

CAPITOLUL 7

Evaluarea indicatorilor calitativi si stabilirea unor solutii individualizate pentru diverse surse de ape poluate din ind. alimentara – **Obiectivul VIII**

Activitatea VIII.1:

Analiza rezultatelor obtinute pana la momentul respectiv in cadrul proiectului si precizarea indicatorilor de poluare pentru diverse tipuri de ape reziduale din industria alimentara.

Rezultatele obtinute in cadrul proiectului pot fi impartite in trei categorii:

1. O caracterizarea a apelor reziduale provenite din industria alimentara, urmata de un studiu al modelelor matematice cunoscute in literatura de specialitate in vederea modelarii si identificarii proceselor de epurare biologica.
2. Proiectarea si implementarea unei statii pilot de laborator pentru epurarea biologica a apelor reziduale din industria alimentara, statie condusa integral cu calculatorul de proces.
3. O analiza pertinenta a utilizarii unor metode specifice automatizarii, precum tehnicile de modelare si identificare a proceselor, proiectarea si implementarea de observare de stare si proiectarea si implementarea de legi de control, in vederea eficientizarii proceselor de epurare biologica a apelor reziduale din industria alimentara.

Rezultatele incluse în prima categorie au fost obținute în urma primelor trei activități prevăzute în planul de realizare a proiectului și au constat în: alegerea echipamentelor de prelevare, stabilirea punctelor de prelevare a probelor, stabilirea frecvenței, momentului și duratei prelevării, alegerea metodei de prelevare, conservarea, transportul și depozitarea probelor, precizarea indicatorilor de apreciere a poluării apei, precizarea caracteristicilor apelor reziduale din câteva ramuri ale industriei alimentare (ape reziduale din industria malțului și berii, ape reziduale din industria de prelucrare a laptelui și ape reziduale din industria drojdiei de panificație), precizarea condițiilor de deversare a apelor reziduale în cursuri de apă. De asemenea, au fost precizate materialele utilizate și metodele de măsurare și analiză a concentrațiilor substanțelor poluante (pentru determinarea pH-ului, determinarea conținutului de materii în suspensie, determinarea consumului biochimic de oxigen, determinarea consumului chimic de oxigen, determinarea conductivității, determinarea azotului total, determinarea fosforului total).

În final sunt prezentați indicatorii pentru apele reziduale prelevate de la fabrica de bere A, de la fabrica de prelucrare a laptelui, B și de la secția de drojdie de panificație C.

Pentru realizarea acestor activități au fost achiziționate materiale și vase unde s-au efectuat analize chimice (reactanți chimici și recipiente de laborator).

Valorile determinate pentru indicatorii de calitate ai probelor prelevate și analizate au demonstrat că apele reziduale de la agenții economici A, B și C au o încărcătură poluantă mare. Astfel:

- Apele reziduale de la fabrica de bere A au indicatori de calitate cu valori mai mici decât cele limită atât datorită unei discipline tehnologice riguros menținută, cât și unui consum mare de apă pentru curățirea utilajelor și a spațiilor de producție, conducând la diluarea apelor reziduale rezultate și reducerea valorii indicatorilor de calitate ai acestor ape. Contaminarea apelor reziduale din industria berii cu bacterii zimogene este asociată cu încărcătura organică și biodisponibilitatea poluanților organici în procesul de biodegradare, iar prezența bacteriilor coliforme de origine fecală în apele colectate din diferite puncte denotă starea igienico-sanitară a apelor de spălare, corelată cu igiena spațiilor de producție, a apei și a ambalajelor.
- Apele reziduale din industria laptelui variază din punct de vedere compozițional în funcție de zona de colectare. Biodisponibilitatea poluanților organici și potențialul de biodegradare a microbiotei zimogene sunt corelate cu variabilitatea calitativă și cantitativă a microbiotei și cu factorii fizico-chimici de mediu (pH, temperatură, oxigen dizolvat etc).
- Apele reziduale de la secția de drojdie de panificație C, întrucât sunt supuse unui proces de epurare parțială, sunt caracterizate de valori ale indicatorilor de calitate care se încadrează în limitele impuse de normele NTPA 002/2002, cu toate că aceasta se datorează și unor compromisuri tehnologice cu impact asupra rentabilității economice (de exemplu: concentrarea prin evaporare a unei părți însemnate a vinasei, stocarea unor cantități mari de apă reziduală datorită capacității insuficiente a stației de epurare etc.). Reducerea CBO₅ este de 84,49 %, iar a CCO de 89,47 %.

În concluzie, cele trei categorii de apele reziduale trebuie supuse epurării printr-un tratament biologic aerob, mult mai eficient datorită încărcăturii organice medii a acestora.

O caracteristică foarte importantă a biodegradabilității apelor uzate este raportul dintre CBO₅/CCO. Valoarea acestui raport poate fi interpretată astfel:

- Între 0.2 ÷ 0.4 apa uzată în cauză este greu de degradat biologic.
- Între 0.4 ÷ 0.6 apa uzată are o capacitate medie de a fi biodegradată.
- Peste 0.6 apa uzată este foarte ușor de degradat.

