

STUDIUL DE FEZABILITATE PRIVIND FERMENTAREA ANAEROBĂ A DEȘEURILOR AGROINDUSTRIALE ȘI COMUNALE ÎN VEDEREA PROTECȚIEI MEDIULUI AMBIANT ȘI PRODUCERII BIOGAZULUI

**Prof. dr. ing. D. Ungureanu, conf. dr. ing. I. Ioneț și ing. Totoc Gh., - Universitatea Tehnică a Moldovei, dr. în ec. Râbac G.–
Academia de Studii Economice a Moldovei**

1. Introducere

Dezvoltarea activității industriale, agricole cât și cea a localităților a acutizat problema deșeurilor, în special a celor lichide, aceasta necesitând tehnici de tratare din ce în ce mai evoluate, în raport cu caracterul poluant al acestor deșeuri cât și în concordanță cu cadrul legislativ în continuă perfecționare privind protecția mediului înconjurător.

Apariția fenomenelor de poluare, creșterea accentuată a cantității de deșeuri provenite din activitatea umană, între care un loc important îl dețin deșeurile agroindustriale și nămolurile stațiilor de epurare a apelor uzate, lipsa spațiilor de depozitare și toate celelalte aspecte legate de problematica poluării mediului, au impus inițierea unui studiu de fezabilitate privind fermentarea deșeurilor agroindustriale și comunale din Republica Moldova în scopul reducerii poluării mediului ambiant și producerii biogazului.

Unica soluție rezonabilă a problemei nămolurilor și altor deșeuri organice, problemă acută pentru orice țară din lume, este reintegrarea acestora în agroecosisteme, soluție adoptată în toate țările. Această reintegrare pe terenurile agricole impune o tratare specială a deșeurilor amintite care să satisfacă cerințele agrotehnice și sanitare.

Procedeele de tratare a reziduurilor lichide practicate în toată lumea sunt cele devenite clasice deoarece sunt aplicate cu succes pe parcursul a multor zeci de ani și sunt unicele care la stadiul actual reprezintă avantaje tehnico-economice, acestea fiind îngroșarea, stabilizarea, deshidratarea și dezinfectia.

Prin procedeul de stabilizare a deșeurilor organice se urmărește să se descompună fracția ușor biodegradabilă (putrescibilă) care poate produce în condiții necontrolate fenomene poluante. Reziduurile stabilizate mai conțin o cantitate importantă de substanță organică ($\approx 50\%$) care poate fi ușor asimilată în humus, în cazul valorificării acestora ca îngrășământ.

Calea cea mai des aplicabilă pentru stabilizarea deșeurilor organice este cea biologică, prin descompunerea fracției organice de către bacterii specializate pentru mediul aerob când procesul poartă denumirea de stabilizare (mineralizare) aerobă, sau pentru mediul fără oxigen când procedeul se numește fermentare anaerobă. Rațiuni de ordin energetic precum și posibilitatea de valorificare a biogazului au condiționat aplicarea mai frecventă a fermentării anaerobe, în prezent existând un număr considerabil de tehnologii și instalații aplicate în practică.

Studiul de fezabilitate prezent a fost efectuat în speranța că el va aduce o contribuție pozitivă la implementarea tratării anaerobe a nămolurilor și deșeurilor organice și chiar a apelor uzate de mare încărcare și în acest fel la protecția mediului înconjurător cu un consum redus de energie.

În acest context la alegerea tehnologiilor de fermentare anaerobă a fost urmărită implementarea nu a celei mai sofisticate tehnologii cunoscute din literatura de specialitate, ci a tehnologiei celei mai indicate față de condițiile existente sau a celei care poate fi asigurată în perspectiva apropiată.

Astfel, pentru fermentarea nămolurilor din stațiile de epurare orășenești și a dejecțiilor animaliere a fost considerată tehnologia și instalațiile oferite de către SC IPROMED S.A.,

București, iar pentru epurarea apelor uzate industriale de mare încărcare (industria alimentară) - tehnologia elaborată de către autorii acestui studiu, cu utilizarea microflorei fixate în instalațiile tip filtre anaerobe înecate [1, 2, 3].

