

STABILIREA SPECIFICAȚIILOR TEHNICE LA REALIZAREA SURSEI DE ENERGIE DIN BIOGAZ, DIN CADRUL MICROREȚELEI CU SURSE DE ENERGIE REGENERABILĂ

Dimensionarea tehnico-economică a producției de energie electrică din biogaz

În vederea dezvoltării unei microrețele eficiente de producere a energiei se va proiecta o instalație de biogaz de 3,5kW capacitate electrică.

În vederea dezvoltării unui proiect biogaz reușit (maximizare profit), este esențial să se țină cont de următoarele aspecte:

- *Alegerea locației.* Amplasamentul potențial al investiției va fi dictat de disponibilitatea materiei prime (biomasei) - în principal și de proximitatea pieței de desfacere a energiei termice. Locația aleasă va influența la rândul ei lungimea cailor de comunicație, logistica, disponibilitatea forței de munca.
- *Natura materiei prime (biomasei).* Se preferă ca fluxul de substrat să fie stabil (constant), din punct de vedere calitativ și cantitativ.
- *Nivelul tehnologic al instalației*
- *Tratarea și transportul digestatului*

Sistemul de management al energiei fiind destinat micilor comunități izolate, dimensionarea instalației de biogaz (fermentator anaerob, depozite resturi, rezervor de preluare etc) va pleca de la specificul acestor comunități izolate. Respectiv natura materiei prime va consta din dejecții zootehnice și din resturi vegetale biodegradabile.

Unul dintre cele mai importante aspecte benefice ale operării unei stații de biogaz sta în derularea în paralel a mai multor activități relate: producție agricolă, procesare de alimente sau producție de biocombustibili.

Instalația de biogaz propusă studiului va cuprinde următoarele obiective:

- Un rezervor de preluare (cca. 2 m³);
- O unitate de preluare pentru materiale solide (cca. 0,5 m³);

- Un fermentator (cca. 15 m³);
- Un modul tehnic în sistem constructiv în container;
- Depozit de resturi de fermentație (cca. 90 m³);
- O faclă de gaz;
- Grup de centrală termică în container;

Rezervorul de preluare servește depozitării intermediare a stocului tampon de must de bălegar. Gradul de umplere este supravegheat redundant, prin intermediul presiunii hidrostatice ca nivel de umplere existent, și pe de altă parte, prin conductibilitate, ca nivel limita. Preluarea materialului se face cu ajutorul unei pompe centrale.

Dozatorul de substanțe solide servește introducerii în instalația de biogaz a materiilor prime greu vehiculabile cu pompa. Acest dozator de substanță solidă se folosește pentru: porumb de fermentație lactică, dejecții de păsări și tescovina. Două amestecatoare verticale realizează omogenizarea. Două alimentatoare melcate transportă, preiau materialul solid din rezervor și le duc la un transportor melcat vertical. Două transportoare melcate servesc în final alimentării ambelor fermentatoare cu materiale solide. O instalație de cântărire cu afișaj arată și înregistrează cantitatea de material de alimentare.

Cu excepția materialelor solide, întreaga cantitate de substrat este vehiculată cu o singură pompă.

Senzorul de debit înregistrează cantitățile vehiculate.

Pompa este protejată de intemperii într-un modul tehnic. Ca dispozitiv de protecție împotriva suprapresiunii și a presiunii scăzute, este instalat un comutator de presiune.

Pompa centrală este prevăzută cu un robinet de golire împreună cu un jgheab de scurgere, care este legat la un put colector. Nivelul maxim al acestuia este supravegheat, iar surplusul poate fi golit, datorită unei legături suplimentare, tot cu ajutorul pompei centrale.

Procesul biologic al procedurii tehnice are loc într-un singur digester. La un timp de staționare mediu de 42 de zile, se produce, pas cu pas, o descompunere aproape completă a substanțelor organice. Condițiile obligatorii pentru aceasta sunt:

- o temperatură stabilă;
- condiții de lucru strict anaerobe.

Digesterul lucrează în condiții de temperatură constantă. Stabilitatea procesului este asigurată prin continuitatea introducerii zilnice de cantitate de adaos, de compoziția substratului, cât și de menținerea constantă a temperaturii.

Fermentatorul este alimentat cu materie primă proaspătă. Materiile prime lichide sunt introduse direct în rezervor cu ajutorul pompei centrale. Materiile prime solide ajung direct în proces prin alimentare. Completarea cantității se face de mai multe ori pe zi în cantități mici. Golirea se face cu ajutorul pompei centrale, condusă de către regulatorul de nivel. Nivelul de plin este supravegheat redundant, pe de o parte cu ajutorul presiunii hidrostatice, și, pe de altă parte, prin intermediul conductivității, pentru limita de umplere a recipientului.

Pentru evitarea defecțiunilor cauzate de suprapresiune sau de vid, fermentatoarele sunt prevăzute cu o protecție corespunzătoare pentru presiune.

Încălzirea fermentatoarelor se face direct prin încălzirea pereților acestora, folosindu-se energia termică de la blocul centralei termice a instalației. Temperatura de exploatare se află în **domeniul mezofil între 35 și 42 °C**. Un distribuitor al circuitului de încălzire leagă circuitele de incalzire in parte. Numarul circuitelor de încălzire este dat de cantitatea de căldură necesară. Distribuitorul circuitului de încălzire este alimentat cu o pompa de recirculare și un amestecator cu apă din distribuitorul de căldură. Temperatura de circulație este măsurată cu un senzor. Acesta dirijează printr-un motor de comandă de poziție, un amestecator cu trei căi, astfel încât, la nevoie este adăugată o cantitate de apă rece din retur reglându-se astfel temperatura circuitului.

Temperatura din fermentatoare este măsurată cu ajutorul a doi senzori și este transmisă pentru dirijarea procesului. Automatizarea reglează apoi temperatura la o valoare ce trebuie prestabilită.

Pentru evitarea de straturi plutitoare și de straturi scufundate, sunt prevăzute: un agitator de mica turație cu motor exterior și un agitator cu motor imersat .

Turația se poate regla în timpul procesului manual și în mod continuu cu ajutorul unui dispozitiv de programare cu memorie (SPS).

Pentru depozitarea substratului complet fermentat (reziduul de fermentație), se folosește un rezervor pentru stocare având un volum brut de cca. 90 m³.

În condiții normale de exploatare, resturile de fermentație împreună cu substratul fermentat se evacuează cu ajutorul pompei centrale. La depășirea unui nivel de umplere prescris, substratul fermentat este evacuat automat din fermentator prin pompă în rezervorul de resturi de fermentație.

Preluarea substratului complet fermentat se face la placa de preluare.

Producția de gaz are loc în cele două fermentatoare. Conținutul acestora trebuie încălzit și agitat sistematic. În acest mediu, substanțele organice cu care se lucrează sunt descompuse biologic cu ajutorul microorganismelor (metanobacterii). Produsul acestui proces este un amestec de gaze numit și **biogaz**, care conține metan.

Traseele de gaz dintre fermentatoare sunt realizate din oțel inoxidabil, respectiv din material sintetic PE – HD, legăturile fiind sudate etanș. Fiecare traseu poate fi izolat și separat cu clapete de gaz. În acest mod este posibilă efectuarea de lucrări de reparații sau de întreținere, de exemplu la agitatoare, fără a întrerupe alimentarea cu gaze a centralei termice (CT).