Apele uzate din industria alimentară sunt caracterizate prin concentrații mari de substanțe organice biodegradabile, de cele mai multe ori raportul CBO₅/CCO înregistrând valori apropiate de 0.6. Concentrația de CCO a apelor uzate din industria alimentară este foarte variabilă, în funcție de ramură din care provin și în funcție de proces, variind chiar între fabrici care produc același tip de aliment.

O altă caracteristică importantă a apelor uzate din industria alimentară este concentrația ridicată de grăsimi care, în unele situații, trebuie separate înainte ca apa să intre în stațiile de epurare. Pe deasupra, unele ramuri ale industriei alimentare generează și o cantitate mare de solide în suspensie care, de multe ori, sunt separate sau decantate înaintea epurării. Serarea se poate realiza cu ajutorul unor filtre (ex: cu bandă transportoare, filtre cu vid s.a.), iar

decantarea se realizeaza in asa numitele decantoare primare. Reziduul obtinut poate fi cel mai usor tratat anaerob in digestoare cu productie de biogaz sau amestecate cu namolul provenit din treapta avansata de epurare si tratate aerob sau compostate.

Efluentii din industria alimentara contin, in unele cazuri, si cantitati insemnate de azot organic (ex: efluentii proveniti de la productia drojdiei de panificatie) care nu pot fi eliminate printr-un tratament aerob sau anaerob conventional. De aceea acest tip de efluent va suferi o epurare avansata fiind implicat in procese de nitrificare si denitrificare din care se degaja azot gazos care este degajat in atmosfera, reintrand in circuitul natural.

Factorii care influenteaza calitatea apelor uzate din industria alimentara sunt: dimensiunea fabricilor, numarul de schimburi, capacitatea de productie, costul apei potabile sau industriale, costul de dispunere a apei uzate, gradul de pre-procesare a anumitor ingrediente, managementul deseurilor si capacitatea intreprinderii de a-si moderniza echipamentul de tratare. Fiecare dintre acesti factori pot avea un efect major asupra generarii de ape uzate.

Se va exemplifica in cele ce urmeaza incarcările efluentilor proveniti din alte cateva ramuri ale industriei alimentare (altele decat industria laptelui si a berii).

In industria alimentelor semifabricate principalele produse sunt alimentele semifabricate congelate si conservate care includ produse din carne, peste, legume si amidonoase (cartofi, orez si paste fainoase). Produsele semifabricate nu necesita decat operatii simple de coacere sau fierbere inainte de consum. Procesul tehnologic de fabricatie necesita o prelucrare sumara a materiilor prime. Procesul presupune portionarea, gatirea, amestecarea ingredientelor si congelarea. Efluentii principali provin de la spalarea utilajelor. Alte surse pot fi clatirea si oparirea legumelor, prajire, coacere si ape de racire. In functie de alimentul procesat si de unitatea de procesare, caracteristicile apelor uzate din aceasta ramura a industriei alimentare sunt urmatoarele:

- CCO: 1300 ÷ 7900mg O₂/l
- CBO₅: 700 ÷ 4000 mg O₂/l
- Solide in suspensie: 500 ÷ 3900 mg/l
- Fosfor total: 7 ÷ 30 mg/l
- Azot total: 25 ÷ 85 mg/l
- Grasimi: 140 ÷ 5100 mg/l

Apele provenite din aceasta industrie sunt foarte incarcate si contin multi compusi lipidici. Se impune pre-tratarea efluentilor prin eliminarea grasimilor si solidelor in suspensie. Concentratia mica de azot nu impune tratarea avansata a efluentilor, deci un tratament aerob conventional poate avea succes.

Industria aluaturilor congelate are ca produse principale: prajituri, placinte, torturi, rulade si alte deserturi. Fabricile din aceasta ramura proceseaza materii prime ca faina, unt, margarina, oua, zahar, arome, creme de fructe s.a. Majoritatea ingredientelor au un continut mare de CBO₅, solide in suspensie si grasimi. Caracteristicile apelor uzate din aceasta ramura a industriei alimentare sunt:

- CCO: 4600 ÷ 9300 mg O₂/l

- CBO₅: 2100 ÷ 4300 mg O₂/l
- Solide in suspensie: 1300 ÷ 3100 mg/l
- Fosfor total: 5.7 ÷ 7.8 mg/l
- Azot total: 27 ÷ 45 mg/l
- Grasimi: 690 ÷ 940 mg/l

Industria sosurilor include produse alimentare precum dressing-uri pentru salate, maioneza, mustar, sosuri pentru carne etc. Materiile prime utilizate sunt pasta de tomate, uleiurile vegetale, condimente, oua, otet, boabe de mustar si o cantitate mica de produse lactate. Incarcarile din apele uzate provin in general de la spalarea utilajelor (ex: mixere) unde se folosesc cantitati destul de mici de apa. Si in acest caz incarcarile apelor uzate sunt destul de mari, dupa cum urmeaza:

- CCO: 4500 ÷ 4900 mg O₂/l
- CBO₅: 2300 ÷ 3000 mg O₂/l
- Solide in suspensie: 1000 ÷ 1400 mg/l
- Fosfor total: 5.8 ÷ 16 mg/l
- Azot total: 12 ÷ 15 mg/l
- Grasimi: 1300 ÷ 2700 mg/l

