

Tratarea nămolului și producția de biogaz la Stația de Epurarea Oradea

Biogas production and mud treatment at the Oradea Wastewater Treatment Plant

Gheorghe-Constantin Ionescu¹, Emil Gligor², George-Lucian Ionescu³

¹Universitatea din Oradea
Str. Universității nr. 1 – Oradea, Romania
E-mail: gheionescu@gmail.com

²Universitatea din Oradea
Str. Universității nr. 1 – Oradea, Romania
E-mail: gligoremil13@yahoo.com

³Universitatea din Oradea
Str. Universității nr. 1 – Oradea, Romania
E-mail: lucian.ionescu1985@yahoo.com

Rezumat. Scopul tratării nămolurilor este mineralizarea materiilor organice din acestea, pentru a obține astfel, atât reducerea volumului, respectiv posibilitatea de tratare mai ușoară a acestora, precum și cantități importante de gaz metan, folosit în principal la nevoile stației de epurare. Nămolurile fermentate sunt aproape lipsite de miros și pot fi folosite ca atare sau în diferite scopuri, după ce sunt tratate.

Oricare ar fi mijlocul de producție utilizat, gazul permite obținerea celor mai bune bilanțuri energetice și ecologice.

Cuvinte cheie: tratarea nămolurilor, producția de biogaz, bilanț energetic, automatizare

Abstract. The goal of treating sludge is mineralization of organic matter mainly to reduce the volume, which can more easily be treated and therefore reducing the important quantities of methane gas, used primarily in the treatment plant needs. Fermented sludge is almost free of odor and can be used alone or in various purposes, after being treated. The quantity and composition of sludge varies depending on the original wastewater or the nature in which the sewage treatment process are applied.

The final products of sludge fermentation are solid materials, water sludge (including colloidal solid materials) and also gas.

The process of sludge fermentation is considered complete when we obtained 90% of theoretical gas production and sludge has lost a great deal of water, is stable and has a virtually imperceptible odor.

Key words: Mud treatment, wastewater treatment plant, biogas production, automation

1. Introducere

Scopul tratării nămolurilor este mineralizarea materiilor organice din acestea, pentru a obține astfel, atât reducerea volumului, respectiv posibilitatea de tratare mai ușoară a acestora, precum și cantități importante de gaz metan, folosit în principal la nevoile stației de epurare. Nămolurile fermentate sunt aproape lipsite de miros și pot fi folosite ca atare sau în diferite scopuri, după ce sunt tratate.

Cantitatea și compoziția nămolului variază în funcție de caracterul apelor uzate din care provine și de procesul de epurare a apelor uzate din care provine.

Produsele finale ale fermentării nămolului sunt materiile solide totale, apă de nămol (inclusiv materiile solide coloidale), gaze.

Procesul de fermentare a nămolului se consideră terminat atunci când s-a obținut 90% din producția de gaz teoretică și nămolul și-a pierdut o bună parte din apă, este stabil și are un miros aproape imperceptibil.

2. Material și metodă

Nămolurile provin din decantarea primară și secundară a apelor uzate, iar caracteristicile lor – fizice, chimice, biologice și bacteriologice – depind, în mare măsură, de proveniența lor [2].

Dintre caracteristicile fizice, culoarea și mirosul sunt primele care furnizează informații asupra nămolului. Nămolurile proaspete din apele uzate orășenești au culoarea cenușiu deschis și sunt aproape lipsite de miros. Nămolurile care au fermentat au culoarea cenușiu deschis și miros de gudron.

Umiditatea sau conținutul de apă se determină prin stabilirea pierderi în greutate, ca urmare a evaporării în etuvă (la 150°C), până la uscarea completă și se exprimă în procente.

Greutatea specifică sau volumetrică a nămolurilor γ_n , variază, în funcție de proveniența lor, între 1,002 și 1,118 tf/m³

Densitatea nămolurilor variază între 1,0 și 1,3 g/cm³. În ceea ce privește variația volumului nămolului, ca urmare a schimbării de umiditate, respectiv a conținutului de materii solide totale, se admite, în general, că, neglijând schimbările în greutatea specifică, proporția față de volumul inițial este egală cu raportul dintre procente de materii solide inițiale și după schimbarea volumului.

