

UTILIZAREA PROGRAMELOR CFD PENTRU RETEHNOLOGIZAREA INSTALAȚIILOR DE EPURARE

Cătălina Raluca MOCANU, Răzvan MIHĂILESCU

Universitatea Politehnica București

Abstract: Using CFD software for wastewater treatment installations refurbishment. In this paper the authors presents the need to modernize the aeration equipments used in biological reactors of wastewater treatment plant (WWTP). The basic requirements for the correct operation of the biological reactor are to provide enough oxygen for the biochemical degradation of the organic matter and maintaining the state of activated sludge suspension flocs. The oxygen mass transfer from air to water is essential in biological processes due to high energy consumption of the aeration equipments. In the present paper the authors presents a comparative study over the aeration processes in the biological reactors before and after refurbishment of Targoviste City WWTP.

Key words: aeration equipment, treatment, numerical simulation.

Introducere

Epurarea apelor uzate este un proces complex bazat pe fenomene fizice, chimice și biologice prin care materiile dizolvate și dispersate în mediul apos sunt reținute și neutralizate astfel ca prin deversare în mediul înconjurător să nu se aducă prejudicii populației, florei și faunei [1]. Tehnologia de epurare reprezintă o succesiune de procese unitare fiecare fiind destinat să rețină o anumită categorie de corpuri din mediul apos [2]. Eficiența de epurare se referă la întreaga instalație - eficiența globală de epurare - sau se judecă pe proces unitar: reținere pe grătare, sedimentare, separare grăsimi, eliminare materii organice etc. Pentru fiecare proces unitar se determină eficiența de reținere, care poate avea valori între 50-98%, în funcție de instalația și echipamentul adecvat tehnologiei [3, 4, 5].

Stațiile de epurare a apelor uzate (SEAU) existente în România au fost concepute și dotate cu echipamente mecanice corespunzător deceniului al VII-lea al secolului trecut. În ultimul deceniu, cu sprijinul fondurilor Uniunii Europene, au fost retehnologizate mai multe stații de epurare orășenești, dar situația pe ansamblu rămâne mult în urma cerințelor impuse de mediu și legislație. Ca urmare eforturile cercetătorilor s-au axat pe studiul proceselor care pot reabilita rapid situația existentă.

Având în vedere ponderea pe care o are treapta biologică în consumul de energie din întreaga stație de epurare - peste 50% - eforturile colectivelor de cercetare și ale școlilor doctorale s-au concentrat pe creșterea eficienței de epurare în această zonă. Complexitatea proceselor din această treaptă necesită cunoștințe diverse de natură fizică, chimică și biochimică, ele fiind la granița dintre diferitele domenii ale științelor menționate mai sus.

Pentru epurarea biologică aerobă a apelor uzate se folosesc procedee cu alimentare continuă sau discontinuă clasificate în: procedee de epurare cu nămol activ, biofiltre, iazuri biologice-lagune aerate. Aceste procedee diferă prin timpul de contract, timpul de retenție din bazin dintre microorganisme și apa uzată, necesarul de oxigen, modul de utilizare a nămolului biologic, structura și modul de organizare al comunității biologice etc.

Procedeul cu nămol activ (figura 1), datorită calităților ce le prezintă, printre care buna adaptabilitate la variațiile încărcării organice, s-a generalizat ca utilizare. Procedeul cu nămol activ presupune preepurarea apei uzate prin procese fizico-chimice – treapta mecanică – înainte ca aceasta să pătrundă în treapta biologică.

În bazinul de aerare, reactorul biologic, apa uzată, amestecată cu nămolul activ recirculat, este oxigenată printr-un procedeu oarecare. Apa epurată, în proporție de 94-97%, este separată de flocoanele de nămol activ în decantorul secundar. Diferitele variante ale procedeeului diferă prin modul de încărcare hidraulică și organică a instalației, corespunzător alimentării, timpului de contact și prin raportul dintre substrat și microorganisme.

