



**Soc. CALORIS GROUP S.R.L.**

**Adresa:** Soseaua Berceni, nr. 8A, Bucuresti, Sector 4

**Nr. Reg. Com.:** J40/651/2001

**CUI:** RO13657569

**Cont:** R044 RNCB 0064 0048 9745 0001, BCR Sucursala Berceni

**Cont:** R070 TREZ 7005 069X XX00 5307, ATPC Bucuresti



ISO 14001: 2015

ISO 9001: 2015

Tel: 021.33.22.992, Fax: 021.33.22.810, Web: [www.caloris.ro](http://www.caloris.ro), E-mail: [contact@caloris.ro](mailto:contact@caloris.ro)

## **SECȚIUNEA 1**

### **RAPORTUL ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC (RST)-extenso**

**DENUMIREA PROIECTULUI:** Tehnologii si echipament de uscare inovativ cu independenta energetica, pentru zone montane si izolate, cod proiect PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0306, nr. Contract 87PTE:

**ETAPA DE EXECUȚIE NR. 3:** Definitivare constructiva prototip; Experimentare si omologare prototip; Protejarea drepturilor de proprietate intelectuala; Diseminare rezultate

**Termen predare:** 20.06.2024

In cadrul **Etapei 3** a proiectului “**Tehnologii si echipament de uscare inovativ cu independenta energetica, pentru zone montane si izolate**”, cod proiect **PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0306, nr. Contract 87PTE**, au fost derulate urmatoarele activitati:

**Activitate 3.1** Definitivare constructiva prototip uscator convectiv cu independenta energetica

**Activitate 3.2** Experimentare si omologare interna prototip uscator convectiv cu independenta energetica

**Activitate 3.3** Protejarea drepturilor de proprietate intelectuala

**Activitate 3.4** Diseminare pe scara larga a rezultatelor cercetarii

**Activitate 3.1** Definitivare constructiva prototip uscator convectiv cu independenta energetica

In cadrul activitatii 3.1 au fost realizate:

- echiparea camerei de deshidratare cu tavile care asigura suprafata utila a uscatorului convectiv de  $4 \text{ m}^2$ , corespunzatoare unei incarcari de 20-100 kg produs de deshidratat (functie de greutatea specifica);

- echiparea camerei cu sistemul de clapete cu actionare manuala pentru admisia aerului proaspat atmosferic (montarea a 6 clapete pe usa incintei), respectiv a unei clapete de evacuare a aerului umed, pe tubulatura Dn 100 aferenta; pe durata procesului de uscare ambele tipuri de clapete sunt manevrate functie de valoarea umiditatii relative a agentului de uscare impusa pentru fiecare faza; valoarea acesteia este citita de un traductor de umiditate, informatia fiind transmisa la un afisor din componenta modulului electronic de monitorizare si control parametri de lucru;

- alegerea si montarea electroventilatorului pentru vehicularea agentului de uscare, cu puterea de 40 W si turatia care sa asigure deplasarea in incinta a acestuia cu viteza recomandata in literatura de specialitate de 0,6 m/s; tensiunea de functionare a acestuia este de 230 V (AC), furnizata de inverter;

- executia unei variante imbunatatite a repartitorului de gaze de ardere-fum, spre schimbatorul de caldura sau cosul de evacuare, functie de valoarea prestabilita a temperaturii din camera de deshidratare; repartitorul reprezinta elementul de executie al sistemului de automatizare;

- configurarea si executia sistemului de conversie a energiei solare in energie electrica, pentru alimentarea consumatorilor din componenta modulelor echipamentului (ventilatorul pentru vehicularea agentului de uscare, ventilatoarele generatorului termic-de gazeificare a biomasei si de ardere a singazului, actuatorul electric din componenta repartitorului, automatul programabil,

afisoare); acest sistem are in componenta panoul fotovoltaic, invertorul (dispozitiv care transformă curentul continuu (CC) de 12V în curent alternativ (AC) de 230V, necesar alimentarii electroventilatorului de vehiculare a agentului de uscare, cu functionare continua pe intreaga durata a procesului de uscare; cand intr-un echipament sunt consumatori care funcționează pe bază de curent alternativ de 230V si când energia este primită dintr-o sursă de curent continuu, precum o baterie de acumulatori, este necesar un inverter, care să transforme energia într-una utilizabilă pentru aceste aparate), bateria de acumulatori cu capacitatea de 80 Ah;

-integrarea modulelor componente ale uscatorului convectiv-camera de deshidratare, modul termic, modul de monitorizare si control parametri de lucru intr-un produs functional, testat ca ansamblu într-un mediu relevant (condiții de funcționare similare celor reale). Prototipul îndeplinește toate funcțiile cerute sistemului operațional.

- definitivarea constructiva a Modulul termic, in conformitate cu Documentatia de executie Prototip.