Filtrabilitatea sau capacitatea de filtrare (de a pierde apă) a nămolurilor se determină, în mod sumar, prin observarea timpului necesar nămolului pentru a deveni consistent sau să prezinte o serie de crăpături, când a fost întins, pentru uscare, în aer liber, pe o platformă de nisip sau hârtie de filtru [3], [4], [5]. Pe baza observațiilor se poate stabili, cu aproximație, dacă nămolul cercetat este proaspăt fermentat sau spălat; conține substanțe chimice, adăugate pentru mărirea filtrabilității; se poate deshidrata în filtre etc.

Puterea calorică a nămolurilor depinde de: proveniența lor, caracteristicile apelor uzate din care provin, cantitatea de materii solide totale organice, uscate, numite și materii volatile.

Dintre caracteristicile chimice, o semnificație deosebită o are pH-ul nămolului care intră sau iese de la fermentare sau cel din timpul fermentării, el fiind, în același timp, și ușor de determinat: pH-ul nămolului trebuie să fie permanent în jur de 7,0: valori mai mari de 8,5 și mai mici de 6,0 indică o înrăutățire a fermentației fiind deci necesare măsuri pentru redresarea procesului.

Materiile solide totale, uscate, reprezintă o caracteristică importantă a nămolurilor, care se determină prin uscarea nămolului în etuve, la 105°C, după care se cântărește reziduu.

Automatizarea stației este realizată cu ajutorul programului de tip SCADA program destinat monitorizării și controlului proceselor desfășurate în cadrul stației de epurare și care asigură următoarele facilități: achiziții de date de la desfășurarea proceselor, stocarea lor pentru o vizualizare ulterioară, generarea de comenzi către proces, implementarea de automate, vizualizarea procesului sub formă de sinoptic, vizualizarea datelor sub formă de grafice și tabele, generarea de alarme și înregistrarea evenimentelor.

Monitorizarea și controlul proceselor sunt vitale în vederea realizării scopului și respectarea standardelor europene în vigoare. Pentru realizarea acestui scop este necesar să se cunoască o serie de măsurători exacte, atât fizice (debite și presiuni), cât și chimice (pH și consum de oxigen), care să îl ajute pe operator să ia deciziile corecte în ceea ce privește desfășurarea în condiții optime a procesului de epurare, a procesului de producere a biogazului rezultat din fermentarea nămolului. Pe măsură ce procesele de epurare a apelor uzate sunt mai complexe și mai avansate, devine foarte importantă nu numai măsurarea parametrilor, ci și automatizarea echipamentelor folosite, pentru a menține echilibrul necesar în cadrul derulării procesului de epurare și producerea de biogaz care mai apoi va fi folosit la producerea de energie electrică. Costurile suplimentare apărute odată cu re tehnologizarea echipamentelor din cadrul stațiilor de epurare vor fi recuperate într-un timp relativ scurt atât prin economia realizată cu numărul mic de personal necesar operării într-o stație total automatizată cât și cu biogazul produs care va fi folosit pentru autogospodărire în scopul de producere de agent termic necesar pe timp de iarnă spațiilor proprii cât și pentru producerea energiei electrice cu ajutorul unităților de co-generare.

3. Preliminarii

Următoarele utilaje descrise sunt folosite pentru depozitarea, transportul și arderea (combustia) gazului format prin procesul de fermentare, prin aplicațiile descrise în acest material.

Design, funcționare și date tehnice

Unitatea de biogaz reabilitată de PWT Wasser - und Abwassertechnik GmbH constă din 2 gazometre cu un volum total de 2000 m³, o unitate de desulfurizare cu un

volum al filtrului de $2 \times 2 \text{ m}^3$ cu pat de cărbune activ, un sistem cu flacără de veghe, 2 cazane (boilere) cu arzătoare și 2 unități de co-generare pentru producerea de căldură și energie.