2. Volumele deșeurilor agroindustriale și ale nămolurilor stațiilor de epurare.

Având în vedere tehnologiile existente și răspândite de fermentare anaerobă a deșeurilor organice și, în special, faptul că procesele biochimice cu participarea microflorei sunt mai intensive în mediul lichid, la umidități ale masei fermentate ce depășesc 90%, s-au luat în considerație următoarele tipuri de deșeuri existente în sectorul agroindustrial și al gospodăriei comunale:

- dejecții de la vitele mari cornute, în special fermele și complexele de vaci și viței;
- dejecții de la întreprinderile de creștere a porcinelor;
- de la fabricile de zahăr (ape uzate concentrate);
- de la fabricile de conservare a legumelor și fructelor (ape uzate concentrate);
- nămolurile stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești.

Volumele deșeurilor din sectorul agroindustrial au fost evaluate în baza datelor Ministerului Agriculturii și Alimentației la nivelul anului 1996, iar ale nămolurilor din stațiile de epurare - conform datelor Ministerului Gospodăriei Comunale și ale Inspectoratului Ecologic de Stat, de asemenea pentru anul 1996.

Astfel s-au luat în considerație 19 întreprinderi de vite mari cornute cu un aport considerabil de dejecții, care prezintă interes din punct de vedere al producției de biogaz precum și un pericol iminent de poluare a mediului ambiant.

Conform aceluiași principiu s-au considerat 27 întreprinderi de creștere a porcinelor. Au fost evaluate de asemenea fabricile de zahăr și spirt în număr de 11, precum și 9 fabrici de conserve dotate cu stații de epurare.

Separat s-a ținut cont de stațiile de epurare în funcțiune din 38 localități din republică.

La evaluarea cantităților de dejecții animaliere s-au adoptat valori specifice medii:

- la vite mari cornute - 35 kg/cap cu umiditatea medie de 86,2%;
- la porcine - 5 kg/cap cu umiditatea medie de 87%.

Pentru astfel de surse de nămoluri organice, cum ar fi stațiile de epurare a apelor uzate orășenești și de la fabricile de conserve la baza calculelor au fost luate debitele de ape uzate și încărcarea lor cu materii în suspensii și valoarea CBO funcție de care s-au determinat conform normativelor debitele de nămol rezultat din epurarea apelor uzate: nămol brut primar (rezultat din epurarea mecanică) cu umiditatea medie de 95% și nămol secundar sau activ (rezultat din epurarea biologică) cu umiditatea medie de 98%. Pentru fabricile de spirt și zahăr care nu dispun de stații de epurare tradiționale, cu treapta mecanică și cea biologică, în calcul s-au luat debitele de ape uzate de mare încărcare, ele însele servind drept sursă de obținere a biogazului.

Deoarece la fermentarea anaerobă este degradată biologic partea organică a deșeurilor și respectiv ea este transformată parțial în biogaz, a fost calculată și masa uscată organică a dejecțiilor, partea căreia la vite mari cornute constituie 84% din masa uscată a solidelor, iar la porcine - 85%. Iar pentru apele uzate de mare încărcare conținutul de substanțe biodegradabile este exprimat prin valorile CCO eliminat (v. fabricile de zahăr).

De menționat că în realitate în republică există înmagazinate (depozitate) de câteva ori mai multe deșeuri organice biodegradabile care poluează mediul. Astfel, nu s-au luat în considerare dejecțiile animaliere depozitate în bataluri de pământ pe lângă ferme și complexe, acestea constituind câteva milioane de metri cubi - un potențial important atât impurificator al apelor freactice și al atmosferei cât și de materie primă pentru obținerea biogazului și a

Îngrășămintelor organice naturale după o tratare respectivă. Motivul din care nu s-a considerat această categorie de deșeuri este acela că cu timpul ele își modifică proprietățile și sunt treptat utilizate de stăpânii respectivi în agricultură, neașteptând când vor fi construite instalațiile de biogaz pentru tratarea lor. Altă categorie de deșeuri de care în acest studiu nu s-a ținut cont sunt deșeurile menajere solide care se depozitează în gunoiștile din jurul localităților. Pentru ele tratarea în exclusivitate anaerobă pentru obținerea biogazului este discutabilă, existând mai multe alternative, care nu prezintă subiectul acestui studiu.

Deci, s-au luat în considerație acele deșeuri organice care se reproduc în permanență și reprezintă surse renovabile de energie și de poluare a mediului.

