5.2 Concluzii obtinute in urma studiului experimental al eficacitatii dezinfectantilor pe baza de clor si dioxid de clor utilizati in tehnologia de tratare a apei din sursa Prut

Rezultatele studiului experimental comparativ al eficacitatii celor doi reactivi de dezinfectie, clor si dioxid de clor, conduc la urmatoarele concluzii:

- clorul gazos reactioneaza cu substantele organice din apa generand trihalometani, considerati periculosi pentru sanatatea umana ,
- pentru a obtine dezinfectie corespunzatoare, trebuie realizate conditiile de operare specifice acestui reactiv .
- timpul de contact intre clor si apa este mare (minimum 30 de minute).

Dioxidul de clor are proprietati oxidative superioare fata de clorul gazos. Avantajul major al acestui reactiv il constituie faptul ca nu genereaza trihalometani.

- utilizand dioxidul de clor in treptele de tratare, doza de clor injectata la final in rezervorul de apa potabila este mult mai mica decat in tehnologia ce utilizeaza in dezinfectie numai clor gazos.

- la aceleasi doze de dezinfectant, eficacitatea dioxidului de clor este superioara
- prin utilizarea s-a ca agent preoxidant, imbunatateste procesul de decantare
- reduce considerabil substantele organice din apa
- este capabil sa indeparteze, mirosurile produse de algele in descompunere ca urmare a procesului de eutrofizare in sezonul cald.
- timpul de contact cu apa este mult mai mic (maximum 15 minute)

- este mai puțin coroziv decât clorul .
- proprietățile biodistructive nu sunt influențate de temperatura și pH
- este capabil să reducă fierul și manganul din apă.

Studiul efectuat asupra celor doi reactivi de dezinfecție clor și dioxid de clor recomandă utilizarea celui din urmă în procesul de tratare a apei din sursa Prut

6.1 Studiul performanțelor dispozitivului multi-treapta „Aquarius-01” în procesul de potabilizare a apei, pentru aplicații casnice și situații de urgență

Dispozitivul AQUARIUS-01 a fost conceput și realizat de autori[155] în scopul filtrării apei utilizate în gospodăriile casnice, potabilizarea apei în situații de urgență, pentru corecții organoleptice (miros, culoare), de îmbunătățire a calității apei prelucrate și de îndepărtare a nitritilor, nitraților din sursele locale de apă potabilă inclusiv din sursele freatice (fântânile din zona rurală). Dispozitivul prezentat în figura 31 funcționează în regim de alimentare prin sistem cascade, având conectate în serie șase unități funcționale, după cum urmează:

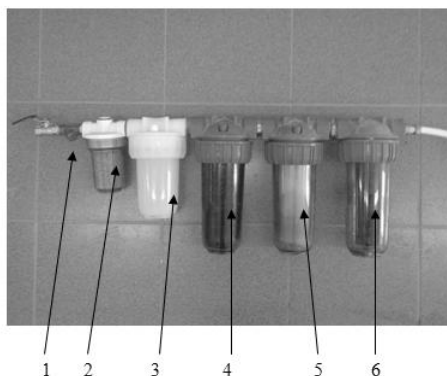


Figura 31. *Dispozitiv filtrant multitreapta model AQUARIUS- 01*

Separator mecanic tip **Y** cu sită de bronz, cu $\Phi_{\text{sită}}$ 0.2mm, pentru reținerea corpurilor de dimensiuni mari, 2. Filtru cu nisip cuarțos cu spectru granulometric de 0.2 – 0.5 mm, pentru reținerea corpurilor de dimensiuni mici și reducerea turbidității, 3. Filtru celulozic multistrat, pentru reducerea avansată a turbidității, 4. Filtru cu carbune activat granular tip TH 90 cu spectru granulometric de 0.4 – 0.6 mm, pentru reținerea poluanților chimici, corecții organoleptice, reducerea turbidității și a cantității de substanțe organice dizolvate în apă, 5. Schimbător de ioni de tipul Seachem Purigen pentru reducerea avansată a cantităților de ioni nitrat și nitrit din

apa,6.Filtru compact din pudra de carbune activat impregnat cu argint ionic, pentru corectii organoleptice, reducerea turbiditatii apei, indepartarea urmelor de poluanti chimici.

