

PROIECT ADER 2211

Evaluarea potențialului energetic și economic al resurselor bioregenerabile pentru producerea de bioetanol, biogaz, biomasă din producția secundară agricolă

ETAPA 4

Studiu privind evaluarea potențialului de producere a biogazului

**Obiectiv
ETAPA 4**

**Studiu privind
evaluarea
potențialului de
producere a
biogazului**

ACTIVITĂȚI

**A 4.1 Studiu privind evaluarea potențialului de
producere a biogazului**

**A 4.2 Evaluarea potențialului de producere a
biogazului prin fermentație anaerobă**

Principalele proprietăți ale biogazului și ale componentelor sale

Proprietăți	Componente				Biogaz (60% CH ₄ + 40% CO ₂)
	Metan CH ₄	Dioxid de carbon CO ₂	Hidrogen H ₂	Hidrogen sulfurat H ₂ S	
Conținut teoretic	55-70	30-45	<1	<3	100
Puterea calorică, MJ/m ³	37.7	-	10.8	22.8	22.6
Punct de aprindere, °C	650-750	-	530-590	290-487	650-750
Limite inferioare de explozie, %	5-15	-	4-74	4-42	6-12
Densitatea, kg/m ³	0,72	1,98	0,09	1,54	1.2
Temperatura critica, °C	- 82,5	31.0	-	100	- 82,5
Presiune critică, MPa	4.6	7.3	1.3	8.9	7,3-8,9

Sursa: Badania I Ocena Składu Chemicznego Biogazu Odpadów Z Rolnictwa Podczas Fermentacji Mezofilnej W Warunkach Beztlenowych, Research and assessment of biogas evolved during anaerobic digestion of biodegradable agricultural waste, Ecological Chemistry and Engineering. S = Chemia i Inżynieria Ekologiczna. S · January 2011

AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE BIOGAZULUI

AVANTAJELE BIOGAZULUI:

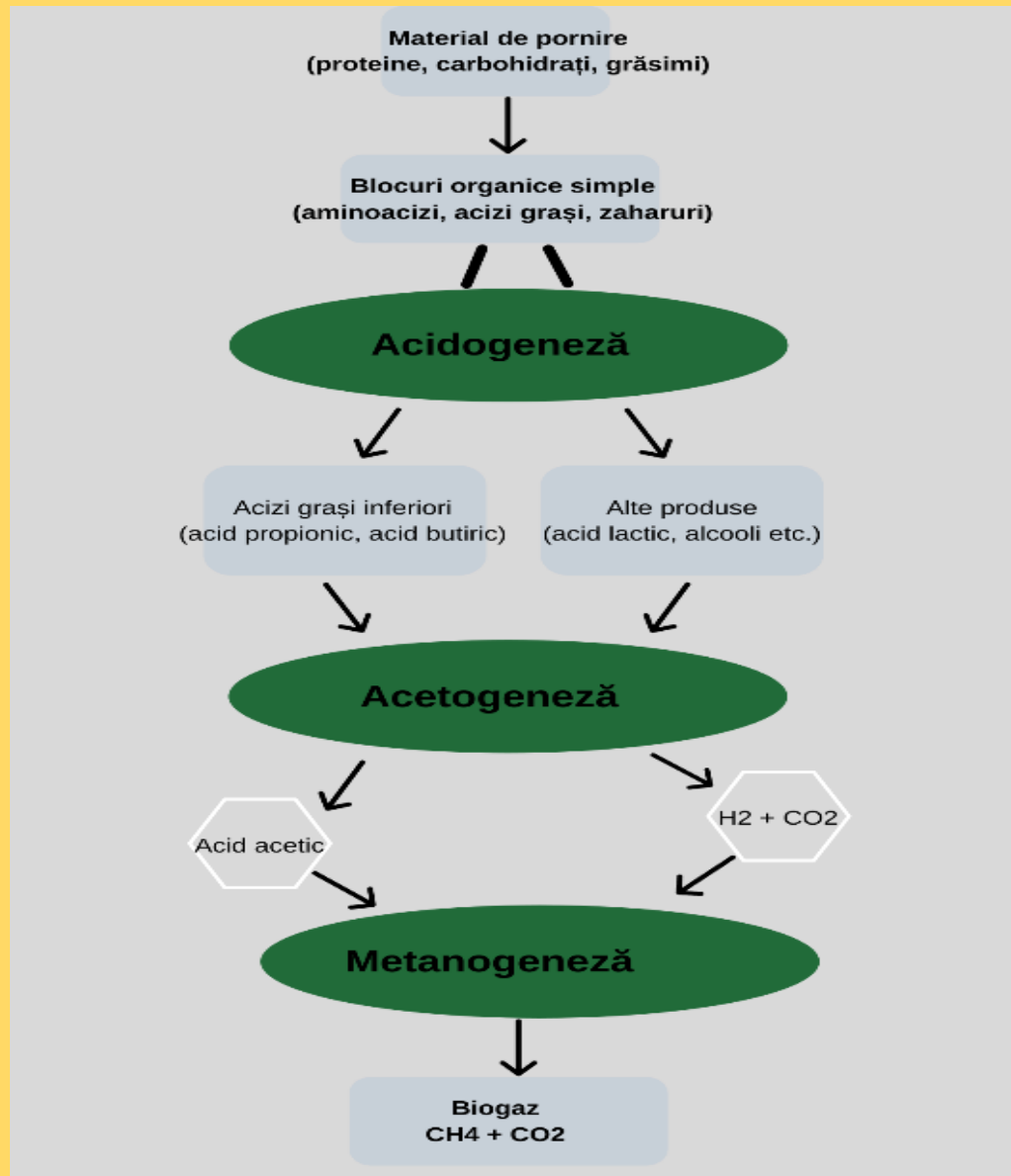
- este ecologic, nepoluant în natură
- este o sursă de energie regenerabilă
- reduce poluarea solului și a apei
- previne problemele de sănătate și distrugerea biodiversității
- reduce cantitățile de deșeuri din gropile de gunoi
- produce îngrășăminte organice
- minimizează dependența excesivă de combustibilii fosili
- este o sursă alternativă de energiei
- tehnologia de producere este ieftină și economică și favorizează dezvoltarea unei economii circulare
- oportunități pentru crearea de locuri de muncă verzi

