

LINII TEHNOLOGICE DE VALORIFICARE A BIOMASEI VEGETALE

Dr. ing. Gabriela MATACHE¹, Dr. ing. Gheorghe ȘOVĂIALĂ¹, Ing. Ioan PAVEL,
Ing. Ștefan ȘEFU

¹ Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronică INOE 2000, filiala Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică INOE 2000 – IHP, București, Romania

REZUMAT. Lucrarea prezintă realizările efectuate de INOE 2000 privind introducerea inovării în zona rurală, prin valorificarea maximă din fluxurile laterale a întregului lanț valoric de subproduse de biomasă. Utilizarea și valorificarea potențialului energetic al biomasei este dorită pentru substituirea treptată a consumului de combustibilul fosil prin procesarea biomasei vegetale (tocate și uscate sub 20% umiditate) sau transformare în brichete și peleți pentru utilizare în scop industrial, casnic sau social (încălzirea instituțiilor sociale: grădinițe de copii, școli, case de cultură, spitale, policlinici, puncte medicale ș.a.) în condiții de dezvoltare durabilă, eficiență și competitivitate.

Cuvinte cheie: valorificare, biomasa, potential energetic, sustenabilitate

ABSTRACT. The paper presents the achievements of INOE 2000 regarding the introduction of innovation in rural areas, by maximizing the utilization of lateral streams throughout the entire value chain of biomass by-products. The use and exploitation of the energy potential of biomass is aimed at gradually replacing the consumption of fossil fuels by processing plant biomass (chopped and dried to below 20% humidity) or converting it into briquettes and pellets for industrial, domestic, or social use (heating social institutions: kindergartens, schools, cultural centers, hospitals, clinics, medical points, etc.) under conditions of sustainable development, efficiency, and competitiveness.

Keywords: valorification, biomass, energy potential, sustainability.

1. INTRODUCERE

Liniile de prelucrare a biomasei sunt sisteme tehnologice complexe utilizate pentru transformarea biomasei brute (deșeuri agricole, forestiere, resturi organice) în produse energetice (electricitate, căldură), combustibili (biogaz, bioetanol, biodiesel), și alte produse cu valoare adăugată (peleți, brichete, îngrășăminte organice). Aceste linii includ diverse procese precum măcinarea, uscarea, fermentația, digestia anaerobă, piroliza, și gazeificarea, adaptate specific la tipul de biomasă și produsul final dorit. Principalele tipuri de linii de prelucrare includ cele pentru producția de combustibili solizi (peleți și brichete), lichizi (bioetanol și biodiesel), și gazoși (biogaz), precum și biorefineriile avansate care produc o gamă largă de produse chimice și energetice.

Aceste linii sunt esențiale pentru centralele de cogenerare, sistemele de încălzire centralizată, transportul cu biocombustibili și alte aplicații industriale. Utilizarea liniilor de prelucrare a biomasei contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, creșterea independenței energetice, și sprijinirea dezvoltării rurale, oferind totodată flexibilitate tehnologică prin adaptarea la diverse materii prime și piețe. Prin valorificarea biomasei, aceste tehnologii

susțin o economie circulară și o dezvoltare sustenabilă, aliniindu-se la obiectivele naționale și europene de tranziție energetică și protecție a mediului.

România își aliniaza politicile energetice la directivele europene privind utilizarea energiei regenerabile, inclusiv biomasa, prin adoptarea unor măsuri de conformitate cu Directiva privind Energia Regenerabilă (RED II). Țara și-a stabilit un obiectiv de 30,7% pentru ponderea energiei regenerabile în consumul final brut până în 2030, biomasa având un rol esențial în atingerea acestui scop. Măsurile adoptate includ criterii stricte de sustenabilitate, monitorizarea respectării acestora și scheme de sprijin financiar pentru producția de energie din biomasă, precum subvenții și certificarea verde. România investește în modernizarea sistemelor de încălzire centralizată folosind biomasă, în special în proiecte pilot pentru instituții publice și comunități locale.[1]

Tendențele actuale indică o creștere a investițiilor în tehnologiile de prelucrare a biomasei, dezvoltarea de biorefinerii și extinderea utilizării resurselor locale, cum ar fi deșeurile agricole și forestiere, în conformitate cu principiile economiei circulare. De asemenea, parteneriatele public-private și finanțarea europeană sprijină aceste inițiative. România se confruntă cu provocări precum infrastructura limitată

și reglementări insuficiente, dar există oportunități semnificative pentru a deveni un lider regional în utilizarea biomasei pentru energie regenerabilă și dezvoltare sustenabilă.

