

PN 16 24 04 03 - Tehnologie inovativa pentru obtinerea biogazului prin metanogeneza avansata

Faza de executie 2016

Faza 1 - Studiu prospectiv privind tehnologiile și tipurile de digestoare folosite pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin metanogeneza avansată a deșeurilor agricole

Faza 2 - Documentație de execuție (proiectare) model experimental de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneza avansată uscată și umedă

Faza 3 - Realizarea model experimental (ME)

Faza de executie 2017

Faza 4 - Testarea, definitivarea constructivă model experimental (ME) și demonstrarea utilității și funcționalității tehnologiei inovative

Faza 5 - Definitivare proiect tehnic de execuție (PTE).Diseminare pe scara larga a rezultatelor

Contractul nr.: 8N/09.03.2016

Proiectul: PN 16 24 04 03:TEHNOLOGIE INOVATIVĂ PENTRU OBȚINEREA BIOGAZULUI PRIN METANOGENEZA AVANSATĂ

Faza nr. 1/2016: *Studiu prospectiv privind tehnologiile și tipurile de digestoare folosite pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin metanogeneza avansată a deșeurilor agricole,*

1. Management integrat al deșeurilor

Sistemele de management integrat al deșeurilor combină fluxurile de deșeuri, colectarea deșeurilor, metodele de de tratare și eliminare într-un sistem de management al deșeurilor care are drept obiectiv dezvoltarea durabilă, eforturi economice și sociale acceptabile pentru orice regiune specifică. Aceasta este realizată prin combinarea unor opțiuni de tratare a deșeurilor incluzând reducerea deșeurilor, re folosirea, reciclarea, compostarea, fermentația anaerobă (biogazificarea), tratamentul termic și depozitarea controlată pe sol.

Esențial este nu câte opțiuni de management al deșeurilor sunt folosite, nici dacă ele sunt folosite în același timp ci cum sunt ele combinate într-un mod optim ca parte a unei abordări integrale. Managementul integrat al deșeurilor ia în considerare întregul sistem și caută cea mai bună combinație a metodelor pentru a minimiza costurile și a maximiza protecția mediului și beneficiul social.

Principiile managementului integrat al deșeurilor sunt:

- managementul integrat al deșeurilor face posibil ca deciziile să se bazeze pe cele mai bune practici și costuri transparente. Cu cât este mai mică cantitatea de deșeuri produse cu atât costurile ce revin generatorului de deșeuri sunt mai mici. Aceasta oferă stimulente pentru utilizator să reducă cantitatea de deșeuri pe care le generează;
- managementul integrat al deșeurilor ia în considerare toate opțiunile (colectare, reciclare, compostare, fermentarea anaerobă, tratarea termică cu recuperarea căldurii și depozitarea controlată pe sol) pentru întregul flux al deșeurilor solide municipale;
- împărțirea responsabilităților. Producătorii, distribuitorii, negustorii cu bucata și consumatorii au responsabilitatea de a susține managementul integrat al deșeurilor.

Strategia Națională de Gestionare a Deșeurilor (SNGD) a apărut din necesitatea identificării obiectivelor și politicilor de acțiune, pe care România trebuie să le urmeze în domeniul gestionării deșeurilor în vederea atingerii statutului de societate a reciclării. Problematika privind impactul negativ asupra mediului și sănătății umane, ca urmare a eliminării deșeurilor prin utilizarea unor metode și tehnologii nepotrivite rămâne de actualitate, mai ales în contextul tendinței susținute de creștere a cantităților de deșeuri generate. Devine astfel necesară includerea în prioritățile strategice a unor aspecte la fel de importante precum declinul resurselor naturale și

oportunitatea utilizării deșeurilor ca materie primă pentru susținerea unor activități economice cum ar fi procesele de metanogeneză cu obținerea de biogaz (bioenergie) și îngrășământ sub formă de digestat în cazul deșeurilor organice.

1.2. Deșeuri organice din agricultură

O consecință importantă a creșterii animalelor este reprezentată de producerea unor cantități însemnate de dejectii sau reziduuri organice. În general, aceste reziduuri organice din zootehnie sunt valorificate, în special, ca sursa importantă de materie organică și elemente minerale pentru solurile agricole. De altfel, în literatura de specialitate, ele sunt numite adesea îngrășăminte organice. Creșterea producției animaliere, ca și cea vegetală, a fost dictată de cererea pieței ca o consecință a creșterii demografice, pe de o parte și a exigentelor privind cantitatea și calitatea hranei, pe de altă parte. Fermele industriale de creștere a animalelor sunt cele mai mari producătoare de reziduuri organice zootehnice dar, adesea, acestea sunt și echipate cu un întreg sistem de colectare, tratare, depozitare și/sau reciclare a acestor reziduuri. Fermele medii și mici și, foarte frecvent, gospodăriile individuale realizează producții de reziduuri organice zootehnice pentru care nu au soluții de gestionare, ceea ce face ca aceste materiale să devină, cel puțin, stanjenitoare pentru mediul înconjurător. Din nefericire, nici fermele sau complexele industriale de creștere a animalelor din țara noastră nu posedă utilitățile specifice și un plan de gestionare a acestor reziduuri. În consecință, suprafețe agricole însemnate sunt afectate de prezența acestor reziduuri aruncate în mod întâmplător.

Pentru a pune în evidență producția și importanța economică a reziduurilor organice din zootehnie realizăm, mai întâi, o prezentare a principalelor tipuri de reziduuri organice, care provin din acest sector economic foarte important. Între cele mai importante reziduuri organice din zootehnie se numără: *gunoiul de grajd*, *mustul de gunoi de grajd*, *urina*, *dejecțiile lichide* (numite și *tulbureala*) și *dejecțiile semifluide* (*pasta* sau *namol*).

Mustul de gunoi de grajd este colectat în platformele special amenajate pentru stocarea și fermentarea gunoiului, prin acumulare în bazine de colectare închise. În tabelul 1 este prezentată compoziția chimică a acestui îngrășământ.

Tabelul 1

Compoziția chimică a mustului de gunoi

Compoziția chimică (%)			Cantitatea (litri) produsă la o tonă gunoi fermentat
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0,2 – 0,4	0,03 – 0,06	0,3 – 0,6	- 54

Tulbureala sau dejecțiile fluide, se obțin prin colectarea materialului rezultat din spălarea grajdurilor folosind cantități mici de apă (în proporție de 1/2 - 1/3 dejecții față de apă). Compoziția chimică a dejecțiilor lichide diferă în funcție de specia de la care provin, de tipul și cantitatea asternutului, gradul de diluție, etc. Valorile generale ale acestora sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Compoziția chimică a dejecțiilor fluide

Substanța uscată (%)	Compoziția chimică (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
4 - 15	0,4 – 1,9	0,01 – 0,07	0,5 – 2,2

Dejecții semifluide (*pasta*, *namol*). Dejecțiile semifluide și fluide sunt colectate de la bateriile de creștere a pasărilor, din fosele adaposturilor. Au un conținut de substanță uscată de maximum 15% și sunt bogate în fosfor.

În cadrul unei ferme agricole rezultă pe lângă producția primară și o serie de produse secundare (subproduse), denumite și deșeuri ce pot fi neutralizate prin procesul de digestie anaerobă (metanogeneză) cu obținerea de biogaz.

Deci biogazul (bioenergie) este văzută ca o soluție cheie pentru încurajarea dezvoltării durabile a zonelor rurale, care poate susține producția de bunuri ne-alimentare și cultivarea cu plante energetice și împădurirea terenurilor abandonate.

Din analiza rezultatelor s-a observat că România prezintă un potențial foarte ridicat în ceea ce privește generarea materialelor utilizabile ca materie primă pentru producția de biogaz:

- + prezintă un potențial foarte mare în ceea ce privește producția de biogaz prin utilizarea deșeurilor provenite de la producția primară;
- + potențialul pentru producția de biogaz din deșeuri animaliere este ceva mai scăzut;
- + potențialul pentru producția de biogaz din deșeuri urbane solide este de asemenea foarte ridicat;
- + foarte ridicat este și potențialul pentru biogaz obținut din nămolurile de canalizare;
- + ceva mai scăzut este potențialul pentru biogaz din deșeuri de la procesarea alimentelor.

1.3. Metanogeneza(digestia/fermentarea) anaerobă a deșeurilor organice

Metanogeneza reprezintă un proces biochimic, prin care substraturi organice complexe (biomasă vegetală și deșeuri, gunoi animal, deșeuri organice, ape reziduale, nămoluri provenite din sistemul de canalizare etc.) sunt descompuse, în absența oxigenului, până la stadiul de biogaz și digestat, de către diverse tipuri de bacterii anaerobe. Procesul de metanogeneză este întâlnit în numeroase medii naturale, precum sedimentele oceanice, stomacul rumegătoarelor sau turbării.

Dacă substratul supus digestiei anaerobe este constituit dintr-un amestec de două sau mai multe materii prime (de exemplu, gunoi animal și reziduuri organice din industria alimentară), procesul poartă numele de co-digestie. Numeroase tipuri de biomasă pot funcționa ca substraturi (materii prime) pentru producerea de biogaz prin procesul de digestie anaerobă. Cele mai întâlnite categorii de materii prime sunt următoarele:

- + gunoiul de grajd;
- + reziduuri și produse agricole secundare;
- + deșeuri organice digerabile din industria alimentară și agro-industrii (de origine vegetală și animală);
- + organică a deșeurilor menajere și din catering (de origine vegetală și animală);
- + nămoluri de canalizare;
- + culturi energetice (de exemplu, porumb, trestie chinezească – Miscanthus, sorg, trifoi).

Metanogeneza este un proces microbiologic de descompunere a substanțelor organice, în lipsa oxigenului. Principalele produse rezultate în urma acestui proces sunt biogazul și digestatul. Biogazul este un gaz combustibil, constând, în principal, din metan și dioxid de carbon, utilizat, de regulă, pentru producerea curentului electric și a căldurii. Supus unui proces de îmbunătățire, biogazul poate fi introdus și în rețeaua de gaze naturale sau folosit drept combustibil pentru autovehicule, în pile electrice sau pentru producerea altor forme de energie. După producerea biogazului, substratul descompus (digestatul) este reciclat prin introducerea în sol, fiind folosit ca îngrășământ pentru plante. În timpul procesului de metanogeneză este generată o cantitate foarte mică de căldură, comparativ cu cazul descompunerii aerobe (în prezența oxigenului), așa cum este compostarea. Energia conținută în legăturile chimice ale substratului rămâne, în principal, înmagazinată în biogazul produs, sub formă de metan. Procesul de metanogeneză implică 4 etape distincte și anume:

Etapa 1 – enzimele secretate de grupe ale unor microorganisme aerobe sau facultativ anaerobe, numite și exofermenți, atacă macromoleculele ca celuloza, amidonul, pectina, hemicelulazele, grăsimile, proteinele și acizii nucleici și le transformă în compuși cu molecule mai mici cum sunt diferitele tipuri de zaharuri ca celobioza, zaharoza, maltoza, xilobioza, apoi în acizi ca acid galacturonic, acizi grași, aminoacizi respectiv în baze ca acidul fosfoglicerol, purine, pirimidine.

