



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

CONSIDERAȚII ASUPRA MODALITĂȚILOR DE VALORIFICARE ENERGETICĂ A DEȘEURILOR MUNICIPALE ÎN JUDEȚUL SATU MARE

Sandor MANESES, Vasile Filip SOPORAN,
Tiberiu LEHENE, Marius Dan CRIȘAN

CONSIDERATIONS ON MODALITIES HOW MUNICIPAL WASTE ENERGY CAPITALIZING IN COUNTY SATU MARE

This paper proposes a method of critical analysis of methods of municipal waste energy recovery, with emphasis on the fraction that can not be integrated into traditional recycling streams. We refer to this category of waste, which includes a degraded state, plastic, paper, wood and textiles that can not be recycled, recovered through existing pathways. Among the main objectives of this work are: waste structure analysis at regional warehouse Doba and their potential exploited; Determination of the energy potential of partially dried; Analysis on the processes of energy capitalizing from municipal waste

Keywords: Municipal waste, energy potential, energy capitalizing, fuel economy

Cuvinte cheie: deșeuri municipale, energie potențială, valorificare energetică, economia de combustibil

1. Motivația lucrării

Lucrarea propune spre rezolvare două dintre problemele actuale din domeniul gestionării deșeurilor: reducerea volumului de deșeuri depozitate și soluții de valorificare a potențialului energetic al

acestora. Există diferite tehnologii de convertire a deșeurilor municipale în energie termică și electrică, cum ar fi incinerarea, coincinerarea în instalații de cogenerare, coincinerarea în industria cimentului. Aceste tehnologii prezintă două mari inconveniente: costul ridicat al investiției în instalația de incinerare și problemele legate de transportul deșeurilor la aceste instalații. Pornind de la aceste considerente, apare ca fiind necesară dezvoltarea de noi metode și tehnologii în vederea înglobării deșeurilor municipale în diferite materiale și perfecționarea unor rețete pentru combustibil solid tip brichete. Prin urmare, motivarea lucrării este determinată de dezvoltarea tehnologiilor care contribuie la rezolvarea celor două probleme rezultate din politicile publice actuale ale Uniunii Europene din acest domeniu:

- reducerea volumului mare al deșeurilor care se îndreaptă spre depozitare;
- nevoia valorificării potențialului energetic al deșeurilor care permit acest lucru.

Având în vedere condițiile existente la nivelul României, unde colectarea nu se realizează selectiv și depozitarea deșeurilor menajere se face în proporție de 89,6 % [1], considerăm că motivația prezentată este una reală, foarte actuală și presantă.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea de față își propune determinarea unei metode de stabilire a potențialului energetic al materialelor existente în cadrul deșeurilor menajere, în condițiile în care acestea nu sunt colectate selectiv și destinația acestora este reprezentată de eliminarea prin depozitare, ca o condiție prealabilă stabilirii unei metode și tehnologii de valorificare.

3. Formularea problemei

Activitatea de cercetare, exprimată în cadrul acestei lucrări, constă în stabilirea unei metodologii de determinare a potențialului material și energetic al deșeurilor menajere, care nu au fost supuse unei colectări selective, iar precolectarea le-a făcut improprii utilizării materiale și/sau energetice prin metodele devenite tradiționale. Extinderea domeniului de aplicare către deșeurile ajunse la nivelul depozitelor devine o parte importantă a problemei.

4. Metoda de cercetare

Cercetarea se realizează prin determinarea pe cale teoretică a unei metode de apreciere a valorii energetice a deșeurilor generate. Etapele propuse de această cercetare sunt:

- analiza compoziției deșeurilor;
- determinarea potențialului energetic al acestora;
- estimarea economiilor de combustibil în cazul valorificării părții uscate din deșeurile generate anual, în județul Satu Mare, depozitate la Doba.