Operarea unității de biogaz este împărțită în patru etape:

- Depozitarea și transportul biogazului
- Curățarea și desulfurizarea biogazului
- Consumul biogazului
- Sistemul de încălzire

Designul și funcționarea utilajelor aferente sunt explicate în continuare.

Depozitarea Biogazului și creșterea presiunii

Două membrane de gaz furnizate de compania Environtec sunt instalate pentru depozitarea gazului [7], [8]. Ambele gazometre cu un volum de 1000 m^3 sunt folosite maxim 6 ore la o reducere a gazului de $320 \text{ m}^3/\text{h}$.

Depozitarea biogazului

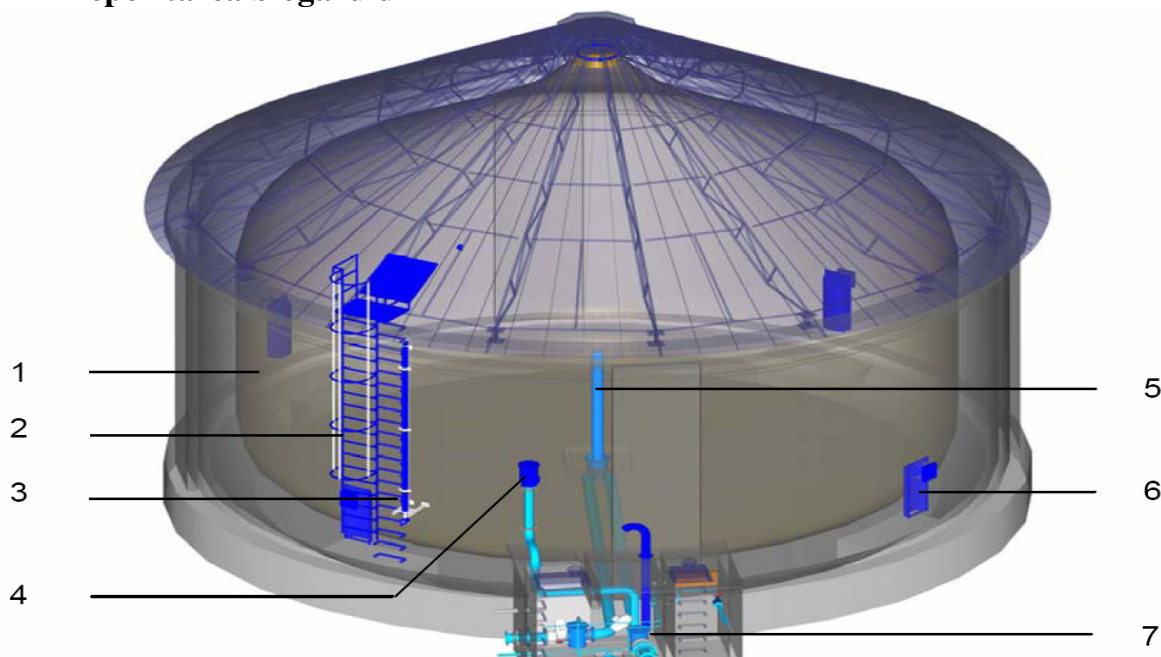


Fig. 1. Gazometru

1 – Membrană gaz; 2 – Scară acces; 3 – Aparat măsurare nivel; 4 – Dispozitiv de siguranță;
5 – Conductă de intrare și ieșire; 6 – Aerisire; 7 – Cămin cu vană automată.

Funcționarea gazometrului

Membranele sunt conectate printr-o conexiune subterană cu rețeaua de conducte de gaz. Există o conductă de intrare care injectează gazul la 2 metri deasupra solului. Ieșirea este aranjată central pe sol astfel ca și produsele de condensare formate să poată fi eliminate. Membranele sunt montate în centrul acoperișului conic și ajustate în așa fel încât să nu atingă niciodată peretele rezervorului sau acoperișul pentru a se evita deteriorarea lor. Spațiul dintre Rezervor și membrana de gaz este echipat cu un sistem

de aerisire pentru a elimina gazele. Aerul proaspăt este trimis prin 4 conducte de aer în partea de jos a rezervorului. Datorită încălzirii aerului din gazometru, se formează un flux ascendent care poate ieși prin orificiul de ventilație pe acoperiș.