DEZAVANTAJELE BIOGAZULUI:

- conține impurități
- este un gaz inflamabil
- instalațiile de generare a biogazului emană mirosuri neplăcute
- producția de biogaz este influențată de temperatură
- tehnologiile utilizate sunt puțin dezvoltate
- instalațiile de biogaz nu pot funcționa în zonele metropolitane



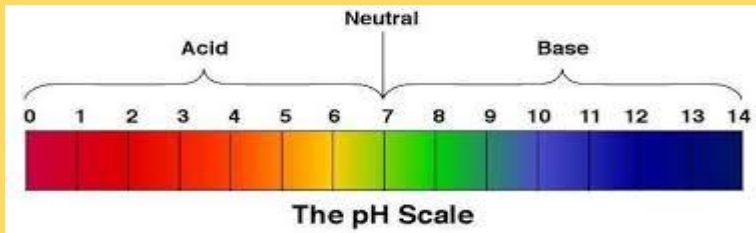
ETAPELE BIOCHIMICE ALE PROCESULUI DE FERMENTARE ANAEROBĂ



FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ PROCESUL DE PRODUCERE A BIOGAZULUI (1)

Compoziția materiei organice:

- să cuprindă materie organică biodegradabilă
- să nu cuprindă substanțe inhibitoare pentru microorganisme
- umiditatea să fie peste 90%
- ph-ul să fie cuprins între 6.8-7.3
- Propoția C/N = 15-25



Aciditatea (Ph-ul):

Metanobacteriile se dezvoltă cel mai bine dacă reacția ph-ului este aproape neutră, cu valori cuprinse între 6.8 – 7.2, dar tolerează și un ph cuprins între 6.5 – 8.0. Sub valoarea de 6.0 sau creșterea peste valoarea 8.3, procesul de fermentare anaerobă este puternic inhibat

Temperatura:

Categoriile de microorganisme care participă la producerea de biobaz

- Criofile - activitatea lor se desfășoară la temperaturi sub 25°C (neîncălzite - regim criofil)
- Mezofile - activitatea lor se desfășoară la temperaturi cuprinse între 25 – 45°C, (încălzite - regim mezofil)
- Termofile - activitatea lor se desfășoară la temperaturi cuprinse între 45 – 70°C, (încălzite - regim termofil)

FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ PROCESUL DE PRODUCERE A BIOGAZULUI (2)

Acizii grași volatili:

Prođuși în etapa a 2-a a procesului biochimic de fermentare anaerobă, acizii grași volatili sau acizii grași cu lanț scurt de carbon (format din șase sau mai puțini atomi de carbon) sunt compuși intermediari care, la fel ca și în cazul pH-ului, influențază producerea de biogaz. Principalii acizi grași volatili sunt: acidul acetic (etanoic), acidul propionic (propanoic), acidul butiric (butanoic) și acidul izobutiric (acid 2-metilpropanoic)

Amoniacul:

O creștere a concentrației de amoniac poate determina încetinirea procesului de obținere a biogazului. Datorită acestui efect inhibitor, concentrația amoniacului trebuie menținută sub 80 mg/l, bacteriile metanogene fiind foarte sensibile la concentrațiile de amoniac