După formarea sa în rezervoarele de fermentație, biogazul se acumulează în capacele în forma de dom ale rezervoarelor, realizate etanș. Capacul este fixat pe un suport construit cu sprijin pe mijloc și este realizat în forma de emisferă, construit dintr-o folie pentru colectare, acoperită la rândul ei, de o altă folie pentru protecție la intemperii. Aceasta este ținută întinsă cu aerul furnizat de către o suflantă. Folia colectoare de gaz se poate mișca nestingherită în sus și în jos. În ceea ce privește rezistența la rupere, permisivitatea la penetrarea de către gaz și rezistența la temperatură, sunt respectate cerințele “*Regulilor de siguranță pentru instalații de biogaz agricole*”. Înălțimea acoperișului este funcție de diametrul rezervorului de fermentație și se află la 4 – 6 m deasupra cantului superior al rezervorului. Presiunea în colectorul de gaz este supravegheată cu ajutorul unui senzor, și în

functionare normala se gaseste in jurul valorii presiunii mediului. Este vorba deci despre colectoare care nu lucreaza sub presiune.

Prelata acoperisului este fixată de coroana rezervorului printr-un inel de oțel inoxidabil cu ajutorul unor cleme filetate. Gradul de umplere cu gaz este comunicat de către un senzor.

Ca dispozitiv de siguranță în vederea evitării suprapresiunilor în rezervoare, respectiv în colectoarele de gaz, toate fermentatoarele sunt prevăzute cu o siguranță de suprapresiune/vacuum cu armatura fixată prin flanșă. Siguranțele de suprapresiune/ vacuum lucrează în domeniul +5,5 mbar suprapresiune și -1 mbar vid.

Purificarea gazului

Pentru a realiza valorificarea biogazului, acesta trebuie purificat, uscat și comprimat.

Desulfurarea

Necesitatea unei desulfurări este determinată de proprietățile compușilor cu sulf conținuți de către biogazul brut (înainte de toate de către hidrogenul sulfurat și mercaptani). Aceștia se transformă prin ardere în dioxid de sulf, care împreună cu apa formează acid sulfuros, ba chiar acid sulfuric (dacă este oxidat la trioxid).

Ambii acizi produc atât corodarea motoarelor și armăturilor, cât și o creștere rapidă a acidității uleiului de motor. Deasemenea acțiunea catalizatorilor la evacuarea gazelor de ardere este influențată negativ de către compușii cu sulf. Hidrogenul sulfurat și combinațiile organice ale sulfului au un prag de percepție olfactivă extrem de scăzut, constituindu-se în parametri de evaluare ai mirosurilor.

Desulfurarea biogazului are loc direct și biocatalitic printr-un adaos controlat de oxigen din aer în toate aparatele de stocaj de gaz. Biogazului i se adaugă oxigen din aer cu ajutorul unei suflante de desulfurare.

Cantitatea de aer adăugată de către suflantă poate fi reglată în funcție de cantitatea de biogaz produsă.

Un senzor de debit măsoară cantitatea de gaz produsă. Acesta este instalat după compresorul de gaz. Procentul de oxigen este limitat la circa 5%. Prin aceasta este evitată limita inferioară a amestecului de explozie, care este de aproximativ 15%. În prezența oxigenului, microorganisme (sulfobakter oxydans) se plasează în spațiul dintre lichid și folia de colectare.

Construcția de susținere a colectorului de gaz servește de locaș suplimentar de implantare. Prin acest proces de oxidare microbiană, hidrogenul sulfurat (H_2S) conținut în biogaz este transformat atât în sulf elementar, cât și în acid sulfuric și apă. Sulful se depune ca un precipitat gălbui în substrat respectiv pe partea inferioară a construcției.

Separatorul de condens

Separatorul de condens se găsește pe conducta de gaz între fermentatorul 2 și consumatorii, având drept scop reducerea umidității biogazului. În cazul unei fermentații mezofile (35 – 42 grade Celsius), este de așteptat o cantitate maximă de condensat de cca. 40 ml/m³ de biogaz. Pornind de la o producție de biogaz de 1,5 – 2,0 m³/ora, rezulta o cantitate de condensat de cca. **1,5 l/zi**.

Separatorul de condens se compune în principal dintr-un puț rotund de beton, care se află în punctul cel mai coborât al traseului pe pământ al conductei de gaz. Acest puț este umplut cu apă / condens.

Conducta de gaz este adusă cu o piesă T sub nivelul apei. Funcția de separator de condens este realizată prin condensarea apei din biogazul răcit pe pereții conductei, și care curge în separator pe o pantă ușoară.

Întrucât condensatul din biogaz conține urme de sulf elementar și de amoniu dizolvat (fertilizant al solului), poate fi utilizat ca îngrășământ. În acest scop, condensatul este transportat din puțul de condensat în depozitul de resturi de fermentație.

Analiza gazului

În conducta de gaz este plasat un analizor de gaze. Valoarea hidrogenului sulfurat exprimă în fapt eficacitatea desulfurării. Din cantitatea de metan se pot trage concluzii privind de exemplu alimentarea fermentatoarelor.

Pentru controlul funcționării corecte a suflantei de desulfurare și pentru evitarea formării unui amestec exploziv, este analizat online și conținutul de oxigen al biogazului. Conținutul de CO₂ este important pentru antidetonanță și influențează conținutul în metan al biogazului.

Uscarea / comprimarea

Prepararea finală a biogazului are loc într-o stație compactă. Aceasta se compune dintr-un uscător de gaz și dintr-un compresor. Uscătorul de gaz are funcția de răcire și de curățare. În acest scop condensatul este răcit prin intermediul unui agregat de răcire și este stripat într-un reactor. În același timp biogazul trece în contracurent prin ceața produsă. În acest mod sunt spălate particulele de murdărie și gazul este răcit. Această scădere a temperaturii duce la o separare mai eficientă a apei de condens. Condensul care nu este utilizat pentru spălarea gazului este pompat în puțul de condens. Temperatura gazului este reglată după procesul de uscare. Compresorul de gaz servește atingerii unei presiuni preliminare de exploatare a biogazului de $\Delta p = 80 - 120$ mbar.

Valorificarea gazului

Din exploatarea centralei termice rezultă energie termică, utilizată pentru aducerea temperaturii returului de la 60 de grade Celsius, utilizând mai multe trepte, la valoarea de 80

de grade Celsius. Circuitul primar de 80 grade Celsius este introdus în distribuitorul de încălzire. Schimbătoarele de căldură ale sistemului realizează transferul termic.

De la blocul energetic este preluată căldura prin intermediul unui schimbător de căldură cu plăci respectiv prin cuplarea unui schimbător de căldură pe gaze de ardere, fiind astfel utilizată această energie. Distribuția căldurii se face prin intermediul unui distribuitor intern ca și a unui distribuitor extern.

Distribuitorul de căldură extern servește cuplării la utilizatorii externi. Distribuitorul intern deserveste în primul rând încălzirea pereților fermentatoarelor. Sistemul de încălzire este prevăzut cu măsurile de siguranță uzuale cum sunt: aerisire rapidă, clapete de trecere în sens unic, supape de suprapresiune și vas de expansiune.