Etapa 2 – produsele treptei precedente sunt supuse fermentației în urma căreia se vor obține compuși cu molecule și mai simple. În acești compuși se numără acizii carboxilici: formic, acetic, propionic, butiric, valerianic, lactic, malic. Din fermentația acestei etape rezultă și gaze și anume hidrogen, dioxid de carbon, amoniac, hidrogen sulfurat precum și diferiți alcooli ca metanic, etilic, propilic, butandiol.

Etapa 3 – strict anaerobă, se formează compuși metanogeni din moleculele mai mari ale etapei 2. Rezultă acid acetic, hidrogen, bicarbonați, acid formic, metanol.

Etapa 4 – se formează metan și dioxid de carbon, în care se vor găsi în proporție mai mică gazele rezultate în etapa 2: hidrogen sulfurat și amoniac. Totuși mecanismul integral al procesului de metanogeneză fiind unul complex, unele aspecte nu sunt elucidate nici până în prezent.

Eficiența procesului de metanogeneză depinde de câțiva parametri critici. De aceea, este crucială asigurarea celor mai potrivite condiții de dezvoltare pentru microorganismele anaerobe. Creșterea și activitatea acestora sunt influențate semnificativ de *lipsa totală a oxigenului, temperatură, valoarea pH-ului, conținutul de nutrienți, intensitatea amestecării, precum și de prezența și cantitatea inhibitorilor*. Bacteriile metanogene sunt strict anaerobe, de aceea prezența oxigenului, în cursul procesului de digestie, trebuie evitată cu desăvârșire.

Factorii tehnologici care influențează fermentarea anaerobă sunt: *Compoziția materiei organice* – O importanță deosebită o are în aprecierea compoziției o are valoarea raportului C/N. Raportul optim este de 15-30. Creșterea acestui raport se face prin adăugarea de surse de carbon (paie sau reziduuri alimentare bogate în hidrați de carbon). *Omogenizarea*: contribuie la creșterea vitezei de producere a biogazului datorită realizării contactului intim dintre microorganismele active și materialul în curs de descompunere; uniformizării temperaturii; previne formarea crustei; ajută la degajarea mai rapidă a biogazului format; conferă materialului fermentat o consistență convenabilă pentru operațiunea de evacuare. *Încălzirea*: este necesară pentru asigurarea unei temperaturi optime și constante în instalația de fermentare.

Materia organică, raportată la substanța uscată reprezintă: între 92 și 98% în produsele secundare din agricultură; 80-85% în dejecții proaspete de animale; 73% în dejecțiile proaspete de păsări; aproximativ 90% în gunoiul de grajd.

Celuloza este principala componentă a materiei organice din care rezultă metan prin bioconversie. Conținutul de celuloză, raportat la substanța uscată este de: 35-50% în produsele secundare din agricultură; 12-20% în dejecțiile proaspete de rumegătoare; 6-10% în dejecțiile de păsări și porcine.

1.4. Digestoare noțiuni teoretice

Elementul esențial al unei fabrici de biogaz este digesterul, un tanc de reacție etanș la pătrunderea aerului, în interiorul căruia materia primă este supusă procesului de digestie anaerobă, având loc, astfel, producerea biogazului. Caracteristicile comune tuturor digesterelor, în afara etanșeității împotriva pătrunderii aerului, sunt: existența unui sistem de alimentare cu materii prime, precum și a sistemelor de evacuare a biogazului și digesterului. În condițiile climatice ale continentului european, digesterelor anaerobe trebuie izolate și încălzite. La nivel mondial, există o întreagă varietate constructivă de digesterelor pentru biogaz. Astfel, sunt folosite digesterelor din beton, oțel, cărămidă sau material plastic, în formă de siloz, de jgheaburi sau bazine, amplasate în subteran sau la suprafață. Dimensiunile unei fabrici de biogaz sunt determinate de dimensiunile digesterelor, care variază de la câțiva metri cubi, în cazul instalațiilor mici, gospodărești, până la marile fabrici comerciale, care posedă câteva digesterelor, fiecare cu volume de mii de metri cubi.

Alegerea tipului constructiv al digesterului este determinată, în primul rând, de conținutul de apă, respectiv, de substanță uscată al substratului digestat. Așa cum a fost menționat mai înainte, tehnologia de digestie anaerobă operează cu două sisteme de bază: digestia umedă, în cazul în care conținutul mediu de substanță uscată (DM) al substratului este mai scăzut de 15% și digestia uscată, atunci când conținutul în substanță uscată al substratului este superior acestei valori, de obicei între 20-40%. Definițiile și limitele amintite aici prezintă unele variații regionale, iar, în unele cazuri, acestea sunt stabilite prin legislație și scheme suport, așa cum se întâmplă, de exemplu, în Germania.

Digestia umedă este folosită, de obicei, în cazul substraturilor de tipul gunoiului de grajd fluid și nămolurilor de canalizare, în timp ce digestia uscată este utilizată pentru producerea de biogaz din gunoiul de grajd solid cu un conținut ridicat de paie, din reziduuri menajere și bioreziduuri orășenești solide, precum și din vegetația tăiată în scopuri de întreținere sau din materiale provenite din culturi energetice (proaspete sau însilozate).

Digestoare cu funcționare discontinuă. Specificul de operare al digesterelor cu funcționare discontinuă constă în alimentarea acestora numai cu o porțiune din materia primă (tranșă), care este apoi supusă digestiei, după care este evacuată complet. Ulterior, o nouă porțiune este introdusă în digester, iar procesul se repetă. Digestoarele cu funcționare discontinuă sunt mai simplu de construit și sunt folosite, în mod obișnuit, pentru digestia uscată. Un exemplu de digester cu funcționare discontinuă îl reprezintă așa-numitele digester “de tip garaj” (Fig 1) construite din beton, pentru tratarea bioreziduurilor separate la sursă, provenite din gospodării, cosiri, gunoi de grajd și culturi energetice.



Fig. 1. Digester cu funcționare discontinuă de tip garaj, încărcat cu ajutorul buldozerului [3]

Spre deosebire de digestia umedă, digestia uscată nu necesită amestecarea substratului supus digestiei anaerobe pe parcursul digestiei. Temperatura de procesare și cea a lichidului de percolație sunt controlate cu ajutorul unui sistem de încălzire prin podea, construit în interiorul digesterului, și prin intermediul unui schimbător de căldură, care funcționează ca rezervor pentru lichidul de percolație. Digestia discontinuă prezintă un număr de avantaje comparativ cu alte sisteme, în termenii unor costuri reduse de procesare și ai tehnologiei mecanice pe care aceasta se bazează. Aceasta, în schimb, prezintă și efecte adverse în ceea ce privește consumul energetic și costurile de întreținere.

Digestoare cu funcționare continuă. Într-un digester cu funcționare continuă, substraturile materiei prime sunt introduse în acesta în mod constant. Materialul circulă prin digester fie condus mecanic, fie datorită presiunii de material proaspăt adăugat, acesta împingând materialul digestat către ieșirea digesterului. Spre deosebire de digesterelor cu funcționare discontinuă, cele cu funcționare continuă produc biogaz fără întreruperea procesului pentru încărcarea unei noi tranșe de materie primă și pentru evacuarea efluentului digestat. Digestoarele cu funcționare continuă produc cantități constante și predictibile de biogaz și digestat. Există trei sisteme principale de digester cu funcționare continuă: vertical, orizontal și sisteme de tancuri multiple. În funcție de soluția aleasă pentru amestecarea substraturilor digestiei anaerobe, digesterelor cu funcționare continuă pot fi clasificate în digester cu amestecare completă și digester cu flux lent. Astfel, digesterelor cu amestecare completă sunt, în principal, verticale, în timp ce digesterelor cu flux lent sunt orizontale.

Digestoare verticale. În practică, cea mai mare parte a digesterelor sunt de tip vertical. Digestoarele verticale sunt, în general, construite la fața locului, sub forma unor tancuri circulare din oțel sau beton armat, cel mai adesea având o bază conică, pentru o mai ușoară amestecare și evacuare a nisipului sedimentat.



Fig. 2. Digestoare verticale, acoperite cu membrane impermeabile pentru gaze (Schafer W, Lehto M, Tey F, 2009) - stânga și (RUTZ, 2006) – dreapta

Digestoare orizontale (fig. 5.3.) sunt de formă cilindrică și prezintă o axă orizontală. Acest tip de digestoare sunt, în mod obișnuit, construite și transportate către fabrica de biogaz în monobloc, astfel încât acestea prezintă limitări dimensionale și de volum.



Fig. 3. Digestoare orizontale cu flux lent “EUCO®”, ale Schmack Biogas, cu un volum de 400 m³(RUTZ, 2008)

1.5. Sisteme agricole de digestoare folosite pentru procesul de digestie anaerobă umedă cu obținerea de biogaz

După dimensiuni, modul de funcționare și amplasare, fabricile agricole de biogaz se împart în trei mari categorii:

- ✚ Fabrici de biogaz de nivel familial (la scară mică).
- ✚ Fabrici de biogaz de nivel fermier (de la scară medie la scară mare).
- ✚ Fabrici centralizate/de co-digestie (de la scară medie la scară mare).

Fabrici de biogaz de nivel familial. Tipul chinezesc (Fig. 4.a) este reprezentat de un reactor subteran, de obicei cu un volum de 6 până la 8 m³. Acesta este alimentat cu nămoluri de canalizare, gunoi animal și deșeuri menajere organice.

Tipul indian (Fig. 4.b) este similar celui chinezesc, adică un reactor subteran pentru deșeurile menajere și de fermă la scară mică. Diferența este că efluentul este colectat la partea de jos a reactorului, iar clopotul plutitor cu gaz funcționează și ca rezervor pentru biogaz.

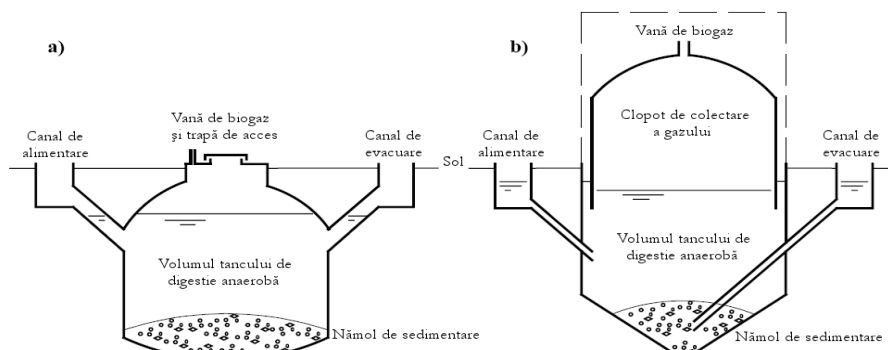


Fig. 4. Tipuri de reactoare rurale pentru biogaz:
a) Tipul chinezesc; b) Tipul indian (Agapitidis I. and Zafiris C)

Fabrici de biogaz de nivel fermier. Digestoarele pot fi de tip orizontal sau vertical, de obicei prevăzute cu sisteme de amestecare, în vederea omogenizării substratului și minimizării riscului de formare a straturilor de flotație și sedimentelor. Schema de bază a unei fabrici tipice de biogaz de nivel fermier, dotată cu un digester orizontal, din oțel inoxidabil, este prezentată în fig. 5.

