

**ROMÂNIA**  
**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI**  
**SPORTULUI**  
**UNIVERSITATEA “POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA**  
**FACULTATEA DE HIDROTEHNICĂ**

**Ing. EMILIA VALENTINA PANTEA**

***STUDIUL PROCESELOR DE EPURARE A***  
***APELOR REZIDUALE PROVENITE DE LA***  
***UNITĂȚILE ALIMENTARE***

**- TEZĂ DE DOCTORAT -**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:**

Prof. univ. dr. ing. **ION MIREL**

**TIMIȘOARA**

**2010**

Interesul tot mai mare a societății pentru protejarea mediului a determinat și încercarea de a găsi modalitatea cea mai eficientă de epurare a apelor uzate generate din industria alimentară. Necesitatea unor soluții se impune, pe de o parte datorită degradării avansate a mediului ambiant ca urmare a aplicării unor metode necorespunzătoare de exploatare a naturii și de dirijare a proceselor de producție și pe de altă parte, datorită epuizării unor resurse de materii prime și de energie pe care omenirea le-a considerat până la un moment dat ca fiind inepuizabile.

În plus, întărirea restricțiilor emisiilor în aer, controlul mirosului, găsirea unor surse de energie alternativă, gestionarea excesului de nămol eliminat, au determinat unele industrii la implementarea unor moduri inovative de epurare astfel încât să se realizeze un impact minim asupra mediului.

Industria alimentară este o industrie care prelucrează o cantitate însemnată și o mare varietate de compuși organici naturali, de existența și de modul ei de funcționare depinde în mare măsură bunăstarea și starea de alimentație a populației.

Managementul apelor reziduale și a deșeurilor rezultate în urma fluxului tehnologic a devenit un important factor economic și o problemă de prim-plan în exploatarea fabricilor din industria alimentară.

Prezenta lucrare intitulată **“Studiul proceselor de epurare a apelor reziduale provenite de la unitățile alimentare”** este structurată pe 7 capitole dezvoltată pe 247 pagini, 84 figuri, 74 tabele, relații matematice, anexe și o listă cu 231 referințe bibliografice și își propune:

- Studiul caracteristicilor apelor uzate generate de industria alimentară; acestea pot fi diferite în funcție de specificul activității, de condițiile de operare, de factorii de mediu;
- Studiul tehnologiilor de epurare aplicate apelor uzate din industria alimentară;
- Conceperea unor biotehnologii integrative de reducere a poluării prin transformarea poluanților din apele uzate provenite de la industria alimentară în substrat energetic și epurarea apelor reziduale conform normelor admise.

**Obiectivul specific** este în concordanță cu cerințele Comunității Europene de a se asigura, prin tehnologiile utilizate, atât protecția mediului înconjurător cât și valorificarea resurselor alternative de energie fiind dat de implementarea unei tehnologii de pretratare anaerobă cu obținere de biogaz, utilizând două reactoare separate fizic, conectate în serie, apelor uzate din industria alimentară care dispun de un potențial organic și energetic suficient, urmate de epurarea biologică pentru eliminarea compușilor de azot și fosfor, cu scopul de a asigura protecția calitativă a emisarilor naturali.

În primul capitol **“Introducere”** se pun în evidență cerințele minime de calitate pentru apele epurate deversate în emisarii naturali, necesitatea stabilirii unor tehnologii adecvate pentru îndepărtarea poluanților existenți în apele uzate generate de unitățile industriilor alimentare și a celor care se impun pentru valorificarea energetică a maselor organice sub formă de biogaz.

În al doilea capitol **”Caracteristicile apelor reziduale de la unitățile industriei alimentare”** se prezintă caracteristicile apelor uzate de la: industria cărnii și a peștelui; industrializarea laptelui; fabricarea conservelor de legume și fructe; fabricarea băuturilor nealcoolice răcoritoare; fabricarea uleiurilor vegetale; fabricarea amidonului; fabricarea alcoolilor de fermentație; fabricarea spiritului și a drojdiilor; industria zahărului și cele de la fabricarea berii. Apele de scurgere, provenite de la aceste unități, având temperaturi de mari și

concentrații ridicate de substanțe organice, justifică utilizarea unor tehnologii de epurare combinate cu cele de producere a biogazului.

Cel de al treilea capitol "***Tehnologii de epurare a apelor reziduale***" evidențiază metodele de epurare; sistemele clasice de epurare utilizate pentru apele uzate menajere și cele industriale; schemele de epurare ale apelor uzate provenite din industria cărnii (sacrificare păsări, sacrificare porcine, topitorii de grăsimi alimentare, sacrificare rumegătoare); epurarea apelor uzate provenite de la prelucrarea peștelui, colectarea și industrializarea laptelui, fabricarea conservelor de fructe și legume, fabricarea uleiurilor și a margarinei, industria zahărului, fabricarea băuturilor nealcoolice răcoritoare; tehnologii de epurare a apelor uzate din industria alimentară cu obținere de biogaz; tehnologii cu reactoare anaerobe (cu amestec complet, de contact, cu nămol activat, cu circulație internă etc.); tehnologii pentru epurarea aerobă a apelor uzate din industria alimentară.