Traseele de încălzire sunt realizate pentru o temperatură de până la 95 grade Celsius și o presiune de până la 8 bar. Pe toate traseele se găsesc, în scopul reglării temperaturii, amestecătoare cu trei cai cu tehnica de măsurare corespunzătoare. Temperatura de bază se poate modifica cu ajutorul conducerii centrale. Aceste informații se transmit direct către amestecătoarele cu trei cai. Dacă nu există suficiente schimbătoare de căldură pentru a prelua energia termică, acest excedent va putea fi preluat și eliminat în atmosfera cu ajutorul unui schimbător de avarie.

Facla de gaze

La conducta de gaze care duce la centrala termică, se leagă o faclă de gaze. Aceasta este montată ca și consumator de necesitate a instalației de biogaz pentru a împiedica emisia biogazului în caz de oprire a centralei termice. O asemenea faclă este construită din oțel inoxidabil și este complet automatizată. Ea dispune de un arzător cu injector cu aprindere prin electrozi. Temperatura de ardere atinge valoarea de aproximativ 900 grade Celsius. Conectarea la gaz este făcută printr-o conductă DN80 / PN10.

În măsurile de securitate se include și un traseu de reglaj pentru gaz, alcătuit din siguranța de deflagrație, supraveghetor de presiune și dintr-un dispozitiv de împământare pentru protecție la fulgere.

Facla este concepută pentru un debit de gaz de 2 m³/ora.

Tratarea și transportul digestatului

Tehnologia de obținere a biogazului prin mecanismul digestiei anaerobe oferă o serie de soluții pentru rezolvarea problemelor generate de creșterea intensă a animalelor, probleme rezultate din activitățile de producție zootehnică, aceasta fiind o tehnologie sustenabilă, potrivită pentru tratarea și managementul reziduurilor animale, în acest mod permițându-se și o abordare holistică și orientată spre mediu a practicilor agricole.

Practicile de creștere intensă a animalelor domestice au condus la situația în care fermele de animale nu dispun de suprafețe suficiente de teren pentru producerea cantităților necesare de nutrețuri, și nici pentru utilizarea cantităților mari de reziduuri animaliere rezultate din activitatea proprie. Acest fapt a condus, în timp, la acumulări mari de nutrienți aflați în exces în zonele respective, proveniți din gunoiul animal, situație care necesită măsuri

imperative de management al acestor bioreziduuri, in scopul prevenirii unor consecințe grave, precum:

- Poluarea apelor freatice si de suprafață, din cauza scurgerilor de nutrienți.
- Distrugerea structurii solului si a microbiotei acestuia.
- Distrugerea populației specifice de plante ierbacee si formarea vegetației tipice terenurilor cu exces de nutrienți.
- Riscuri majore de emisii de metan și amoniac.
- Persistenta muștelor si a mirosurilor neplăcute, din cauza depozitării gunoiului animal si împrăștierii acestuia.
- Riscul contaminării cu agenți patogeni si al răspândirii acestora.

Beneficiile digestiei anaerobe a compostului:

- **Reducerea mirosurilor neplăcute.** Experiența demonstrează faptul ca pana la 80% dintre mirosurile emantate de substraturile materiei prime pot fi reduse cu ajutorul tehnologiei de fermentare anaeroba.
- **Sanitația.** Procesele AD inactivează virusurile, bacteriile si paraziții conținuți in substraturile materiei prime, efect numit, in mod uzual, sanitație.
- **Distrugerea semințelor buruienilor.** Prin tehnica de procesare AD se obtine reducerea considerabila a capacității de germinare a semințelor buruienilor. In acest mod, producerea de biogaz contribuie la o reducere ecologica a numărului plantelor nefolositoare.
- **Evitarea arsurii plantelor.** Aplicarea gunoiului brut ca îngrășământ determină apariția arsurilor la nivelul frunzelor plantelor, acesta fiind efectul prezentei acizilor grași de joasa densitate, cum este acidul acetic. In cazul fertilizării cu digestat, fenomenul arsurii plantelor este evitat, deoarece majoritatea acizilor grași sunt degradați prin procesul AD.
- **Îmbunătățirea calității îngrășământului.** Prin procesul AD, cei mai multi nutrienți legați in substanțele organice, in special azotul, sunt mineralizați, devenind, in acest mod, ușor disponibili pentru plante.

Digestatul este mai omogen, comparativ cu gunoiul brut, având si un raport N-P îmbunătățit. De asemenea, acesta prezintă un conținut cunoscut de nutrienți, permițând, așadar, o dozare precisa, deci o buna integrare a acestuia in schemele de fertilizare ale fermelor. Digestatul conține mai mult azot anorganic, mai ușor accesibil plantelor decât in cazul gunoiului brut. Poate fi utilizat ca îngrășământ de suprafață, in cazul culturilor aflate in plina vegetație. Acest mod de aplicare ridica puține probleme in ceea ce privește pierderile de azot sub forma infiltrațiilor de nitrați in pânza freatica, de vreme ce nutrienții sunt absorbiți, in cea mai mare parte, direct de către plante. Experiența demonstrează că aplicarea superficială a digestatului are drept consecință absorbtia unei părți a nutrienților direct la nivelul frunzelor.

Una dintre problemele legate de reciclarea digestatului este legata de cantitatea de nutrient prezenta pe suprafața fermei. Scurgerile de nitrați sau supraîncărcarea cu fosfor pot

avea loc din cauza manipulării greșite, a stocării și aplicării necorespunzătoare a digestatului ca îngrășământ. Directiva referitoare la cantitatea de nitrați (91/676/EEC nitrați) stabilește cantitatea de nitrați ce poate fi prezentă pe terenurile agricole, cu scopul protejării apelor de suprafață și a celor de adâncime împotriva poluării cu aceste substanțe, **cantitatea maximă permisă fiind de 170 kg N/ha/an**. Încărcarea cu nutrienți a terenurilor agricole este stabilită prin lege, în majoritatea țărilor europene, în scopul evitării poluării ca urmare a creșterii intensive a animalelor în fermă.

Aplicarea digestatului ca îngrășământ trebuie făcută pe baza unui plan de fertilizare. Acesta trebuie elaborat pentru fiecare parcelă agricolă în parte, în funcție de tipul culturii, producția planificată, procentul anticipat al utilizării nutrienților din digestat, tipul solului (textura, structura, calitatea, pH-ul), rezerva existentă de macro- și micronutrienți, condițiile precedente culturii și cele de irigație, precum și în funcție de zona geografică.

Specificațiile pentru realizarea instalației de obținere a 3kW electrici din biogaz propuse sunt:

- Bilanțul de materiale;
- Bilanțul energetic;
- Dimensionarea rezervorului de preluare materiei prime, a fermentatorului, a depozitului de resturi de fermentație și a instalației de purificare a gazelor;
- Puncte de măsurare a parametrilor;
- Instrumentația adecvată măsurării/înregistrării parametrilor;
- Dimensionarea cogeneratorului de obținere a 3kW electrici.

Instalație cilindrică tip up-flow amestecat

În cazul utilizării ca materie primă a unui amestec de dejecții zootehnice cu resturi vegetale biodegradabile se va ține cont că substanța uscată din substratul de fermentare anaerobă va fi de peste 12%. În acest caz este contraindicat fermentatorul tip piston (pug flow) și este recomandat reactorul de tip vertical (up-flow) cu amestecare. Schema unei instalații cilindrice tip up-flow amestecat este prezentată în fig. 1.