5. Descrierea metodologiei

Activitățile de cercetare, desfășurate în formularea unei soluții a problemei puse, sunt legate de următoarele aspecte:

- analiza compoziției deșeurilor de la depozitul regional Doba și asupra potențialului lor de valorificare;
- determinarea valorii materiale, energetice și de mediu a deșeurilor cu potențial de valorificat;
- analiza critică asupra procedeelelor de valorificare materială și energetică a deșeurilor municipale.

5.1 Analiza compoziției deșeurilor

Conform datelor obținute de la Serviciul Managementul Regional al Deșeurilor din cadrul Consiliului Județean Satu Mare, deșeurile depozitate în anul 2012 au următoarea compoziție: hârtie carton 9,1 %; lemn 1,26 %; textile 4,64 %; sticlă 4 %; metal 5 %; plastic 14 %; materiale biodegradabile 45 %; altele 17 %; total 100 % [2].

Aceste date au rezultat din determinările zilnice ale compoziției deșeurilor pe o perioadă de o săptămâna. Prelevarea probelor s-a făcut atât din deșeurile provenite din mediul urban, municipiul Satu Mare, cât și din mediu rural. Ca și metodologie de lucru s-a adoptat, analizarea zilnică a unei cantități de aproximativ 0,25 m³, prin separare manuală. Datele obținute au fost prelucrate și confruntate cu cele din literatura de specialitate.

5.2 Determinarea potențialului energetic

Potențialul energetic al unui material poate fi definit ca fiind energia pe care acesta o poate elibera prin ardere și este exprimat prin puterea calorifică.

Pentru determinarea puterii calorifice, literatura de specialitate indică mai multe metode: cea experimentală prin măsurarea energiei eliberate în urma reacției de oxidare în bomba calorică și metode analitice, dintre care cea mai cunoscută este formula empirică a lui Mendeleev.

Compoziția chimică și puterea calorifică a materialelor conținute în deșeurile municipale, cu potențial de valorificare energetică, sunt prezentate în tabelul 1 (Compoziția chimică și puterea calorifică a materialelor conținute în deșeurile municipale, cu potențial de valorificare energetică).

Tabelul 1

Frația	Puterea calorifică, kJ/kg	Elemente componente, [%]					
		C	H ₂	N	S	O ₂	Cl
Hârtie	12297	32,7	6,20	0,12	0,1	51	0,1
Lemn	15684	41,9	5,72	0,70	0,1	44	0,1
Textile	18774	52,5	5,69	0,44	0,2	41	0
Plastic	46084	83,8	13,1	0,05	0,1	2.6	0,1
Biodegradabila	17258	42,5	5,86	0,98	0,4	43	0,4

Dintre formulele empirice propuse cea mai cunoscută este cea a lui Mendeleev:

$$Q_s = 81C + 300H - 26(O - S) \text{ [GJ]} \quad (1)$$

unde:

Q_s este puterea calorifică, [GJ]; C conținutul de carbon, [%]; H conținutul de hidrogen, [%]; O conținutul de oxigen [%] și S conținutul de sulf [%].

5.3 Potențialul energetic specific

Potențialul energetic specific al deșeurilor generate în județul Satu Mare, se determină pentru 1 kg de deșeu municipal, luând în considerare elementele componente uscate a acestuia (hârtie, lemn, textile și plastic).

Ponderele elementelor părții uscate în cadrul componente uscate și în întreaga cantitate de deșeuri sunt prezentate în tabelul 2.

Potențialul energetic al părții uscate se poate calcula cu următoarea formula:

$$PE_{\text{specific}} = p_h \cdot X_{C_{ph}} + p_l \cdot X_{C_{pl}} + p_t \cdot X_{C_{pt}} + p_p \cdot X_{C_{pp}} \quad (2)$$

unde:

PE_{specific} – potențialul energetic specific, kJ/kg;

p_h, p_l, p_t, p_p – conținutul de hârtie, lemn, textile și plastic, [%];

$C_{ph}, C_{pl}, C_{pt}, C_{pp}$ – puterea calorifică a hârtiei, lemnului, textilelor respectiv plasticului, [kJ/kg];

Potențialul energetic specific, teoretic, al unui kilogram de deșeu uscat, având componența celui analizat în cadrul lucrării, este $PE_{\text{Specific}} = 29,97$ MJ/kg.