În capitolul patru intitulat "***Considerații teoretice asupra proceselor anaerobe din cadrul epurării biologice a apelor uzate***" sunt prezentate:

- aspectele de ordin general cu privire la utilizarea digestiei anaerobe pentru tratamentul apelor uzate și stabilizarea reziduurilor organice;
- digestia anaerobă în România;
- produșii finali ai digestiei anaerobe (biogaz, efluent tratat și nămol neutralizat cu caracteristici fertilizante pentru agricultură);
- procesele tratamentului anaerob (hidroliza, formarea acizilor și acetogeneza, metanogeneza, cinetica metanogenezei și metabolismul bacteriilor);
- factorii de mediu și de exploatare (compoziția și concentrația substratului organic, conținutul de acizi, pH-ul, temperatura mediului, raportul dintre componenta minerală și organică, amestecul și recircularea, inhibitorii, durata de fermentare, sistemul de alimentare-evacuare, doza de încărcare);
- factorii de mediu și de exploatare (compoziția și concentrația substratului organic, conținutul de acizi, pH-ul, temperatura mediului, raportul dintre componenta minerală și organică, amestecul și recircularea, inhibitorii, durata de fermentare, sistemul de alimentare-evacuare, doza de încărcare);
- cinetica proceselor de fermentare anaerobă;
- modele ale fermentării anaerobe.

Următorul capitol "***Cercetări experimentale privind epurarea apelor reziduale provenite de la un complex industrial din jud. Bihor – Studiu de caz***", descrie tehnologia de epurare specifică apelor reziduale colectate de pe platforma acestui complex comercial și avantajele utilizării acesteia atât prin obținerea unui efluent care respectă normele legislative NTPA 001/2005 cât și obținere de energie alternativă (biogaz).

Apa uzată este o combinație de ape reziduale de la fabrica de bere, o fabrică de băuturi răcoritoare și o distilerie, condensatul de bere, soluții (alcoolice), ape menajere.

Fluxul tehnologic al procesului de epurare este format dintr-o treaptă de preepurare, în care se asigură producerea de biogaz în urma proceselor de fermentare mezofilă a maselor organice ( $395\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h} = 9480\text{m}^3_{\text{N}}/\text{zi}$ ) și dintr-o treaptă de epurare biologică aerobă în care are loc reducerea compușilor de azot și fosfor rămași în efluentul anaerob, după captarea biogazului.

Rezultatele analizelor de laborator, pentru principalii indicatori de calitate ( $\text{CCO}_{\text{Cr}}$ ,  $\text{CBO}_5$ ,  $\text{N}_t$ , Pt, MTS, sulfati) ai efluentului evacuat în Crișul Negru indică că sunt respectate cerințele NTPA 001/2005. Cantitatea de biogaz obținută este de  $395\text{ m}^3/\text{h}$  cu un conținut de 80%  $\text{CH}_4$ .

La ora actuală, în industria alimentară, se consideră cea mai avantajoasă aplicarea epurării combinate anaerob – aerobă apelor uzate generate în urma fluxului tehnologic.

Apele uzate cu concentrații mari de poluanți organici este indicat să fie epurate anaerob, deoarece constituie o sursă de “energie verde”, biogazul Epurarea anaerobă a deșeurilor și apelor uzate trebuie considerată un proces de preepurare pentru a minimiza consumul de oxigen și formarea surplusului de nămol, urmată de etapa de post-epurare aerobă.

Doar după epurarea biologică aerobă limitele concentrațiilor de CCO, CBO<sub>5</sub>, azot total, fosfor etc sunt respectate conform legislației de mediu.

În cadrul celui de al șaselea capitol „*Cercetări și rezultate experimentale privind producerea de biogaz pe o instalație de laborator*” s-au pus în evidență rezultatele experimentale obținute pe o instalații de laborator, de tip dinamic, din dotarea laboratorului de Alimentații cu apă și canalizare de la Facultatea de Hidrotehnică a Universității “Politehnica” din Timișoara, formată din două reactoare anaerobe dispuse în serie, în care au loc procese biochimice termofile și mezofile pentru producerea de biogaz și reducere a poluării organice.