3. Calculul volumului posibil de biogaz.

La evaluarea cantității de biogaz ce poate fi obținut din deșeurile menționate anterior s-a luat în calcul producția (debitul) specifică de biogaz, care constituie, respectiv:

- pentru dejecțiile de la vitele mari cornute, în mediu - 0,260 m³biogaz/kg masă organică uscată;
- pentru dejecțiile de la crescătoriile de porcine - 0,42 m³/kg;
- pentru nămolurile stațiilor de epurare ale fabricilor de conserve - 0,348 m³/kg;
- pentru nămolurile stațiilor de epurare a apelor uzate din localități - 0,33 m³/kg;
- pentru apele uzate de mare încărcare de la fabricile de spirt și zahăr - 0,41 m³/kg CCO eliminat.

Astfel, volumele posibile de biogaz constituie respectiv:

- de la fermele și complexe de vite mari cornute considerate - 15 429 m³biogaz/zi;
- de la crescătoriile de porcine - 76 619 m³/zi;
- de la stațiile de epurare ale fabricilor de conserve - 66 295 m³/zi;
- de la stațiile de epurare ale localităților considerate – 88 127 m³/zi;
- de la fabricile de spirt și zahăr - 54 495 m³/zi.

În total, astfel, s-ar putea obține 300 mii m³biogaz/zi sau cca 110 mln m³/an, ceea ce poate fi exprimat în echivalent de combustibil lichid (păcură sau motorină) și evaluat la cca 60 mii tone.

4. Argumentarea tehnico-economică

Argumentarea economica a măsurilor îndreptate spre protecția mediului înconjurător se efectuează prin comparația efectelor sale economice cu cheltuielile necesare pentru realizarea lor, utilizând indicii de eficiență generală și comparativă ale cheltuielilor pentru realizarea acestor măsuri.

Indicii eficienței comparative se determină cu valoarea cheltuielilor de exploatare generale și investiții capitale necesare pentru realizarea măsurilor de protecție a mediului ambiant, incluzând factorul durată de recuperare a investițiilor.

Argumentarea economică prezentă a fost efectuată în conformitate cu “Metodica provizorie pentru determinarea eficienței economice de la realizarea măsurilor de protecție a mediului ambiant și evaluarea prejudiciului economic adus în cazul poluării mediului ambiant”, adoptată de Departamentul Protecției Mediului Înconjurător al R.M.

În corespundere cu această metodică s-au calculat indicii de eficiență comparativă a cheltuielilor pentru instalațiile de epurare anaerobă cu producerea biogazului cu capacitatea de 250, 750 și 1500m³. Datele pentru instalațiile de biogaz cu capacitățile 250-1500 m³ au fost oferite de către Societatea Comercială IPROMED S.A., București (România), în conformitate

cu care s-au calculat indicii economici prezentați în tabelele 1 și 2 (rata cursului LM față de US \$ - 4.61).

Tabelul 1

Indicii tehnico-economici ai instalațiilor de biogaz

| Nr. crt. | Indicii tehnico-economici | Unitatea de măsură | Capacitatea totală, m ³ | | | |
|----------|--|---------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------|
| | | | 250 | 750 | 1500 | |
| | | | Capacitatea utilă, m ³ | | | |
| | | | 200 | 600 | 1200 | |
| 1. | Valoarea investiției totale | mii lei mii \$ | 543.06 116.10 | 841.064 182.84 | 1133.44 246.40 | |
| | din care: | | | | | |
| | - utilaje | mii lei mii \$ | 79.782 17.344 | 82.740 17.987 | 93.026 20.223 | |
| | - construcții | mii lei mii \$ | 344.154 74.816 | 684.200 140.913 | 930.290 202.237 | |
| | - proiectare | mii lei mii \$ | 103.684 22.540 | 103.684 22.540 | 103.684 22.540 | |
| | - transportul | mii lei mii \$ | 6.44 1.40 | 0.44 1.40 | 6.44 1.40 | |
| | 2. | Producția brută de biogaz | mii m ³ /an | 91.00 | 273.00 | 546.00 |
| | 3. | Producția netă de biogaz | mii m ³ /an | 71.00 | 215.00 | 430.00 |
| 4. | Producția totală de biogaz echivalent căldură | Gcal | 373 | 1183 | 2366 | |
| 5. | Valoarea producției netă de biogaz echivalent căldură (325, 86 lei/Gcal) | mii lei | 121.55 | 385.49 | 770.98 | |
| | | mii \$ | 26.42 | 8380 | 171.33 | |
| 6. | Producția de îngrășăminte, tip NPK | tone/an | 5.05 | 15.0 | 30.0 | |
| 7 | Valoarea producției de îngrășăminte, NPK | mii lei/an | 5.05 | 15.0 | 30.0 | |
| | | mii \$/an | 1.10 | 3.26 | 6.52 | |
| | Total venituri | mii lei/an | 126.60 | 400.49 | 800.98 | |
| | | mii \$/an | 27.52 | 87.06 | 174.03 | |