Caracteristici principale:

- Procesul de digestie anaerobă utilizează dejecțiile așa cum sunt (parte lichidă + parte solidă).
- Digestorul, care în această variantă constructivă este de formă cilindrică, va fi dotat cu un amestecător elicoidal, cu pompă de recirculare externă temporizată și sistem cu deschizături de fund. În acest fel se obține menținerea în suspensie a dejecției și efectul up-flow, cu rupere de crustă.
- Digestorul va fi alimentat zilnic cu dejecție proaspătă, în timp ce dejecția digerată va ieși după un timp mediu de ședere în bazin de aproximativ 40 - 42 zile.
- Îngroparea digestorului poate substitui, în anumite limite, izolarea.
- Pentru a opera în condiții controlate din punct de vedere termic, pereții digestorului trebuie să fie bine și adecvat izolați. Interiorul digestorului este

încălzit și menținut la temperatura procesului de un schimbător de căldură pus în apropierea fundului, realizat cu tubulaturi din oțel inoxidabil în care apa caldă recirculată este produsă de arderea biogazului în cogenerare.

- Biogazul produs este colectat direct în partea superioară a digesterului printr-un acoperiș în formă de cupolă gazometrică.
- Cupola gazometrică are forma de semicilindru sau calotă sferică și este realizată cu trei membrane suprapuse din țesut de fibre poliester, sudată cu un sistem electronic la frecvență înaltă.
- Membrana situată la interior are menirea de a reține biogazul în cameră, în contact cu substratul iar cea intermediară este în contact cu exteriorul de-a lungul bordurilor laterale și împiedică amestecul biogazului cu aerul. Membrana exterioară care rămâne totdeauna umflată.
- Camera de aer este menținută în presiune de o centrală de control și de supape care, admitând sau scăpând aer, mențin biogazul mereu la presiunea de 200 mm H₂O,

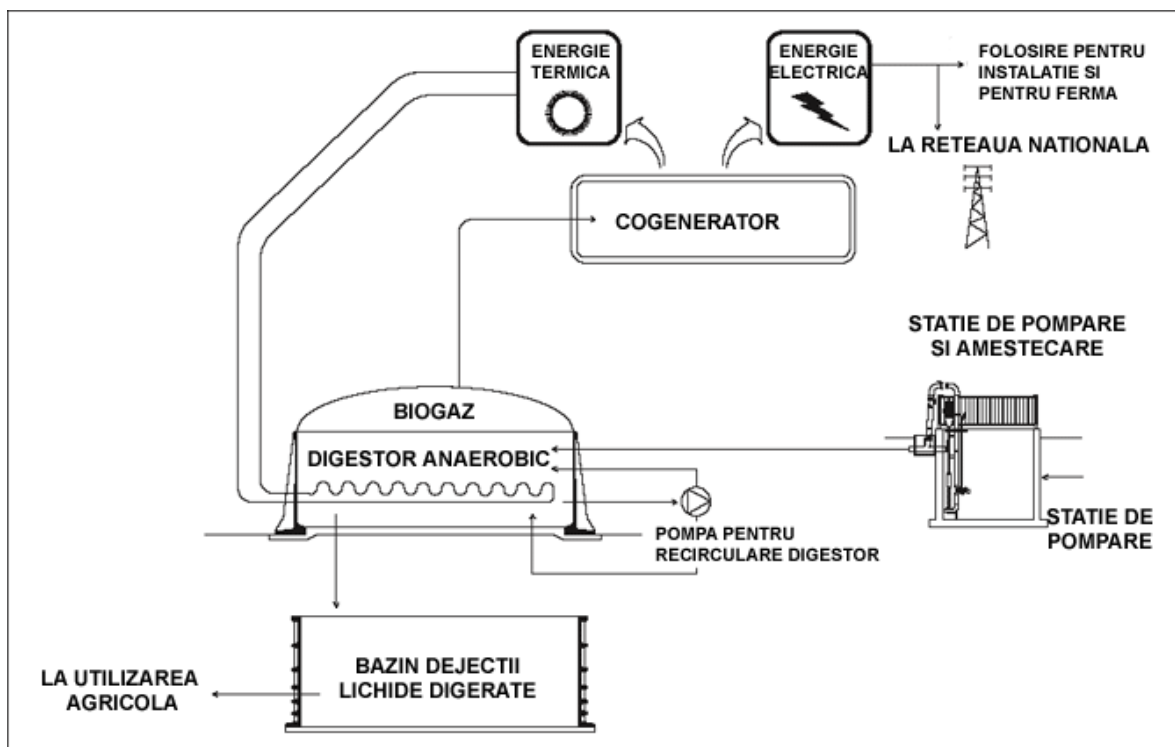


Fig.1 Instalație cilindrică tip up-flow amestecat

- independent de cantitatea de biogaz conținut. În acest mod, alimentarea arzătoarelor este constantă și membrana externă este totdeauna întinsă, cu beneficii imaginabile vis a vis de vânt, apă sau zăpadă.

- Sistemul de acoperire cu membrană presostatică oferă între altele următoarele avantaje:
 - evită construirea separată a unui gazometru;
 - simplifică întreținerea digesterului, fiind ușor de înlăturat;
 - asigură un grad ridicat de izolare al cupolei digesterului;
 - este adaptabil la bazinele existente;
 - permite înmagazinarea biogazului la presiunea de utilizare a arzătoarelor, eliminând astfel din investiția compresoarelor pentru gaz;
 - este rezistent la zăpadă și vânt;
 - face posibilă o gestiune mai flexibilă a utilizatorilor de biogaz datorită volumului mare închis în interior;
 - favorizează uscarea biogazului, mai ales în lunile răcoroase, prin condensarea apei în contact cu peretele cupolei.
- O conductă de gaz leagă interiorul cupolei de biogaz de instalația de cogenerare, unde, prin ardere, se produce energia electrică și căldură. O parte din căldura produsă este recuperată și utilizată pentru termostatarea digesterului.
- Digestatul, la evacuarea din reactorul de fermentare anaerobă, este acumulat într-un bazin de stocare. Pe timpul retenției în acest bazin substratul își pierde complet activitatea patogenă și mirosul neplăcut, putând fi apoi folosit ca îngrășământ natural.

Recomandată:

- crescătorilor care vor să gestioneze deșeurile organice ca unic produs omogen și țintesc spre o rentabilitate majoră în termeni energetici/economici. Prin menținerea întregii părți solide prezente în dejecții (cu excepția lemnului, oaselor și penelor) se sporește producția de biogaz.
- Este recomandată chiar și crescătorilor de dimensiuni mai modeste, dar care au disponibilitatea în timp de a adăuga biomasă și a le digera împreună cu dejecțiile.

Fazele procesului:

- Pentru un randament optim de transformare în biogaz a COD (compuși organici digestabili), este fundamental ca dejecțiile să ajungă “proaspete” la digester. În acest sens trebuie adoptate măsuri de evacuare operativă a dejecțiilor din adăposturile zootehnice.
- Dejecțiile din adăposturi sunt dirijate spre un pre-bazin de colectare, omogenizare, amestecare și ridicare, prevăzut cu mixer și o pompă de mărunțire. Aici se adaugă, în proporții strict determinate, cantități de biomasă astfel încât să se obțină un amestec pompabil, cu un conținut de solide mai mic de 10%, care îmbogățește cu substanța organică dejecția destinată să alimenteze digesterul.
- Digestia anaerobă a dejecțiilor, îmbogățite cu cantități moderate de biomasă, se realizează în interiorul unui fermentator adecvat, prin activitatea bacteriilor capabile să fărâmițeze moleculele complexe, cu formare de metan, anhidride carbonice, apă și hidrogen sulfurat.

