

TEZĂ DE DOCTORAT

*Cercetări privind aerarea apelor stagnante
sau în curgere prin conducte*

*Researches regarding the aeration of stagnation waters
or flowing waters through pipes*

Autor: Ing. Monica Marilena Boltinescu (Roza)

Conducător de doctorat: Prof.emerit dr.ing. Nicolae Băran

CUPRINS

Introducere	3
CAPITOLUL 1 STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND AERAREA APELOR	3
CAPITOLUL 2 TRANSFERUL DE MASĂ INTERFAZIC, AER - APĂ	4
CAPITOLUL 3 FORMAREA ȘI EVOLUȚIA BULELOR DE AER PROVENITE DIN GENERATOARE DE BULE FINE (G.B.F.)	4
CAPITOLUL 4 ANALIZA RELAȚIEI MATEMATICE CARE STABILEȘTE LEGĂTURA ÎNTRE DIAMETRUL BULEI DE AER IMERSATĂ ÎN APĂ ȘI CONCENTRAȚIA DE OXIGEN DIZOLVAT ÎN APĂ	5
CAPITOLUL 5 REALIZAREA A DOUĂ VARIANTE DE GENERATOARE DE BULE FINE (G.B.F.), VARIANTA I ȘI VARIANTA II, DESTINATE CERCETĂRII EFICIENȚEI AERĂRII APELOR STAGNANTE	6
CAPITOLUL 6 CONCEPȚIA, PROIECTAREA ȘI REALIZAREA PRACTICĂ A INSTALAȚIEI EXPERIMENTALE PENTRU STUDIUL AERĂRII APEI STAGNANTE CU G.B.F. VARIANTA I ȘI VARIANTA II	9
CAPITOLUL 7 CONCEPȚIA, PROIECTAREA ȘI REALIZAREA PRACTICĂ A INSTALAȚIEI EXPERIMENTALE PENTRU STUDIUL AERĂRII APEI ÎN CURGERE PRIN CONDUCTE	11
CAPITOLUL 8 CERCETĂRI EXPERIMENTALE	16
C. CONCLUZII	24
C1. Concluzii generale.....	24
C2. Contribuții originale.....	24
C3. Perspective de continuare a cercetărilor.....	25
Bibliografie	26
Anexă	
Lista de lucrări publicate.....	28

REZUMAT

1.) Introducere

Termenul de „aerare a apelor” se utilizează atunci când în volumul de apă se introduce doar aer atmosferic (21% O₂ + 79% N₂).

Atunci când vorbim despre oxigenarea apelor ne referim la introducerea în volumul de apă a unui amestec gazos format din:

a) Aer atmosferic și oxigen obținut din butelie;

b) Aer având un conținut redus de azot (95%O₂ + 5%N), aer livrat de aparate denumite concentratoare de oxigen;

c) Aer și ozon, ozonul fiind furnizat de către generatoarele de ozon, aparate denumite generic ozonizatoare;

Aerarea sau oxigenarea apelor au ca scop creșterea coeficientului de oxigen dizolvat (OD) care are o contribuție majoră asupra calității apei. În cazul în care concentrația de oxigen dizolvat scade, condițiile anoxice se pot dezvolta fapt care reduce capacitatea corpului de apă de a susține viața.

Echipamentele de oxigenare sunt bazate pe dispersia unei faze în cealaltă fază, spre exemplu gaz în lichid, sau lichid în gaz, proces care are loc cu consum de energie.

Aerarea sau oxigenarea apelor sunt utilizate pentru :

a) îmbunătățirea calității apelor uzate care au un nivel scăzut de oxigen dizolvat, anterior deversării acestora în rețeaua de canale colectoare sau de canalizare;

b) curățirea biologică a apelor uzate fie prin procedeul cu nămol activ fie cu biofiltre sau lagune aerate;

c) îndepărtarea unor elemente chimice ce se regăsesc în apă (mangan, fier, cupru etc.) sau a substanțelor anorganice dizolvate;

d) procesul de separare și colectare a grăsimilor emulsionate din apele uzate;

În continuare este prezentată pe scurt tematica abordată în conținutul fiecărui capitol din prezenta teză.

Capitolul 1. Stadiul actual al cercetărilor privind aerarea apelor.

În acest capitol se prezintă câteva considerații generale referitoare la oxigenul dizolvat în apă precum și o clasificare a instalațiilor de aerare [1] [2].

În finalul capitolului se prezintă obiectivele prezentei lucrări.

Obiectivele tezei:

La elaborarea prezentei lucrări s-a plecat de la datele cunoscute privind procesul de aerare al apei și anume: înălțimea stratului de apă din rezervor, temperatura aerului, temperatura apei, debitul și presiunea aerului insuflat în apă, concentrația inițială de oxigen dizolvat în apă și volumul de apă care trebuie aerat [3] [4].

Având ca date inițiale datele prezentate mai sus autorul își propune să urmărească următoarele obiective:

- a) Realizarea unui studiu privind echipamentele care asigură o aerare eficientă a apelor;
- b) Analiza, pe baza unui program de calcul, a modificării concentrației de oxigen dizolvat în apă;
- c) Studiarea factorilor care influențează modificarea concentrației de oxigen dizolvat în apă;
- d) Prezentarea soluțiilor în vederea creșterii concentrației de oxigen dizolvat în apă;
- e) Utilizarea microtehnologiilor la concepția și construcția generatoarelor de bule fine de aer în vederea aerării apelor stagnante sau aflate în curgere prin conducte;

f) Concepția și realizarea celor două instalații experimentale la care placa perforată pentru cele două variante va fi:

- **Varianta I:** placă dreptunghiulară perforată cu 113 orificii având diametrul $\emptyset - 0,1$ mm.

- **Varianta II:** patru plăci circulare, fiecare având 113 orificii cu diametrul $\emptyset - 0,05$ mm, reprezentând un total de 452 orificii.

g) Cercetările experimentale care să demonstreze care variantă este mai eficientă și mai avantajoasă;

- h) Prezentarea concluziilor, a contribuțiilor originale, precum și a perspectivelor de dezvoltare și continuare a cercetărilor pe viitor;

Capitolul 2. Transferul de masă interfazic, aer – apă.

Sunt prezentate ecuațiile transferului de masă care are loc între două medii, pentru ca apoi să se particularizeze pentru transferul oxigenului către apă [5] [6].

Se integrează numeric ecuația vitezei de transfer a oxigenului către apă și se elaborează un program de calcul pentru determinarea modificării concentrației de oxigen dizolvat în apă.

Se analizează factorii care influențează modificarea concentrației de oxigen dizolvat în apă.

Capitolul 3. Formarea și evoluția bulelor de aer provenite din generatoarele de bule fine (G.B.F.).

În acest capitol este prezentat modul în care se formează bulele prin intermediul mai multor dispozitive, se realizează o clasificare a bulelor de gaz în funcție de diametrul lor, se analizează relația dintre diametrul orificiului din placa perforată și diametrul bulei de gaz care intră în apă, precum și de modificarea diametrului bulei de gaz în mișcarea sa ascensională în apă [7] [8].

Capitolul 4. Analiza relației matematice care stabilește legătura între diametrul bulei de aer imersată în apă și concentrația de oxigen dizolvat în apă.

În acest capitol se analizează ecuația vitezei de transfer a oxigenului către apă, considerând suprafața specifică de contact interfazic, concentrația masică curentă, coeficientul de transfer de masă și concentrația masică la saturație a oxigenului în faza lichidă. Se prezintă relația care determină diametrul bulei de aer la intrarea în apă, în funcție de diametrul orificiului, coeficientul de tensiune superficială și densitatea apei, accelerația gravitațională.

Se analizează și se prezintă relația matematică care leagă diametrul bulei de aer la ieșirea din orificiu de variația concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, stabilindu-se că la micșorarea diametrului orificiului de intrare a aerului în apă, valoarea concentrației de oxigen dizolvat în apă crește.

Se demonstrează matematic că mărimea diametrului bulei de aer imersată în apă influențează în mod evident modificarea în timp a concentrației de oxigen dizolvat în apă, în sensul că odată cu scăderea mărimii diametrului bulei de aer care pătrunde în apă are loc o creștere a concentrației de oxigen dizolvat în apă.

Ecuația vitezei de transfer a oxigenului către apă se rescrie astfel:

$$C = \frac{C_S - (C_S - C_0)}{e^{ak_L \tau}} = C_S - \frac{C_S - C_0}{e^{ak_L \tau}} \quad (4.13)$$

Valoarea ariei interfaciale, considerând bula ca o mică sferă de rază R este:

$$a = \frac{A}{V} = \frac{4\pi R^2}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{4\pi(\frac{d_b}{2})^2}{\frac{4}{3}\pi(\frac{d_b}{2})^3} = \frac{6}{d_b} \quad (4.14)$$

unde: d_b reprezintă diametrul bulei de aer

Relația 4.13 devine:

$$C = C_S - \frac{C_S - C_0}{e^{\frac{6}{d_b} k_L \tau}} \quad (4.15)$$

Numărătorul fracției este adimensional :

$$\frac{6}{d_b} \cdot k_L \cdot \tau \rightarrow \frac{1}{m} \cdot \frac{m}{s} \cdot s \quad \text{sau} \quad \frac{1}{m} \cdot \frac{m}{min} \cdot min$$

Ținând cont că C_s , C_0 , K_1 sunt constante, relația 4.15 poate fi scrisă sub forma:

$$C = Ct_1 - \frac{Ct_2}{e^{\frac{Ct_3}{d_b}}} \quad (4.16)$$

Atunci când d_b scade mărimea $e^{C_{\tau 3} \cdot \frac{\tau}{d_b}}$ crește fapt care face ca fracția din relația (4.16) să scadă pe durata aerării, deci C crește pe parcursul duratei aerării dacă d_b scade.

Se demonstrează astfel matematic că mărimea diametrului bulei de aer imersată în apă influențează în mod evident modificarea în timp a concentrației de oxigen dizolvat în apă, în sensul că odată cu scăderea mărimii diametrului bulei de aer care pătrunde în apă are loc o creștere a concentrației de oxigen dizolvat în apă.

De asemenea este demonstrat matematic faptul că la micșorarea orificiului de intrare a aerului în apă valoarea concentrației de oxigen dizolvat în apă va crește [9] [10] [11].

Capitolul 5. Realizarea a două variante de generatoare de bule fine (G.B.F.), varianta I și varianta II, destinate cercetării eficienței aerării apelor stagnante.

În acest capitol, având în vedere că ambele variante trebuie să funcționeze în aceleași condiții de temperatură a aerului și a apei, sub aceeași sarcină hidrostatică, cu același debit de aer insuflat, aceeași suprafață de infuzie și presiune a aerului la intrare precum și aceeași concentrație inițială a oxigenului în apă, sunt prezentate două variante constructive de generatoare de bule fine, respectiv unul de formă dreptunghiulară cu diametrul orificiilor de $\varnothing 0,1$ mm și unul format din patru plăci de formă circulară cu diametrul orificiilor de $\varnothing 0,05$ mm [12] [13].

Se prezintă amănuntele, constructive și dimensionale, referitoare la **Varianta I**, în care aerul comprimat este dispersat prin intermediul unei plăci dreptunghiulare cu 113 orificii, precizând că orificiile de dispersie a aerului în apă, cu diametrul de 0,1 mm, sunt prelucrate prin microgăurire (cu o mașină specială pentru microprelucrări, de tip KERN Micro, care are o precizie de $\pm 0,5 \mu\text{m}$).