2. REZULTATE PROIECT ECOVALDES

Trendul actual în dezvoltarea liniilor de prelucrare a biomasei vegetale în România se caracterizează prin creșterea capacităților de producție, diversificarea tipurilor de biomasă utilizate și îmbunătățirea tehnologiilor de prelucrare pentru a optimiza eficiența energetică și sustenabilitatea proceselor. Aceste evoluții sunt susținute de politicile naționale și europene care vizează reducerea emisiilor de carbon și tranziția către surse de energie regenerabilă.

În acest context, România investește în extinderea liniilor de prelucrare a biomasei solide (precum peleții și brichetele) și a biogazului, în special în zonele rurale și semi-urbane, unde resursele locale de deșuri agricole și forestiere sunt disponibile. O tendință importantă este valorificarea unor surse de biomasă neexploatate anterior, precum deșeurile forestiere, paiele, tulpinile și alte resturi vegetale, transformate în produse energetice în conformitate cu principiile economiei circulare.

Investițiile se orientează, de asemenea, către tehnologii de prelucrare avansată, inclusiv piroliza, gazeificarea și fermentația anaerobă, pentru a produce biocombustibili cu valoare adăugată, cum ar fi bioetanolul și biodieselul, alături de produse secundare utile, cum ar fi îngrășămintele organice. Dezvoltarea infrastructurii și modernizarea tehnologiilor sunt facilitate prin accesarea fondurilor europene și parteneriate între autoritățile publice și sectorul privat.

Una dintre principalele probleme de mediu ale societății de astăzi o reprezintă creșterea continuă a cantității de deșuri de biomasă. 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.

Scopul principal în abordarea politicii privind utilizarea și valorificarea potențialului energetic al biomasei este substituirea treptată a consumului de combustibilul fosil prin procesarea biomasei vegetale (tocate și uscate sub 15% umiditate) urmata de transformare în brichete și peleți pentru utilizare în scop industrial, casnic sau social (încălzirea instituțiilor sociale: grădinițe de copii, școli, case de cultură, spitale, policlinici, puncte medicale ș.a.) în condiții de dezvoltare durabilă, eficiență și competitivitate.

Proiectul “**Tehnologii eco-inovative de valorificare a deșeurilor de biomasă - ECOVALDES**” a fost realizat prin Programul Operațional de Competitivitate (POC), de mare complexitate, prin acesta combinându-se elemente de termotehnică, cu mecanică, hidraulică, pneumatică, electronică și informatică, în acest fel rezultând, din cele 5 grupe de echipamente pe care este axat proiectul, combinații de linii tehnologice de valorificare a biomasei vegetale, adaptabile în funcție de obiectiv și de tipul și calitatea biomasei disponibile.

Cele 5 grupe de echipamente sunt:

- a) Echipamente de tocare;
- b) Echipamente de uscare;
- c) Echipamente de compactare (peletizare și brichetare);
- d) Echipamente de ardere prin gazeificare pe principiul TLUD;
- e) Echipamente de transport biomasă vegetală.

Liniile tehnologice pot utiliza biomasa lemnoasă din producția secundară agricolă, unele reziduuri din biomasa urbană sau din întreținerile periodice din parcuri, reziduurile de masă lemnoasă de la prelucratorii de cherestea (inclusiv rumeguș), materialele din biomasa din tăierile periodice la vii și livezi sau deșeurile de biomasa din exploatarea forestieră.[2]

Proiectul s-a derulat în ROMANIA. Principalii beneficiari ai rezultatelor aplicării proiectului au fost societățile partenere, beneficiare de transfer tehnologic, dar și societatea prin fermierii mici și mijlocii, asociațiile de proprietari de terenuri agricole, agenții economici care desfășoară activități în domeniul agricol, ce doresc să își asigure parțial sau în totalitate energia termică prin utilizarea unor surse proprii de energie regenerabilă, sau profit prin comercializarea peleților și brichetelor. Pe parcursul proiectului s-au desfășurat activități în parteneriat cu 9 firme private, prin intermediul a 25 de contracte. Institutul a transferat know-how-ul firmelor care au realizat produsele.