Tabelul 2

Fracția	În parte uscată, %	În total deșeuri, %
Hârtie	31,38	9,10
Lemn	4,34	1,26
Textile	16,00	4,64
Plastic	48,28	14,00
Total	100,00	29,00

5.3.1 Calculul potențialului energetic anual

Calculul potențialului energetic al părții uscate, din cadrul deșeurilor municipale colectate într-un an la nivelul județului Satu Mare, poate fi estimat ținând cont de cantitatea totală a deșeurilor colectate, ponderea părții uscate a acestuia și potențialul energetic specific:

$$PE_{\text{anual}} = M \cdot P_{\text{uscat}} \cdot PE_{\text{specific}} \quad (3)$$

unde:

PE_{anual} – potențialul teoretic total, anual, [GJ];

M – masa deșeurilor depozitate anual, [t];

P_{uscat} – ponderea părții uscate a deșeurilor, [%];

PE_{specific} – potențialul energetic specific, [GJ/t].

Știind că în depozitul regional Doba sunt depuse anual 53.000 t [2] și cunoscând proporția de parte uscată a acestora și potențialul specific al acestora rezultă un potențial energetic anual:

$$PE_{\text{anual}} = 457\ 872,3 \text{ GJ} = 127\ 186,75 \text{ MWh}$$

Echivalând potențialul energetic anual al deșeurilor în combustibil convențional, un combustibil fictiv având puterea calorifică de 8,141 MJ/kg, rezultă o cantitate de 15 622,98 t cc., sau un echivalent de 47 000 m³ de lemn sau cu 30 000 t de lignit.

6. Tendințe în tehnologii de valorificare energetică a deșeurilor municipale

La nivel mondial există o diversitate de studii ce au ca scop transformarea deșeurilor în combustibil util și transportabil. Acestea studiază diferite aspecte ale procesului de fabricație, cum ar fi umiditatea, granulația, compoziția materiei prime, respectiv influența temperaturii și a presiunii.

Ca și compoziție a materiei prime, întâlnim o diversitate foarte mare de materii prime folosite de exemplu, din reziduuri agricole [4], reziduuri industriale de cărbune (praf de cărbune) folosind ca liant deșeuri plastice [5] peletizarea deșeurilor municipale solide compostate [6], studiul amestecurilor de deșeuri din agricultura cu deșeuri din materiale plastice degradate [7].

Rețetele studiate 80 % praf de cărbune, 20 % liant HDPE [3], sau 75 % hârtie 25 % plastic reciclat (PET, PP și HDPE), cărbune 80 %, DSM 17 % (hârtie, plastic și lemn) cu liant 3 % [4], au prezentat cele mai bune rezultate în ceea ce privește proprietățile mecanice ale brichetelor, în special rezistența la compresie. Literatura studiată se concentrează pe două direcții în ceea ce privește rețetele:

- folosirea în mare parte a prafului de cărbune și a deșeurilor din agricultură (paie) în combinație cu DSM;
- folosirea hârtiei, plasticului și lemnului, utilizând ca liant plastic reciclat.

Luând în considerare compoziția deșeurilor descrisă în capitolul anterior, cu o putere calorifică de 29,98 de Mj/kg, există șanse reale ca brichetarea directă să ducă la rezultate optime.

Granulația materiei prime are o influență foarte mare asupra proprietăților fizice și a proprietăților de ardere a brichetelor. S-a constatat că granulația materiei prime nu trebuie să depășească 8 mm, cea optimă fiind de 2 - 6 mm [3]. La această granulație, materia primă se poate omogeniza, în așa fel, încât arderea brichetelor să fie optimă.

Un alt aspect important este conținutul de umiditate, DSM au un conținut ridicat de umiditate (30-40 %). De aceea, este necesară includerea în procesul de fabricație, a fazei de uscare până la un conținut de umiditate de max. 10 - 20 %.