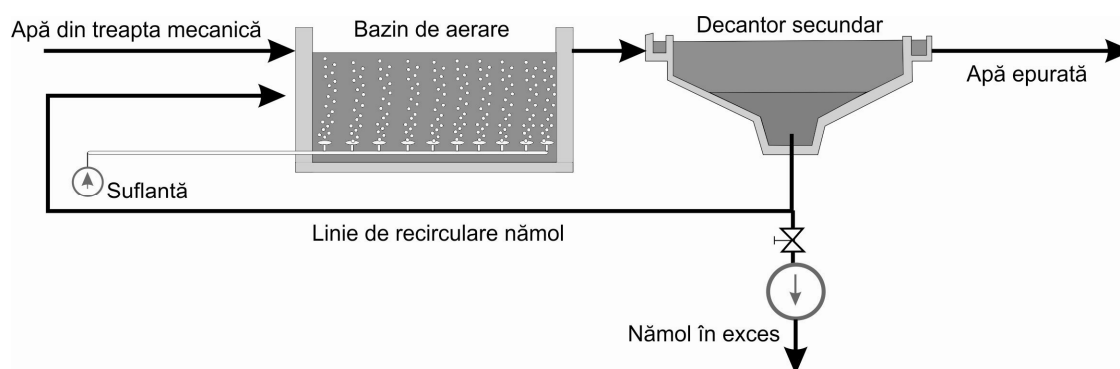


Fig. 1. Schema generală a procesului tehnologic de epurare a apei uzate cu nămol activ (procedeu convențional).

Procedeu cu nămol activ, în afară de bazinul de aerare și decantor, se efectuează și într-o altă variantă. Se folosesc două bazine de aerare în serie, în primul bazin se introduce nămolul recirculat și în al doilea apa de epurat. Procedeu are denumirea de regenerare a nămolului prin contact-stabilizare.

Simularea numerică asupra procesului de aerare în treapta de epurare biologică a stațiilor de epurare

În acest subcapitol se prezintă două cazuri de simulare numerică:

- aerare cu țevi perforate;
- aerare cu difuzori cu membrană elastomer.

Simularea numerică a dispersiei oxigenului în masa de apă printr-o rețea de țevi perforate

Simularea numerică s-a realizat pentru o configurație existentă de bazin de aerare (figurile 2, 3 și 4), cu lungimea de 50m, lățimea 3m, înălțimea 3m. Țevile perforate au un diametru de 25mm, cu diametrul găurii perforate 1,5mm. S-au considerat 25 de țevi dispuse la o distanță de 2m una față de cealaltă.

S-au făcut următoarele considerații:

- apa este considerată fluid continuu;
- aerul este considerat fluidul dispersat;
- diametrul bulei 1,5 mm;
- presiunea de referință 1atm;
- s-a introdus o variabilă adițională *concentrație de oxigen*; în domeniul considerat variabila adițională se va supune ecuațiilor de transport;
- temperatura fluidului 25°C;
- se consideră modelul de turbulență $k\varepsilon$;
- viteza de curgere a apei 0,5m/s – în direcția lungimii bazinului – mișcare de tip piston;
- concentrația de oxigen introdusă 10 kg/m³;
- se consideră turbulență medie, generată de bulele de aer degajate de la rețeaua de distribuție.

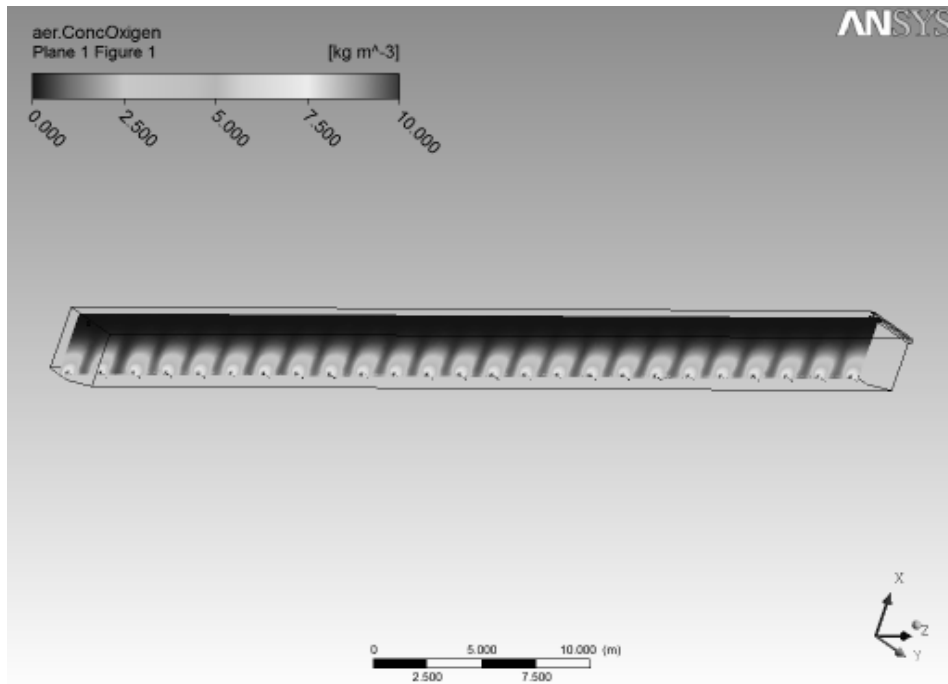


Fig. 2. Evoluția concentrației de oxigen în plan vertical.