Testele efectuate au avut ca scop stabilirea performantelor oferite de dispozitiv in tratarea apei fara a fi nevoie de coagulare chimica, urmarindu-se: reducerea turbiditatii, reducerea continutului de substante organice dizolvate in apa, reducerea sau indepartarea dupa caz a continutului de nitrati si nitriti din apa, imbunatatirea proprietatilor organoleptice prin reducerea valorilor parametrilor miros, gust si culoare.

Performantele blocului filtrant s-au determinat in doua situatii diferite:

1- In prima situatie s-a trecut prin aparatul filtrant AQUARIUS-01 un volum mare de apa bruta (cca 250 m^3), cu scopul de a stabili durata de functionare a cartusului (3) reducător de turbiditate si a cartusului (4) reducător a cantitatilor de substante organice. In continuare s-au determinat performantele obtinute cu dispozitivul filtrant AQUARIUS-01 in filtrarea apei provenite din lacul Chirita Iasi.

2- In a doua situatie prin sistemul AQUARIUS-01 au fost trecute volume constante de apa (1 m^3) in care au fost dizolvate cantitati progresive de NaNO_3 si NaNO_2 , in scopul studierii capacitatii de retinere a ionilor NO_2^- si NO_3^- pe cartusul cu schimbatori de ioni (5).

Rezultatele obtinute sunt prezentate in tabelul 28

Tabel 28. *Capacitatea de reducere a turbiditatii apei la trecerea prin filtrul cu fibra cord si filtrul celulozic multistrat la volum egal de apa.*

Volum apa prelucrat (m^3)	10	50	100	150	200
Turbiditatea dupa trecerea prin filtru multistrat cu fibra cord (NTU)	0.45	0.48	0.58	0.76	1.74
Turbiditatea dupa trecerea prin filtru multistrat celulozic (NTU)	0.33	0.37	0.45	0.50	0.62

Datele experimentale din tabelul 28 evidentiaza faptul ca filtrul celulozic multistrat realizeaza o reducere a turbiditatii superioare celui cu bobinaj cu fibra cord, ceea ce confera o calitate superioara apei.

In continuare s-au analizat performantele oferite de dispozitivul AQUARIUS – 01 in procesul de potabilizare a apei brute provenite din sursa Chirita Iasi.

In toate cazurile s-au folosit debite de apa cuprinse intre $10\text{--}200\text{ m}^3$ si s-a urmarit reducerea turbiditatii, continutului de substanta organica, reducerea mirosului si a culorii apei brute.

Intre blocurile functionale au fost montati robineti de prelevare pentru determinarea parametrilor urmariti, iar rezultatele sunt prezentate in figura 32.

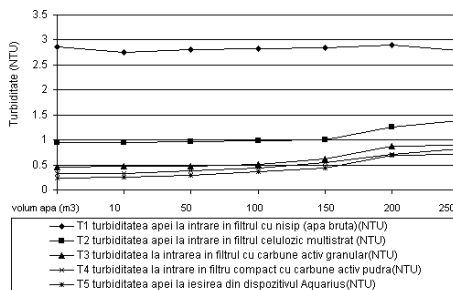


Figura 32. *Reducerea turbiditatii la trecerea apei prin unitatile filtrante Aquarius*

Reducerea continutului de substante organice prin filtrarea apei in dispozitivul AQUARIUS –01 este prezentata in figura 33, la trecerea apei prin filtrele cu carbune granular activat are loc o reducere cu 45-56% a concentratiei substantelor organice.