Din industria specialitatilor din carne provin sunca, carnaciorii, salamurile, pastramele s.a. De cele mai multe ori fabricile producatoare de specialitati din carne au propriile abatoare. Cantitatile de apa sunt substantiale, folosite pentru spalarea utilajelor, spalarea carnii, igienizarea spatiilor de lucru, etc., de aceea si incarcarile sunt putin mai mici decat in industriile discutate anterior. Incarcarile apelor uzate in acest caz sunt:

- CCO: 900 ÷ 2300 mg O₂/l
- CBO₅: 530 ÷ 1100 mg O₂/l
- Solide in suspensie: 210 ÷ 720 mg/l
- Fosfor total: 6.7 ÷ 15 mg/l
- Azot total: 28 ÷ 67 mg/l
- Grasimi: 120 ÷ 490 mg/l

Se observa o concentratie mai ridicata a azotului total in comparatie cu CBO₅, datorita faptului ca produsele din carne contin mai multe proteine decat in celelalte industrii in care predominau carbohidratii si grasimile.

În cadrul activității 4 s-a realizat un studiu sistematic al modelelor proceselor de epurare biologică a apelor uzate, existente în literatura de specialitate, plecând de la un model simplu, propus de Nejjari (4 variabile de stare) și ajungând la modelul ASM1 (varianta de bază – 13 variabile de stare și o variantă simplificată), model propus de Henze. Au fost determinate și simulate diverse alte variante de modele (pentru eliminare substrat organic, pentru eliminarea mai multor componente de substrat, eliminare amoniu etc.). De asemenea, s-a utilizat metoda

RGA pentru analiza influențelor dintre canale (procesul de epurare fiind multivariabil), această analiză fiind extrem de utilă în proiectarea legilor de control, în etapele ulterioare ale proiectului.

În etapa II a proiectului a fost proiectată și realizată o stație pilot de laborator în scopul de a testa în timp real diverse metode și tehnici specifice sistemelor automate în scopul îmbunătățirii eficienței proceselor de epurare studiate.

Au fost, astfel, proiectate:

- Instalația tehnologică
- Sistemul de conducere
 - Sistemul hardware (Calculator cu plăci de achiziție, traductoare și elemente de execuție)
 - Software de conducere (program de conducere propriu-zis cu funcționare în timp real, precum și interfața grafică om-mășină)

Caracteristici tehnice ale stației pilot sunt următoarele:

- poate funcționa în regim batch sau continuu;
- este proiectată pentru eliminarea substanțelor organice și a azotului;
- este dimensionată pentru încărcări de până la 2000 mg/L;
- debitul maxim de alimentare este de 12.5 L/h;
- debitul maxim de aerare este 30 L/min;
- este dotată cu o gamă largă de traductoare și elemente de execuție;
- sistem de recirculare a nămolului air-lift sau cu pompa peristaltică;
- este comandată în timp real de către calculatorul de proces.

A fost dezvoltat software-ul de conducere a procesului de epurare în două variante: prima variantă sub mediul Matlab-Simulink, utilizând facilitățile de timp real ale acestuia și a doua variantă, sub sistemul de operare Linux, utilizând facilitățile multitasking oferite de acesta.

A fost proiectată o interfață grafică om-mășină, foarte prietenoasă, prin care operatorul interacționează cu procesul. Ea poate comunica, fie cu varianta de sistem de conducere dezvoltată sub mediul Matlab-Simulink, fie cu varianta dezvoltată sub sistemul de operare Linux, prin protocol UDP (User Datagram Protocole).

Tot în această etapă a fost realizat un studiu privind identificabilitatea proceselor de epurare biologică prin diverse metode, studiu în care s-a considerat un model pentru eliminarea substanțelor organice, cunoscut în literatura de specialitate sub numele de modelul Nejjari. Acest studiu a arătat că, pe seturi de date consistente, toți parametrii acestui model pot fi identificați, astfel încât să se identifice modele matematice (modelul Nejjari și variante ale acestuia) care să exprime cu acuratețe comportarea reală a proceselor de epurare.

Categoria a III-a de rezultate constă în următoarele (etapa a III-a a proiectului):

Au fost realizate studii privind aspectele microbiologice și tehnologice ale proceselor de

epurare biologica a apelor uzate provenite din industria alimentara, studii legate de microorganismele care compun namolul si dezvoltarea acestora pe diverse tipuri de substraturi (model si reale) pentru a vedea eficienta lor in degradarea substratului organic, obtinandu-se urmatoarele rezultate:

1. Apele reziduale din industria alimentara prezinta o microbiota complexa formata din bacterii, drojdii si mucegaiuri, adaptate la conditiile fizico-chimice specifice din habitatele in care supravietuiesc si isi desfasoara activitatea metabolica, in corelatie cu natura si gradul de poluare chimica, conditiile de mediu (temperatura, pH, potential redox, compusi inhibitori etc.) si relatiile biologice stabilite intre specii, pe criterii pozitive, negative sau de neutralism.
2. Pe langa numeroase specii de microorganisme indigene, prezente in mod natural in ape, in microbiota apelor reziduale din industria alimentara se intalnesc numeroase microorganisme specializate in metabolizarea compusilor organici poluanti, in corelatie cu gradul de poluare si natura poluantilor.
3. Izolarea microorganismelor din apele reziduale si studiul proprietatilor lor biochimice prezinta importanta pentru obtinerea de tulpini performante, specializate in bioegradarea anumitor substraturi, in vederea obtinerii de culturi multiple cu eficienta sporita in epurarea apelor reziduale, in functie de particularitatile acestora (tip de poluare, grad de poluare).
4. Exerimentele conduse in conditii controlate, in bioreactor Aplikon cu capacitate de 1L, pe medii model, cu inocul specializat, au demonstrat ca evolutia procesului de epurare este in directa corelatie cu:
 - a. compozitia calitativa si cantitativa a substratului epurat;
 - b. microorganismele implicate in epurare - tipul si dimensiunea inoculului, raportul dintre specii, capacitatea microorganismelor de floclulare sau sedimentare;
 - c. particularitatile metabolice ale microorganismelor implicate in epurare - capacitatea de a cataliza procese oxidative sau procese fermentative anaerobe;
 - d. parametrii fizico-chimici - pH, temperatura, concentratia de oxigen dizolvat in mediu;
 - e. eficienta procesului de epurare depinde in mare masura de echilibrarea compozitiei substratului, cu respectarea raportului $CBO_5 : N_{tot} : P-PO_4$ de 100:5:1;
 - f. gradul de epurare poate fi controlat prin biostimularea activitatii metabolice a microorganismelor, prin corectia continua a tipului si concentratiei de nutrienti din mediu, precum si controlul si reglarea conditiilor de epurare.
8. In sistem pilot, mentinand constante conditiile de epurare, s-a obtinut o evolutie similara cu procesele conduse in bioreactor.
9. evaluare corecta a procesului de epurare trebuie sa aiba in vedere efectul corelativ al unor parametrii esentiali pentru epurare si anume: turbiditate, pH, potential redox, concentratia de oxigen dizolvat in mediu, consum chimic de oxigen.

10. Eficienta procesului de epurare poate fi imbunatatita prin controlul si optimizarea variabilelor independente care influenteaza substantial evolutia proceselor biologice de bioconversie a compusilor chimici din compozitia substratului.
11. S-a stabilit ca natura si comportamentul microorganismelor, precum capacitatea speciilor de adaptare la conditiile specifice de epurare influenteaza eficienta procesului de epurare.
12. La functionarea statiei de epurare in sistem continuu o importanta deosebita o prezinta stabilirea si optimizarea corelatiilor intre variabilele independente care influenteaza esential procesul de epurare: debitul de aerare, debitul de recirculare a apei uzate, debitul de recirculare a namolului activ, incarcarea organica a namolului in bazinul de epurare.
13. Functionalitatea metabolica optima a namolului depinde de mentinerea constanta la valorile optime ale parametrilor de epurare prin biostimulare (aerare corespunzatoare, reglarea raportului optim C:N:P prin adaosul continuu de nutrienti, controlul pH-ului si a potentialului redox).
14. Au fost realizate 15 experimente de epurare in timp real a apelor uzate din industria laptelui si a berii care au aratat ca automatica poate fi o solutie pentru eficientizarea proceselor de epurare biologica. Automatizarea poate interveni astfel:
 - ofera posibilitatea de a controla variabile ale procesului precum oxigenul dizolvat, substratul organic, evolutia biomasei;
 - posibilitatea de a rejecta perturbatii (cazul unei incarcari variabile a fluxului de intrare);
 - imbunatatirea regimurilor tranzitorii (reducerea duratei, suprareglaj etc.).

Studiile de modelare si identificare au scos in evidenta complexitatea proceselor de epurare biologica. Acestea contin neliniaritati puternice, incertitudini parametrice si chiar structurale. Pentru identificare a fost utilizat modelul Nejjari. Experimentele au aratat ca procesul de epurare biologica poate fi descompus in doua subsisteme: dinamica concentratiei de oxigen dizolvat si procesul biologic propriuzis (evolutia namolului si a substratului). S-a constatat ca dinamica oxigenului dizolvat este mult mai rapida decat cea a subprocesului biologic. In aceste conditii, s-a separat identificarea subprocesului biologic de aceea a concentratiei de oxigen dizolvat. Pentru identificare au fost folosite tronsoane de date din mai multe experimente, obtinandu-se rezultate foarte bune.

Au fost investigate prin simulare numerica si pe statia pilot, in timp real, atat observere de stare deterministe, cat si stochastice. Studiile au aratat urmatoarele:

1. Observerul Luenberger ofera avantajul unei dinamici rapide, ce poate fi impusa printr-o procedura de alocare a valorilor proprii, dar dezavantajul unei comportari proaste in prezenta unui zgomot atat de puternic ca in cazul datelor experimentale culese de la statia pilot de tratare a apelor uzate.
2. Filtrul Kalman ofera avantajul unei comportari foarte bune, chiar si in cazul prezenta unui zgomot puternic, dar are dezavantajul ca dinamica nu poate fi impusa, ci ea rezulta in urma stabilirii raportului dintre zgomotul de masura si cel de proces. Stabilirea acestui raport este foarte usor de facut in cazul implementarii in simulare a

filtrului, dar aproape imposibila atunci cand se lucreaza pe date experimentale, ca si in cazul nostru.