Tabelul 2

Cheltuieli anuale de exploatare pentru producerea biogazului

| Nr. crt. | Cheltuieli anuale | Unitatea de măsură | Capacitate totală, m ³ | | |
|----------|--|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | 250 | 750 | 1500 |
| 1. | Cheltuieli materiale - apa subterana (1.8 lei/10 m ³). | m ³ mii lei/an | 100 0.02 | 50000 9.0 | 50000 9.0 |
| 2. | Cheltuieli materiale - energie electrică (0.25 lei/Kwh). | Kwh mii lei/an | 3360 0.84 | 5400 1.35 | 7400 1.85 |
| 3. | Remunerarea muncii personalului de exploatare (4 persoane x 500 lei/lună x 12 luni). | mii lei/an | 12 | 24 | 24 |
| 4. | Cota asigurării sociale (35% din remunerare). | mii lei/an | 4.2 | 8.4 | 8.4 |
| 5. | Cheltuieli de amortizare (20% din investiții). | mii lei/an | 76.29 | 168.21 | 226.69 |
| 6. | Alte cheltuieli (10%). | mii lei/an | 8.4 | 21.10 | 27.0 |
| | Total cheltuieli anuale. | mii lei/an mii \$/an | 101.75 22.12 | 232.06 50.45 | 296.94 64.55 |
| | Durata recuperării investițiilor capitale | ani | 20 | 5 | 2.25 |
| | Durata recuperării investițiilor ținând cont de factorul inflației. | ani | 4.42 | 2.26 | 1.5 |
| | Coeficientul de recuperare a investițiilor capitale. | ani ⁻¹ | 0.05 | 0.20 | 0.44 |
| | | | | | |

Prețurile pentru 1 tonă de îngrășăminte de tip NPK au fost luate de la Societatea "Fertilitate", iar pentru 1 Gcal de energie termica - de la Secția de decontare a Asociației "Termocom".

Eficiența economică absolută a investițiilor capitale în măsurile îndreptate spre protecția mediului înconjurător se determină cu raportul dintre valoarea anuală a efectului economic micșorată cu cheltuielile de exploatare și deservire a instalației, și volumul investițiilor capitale, care asigură efectul dat.

Variantele date au fost examinate și în corespundere cu concepția Băncii Mondiale privind, studiul de fezabilitate. A fost adoptată rata de actualizare $i = 20\%$, rata inflației (conform pronosticului Băncii Naționale pe a.1997) - 15%.

În scopul comparării variantelor pentru capacitățile 250, 750 și 1500 m³ s-au calculat cheltuielile totale actualizate (CTA) și venitul net actualizat (VNA).

Durata de recuperare a investițiilor (T_r) este un indicator care exprima capacitatea obiectivului de a restitui capitalul investit. Conform definiției, T_r , determină numărul de ani după care suma veniturilor anuale nete actualizate (VNA) la rata i devine egală cu valoarea investițiilor actualizate.

Calculule efectuate au indicat că durata recuperării investițiilor (cu factorul inflației) va fi:

pentru instalația cu capacitatea 250 m³ - 4.42 ani,
750 m³ - 2.26 ani,
1500 m³ - 1.5 ani.

Actualizarea cheltuielilor de investiții și de producție, a veniturilor brute și nete presupune utilizarea unei valori concrete apriori stabilite, a ratei i de actualizare, însă rata i , la rândul său, poate fi tratată și ca un indicator de eficiență economică numit rata internă de rentabilitate (RIR).

Rata internă de rentabilitate, după definiție, exprimă rata de actualizare care egalează valorile actualizate ale veniturilor și ale cheltuielilor totale pentru întreaga perioadă de studiu. Pentru variantele date avem:

- instalațiilor de 250 m³ corespunde RIR = 22.6%,
- celor de 750 m³ corespunde RIR = 44%,
- iar celor de 1500 m³ corespunde RIR = 67%.

De menționat de asemenea obținerea efectului economic de la ameliorarea stării mediului ambiant, economisirea și utilizarea mai deplină a resurselor naturale, substituirea îngrășămintelor neorganice cu cele organice, obținute în mod netradițional.

Aceasta conduce la rândul său la diminuarea poluării și conținutului de substanțe toxice în atmosferă și în bazinele acvatice.