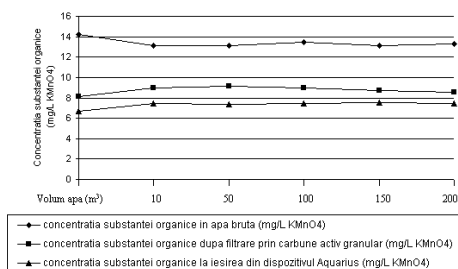


Figura 33. *Reducerea continutului de substantelor organice din apa bruta la trecerea prin sistemul filtrant Aquarius*

Capacitatea de corectie organoleptica a apei brute la trecerea prin dispozitivul AQUARIUS –01 a fost studiata prin determinarea parametrilor miros si culoare, in conditiile de filtrare a apei brute provenita din lacul Chirita. Corectia parametrului miros este reprezentata figura 34. Valoarea medie a acestui parametru pentru apa bruta a fost de 1.2 – 1.3, pe o scara de 0 – 5, valoare ce scade dupa filtrare pana la 0.3 (practic imperceptibil).

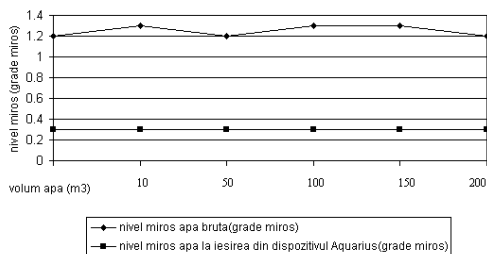


Figura 34. *Atenuarea mirosului apei brute la trecerea prin dispozitivul AQUARIUS*

Eficacitatea de corectie a culorii se evidentiaza in figura 34

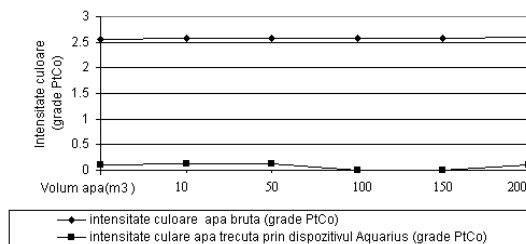


Figura 35. **Reducerea valorii parametrului culoare la trecerea apei prin dispozitivul AQUARIUS**

Din analiza comparativa a datelor referitoare la calitatea apei obtinute prin filtrarea apei brute din sursa lac Chirita prin AQUARIUS –01 cu cele obtinute in Complexul de Tratare a apei pentru uz urban rezulta ca AQUARIUS –01 ofera performante comparabile.

Pentru a se obtine o apa de uz casnic de calitate superioara s-a studiat contributia adusa in acest sens de dispozitivul AQUARIUS –01 prin filtrarea apei potabile din reseaua de distributie urbana. Si in acest caz s-au filtrat debite prelevate din reseaua urbana cuprinse intre 10- 200 m³ apa potabila si s-a urmarit reducerea turbiditatii si a continutului de substante organice in fiecare filtru din compunerea dispozitivului, rezultatele raportandu-se la valorile de intrare si iesire. Valorile experimentale obtinute pentru turbiditate si continut de substante organice prin filtrarea apei potabile demonstreaza ca prin aceasta operatie are loc o reducere a turbiditatii cu 55- 60% a continutului de substante organice cu 35-50% fata de valorile din apa potabila. In continuare s-a urmarit filtrarea apei brute din sursa Chirita in care s-au dizolvat diferite cantitati de nitrat si nitrit de sodiu. Studiul s-a realizat pe un volum de un metru cub de apa in care s-au dizolvat doze de 5-160mg/L ion nitrat si 5-50 mg/L ion nitrit. Dupa fiecare determinare, cartusele filtrante cu nisip si cel cu carbune activat au fost spalate, iar filtrul cu schimbatori de ioni, pentru o mai buna acuratete a determinarilor inlocuit.