Din punct de vedere al controlului proceselor de epurare biologica a apelor reziduale din industria alimentara, au fost obtinute urmatoarele rezultate:

1. S-a urmarit reglarea concentratiei de substrat organic direct si indirect, prin intermediul reglarii concentratiei de oxigen dizolvat sau a biomasei (namolului).
2. S-a realizat controlul concentratiei de oxigen, atat in regim de simulare numerica, cat si pe statia pilot, utilizand o lege de control liniara de tip PI si una robusta, de tip QFT (Quantitative Feedback Theory).
3. Reglarea substratului organic prin tehnici de control liniarizant exact si adaptiv, control liniarizant bazat pe model, strategie de control bazata pe concentratia de biomasa din bazinul aerat, precum si controlul biomasei pe baza debitului de alimentare cu substrat sau pe baza ratei de dilutie (in regim de simulare numerica si pe statia pilot).
4. Controlul predictiv al substratului organic, in regim de simulare numerica.

Experimentele au fost realizate pe ape reziduale provenite din industria laptelui si cea a berii. Rezultate foarte bune au fost obtinute in cazul reglarii concentratiei de oxigen dizolvat. Aceasta bucla este mult mai rapida decat cea a subsistemului biologic propriuzis iar cele doua metode de reglare implementate au permis obtinerea de performante de regim static si tranzitoriu foarte bune. In comparatie cu reglarea concentratiei de oxigen dizolvat, reglarea directa a substratului este mult mai complexa. In lipsa unui senzor care sa masoare direct concentratia de substrat organic (acesta fiind foarte scump), problema reglarii substratului devine mult mai complicata. Reglarea substratului organic, utilizand ca masura a acestuia informatia de potential redox (ORP) nu este o solutie viabila, deoarece, numai in anumite conditii, ORP-ul se coreleaza cu substratul organic. Utilizarea unui observer de substrat pe baza informatiei de biomasa, obtinuta prin intermediul traductorului de turbiditate, poate fi o solutie valabila, cu conditia ca observerul sa fie calibrat prin masuratori directe (experimente cu analize de laborator pentru CCO).

In final, se poate afirma ca automatizarea proceselor de epurare biologica duce la cresterea eficientei lor, in sensul ca imbunatatesta regimurile dinamice, pot sa rejeteze perturbatii (inerente acestui tip de procese – de ex. variatia incarcarii fluxului de intrare in statiile de epurare) etc.

Activitatea VIII.2:

Propunerea unor solutii individualizate de epurare pentru diverse surse de ape reziduale din industria alimentara.

Solutiile de statii pilot propuse in cadrul acestei activitati au la baza rezultatele obtinute in cadrul acestui grant. S-a pornit de la premiza ca instalatiile utilizate in practica industriala trebuie sa implice o investitie initiala dar si un cost de functionare cat mai mic.

In principiu, un anumit nivel de dotare a unei statii de epurare cu elemente de automatizare duce, cu siguranta, la cresterea eficientei acesteia. Actualmente, marea majoritate a statiilor de epurare, indiferent de capacitate, sunt dotate, in special, cu elemente de monitorizare sau, in cel mai bun caz, cu un nivel de automatizare „grosier” (de ex. Pentru aerare se prevede pornirea sau oprirea unor suflante, nafaandu-se o reglare continua a aerarii). Practic, statiile de epurare functioneaza in parametrii numai in regimurile stationare. Pot, inasa, aparea adesea situatii, in care procesul de epurare iese din parametri, de ex. regimurile tranzitorii (variatii peste limitele uzuale ale incarcarii apelor reziduale cu substrat organic). In aceste situatii se dovedeste eficienta sistemelor de automatizare, care ar trebui sa tina procesul de epurare in parametrii de functionare normala.

In aceste conditii, in continuare sunt prezentate elementele de control automat ce intra in componenta statiilor, precum si o serie de elemente de proiectare a componentelor statiilor de epurare.

Statie pilot pentru ape reziduale din industria laptelui

a) Dimensionarea bazinului aerob

Se va considera un timp de retentie hidraulic de 8 ore, ceea ce implica un volum al bazinului aerat:

$$V = t Q$$

unde t este timpul de retentie, iar Q este debitul influentului. Debitul influentului este dat de instalatia tehnologica din care rezulta apele reziduale.

b) Dimensionarea decantorului

Tinand cont ca pe durata experimentelor pe statia pilot decantarea namolului s-a realizat destul de rapid (aprox. 30 min), decantorul va avea acelasi volum ca si bazinul aerob.

c) Oxigenul dizolvat in bazinul aerob

Instalatia va avea prevazut un traductor pentru masurarea continua a concentratiei de oxigen dizolvat. In aceste conditii, se va folosi un regulator robust de tip QFT pentru controlul oxigenului dizolvat in bazinul aerat, marimea de comanda fiind debitul de aer insuflat in bazin.