- Activitățile biologice expuse mai sus sunt condiționate de diferiți factori ca: pH-ul, temperatura și timpul de ședere al dejecției în digester. În cazul digestoarelor Up-Flow, alimentate cu amestec de dejecții și biomasa, se calculează timpi de ședere de cel puțin 40 de zile și temperaturi în câmpul mezofil și termofil.

Bilant de masă

Denumirea	Biogaz obținabil, l/kg SU	Conținut mediu de metan, %
Paie de grâu, întregi	367	78,5
Paie de grâu, tocate la 3 cm	363	80,2
Paie de grâu, tocate la 0,2 cm	423	81,3
Lucernă	445	77,7
Ierburi diferite	557	84,0
Frunze de sfeclă furajeră	496	84,0
Frunze de sfeclă de zahăr	501	84,8
Lujeri de roșii, tocați	606	74,7
Tuleie de porumb, tăiate la 2 cm	214	83,1
Frunze de copac	260	58
Paie de orz	380	77
Paie de orez	360	75
Tulpini de in sau de cânepă	369	58
Dejecții de bovine	260 - 280	50 - 60
Dejecții de porc	480	60
Dejecții de cal	200 - 300	66
Dejecții de păsări	520	68
Fecale umane	240	50
Nămol din stații de epurare orășenești	370	50-60
Dojdie de la distilării de spirt	300-60	58

Tabelul 1 Potențialul energetic al unor materii biogenice

Denumirea	Proportia de amestec (%)	Biogaz (l/kg SO)	Creșterea față de calcul (%)
Dejecții de bovine	100	380	-
Dejecții de porcine	100	569	-
Dejecții de păsări	100	617	-
Nămol de la ape reziduale	100	265	-
Buruie, ierburi	100	277	-
Dejecții bovine + porcine	50 -50	510	+ 7,5
Dejecții bovine + păsări	50 -50	528	+ 6
Dejecții bovine + nămol ape reziduale	50 -50	407	+ 26
Dejecții bovine + buruieni	50 -50	363	+ 5
Dejecții porcine + păsări	50 -50	634	+ 7
Dejecții bovine + porcine + păsări	25 – 50 - 25	585	+ 9,6
Dejecții păsări + nămol ape reziduale	50 - 50	495	+ 12,3
Dejecții păsări + buruieni	50 - 50	513	+ 13,5
nămol ape reziduale + buruieni	50 - 50	387	+ 42

Tabelul 2 Potențialul energetic al unor amestecuri de materii biogenice disponibile în cadrul exploatațiilor agricole

Denumirea	Conținut de carbon, %	Conținut de azot, %	Raportul C/N
Iarbă verde	15	0,6	25
Paie de grâu, uscate	46	0,53	87
Paie de orez, uscate	42	0,63	67
Paie de ovăz, uscate	42	0,75	56
Tuleie de porumb	40	0,75	53
Lucernă	48	2,6	18
Frunze	41	1	41
Vrejuri de cartof	40	1,8	22
Lujere de soia	41	1,3	32
Dejecții de oaie, proaspete	16	0,55	29
Dejecții de bovine, proaspete	7,3	0,29	25
Dejecții de cal, proaspete	10	0,42	24
Dejecții de porc, proaspete	7,8	0,65	13
Fecale umane, proaspete	2,5	0,85	29
Dejecții de găină	45	3	15

Tabelul 3 Compoziția unor materii biogenice utilizabile la producerea biogazului

Tipul de material	Conținut de subst. uscata(%)	Substanțe Organice (%subst.uscata)	Randament de biogaz m ³ /t subst. organică
Crescătorii			
Dejecții lichide bovine	6-11	68-85	200-260
Dejecții solide bovine	11-25	65-85	200-300
Dejecții lichide porcine	2.5-9.7	60-85	260-450
Dejecții solide porcine	20-25	75-90	450
Dejecții lichide păsări	10-29	75-77	200-400
Dejecții solide păsări	32.0-32.5	70-80	400
Dejecții solide ovine	25-30	80	240-500
Dejecții solide cabaline	28	75	200-400
Agricultura			
Siloz de porumb	34	86	350-390
Siloz de ierburi	26-82	67-98	300-500
Fan	86-93	83-93	500
Trifoi	20	80	300-500
Paie	85-90	85-89	180-600
Coceni de porumb	86	72	300-700
Agro-industrie			
Rebuturi distilație mere	2.0-3.7	94-95	330
Melasa	80	95	300

Zer	4.3-6.5	80-92	330
Rebuturi vegetale	5-20	76-90	350

Tabelul 4 Estimarea cantităților de biogaz producibile prin fermentare anaerobă, plecând de la diferite materiale reziduale organice

denumire	conținut substanță uscată, %			umiditate medie, %
	min.	max.	mediu	
dejecții de vită	10	18	14.0	86.0
dejecții de porci	12	15	13.5	86.5
dejecții de oi	20	30	25.0	75.0
dejecții de cai	20	25	22.5	77.5
dejecții de păsări	25	30	27.5	72.5
fecale umane	25	28	26.5	73.5
resturi menajere	20	25	22.5	77.5
paie de grâu	85	87	86.0	14.0
paie de orz	84	85	84.5	15.5
paie de ovăz	83	85	84.0	16.0
coceni de porumb	83	90	86.5	13.5
lujeri de cartofi, soi, fasole	15	20	17.5	82.5
frunze verzi	10	15	12.5	87.5
frunze de sfeclă	10	17	13.5	86.5
lucernă verde	20	25	22.5	77.5
buruieni, iarbă verde	15	17	16.0	84.0

Tabelul 5 Umiditatea medie a materiilor prime

Stabilirea rețetei de amestec se întocmește astfel încât raportul carbon:azot (C:N) să fie cuprins în intervalul 15 ÷ 25.

$$15 \leq \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \leq 25 \quad (r1)$$

unde: - m_i – masa de componentă i ;
- r_i – raportul C/N a componentei i – din tabelul 3.

Ținând cont de disponibilitatea materialului organic din gospodăriile țărănești izolate, se consideră că raportul de 10:5:1 între dejecțiile bovine : porcine : avicole este unul realist. Pentru completarea substratului și corectarea raportului C:N (carbon/azot) se vor folosi coceni de porumb, resursă disponibilă în cadrul gospodăriilor țărănești.

Pe baza datelor din tabelul 3 de mai sus se va calcula cantitatea de coceni de porumb necesară ajustării raportului C:N la 25. Rezultatele sunt centralizate în tabelul 6.

Astfel reiese că pentru un raport optim C:N substratul va fi compus din $\approx 54\%$ dejecții bovine, cca. 13% coceni de porumb, $\approx 27\%$ dejecții porcine și cca. 6% dejecții avicole.

Folosind datele referitoare la potențialul energetic al materiilor biogenice și compoziția medie a acestora (tabelele 1, 4 și 5) se calculează masele componente m_i , având impuse următoarele condiții:

- Compoziția amestecului să fie cea calculată în tabelul 6;
- Capacitatea energetică a instalației să fie de 3,5 kW electrici;

Se consideră că energia specifică a metanului din biogaz este de 10 kWh/m³.

Randamentul de obținere a energiei electrice din biogaz: 30%

Cantitatea de biogaz obținabil pentru un substrat i este funcție de natura substratului, de conținutul de substanță uscată și de conținutul de compuși organici degradabili, fiind relativ constantă pentru un substrat dat (vezi tabelele 1 ÷ 5).