Rezervorul are o scară de acces în exterior și o scară interioară. Scara nu are carcasă de siguranță din două motive: intrarea în rezervor necesită măsuri de siguranță speciale și pentru a nu distruge membrana de gaz. Coborârea trebuie folosită doar cu hamuri și ajutor suplimentar.

Monitorizarea nivelului 32CL110/32CL120 în gazometru se realizează printr-un sistem de tragere a cablului. Acesta constă dintr-un cablu de oțel inoxidabil care este atașat la membrană. Contragreutatea este într-un tub de sticlă acrilică. Greutatea este marcată printr-o culoare astfel ca nivelul să poată fi citit folosind o scala tubului de sticlă acrilică. Pe lângă aceasta, mai este montat un senzor ultrasonic la nivelul solului care înregistrează nivelul și îl transmite sistemului SCADA.

În timpul operării, biogazul este extras doar dintr-un gazometru din cele două, timp în care cel de-al doilea gazometru este umplut cu biogaz de la fermentator. Schimbarea între extragerea și umplerea cu biogaz a membranelor este realizată complet automat. Pentru aceasta sunt prevăzute vane fluture pneumatice în căminele fiecărui gazometru pe conductele de intrare și ieșire. Astfel, nivelul poate fi controlat separat, prin oprire și pornire. Motoarele de acționare ale vanelor lucrează cu resetare singulară, astfel că pot fi comutate într-un mod sigur în caz de avarie a alimentării cu energie sau aer comprimat, închizând complet gazometrele. Presiunea gazului care rămâne în metantancuri este eliminată de vana de suprapresiune.

Sistemul membranelor de gaz necesită un sistem de siguranță suplimentar pe lângă senzorii de nivel și presiune a biogazului, ceea ce garantează o protecție a membranei în caz de defecțiune, independent de controlul procesului. Aceasta se realizează printr-un dispozitiv de suprapresiune hidraulică și asigurare la presiune scăzută 32VY103 și 32VY108 furnizat de compania Environtec.

Un anumit volum de apă reținută care este amestecat cu etilen - glicol (60:40) din motive de protecție împotriva înghețului permite penetrarea excesului de biogaz până la un nivel definit de umplere, când anumite condiții de presiune sunt depășite. Gazul poate ajunge în atmosferă. Fluxul de gaz prin lichid asigură și o protecție împotriva aprinderii. Un aparat de măsurare a nivelului 32CL111 și 32CL121 monitorizează nivelul minim pentru a da alarma la presiuni prea mari sau prea mici.

Condiții minime pentru fermentarea, îngroșarea și deshidratarea nămolurilor necesare producerii de biogaz [7]:

- Substanța uscată (SU) în bazinul de omogenizare nu va scădea sub 6,5%. Procesul trebuie oprit când SU este între 6-8%. De preferat ca SU să se mențină 6,5%.
- SU din metantancul 1 trebuie să fie între 3-4%, nu are voie să scadă sub 3%, iar dacă se depășește SU peste 4% nu este nici o problemă, cu atât mai mult crește producția de biogaz.
- SU în metantancul 2 trebuie să fie între 3-4%, nivelul în metantancul 2 să fie 6-7 m situație în care se utilizează și instalația de aerare.