d) Bucle locale existente

Instalatia va avea prevazut in bazinul aerat un traductor de pH permitand astfel controlul acestuia. Marimea de comanda va fi cantitatea de acid sau baza ce se introduce in bazin, iar elementele de executie vor fi, ca si in cazul statiei pilot, o pompa pentru corectia de acid si una pentru corectia bazica.

e) Principiul de control a substratului organic

Pe baza rezultatelor obtinute in implementarea strategiilor de control din activitatile realizate anterior, s-a stabilit o strategie pentru asigurarea unei functionari eficiente a statiei pilot. Astfel, se va utiliza abordarea mentinerii constante a indicelui de incarcarea organica a namolului (I_{on}). Acest indice se defineste ca fiind raportul dintre cantitatea de nutrienti din substrat si cantitatea de biomasa formata. Practic se determina cantitatea de substrat ce poate fi adusa in statie (ca debit si concentratie) astfel incat biomasa existenta sa o poate consuma cu randament mare.

Instalatia de tratare a apelor uzate va avea prevazut un bazin de mici dimensiuni in care se colecteaza periodic namolul decantat si un traductor de concentratie de biomasa in bazinul aerob. Pe baza informatiei privind debitul si incarcarea influentului, pentru mentinerea constanta a incarcarii organice a namolului concentratia de biomasa ce trebuie sa existe in bazinul aerat. Aceasta concentratie este apoi mentinuta constanta pe baza unui regulator ce are ca marime de comanda cantitatea de biomasa ce trebuie recirculata.

Statia de tratare va fi, ca si statia pilot, complet automatizata. De asemenea, se va utiliza o interfata om-masina de tipul celei proiectate in cadrul etapei 2 a grantului, interfata ce permite monitorizarea marimilor culese din proces. Figura 7.1 prezinta o schema functionala a unei statii de tratare pentru ape uzate din industria laptelui.

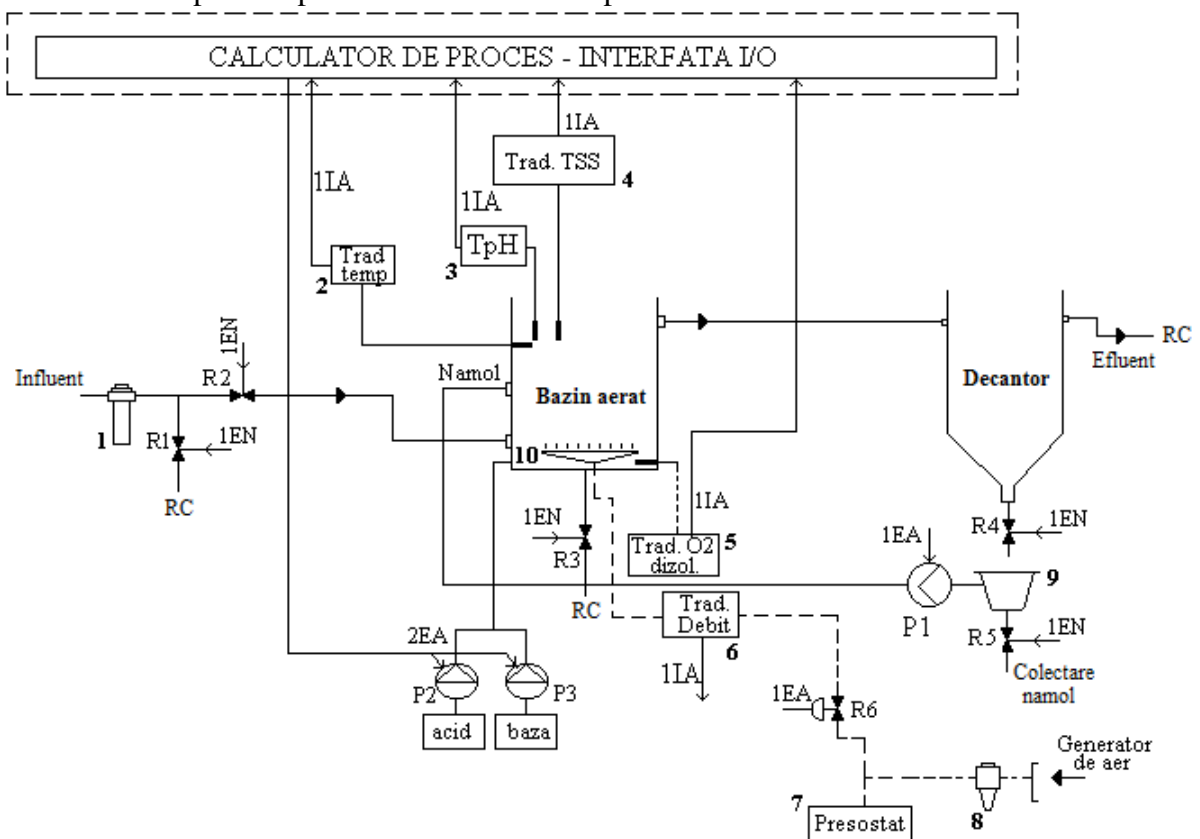


Fig. 7.1.: Schema functionala a statiei de tratare a apelor uzate din industria laptelui