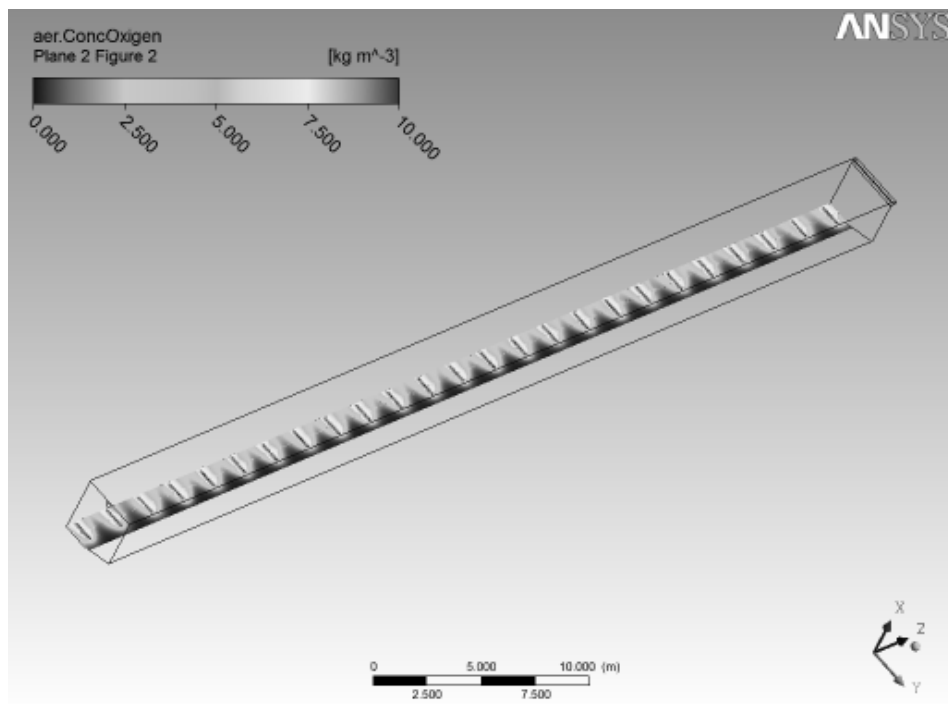


Fig. 3. Evoluția concentrației de oxigen în plan orizontal la nivelul țevelor perforate.

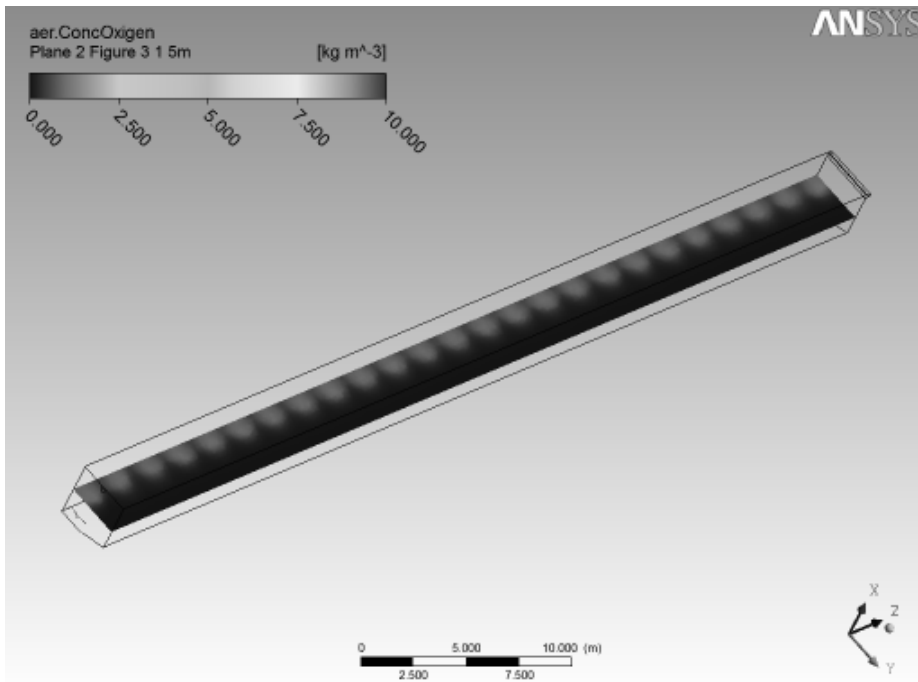


Fig. 4. Evoluția concentrației de oxigen în plan orizontal la 1m înălțime de radier.