În ceea ce privește tehnologia de presare, există două variante: extrudarea [5], pentru fabricația peletelor, respectiv presarea utilizată la fabricația brichetelor [4]. În cazul în care liantul folosit este plasticul din compoziția deșeurilor, temperatura optimă de presare se situează între 110 - 150 °C. Presiunea necesară obținerii brichetelor depinde de

granulația și de temperatura amestecului și poate varia între 1 și 10 MPa [6].

Combustibilul astfel obținut se poate folosi în cazane cu gazeificare, unde temperatura de ardere în focar ajunge la 1200 °C, temperatură la care toate componentele nocive din deșeurile plastice ard în totalitate.

7. Concluziile activității de cercetare

■ Pentru a realiza o gestiune sustenabilă a deșeurilor este necesară o aplicare cât mai reală a directivei 2008/98/CE, ce definește soluțiile pentru gestionarea deșeurilor și anume: prevenirea, pregătirea pentru reutilizare, reciclarea materialelor, valorificarea energetică și deponarea.

■ Se depun eforturi mari în privința implementării acestei directive, cu scopul de a reduce cantitatea de deșeuri deponate. Deși s-au înregistrat progrese mari în domeniul reciclării materialelor, totuși rămâne o cantitate considerabilă de materiale care nu se poate recicla, din cauza degradării sau a lipsei de infrastructura specifică. Analizând datele EUROSTAT se poate observa, că în țările unde există tehnologie pentru valorificarea energetică (incineratoare, co-incineratoare) gradul de reciclare este mult mai mare. Costurile pentru realizarea instalațiilor de incinerare cu recuperare energetică sunt foarte mari.

■ La Depozitul Regional Doba, prin realizarea liniei de brichetare, volumul deșeurilor deponate se poate reduce cu 27 % și se pot realiza venituri consistente.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> -ultima accesare 15.03.2017

[2] * * * Studiu de Fezabilitate NR. E211-2013, Sistemul de închidere a celulei nr.1 depozitul de deșeuri urbane Doba, județul Satu Mare, Ecotech Invest

[3] * * * Handbook of Solid Waste Management George Tchobanoglous, Frank Kreith, DOI: 10.1036/0071356231

[4] Chuen-Shii Chou, Sheau-Horng Lin, Chun-Chieh Peng, Wen-Chung Lu, *The optimum conditions for preparing solid fuel briquette of rice straw by a piston-mold process using the Taguchi method*, Fuel Processing Technology 90, 2009.

[5] Massaro, M.M., Son, S.F., Groven, L.J., *Mechanical, pyrolysis, and combustion characterization of briquetted coal fines with municipal solid waste plastic (MSW) binders*, Fuel 115, 2014.

- [6] Pasek Ari Darmawan, Kilbergen, W., Gultom & Aryadi Suwono, *Feasibility of Recovering Energy from Municipal Solid Waste to Generate Electricity 2013*, ITB Journal Publisher, ISSN: 2337-5779, DOI: 10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.3.3
- [7] Unchana Auprakul, *Densified Fuels from Mixed Plastic Wastes and Corn Stover*, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200 Thailand,
- [8] Orsulik Eugeniusz, Jan Jachyra, *The concept of energy production on the basis of modern alternative fuel*, DOI: 10.2478/2013.
- [9] Zafari Abedin and Mohammad Hossein Kianmehr, *Effect of raw material proprieties and die geometry on the density of biomass pellets from composted municipal solid waste*, bioresources.com.

Drd. Ing. Sandor MANESES
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: sandor.maneses@gmail.com

Prof. univ. Dr. Ing. Vasile Filip SOPORAN
Departamentul Ingineria Mediului și Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR
e-mail: vfsoporan@gmail.com

Asist. univ. Dr. ing. Tiberiu LEHENE
Departamentul Ingineria Mediului și Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR
e-mail: Tiberiu.Lehene@imadd.utcluj.ro

Şef lucr.Dr.Ing. Marius Dan CRIŞAN
Departamentul Ingineria Mediului și Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: Marius.Crisan@imadd.utcluj.ro