Analizand datele experimentale s-a observat ca filtrul schimbator de ioni are eficacitate de retinere a ionului nitrat ale concentratiei acestuia pana la 120 mg/L, la valori de peste 160mg/L ion nitrat dizolvat in apa, schimbatorul de ioni nu a mai functionat aparand fenomenul de blocare. Acelasi fenomen s-a produs si la retentia ionului nitrit la valori de 50mg/L. Prezenta acestor impurificatori in apa potabila este reglementata de legea 458/2002 modificata cu 311/2004 astfel: concentratia maxim admisa a ionului nitrat este de 50mg/L, iar a ionului nitrit este de 0.5 mg/L. Cerintele legii sunt pe deplin indeplinite prin filtrarea apei cu dispozitivul AQUARIUS – 01.

În continuare s-a utilizat dispozitivul AQUARIUS- 01 pentru filtrarea apei provenita din puturi de adancime (fantani) construite în zona municipiului Iasi.

Dispozitivul filtrant a fost conectat pe conducta de refulare a hidroforului ce asigura presiunea de serviciu de 1.2 bar. Au fost filtrate cca 100-120L de apa pentru fiecare test. S-au prelevat probe de apa la intrarea si la iesirea din filtru, iar datele obtinute au fost centralizate în tabelul 29

Tabel 29. Performantele dispozitivului AQUARIUS- 01 la filtrarea apei din puturi de adncime din zona municipiului Iasi

Turbiditate (NTU)		Concentratie substante organice (mg/L KMnO ₄)		Concentratie ioni amoniu (mg/L)		Concentratie ioni nitrat (mg/L)		Concentratie ioni nitriti (mg/L)	
intrare	iesire	intrare	iesire	intrare	iesire	intrare	iesire	intrare	iesire
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Galata									
1.9	0.25	18.96	10.45	0.075	0.00	4.76	0.00	0.016	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor comuna Comarna									
0.63	0.22	5.32	0.152	0.00	0.00	103.0	0.362	0.089	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Bucium, Pietrarie									
0.85	0.36	17.68	9.66	0.073	0.00	7.07	0.00	0.014	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Bucium, Plopii fara Sot									
0.65	0.29	14.22	6.66	0.256	0.00	5.62	0.00	0.025	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Rediu									
2.0	0.28	15.11	6.27	0.55	0.01	6.5	0.00	0.045	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Miroslava, ferma pomicola									
0.96	0.28	10.43	5.89	0.35	0.00	85.12	0.179	0.008	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Miroslava sat									
0.74	0.32	9.56	5.16	0.44	0.001	0.74	0.012	0.057	0.00
sursa de apa: fantana cu hidrofor zona Dancu									
0.65	0.29	117.71	6.58	0.37	0.00	96.24	0.184	0.00	0.00

6.2 Concluzii obtinute in urma testarii dispozitivului Aquarius

Studiind performantele ansamblului filtrant Aquarius 01 putem concluziona ca dispozitivul este recomandat pentru prelucrarea apei în gospodarii casnice individuale, ce au ca sursa de apa bruta apa din panza freatica (puturi de adancime) sau ape de suprafata cu turbiditate medie în jurul valorii de 5 (cinci)^o NTU.

Capacitatile avansate de retentie a ionului nitrat/nitrit recomanda utilizarea filtrului Aquarius 01 în prelucrarea surselor de apa de adancime, mai ales în zonele unde exista riscul de contaminare cu materii reziduale organice a panzei freatice, stiindu-se faptul ca ionul nitrit este un toxic periculos pentru copii pana în cinci ani.

Dispozitivul Aquarius este recomandat a fi utilizat si în localitatile în care sursele de alimentare cu apa potabila în sistem centralizat nu ating standardul de calitate impus de legislatia în vigoare.

Rezultatele testelor pe apa potabila furnizata de complexul Chirita, care se încadreaza în parametrii de calitate impusi de actuala legislatie, ne arata ca putem ridica calitatea apei

furnizate, prin montarea dispozitivului filtrant Aquarius 01 direct la beneficiar, înainte de punctele de consum.