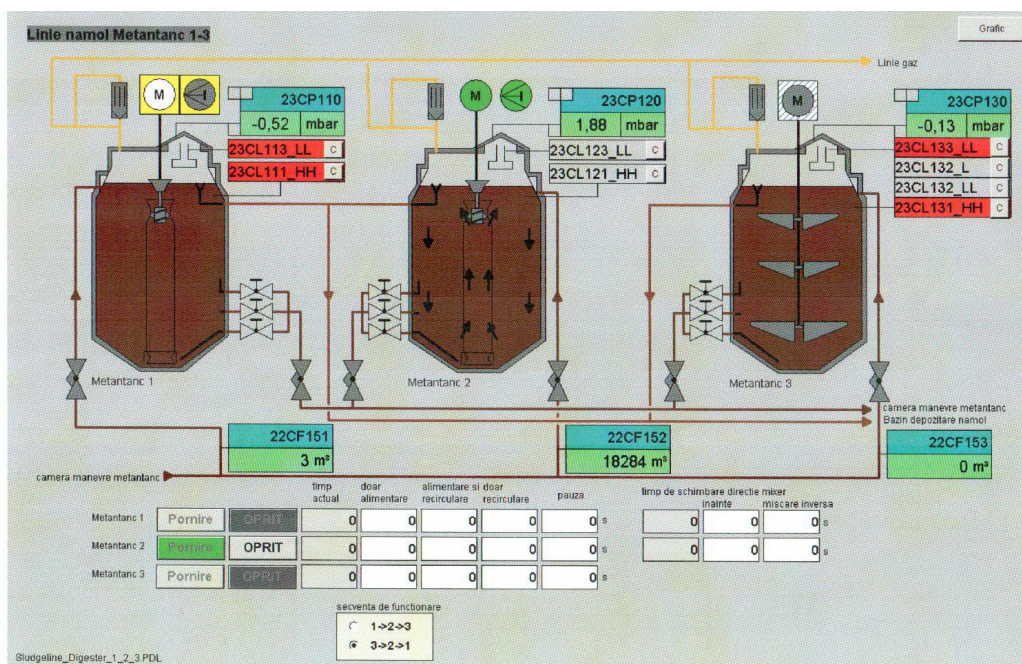


Fig. 2. – Explicativă privind derularea procesului

- Nu se va alimenta bazinul de omogenizare cu nămol din decantorul primar cu SU având valori mai mici de 6%.

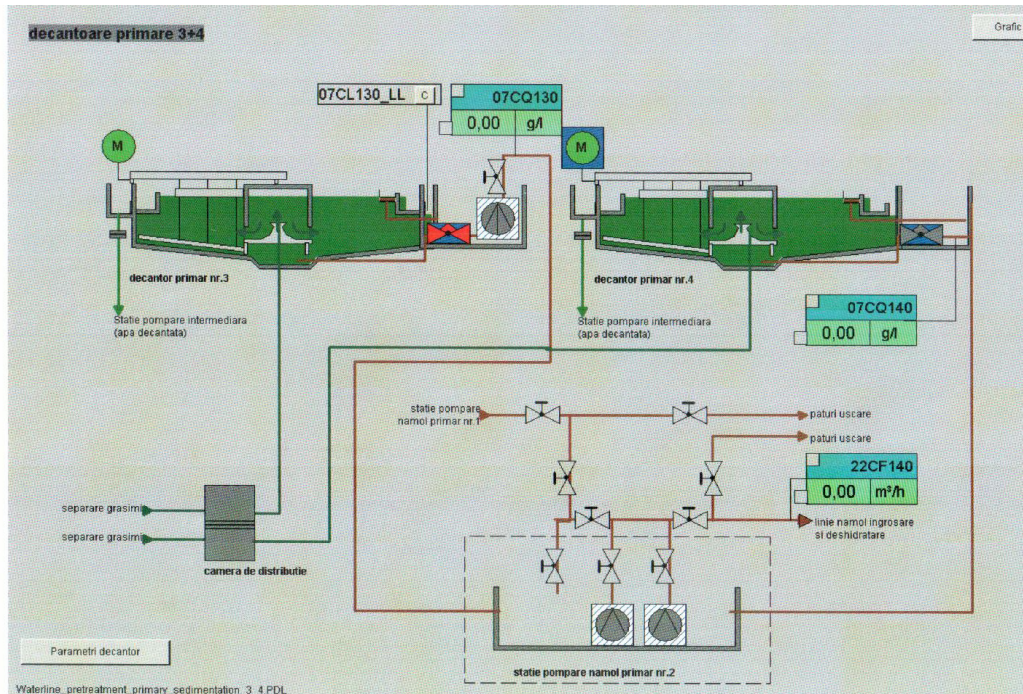


Fig. 3. – Explicativă privind derularea procesului

- Trebuie respectate cu strictețe orele și punctele de prelevare a probelor de nămol.