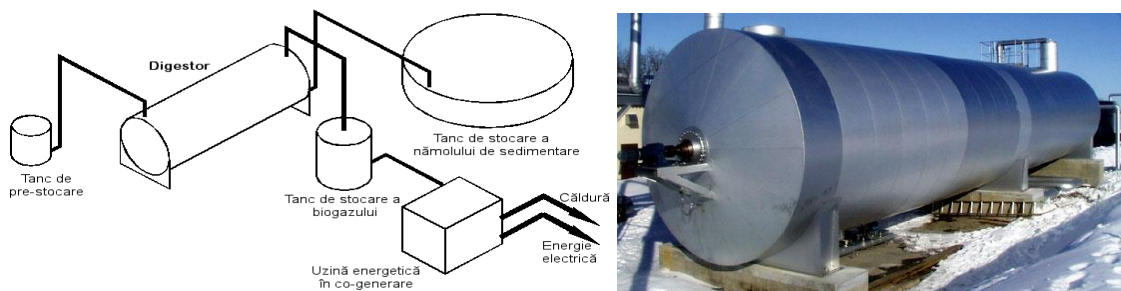


Fig. 5. Reprezentare schematică a unei fabrici de biogaz de nivel fermier, dotată cu un digester orizontal din oțel, [9] și digester orizontal, construit în Danemarca (Nordisk Folkecenter, 2001)

1.6. Sisteme de digestoare folosite pentru neutralizarea deșeurilor agricole și menajere organice prin procesul de digestie anaerobă uscat cu obținerea de biogaz

Fermentatoare în substrat solid. Pentru că producția de biogaz fluctuează în timpul fermentației, fiind 0 la început, apoi crește atingând producția maximă, după care începe să scadă pe măsură ce substanța organică este consumată, se impune construirea mai multor fermentatoare pentru fermentație lichidă. Majoritatea sistemelor de fermentație în substrat solid folosesc fermentatoare de tip *garaj* (fig. 6). Practic sunt încăperi din beton armat, închise ermetic, în care se introduce substratul solid. La partea superioară sunt dispuse un sistem de conducte perforate prin care substratul solid se stropește cu lichid. Lichidul este percolat prin toată masa solidă și se acumulează la partea inferioară într-un rezervor, de unde este pompat din nou în conductele perforate pentru a fi împrăștiat prin toată masa solidă. Această spălare a substratului solid se face de obicei de două ori pe zi, timp de 15 minute. Substratul folosit trebuie să fie de o structură care să permită circulația lichidului prin toată masa solidă.

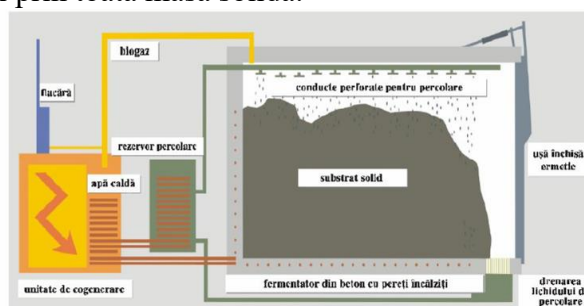


Fig. 6. Fermentație în substrat solid cu percolare, [26]

Digester pentru Fermentație Uscată - BIOFerm Tehnologia de fermentație uscată BIOFerm™ pentru producerea de biogaz (bioenergie), realizată de firma BIOFerm diferă de sistemele tradiționale de fermentație umedă „digestoare umede” care utilizează un container care se încarcă cu materie primă lichidă, în special deșeurii menajere organice cu un conținut de minim de solide în masa de material de 25%, amestecă și agită materialele prin intermediul unor părți mobile.



Fig. 7. Tehnologia de fermentație uscată BIOFerm, [23]

Tehnologia BIOFerm™ pentru fermentația uscată (cu conținut ridicat de solide) utilizează o abordare de tip șarjă, în care materialul rămâne staționar în timpul digestiei anaerobe, nefiind necesare părți mobile interne. Aceste atribute permit digestoarelor pentru fermentația uscată să recupereze energie din aproape orice tip de deșeurii organice. Tehnologia BIOFerm (fig. 8) utilizează tipul de digestoare de tip discontinuu, în care deșeurile organice sunt încărcate și rămân în digester până la epuizarea materialului, fără să existe sisteme de amestecare interioare.



Fig. 8. Camere dreptunghiulare (digestorul) pentru fermentația uscată – BIOFerm,[23]

Firma BEKON realizeaza sisteme de digestie anaerobă uscată utilizand o tehnologie proprie prezentată în fig. 9.

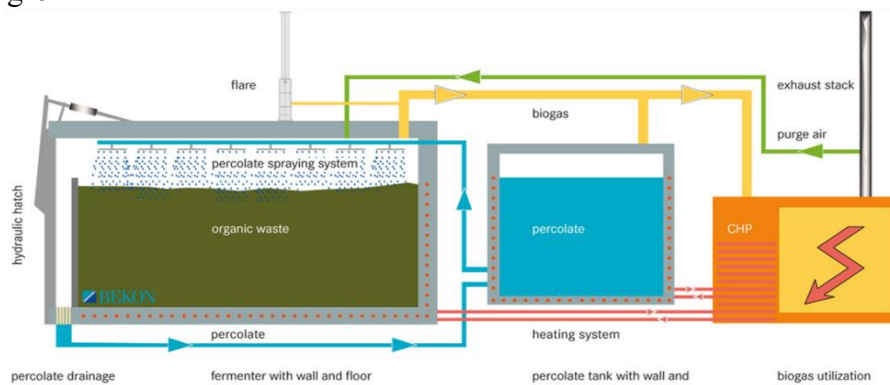


Fig. 9. Schema tehnologica digestie anaerobă uscată realizată de firma BEKON,[26]

Faza nr. 2/2016: *Documentație de execuție (proiectare) model experimental de instalație modulată pentru obtinerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă*

2.1 Realizarea documentatie de execuție (proiectare) a modelului experimental

Proiectarea modelului experimental de instalație modulată pentru obtinerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă a fost realizată cu ajutorul programului software SolidWorks. Instalația modulată pentru obținere de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA este formată dintr-un container modulată în care sunt introduse 2 digestoare, unul pentru digestie uscată și unul pentru digestie umedă, sistem de monitorizare și control activ al procesului de metanogeneză, sistem de încălzire a celor 2 digestoare prin intermediul unui boiler electric de minim 80 l și panouri fotovoltaice, sistem de corectie ph, sistem de acumulare a biogazului.

Astfel în fig. 10 este prezentat containerul modulată al instalației experimentale – MGA alcatuit din următoarele componente: 1 – cadru container, 2 – instalație electrică, 3- ușă acces (1300x2050 mm), 4 – ușă laterală (2290x2000 mm), 5- fereastră (1000x1000 mm), 6 – panou față, 7 – ramă superioară ușă acces, 8 – ramă superioară ușă laterală, 9 – ramă fereastră, 10 – mască față, 11 – panou lateral dreapta, 12 – șorț superior stanga, 13 – șorț superior dreapta, 14 – șorț superior spate, 15 – ramă ușă acces, 16 – ramă ușă laterală, 17 mască spate, 18 - șorț lateral, 19 – acoperiș, 20 – tablă protecție, 21 – tablă podea, 22 – polistiren 500-1150, 23 – polistiren 605-1150.

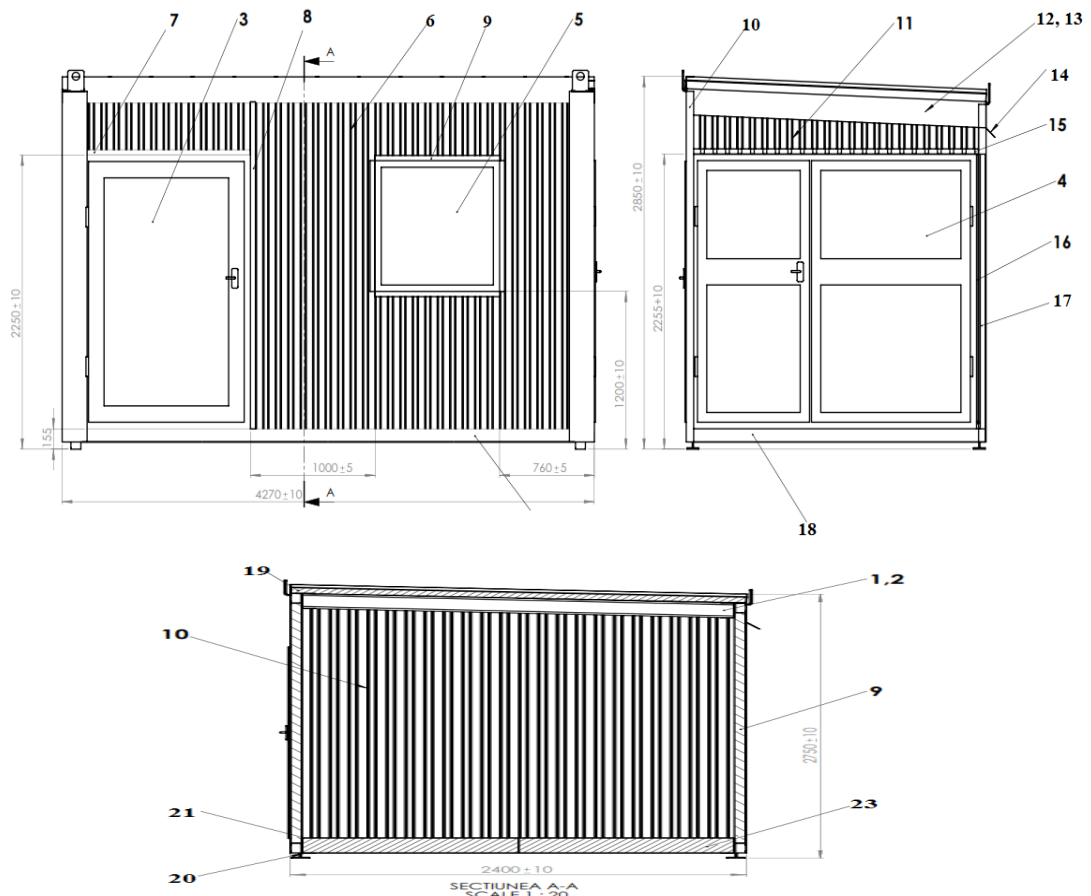


Fig. 10. Container modular

În figura 11 avem reprezentat digesterul pentru procesul de digestie anaerobă uscată. În dotarea acestuia se poate observa sistemul de percolare realizat cu ajutorul unei pompe de recirculare și sistem de pulverizare cu duze. În partea inferioară digesterul este prevăzut pe interior cu o sită perforată prin care se va separa partea lichidă ce urmează a fi percolată de partea solidă uscată.