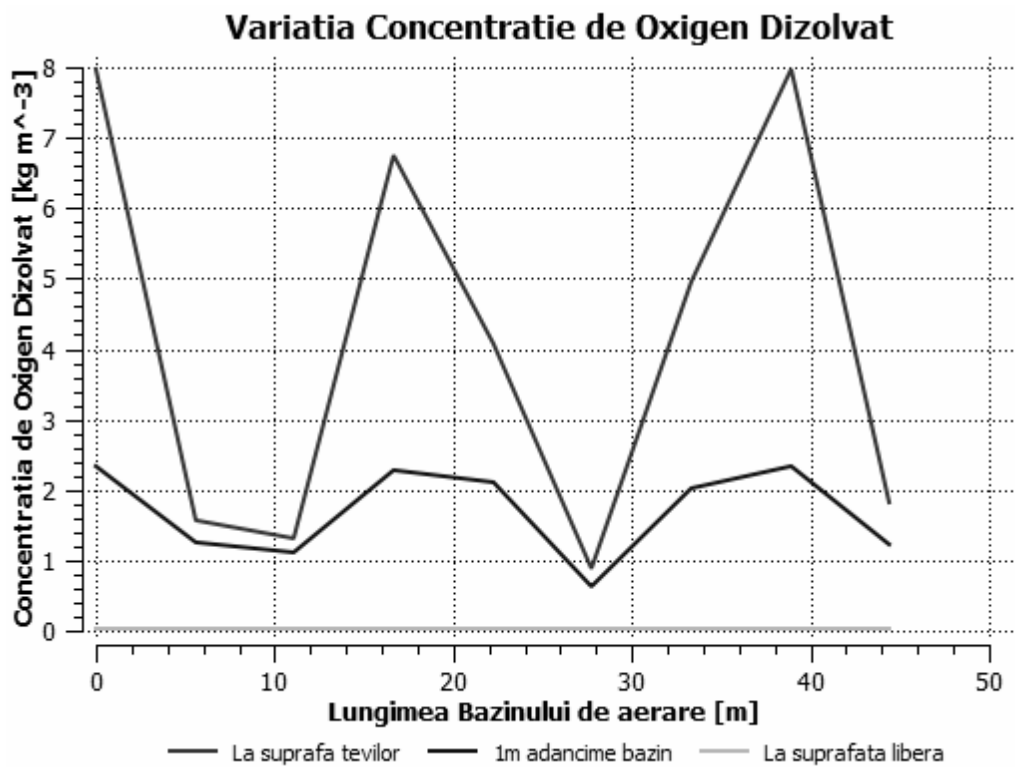


Fig. 5. Variația concentrației de oxigen dizolvat în funcție de lungimea bazinului.

Variația Concentrației de Oxigen

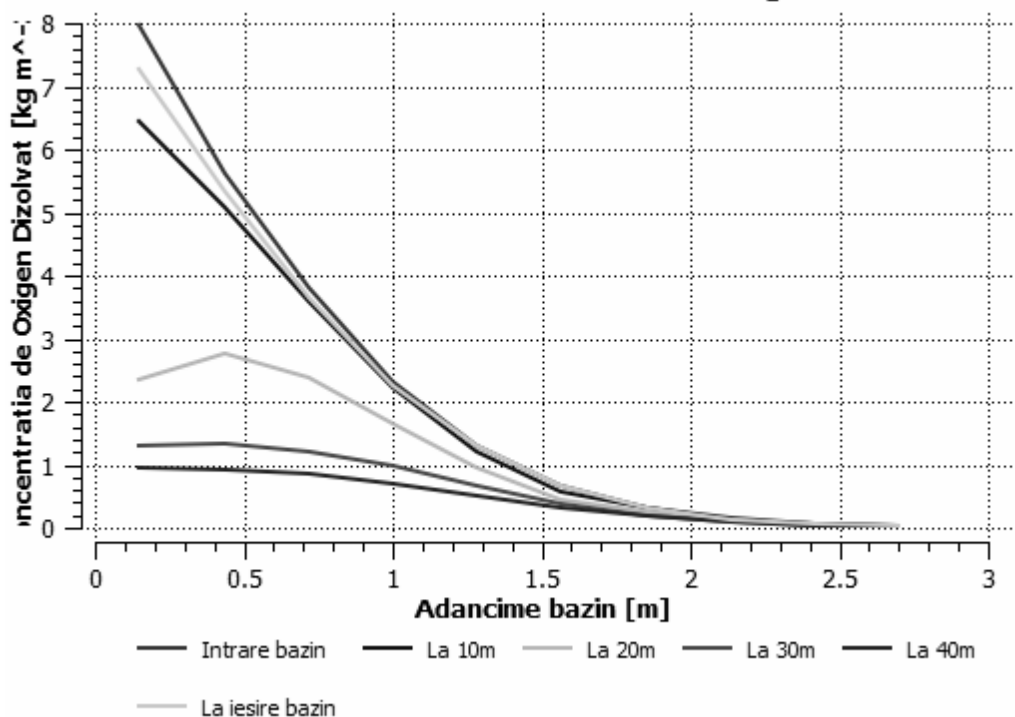


Fig. 6. Variația concentrației de oxigen dizolvat în funcție de adâncimea bazinului.