Modulul termic MT-P-0\*, fig. 1, are in componenta urmatoarele subansamble:

- Batiu MT, subansamblu MT-P-1.0;
- Reactor gazeificare TLUD, subansamblu MT-P 2.0;
- Camera ardere, subansamblu MT-P-4.0;
- Schimbator caldura fum-aer, subansamblu MT-P-5.0;
- Repartitor gaze de ardere MT-P-6.0.

*\* codificarile sunt conform documentatiei de executie prototip*

La faza Prototip, modulul termic, fig. 1, a fost proiectat si realizat in varianta constructiva cu schimbatorul de caldura amplasat in interiorul camerei de deshidratare.

Modificarile majore la realizarea Prototipului uscatorului convectiv cu independenta energetica in raport de faza Model experimental constau in reproiectarea si executia camerei de ardere din componenta modulului termic, a repartitorului de gaze de ardere-fum spre schimbatorul de caldura sau cosul de evacuare a acestora la atmosfera, respectiv a schimbatorului de caldura.



**Fig. 1 Modul termic cu reactor gazeificare TLUD, realizare fizica**

Reactorul de gazeificare este alcatuit din urmatoarele subansamble:

- corp TLUD- ans sudat, MT-P-2.1.0;
- cos combustibil-ans sudat, MT-P-2.2.0;
- cenusar-ans. sudat, MT-P-2.3.0;
- alimentare aer, MT-P-2.4.0.

Biomasa este introdusă în reactor și se sprijină pe sita, prin care trece, de jos în sus, aerul primar pentru gazeificare. Piroliza rapidă atinge un punct de incandescență în partea de sus și se continuă în jos în biomasa din reactor. Din piroliza rapidă rezultă gaz, gudron și biochar.

Gudroanele trec prin stratul de cărbune incandescent, sunt cracate și reduse total datorită căldurii radiate de frontul de piroliză și de flacăra dispusă la nivelul superior. Gazul rezultat se amestecă cu aerul secundar care este introdus în zona de ardere prin orificiile dispuse la partea superioară a cosului reactorului. Amestecul, cu turbulență ridicată, arde cu flacăra la temperaturi de circa 900°C. Reglarea puterii termice se face prin variația debitelor de aer primar și secundar.

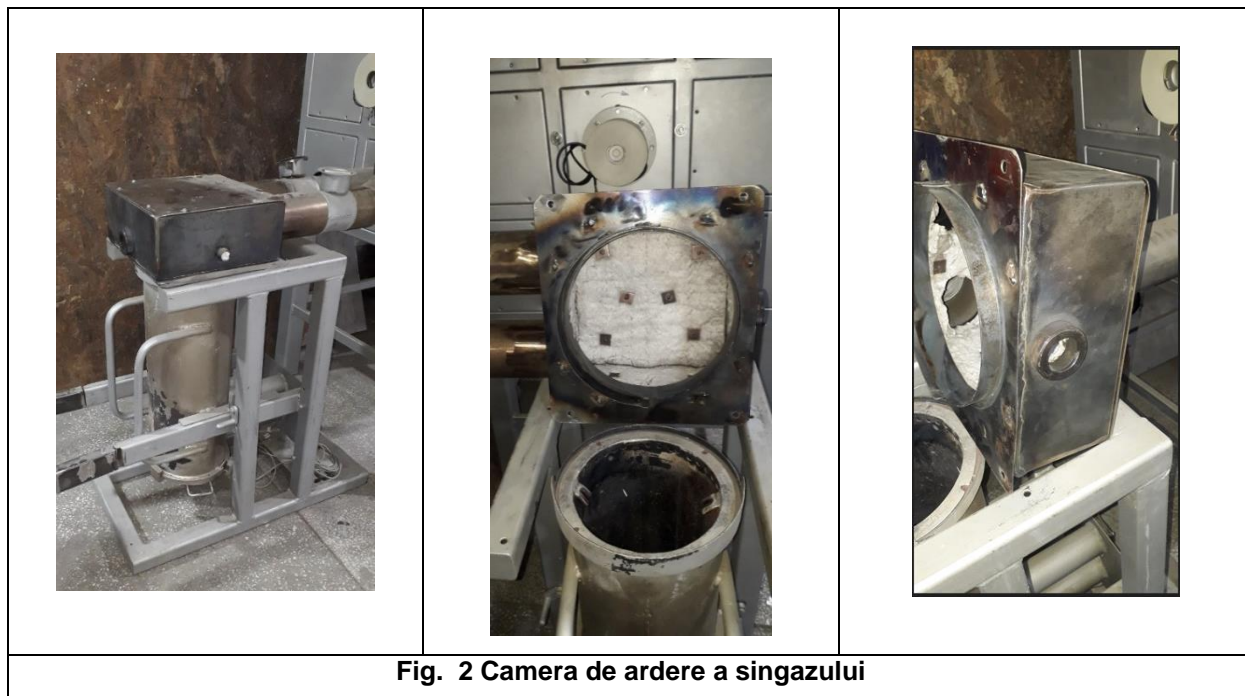
**Camera de ardere a singazului, MT-P-4.0**, fig. 2, reprezinta subansamblul intermediar dintre reactorul de gazeificare TLUD si repartitorul de gaze de ardere , in interiorul careia are loc procesul de ardere a singazului.