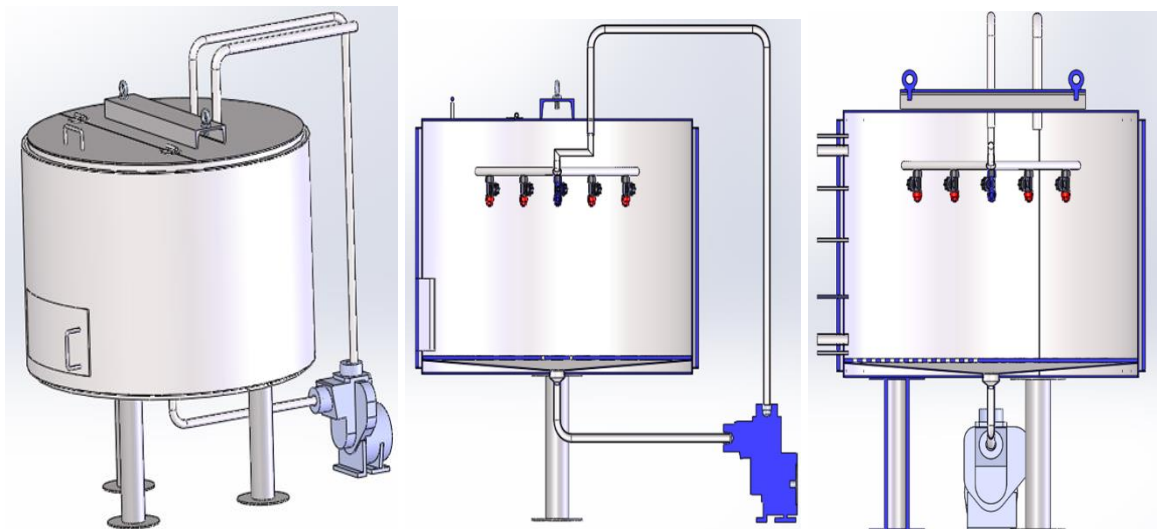


Fig. 11. Digesterul pentru procesul de digestie anaerobă uscată

În figura 12 avem reprezentat digesterul pentru procesul de fermentație anaerobă umedă. În dotarea acestuia se poate observa sistemul de agitare realizat dintr-un agitator cu palete antrenat de un motoreductor de 1,5 kW. Alimentarea cu material se va realiza pe la partea superioară a digesterului iar golirea se va face pe la partea inferioară.

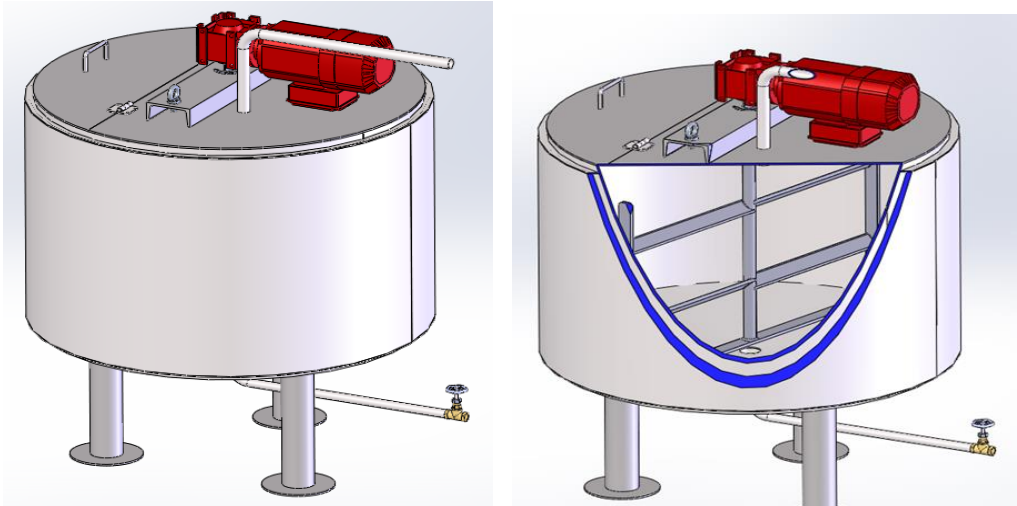


Fig. 12. Digestorul pentru procesul de digestie anaerobă umedă

Cele două digestoare folosite pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin procesul de fermentație anaerobă uscată respectiv umedă sunt proiectate a fi dotate cu o manta dublă prin care va circula lichidul de încălzire provenit de la boilerul electric al instalației (Fig. 13) și sunt fiecare prevăzute cu ștuțuri pentru montarea a 3 senzori de temperatură și 2 senzori de pH, senzor de nivel, traductor de debit biogaz și traductor de presiune biogaz. Monitorizarea și controlul activ al digestoarelor se vor realiza prin intermediul unui PLC conectat la un terminal de operare cu touchscreen (Fig.14).

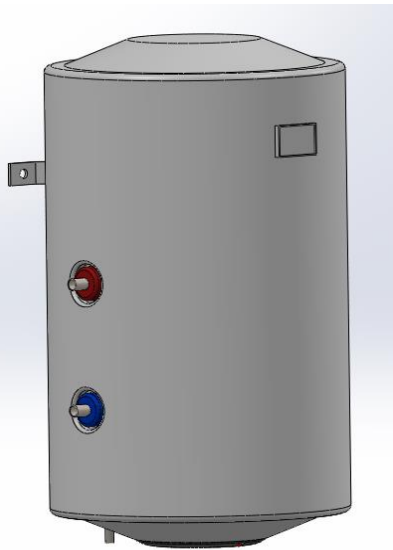


Fig. 13. Boiler electric al instalației MGA

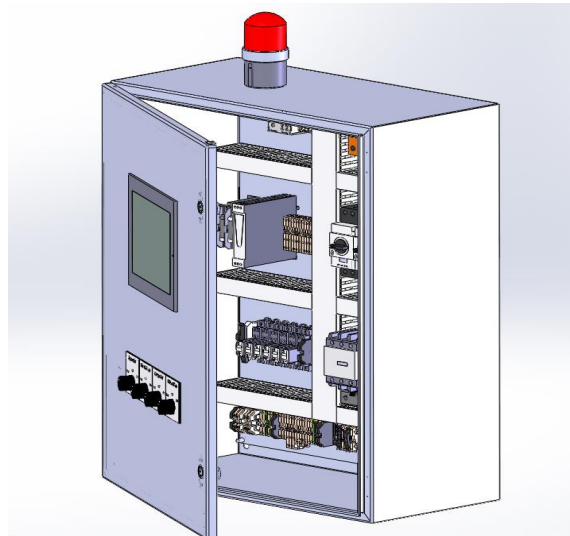


Fig. 14. Sistemul de monitorizare și control

Modelul experimental de instalație modulară pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA este prezentată în fig. 15.

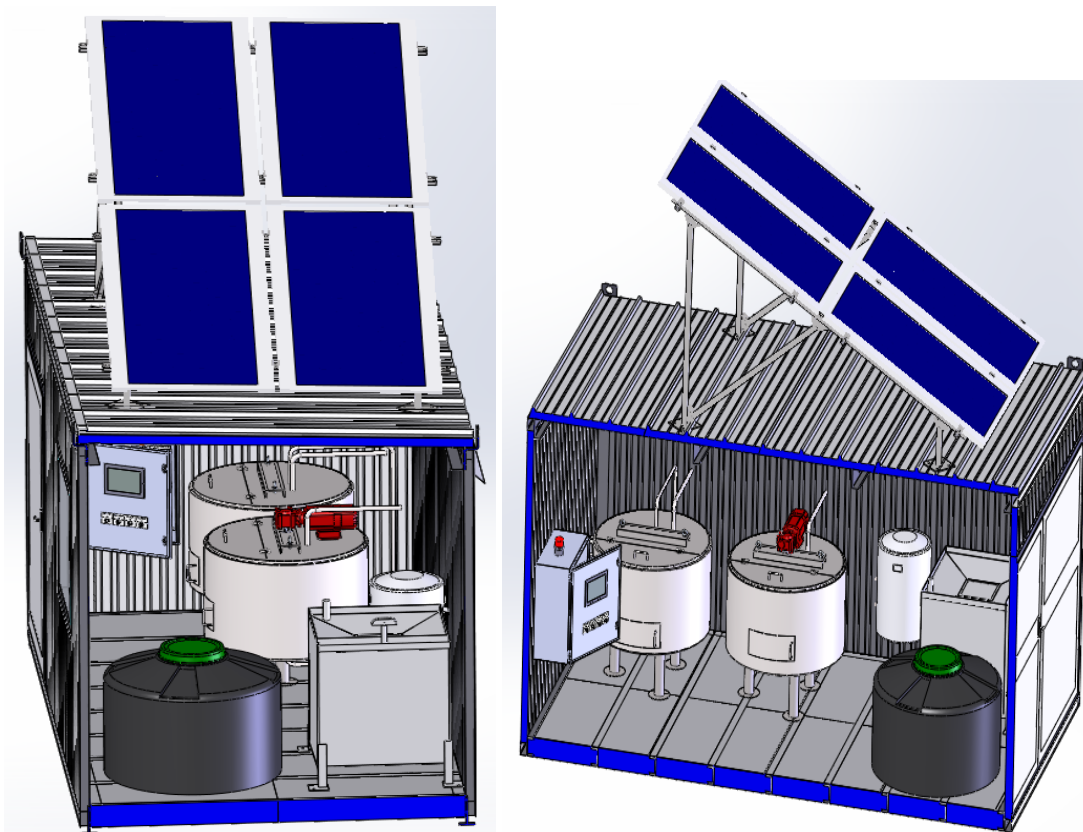


Fig. 15. Modelul experimental de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA

2.2. Stabilirea schemei de proces privind funcționarea instalației experimentale modulate pentru obținere bioenergie prin metanogeneză avansată a deseurilor agricole (MGA) și a schemelor electrice aferente instalației