În figurile 5 și 6 se observă evoluția concentrației de oxigen dizolvat în interiorul bazinului pe diferite planuri. În figura 5 se observă cum concentrația de oxigen dizolvat este de 0 kg/m^3 . Acest lucru trebuie evitat în exploatarea bazinelor de aerare. În figura 6 pe liniile corespunzătoare lungimilor de 20m, 30m și 40m concentrația de oxigen dizolvată este mai mică deoarece acestea se află între două țevi de aerare.

Simularea numerică a dispersiei oxigenului în masa de apă printr-o rețea de difuzori cu membrană elastomer

Rețeaua de aerare cuprinde câte 3 difuzori pe lățime și 48 difuzori pe lungime, dispuși asimetric, mai aproape de peretele deasupra căruia este platforma cu magistrala de aer, la o distanță de aproximativ 0,7m. Distanța între difuzori, pe lățime, este de aproximativ 0,5m, ceea ce face ca lățimea liberă a radierului să fie de aproximativ 2,00m. Se creează astfel o zonă fără bule de aer, mai mare la bază și mai mică la suprafață (în mișcarea ascensională bulele de aer se îndepărtează unele de altele și își măresc diametrul). Aceasta generează curenți de apă circulari, cu dispunere predominantă pe verticală, ascensionali în zona rețelei de dispersie și coborâtori în zona radierului liber (figurile 7, 8 și 9).

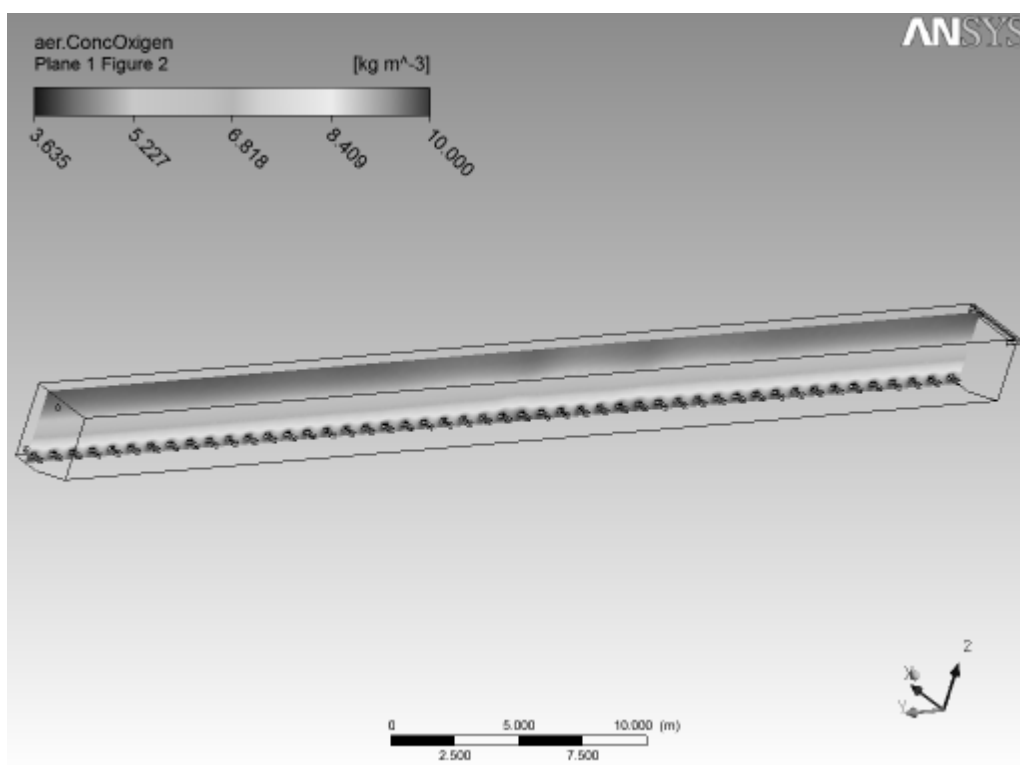


Fig. 7. Evoluția concentrației de oxigen în plan vertical.