Contribuția proiectului la progres față de nivelul actual constă în cercetarea, proiectarea și testarea unor soluții și tehnologii inovative de echipamente pentru nevoile, identificate, firmelor ce și-au arătat interesul pentru domeniul proiectului, putând astfel să dezvolte relații de afaceri.

Derularea proiectului a condus la punerea în fabricație de serie și vânzarea pe piață a unor linii tehnologice curate ce utilizează deșeurile de biomasă. Prin aplicarea rezultatelor proiectului firmele implicate în realizarea echipamentelor vor deveni competitive din punct de vedere economic în domeniul proiectului datorită condițiilor pe care acesta le generează (factori de producție, capacități manageriale de marketing, resurse financiare, tehnice și de creativitate etc),

LINII TEHNOLOGICE DE VALORIFICARE A BIOMASEI VEGETALE

obținând astfel avantajul durabil față de competitori (în privința costului, diversității, calității și reînnoirii ofertei).

Punerea în aplicare a rezultatelor proiectului a dus la intensificarea activităților de inovare ale firmei prin faptul ca acestea au un caracter tehnico-aplicativ ce pot fi realizate și reproduse în procesul de fabricație.

În tabelul 1 sunt prezentate toate variantele realizate în cadrul proiectului, iar în figura 1 sunt reprezentate produsele realizate împreună cu firmele partenere pe proiectele subsidiare, produse ce au fost realizate până în faza de prototip, putând fii puse în fabricație de către firme în măsura în care există cerere din partea beneficiarilor.

Tabelul 1. Rezultate proiect ECOVALDES

Rumeguș	1	Transportor cu banda	Uscător infrarosu	Transportor cu snec	Peletizare	Valorificare
	2	Transportor cu banda	Uscător infrarosu	Transportor cu snec	Peletizare	Ardere
	3	Transportor alimentare	Uscător cu microunde	Transportor cu snec	Peletizare	Valorificare
	4	Transportor alimentare	Uscător cu microunde	Transportor cu snec	Peletizare	Ardere
	5	Transportor cu snec	Peletizare	Valorificare		
	6	Transportor cu snec	Peletizare	Ardere		
Crengi viță de vie, crengi subțiri de pomi	7	Tocator cu motor el.	Transportor cu banda	Uscator infrarosu	Valorificare	
	8	Tocator cu motor el.	Transportor cu banda	Uscator infrarosu	Ardere	
	9	Tocator cu motor el.	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Valorificare	
	10	Tocator cu motor el.	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Ardere	
	11	Tocator cu motor termic	Transportor cu banda	Uscator infrarosu	Valorificare	
	12	Tocator cu motor termic	Transportor cu banda	Uscator infrarosu	Ardere	
	13	Tocator cu motor termic	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Valorificare	
	14	Tocator cu motor termic	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Ardere	
	15	Maruntire	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Valorificare	
	16	Maruntire	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Ardere	
Crengi groase de pomi	17	Maruntire	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Valorificare	
	18	Maruntire	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Ardere	
	19	Spargere cu sistem hidr.	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Valorificare	
	20	Spargere cu sistem hidr.	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Ardere	
	21	Spargere cu sistem hidr.	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Valorificare	
	22	Spargere cu sistem hidr.	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Ardere	
	23	Spargere cu con	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Valorificare	
	24	Spargere cu con	Transportor cu banda	Uscător cu microunde	Ardere	
	25	Spargere cu con	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Valorificare	
	26	Spargere cu con	Transportor cu banda	Uscător cu infrarosu	Ardere	