Cele două digestoare montate în interiorul containerul modulat folosite pentru obținerea de biogaz (bioenergie) prin procesul de digestie anaerobă umedă (Reactor 1-fig. 12) și respectiv procesul de digestie anaerobă uscată (Reactor 2 –fig. 11) vor fi monitorizate și controlate activ cu ajutorul unui controller programabil logic (PLC), programat prin intermediul unei interfațe grafice cu operatorul reprezentat printr-un terminal de operare – TO. Astfel pentru asigurarea regimului de fermentație mezofil PLC va permite încălzirea celor două digestoare până la temperatura optimă aleasă de utilizator. În urma procesării datelor de intrare primite de la cei 6 senzori de temperatură se va realiza secvențial comanda pompei de recirculare cu agent de încălzire. În timpul procesului de digestie anaerobă uscată și umedă în funcție de evoluția pH-ului în cele două digestoare, PLC-ul va regla automat valoarea setată pentru pH, pornind pompa de circulare soluție corectoare de pH prin deschiderea și închiderea electrovalvei 5 (EV 5). Când va fi nevoie de adăugarea soluției corectare pH în reactorul 1 (proces de digestie umedă) va fi deschisă și electrovalva 7 (EV 7), iar când în reactorul 2 (proces de digestie uscată) este nevoie de corecție valoare pH va fi deschisă electrovalva 6 (EV 6). Pentru omogenizarea amestecului din reactorul 1, PLC-ul va comanda automat și secvențial la un interval prestabilit sau setat de operator sistemul de agitare/omogenizare reprezentat de un ansamblu alcătuit dintr-un motoreductor și agitator cu palete. În cazul reactorului 2 (proces de digestie anaerobă uscată) lichidul acumulat și depus la partea inferioară a vasului va fi percolat prin intermediul pompei P3 și introdus din nou prin intermediul unor duze în digester, proces de percolare realizat și comandat tot de PLC-ul instalație modulate de metanogeneză avansată (MGA). În momentul în care presiunea biogazului rezultat prin procesele de digestie anaerobă uscată și umedă va fi mai mare de 0,75-1 bar, valoare indicată de senzorul de presiune (PT) pe terminalul de operare (TO), PLC-ul va comanda acționarea unei pompe de vid (P5) și deschiderea electrovalvei 8 (EV 8), permițând acumularea biogazului în rezervor (fig. 16).

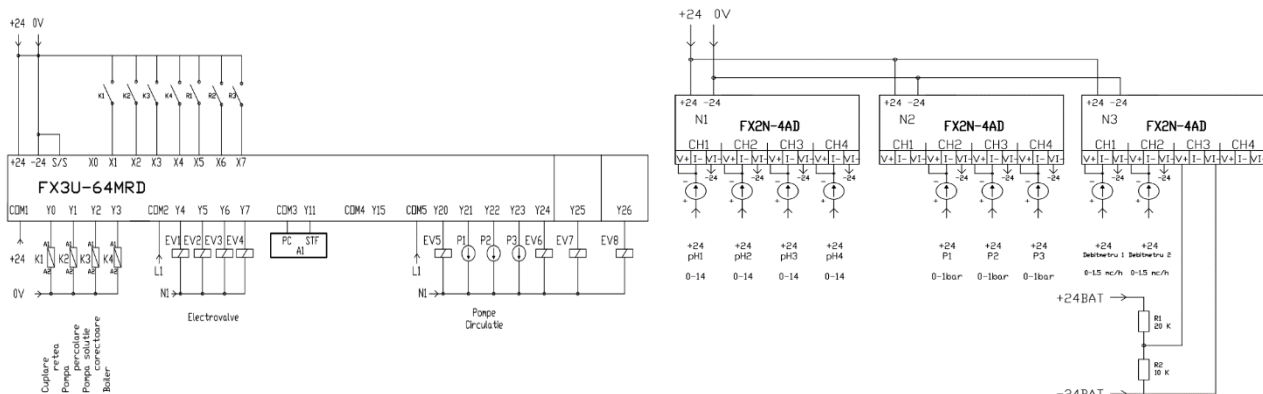


Fig. 18. Reprezentarea schemei electrice a conexiunilor de la PLC

2.3. Identificarea principalelor echipamentelor care vor fi achizitionate din comert

Controller programabil logic (PLC) din familia FX3*-* , dotat cu 36 intrări și 20 de ieșiri, tensiune de alimentare 12-24 V.



Fig. 19. Controller programabil logic

Terminal de operare seria GT 10** , cu memorie integrată de 4000 de regiștrii de tip word care poate fi utilizat pentru stocarea informațiilor sau realizării schimbului de date cu PLC-ul, capacitate memorie Flash ROM încorporată 512 kb, interfață de programare RS 232/RS 422.



Fig. 20. Terminal de operare

Senzor de temperatură (termorezistență PT 100) cu oțel inox Ø 6 mm, prelungită cu cablu de PFA/silicon protejat cu flexible inox Ø 7 mm.



Fig. 21. Senzor de temperatură

Senzori de pH, cu domeniu de măsură 0-14, acuratețe de măsură dupa calibrare 0,1, rezoluție 0,01.



Fig. 22. Senzor de pH

Pompă de vid cu alimentare 220 V, debit la 220V/50Hz, adancime vid: 150 microni coloana Hg = 20 Pa, putere: 1/5 CP.



Fig. 23. Pompă de vid

Faza nr. 3/2016: REALIZAREA MODEL EXPERIMENTAL (ME)

3.1. Obiectivul fazei

Obiectivul fazei nr. 3, a constat în *realizarea modelului experimental (ME) de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă*, în care au fost realizate cele 2 digestoare componente ale instalației modulate pentru obținerea de biogaz, unul pentru procesul de digestie anaerobă uscată respectiv unul pentru procesul de digestie anaerobă umedă, containerul modulat în care vor fi introduse cele două digestoare, sistemul de captare biogaz, sistemul de încălzire al instalației, sistemul de panouri fotovoltaice cu inverter de tensiune și sistemul de automatizare și control integrat al modelului experimental *de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă*.

3.2. Realizarea model experimental (ME)

Pentru realizarea modelului experimental (ME) de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă au fost realizate următoarele părți componente :

3.2.1. Containerul modulat al instalației experimentale pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA a fost efectuată alcătuit din următoarele componente: 1 – cadru container, 2 – instalație electrică, 3- ușă acces (1300x2050 mm), 4 – ușă laterală (2290x2000 mm), 5- fereastră (1000x1000 mm), 6 – panou față, 7 – ramă superioară ușă acces, 8 – ramă superioară ușă laterală, 9 – ramă fereastră, 10 – mască față, 11 – panou lateral dreapta, 12 – șorț superior stanga, 13 – șorț superior dreapta, 14 – șorț superior spate, 15 – ramă ușă acces, 16 – ramă ușă laterală, 17 mască spate, 18 - șorț lateral, 19 – acoperiș, 20 – tablă protecție, 21 – tablă podea, 22 – polistiren 500-1150, 23 – polistiren 605-1150. Aceasta a fost achiziționat pe baza de cerere de ofertă pe SEAP – Societatea pentru Excelență în Administrație Publică, cod CPV 44618100-6. Ofertele (fara TVA) primite pentru produs au fost de:

- ✓ 3600 de Euro (SC DEMCAR 2000 SRL),
- ✓ 2350 de Euro (SC EDIL OBC CONTAINER SRL),
- ✓ 2250 de Euro (Palmex CM SRL)
- ✓ 16500 lei (Hebo Rom International SRL).

În urma analizei ofertelor primite containerul a fost achiziționat de la firma PALMEX CM SRL, Galați, Romania. Astfel pe baza proiectului containerului realizat de către INMA Bucuresti, a fost realizat și efectiv containerul modulat de către Palmex.

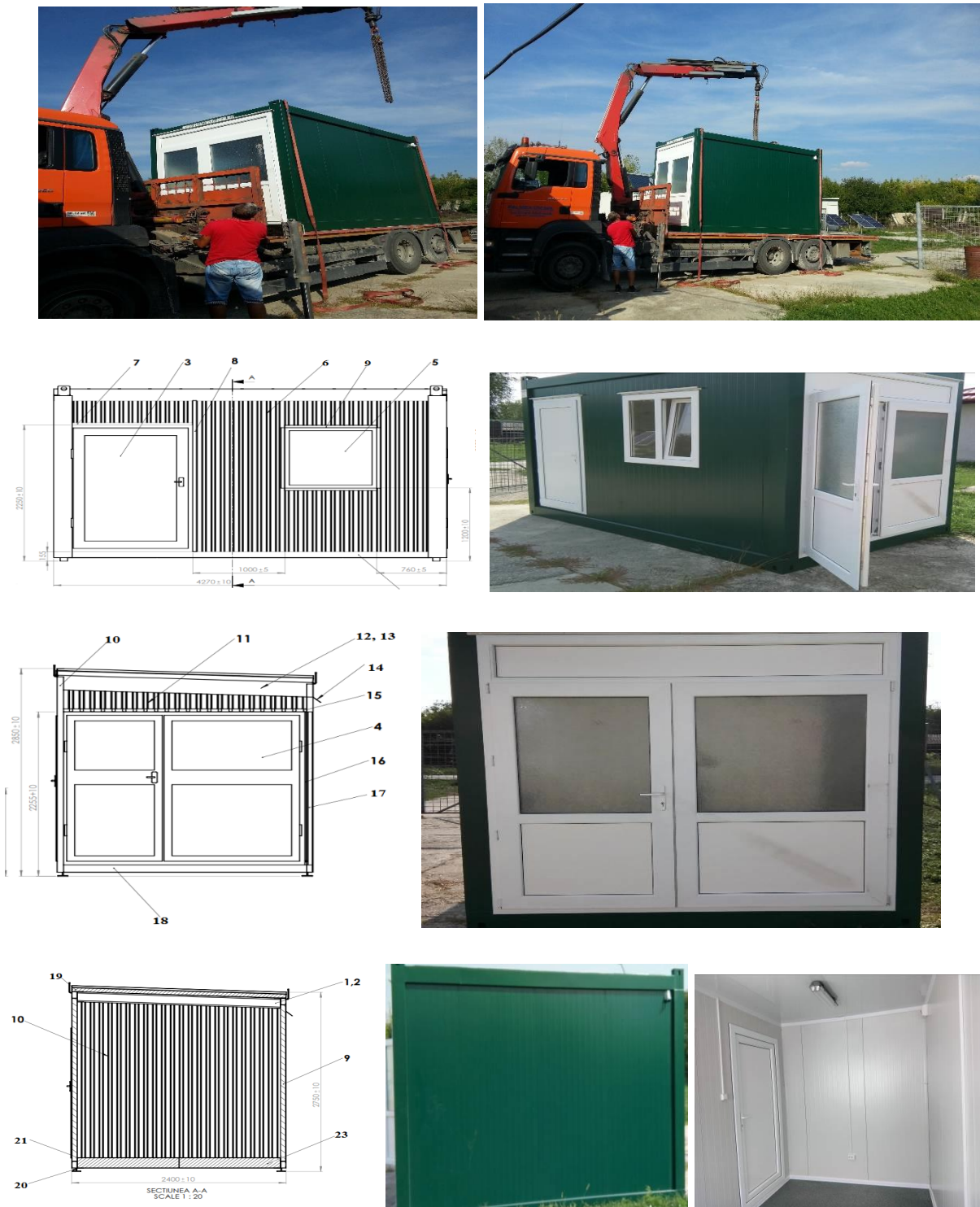


Fig. 24. Container modulat

3.2.2. *Digestorul pentru procesul de digestie anaerobă uscată* prezentat în figura 25, în dotarea acestuia se poate observa sistemul de percolare realizat cu ajutorul unei pompe de recirculare și sistem de pulverizare cu duze. Digestorul este executat din poliester armat cu fibra de sticlă. Avantajele vaselor realizate din fibra sunt următoarele:

- rezistența sporită,
- greutate redusă,
- durată mare de viață,
- non-conductoare magnetic,
- nu necesită întreținere costisitoare,

- usor de asamblat,
- rezistenta la coroziune,
- rezistenta chimica,
- ignifuge,
- non-conductoare de electricitate.