Efectul general social-economic constă în ridicarea nivelului de viață a populației și a eficienței economice naționale. De aceea el poate fi exprimat printr-un șir de efecte sociale concrete de rând cu cele economice, indicate mai sus.

Efectele sociale includ îmbunătățirea condițiilor de muncă și odihnă, susținerea echilibrului ecologic (conservarea fondului genetic), menținerea valorii estetice a configurației geografice a naturii, a monumentelor naturii, a rezervațiilor naturale ș.a.m.d. Efectele sociale nu pot fi prezentate cu cifre concrete, dar faptul că ele vor avea loc este evident.

Reieșind din cele expuse mai sus, putem face concluziile următoare: instalația de epurare anaerobă cu producerea biogazului cu capacitatea 1500 m³/an în condițiile Republicii Moldova poate să aducă venituri anuale în marime de 800.98 mii lei, ceea ce permite recuperarea investițiilor capitale pentru construcția ei în timp de 1.5 ani, cele cu capacitatea de 750 m³ - un venit anual de 400,49 mii lei cu recuperarea investițiilor în 2,26 ani și, în sfârșit, cele cu capacitatea de 250 m³ se pot recupera în 4,42 ani. Eficiența economică absolută a

investițiilor capitale constituie, respectiv 0.44, 0.20, 0.05 iar în afară de aceasta, efectele ei sociale sunt prezente fără nici o îndoială.

Implementarea tehnologiei de tratare anaerobă a deșeurilor agrozootehnice precum și a nămolurilor de la stațiile municipale de epurare a apelor uzate și în cadrul întreprinderilor de prelucrare a producției agricole va conduce la eliberarea și recultivarea suprafețelor de pământ destul de mari ocupate pentru depozitarea acestora, la prevenirea eroziunii solurilor, la protecția mediului ambiant ș.a.

5. Concluzii generale

Investițiile capitale în proiectarea și construcția instalațiilor de biogaz sunt foarte mari și în condițiile Republicii Moldova, ținând cont de situația economică actuală, nu pot fi suportate de fermieri și de sectorul comunal. Iar sinecostul 1m³ de biogaz este atât de mare încât nici nu poate fi vorba de o concurență a fermentatoarelor anaerobe cu sursele tradiționale de energie. Conform metodicilor tradiționale de calcul al duratei de recuperare a investițiilor capitale (fără considerarea inflației), instalațiile cu capacitatea de 250, 750 și 1500 m³ se pot recupera respectiv, în 20, 5 și 2,25 ani și aceasta la niște indici de exploatare foarte înalți și cu condiția realizării nămolurilor fermentate ca îngrășământ organic, lucru care în prezent poate fi acceptat doar teoretic.

Din punct de vedere al protecției mediului înconjurător stabilizarea sau fermentarea deșeurilor lichide este o condiție obligatorie, ținând cont în primul rând, de cerințele sanitare.

Cu considerarea acestei condiții ecologice și cu condiția participării statului cu măcar 50% din investițiile capitale, implementarea instalațiilor de biogaz poate fi realizată pe parcursul unui interval de timp destul de mare.

Rămân nesoluționate două aspecte ale problemei în cauză. În primul rând, lipsește metoda evaluării prejudiciului economic adus mediului ambiant prin evacuarea dejecțiilor organice nefermentate, care să poată susține dovada necesității unei fermentări obligatorii prin prezentarea unor valori de prejudicii exprimate în bani și nu prin argumente de ordin moral sau etic, estetic etc.

În al doilea rând nu este recunoscută sau legalizată metoda de calcul al duratei de recuperare a investițiilor capitale cu considerarea inflației, fenomen care este prezent în economia de piață în tranziție, iar acest lucru nu favorizează investițiile în acest domeniu.

Bibliografie

1. Ungureanu D., Ioneț I. – Tratarea anaerobă a apelor uzate cu ajutorul microflorei fixate: J.“Biotehnologia”, (Moscova), 1990, nr. 2, p.48-50.
2. Ungureanu D. – Epurarea avansată a apelor reziduale de la porcine: Lucr. colocv. tehn. – șt. “Instalații pentru construcții și economia de energie (ed. III-a), Iași, 1993, p.281-292.
3. Ungureanu D., Ioneț I. – Epurarea anaerob-aerobă a apelor uzate cu grad înalt de poluare în instalații cu microflora fixată: Lucr. XXIX Conf. de instalații “Echipamente și sisteme de instalații '95, Sinaia, 1995, p. 152-1595.
4. Topală E. Studiu de fezabilitate, București, 1991.