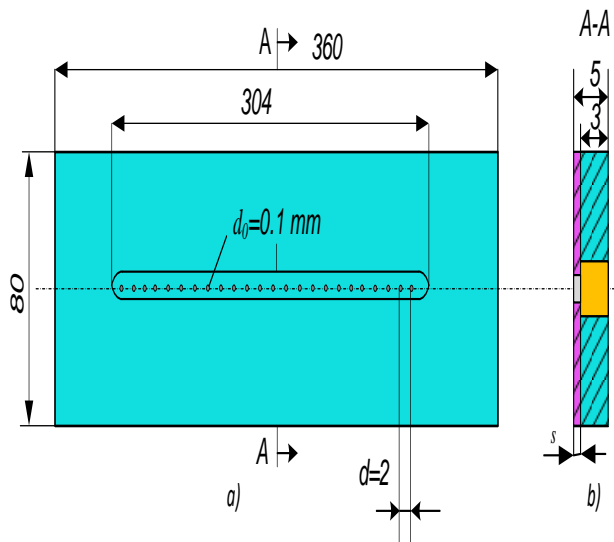


Fig. 1. Placa cu orificii a G.B.F. de aer
a) vedere în plan; b) secțiune transversală

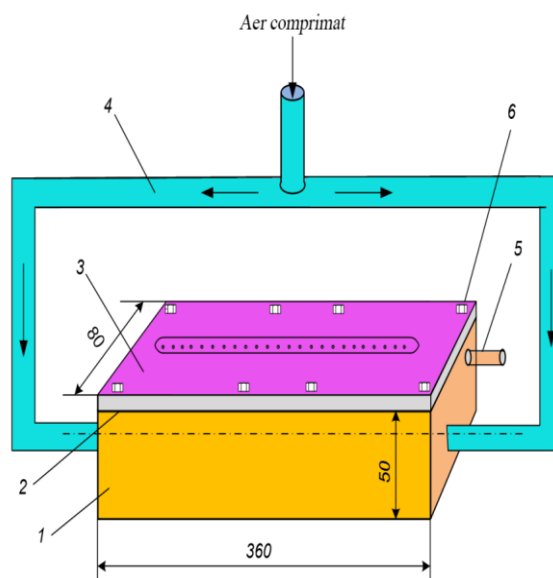


Fig. 2. Generator de bule fine de aer
1 - rezervor de aer comprimat; 2 - garnitură de etanșare;
3 - placa cu orificii $\varnothing 0,1$ mm; 4 - conductă de alimentare cu aer comprimat a G.B.F.; 5 - racord pentru măsurarea presiunii aerului comprimat; 6 - șuruburi de fixare a plăcii de rezervor

În **Varianta II** aerul comprimat este dispersat prin patru plăci circulare, fiecare având 113 orificii cu diametrul de 0,05 mm. Se dau detalii ale realizării orificiilor de 0,05 mm (cu mașinile moderne de microgaurire Sixis și Tripet MUS 100, prevăzute cu burghie speciale Gühring).

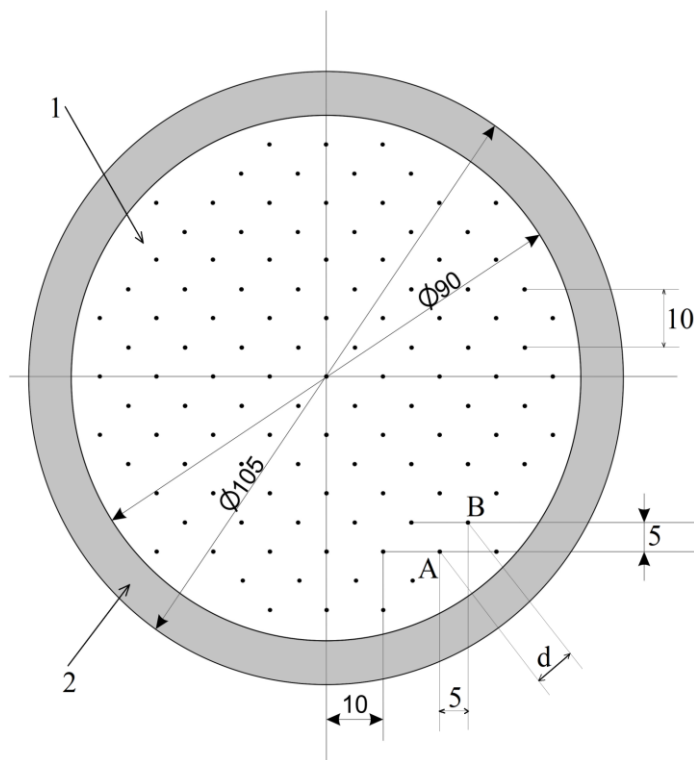


Fig. 3. Placă cu orificii: $n = 113$; $\varnothing 0,05$ mm
1 – placă cu orificii; 2 - ramă pentru fixarea plăcii

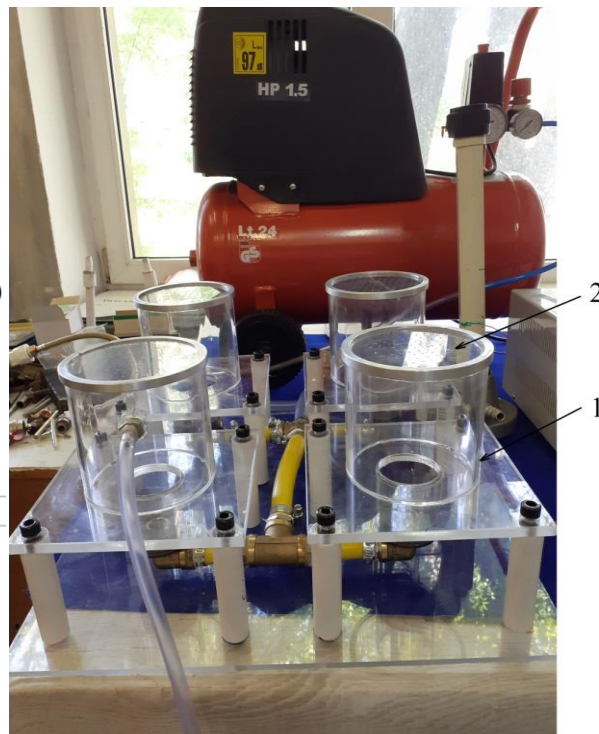


Fig. 4. Vedere din lateral a G.B.F.
1 – cilindru cu diametrul exterior $\varnothing 105$ mm;
2 - placă perforată cu 113 orificii $\varnothing 0,05$ mm

Pornind de la datele de intrare: $C_0 = 5,84$ mg/dm³; $H = 500$ mm CA; $t_{H_2O} = 24^{\circ}C$; $\tau = 120$ min; $C_s = 8,4$ mg/dm³, $\dot{V} = 600$ dm³/h; $V_{H_2O} = 0,125$ m³ și utilizând programul de calcul elaborat la capitolul 2 se obțin următoarele rezultate teoretice:

Rezultate teoretice de calcul privind creșterea concentrației de oxigen dizolvat în apă pentru **varianta I** - G.B.F. cu orificii – $\varnothing 0,1$ mm sunt prezentate în tabelul 1 și reprezentate grafic în figura 5.

Tabelul 1. Condiții teoretice de funcționare a generatorului de bule fine în **varianta I**

τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
\dot{V}_{aer} [dm ³ /h]	600	600	600	600	600	600	600	600	600
t_{H_2O} [°C]	24	24	24	24	24	24	24	24	24
C_s [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
C_0 [mg/dm ³]	5,84	6,92	7,68	8,05	8,18	8,28	8,33	8,36	8,40

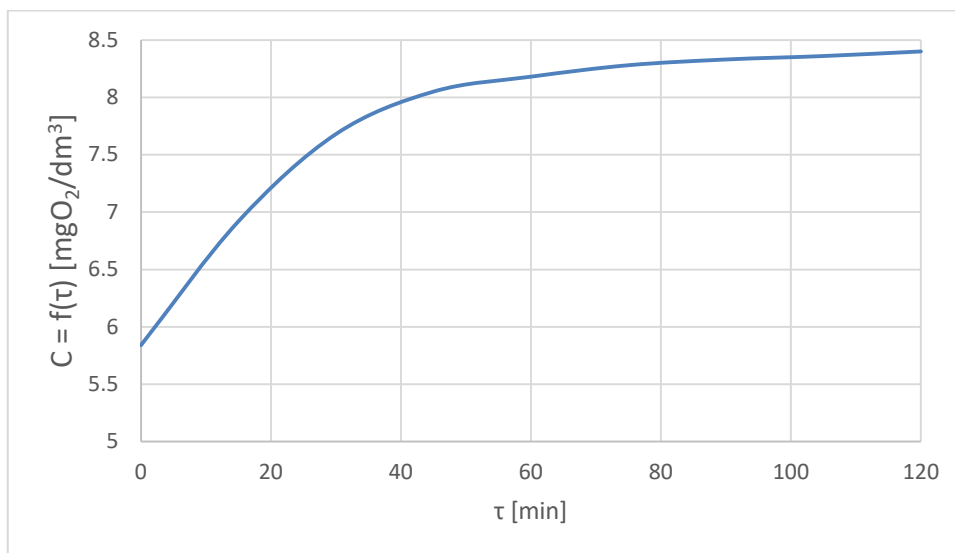


Fig. 5. Reprezentarea grafică a variației concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp $C = f(\tau)$ teoretic pentru G.B.F. în **varianta I** – Ø 0,1 mm

Rezultatele teoretice de calcul privind creșterea concentrației de oxigen dizolvat în apă pentru varianta II - G.B.F. cu 4 plăci circulare cu orificii Ø = 0,05 mm, sunt prezentate în tabelul 2 fiind reprezentate grafic în figura 6.

Tabelul 2. Condiții teoretice de funcționare a generatorului de bule fine în **varianta II**

τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
\dot{V}_{aer} [dm³/h]	600	600	600	600	600	600	600	600	600
t_{H_2O} [°C]	24	24	24	24	24	24	24	24	24
C_s [mg/dm³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
C_o [mg/dm³]	5,84	7,47	7,84	8,18	8,22	8,30	8,36	8,39	8,42

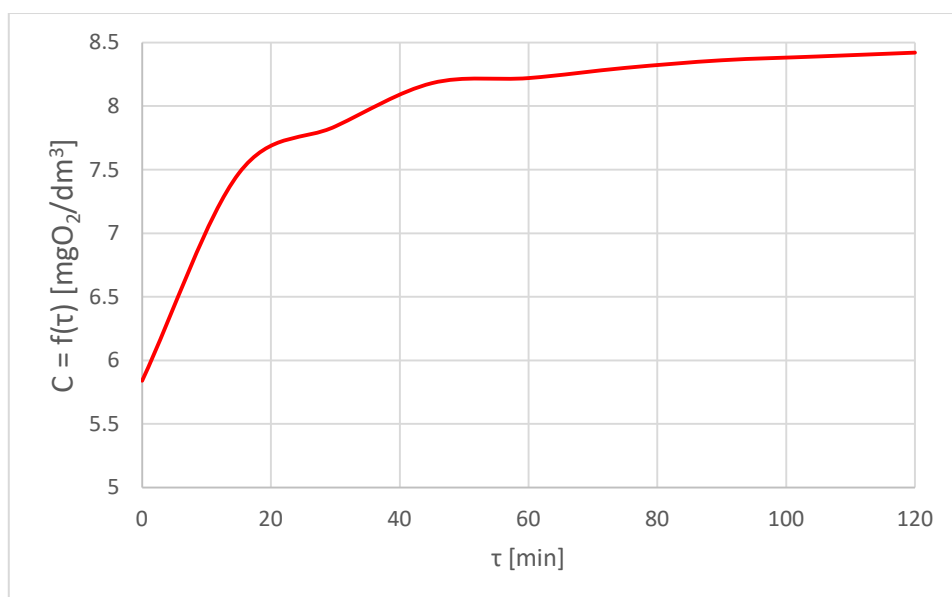


Fig. 6. Reprezentarea grafică a variației concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp $C = f(\tau)$ teoretic pentru G.B.F. în **varianta II** – Ø 0,05 mm

Pornind de la aceleași condiții teoretice de funcționare programul de calcul de integrare numerică a ecuației diferențiale a vitezei de transfer a oxigenului în apă calculează valoarea concentrației de oxigen dizolvat în apă pentru fiecare pas de integrare în parte, obținându-se valorile din tabelul 3., valori care permit realizarea unui grafic comparativ al rezultatelor teoretice obținute pentru modificarea în timp a concentrației de oxigen dizolvat în apa stagnantă (fig.7.).