Elementele nutritive și substanțele toxice:

oligoelementele (cobalt, fier, nichel, molibden, seleniu, wolfram) permit dezvoltarea florei metanogene prin transformarea substanțelor organice complexe în substanțe simple și îmbogățirea substratului cu enzime și vitamine din complexul B. Dacă în digestoare se folosesc nămolurile provenite din instalațiile de epurare orășenești sau industriale, prezența unor cantități mari de sulfuri sau zinc, nichel, cupru, plumb, arsen, mercur au un efect toxic pentru microorganismele prezente în procesul de fermentare anaerobă. De asemenea, se recomandă să nu se folosească dejecții provenite de la animale care au fost tratate cu antibiotice, medicamente bacteriostatice sau bactericide. Apele uzate provenite din adăposturile dezinfectate cu substanțe chimice conțin substanțe care pot inhiba activitatea microorganismelor metanogene

FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ PROCESUL DE PRODUCERE A BIOGAZULUI (3)

Omogenizarea conținutului asigură următoarele operațiuni:

- contactul permanent al microorganismelor active cu materialul organic aflat în curs de fermentare
- asigurarea unei temperaturi constante în interiorul fermentatorului
- împiedică formarea crustei deasupra substratului
- ajută la eliminarea mai rapidă a biogazului obținut în fermentator
- materialul fermentat va avea o consistență convenabilă pentru operațiunea de evacuare

Încălzirea instalației:

Pentru asigurarea unei temperaturi constante în timpul procesului de fermentare anaerobă, dar și pentru compensarea pierderilor de căldură, instalațiile de producere a biogazului trebuie să fie izolate termic și încălzite cu ajutorul diferitelor surse externe. Variațiile sezoniere de temperatură (influențate de anotimp și condițiile atmosferice) coroborate cu fluctuațiile condițiilor de mediu din interiorul fermentatorului influențează viteza de producere a biogazului

Izolarea termică:

În zonele geografice unde temperatura atmosferică coboară sub temperatura optimă de funcționare a instalațiilor de producere a biogazului (30-35⁰C), apare necesitatea izolării termice a fermentatorului. În sezonul rece, instalațiile de capacitate mică, în special cele de uz gospodăresc, se izolează prin folosirea de baloți de paie, pământ, turbă sau gunoi de grajd. În schimb, pentru instalațiile de capacitate medie și mare se folosesc diferite materiale termoizolante din construcții și industrie (azbest, polistiren, vata de sticlă, uretan

Îmbogățirea cu microorganisme metanogene:

Pentru reducerea perioadei de multiplicare se recomandă ca la începutul procesului de fermentare să fie inoculate populații de microorganisme metanogene. Cantitatea de inocul care se adaugă la începutul procesului de fermentare variază în funcție de materiile prime organice folosite

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ

Elementul principal al unei instalații de biogaz este **digestorul**. Acesta este de fapt un recipient (tanc) etanș la pătrunderea aerului, în interiorul căruia are loc descopunerea materiei prime prin procesul de digestie anaerobă, având ca rezultat final producerea de biogaz. Pe lângă caracteristica comună de etanșeitate la pătrunderea aerului, la toate digestoarele trebuie să existe un sistem de alimentare cu materii prime dar și unul de evacuare a biogazului și a digestatului.

Tehnologia de digestie anaerobă poate să funcționeze în două moduri:

- ❑ **Digestie umedă** - conținutul mediu de substanță uscată al substratului este sub 15%. Substraturile folosite sunt de tipul gunoiului de grajd flui, nămoluri de canalizare
- ❑ **Digestie uscată** - conținutul mediu de substanță uscată al substratului este cuprins între 20 - 40%. Substraturile folosite sunt de tipul gunoiului de grajd amestecat cu paie într-o cantitate destul de mare, reziduuri menajere, bioreziduuri orășenești solide (vegetația uscată provenită de la lucrările de întreținere a parcurilor), materii prime provenite din culturi energetice propaspete sau însilozate.

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ

Toate instalațiile de biogaz trebuie să aibă în componență următoarele sisteme:

- buncăr sau depozit de materii prime
- echipamente pentru mărunțirea materiei prime
- sisteme de transport a substratului
- sistem de alimentare cu materie primă
- fermentatorul anaerob
- pompe de alimentare/recirculare
- sisteme de purificare a biogazului
- rezervor pentru colectarea biogazului
- rezervor de colectare a digestatului
- instalație de transformare a biogazului în energie termică/electrică (cogenerare)

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de METODA DE FERMENTARE

Laguna acoperită

Este alcătuită dintr-un bazin acoperit care captează gazul format în timpul fermentării dejecțiilor. Bazinul este acoperit cu un material impermeabil prins etanș de marginile bazinului. Biogazul format se acumulează sub folie și este preluat printr-o conductă. Acest tip de fermentator se folosește pentru dejecțiile lichide și un conținut în materii organice solide de sub 3%.