Fig. 25. Digesterul cu sistemul de pulverizare pentru procesul de digestie anaerobă uscată

3.2.3. Digesterul pentru procesul de fermentație anaerobă umedă este prezentat în figura 26, iar în dotarea acestuia se poate observa sistemul de omogenizare realizat dintr-un agitator cu palete antrenat de un motoreductor de 1,5 kW. Alimentarea cu material se va realiza pe la partea superioară a digesterului iar golirea se va face pe la partea inferioară.





Fig. 26. Digestorul cu sistemul de omogenizare pentru procesul de digestie anaerobă umedă

Cele două digestoare folosite pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin procesul de fermentație anaerobă uscată respectiv umedă sunt proiectate a fi dotate cu serpentină prin care va circula lichidul de încălzire provenit de la boilerul electric al instalației (Fig. 27) și sunt fiecare prevazute cu ștuțuri pentru montarea a 3 senzori de temperatură și 2 senzori de pH, senzor de nivel, traductor de debit biogaz și traductor de presiune biogaz. Monitorizarea și controlul activ al digestoarelor se vor realiza prin intermediul unui PLC conectat la un terminal de operare cu touchscreen (Fig.28).



Fig. 27. Boiler electric al instalației MGA

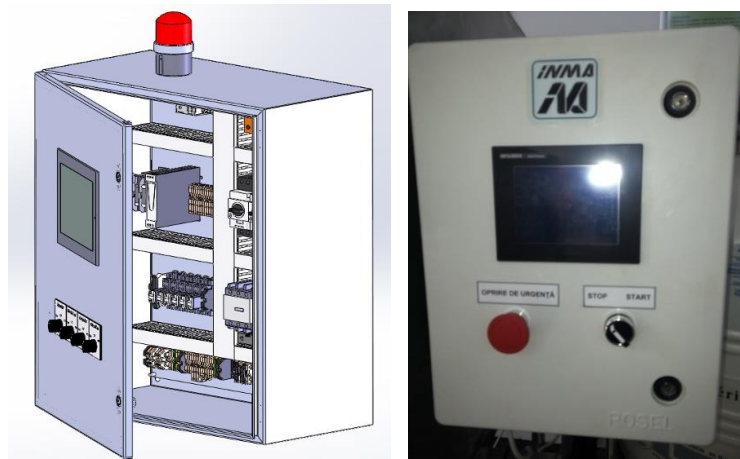


Fig. 28. Sistemul de monitorizare și control

3.2.4. Sistemul de panouri fotovoltaice cu regulatorul, invertorul de tensiune și sistemul de acumulare a energiei au fost montate pe containerul modular al instalației.



Fig. 29. Sistemul de panouri fotovoltaice

3.3. Realizare softului de control si monitorizare al instalației experimentale modulate pentru obținere bioenergie prin metanogeneză avansată a deseurilor agricole (MGA)

Controlul activ si monitorizarea instalației experimentale modulate pentru obținere bioenergie prin metanogeneză avansată a deseurilor agricole (MGA) a fost realizată cu ajutorul unui controller programabil logic (PLC), programat prin intermediul unei interfațe grafice cu operatorul reprezentat printr-un terminal de operare – TO. Astfel a fost realizat un soft integrat ce permite controlul procesul de digestie anerobă umedă (Reactor 1-fig. 30) și respectiv procesul de digestie anerobă uscată (Reactor 2 – fig 31). Prin intermediul softului integrat PLC-ul reglează automat:

- valoarea setată pentru pH, pornind pompa de circulare soluție corectoare de pH prin deschiderea și închiderea electrovalvei aferente fiecărui rezervor în parte.
- valoarea setată pentru temperatura de fermentatie, deci se asigură încălzirea celor două digestoare până la temperatura optimă aleasă de utilizator.
- omogenizarea amestecului din reactorul 1 (proces de digestie anaerobă umedă), secvențial la un interval prestabilit sau setat de operator. Sistemul de agitare/omogenizare reprezentat de un ansamblu alcătuit dintr-un motoreductor, convertizor de frecvență și agitator cu palete.
- percolarea reactorului 2 (proces de digestie anaerobă uscată). Astfel lichidul acumulat și după la partea inferioară a vasului va fi percolat prin intermediul unei pompe și introdus din nou prin intermediul unor duze în digestor.
- acționarea unei pompe de vid și deschiderea unei electrovalve, permițând acumularea biogazului în rezervor, acest lucru fiind setat a se realiza când presiunea biogazului rezultat prin procesele de digestie anaerobă uscată și umedă este egal sau mai mare de 0,75-1 bar, valoare indicată de senzorul de presiune (PT) pe terminalul de operare (TO).

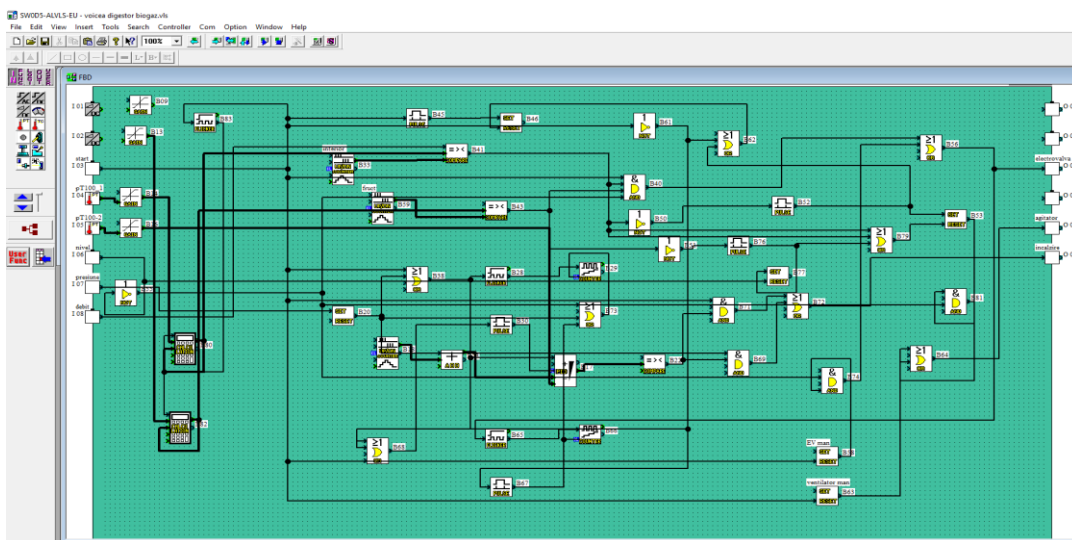


Fig 30. Prezentare soft de automatizare și control digestor fermentație umedă

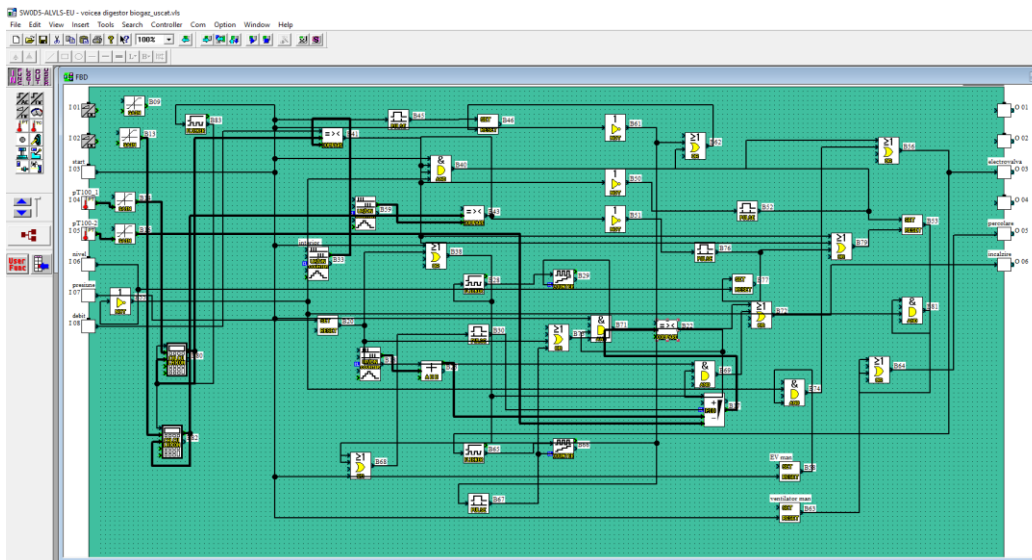


Fig 31. Prezentare soft de automatizare și control digester fermentație uscată

Faza nr. 4/2017 *Testarea, definitivarea constructivă model experimental (ME) și demonstrarea utilității și funcționalității tehnologiei inovative*

4.1. Experimentarea tehnologiei inovative prin testarea modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA

Una dintre principalele probleme de mediu ale societății de astăzi este creșterea continuă a cantității de deșeuri organice. În multe țări, managementul durabil al deșeurilor, precum și prevenirea acumulării și reducerea cantității acestora au devenit priorități politice majore, aceasta reprezentând o contribuție importantă la eforturile comune de reducere a poluării, a emisiilor de gaze cu efect de seră și diminuării schimbărilor climatice la nivel global. Producerea biogazului prin digestie anaerobă (metanogeneză) este considerată a fi tratamentul optim în cazul gunoiului animal, precum și în acela al unei largi varietăți de deșeuri organice pretabile acestui scop, deoarece astfel respectivele substraturi sunt transformate în energie recuperabilă și în îngrășământ organic pentru agricultură. Digestia sau fermentația anaerobă reprezintă un proces microbiologic de descompunere a materiei organice, în lipsa oxigenului, întâlnit în multe medii naturale și aplicat astăzi la scară mare pentru producerea de biogaz în reactoare-cisternă, etanșe împotriva pătrunderii aerului, în mod obișnuit denumite digesteare/fermentatoare/bioreactoare. O largă varietate de microorganisme sunt implicate în procesul anaerob, în urma căruia rezultă două produse finale: biogazul și digestatul. Biogazul este un gaz combustibil, care constă din metan, dioxid de carbon, și cantități mici de alte gaze și microelemente. Digestatul reprezintă substratul descompus anaerob, bogat în macro- și micronutrienți și care poate fi utilizat, prin urmare, drept îngrășământ pentru plante.