Tabelul 3. Rezultate teoretice obținute pentru cele două variante de generatoare de bule fine studiate

τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
\dot{V}_{aer} [dm ³ /h]	600	600	600	600	600	600	600	600	600
t_{H_2O} [°C]	24	24	24	24	24	24	24	24	24
C_s [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
C_0 [mg/dm ³] – teoretic varianta I	5,84	6,92	7,68	8,05	8,18	8,28	8,33	8,36	8,40
C_0 [mg/dm ³] – teoretic varianta II	5,84	7,47	7,84	8,18	8,22	8,30	8,36	8,39	8,42

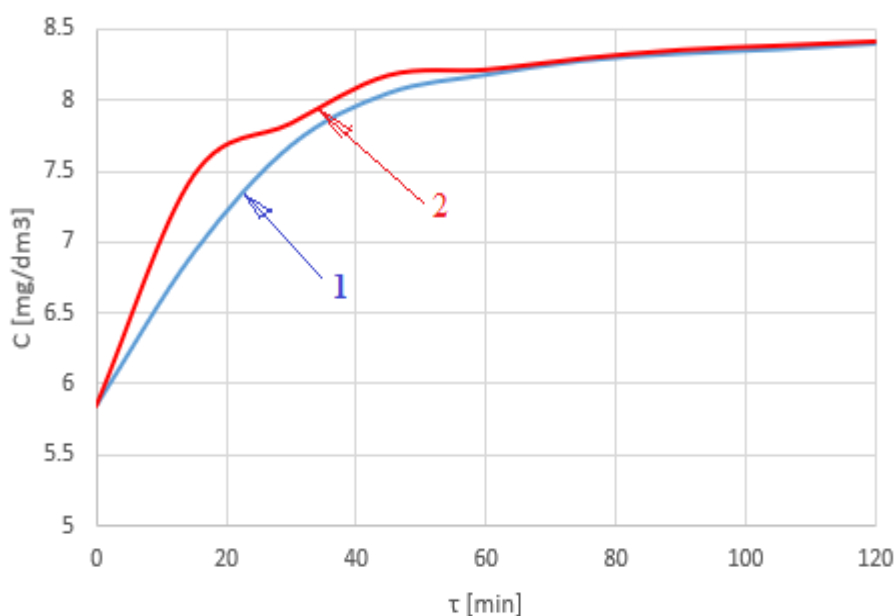


Fig. 7. Reprezentarea grafică a variației teoretice a concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp $C = f(\tau)$ pentru G.B.F. în cele două variante:

1 - G.B.F.- \varnothing 0,1 mm; 2 - G.B.F. – \varnothing 0,05 mm;

Capitolul 6. Concepția, proiectarea și realizarea practică a instalației experimentale pentru studiul aerării apei stagnante cu G.B.F. varianta I și varianta II

În acest capitol se prezintă cele două variante studiate respectiv varianta I insuflarea de aer comprimat în apă prin intermediul unui generator de bule fine de formă dreptunghiulară cu diametrul orificiilor de \varnothing 0,1 mm și varianta II insuflarea de aer comprimat în apă cu ajutorul unui generator de bule fine de formă circulară cu diametrul orificiilor de $\varnothing = 0,05$ mm.

Se prezintă schemele instalațiilor experimentale pentru cele două variante de studiu și se precizează elementele componente ale acestora, figurile 8, respectiv 9.

Se prezintă de asemenea echipamentele și aparatele de măsură utilizate în cadrul cercetărilor experimentale.

În figura 8. este prezentată schema instalației experimentale pentru oxigenarea apelor în varianta I - generator de bule fine de formă dreptunghiulară cu diametrul orificiilor de $\varnothing = 0,1$ mm.

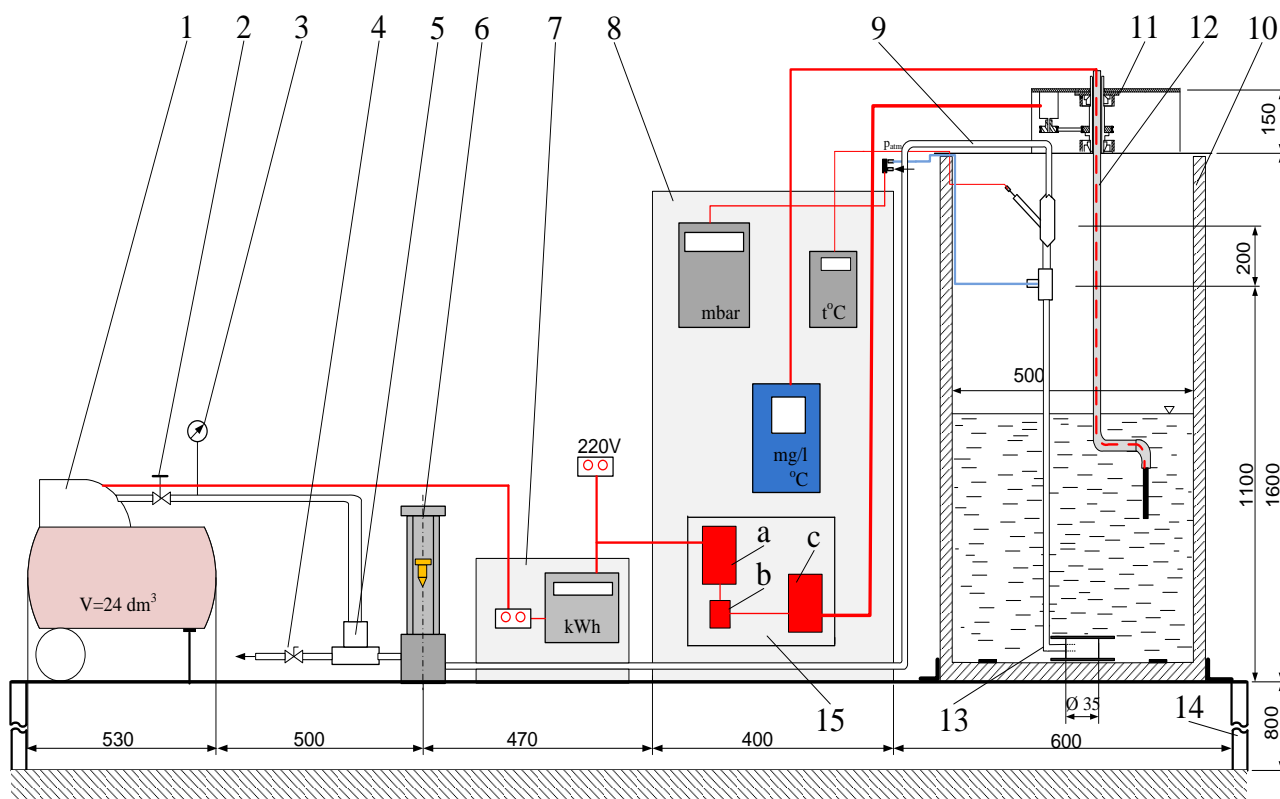


Fig. 8. Schița instalației experimentale pentru cercetări privind oxigenarea apelor cu G.B.F. cu orificii de $\varnothing = 0,1$ mm

- 1– electrocompresor cu rezervor de aer; 2– reductor de presiune; 3–manometru;
 4–racord pentru evacuarea aerului în atmosferă; 5– teu; 6– rotametr; 7– tablou electric;
 8– panou cu aparate de măsură; 9– conductă pentru transportul aerului comprimat către G.B.F.;
 10– rezervor cu apă; 11– mecanism de acționare a sondei; 12– sonda oxigenometrului; 13– G.B.F.;
 14– suport pentru instalație; 15–electronica de comandă:
 a – sursa de alimentare, b – întrerupător, c – element de comandă.

În varianta I aerul comprimat furnizat de un compresor (1) trece printr-un rotametr (6) pentru ca prin intermediul conductei (9) să ajungă la G.B.F. (13).

În figura 9. este prezentată schema instalației experimentale pentru oxigenarea apelor în varianta II - generator de bule fine cu patru plăci perforate de formă circulară cu orificii de $\varnothing - 0,05$ mm.

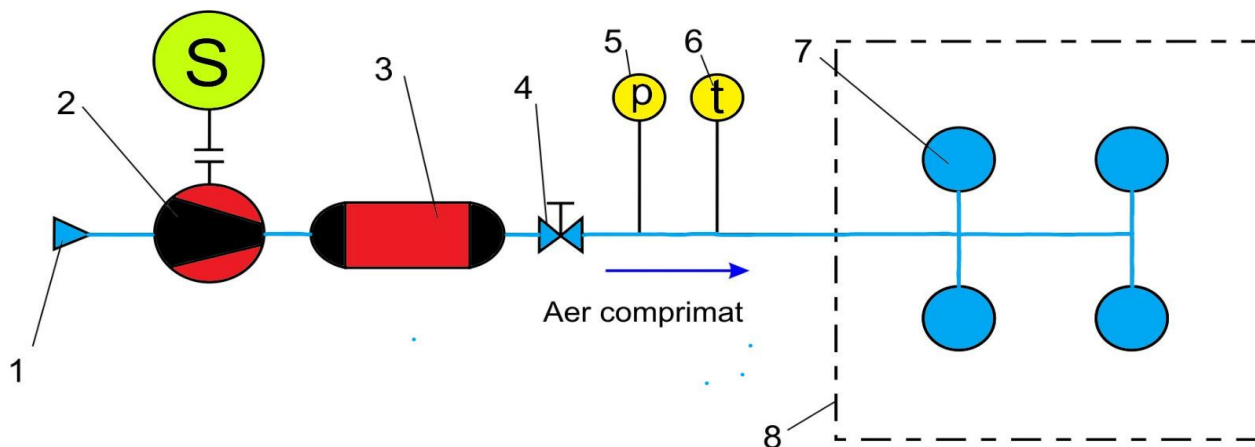


Fig. 9. Schema instalației experimentale pentru aerarea apei cu G.B.F. cu patru plăci perforate de formă circulară cu orificii de $\varnothing - 0,05$ mm.

- 1 – filtru de aer; 2 – electrocompresor; 3 – rezervor cu aer comprimat;
 4 – reductor de presiune; 5 – aparat de măsurat presiunea; 6 – aparat de măsurat temperatura;
 7 – ansamblu de patru generatoare de bule fine; 8 – conturul bazinului cu apă;

În varianta II aerul comprimat furnizat de un compresor (2) trece prin aparatele de măsură a presiunii (manometru) și temperaturii (termometru) (5), (6) pentru a ajunge ulterior la ansamblul de patru G.B.F. (7).