Fermentator cu agitare:

Este compus dintr-un rezervor încălzit situat deasupra sau sub nivelul solului. Acest rezervor are de obicei o formă cilindrică din oțel sau beton turnat. Agitarea mecanică sau barbotarea (recircularea) se face pentru menținerea materialelor solide în suspensie. Pentru a reduce timpul de retenție al materialelor organice la sub 20 de zile, se recomandă menținerea unei temperaturi optime în interiorul fermentatorului. Acest tip de fermentator se folosește pentru volume mari de dejecții cu un conținut în materie solidă cuprins între 3 – 10%.

Fermentator cu deplasare cu curgere de tip piston:

Este compus dintr-un sistem de colectare a dejecțiilor, un bazin pentru omogenizare și fermentatorul. Fermentatorul (bazinul) este acoperit cu un material impermeabil și este amplasat de obicei sub nivelul solului. Materialul nou introdus în fermentator împinge materialul existent spre capătul opus (curgere tip piston). Căldura degajată în timpul procesului de fermentare a dejecțiilor se folosește pentru încălzirea fermentatorului. În interiorul acestuia se află un sistem de conducte prin care circulă apă caldă necesară menținerii temperaturii optime pentru bacteriile metanogene, temperatură cuprinsă între 25 – 40°C

Fermentator în substrat solid:

fermentatoarele poartă denumirea de fermentatoare tip garaj. Pentru a se obține o producție constantă de biogaz se recomandă construirea mai multor fermentatoare în substrat solid, poziționate în baterie, astfel încât fiecare fermentator să se afle într-o altă fază de fermentație.

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de PROCEDEUL DE ÎNCĂRCARE A FERMENTATORULUI

❑ **Cu funcționare continuă pentru instalații de tip industrial**

Alimentarea acestor instalații se realizează în mod constant, fapt ce conduce la producerea biogazului fără întreruperea procesului pentru încărcarea digestorului cu materii prime sau pentru evacuarea digestatului. Se pot distinge 3 sisteme de digestoare cu funcționare continuă: verticale, orizontale și sisteme de tancuri multiple.

Digestoarele verticale sunt întâlnite cel mai des. Acestea sunt construite la fața locului, au forma unor tancuri circulare din beton armat sau oțel, cu o bază conică pentru ușurarea procesului de amestecare a substraturilor și evacuare a sedimentelor. Digestoarele orizontale au o formă cilindrică și prezintă o axă orizontală. Aceste digestoare sunt construite și transportate către fabricile de biogaz în monobloc

În funcție de sistemul de digestor ales, amestecarea substraturilor digestiei anaerobe se poate realiza în digestoare cu amestecare completă și în digestoare cu flux lent. Digestoarele cu amestecare completă sunt, în principal, verticale, iar digestoarele cu flux lent sunt orizontale.

❑ **Cu funcționare discontinuă pentru instalații de capacitate mică tip gospodăresc și capacitate medie de tip fermă:**

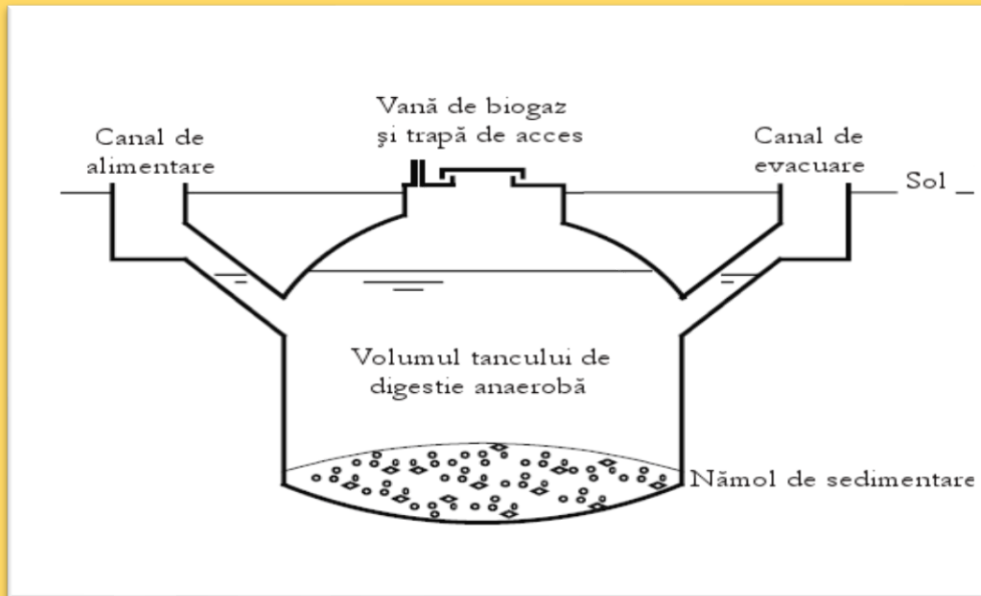
Alimentarea acestor instalații se realizează o singură dată (într-o singură tranșă), după care materiile organice sunt lăsate să fermenteze apoi sunt evacuate complet. După golirea digestorului, această operație se poate repeta.