Relația de calcul a cantității de biogaz obținabil:

$$V_b = m_i * x_{su} * x_{COD} * V_{bo} \quad (r2) \quad \text{unde:}$$

V_b - volum de biogaz, m³

m_i - masa de substrat i , kg

x_{su} - fracție masică substanță uscată

x_{COD} - fracție masică de compuși organici degradabili

V_{bo} - volum unitar de biogaz obținabil pentru substratul i , m³/kg

Încărcătura energetică a biogazului se regăsește doar în metan, care rezultă în amestec cu bioxidul de carbon și dioxidul de sulf din procesele de fermentare anaerobă. Procentul de metan în biogaz este de asemenea specific fiecărui substrat.

Cantitatea de energie specifică fiecărui substrat se calculează cu relația:

$$Q = V_b * x_{CH4} * q_{CH4} \quad (r3) \quad \text{unde:}$$

Q - cantitatea de energie obținabilă, kWh

V_b - volumul de biogaz obținut, m³

x_{CH4} - fracția volumică de metan din biogaz

q_{CH4} - energia specifică a metanului, kWh/m³

nr crt	natura substratului	cantitate, kg	raport C/N	compoziție substrat, %
1	dejecții bovine	10	25	54.1%
2	dejecții porcine	5	13	27.0%
3	dejecții avicole	1	15	5.4%
4	coceni de porumb	2.5	53	13.5%
TOTAL		18.5	25	100.0%

Tabelul 6 Compoziția optimă a substratului de fermentare

INTRARI		CARACTERISTICI SPECIFICE				IESIRI				
cantitate, kg/zi	NATURA SUBSTRATULUI	substanță uscată (%)	substanță organică uscată (%)	biogaz obținabil (l/kg)	conținut CH4 (%)	biogaz (m ³ /zi)	CH4 (m ³ /zi)	energie (kWh/zi)	energie electrică (kWh/zi)	putere (kW)
100	dejecții porcine	13.5	77.5	400	60	4	3	25	8	0.31
200	dejecții bovine	14	76.5	240	58	5	3	30	9	0.37
20	dejecții aviare	27.5	76	350	68	1	1	10	3	0.12
50	coceni de porumb	86.5	96	670	80	28	22	223	67	2.78
370	TOTAL:				74.45	39	29	287	86	3.59

Tabelul 7 Bilanț de masă stație biogaz

În tabelul 7 este prezentat bilanțul de masă necesar unei stații de biogaz cu o capacitate de 3,5 kW (putere electrică, luând în calcul un randament de transformare de 30% a potențialului biogazului).

Analizând datele prezentate rezultă un necesar zilnic de 370 kg de materie primă (amestec de dejecții animale cu coceni de porumb) cu cca. 24% SU și cca. 79% COD, pentru obținerea unei puteri electrice de 3,5 kW. Concentrația calculată a metanului este de aprox. 74,5% în biogaz.

Dimensionarea rezervorului de preluare

Dejecțiile de bovine și porcine, în cantitate de 300 kg/zi, cu un conținut de substanță uscată de cca. 14% se vor prelua într-un rezervor de preluare. Capacitatea acestuia trebuie să asigure stocarea unei cantități necesare digesterului pentru o zi, deci 300 kg. Densitatea dejecțiilor: $\approx 1100 \text{ kg/m}^3$, ceea ce înseamnă un volum minim necesar de $0,34 \text{ m}^3$, ținând cont că volumul maxim de umplere să nu depășească 80%.

Din considerente practice se va opta pentru un cubitainer (rezervor tip IBC) de 1000 l, îngropat și izolat termic cu vată minerală. Dejecțiile proaspete având o temperatură de cca. 30°C este importantă diminuarea pierderilor de căldură ținând cont că reacția de digestie anaerobă ulterioară se desfășoară în domeniul mezofil de temperatură, respectiv $35 \div 42^\circ\text{C}$.

Pentru preluarea materialelor solide (coceni de porumb, resturi vegetale, dejecții aviare), se va amenaja o boxă betonată și impermeabilizată de aprox. 2 m^2 , împrejmuită din 3 părți de un zid de $\approx 0,5 \text{ m}$ înălțime. Acoperirea nu este necesară dacă apele pluviale de pe platformă ajung în final în rezervorul de preluare.

De pe această platformă se vor introduce zilnic în digester 50 kg tocătură de coceni de porumb și 20 kg de dejecții aviare.

Dimensionarea digesterului anaerob

Timpul necesar fermentării anaerobe a substratului organic este de 40 de zile, în domeniul de temperatură mezofil ($35 \div 42^\circ\text{C}$), prin urmare digesterul trebuie să aibă capacitatea de retenție pentru 40 zile de alimentare.

Volumul util al reactorului se calculează cu ajutorul ecuației 4:

$$\tau_s = \frac{V_r}{Q_v} \quad (4)$$

unde:

τ_s – timp de staționare, zile

V_r - volumul reactorului, m^3

Q_v - debit volumic de alimentare, m^3/zi

$$Q_v = Q_m / \rho, \quad (r5) \quad \text{unde:}$$

Q_m – debit masic de alimentare, kg/zi

ρ - densitatea substratului biogenic, kg/m³

Înlocuind în (r5) și (r4) datele calculate anterior, respectiv:

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_m = 370 \text{ kg/zi}$$

$$\tau_s = 40 \text{ zile,}$$

$$\text{rezultă: } V_{r1} = 13,45 \text{ m}^3$$

Deoarece volumul maxim de umplere al digesterului este de 80% rezultă $V_r = 17 \text{ m}^3$

Pentru o cât mai bună izolație termică a digesterului se va alege ca soluție constructivă varianta cilindric vertical semiîngropat, cu o înălțime $h = 2\text{m}$, din care 1m îngropat. În această variantă diametrul digesterului va fi de $3,3\text{m}$.

În instalațiile de obținere a biogazului din dejecții animale la care nu se folosește agitarea materialului sau se face o agitare slabă, materialul organic supus fermentării tinde să se stratifice. Această stratificare reduce contactul dintre microorganismele active și materialul în curs de descompunere, ceea ce determină încetinirea procesului metanogen. În fermentatoarele moderne omogenizarea conținutului este o operație tehnologică obligatorie. Se asigură astfel un contact intim permanent între materia organică și microorganismele precum și uniformizarea temperaturii din digester. Totodată previne formarea crustei, ajută degajarea mai rapidă a biogazului format și conferă materialului fermentat o consistență convenabilă pentru operațiunea de evacuare.

Dintre variantele de omogenizare se poate opta între agitatorul clasic și recirculare.

Sistemul cu agitator presupune alegerea tipului de agitator și un motoreductor. Pentru eficientizarea omogenizării pe pereții laterali ai reactorului se vor suda șicane (spărgătoare de valuri). Dezavantajul metodei îl reprezintă suplimentarea investiției cu alt tip de utilaj mecanic: agitator și reductor. Avantajul este dat de robustețea constructivă, de calitatea omogenizării și de posibilitatea economisirii energiei prin montarea unui temporizator.

Alternativa omogenizării cu agitator central o reprezintă recircularea masei din digester cu ajutorul unei pompe exterioare. Avantajul metodei e dat de simplitatea metodei constructive, dar prezintă dezavantajul consumului crescut energetic, inclusiv prin pierderea de căldură pe traseele de recirculare.