Capitolul 7. Concepția, proiectarea și realizarea practică a instalației experimentale pentru studiul aerării apei în curgere prin conducte

În această parte se tratează curgerea fluidului bifazic prin conducte, este prezentată schema instalației de aerare a apei, precum și concepția și construcția serpentinei de insuflare a aerului în conductă.

În figura 10 este prezentată o secțiune transversală prin conducta unde este amplasată spirala.

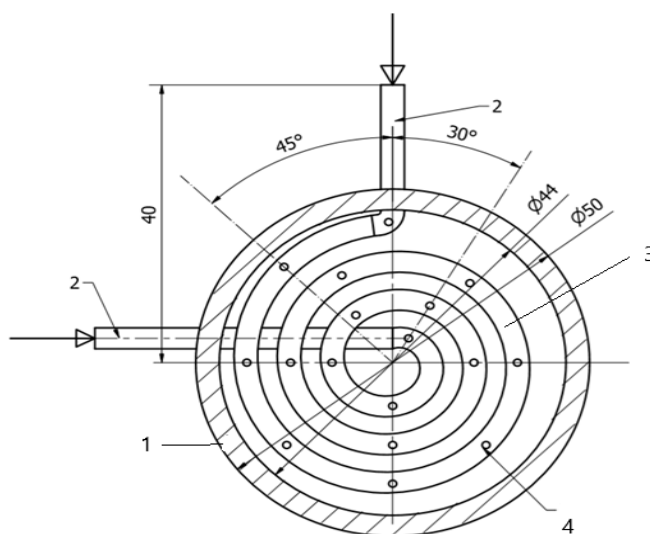


Fig. 10. Secțiune transversală prin conducta unde este amplasată spirala
 1 – conductă $\varnothing - 50 \times 3$ mm; 2 – racorduri de intrare a aerului comprimat;
 3 – spirala; 4 – orificii;

În figura 11. este prezentat modul de dispunere al orificiilor pe cele trei cercuri ale spiralei.

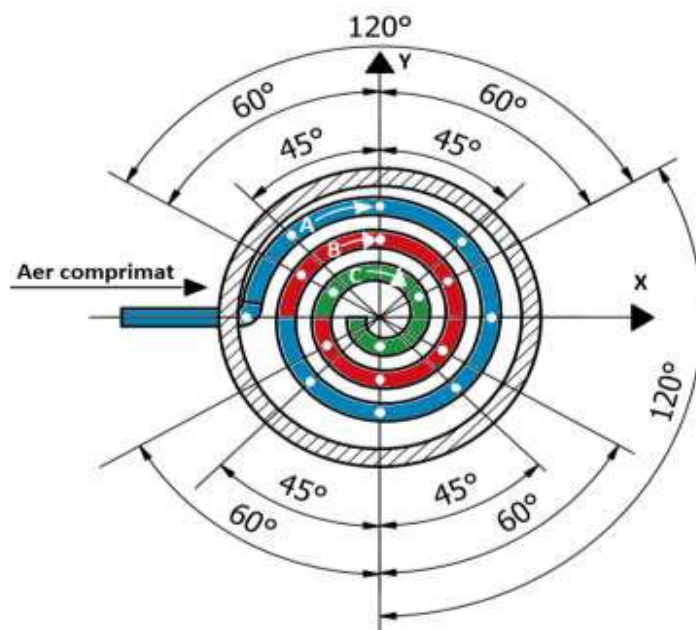


Fig. 11. Dispunerea orificiilor pe cele trei cercuri ale spiralei

A – zona albastră – 8 orificii dispuse la 45°; B – zona roșie – 6 orificii dispuse la 60°;

C – zona verde – 3 orificii dispuse la 120°;

În schema instalației experimentale (fig.12.) se precizează elementele componente pentru realizarea studiului modificării concentrației de oxigen dizolvat în ape aflate în curgere prin conducte:

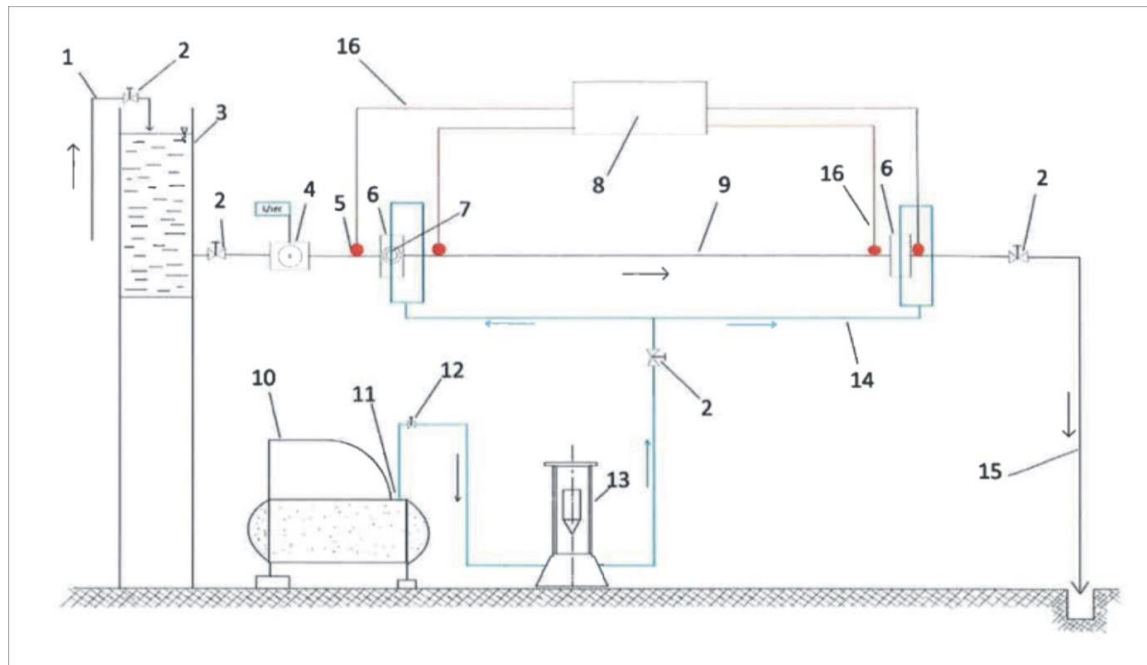


Fig. 12. Schița instalației experimentale

1– conductă de alimentare cu apă; 2 – robinet; 3 – rezervor cu apă; 4 – debitmetru;

5 – spot izolator lumină; 6- flanșe; 7 – spirală; 8 – oxigenometru;

9 – conductă din plexiglas transparent; 10 – electrocompresor; 11 – rezervor cu aer comprimat;

12 – reductor de presiune; 13 – rotametrul; 14 – conducte de aer comprimat; 15 – conductă de evacuare a apei la rețeaua de canalizare; 16 – fibră optică;

În figura 13. este prezentată conducta de plexiglas transparent în care este montată spirala.

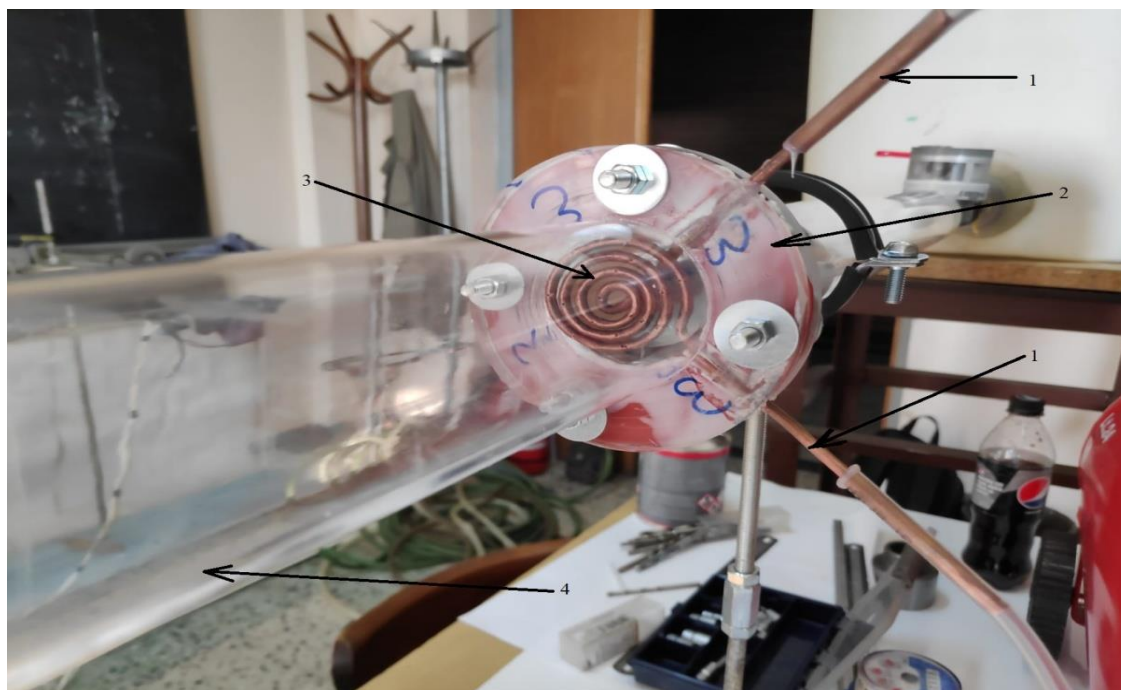


Fig. 13. Amplasarea serpentinei în interiorul conductei
1 - racorduri pentru aer comprimat; 2 – flanșă; 3– spirală;
4 – conductă din plexiglas transparent;

Determinarea valorii concentrației de oxigen dizolvat în apă se poate realiza cu cea mai recentă metodă de măsurare care este o metodă non-invazivă și care are aplicații în industria alimentară și a băuturilor.

Determinările se fac cu o precizie ridicată și se realizează prin intermediul unui senzor aplicat pe o suprafață transparentă cum ar fi un material plastic transparent (plexiglas) sau sticlă (fig. 14.).



Fig. 14. Dispozitiv non-invaziv de măsurare a concentrației de oxigen dizolvat

Este prezentat un oxigenometru portabil NomaSense (fig. 15.), precum și modul de măsurare a concentrației de oxigen dizolvat în apă prin metoda non-invazivă (fig 16.).



Fig. 15. Oxigenometru portabil NomaSense



Fig. 16. Modul de măsurare a concentrației de oxigen dizolvat în apă cu oxigenometrul portabil NomaSense

De asemenea este prezentat principiul care stă la baza acestor aparate de măsură este principiul oxo-luminescenței.

Semnalul emis de senzor este transmis către oxigenometru prin intermediul fibrei optice.

În figura 17. este prezentat principiul de funcționare al oxigenometrului prin care se determină non-invaziv concentrația de oxigen dizolvat într-un lichid aflat în curgere prin conducte.