Digestoarele cu funcționare discontinuă prezintă avantajul unor costuri mai reduse de procesare dar dezavantajul constă în costul de întreținere și consumul energetic destul de ridicat

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de MĂRIMEA INSTALAȚIEI DE FERMENTARE (1)

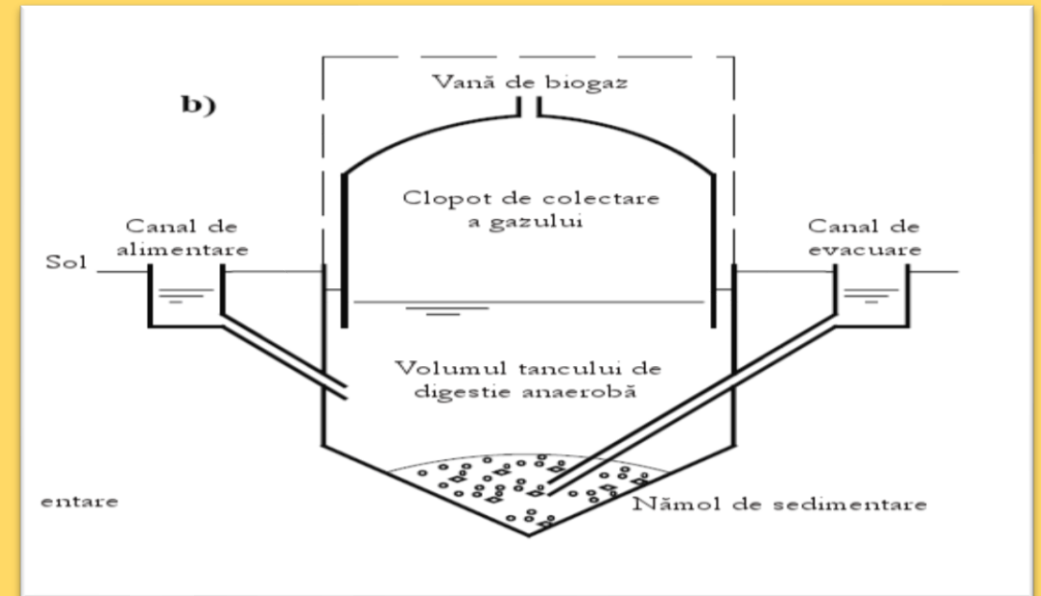
❑ Instalații de capacitate mică (fabrici de biogaz de nivel familial)

Tipul chinezesc



Sursă: Biogazul-Ghid practic, <https://lemvigbiogas.com/BiogasHandbookRO.pdf>;