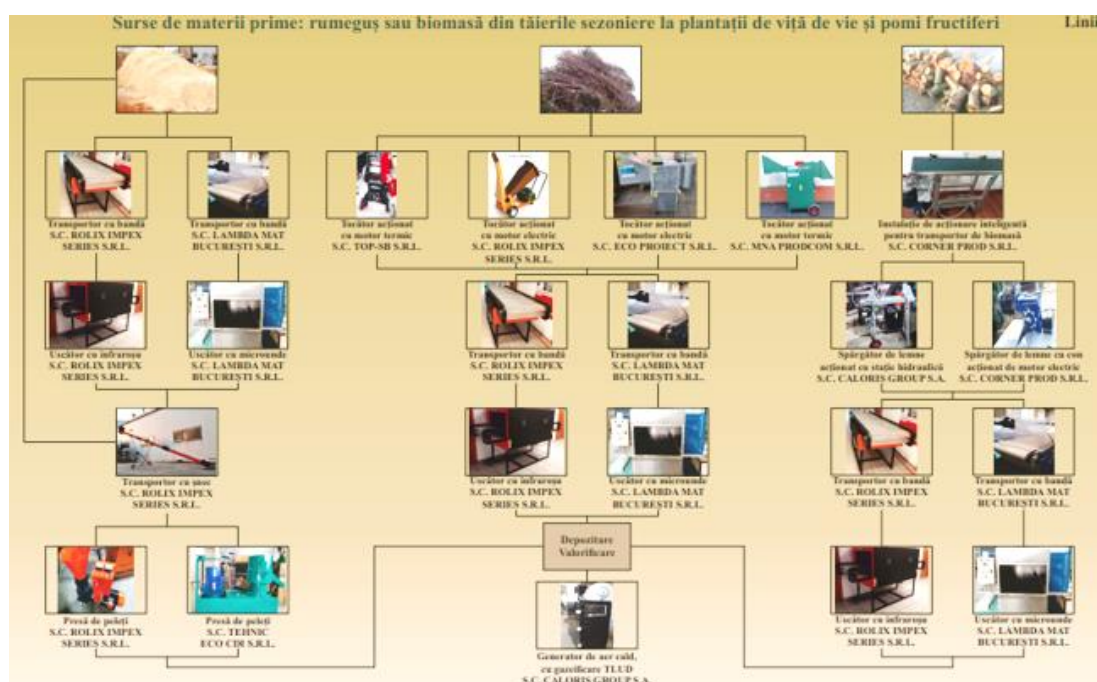


Fig. 2.1. Echipamente dezvoltate de INOE 2000-IHP în cadrul proiectului.

3. BANDA TRANSPORTOARE INTELIGENTA

În cadrul proiectului a fost dezvoltată o soluție inovatoare de instalație inteligentă de acționare pentru transportorul de biomasă.

Soluția dezvoltată de INOE 2000, în colaborare cu partenerul CORNER PROD, urmărește monitorizarea continuă a parametrilor de funcționare ai sistemului (tensiune, curent absorbit, temperatură și putere) destinat transportoarelor de biomasă de diferite tipuri. Aceasta este recomandată pentru o gamă variată de motoreductoare și reductoare, având viteze cuprinse între 2 și 1400 rpm. Soluția poate fi implementată atât pentru echipamente individuale, cât și pentru rețele extinse de mașini, care pot fi monitorizate de la distanță prin intermediul aplicațiilor pentru smartphone sau computer.[3]

Colectarea datelor este realizată prin intermediul senzorilor care monitorizează curentul absorbit și temperatura. Datele colectate sunt transmise wireless către un gateway, care la rândul său le transferă în cloud. Acolo, datele sunt analizate continuu și automat, pe baza unor modele predefinite. În cazul identificării unor abateri semnificative sau potențiale defecțiuni, sunt emise notificări sau alerte preventive.

Analizele se bazează pe modele dezvoltate de producători specializați în motoare și reductoare. Informațiile colectate sunt înregistrate și pot fi accesate într-un format ușor de utilizat, prin intermediul aplicațiilor disponibile pe telefoane inteligente sau calculatoare..