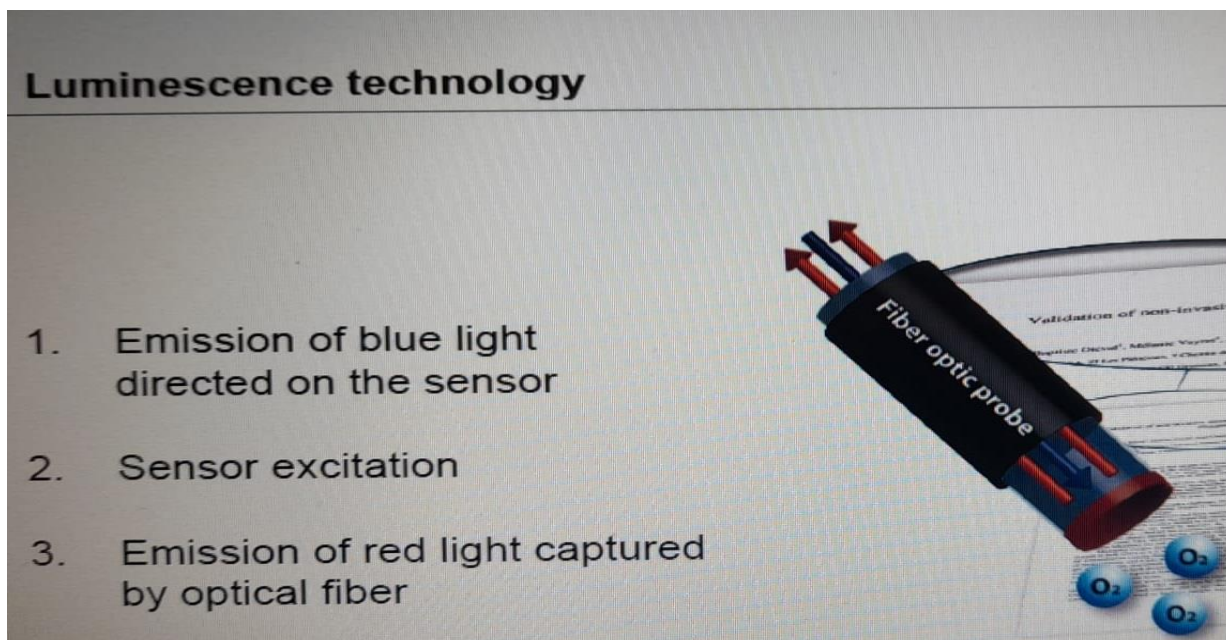


Fig. 17. Principiul de funcționare al oxigenometrului prin metoda non-invazivă

De asemenea, pentru măsurarea debitului de lichid, instalația este prevăzută cu un debitmetru electronic cu senzor de debit.

Modul de măsurare a debitului de apă care tranzitează conducta de plexiglas a instalației experimentale este prezentat în figura 18.

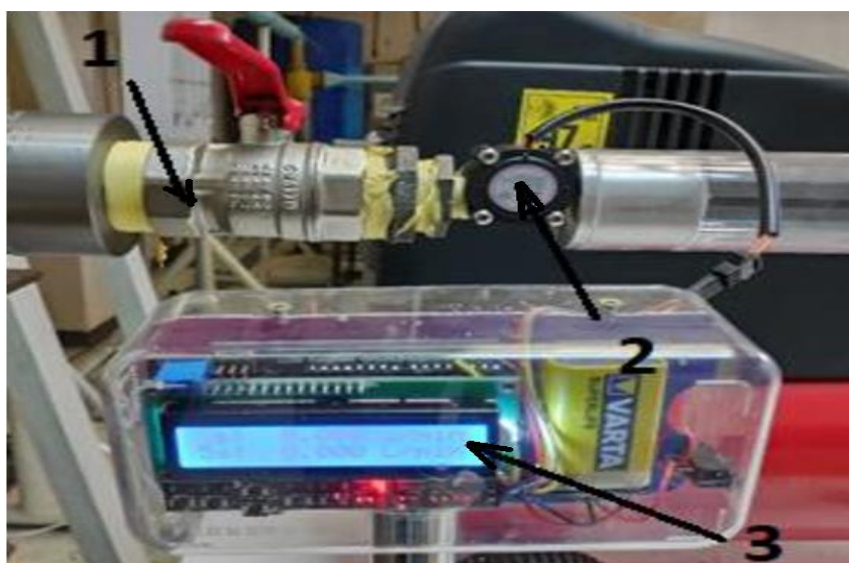


Fig. 18. Măsurarea debitului de apă care tranzitează conducta de plexiglas a instalației experimentale

1 – supapă de reglare a debitului de apă; 2 – senzor de debit; 3 – debitmetru electronic;

Capitolul 8. Cercetări experimentale.

În acest capitol se prezintă scopul cercetărilor experimentale, metodica realizării acestora, rezultate experimentale obținute, precum și o analiză comparativă a rezultatelor pentru cele două variante studiate.

Efectuarea măsurătorilor implică următoarele etape [14] [15] [16]:

1. Se verifică dacă cele 113 orificii cu $\phi = 0,1$ mm funcționează, adică se introduce aer atmosferic în generatorul de bule (G.B.F.);
 2. Se umple rezervorul cu apă până la $H = 500$ mm H₂O;
 3. Se măsoară C_0 , t_{H_2O} , t_{aer} ;
 4. Se introduce generatorul de bule fine în rezervorul cu apă și se notează timpul (τ);
 5. La fiecare interval de 15 minute, se scoate generatorul de bule fine în afara rezervorului și se măsoară concentrația de oxigen dizolvat; Se reintroduce apoi G.B.F. în rezervorul cu apă.
 6. Când se atinge un palier orizontal al funcției $C = f(\tau)$, măsurătorile se opresc, cu condiția: $C \approx C_s$;
 7. Din cercetările anterioare concentrația oxigenului dizolvat în apă tinde către concentrația la saturație după o durată de două ore. Deci măsurarea concentrației de oxigen se va efectua la timpuri: 15 minute; 30 minute; 45 minute; 60 minute; 75 minute; 90 minute; 105 minute; 120 minute.
 8. La sfârșitul măsurătorilor se curăță sonda oxigenometrului și se golește apa din rezervor.
- Ulterior se repetă etapele de mai sus pentru varianta II cu ansamblul de patru plăci cu câte 113 orificii $\emptyset = 0,05$ mm fiecare.

Date inițiale pentru cele două variante analizate

Ca date inițiale pentru realizarea măsurătorilor experimentale se precizează [17] [18]:

- 1.) Volumul de apă din rezervor $V_{H_2O} = 0,125$ [m³];
 - 2.) Sarcina hidrostatică (înălțimea stratului de apă din rezervor) $H = 500$ [mmH₂O];
 - 3.) Temperatura apei $t_{H_2O} = 24$ °C;
 - 4.) Valoarea concentrației la saturație a oxigenului dizolvat în apă pentru temperatura de $t_{H_2O} = 24$ °C, rezultă din tabelul 2.1 ca fiind $C_s = 8,4$ mg/dm³;
 - 5.) Temperatura aerului $t_{aer} = 24,1$ °C;
 - 6.) Debitul de aer insuflat în apă $\dot{V} = 600$ dm³/h;
 - 7.) Concentrația inițială a oxigenului dizolvat în apă $C_0 = 5,84$ [mg/dm³];
- Durata în care se efectuează măsurătorile experimentale ca fiind $\tau = 120$ min.

În varianta I în bazinul de apă se introduce aer atmosferic (21% O₂ și 79% N₂) într-un generator de bule fine (G.B.F.) plan, dreptunghiular, cu o placă cu 113 orificii Ø – 0,1 mm [19] [20].

Pentru varianta I rezultatele măsurătorilor efectuate sunt prezentate în tabelul 4.

Tabel 4. Valori experimentale ale concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, $C_{O_2} = f(\tau)$, în cazul variantei I

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	C [mg/dm ³]	5,84	6,89	7,65	8,01	8,10	8,26	8,31	8,35	8,39
2	C_S [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

Pe baza datelor experimentale obținute s-a trasat graficul funcției $C_{O_2} = f(\tau)$ pentru varianta I așa cum este prezentat în figura 19.

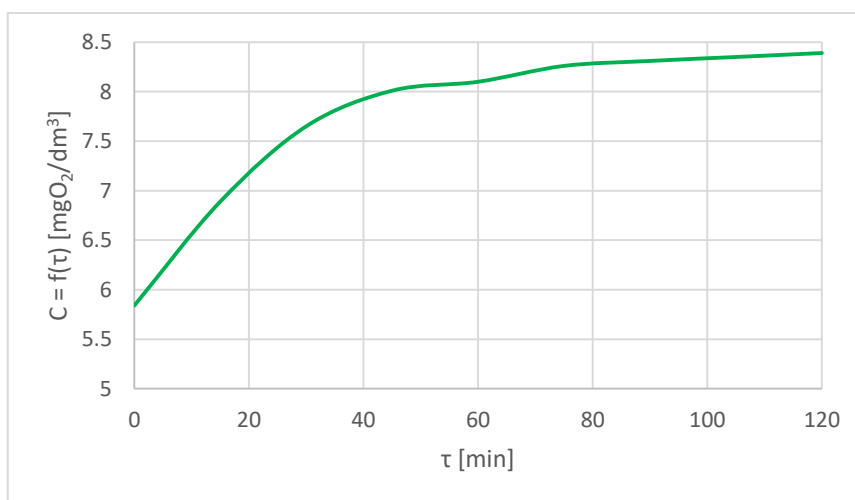


Fig. 19. Reprezentarea grafică a funcției $C_{O_2} = f(\tau)$ pentru varianta I,

1 – $C_{O_2} = f(\tau)$ pentru G.B.F cu $\phi = 0,1$ mm;

Pentru efectuarea unei comparații între rezultatele teoretice și cele experimentale în cazul variantei I, în tabelul 5. sunt evidențiate rezultatele obținute, iar în figura 20 este prezentată grafic situația comparativă a acestora.

Tabel 5. Valori teoretice și experimentale ale concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul variantei I

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	C teoretic Var.I [mg/dm ³]	5,84	6,92	7,68	8,05	8,18	8,28	8,33	8,36	8,40
2	C experimental Var.I [mg/dm ³]	5,84	6,89	7,65	8,01	8,10	8,26	8,31	8,35	8,39
3	C_S [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

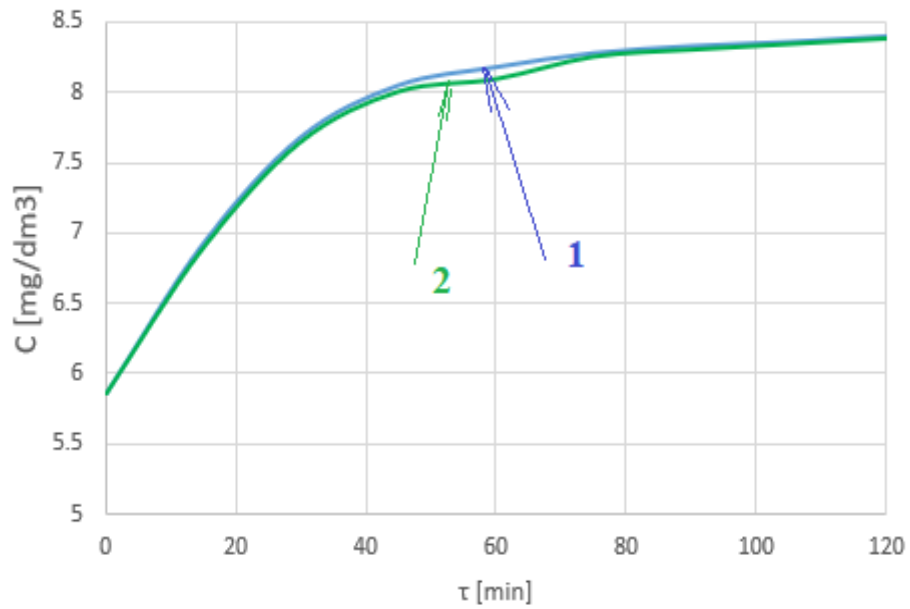


Fig. 20. Reprezentarea grafică comparativă a funcției $C = f(\tau)$ pentru **varianta I**,

1 – $C = f(\tau)$ – teoretic, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,1$ mm;

2 – $C = f(\tau)$ – experimental, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,1$ mm;

În figura 21 este prezentat generatorul de bule fine, de formă dreptunghiulară, în timpul cercetărilor experimentale.