- În timpul funcționării centrifugii de îngroșare și după fiecare alimentare a bazinului de omogenizare să se recolteze probe din 3 în 3 ore.
- Din îngroșătoare la începutul procesului de îngroșare și aleatoriu în timpul îngroșării. Timpul de staționare în îngroșător nu va depăși 20 de ore.

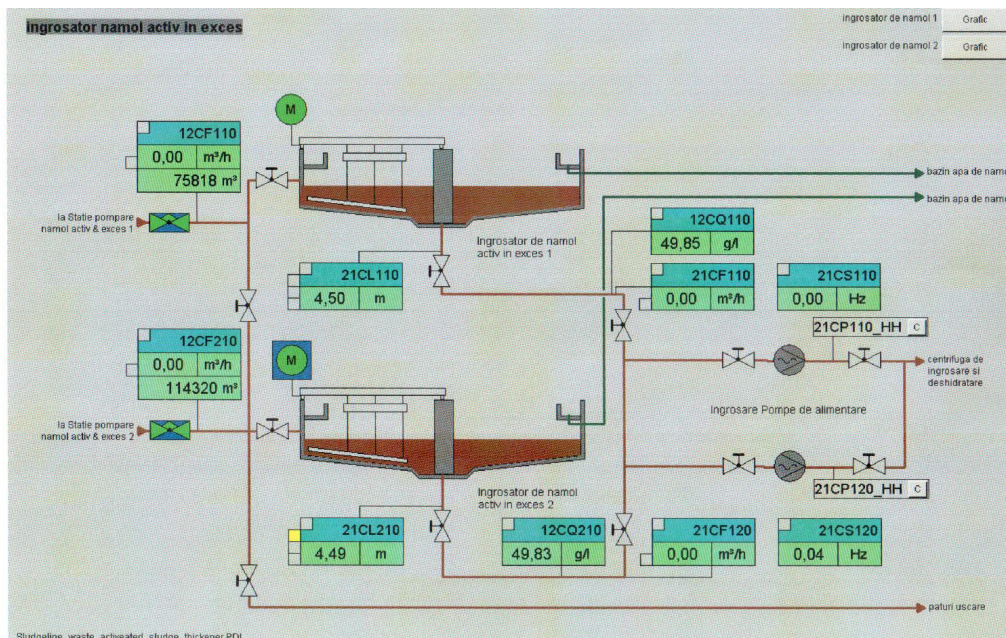


Fig. 4. Explicativă privind derularea procesului

- Se va recolta dimineața, la ultima pompare din bazinul de omogenizare către metantancul 1, o probă de SU, iar peste zi se va mai recolta o probă, la ultima pompare din bazinul de omogenizare. Recoltările se vor face din preaplinul metantancului 1.
- Se vor recolta probe de nămol pentru SU din decantorul primar în fiecare zi, dimineața, înainte de alimentarea bazinului de omogenizare.
- Pentru buna funcționare a procesului de deshidratare se va recolta proba de nămol din metantancul 2 în fiecare dimineață, pentru determinarea SU. Se va porni în regim manual pompa de alimentare a centrifugii de deshidratare și se va recolta proba din furtunul de golire a metantancului 2 și se va urmări buna funcționare a instalației de insuflare cu aer în metantancul 2.
- În bazinul de omogenizare din stația de deshidratare, nivelul nămolului nu va depăși 1,5 m. Pentru o bună omogenizare și o alimentare constantă, mixerele trebuie să funcționeze continuu.
- Instalațiile de preparare polimeri trebuie curățate la fiecare pornire și să funcționeze în regim automat. Atunci când instalațiile de îngroșare staționează mai mult de 24 de ore, instalația de dozare a polimerilor se va opri și se va reporni cu 4 ore înaintea începerii procesului de centrifugare. În timpul procesului de deshidratare, pentru evitarea producerii spumei în chesonul de supernatant, se va adăuga antispumant și se va repeta operațiunea după fiecare golire a chesonului.