Tipul indian

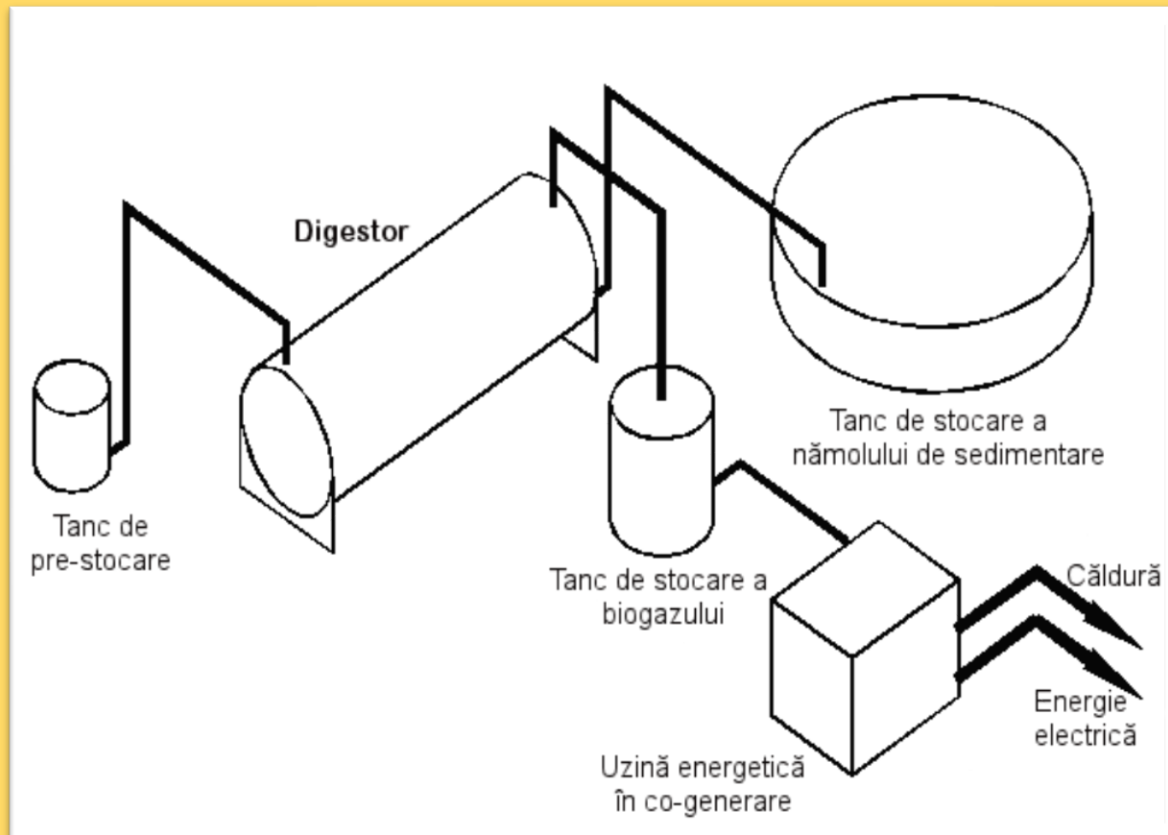


Sursă: Biogazul-Ghid practic, <https://lemvigbiogas.com/BiogasHandbookRO.pdf>;

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de MĂRIMEA INSTALAȚIEI DE FERMENTARE (2)

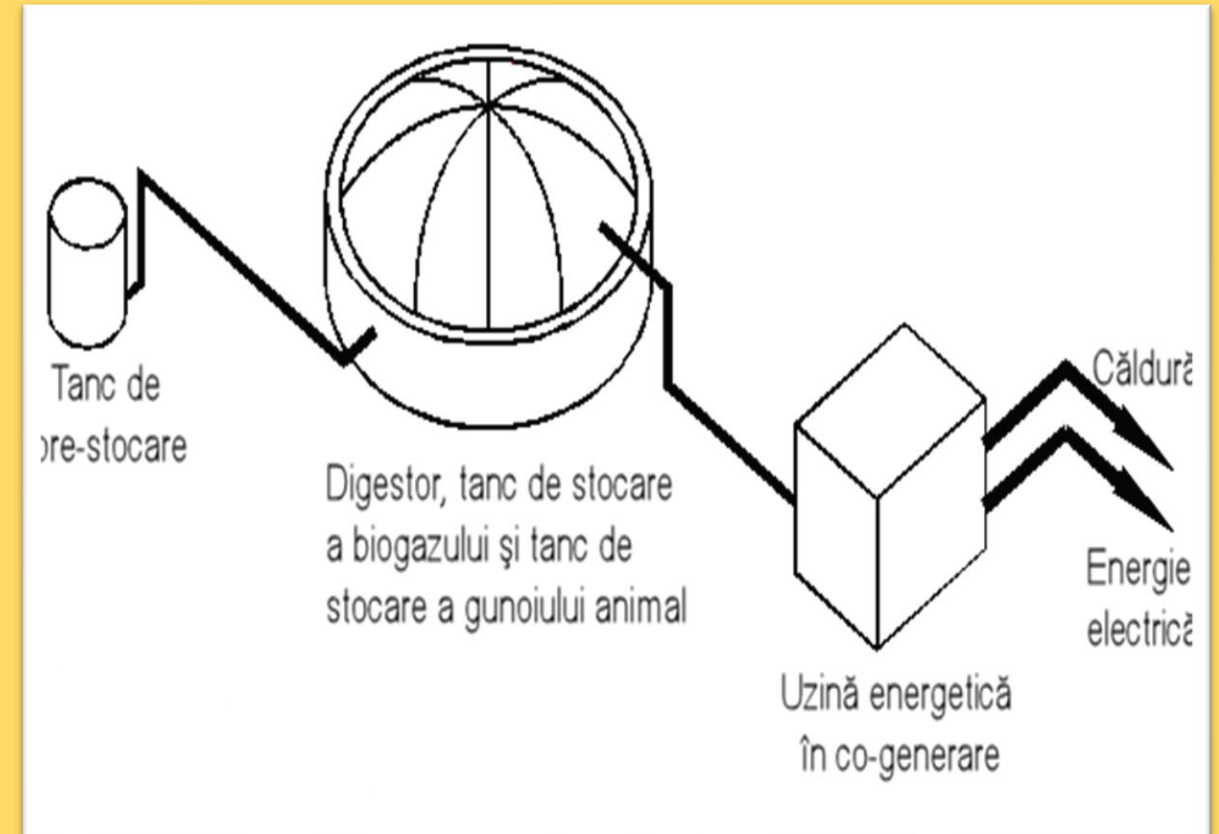
❑ Instalații de capacitate mijlocie (fabrici de biogaz de nivel fermier)

Schema de bază a unei fabrici de biogaz de nivel familial prevăzută cu un digestor orizontal



Sursă: Biogazul-Ghid practic, <https://lemvigbiogas.com/BiogasHandbookRO.pdf>;