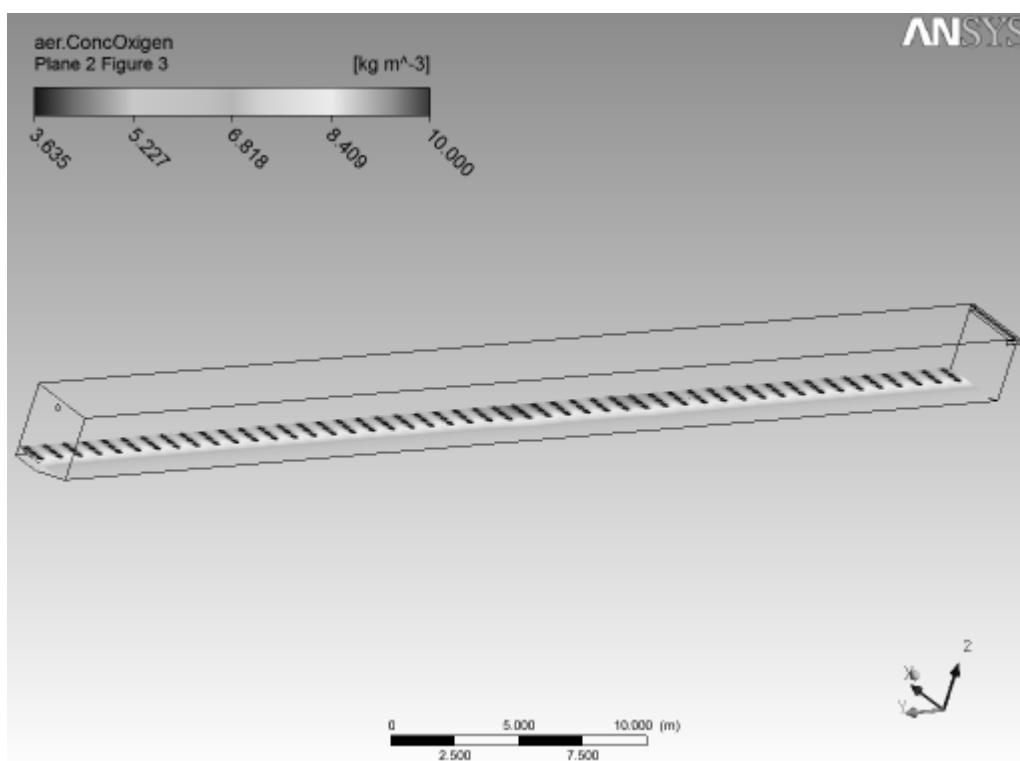


Fig. 8. Evoluția concentrației de oxigen în plan orizontal la nivelul dispersorilor.