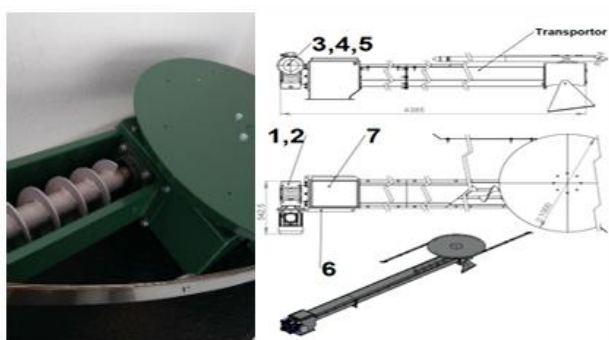


Fig. 3.1. Tip de transportor cu șneac cu acțiune suplimentară pentru omogenizare și încărcare:

1, 2 – reductoare; 3 – senzor de temperatură; 4, 5 – motoare; 6 – Raspberry Pi4; 7 – Bloc de monitorizare.

Pentru a implementa modul de procesare a datelor și rețeaua de comunicații, se utilizează echipamentele de înaltă performanță destinate instalațiilor solare, precum încărcătoarele solare sau invertoarele, care

sunt echipate cu porturi de comunicație de tip Serial, Ethernet, CAN sau Modbus. Aceste dispozitive pot fi conectate la internet prin intermediul gateway-urilor [4].

Rețeaua de comunicații folosită în această aplicație este o rețea WiFi locală, dedicată exclusiv componentelor sistemului.

Rețeaua este gestionată de punctul de acces ****Microtik Hap Lite RB941****, care se ocupă cu următoarele funcții:

- Autentificarea utilizatorilor în rețeaua Wi-Fi
- Alocarea automată a adreselor IP în rețeaua locală prin protocolul DHCP
- Funcția de traducere a adreselor de rețea (NAT) pentru conectarea rețelei locale la internet
- Funcția de firewall pentru a proteja rețeaua internă de atacurile provenite din internet
- Funcția de redirectionare a porturilor pentru a expune resursele din rețeaua locală pe internet, permițând accesul la datele colectate și procesate de sistem din rețea. Toți senzorii se conectează la rețeaua Wi-Fi și primesc automat adrese IP de la routerul Microtik.

Aplicarea conceptului Internet of Things (IoT) poate spori eficiența tehnologiei de monitorizare a funcționării echipamentelor agricole [5].

Prototipul „Instalație inteligentă de acționare pentru transportorul de biomasă” a fost testat în laborator în condiții de operare reale, pentru monitorizarea, achiziția și transferul datelor parametrilor supravegheați, prin Wi-Fi, de la echipamentele benzii transportoare la telefonul mobil și la computerul central. Acesta din urmă utilizează un program dedicat care monitorizează și stochează datele, oferind avertizări în caz de defecțiuni și permițând analiza ulterioară a sistemului monitorizat.

Rezultatele testelor au demonstrat că, deși funcționarea motorului poate fi îmbunătățită prin utilizarea unui convertizor cu ajustare a vitezei și sistem de prevenire a blocării, absența unui sistem de monitorizare cu funcție de avertizare și înregistrare a parametrilor face imposibilă identificarea exactă a problemelor, determinarea momentului necesar pentru intervenție, explicarea apariției vârfurilor de sarcină și estimarea duratei acestora. Este esențială implementarea întreținerii predictive și, eventual, integrarea într-un sistem complet automatizat. Probleme similare pot apărea nu doar în cazul benzilor transportoare, ci și în alte tipuri de transportoare, mai ales în situațiile în care personalul nu verifică și nu respectă condițiile specificate în cartea tehnică, și unde nu se poate confirma dacă condițiile normale de funcționare au fost respectate.

4. CONCLUZII

Într-o lume aflată în plină transformare, găsirea de soluții sustenabile pentru gestionarea resurselor naturale și generarea de energie este esențială. Zonele greu accesibile, cum ar fi regiunile montane, insulele sau așezările izolate, întâmpină provocări semnificative în ceea ce privește aprovizionarea cu energie și gestionarea deșeurilor. În acest context, liniile tehnologice de prelucrare a deșeurilor de biomasă devin un instrument vital pentru optimizarea resurselor locale, reducerea dependenței de combustibilii fosili și promovarea sustenabilității.