Deci pentru rezolvarea probleme actuale ridicate de cantitățile însemnate de deșeuri generate în cadrul unei microferme agro-zootehnice au fost realizate în cadrul proiectului "TEHNOLOGIE INOVATIVĂ PENTRU OBTINEREA BIOGAZULUI PRIN METANOGENEZA AVANSATĂ" un model experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă –MGA. **Modelui experimental (ME) de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA, este alcătuită din următoarele părți componente :**

- ✚ Containerul modulat (fig. 32),
- ✚ Digesterul pentru procesul de digestie anaerobă uscată (fig 33),
- ✚ Digesterul pentru procesul de fermentație anaerobă umedă (fig.34),
- ✚ Sistem de încălzire (boiler electric) (fig.35)
- ✚ Sistem de alimentare cu energie verde (Panouri fotovoltaice) (fig.36)
- ✚ Sistem de monitorizare și control al instalației modulate MGA (fig.37).



Fig. 32. Container modulat



Fig. 33. Digester proces digestie anaerobă uscată



Fig. 34. Digester proces digestie anaerobă umedă

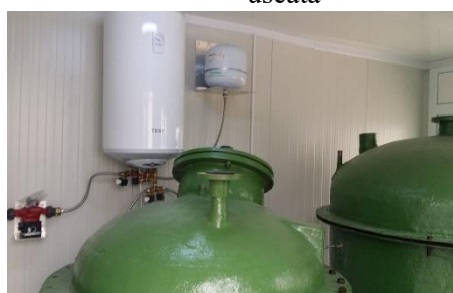


Fig. 35. Sistem de încălzire (boiler electric)



Fig. 36. Sistem de alimentare cu energie verde



Fig. 37. Sistem de monitorizare și control MGA

Pentru experimentarea *modelului experimental de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA* a fost utilizată ca materie primă pentru procesul de digestie anaerobă uscată: tocatură de miscanthus în asociere cu porumb însilozat. Pentru procesul de digestie anaerobă umedă materia primă a fost reprezentată de gunoi de grajd în amestec cu deseuri organice alimentare (coji cartof, resturi de fructe, etc) generate în cadrul unei microferme. Au fost utilizate aceste materiale pentru a se putea demonstra utilitatea și funcționalitatea unei astfel de instalații de biogaz de dimensiuni mici în cadrul unei microferme agro-zootehnice. Specificul de operare al celor două bioreactoare (digestoare) parte componentă al instalației modulate este că au funcționare discontinuă, ce a constat în alimentarea acestora cu cele două tipuri de materii prime descrise mai sus, deci alimentare cu o transă care este supusă operației de digestie anaerobă, după care este evacuată complet, ulterior o nouă porțiune este introdusă în

digestore, iar procesul se repetă, deci tipul de fermentatie anaerob este discontinuu sau sistem de tip batch. Alimentarea cu material se realizează pe la partea superioară a digestoarelor iar golirea se va face pe la partea inferioară. Temperatura din interiorul digestoarelor trebuie să fie menținută constantă și, prin urmare, trebuie monitorizată în mod permanent. În interiorul digestoarelor există câteva puncte de măsurare a temperaturii, în scopul monitorizării acesteia pe parcursul întregului proces. Valorile măsurate sunt trimise într-un computer de înregistrare a datelor, unde acestea pot fi vizualizate. Acest input de date face posibil, de asemenea, și controlul automat al ciclului de încălzire. Valoarea pH-ului oferă informații importante despre modul în care decurge procesul de digestie anerobă. Pentru realizarea acestui deziderat cele două digestoare folosite pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin procesul de fermentație anaerobă uscată respectiv umedă a fost dotate cu serpentină prin care va circula lichidul de încălzire provenit de la boilerul electric al instalației și sunt fiecare prevazute cu ștuțuri pentru montarea senzorilor de temperatură și senzorilor de pH, senzor de nivel, traductor de debit biogaz și traductor de presiune biogaz. Consumul de energie necesar pentru funcționarea instalației modulate este asigurat de sistemul de panouri fotovoltaice montate deasupra containerului și prevazute cu grup de acumulare a energiei în baterii, iar după ce procesul de fermentatie genereaza biogaz acesta este consumat cu ajutorul unui generator de biogaz rezultand energie ce este stocată în acelasi sistem de baterii.

Controlul activ și monitorizarea instalației experimentale modulate pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată a deșeurilor agricole (MGA) a fost realizat cu ajutorul unui controller programabil logic (PLC), programat prin intermediul unei interfate grafice cu operatorul reprezentat printr-un terminal de operare – TO. Astfel a fost realizat un soft integrat ce permite controlul procesului de digestie anerobă umedă și respectiv procesul de digestie anerobă uscată. Prin intermediul softului integrat PLC-ul se reglează automat: valoarea setată pentru pH; valoarea setată pentru temperatura de fermentatie, deci se asigură încălzirea celor două digestoare până la temperatura optimă aleasă de utilizator; omogenizarea amestecului din reactorul 1 (proces de digestie anaerobă umedă), secvențial la un interval prestabilit sau setat de operator prin sistemul de agitare/omogenizare reprezentat de un ansamblu alcătuit dintr-un motoreductor, convertizor de frecvență și agitator cu palete; percolarea reactorului 2 (proces de digestie anaerobă uscată), astfel lichidul acumulat și deus la partea inferioară a vasului va fi percolat prin intermediul unei pompe și introdus din nou prin intermediul unor duze în digester; acționarea unei pompe de vid și deschiderea unei electrovalve, permițând acumularea biogazului în rezervor, acest lucru fiind setat a se realiza când presiunea biogazului rezultat prin procesele de digestie anaerobă uscată și umedă este egal sau mai mare de 0,75-1 bar, valoare indicată de senzorul de presiune (PT) pe terminalul de operare (TO).

Pentru testarea modelului experimental MGA, parametri procesului de digestie anerobă aleși să fie monitorizați și controlați cu ajutorul sistemului de control și comanda al instalație au fost următorii:

- temperatura procesului de digestie anerobă: 39°C,
- ph-ul procesului a fost setat și mentinut la o valoare de: 7,2.
- timpul de retenție în digestoare a fost de: 35 de zile.
- raportul C/N a fost realizat în cele două digestoare de: 20.
- umiditatea amestecului realizat în digesterul cu fermentatie umedă: 92%.
- umiditatea amestecului realizat în digesterul cu fermentatie uscată: 45%.

În tabelul 1 avem prezentate datele experimentale privind evoluția biogazului în m³/zi în cele 35 de zile de retenție hidraulică a materiei prime în cele două digestoare.

Tabel 1. Evoluție cantitate de biogaz în timpul experimentului

Nr. curent al zilei de digestie anaerobă	Cantitate biogaz în digesterul cu fermentație umedă [m³/zi]	Cantitate biogaz în digesterul cu fermentație uscată [m³/zi]
Ziua 1	0	0

2	0,017	0,009
3	0,076	0,023
4	0,088	0,047
5	0,123	0,074
6	0,135	0,098
7	0,175	0,121
8	0,202	0,181
9	0,229	0,202
10	0,234	0,223
11	0,258	0,235
12	0,298	0,247
13	0,321	0,272
14	0,348	0,291
15	0,393	0,322
16	0,432	0,344
17	0,453	0,379
18	0,465	0,382
19	0,464	0,362
20	0,432	0,321
21	0,401	0,301
22	0,371	0,274
23	0,302	0,246
24	0,289	0,213
25	0,252	0,202
26	0,207	0,183
27	0,187	0,165
28	0,172	0,142
29	0,151	0,122
30	0,103	0,108
31	0,087	0,092
32	0,064	0,074
33	0,046	0,061
34	0,034	0,049
Ziua 35	0,019	0,031

Pe baza datelor experimentale rezultate se pot desprinde urmatoarele concluzii:

1. Digestia anaerobă umedă a generat o cantitate de biogaz totală de $7,82 \text{ m}^3$, cu o valoare medie zilnică de $0,22 \text{ m}^3$.
2. Digestia anaerobă umedă a generat o cantitate de biogaz totală de $6,47 \text{ m}^3$, cu o valoare medie zilnică de $0,185 \text{ m}^3$.
3. Biogazul rezultat a prezentat un conținut de CH_4 corespunzător ce a permis arderea lui cu success în generatorul de biogas si conversia lui în energie electrică folosita pentru independența energetică a instalației.
4. Folosirea concomitentă a celor două tipuri de digestoare cu procedee de fermentare umedă si uscată permite o neutralizare complexă si completă a deșeurilor agricole, zootehnice, alimentare utilizate ca materie primă pentru procesul de digestie anaerobă, instalație fiind total independentă energetic și permițand reducerea cantității de deseuri generate în cadrul unei microferme agro-zootehnice cu obținerea de energie verde (biogaz) si îngrășământ verde (digestat).

5.2. Definitivare constructiva a modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA

În urma verificărilor și măsurărilor efectuate în timpul experimentării *modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*, nu s-au constatat deformări, ruperi, fisuri sau alte defecțiuni la elementele componente ale acesteia. Totuși, pentru îmbunătățirea procesului de lucru s-au identificat și rezolvat câteva aspecte precum: necesitatea prevederii unei garnituri de cauciuc pentru etansare celor două digestoare în scopul eliminării pierderii de biogaz, necesitatea realizării unui sistem de evacuare controlat a materialului epuizat din celor două digestoare prin montarea unor electrovane controlate prin sistemul de comandă și control al instalației,

În vederea îmbunătățirii procesului de lucru al *modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*, toate aspectele identificate în cadrul activității de experimentare au fost rezolvate în cadrul activității de definitivare constructivă și se vor reflecta în cadrul documentației de execuție definitive.

5.3. Demonstrarea privind utilitatea și funcționalitatea tehnologiei și ME propus

În cadrul fazei nr. 4, la sediul INMA, s-a realizat *demonstrarea utilității și funcționalității tehnologiei inovative pentru obținerea biogazului prin metanogeneza avansată prin experimentarea noului model experimental de instalației realizat pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*.

Demonstrarea a fost efectuată de către specialiști din cadrul colectivului de lucru al INMA, Departamentul de Încercări. La această acțiune au participat specialiști din mediul economic și științific, cărora li s-a prezentat *tehnologia inovativă pentru obținerea biogazului prin metanogeneza avansată* și modelul experimental de *instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*, echipament tehnic dezvoltat în cadrul tehnologiei, evidențind avantajele utilizării metodei de metanogeneza concomitentă umedă și uscată în cadrul aceleiași instalații, principiile de funcționare, componenta și principalele caracteristici tehnice ale acestora.

Aspecte din timpul demonstrației sunt prezentate în figura 38.