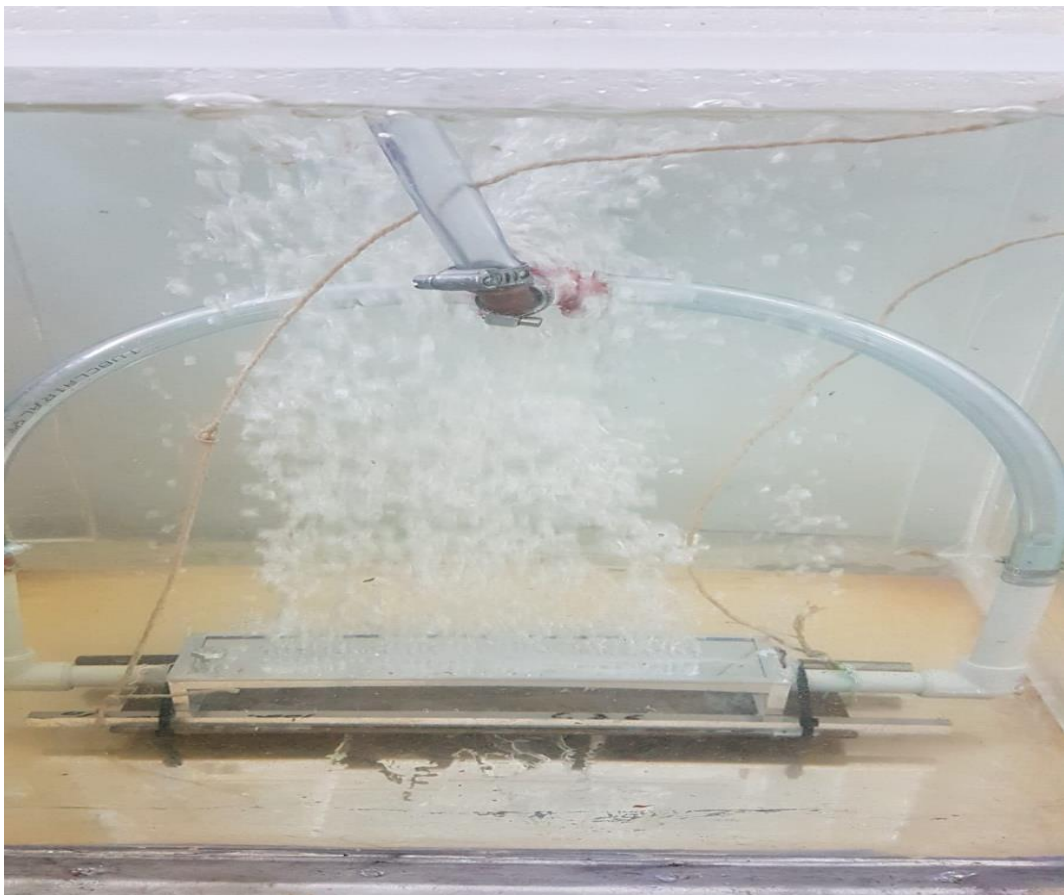


Fig. 21. Perdea de bule emisă de generatorul de bule fine în funcțiune

În varianta II în bazinul de apă se introduce aer atmosferic (21% O₂ și 79% N₂) prin intermediul unei instalații al cărui element de distribuție al aerului comprimat îl reprezintă o platformă care conține patru generatoare de bule fine prevăzute cu plăci perforate de formă circulară cu un număr de 113 orificii Ø – 0,05 mm pe fiecare placă.

În figura 21. este prezentat ansamblul de patru corpuri cilindrice care formează G.B.F. iar în figura 22. acesta este prezentat în timpul cercetărilor experimentale.

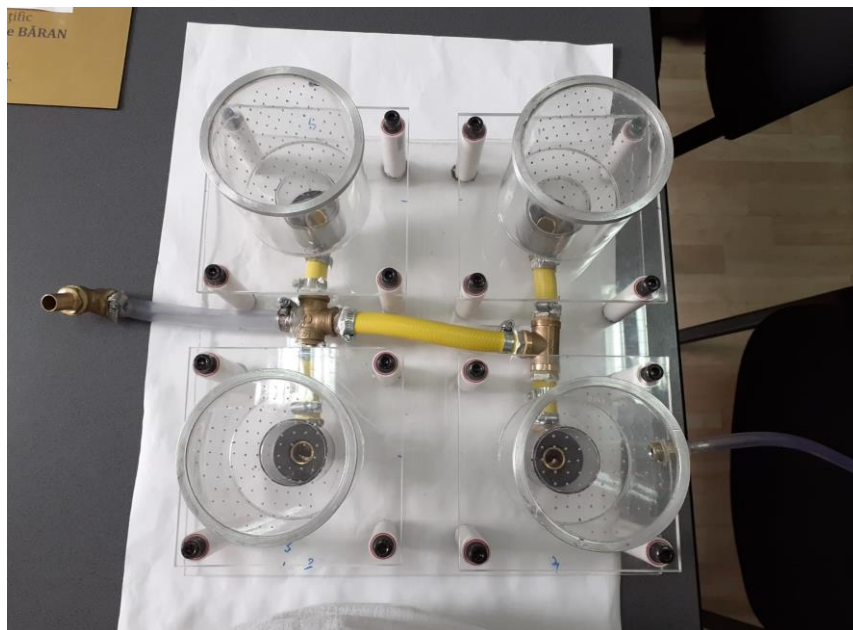


Fig. 22. Vedere generală a G.B.F. – varianta II orificii Ø – 0,05 mm

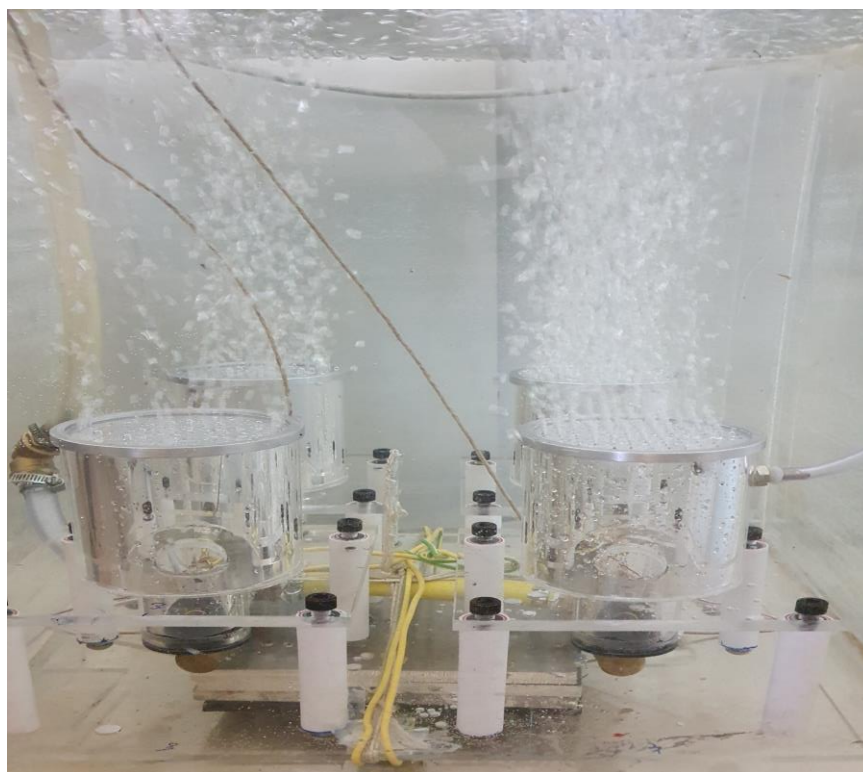


Fig. 23. Perdea de bule emisă de ansamblul de patru corpuri cilindrice cu orificii de Ø – 0,05 mm care formează G.B.F.

Rezultatele măsurătorilor efectuate în cazul variantei II au fost sistematizate în tabelul 6.

Tabel 6. Valori experimentale ale concentrației de oxigen dizolvat în apă

în funcție de timp, $C_{O_2} = f(\tau)$ în cazul **variantei II**

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	C [mg/dm ³]	5,84	7,45	7,80	8,10	8,20	8,28	8,32	8,35	8,39
2	C_s [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

Pe baza datelor experimentale obținute s-a trasat graficul funcției $C_{O_2} = f(\tau)$ pentru **varianta II** așa cum este prezentat în figura 24.

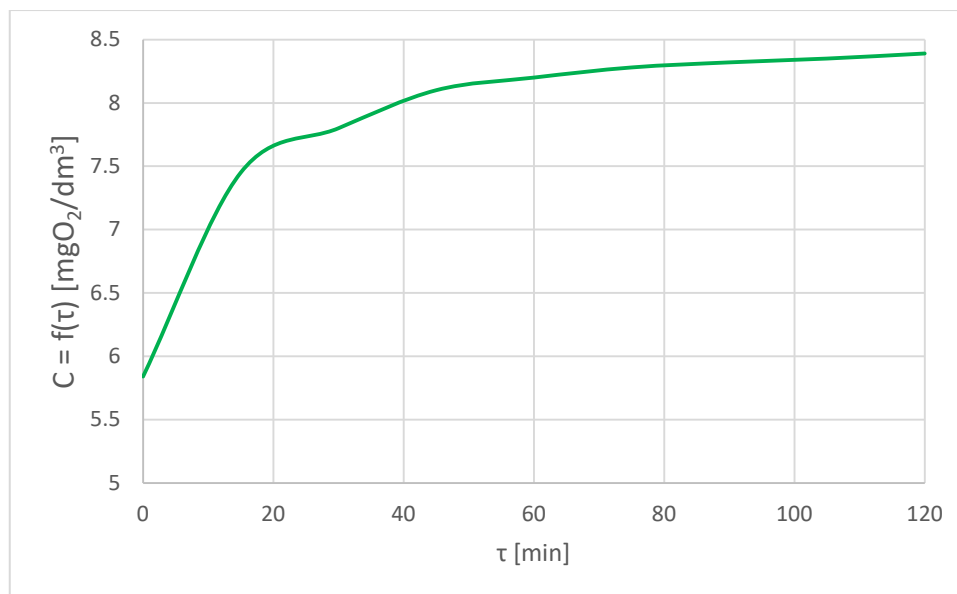


Fig. 24. Reprezentarea grafică a funcției $C = f(\tau)$ pentru **varianta II**

1 – $C = f(\tau)$ - experimental - pentru G.B.F cu \varnothing 0,05 mm;

De asemenea și în această variantă, pentru efectuarea unei comparații între rezultatele teoretice și cele experimentale, în tabelul 7. sunt evidențiate rezultatele obținute, iar în figura 25 este prezentată grafic situația comparativă a acestora.