Una dintre principalele utilități ale acestor linii tehnologice constă în capacitatea lor de a valorifica biomasă disponibilă local, cum ar fi resturile vegetale, lemnoase sau agricole. În zonele greu accesibile, transportul acestor materiale către centre industriale mari poate fi costisitor și ineficient. Deșeurile care ar putea fi considerate inutile sau care ar reprezenta o problemă ecologică sunt transformate într-o resursă valoroasă, capabilă să genereze energie sau să fie utilizată în alte procese industriale. De exemplu, biocombustibilii produși din biomasă, cum ar fi peleții sau brichetele, pot alimenta sistemele de încălzire sau chiar mici generatoare electrice.

Zonele izolate depind adesea de surse externe de energie, cum ar fi combustibilii fosili importați. În multe cazuri, costurile pentru transportul acestor combustibili către zone greu accesibile sunt ridicate, ceea ce face ca prețul final al energiei să fie prohibitiv. În plus, utilizarea combustibililor fosili contribuie la creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră și la deteriorarea mediului înconjurător. Liniile de prelucrare a biomasei oferă o alternativă regenerabilă, capabilă să reducă această dependență și să furnizeze energie curată și sustenabilă pentru comunitățile locale.

Deșeurile de biomasă pot reprezenta o provocare semnificativă în regiunile izolate. Fără infrastructură adecvată pentru gestionarea deșeurilor, resturile vegetale sau agricole pot fi incinerate necontrolat sau lăsate să putrezească, contribuind astfel la poluarea aerului și a solului. Liniile tehnologice de prelucrare a biomasei oferă soluții pentru conversia deșeurilor în resurse utile, cum ar fi compostul sau energia, reducând impactul asupra mediului. În același timp, prelucrarea biomasei poate preveni acumularea de deșeuri, reducând riscul de incendii forestiere sau de degradare a peisajului natural.

Implementarea acestor linii tehnologice în zonele greu accesibile poate avea un impact pozitiv asupra economiei locale. Prin valorificarea resurselor disponibile, se pot crea noi locuri de muncă în sectorul prelucrării biomasei și în activitățile conexe, cum ar fi

întreținerea echipamentelor și distribuția produselor finale. Această dezvoltare economică locală poate reduce migrația către orașe și poate stimula prosperitatea comunităților rurale sau izolate, oferindu-le oportunități economice și independență energetică.

În multe cazuri, biomasă din zonele izolate trebuie transportată pe distanțe mari către facilități de prelucrare centralizate, ceea ce implică costuri mari și o amprentă de carbon ridicată. Prin instalarea de linii de prelucrare a biomasei direct în zonele greu accesibile, aceste costuri sunt reduse semnificativ. Astfel, produsele finale, cum ar fi combustibilii bio sau energia electrică, pot fi generate și utilizate local, eliminând necesitatea transportului pe distanțe lungi. Această soluție nu doar că optimizează utilizarea resurselor, dar contribuie și la reducerea emisiilor de CO₂ asociate cu transportul și procesarea industrială.

Un alt beneficiu crucial al liniilor tehnologice de prelucrare a biomasei este capacitatea acestora de a asigura autonomie energetică în regiunile izolate. Aceste zone, care pot fi afectate de întreruperi ale furnizării de energie din cauza condițiilor meteorologice sau a infrastructurii limitate, pot beneficia de o sursă locală și constantă de energie regenerabilă. Producerea locală de energie din biomasă garantează continuitatea aprovizionării și securitatea energetică, esențiale pentru funcționarea instituțiilor locale, a gospodăriilor și a întreprinderilor mici.