Concluzii finale

Cercetările realizate și rezultatele obținute în cadrul prezentei teze au condus la următoarele concluzii :

1. Multitudinea și frecvența publicațiilor legate de tehnologia de tratare a apei evidențiază faptul că acest subiect este de actualitate, prezentând interes în rândurile comunităților tehnico-stiințifice din întreaga lume.
2. Datele de literatură consultate fac referire la aspectele generale a apei, la metodele, tehnicile și indicatorii ce caracterizează apa din punct de vedere fizic, chimic biologic, precum și impactul asupra activității umane în caz de poluare a ei.
3. În datele de literatură studiate se fac referiri la tehnicile aplicabile în obținerea apei potabile cu particularizarea la Complexul de tratare a apei Iași, ce preluează apa brută din sursa Prut.
4. Studiile comparative ale fazei de tratare chimică cu săruri trivalente pe baza de aluminiu și fier au pus în evidență superioritatea celor pe baza de fier sub formă de clorură ferică, în tehnologia de tratare a apei din sursa Prut.
5. Optimizarea procesului de coagulare-floculare cu clorură ferică drept agent coagulant utilizat în complexul de tratare a apei Chirita, a condus la stabilirea unui model matematic, din care au rezultat condiții optime de operare, după cum urmează: pentru a realiza o turbiditate a apei la 1.7357 NTU, trebuie folosite următoarele valori pentru variabilele de decizie: agent coagulant : clorură ferică - 12.5 mg/L, agent floculant: poli(acrilamida) – 0.5mg/L, agent preoxidant : dioxid de clor – 0.1mg/L. Cu aceste valori s-a realizat experimentarea practică, obținându-se pentru turbiditate valoarea de 1.81 NTU.
6. S-a procedat la modelare neuronală pentru a determina condițiile de operare pentru orice valoare a turbidității apei brute, impusă fiind valoarea turbidității după treapta de decantare, în situația de față 2^oNTU.
7. Pentru optimizarea procesului de evacuare a namolului produs în decantoare ca urmare a procesului de coagulare floculare, s-a implementat o tehnică ce folosește un scanner ultrasonic de tip Hach-Lange, Sonatex SC-1000, ce are ca efect economii considerabile de apă pre-tratată, prelungirea timpului de viață a echipamentelor mecano-electrice, precum și îmbunătățirea proceselor de epurare din stația municipală, ca efect a reducerii concentrației de fier în namolul rezidual.
8. Studiile experimentale asupra eficacității și beneficiilor filtrării apei prin carbune activ granular, a utilizării pudrei de carbune activ au evidențiat capacitatea de reducere a valorilor parametrilor: substanța organică, turbiditate, grad de culoare, miros a apei brute și pe treptele de

tratare a apei din sursa Prut in Complexul Chirita, randamentul de reducere a substantei organice este de circa 51.5%. Culoarea apei, generata de prezenta reactivului de coagulare, si a altor saruri dizolvate in apa este redusa cu un randament de 70 – 100 % valoarea masurata fiind intre 0- 1° PtCo.

9. Studiul experimental privind dezinfectia apei provenite din sursa Prut s-a desfasurat in paralel pentru clorul gazos si dioxidul de clor, s-a urmarit eficienta celor doi agenti dezinfectanti: conditiile specifice de operare, produsii secundari de reactie generati in urma reactiei cu substantele organice din apa, gradul de reducere a activitatii microbiologice. Studiul experimental a concluzionat ca utilizarea dioxidului de clor ca agent dezinfectant este benefica pentru obtinerea apei potabile cu calitati superioare

10. Cercetarile experimentale realizate cu dispozitivul filtrant multi treapta AQUARIUS-01 au vizat capacitatea de a reduce concentratia ionilor nitrit si nitrat din sursele de adancime (fantani) si de a mari calitatea apei potabile din reseaua publica unde situatia o impune. Experimentele au concluzionat faptul ca doza maxima de ioni nitrat ce poate fi retinuta din apa este de 120mg/L iar ioni nitriti de 50mg/L. Utilizand dispozitivul la consumatorul ce utilizeaza apa din reseaua publica se poate imbunatati considerabil calitatea apei prin reducerea valorilor parametrilor turbiditate, culoare, gust miros.