Tabel 7. Valori teoretice și experimentale ale concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul **variantei II**

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	C teoretic Var.II [mg/dm ³]	5,84	7,47	7,84	8,18	8,22	8,30	8,36	8,39	8,42
2	C experimental Var.II [mg/dm ³]	5,84	7,45	7,80	8,10	8,20	8,28	8,32	8,35	8,39
3	C_s [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

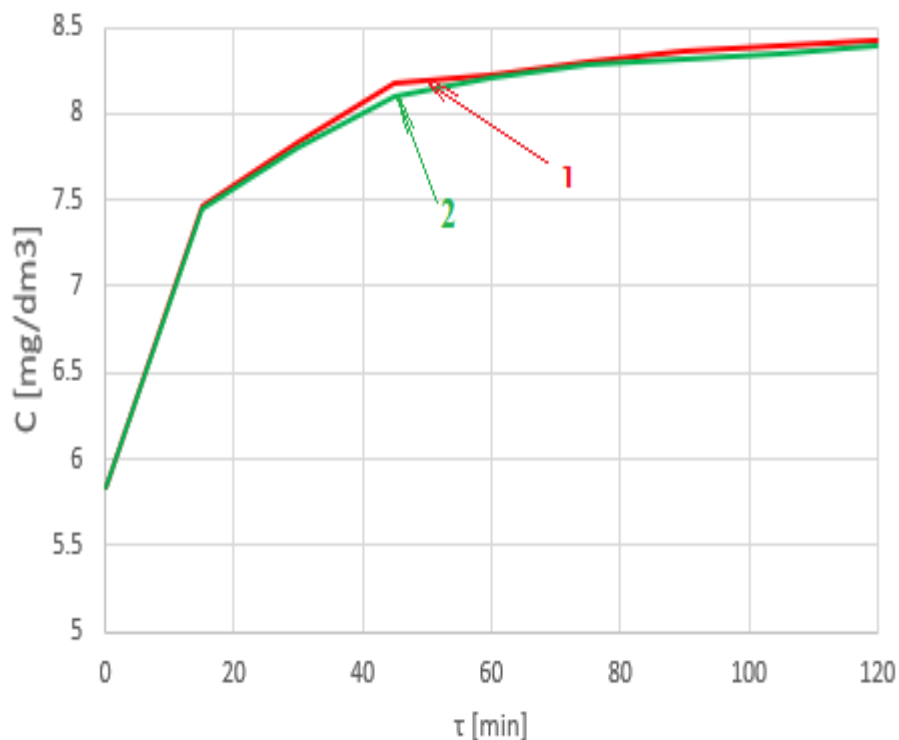


Fig. 25. Reprezentarea grafică comparativă a funcției $C = f(\tau)$ pentru **varianta II**,

1 – $C = f(\tau)$ – teoretic, pentru G.B.F cu \varnothing 0,05 mm;

2 – $C = f(\tau)$ – experimental, pentru G.B.F cu \varnothing 0,05 mm;

Pentru demonstrarea eficienței procesului de aerare a apei în cazul celor două variante de G.B.F. se realizează comparare a rezultatelor teoretice și experimentale obținute pentru acestea, pe durata cercetărilor după cum urmează:

a) În tabelul 8. sunt sistematizate valorile teoretice obținute pentru cele două variante studiate.

Tabel 8. Valori teoretice ale concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul celor două variante

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	C teoretic Var.I [mg/dm ³]	5,84	6,92	7,68	8,05	8,18	8,28	8,33	8,36	8,40
2	C teoretic Var.II [mg/dm ³]	5,84	7,47	7,84	8,18	8,22	8,30	8,36	8,39	8,42
3	C_s [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

Reprezentarea grafică comparativă a variației teoretice a concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul celor două variante este prezentată în figura 26.

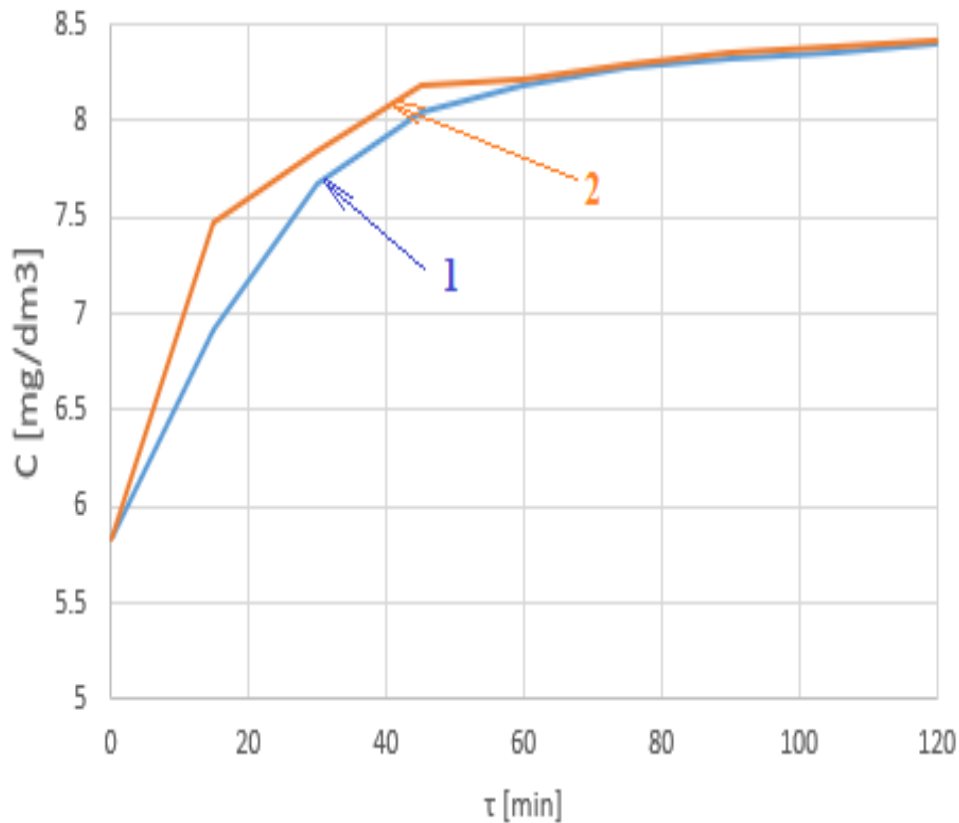


Fig. 26. Reprezentarea grafică comparativă a valorilor teoretice ale funcției $C = f(\tau)$ pentru cele două variante,

1 – $C = f(\tau)$ – teoretic, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,1$ mm;

2 – $C = f(\tau)$ – teoretic, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,05$ mm;

b) De asemenea, în tabelul 9. sunt evidențiate valorile experimentale obținute pentru cele două variante studiate.

Tabel 9. Valori experimentale ale concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul celor două variante

Nr. Crt.	τ [min]	0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	$C_{\text{experimental Var.I}}$ [mg/dm ³]	5,84	6,89	7,65	8,01	8,10	8,26	8,31	8,35	8,39
2	$C_{\text{experimental Var.II}}$ [mg/dm ³]	5,84	7,45	7,80	8,10	8,20	8,28	8,32	8,35	8,39
3	C_S [mg/dm ³]	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4

În acest caz reprezentarea grafică comparativă a variației experimentale a concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, în cazul celor două variante este prezentată în figura 27.

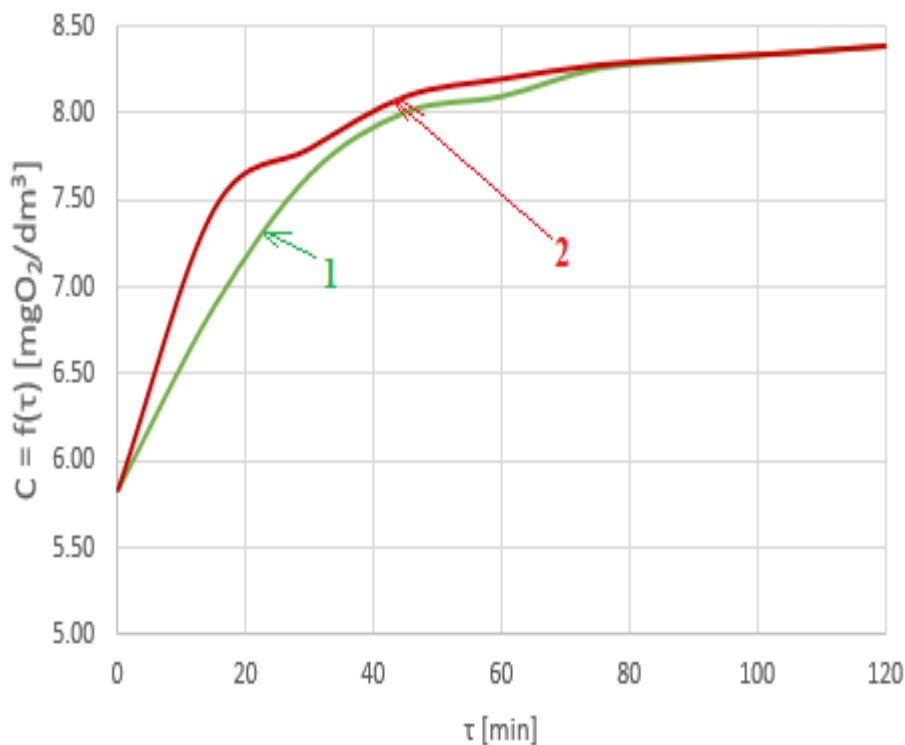


Fig. 27. Reprezentarea grafică comparativă a valorilor experimentale ale funcției $C = f(\tau)$ pentru cele două variante,

1 – $C = f(\tau)$ – experimental, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,1$ mm;

2 – $C = f(\tau)$ – experimental, pentru G.B.F cu $\varnothing 0,05$ mm;

Din figura 27. se observă că pe intervalul de timp 0 – 75 minute există o diferență sensibilă între cele două curbe. Ca urmare, se remarcă faptul că varianta a doua, respectiv varianta cu G.B.F. cu orificii de $\varnothing 0,05$ mm este mai favorabilă în ceea ce privește creșterea concentrației de oxigen dizolvat în apă.

Concluzii

În urma cercetărilor experimentale efectuate pentru cele două variante s-au constatat următoarele:

1.) Din tabelele 4. respectiv 6. se observă că valorile concentrației de oxigen dizolvat în apă măsurate experimental la momente de timp corespunzătoare sunt mai mari la **varianta II**, deci **varianta II** asigură o aerare mai eficientă;

2.) Din tabelele 4. respectiv 6. se observă că, creșterea concentrației de oxigen dizolvat în apă de la C_0 la C_S este mai rapidă în cazul utilizării generatorului de bule fine cu orificii având diametrul $\varnothing - 0,05$ mm.

3.) Din reprezentarea grafică figura 27. a variației concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp $C_{O_2} = f(\tau)$ se observă că valorile funcției $C_{O_2, II} = f(\tau)$ sunt superioare celor din varianta I ($C_{O_2, I} = f(\tau)$), deci aerarea apei este mai eficientă.

Contribuții originale

a) Realizarea generatorului de bule fine în **varianta II** a necesitat o idee originală prin divizarea celor 452 de orificii în patru plăci circulare fiecare cu câte 113 orificii de $\varnothing - 0,05$ mm; dispunerea celor 452 de orificii în linie dreaptă conducea la dimensiuni ale bazinului foarte mari și la pierderi de presiune mare pentru aerul care urma să fie imersat în apă.

b) Tehnologia de execuție a orificiilor de $\varnothing - 0,05$ mm a necesitat elaborarea unei concepții tehnologice originale [21] [22].

C. CONCLUZII

C1. Concluzii generale

1. Autoarea a elaborat un studiu privind aerarea apelor, care conduce la un sistem eficient de aerare a acestora.

2. Construirea unui generator de bule fine la care placa perforată are orificii de $\varnothing - 0,05$ mm constituie o performanță. Tehnologia de execuție a acestor orificii a necesitat o serie de încercări și colaborări între Universitatea POLITEHNICA București și alte instituții de specialitate din țară.