În figura 1 este prezentată schema de principiu a unui digester vertical anaerob, cu agitator central. Sistemul de termostatare poate fi cu manta exterioară de încălzire sau cu tubulatură interioară reactorului.

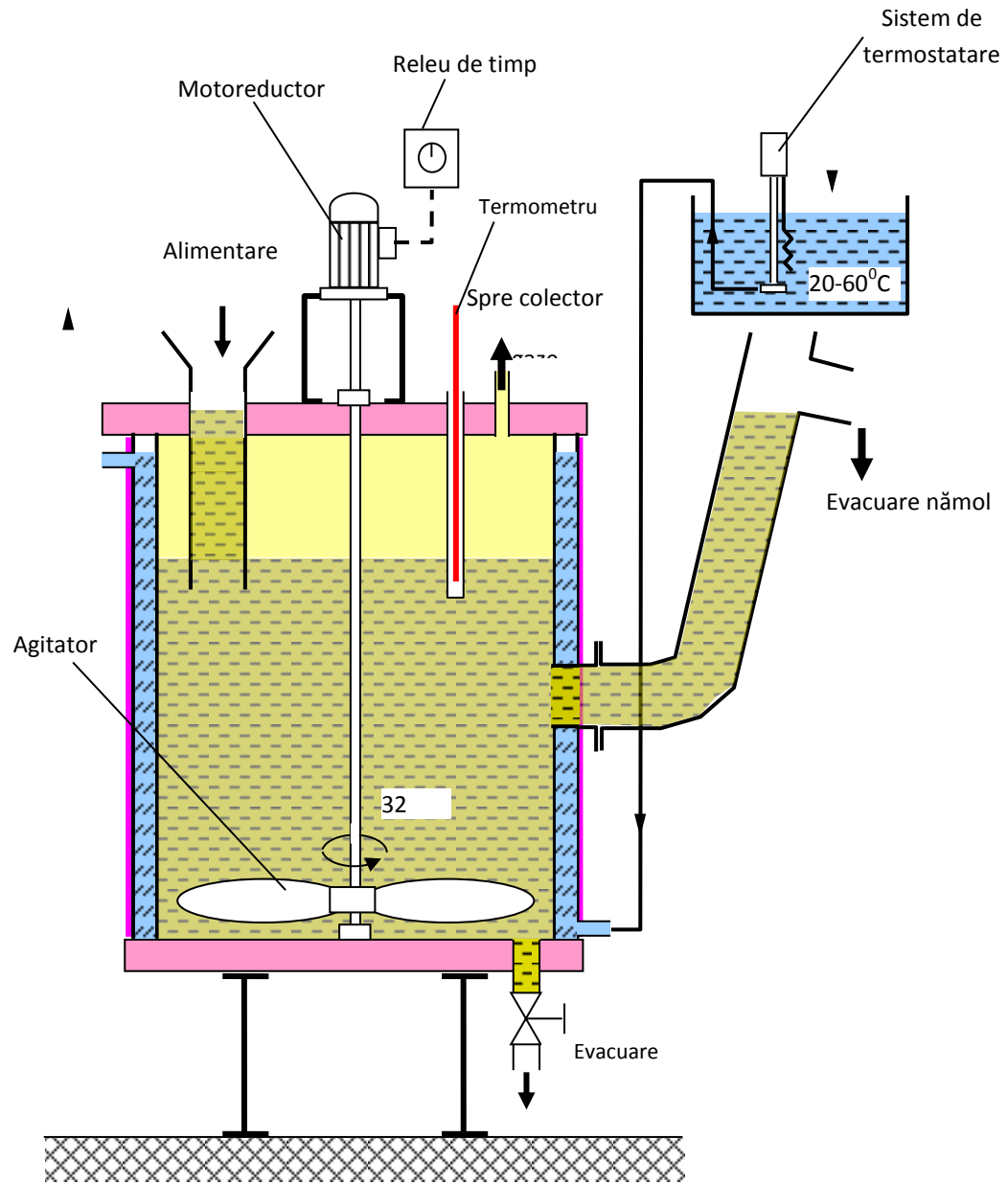


Fig. 1 Digester anaerob

Calcul

- **Puterea consumată de pompă la vehicularea lichidului**

Puterea consumată de pompă la vehicularea lichidului se face cu relația:

$$P = (V * \rho * g * H_m) / (1000 * \eta_t)$$

în care:

V - debitul volumic de lichid pompat, m^3/s ;

ρ - densitatea lichidului, kg/m^3 ;

g - accelerația gravitațională, $9,81 m/s^2$;

H_m - înălțimea manometrică de pompare, m ;

η_t - randamentul total al sistemului de pompare: pompă, transmisie, motor.

$$\eta_t = \eta_p * \eta_{trans} * \eta_m$$

$$H_m = (p_{ref} - p_{asp}) / \rho g + H_g + H_{pierderi}$$

p_{ref} , p_{asp} - presiunile din spațiul de refulare și de aspirație, în acest caz ele fiind egale între ele și cu presiunea atmosferică;

H_g - înălțimea geometrică de pompare, în acest caz este altitudinea conductei de alimentare a vasului V1, 2,5 m, valoare primită din datele de proiectare;

$H_{pierderi}$ - înălțimea constituită din pierderile de presiune a fluidului pe traseele de conducte.

$$H_m = \Delta p_{tot} / \rho g$$

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_{din} + \Delta p_{fr} + \Delta p_{rl} + \Delta p_g$$

Δp_{tot} - pierderea de presiune totală de pe traseul studiat, Pa;

Δp_{din} - pierderea de presiune dinamică, Pa;

Δp_{fr} - pierderea de presiune prin frecare, Pa;

Δp_{rl} - pierderea de presiune prin rezistențe locale, Pa;

Δp_g - pierderea de presiune datorată ridicării fluidului la înălțime.

$$\Delta p_{din} = (\rho * w^2) / 2$$

w - viteza curentului de fluid în conductă, m/s;

$$\Delta p_{fr} = (\lambda * L / d) * (\rho * w^2) / 2$$

L - lungimea traseului de conducte, m;

d - diametrul conductei, m;

$$\Delta p_{rl} = ((\rho * w^2) / 2) * \Sigma \xi$$

ξ - coeficientul de rezistență locală pentru fiecare tip de rezistență de pe traseu.

$\Delta p_g = \rho * g * H$; este pierderea de presiune geometrică, Pa;

Se admite o viteză recomandată a curentului în conductă de 1 m/s, ca viteză normală din instalațiile industriale astfel ca putem exprima:

$$\Delta p_{din} = (\rho * w^2) / 2$$

$$\rho = 1080 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta p_{fr} = (\lambda * L / d) * (\rho * w^2) / 2$$

λ - coeficient de frecare, adimensional, dependent de regimul de curgere și de natura suprafeței conductei.

L = lungimea conductei, m.

d = diametrul interior al conductei,

$$Re = (w * d * \rho) / \eta$$

η = viscozitatea dinamică a lichidului este de $3 * 10^{-3} \text{ Pa} * \text{s}$

- **Puterea instalată**

Puterea instalată se calculează cu relația:

$$P_{inst} = \beta * P$$

unde:

β - un coeficient de siguranță

- **Calculul puterii necesare amestecării compostului în digestor**

Geometria sistemului furnizează datele fundamentale pentru calculul amestecării:

- diametrul agitatorului;
- turația sistemului de agitare;
- diametrul vasului,;
- înălțimea vasului;
- poziția agitatorului față de fundul cilindric al vasului.