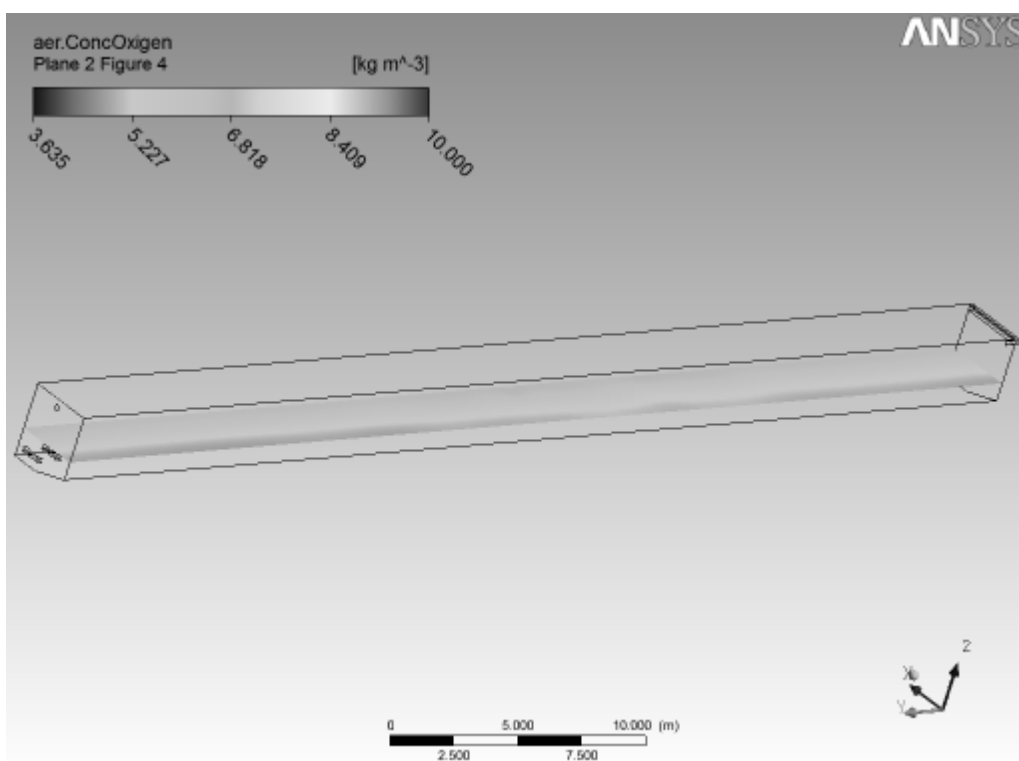


Fig. 9. Evoluția concentrației de oxigen în plan orizontal la 1m înălțime de radier.

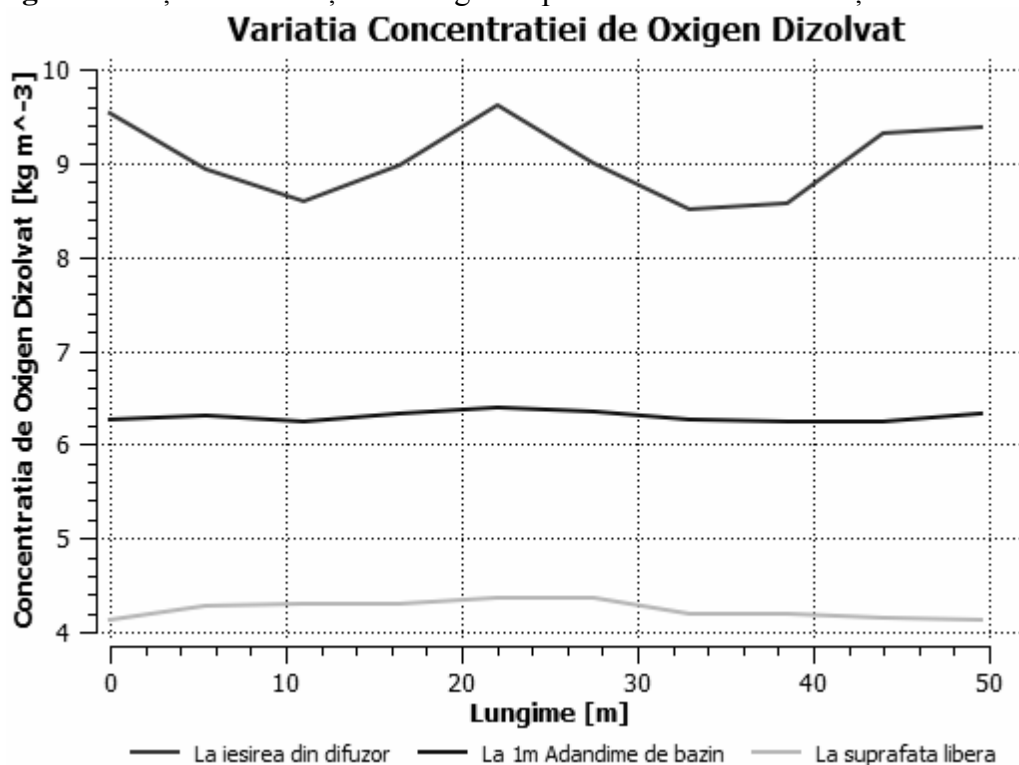


Fig. 10. Variația concentrației de oxigen dizolvat în funcție de lungimea bazinului.

În figura 10 se observă faptul că concentrația de oxigen dizolvat scade pe înălțimea bazinului, dar aceasta rămâne în limite normale de funcționare.