C2. Contribuții originale

În concordanță cu obiectivele tezei de doctorat și analizând rezultatele teoretice și experimentale obținute prin elaborarea prezentei teze de doctorat se pot evidenția următoarele contribuții:

❖ Contribuții teoretice:

1. Elaborarea unui bogat studiu biografic privind aerarea apelor cu aplicații în țară;
2. Elaborarea unei tehnologii privind realizarea unor generatoare de bule fine la care placa perforată are orificii cu diametru de 0,1 mm, respectiv 0,05 mm.
3. Analizarea legăturii dintre concentrația de oxigen dizolvat în apă și mărimea bulei de aer care pătrunde în stratul de apă aflat în bazin.
4. Elaborarea unui studiu teoretic privind compararea a două tipuri de generatoare de bule fine, de formă dreptunghiulară și circulară cu orificii realizate prin microgăurire; au fost obținute curbele de variație a concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp, prin integrarea numerică a ecuației diferențiale a vitezei de transfer a oxigenului în apă, pentru cele două tipuri de generatoare de bule

fine, stabilindu-se că generatorul de bule fine **Varianta II** la care placa perforată are orificii cu diametrul de 0,05 mm de este mai avantajoasă.

5. Realizarea unui studiu comparativ între cele două variante și alegerea celei mai performante variante și anume **varianta II**.

❖ **Contribuții numerice:**

6. Expunerea detaliată a metodei numerice Euler, metodă cu pași separați și algoritm explicit, pentru integrarea ecuației diferențiale ordinare a vitezei de transfer a oxigenului către apă, cu prezentarea schemei logice de calcul.

7. Elaborarea unui program de calcul pentru determinarea variației concentrației de oxigen dizolvat în apă în funcție de timp a prin stabilirea mărimilor inițiale de intrare în calculator.

8. Elaborarea unui program de calcul pentru stabilirea relației matematice: $C = f(d_b)$ pentru cele două variante studiate $d_o = 0,1$ mm, respectiv $d_o = 0,05$ mm.

❖ **Contribuții experimentale:**

9. Realizarea, cu tehnologii elaborate adecvate, a celor două variante de G.B.F., respectiv Varianta I și Varianta II; orificiile au fost executate prin microgăurire cu mașini moderne pentru microprelucrări, prevăzute cu burghie speciale.

10. Concepția și punerea la punct a instalației de laborator pentru studiul experimental a celor două variante de generatoare de bule fine, dotată cu aparatură de măsură și control performantă și sistem electronic de înregistrare și procesare a datelor).

11. Precizarea și detalierea scopului și metodicii cercetărilor experimentale, cu indicarea succesiunii etapelor măsurătorilor.

12. Elaborarea unei metodicii de efectuare a cercetărilor experimentale în vederea validării rezultatelor teoretice obținute în capitolele 4, 5 și 6.

13. Concepția, proiectarea și realizarea practică a instalației experimentale pentru studiul aerării apei aflate în curgere prin conducte, cu un sistem original de dispersie a aerului în apă, constând într-o spirală dintr-un tub subțire de cupru perforat cu orificii de 0,1 mm.

14. Prevederea unei metode non-invazive de măsurare a concentrației de oxigen dizolvat în apă în instalația experimentală pentru studiul aerării apei aflate în curgere prin conducte.

15. Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale s-au concretizat prin publicații în țară și în străinătate, după cum urmează:

– 2 cotate ISI

– 8 cotate BDI

C3. Perspective de continuare a cercetărilor

Se consideră continuarea cercetărilor în următoarele direcții:

- Aflarea unor soluții constructive ale G.B.F. prin utilizarea microtehnologiilor;
- Utilizarea nanotehnologiilor la procesele de aerare a apelor

Bibliografie

[1] *E. Beatrice Tănase*, Influența compoziției gazului insuflat în apă asupra conținutului de oxigen dizolvat, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică, București 2017.

[2] *Al. S. Pătulea*, Influența parametrilor funcționali și a arhitecturii generatoarelor de bule fine asupra eficienței instalațiilor de aerare, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică, București 2012.

[3] *G. M. Mateescu*, Hidro-gazo-dinamica generatoarelor de bule fine, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Mecanică și Mecatronică, București, 2011.

[4] *G. Oprina, I. Pincovski, Ghe. Băran*, Hidro-Gazo-Dinamica Sistemelor de aerare echipate cu generatoare de bule, Ed. POLITEHNICA PRES, București 2009.

[5] *N. Băran, Al. Pătulea, I. Călușaru*, The Determination Of The Oxygen Transfer Speed In Water In Nonstationary Conditions, International proceedings of Computer Science and Information Technology, Mechanical Engineering, Robotics and Aerospace, 2011, pp 267-272.

[6] *G. Oprina*, Contribuții la hidro-gazo-dinamica difuzoarelor poroase, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Energetică, 2007.

[7] *T. Miyahara, Y. Matsuha, T. Takahashi*, The size of bubbles generated from perforated plates, International Chemical Engineering, vol. 23, 1983, pp. 517-523.

[8] *Rasha Mlisan (Cusma)*, Influența arhitecturii generatoarelor de bule fine asupra creșterii concentrației de oxigen dizolvat în apă, Teză de Doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică, București 2017.

[9] *D. Besnea, N. Baran, G. Mateescu*, Using non-conventional technologies in order to build fine bubbles generators, Proceedings of The International Conference, 1ST International Conference on Inovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development MECHAHITECH'09 București, 2009.

[10] *B. Tănase, D. Besnea, R. Mlisan, M. Constantin and N. Băran*, Constructive solutions for the achievement of fine bubble generators based on micro-drilling technologies, IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 2 Issue 2, 2015, pp. 46-50.

[11] *M. Călușaru-Constantin, E. B. Tănase, N. Băran and Rasha Mlisan-Cusma*, Researches Regarding the Modification of Dissolved Oxygen Concentration in Water, IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 6, 2014, pp. 228-231.

[12] *I. M. Călușaru, N. Băran, Al. Pătulea*, Determination of dissolved oxygen concentration in stationary water, Revista de chimie, vol. 63, nr. 12 /2012, pag . 1312 – 1315.

[13] *Ionela Mihaela, Călușaru Nicolae Băran, Alexandru Pătulea, Gabriela Mateescu*, Theoretical and experimental researches regarding the modification of dissolved oxygen concentration in stationary waters, Innovation and Collaboration in Engineering Research,România (INCER-2012) CD, București, 2012.

[14] *M. Călușaru-Constantin, E. B. Tănase, N. Băran and Rasha Mlisan-Cusma*, Researches Regarding the Modification of Dissolved Oxygen Concentration in Water, IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 6, 2014, pp. 228-231, ISSN 2348 – 7968.

[15] *Al. Pătulea, N. Băran, I. M. Călușaru*, Measurements of Dissolved Oxygen Concentration in Stationary Water, World Environment, vol.2(4), 2012, pp.106-109.

[16] *N. Băran, Al. Pătulea, I. Călușaru*, The Determination Of The Oxygen Transfer Speed In Water In Nonstationary Conditions, International proceedings of Computer Science and Information Technology, Mechanical Engineering, Robotics and Aerospace, 2011, pp 267-271.

[17] *Alexandru Pătulea, Ionela Mihaela Călușaru and Nicolae Băran*, Researches regarding the measurements of the dissolved concentration in water, Advanced Materials Research Vol. 550-553 (Advances in Chemical Engineering II)(2012) pp 3388-3394© (2012) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/ www.scientific.net/AMR.550-553.3388.

[18] *Ionela Mihaela, Călușaru Nicolae Băran, Alexandru Pătulea, Gabriela Mateescu*, Theoretical and experimental researches regarding the modification of dissolved oxygen concentration in stationary waters, INnovation and Collaboration in Engineering Research,România (INCER-2012) CD, București, 2012.

[19] *N. Băran, I. M. Călușaru, G. Mateescu*, Influence of the architecture of fine bubble generators on the variation of the concentration of oxygen dissolved in water, Buletinul Științific al Universității Politehnica din București, Ed. Politehnica Press, seria D, Inginerie Mecanică, vol. 75, nr. 3/2013, pp. 225-236.

[20] *G. Mateescu, A. Marinescu, N. Băran*, A new Constructing Fine Bubbles Generators, Bulletin Of The Transilvania University Of Brașov, vol.2, 2009, pp.359-367, Brașov.

[21] *O. Donțu*, Tehnologii și sisteme de fabricație utilizate în mecatronică, Editura Printech București, 2014.

[22] *B.Tănase, D. Besnea, R. Mlisan, M. Constantin and N. Băran*, Constructive solutions for the

achievement of fine bubble generators based on micro-drilling technologies, IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 2 Issue 2, 2015, pp. 46-50.

ANEXA

Lista de lucrări publicate



Articole publicate în reviste cotate ISI

1. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae Vlad SIMA, Dorina Nicoleta ALBU, Mihaela PETROȘEL (BĂNICĂ) and Mihaela CONSTANTIN, Researches on increasing the dissolved oxygen concentration in stationary waters, *E3S Web of Conferences* **286**, 01001 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128601001> ,*TE-RE-RD* 2021

1. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Albertino Giovanni ROZA, Mihaela CONSTANTIN ,*The use of microtechnology's in the construction of water aeration installations*, *COFRET 2021 IOP Conf. Series: Earth and Enviromental Science* **960** (2022)012019



Articole publicate în reviste cotate BDI

1. **M. M. BOLTINESCU (ROZA)**, N. BĂRAN, N.V. SIMA, R. VOICU, M. CONSTANTIN, The Use of Microtechnology's for the Construction of Some Devices Necessary for Water Aeration, *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)* (Peer Reviewed Quarterly International Journal) Volume 2, Issue 4, Pages 70-78, Oct - Dec 2018

2. M. F. ȘTEFĂNESCU, N.V. SIMA, **M. M. BOLTINESCU (ROZA)**, M. PETROȘEL, M. CONSTANTIN, Design and Construction of an Installation for Testing Bubble Generators Used for Water Aeration, *Asian Journal of Applied Science and Technology* Volume 4, Issue 4, Pages 73-81, October - December 2020.

3. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Mihaela CONSTANTIN, Researches on the Development of a Nanobubbles Generator Used to Waters Aeration , ISSN 1453 – 7303 “**HIDRAULICA**” (No. 3/2020) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*

4. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Nicolae Vlad SIMA, Mihaela CONSTANTIN Theoretical and Experimental Researches on the Determination of Pressure Losses on Bubble Generators Used for Water Aeration, ISSN 1453 – 7303 “**HIDRAULICA**” (No. 4/2020) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*

5. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Mihaela CONSTANTIN, Cătălina DOBRE, Researches on water aeration using fine bubbles generators, ISSN 1453 – 7303, pag. 53 – 60, “**HIDRAULICA**” (No. 1/2022) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*.

6. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Mihaela CONSTANTIN, Determining the Relation between the Size of the Air Bubble Immersed in Water and the Dissolved Oxygen Concentration, ISSN 1453 – 7303, pag. 95 – 105, “**HIDRAULICA**” (No. 1/2022) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*.

7. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Alexandru GRIGORE, Remus VOICU, Mihaela CONSTANTIN, Researches on Water Aeration Flowing through Pipes, ISSN 1453 – 7303, “**HIDRAULICA**” (No. 2/2022) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*.

8. **Marilena Monica BOLTINESCU (ROZA)**, Nicolae BĂRAN, Mihaela PETROȘEL, Albertino Giovanni ROZA, Mihaela CONSTANTIN, Increasing the oxygen transfer rate to stationary water, ISSN 1453 – 7303, “**HIDRAULICA**” (No. 2/2022) Magazine of *Hydraulics, Pneumatics, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics*.