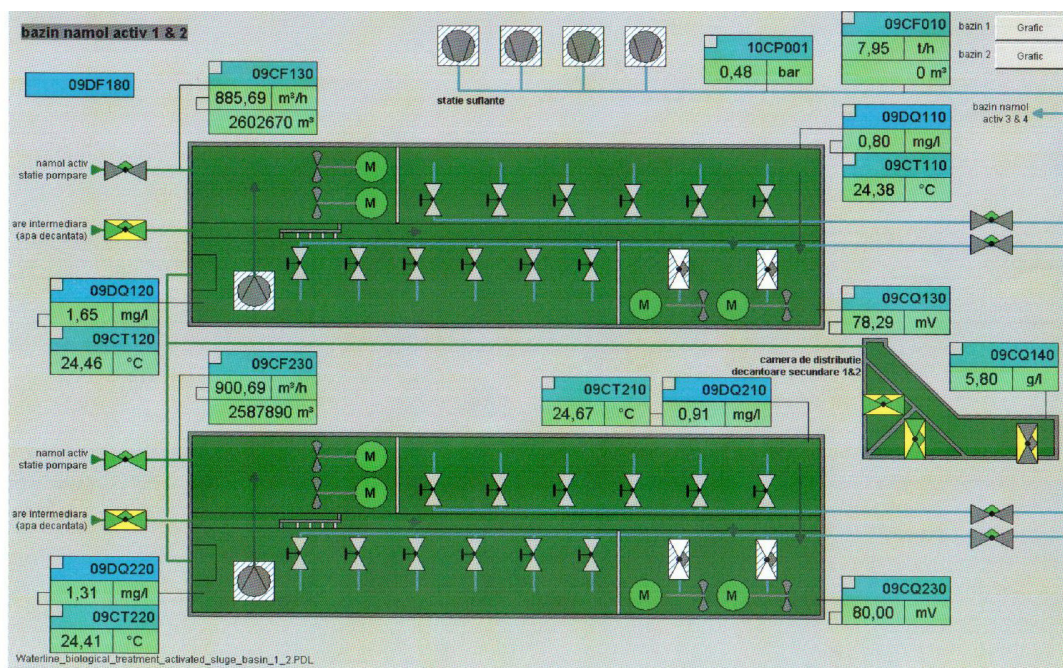


Fig. 5. – Explicativă privind derularea procesului

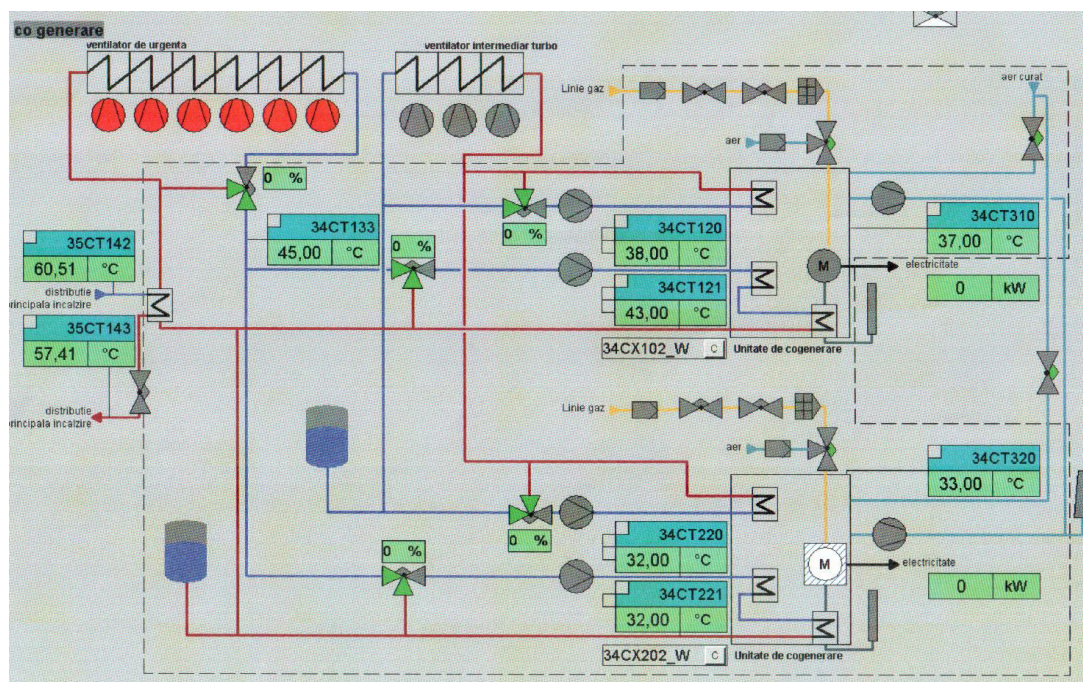


Fig. 6. – Explicativă privind derularea procesului

Dacă aceste proceduri vor decurge normal producția de biogaz va fi în parametri prestabiliți, iar biogazul pompat în gazometre va atinge nivelul de umplere de 90% iar unitatea de co-generare va porni corect și va crește puterea generată în mod continuu până la atingerea pragului maxim setat. În același timp, se va deschide valva

către sistemul de încălzire, iar unitățile de co-generare vor furniza energie termică printr-un schimbător de căldură. Dacă există suficient gaz în fiecare gazometru (mai mult de 90%), a doua unitate de co-generare va porni automat și va funcționa până când nivelul dintr-un gazometru va scădea cu 60%. În cazul în care ambele unități de co-generare funcționează, puterea curentului generat va fi automat echilibrată pe cele două unități de co-generare de către sistemul SCADA.

4. Concluzii

- Argumentele în favoarea cogenerării sunt imbatabile: această tehnologie permite astăzi producerea unui kWh electricitate la cele mai mici prețuri. Oricare ar fi mijlocul de producție utilizat, gazul permite obținerea celor mai bune bilanțuri energetice și ecologice.