Liniile tehnologice de prelucrare a deșeurilor de biomasă în zonele greu accesibile reprezintă o soluție inovatoare și sustenabilă pentru numeroase provocări contemporane. Ele nu doar că valorifică resursele locale și reduc dependența de combustibilii fosili, dar contribuie și la protecția mediului, dezvoltarea economică și asigurarea independenței energetice pentru comunitățile izolate. Prin integrarea acestor tehnologii, regiunile izolate pot deveni exemple de sustenabilitate și inovație, deschizând drumul către un viitor mai verde și mai echitabil.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Murad, E. Culamet, A. Zamfiroiu, G. "Biochar-Economically and ecologically efficient technology for carbon fixing", Simpozion HERVEX 2011, 9-11 November, Călimănești, ISSN 1454-8003
- [2] Financial Agreement no. 129/2016 "Tehnologii eco-inovative de valorificare a deșeurilor de biomasa ECOVALDES", POC-A1-A1.2.3-G-2015
- [3] Matache, G., Barbu, V., Pavel, I., Ionel, M., Olan, M. *Intelligent Drive Installation For Biomass Conveyor/Instalație De Acționare Inteligentă Pentru Transportor Biomasă* Proc. of ISB-INMA TEH' 2021 International Symposium, ISSN-L 2344 – 4118, București, România, 2021
- [4] Rădoi, R.-I., Dumitrescu, L., Chiriță, A.-P., & Vlăduț, N.-V. *Remote monitoring of energy production and efficiency of an off-grid*

photovoltaic system / Monitorizarea de la distanță a producției de energie și a eficienței unui sistem fotovoltaic off-grid. INMATEH-Agricultural Engineering 64(2), pp. 131-140, 2021

[5] Pi, J., Wang, W., & Ji, M.. *YTHDF1 promotes gastric carcinogenesis by controlling translation of FZD7.* Cancer Research 81(10), pp. 2651-2665, United States, 2021

Despre autori

Dr. ing. **Gabriela MATACHE**

INOE 2000-IHP , București, Romania

[U-1700-038L-1912] a absolvit Universitatea Politehnica din București, Facultatea de Inginerie Mecanică; este doctor inginer, CSI, șef al Departamentului de Echipamente Speciale în cadrul INOE 2000-IHP, președintele Consiliului Științific al filialei IHP. A participat la numeroase cercetări din diverse domenii și este coautoare a 21 de cereri de brevete și a unui număr de peste 180 de lucrări științifice. Este redactor-șef la revista HIDRAULICA, membru în comitetele de referenți pentru alte 5 reviste de specialitate și membru în comitetele de organizare pentru 3 simpozioane internaționale. Domenii de expertiză: cercetare, proiectare și testare a sistemelor digitale; experiență practică în testarea de laborator a dispozitivelor; expertiză în domeniul acționărilor pneumatice, energii regenerabile și valorificarea biomasei.

Dr. ing. **Gheorghe ȘOVĂIALĂ**

INOE 2000-IHP , București, Romania

[U-1700-038F-2098] este SR de rang 1, a absolvit Facultatea de Mecanică, Departamentul de Mecanică Agricolă, la Universitatea din Brașov. Domenii de expertiză: experiență practică în laboratoare de cercetare; expertiză în domeniul acționărilor pneumatice, energii regenerabile și valorificarea biomasei; cunoștințe solide despre proiectarea echipamentelor speciale pentru biomasă; proiectare informatizată, modelare și simulare: AutoCad, SolidWorks, LabView.

Ing. **Ioan PAVEL**

INOE 2000-IHP , București, Romania

[U-1700-039V-4995] este CSIII, a absolvit Facultatea de Management - Marketing și studiile de master în Management Organizațional (la Universitatea Artifex), precum și studiile de master în Cercetare, Proiectare și Testare a Sistemelor Biotehnice (la Universitatea Politehnica din București). În prezent, este doctorand în cadrul Școlii Doctorale UPB - ISB București. Studiile sale de doctorat sunt în curs de desfășurare. A participat la numeroase cercetări și este coautor al 8 brevete. Domenii de expertiză: Cercetare, proiectare și testare a sistemelor hidraulice digitale; Experiență practică în testarea de laborator a dispozitivelor hidraulice; Proiectarea echipamentelor speciale; Proiectare informatizată, modelare și simulare: AutoCad, SolidWorks, LabView.

Drd. ing. **Ștefan ȘEFU**

INOE 2000-IHP , București, Romania

[U-1900-062R-0721] Absolvent UNSTPB, doctorand la Școala Doctorală de Inginerie Energetică, cercetător științific, este un tânăr absolvent al Facultății de Mecanică și Mecatronică, expert în domeniul servomecanismelor, cu experiență în sisteme hidraulice, utilizator al AutoCAD, SolidWorks, Catia și Microsoft Office.