Fig. 38. Aspecte din timpul demonstrației

Faza nr. 5/2017: *Definitivare proiect tehnic de execuție (PTE). Diseminare pe scară largă a rezultatelor*

În urma verificărilor și măsurărilor efectuate în timpul experimentării *modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*, nu s-au constatat deformări, ruperi, fisuri sau alte defecțiuni la elementele componente ale acesteia. Totuși, pentru îmbunătățirea procesului de lucru s-au identificat și rezolvat câteva aspecte precum: necesitatea prevederii unei garnituri de cauciuc pentru etansare celor două digestoare în scopul eliminării pierderii de biogaz, necesitatea realizării unui sistem de evacuare controlat a materialului epuizat din celor două digestoare prin montarea unor electrovane controlate prin sistemul de comandă și control al instalației.

Astfel pentru îmbunătățirea procesului de lucru al *modelului experimental de instalației pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă – MGA*, în cadrul etapei 5 : Definitivare proiect tehnic de execuție au fost introduse în desenul tehnic de execuție: o garnitura de cauciuc pentru bioareactoarele de digestie anaerobă uscată și umedă (fig. 39) și electrovana (fig.40) de evacuare controlată a materialului epuizat.

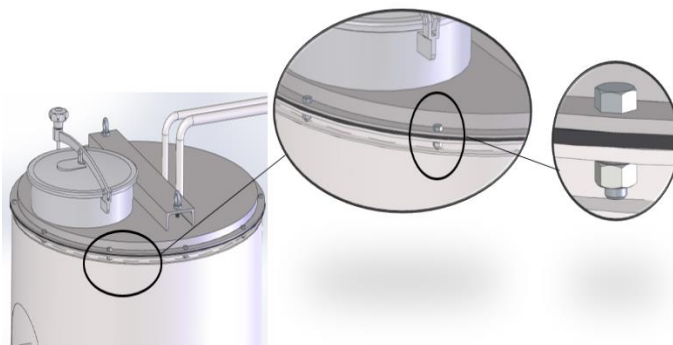


Fig. 39. Reprezentare garnitură de cauciuc pentru creșterea gradului de etansietate a bioareactoarelor pentru procesul de digestie anaerobă uscată și umedă

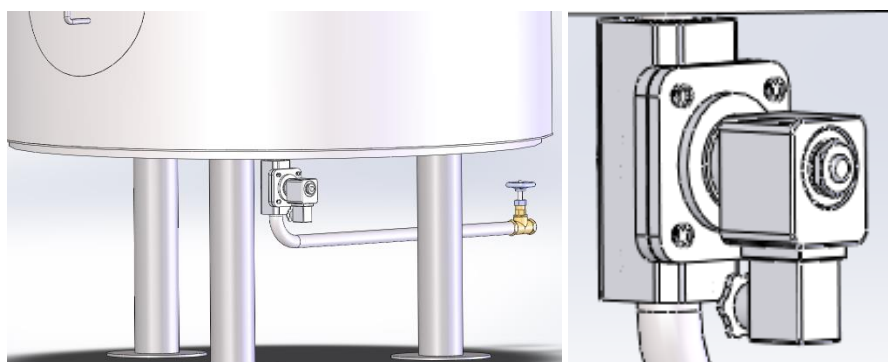


Fig. 40. Reprezentare electrovană pentru sistemul de evacuare controlată a materialului epuizat după procesul de digestie anaerobă uscată și umedă

5.2. Diseminare pe scara larga a rezultatelor

În vederea *diseminării pe scară largă* prin comunicarea și publicarea rezultatelor obținute în cadrul proiectului „**TEHNOLOGIE INOVATIVĂ PENTRU OBȚINEREA BIOGAZULUI PRIN METANOGENEZA AVANSATĂ**”, au fost elaborate materiale de informare a posibililor beneficiari ai rezultatelor proiectului, materializate prin fișă tehnică, poster, pagină Web, realizate pe perioada desfășurării proiectului și cu perspective de continuare după încheierea acestuia. Totodată, au fost publicate în timpul derulării proiectului 2 articole ISI, iar 5 articole sunt indexate BDI iar din

acestea 2 articole au fost comunicate (sustinite public in cadrul conferintelor/simpozioanelor internationale).

Au fost prezentate două postere informative cu privire la realizarea sistemului integrat de extracție EXTBIO astfel:

- ✚ 1 poster (Fig. 41) în cadrul simpozionului internațional ISBINMATEH, din luna octombrie 2016, ce a avut loc la Universitatea Politehnica București, Facultatea Ingineria Sistemelor Biotehnice.



Fig.41. Poster de prezentare rezultate proiect în cadrul simpozionului internațional ISBINMATEH 2016

- ✚ 1 poster (fig.42) în cadrul conferinței internaționale: *International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017*, din luna iunie 2017, ce a avut loc la Moieciu de Sus – Romania.



Fig.42. Poster de prezentare rezultate proiect în cadrul *International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017*

Deasemea a fost realizată o cerere de brevet cu numele de **BIOREACTOR PENTRU DIGESTIA ANAEROBĂ USCATĂ A DEȘEURILOR CU SUBSTRAT ORGANIC** înregistrat la OSIM cu numărul A 100538 / 02.08.2017.

Materiale de informare realizate pe parcursul desfășurării proiectului:

a. Articole cu cotație ISI:

1. **Iulian Voicea**, Iuliana Gageanu, Mihai Matache, Valentin Vladut - **INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR OBTAINING BIOENERGY THROUGH THE PROCESS OF ADVANCED ANAEROBIC DIGESTION**, pag. 181-186, 16th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 16, Jelgava, Letonia, 24.-26.05.2017, ISSN 1691-5976 (DOI: 10.22616/ERDev2017.16.N035).
2. Iuliana Gageanu , Gheorghe Voicu , Valentin Vladut , **Iulian Voicea** - **EXPERIMENTAL RESEARCH ON INFLUENCE OF RECIPES USED ON QUALITY OF BIOMASS PELLETS**, pag. 785-791, 16th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 16, Jelgava, Letonia, 24.-26.05.2017, ISSN 1691-5976 (DOI: 10.22616/ERDev2017.16.N161).

b. Articole cotate BDI:

1. **Voicea I.**, Cujbescu D., Nițu (Roșu) M., Persu C., Matache M., Vlăduț V., Dincă M., Moiceanu G., Ungureanu N., Toma L. - *Bioreactor systems for waste treatment used in order to achieve biogaz by dry digestion / Sisteme de bioreactoare folosite pentru tratarea deșeurilor utilizate pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin digestie uscată*, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ISB-INMA TEH' 2016 AGRICULTURAL AND MECHANICAL ENGINEERING, pag. 407-413, 30 – 31 Octombrie, Bucuresti, ISSN 2344-4118 [CABI], http://isb.pub.ro/isbinmateh/2016/Volume_Symposium_2016.pdf.
2. **Voicea I.**, Cujbescu D., Nițu (Roșu) M., Persu C. Matache M., Vlăduț V., Dincă M., Moiceanu G., Ungureanu N. Toma L. - *Integrated waste management / Gestionarea și managementul integrat al deșeurilor*, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ISB-INMA TEH' 2016 AGRICULTURAL AND MECHANICAL ENGINEERING, pag. 413-425, 30 – 31 Octombrie, Bucuresti, ISSN 2344-4118 [CABI], http://isb.pub.ro/isbinmateh/2016/Volume_Symposium_2016.pdf.
3. Dincă M., Voicu Gh., Ferdeș M., Paraschiv G., Ungureanu N., Moiceanu G., Toma L., Ionescu M., Zăbavă B., **Voicea I.** - *Mathematical modelling in anaerobic digestion process and biogas production*, Proceedings of 5th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, TE-RE-RD 2016, 2-4 June 2016, Golden Sands – Bulgaria, p. 243-248, ISSN 2457 – 3302, ISSN-L 2457 – 3302. [EBSCO, CABI, PROQUEST], <http://www.tererd.pub.ro/wp-content/uploads/2015/01/Proceedings-of-TE-RE-RD-2016.pdf>
4. Moiceanu G., Paraschiv G., Voicu Gh., Dincă M., Ferdeș M., Ipate G., Voicu P., **Voicea I.**, - *Physical pretreatments of organic substrate for anaerobic digestion improvement*, Proceedings of 5th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, TE-RE-RD 2016, 2-4 June 2016, Golden Sands – Bulgaria, p. 335-340, ISSN 2457 – 3302, ISSN-L 2457 – 3302. [EBSCO, CABI, PROQUEST], <http://www.tererd.pub.ro/wp-content/uploads/2015/01/Proceedings-of-TE-RE-RD-2016.pdf>
5. **I. Voicea**, I. Găgeanu, M. Matache, D. Cujbescu, C. Persu, M. Dilea, N. Ungureanu, S.O. Bota, I. Caba - *Experimental researches on analysing the composition of biogas resulted from the process of anaerobic digestion*, pag. 289-295, 6 th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017, ISSN 2457 – 3302, ISSN-L 2457 - 3302 , Moieciu de Sus – Romania, 8-10 June 2017.

c. Comunicări.

În cadrul simpozionului internațional ISBINMTEH 2016 au fost susținute cele două lucrări științifice:

✚ **Voicea I.**, Cujbescu D., Nițu (Roșu) M., Persu C., Matache M., Vlăduț V., Dincă M., Moiceanu G., Ungureanu N., Toma L. - *Bioreactor systems for waste treatment used in order to achieve biogaz by dry digestion / Sisteme de bioreactoare folosite pentru tratarea deșeurilor utilizate pentru obținerea de bioenergie (biogaz) prin digestie uscată.*

✚ **Voicea I.**, Cujbescu D., Nițu (Roșu) M., Persu C. Matache M., Vlăduț V., Dincă M., Moiceanu G., Ungureanu N. Toma L. - *Integrated waste management / Gestionarea și managementul integrat al deșeurilor.*

În cadrul conferinței internaționale International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017 a fost susținută lucrarea:

✚ **Voicea, I.** Găgeanu, M. Matache, D. Cujbescu, C. Persu, M. Dilea, N. Ungureanu, S.O. Bota, I. Caba - *Experimental researches on analysing the composition of biogas resulted from the process of anaerobic digestion.*

În urma evaluării și aprecierii pozitive a rezultatelor obținute, INMA București AVIZEAZĂ REZULTATELE DIN CADRUL PROIECTULUI „PN 16 24 04 03: TEHNOLOGIE INOVATIVĂ PENTRU OBȚINEREA BIOGAZULUI PRIN METANOGENEZA AVANSATĂ”. Astfel rezultatele obținute vor constitui baza unor parteneriate în vederea depunerii de oferte de proiecte cu alte institute de cercetare, instituții de învățământ superior sau agenți economici interesați pentru abordarea cercetării aplicative în vederea implementării în producție a model experimental de instalație modulată pentru obținerea de bioenergie prin metanogeneză avansată uscată și umedă - MGA.