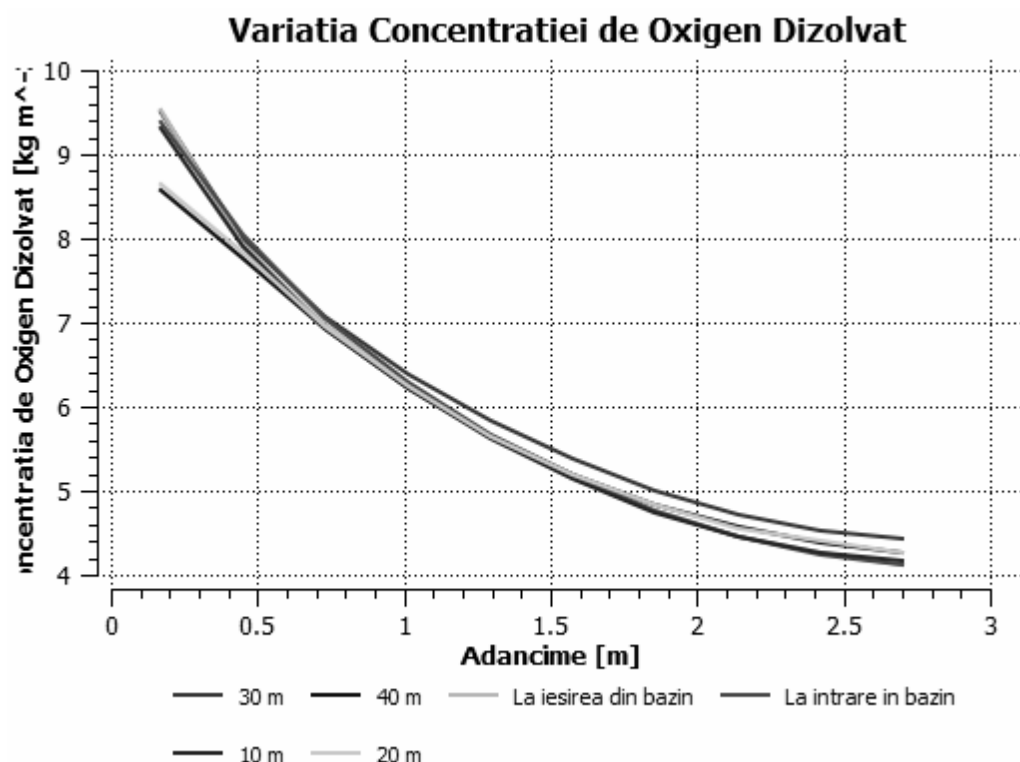


Fig. 11. Variația concentrației de oxigen dizolvat în funcție de adâncimea bazinului.

În figura 11 se observă o evoluție constantă a aerului pe adâncime, ceea ce arată că în bazinul de aerare se menține o concentrație constantă la același nivel. Acest lucru este dorit într-o instalație reală pentru o bună îndepărtare a materiilor organice.

Concluzii

Retehnologizarea stațiilor de epurare convenționale cu nămol activ supraîncărcate pare a fi o soluție promițătoare, mai ales când există limitări de spațiu sau este nevoie de modificări care ar necesita investiții prea mari. Retehnologizarea stațiilor de epurare pentru a intensifica îndepărtarea CBO_5 , nitrificarea, denitrificarea și proprietățile nămolului poate fi obținută prin optimizarea sistemului existent schimbând configurația reactorului biologic și/sau înlocuindu-l cu un proces cu capacitate biologică mai mare, cu o combinație între procesul cu nămol activ și procesul cu peliculă biologică atașată.

Cunoașterea distribuției oxigenului dizolvat pentru întregul volum de apă conținut de reactor facilitează determinarea punctelor de amplasare a senzorilor de oxigen dizolvat, element extrem de important în cazul implementării unui astfel de sistem. Având în vedere faptul că pe baza datelor transmise de senzori se reglează turația suflantei și implicit debitul de aer furnizat, se explică importanța cunoașterii distribuției de oxigen pentru întregul reactor. Astfel, în procesul de operare este eliminată posibilitatea apariției zonelor de apă moartă, ce pot perturba funcționarea în condiții optime a întregii stații.

Mulțumiri

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul Ministerului Muncii, Familiei și Protecției Sociale prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/89/1.5/S/62557.

Bibliografie

1. Boltz J. P., Johnson B. R., Daigger G. T., 2009 - *Modeling Integrated Fixed-Film Activated Sludge (IFAS) Bioreactors I: Mathematical Treatment and Model Development*, Water Environ. Res., 8(6):555-75

2. Bozzano G., Dente M., 2009 - *Single bubble and drop motion modelling*, AIDIC Conference Series, 9:53-60
3. Bravo H. R., Gulliver J. S., Hondzo M., 2007 - *Development of a commercial code-based two-fluid model for bubble plumes*, Environmental Modelling & Software, 22:536-547
4. Brennen C. E, 2005 - *Fundamentals of Multiphase Flows*, California Institute of Technology Pasadena, California Cambridge University Press, ISBN 0521 848040, pp.100-125
5. Metcalf and Eddy, 2002 - *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, McGraw-Hill Companies, pp. 887-983

Date de contact

Cătălina Raluca MOCANU: Universitatea Politehnica București, Spl. Independenței nr. 313, sector 6, București, e-mail: mocanu_catalinaraluca@yahoo.co.uk

Răzvan MIHĂILESCU: Universitatea Politehnica București, Spl. Independenței nr. 313, sector 6, București, e-mail: razvanmihailescu2001@yahoo.com