Statia de tratare a apelor uzate provenite din industria laptelui are o schema functionala

prezentata in Figura 1. Elementele acestei statii sunt prezentate in continuare:

- 1** – Filtru mecanic pe alimentarea instalatiei cu apa de tratat, utilizat pentru filtrarea particulelor de dimensiuni mari;
 - 2** – Traductor de temperatura cu gama 0 – 100 grade C, pentru monitorizarea temperaturii in bazinul aerat;
 - 3** – Traductor de pH, gama de lucru 5 – 9. Utilizat pentru furnizarea informatiei necesara controlului de pH in bazinul aerat;
 - 4** – Traductor pentru determinarea suspensiilor solide montat in decantor, gama de lucru 0 – 10.000 mg/l. Utilizat pentru controlul concentratiei de namol activ din bioreactor;
 - 5** – Traductor de concentratie de oxigen dizolvat, gama de lucru 0 –10 mg/l;
 - 6** – Traductor debit aer. Utilizat in controlul debitului de aer insuflat in bazinul aerat;
 - 7** – Presostat, gama de masura 0-6 bar;
 - 8** – Filtru de aer;
 - 9** – Bazin acumulare namol. Namolul decantat este eliminat periodic din decantor in acest bazin. O parte din namol este recirculat in sistem astfel incat sa se asigure concentratia de namol activ impusa pentru bazinul aerat. Namol excedentar este eliminat din sistem;
 - 10** – Sistem de aerare (insuflare aer in bazinul aerat). Acest sistem trebuie distribuit pe o suprafata cat mai mare din fundul bazinului, astfel incat sa se asigure o aerare cat mai omogena. De asemenea, cu cat elementele de insuflare au diametrul mai mic, cu atat creste randamentul aerarii;
- Pompa **P1** (peristaltica) pentru recircularea namolului in bazinul aerat; Debitul acestei pompe este dat de algoritmul de control a concentratiei de namol activ din bazinul aerat;
- Pompa dozatoare **P2** (peristaltica) pentru corectia pH-ului cu acid;
- Pompa dozatoare **P3** (peristaltica) pentru corectia pH-ului cu baza;
- R1** – electroventil on-off pentru alimentarea instalatiei cu apa de tratat. In mod obisnuit acesta este pe pozitia deschis;
- R2** – electroventil on-off pentru deversarea in reseaua de canalizare (RC) a apei uzate netratata. In mod obisnuit acesta este pe pozitia inchis. Se deschide doar in situatii de avarie (cand R1 trece pe pozitia inchis), cand instalatia nu mai poate functiona in conditii de siguranta;
- R3** – electroventil on-off pentru evacuarea continutului bazinului aerat. Acest electroventil are acelasi regim ca si R2;
- R4** – electroventil on-off pentru evacuarea namolului din decantor;
- R5** – electroventil on-off pentru evacuarea namolului excedentar;
- R6** – cu actionare continua pentru reglarea debitului de aer in bazinul aerat.

Toate aceste elemente sunt comandate cu ajutorul calculatorului. Tinand cont de traductoarele si elementele de executie prevazute sunt necesare placi de achizitie care sa

asigure 5 iesiri numerice (EN), 4 iesiri analogice (EA) si 5 intrari analogice (IA). Astfel, se vor folosi 2 placi de achizitie: PCI 1710 si PCI1711, ca si in cazul statiei pilot.

Statie pilot pentru ape reziduale din industria berii

In cazul apelor reziduale din industria berii apar urmatoarele doua diferente fata de statia prezentata anterior:

a) Dimensionarea decantorului

In cazul apelor uzate din industria berii exista riscul fermentarii pe durata stationarii in decantor. In acest caz, se degaja dioxid de carbon ce atrage particule de namol activ, namolul nu se mai decanteaza, ci apare la suprafata decantorului. Solutia propusa in acest caz este utilizarea unui decantor cu volumul redus la jumatate fata de volumul bazinului aerob. In aceste conditii, timpul de retentie in decantor de injumatateste, deci riscul fermentarii este mult diminuat.

b) In urma analizelor efectuate asupra apelor preluate din industria berii s-a constatat ca acestea contin o concentratie foarte mica de azot. In aceste conditii, se va utiliza o corectie a nutrientilor (in acest caz – azotul), in care, pe baza masuratorilor apei uzate rezultate din instalatia tehnologica, se fixeaza debitul unei pompe peristaltice ce da corectia de azot.

Statia de tratare a apelor uzate provenite din industria berii are o schema functionala prezentata in Figura 7.2. Elementele suplimentare sunt datorate necesitatii corectiei cu nutrienti si sunt prezentate in continuare:

11 – Rezervor pentru alimentarea bazinului aerat cu nutrienti.

Pompa **P4** (peristaltica) pentru alimentarea bazinului aerat cu nutrienti. Debitul acestei pompe este dat din interfata de comanda de catre operatorul uman pe baza analizelor off-line ale influentului.

In acest caz mai apar suplimentar o iesire analogica si o intrare analogica. Cele doua placi de achizitie prevazute anterior asigura si aceste doua canale suplimentare.