Această instalație servește pentru:

- urmărirea eficienței tratamentului anaerob, în două reactoare, separând cele două etape definitorii anaerobiei: acidogeneza și metanogeneza;
- stabilirea parametrilor tehnologici ai reactorului anaerob;
- efectuarea unor teste de monitorizare a procesului anaerob în reactoare dispuse în serie pe ape uzate din industria alimentară;
- evaluarea rezultatelor obținute pe ape uzate din industria alimentară;
- estimarea eficienței reactoarelor anaerobe dispuse în serie în ceea ce privește reducerea încărcării organice (exprimată prin CCO<sub>Cr</sub>) lucrând în domeniu termofil și monitorizarea parametrilor care influențează acest proces;
- monitorizarea parametrilor procesului anaerob în reactoare dispuse în serie lucrând cu rate de încărcare hidraulică diferită și timpi diferiți de retenție hidraulică;
- estimarea producției de biogaz.

În ultimul capitol „*Concluzii*” sunt evidențiate problemele abordate în cadrul lucrării, punându-se în evidență contribuțiile personale și elementele de originalitate, direcțiile și orientările pentru cercetările ulterioare.

- ❑ Subiectul abordat este de foarte mare actualitate, înscriindu-se pe linia cerințelor novatoare actuale, privind studiul proceselor de epurare a apelor reziduale provenite de la unitățile industriei alimentare, corelat cu valorificarea, sub forma de biogaz, a potențialului energetic al maselor organice existente în apele de canalizare rezultate din procesul tehnologic.
- ❑ Concentrațiile ridicate în mase organice și temperaturile ridicate ale apelor reziduale generate de industria alimentară sunt caracteristici determinante pentru derularea proceselor anaerobe mezofile și termofile cu producere de biogaz, în paralel cu eliminarea compușilor de amoniu și de fosfor din efluenții deversați în emisarii naturali.
- ❑ Acest concept se înscrie în cerințele și recomandările Uniunii Europene legate de implementarea unor tehnologii de epurare moderne prin care să se asigure, atât protecția mediului înconjurător cât și valorificarea resurselor alternative de energie.

Utilizarea tratamentului biologic anaerob cu separarea etapelor de degradare biologică, în două digestoare legate în serie, pentru epurarea apelor uzate industriale și menajere, are numeroase avantaje:

- ✓ un efluent cu bune calități;
- ✓ obținerea de biogaz, care poate fi utilizat ca sursă de energie neconvențională;
- ✓ reducerea potențialului încălzirii globale;
- ✓ reducerea cantităților de nămol generat;
- ✓ utilizarea nămolului ca fertilizant;
- ✓ consum redus de energie;
- ✓ suprafețe mai mici de construcție comparativ cu tratarea aerobă;
- ✓ o selecție și o dezvoltare a microorganismelor specifice fiecărei etape a procesului în fiecare reactor. Totodată primul reactor poate funcționa ca un tampon pentru a evita șocurile de pH pentru populația metanogenă;
- ✓ înlătură problema legată de acumularea acizilor grași volatili;
- ✓ operare cu rate de încărcare mari raportate la un timp de retenție hidraulic mai mic;
- ✓ utilizarea digestiei anaerobe, în special a celei termofile, permite eliminarea în proporție de 99% a microorganismelor patogene;

## **1. Contribuții personale și elemente de originalitate**

- Un studiu al literaturii de specialitate privind tipurile apă reziduală generate de industria alimentară și caracteristicile acestora;
- O sinteză a principalelor tehnologii adoptate pe plan intern și internațional pentru epurarea apelor reziduale din industria alimentară cu generare de biogaz;
- Studiul proceselor de tratare anaerobă, a mecanismelor și parametrilor ce caracterizează acest tip de tratament biologic;
- Conceperea unor biotehnologii integrative de reducere a poluării prin transformarea reziduurilor industriale în substrat energetic și epurarea apelor reziduale conform normelor admise.
- Studiul de caz privind epurarea apelor uzate provenite de la un complex industrial care colectează apele uzate provenite de la o fabrică de bere, de alcool și de băuturi răcoritoare din România, valorificarea cât mai eficientă a potențialului energetic al biogazului rezultat în tratamentul biologic anaerob și, astfel, reducerea poluării mediului, modernizarea tehnologiei existente prin adoptarea unor soluții tehnologice privind epurarea biologică a efluentului anaerob
- Studiul experimental pe o instalație de laborator a proceselor anaerobe cu mase organice din componența apelor uzate;
- Studiul parametrilor determinați din cadrul proceselor de fermentare anaerobă, prelucrarea rezultatelor experimentului.

## 2. Perspective

- Extinderea studiului efectuat provenite de la unitățile industriei alimentare și pentru epurarea apelor menajere provenite de pe vatra centrelor populate cu valorificarea biogazului în paralel cu epurarea biologică avansată;
- Obținerea de biohidrogen, care poate fi utilizat ca sursă de energie neconvențională.