Turbulența la amestecare este dată de cifra Reynolds:

$$Re = (n * d_{ag}^2 * \rho) / \eta$$

unde:

ρ = densitatea amestecului

η = viscozitatea compostului;

Din corelația $K_N = f(Re)$, se determină valoarea criteriului puterii, K_N , iar din expresia matematică a acestuia se determină puterea necesară la amestecarea compostului, N , în watt. Trebuie precizat că această putere este doar cea disipată la amestecarea compostului. La aceasta trebuie adăugată cea pierdută la frecarea în lagărele sistemului, presetupă, în transmisie, motor și

reductorul de turație. Practica industrială arată un raport de 2 ÷5 ori a puterii la amestecare și solicitarea efectivă.

- Căldura necesară încălzirii amestecului de la 20 la 40 °C

Pentru calculul căldurii necesare încălzirii amestecului de la 20 la 40 °C se folosește relația:

$$Q_{inc} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

m = masa amestecului (unitatea de compost = 3,38 kg);

c = căldura specifică medie a amestecului, 3950 J/kg °K;

ΔT = diferența de temperatură între care se încălzește amestecul, °K;

Generarea combinată a energiei (CHP)

Generarea combinată a energiei (numită și co-generare) din biogaz este considerată o utilizare foarte eficientă a acestuia. Înainte de conversia în CHP, biogazul este degazat și uscat. Majoritatea motoarelor cu gaz prezintă limite maxime admise pentru hidrogenul sulfurat, hidrocarburile halogenate și siloxanii conținuți în biogaz. Motorul generatorului CHP are un randament de până la 90% și produce aproximativ 35% electricitate și 65% căldură.

Cea mai frecvent întâlnită aplicație a unităților energetice în co-generare CHP este reprezentată de către uzinele de tip cuplat termo-electrice (BTTP), constând din motoare termice (de combustie) cuplate la un generator electric. Generatoarele prezintă, de obicei, o turație constantă (1.500 rpm), pentru a fi compatibile cu frecvența rețelei. Motoarele termice pot fi de tip Otto cu gaz, Diesel cu gaz sau motoare cu injecție Pilot cu gaz. Atât motoarele Diesel cât și cele Otto cu gaz funcționează fără motorină pentru aprindere, conform principiului Otto. Diferența dintre cele două motoare constă numai în raportul de compresie.

Electricitatea produsă din biogaz poate fi utilizată drept energie de procesare pentru echipamentele alimentate cu energie electrică, precum pompele, sistemele de control și mixerele. În multe dintre țările care oferă tarife mari pentru energia electrică regenerabilă introdusă în rețea, toată energia electrică produsă este comercializată, iar cea necesară procesului tehnologic este cumpărată și preluată din aceeași rețea de distribuție.

O chestiune importantă privitoare la randamentul energetic și economic al unei fabrici de biogaz este utilizarea căldurii produse. De obicei, o parte din căldură este utilizată pentru încălzirea digestoarelor (căldură de procesare), aproximativ 2/3 din totalul energiei produse fiind

disponibilă pentru necesități externe. Căldura provenită din biogaz poate fi folosită pentru procesele industriale, în activitățile agricole sau pentru încălzirea spațiilor.

Motoarele Otto cu gaz

Motoarele de tip Otto cu gaz sunt dezvoltate special pentru utilizarea biogazului conform principiului Otto. Motoarele (motoare cu ardere incompletă) funcționează cu un surplus de aer, cu scopul minimizării emisiilor de monoxid de carbon, fapt care determină un consum redus de gaz, însă reduce performanțele motorului. Acest lucru este compensat prin utilizarea unui grup de turbo-supraalimentare, bazat pe presiunea gazelor de eșapament. Motoarele Otto cu gaz necesită un biogaz cu un conținut de minimum 45% metan. Motoarele mai mici, de până la 100 kWel sunt, de obicei, motoare Otto. Pentru performanțe electrice mai mari sunt folosite agregate Diesel adaptate. Acestea sunt echipate cu bujii. Ambele tipuri de motoare sunt numite “motoare Otto cu gaz”, deoarece la baza funcționării acestora stă principiul Otto. Motoarele Otto cu gaz (Figura 5.3.) pot funcționa cu biogaz sau cu un alt tip de gaz, cum este cel natural. Acesta din urmă este util atunci când se pune în funcțiune fabrica de biogaz, căldura generată fiind folosită pentru încălzirea digestoarelor.

Motor cu gaz Pilot cu injecție

Motorul cu injecție Pilot (numit și motorul cu injecție cu gaz natural, PING, sau motorul cu combustibil dublu) se bazează pe principiul motorului Diesel. Aceste motoare sunt utilizate adesea în cazul tractoarelor, precum și în acela al autovehiculelor de sarcină mare. Biogazul este amestecat într-un mixer pentru gaz, împreună cu aerul de combustie. Acest amestec trece printr-un sistem de injecție în camera de combustie, unde este aprins cu ajutorul motorinei. În mod obișnuit, este injectată și arsă o cantitate de până la 10% motorină pentru aprindere. Motoarele cu injecție Pilot lucrează cu un surplus mare de aer.

În cazul întreruperii alimentării cu gaz, motoarele cu injecție Pilot pot, de asemenea, să lucreze și cu motorină pură sau cu combustibil diesel, pentru aprindere. Înlocuirea biogazului cu motorină sau combustibil diesel poate fi necesară în momentul punerii în funcțiune a fabricii de biogaz, pentru realizarea încălzirii inițiale. Motorina pentru aprindere poate fi de tip diesel fosil sau combustibil ușor fosil, însă pot fi folosite, în același mod, și motorină pe bază de metil-ester din semințe de rapiță (biodiesel) sau ulei vegetal. Avantajul motorinelor pentru aprindere regenerabile este acela al inexistenței conținutului de sulf și emisiilor mai scăzute de monoxid de carbon. Mai mult, acestea sunt biodegradabile, lucru important în cazul scurgerilor și împrăștierii. Totuși, în cazul utilizării biocombustibililor, trebuie luate în considerare o uzură mai avansată a filtrelor, înfundarea jicloarelor și viscozitatea mai ridicată a motorinei vegetale. Un alt dezavantaj îl constituie eliberarea oxidului azotos. În toate cazurile, este importantă citirea cu atenție a instrucțiunilor cu privire la calitatea combustibililor, prevăzute de producătorul motorului.

Bibliografie

- Al Seadi, T.: Good practice in quality management of AD residues from biogas production. Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom, 2001.
- Ames, J. Werner, C. Reaching the Environmental Community: Designing an Information Program for the NREL Biofuels Program; May 2002 - August 2003; Work performed by Environmental and Energy Study Institute, Washington,
- Bain, R. LAmos, W. P. ; Downing, M. ; Perlack, R. L. Biopower Technical Assessment: State of the Industry and the Technology. January 2003;
- Feher Gyula – Evacuarea si valorificare reziduurilor menajere, traducere din limba maghiara de ing. Iosif Papp si ing. Pascu Ursu, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1982
- Ivan Simeonov, Dencho Denchev and Bayko Baykov: “Development of new technologies for production of heat and electric power from organic wastes for increasing the economic efficiency of the final products”, Advances in Bulgarian Science, № 1, 15-24, 2006;
- Moller, H.et al.: Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. Biomass & Bioenergy 26, pp 485-495. 2004.