Bibliografie selectiva

- [1] Renato R. Martino H., "Water, an essential element for life" *The Third World Water Forum*, Kyoto, Japan, 2003.
- [14] Legea 458/2002 Legea Calitatii Apei in Romania.
- [15] Legea 311/2004, Modificare si completare la legea 458/2002.
- [17] STAS 6329/1990 Determinarea calitativa si cantitativa a organismelor in apele de suprafata
- [42] ApaVital SA-Iasi, Alimentarea cu apa a municipiului Iasi, on line: www.apavital.ro, 2010
- [107] Grundfos Alldos - Disinfection systems ($\text{Cl}_2 + \text{ClO}_2$) (17 Dec 2009), on line: www.grundfosalldos.com/.../2000_over_desinfektionsysteme-cl2-clo2.php
- [112] Latifoglu A., "Formation of Trihalomethanes by the Disinfection of Drinking Water", Environmental Engineering Department, Sage *Journal – on line*, 2006.
- [134] Popovici D., Oniscu C., "Coagulation reagents applied in treating from Prut waters", *Romanian Biotechnological Letters*, in press, 2011.
- [137] Popovici D., Oniscu C., Diaconescu R., Alina Trofin A., Bibere N., "Modeling of the Coagulation, Flocculation and Pre-oxidation processing of the Prut river water", *Romanian Biotechnological Letters*, 16, (6), p:6585, 2011.
- [138] Gagnon C., Bernard P.A. Jules Thibault, "Modelling of coagulant dosage in a water treatment plant", *Artificial Intelligence in Engineering*, 11, (4), p:401-404, 1997.
- [139] Valentin N., Fotoohi F., Denoeux T., "Modeling of coagulant dosing in a water treatment plant". *Proc. of EANN'99*, Warsaw, p: 165-170, 1999.
- [141] Bubuianu L.F.; Diaconescu R., "Old church paintings restoration and artificial intelligence", *European Journal of Science and Theology*, p: 37-55, 2009.
- [143] O.Omidvar and J. Dayhoff, "Neural networks and Pattern Recognition", *Academic Press*, San Diego, 5, (2), p: 37-55, 1998.
- [146] Popovici D., Oniscu C., "Procedeu de evacuare a namolului din decantoarele suspensionale de obtinere a apei potabile", cerere brevet de inventie nr.: A/00633 din 04.07.2011
- [147] Hach-Lange Romania, United for Water Quality on-line: www.hach-lange.ro, mai 2011
- [148] Koganovski ,Klimenko, Levchenko "Adsorbția substantelor dizolvate in apa pe carbune granular activat", Kiev, *Naucova Dumca*, p: 224, 1997.
- [151] Popovici D., Oniscu C., "Advantages of using active carbon in the treating technology of the Prut water", *Romanian Biotechnological Letters*, 16, (5), p: 6489, 2011.
- [152] Popovici D., Oniscu C., "Disinfection reagents in Prut river treatment for drinking water production" *Environmental Engineering and Management Journal*, 9, (3), p: 435-441, 2010.
- [154] Popovici D., Oniscu C., Chirica C., "Tehnologii moderne in procesul de dezinfectie a apei tratate din sursa Prut in cadrul Complexului de tratare Chirita Iasi" *Forumul international al apei, Asociatia Romana a Apei*, Bucuresti, iunie, 2011
- [155] Popovici D., Oniscu C., Trofin A., "Performance Study for the „Aquarius-01” Multi-step Device, in the process of Obtaining Drinking Water for household applications and Emergency Situations", *Buletinul Institutului Politehnic din Iasi*, Publicat de Universitatea Tehnica „Gheorghe Asachi” din Iasi, Sectia Chimie si Inginerie Chimica, Tom: LVII(LXI), fascicola:3, 2011
- [156] Popovici D., Chirica C. "Tehnologii moderne de tratarea apei in Complexul Chirita din cadrul Apavital Iasi" *EXPO-APA, Forumul international al apei, Asociatia Romana a Apei*, Bucuresti, 13-15 iunie, 2009