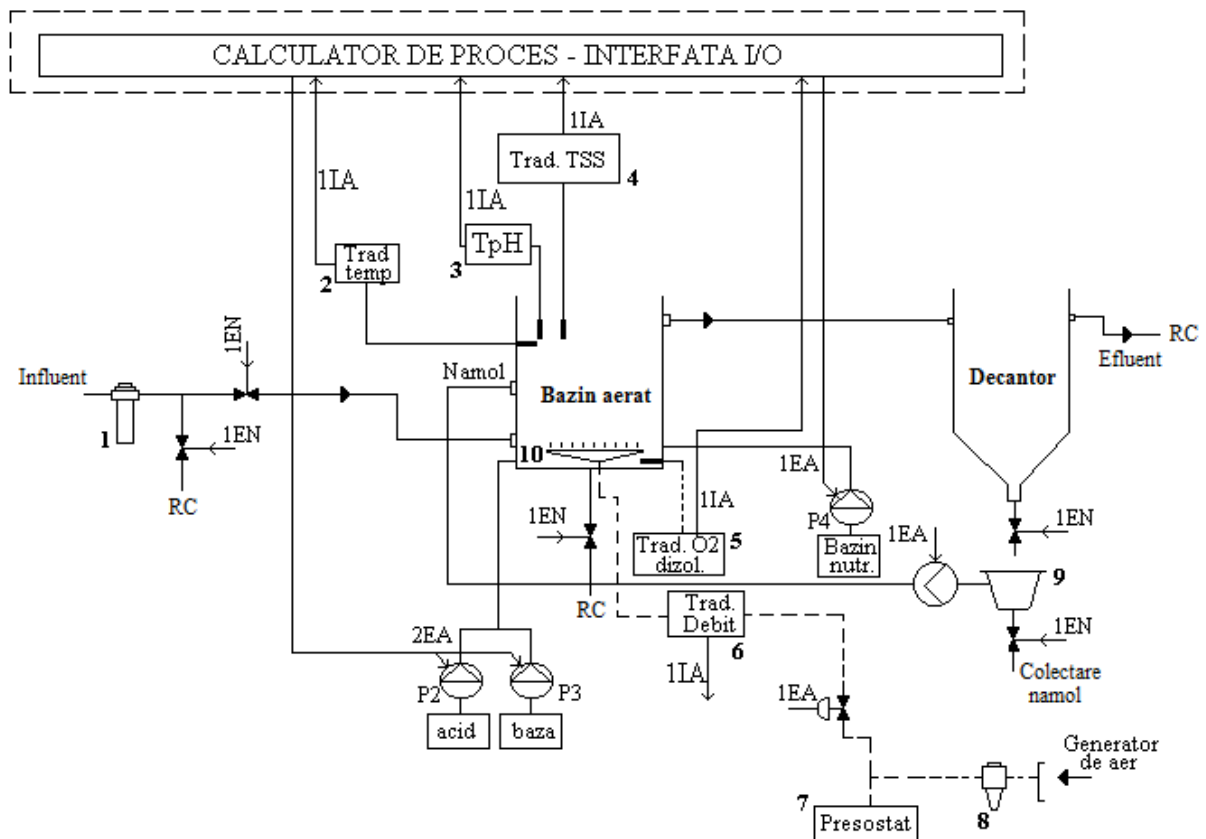


Fig. 7.2.: Schema functionala a statiei de tratare a apelor uzate din industria berii

In concluzie, din punct de vedere practic, sistemul de automatizare cu care ar trebui echipata o statie de epurare trebuie corelat cu performantele de calitate care se doresc a fi indeplinite si cu capacitatea statiei de epurare. Astfel, pentru statii de capacitate mica, recomandam reglarea substratului organic indirect, cu ajutorul unui sistem simplu de reglare (de tip PI) a concentratiei de oxigen dizolvat. Sistemul de reglare poate fi implementat pe un microcontroler, care intra in dotarea statiei de epurare. In acest fel, pretul statiei de epurare creste, dar nu substantial (microcontroler plus un echipament minimal de camp), crestere compensata de imbunatatirea eficientei statiei de epurare. Pentru statiile de epurare de capacitate mare (de ex. cele orasenesti), cu regimuri de functionare cu variatii foarte mari ale influentului (continut mare de substanta organica in apele reziduale) si cu alte perturbatii importante ale regimului de functionare (de ex. regimul pluviometric) se recomanda echiparea acestora cu sisteme mai complexe de automatizare. Recomandam utilizarea a doua structuri de conducere:

1. O structura de conducere cu calculator de proces (cu placi de achizitie), in care sa fie implementate atat nivelul de baza de automatizare, cat si cel global de conducere.
2. O solutie modular-ierarhizata, in care nivelul de baza de automatizare (buclele de baza si sistemele de comanda si achizitie) sa fie implementate pe un PLC (Programable Logic Controller), in timp ce nivelul superior de conducere (algoritmul global – reglarea substratului), impreuna cu interfata om-masina sa fie implementate pe un calculator conectat in retea cu PLC-ul.

Ambele structuri trebuie sa contina si aparatul de camp. In mod evident, ultima structura propusa este mai scumpa, dar, in mod cert, mai eficienta, asigurand performante si eficienta ridicate pentru procesele de epurare.