- Instalațiile de cogenerare permit producerea simultană de kWh electrici și de kWh termici cu un randament superior celui din centralele electrice și de încălzire separate. Această tehnologie permite realizarea unei economii de energie primară de până la 20%, realizarea de economii la factura de energie, înlocuirea și fiabilizarea alimentării electrice obișnuite, optimizarea centralelor termice, reducerea emisiilor de CO₂.
- Utilizarea programului SCADA aduce o serie de avantaje cu ar fi: flexibilitate ridicată, structură modulară ce permite adaptarea ușoară a acestuia la orice tip de echipament de interfață cu procesul, conducerea centralizată a mai multor procese simultan și realizarea de intercondiționări, posibilitatea de a urmări procesul pe mai multe calculatoare conectate în rețea.

Referințe

- [1] *** Centrul de documentare pentru îmbunătățiri funciare și gospodărirea apelor, București 1970
- [2] Robescu D., et all, „Modelarea și simularea proceselor de epurare”, Editura Tehnică, București, 2004
- [3] Ionescu G. C., „Instalații de canalizare”, Editura didactică și pedagogică, R.A. București, 1997
- [4] Ionescu G. C., „Sisteme de epurare a apelor uzate”, Editura MatrixRom București 2010
- [5] Ionescu G. C., „Optimizarea fiabilității instalațiilor hidraulice din cadrul sistemelor de alimentare cu apă”. Editura MatrixRom, București, 2004.
- [6] Ianculescu O., et all, „Epurarea apelor uzate”, Editura MatrixRom București 2001
- [7] Manualul cu instrucțiuni de lucru al stației de epurarea apei Oradea, 2008
- [8] Olsson G., et all, Instrumentation, Control and Automation in Wastewater Systems Scientific and Technical Report No. 15