Schema de bază a unei fabrici de biogaz de nivel familial prevăzută cu un digestor vertical



Sursă: Biogazul-Ghid practic, <https://lemvigbiogas.com/BiogasHandbookRO.pdf>;

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de MĂRIMEA INSTALAȚIEI DE FERMENTARE (3)

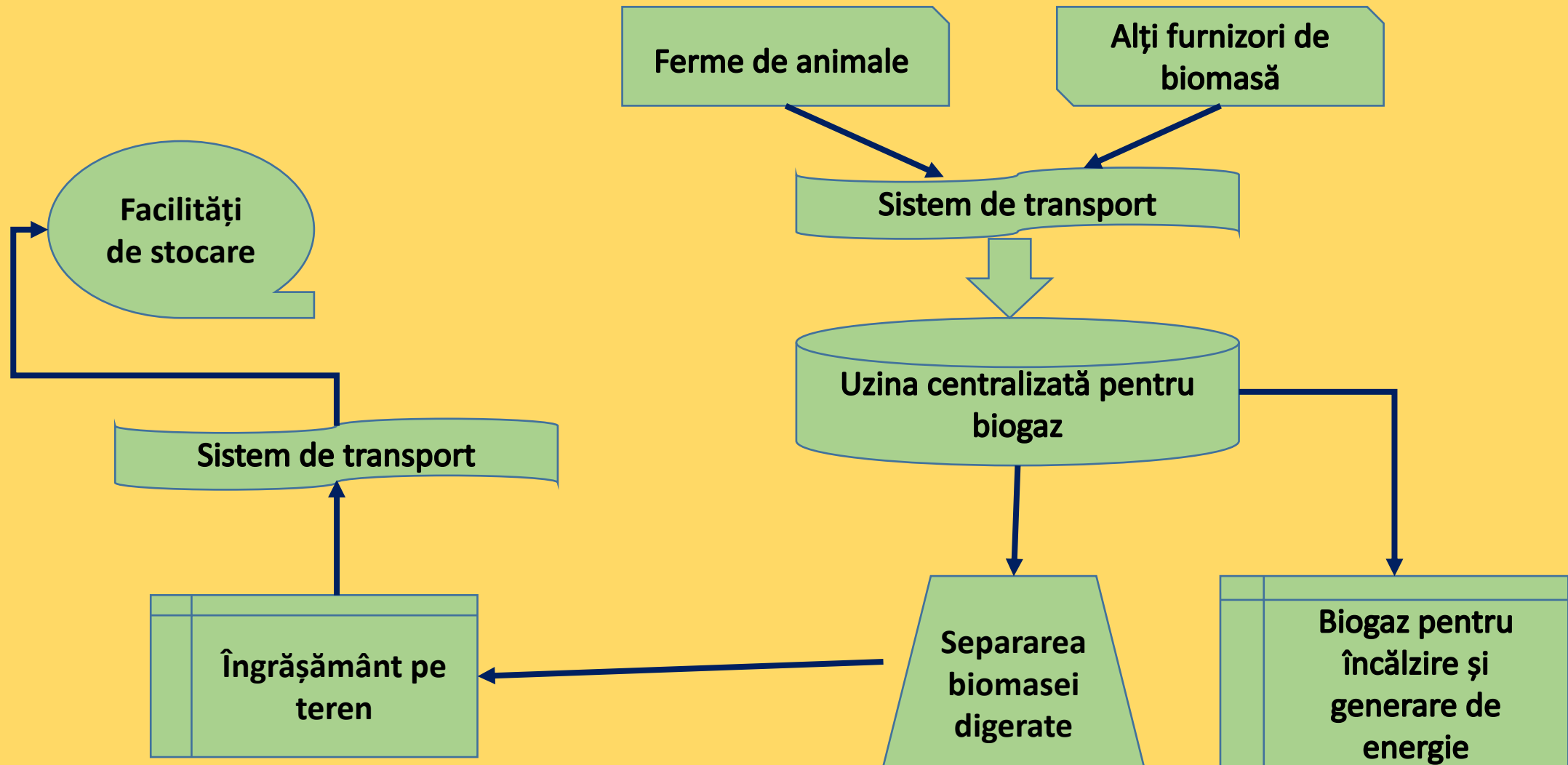
Instalații de capacitate mare (fabrici de co-digestie centralizate)

Co-digestia centralizată este considerată a fi un sistem integrat de producție a energiei regenerabile, de tratament al deșeurilor organice și de reciclare a nutrienților. Generează avantaje la nivel agricol, economic și de mediu pentru fermieri, dar și pentru societate în ansamblu. Astfel, prin co-digestie centralizată se poate asigura:

- producerea energiei regenerabile
- reducerea emisiilor cu efect de seră
- reciclarea ieftină atât a dejecțiilor animaliere cât și a deșeurilor organice fără a genera efecte negative asupra mediului
- securitate veterinară și o eficientă fertilizare a terenurilor agricole datorită igienizării și sterilizării digestatului folosit ca îngrășământ
- beneficii economice pentru fermieri

TIPURI DE INSTALAȚII DE BIOGAZ – în funcție de MĂRIMEA INSTALAȚIEI DE FERMENTARE (4)

- Principalele fluxuri ale sistemului integrat al unei fabrici de co-digestie centralizate



PRODUȚIA DE BIOGAZ DIN MATERII PRIME AGRICOLE ȘI AGROINDUSTRIALE

Materia primă	Randamentul de biogaz (m3) de la 1 tonă de materie primă
Lucernă, trifoi	430-490
Cereale și deșeuri de cereale	390-490
Deșeuri de câmp după recoltarea cerealelor	140-165
Porumb siloz	250-410
Deșeuri legume	330-500
Curpeni de legume și cartofi	280-490
Deșeuri de câmp de la recoltarea sfeclei	75-200
Pulpă de la extragerea zahărului din sfeclă	29-41
Masa vegetală de ierburi	290-490
Stelaj de distilerie de la producerea alcoolului	45-95
Sediment de cereale de la producerea berii	39-59
Zer de lapte	50
Deșeuri de la abator	240-510
Deșeuri de păsări	46-93
Gunoi de bovine fără așternut	39-51
Gunoi de grajd bovine amestecat cu paie	70
Gunoi de porc	51-87
Gunoi de fermă de oi	70

Sursa: AGROBIZNES.MD. Luminița Crivoi, Cum producem biogaz și energie termică din deșeuri agricole, articol accesat on-line: <https://agrobiznes.md/cum-producem-biogaz-si-energie-termica-din-deseuri-agricole.html>

CANTITĂȚI DE BIOGAZ OBTENABIL DIN SUBSTANȚA USCATĂ PROVENITĂ DIN MATERII PRIME DIN AGRICULTURĂ

Materie primă provenită din agricultură	Biogaz obținabil din substanța uscată organică, l/kg	
	Limite de variație	Valoare medie
Paie de grâu	200-300	250
Paie de orz	290-310	300
Paie de ovăz	250-300	275
Paie de secară	200-300	250
Paie de rapită	200	200
Paie de orez	170-280	225
Coaja de orez	105	105
Coceni de porumb	380-460	420
În	360	360
Câneapă	360	360
Iarba	280-550	415
Dejecții de bovine	90-310	200
Dejecții de porc	300-550	445
Dejecții de cal	200-300	250
Dejecții de oaie	90-310	200
Gunoii de păsări	310-620	465
Gunoii de grajd	175-280	225

Sursa: Biogaz – instalații, online: <https://www.biogaz-instalatii.ro/b1.html>

POTENȚIALUL DIVERSELOR SURSE DE MATERII ORGANICE PENTRU PRODUCEREA BIOGAZULUI ȘI CANTITĂȚILE POSIBIL DE BIOGAZ CARE SE POATE OBȚINE

Nr. crt.	Material organic	Biogaz obținabil Litri/kg s.u.	Conținut mediu de metan în % din biogazul produs
1	Paie de grâu întregi	367	78,5
2	Paie de grâu tocate la 3 cm	363	80,2
3	Paie de grâu tocate la 0,2 cm	423	81,3
4	Lucernă	445	77,7
5	Ierburi diferite	557	84,0
6	Frunze de sfeclă furajeră	496	84,0
7	Frunze de sfeclă de zahăr	501	84,8
8	Lujeri de roșii, tocați	606	74,7
9	Tuleie de porumb, tăiate la 2 cm	214	83,1
10	Frunze de copac	260	58,0
11	Paie de orz	380	77,0
12	Paie de orez	360	75,0
13	Tulpini de in sau cânepă	369	58,0
14	Dejecții de bovine	260-280	50,0 - 60,0
15	Dejecții de porc	480	60,0
16	Dejecții de cal	200-300	66,0
17	Dejecții de oaie	320	65,0
18	Dejecții de păsări	520	68,0
19	Fecale umane	240	50,0
20	Nămol din stații de epurare orășenești	370	50,0 – 60,0
21	Drojdie din distilării de spirt	300-600	58,0

Coordonator	ICEADR București
Adresa de contact	B-dul Marasti nr.61, Sector 1 București, www.iceadr.ro Tel: 0213136087, office@iceadr.ro , cod poștal 011464
Director Proiect	BEREVOIANU Rozi Liliana e-mail: berevoianu.rozi@iceadr.ro

Partener 1	INMA București
Adresa de contact	Str. Ion Ionescu de la Brad Nr. 6, București, www.inma.ro , e-mail: icsit@inma.ro
Responsabil Proiect	GĂGEANU Iuliana e-mail: iulia.gageanu@gmail.com