Camera de ardere este o constructie sudata de forma paralelipipedica, inchisa la partea de jos cu o flansa de fixare la batiu, in care este practicata o gaura prin care patrund gazele de ardere produse in reactorul de gazeificare. Pe conturul gaurii este sudat un guler de forma circulara, care se aseaza pe flansa superioara a cilindrului exterior din componenta reactorului de gazeificare, asigurand etansarea intre cele doua subansamble. La introducerea in lucru a reactorului, semiinelele de pe cilindrul exterior si cel de pe flansa camerei de ardere se inchid peste guler, asigurand etansarea si rigiditatea ansamblului.

Pe peretele frontal al camerei de ardere dinspre uscator este sudata central o teava din otel inoxidabil refractar cu diametrul interior de 100 mm, care se cupleaza cu repartitorul de gaze de ardere spre schimbatorul de caldura (amplasat in interiorul incintei de deshidratare) sau spre cosul de evacuare libera la atmosfera.

Camera de ardere este prevazuta cu vizor pentru urmarirea fazelor procesului de gazeificare, respectiv cu mufa pentru traductorul de temperatura.

Pentru reducerea pierderilor de enegie termica in atmosfera, interiorul camerei este placat cu material termoizolant.



**Fig. 2 Camera de ardere a singazului**

**Repartitor gaze de ardere-fum MT-P-6.0**, fig. 3, distribuie amestecul de gaze de ardere-fum spre schimbatorul de caldura amplasat in interiorul incintei de deshidratare sau spre cosul de evacuare libera la atmosfera, functie de valoarea temperaturii setate in incinta. Repartitorul reprezinta elementul de executie din componenta sistemului de automatizare a procesului de deshidratare, avand rolul mentinerii valorii prestabilite a temperaturii din incinta de deshidratare, functie de faza procesului.

Informatia privind valoarea temperaturii (masurata cu senzorul de temperatura Pt100 cu domeniul 0...200 °C) este transmisa actuatorului electric liniar, cursa 100mm, 20mm/s, 12V DC, 500N, care stabileste pozitia sertarului din componenta ansamblului mobil al repartitorului, in sensul dirijarii gazelor de ardere-fum spre schimbatorul de caldura sau spre cosul de evacuare la atmosfera, in sistem on-off.



**Fig. 3 Repartitorul gaze de ardere**

### **Schimbator caldura fum-aer, subansamblu MT-P-5.0**

Solutia tehnica de modul termic cu schimbator de caldura aer-aer amplasat in interiorul camerei de uscare, care prezinta o serie de avantaje comparativ cu varianta cu schimbator amplasat in afara acesteia:

-dezvoltarea pe orizontala a ansamblului reactor de gazeificare-camara de ardere-tubulatura admisie gaze de ardere-fum (cuplata cu schimbatorul de caldura in partea inferioara a camerei de uscare) contribuie la reducerea gabaritului pe verticala a uscatorului convectiv;

-schimbul de caldura de la amestecul gaze de ardere-fum la aerul din incinta de uscare are loc in interiorul acesteia, direct la nivelul suprafetelor radiante ale schimbatorului, fara pierderi de energie termica in exterior;

-singurul subansamblu care necesita izolare termica este camera de ardere;

-constructie simpla, compacta;

-nu necesita ventilator pentru asigurarea circulatiei in interiorul schimbatorului.

Schimbatorul de caldura, de tip aer-aer, fig. 4, este o constructie perfect etansa, de forma cilindrica, cu capacele traversate de tevi deschise la capete.

Pe capacul dinspre partea posterioara a camerei de uscare, perpendicular pe acesta, sunt sudate tevile de admisie si evacuare a amestecului de gaze de ardere si fum; transferul de caldura de la schimbatorul de caldura la aerul din incinta de uscare (care prin incalzire la temperatura prestabilita devine agentul de uscare) are loc la nivelul suprafetelor radiante ale componentelor schimbatorului (suprafetele exterioare ale capacelor, cilindrul central de fixare a acestora, tronsoanelor de tubulatura admisie/evacuare care traverseaza incinta, suprafetelor interioare ale tevilor dintre capace).



**Fig. 4 Schimbator de caldura amplasat in incinta de uscare**

## Modul electronic monitorizare și control al procesului de lucru

În conformitate cu Schema electrică de conexiuni (fig. 5), parte componentă a Documentației de execuție valabilă Prototip, s-a realizat modulul electronic de monitorizare și control al procesului de lucru, care transpune modalitatea de integrare a modulelor componente ale uscatorului convectiv pentru a funcționa ca un ansamblu cu rol funcțional bine definit, într-un mediu relevant.

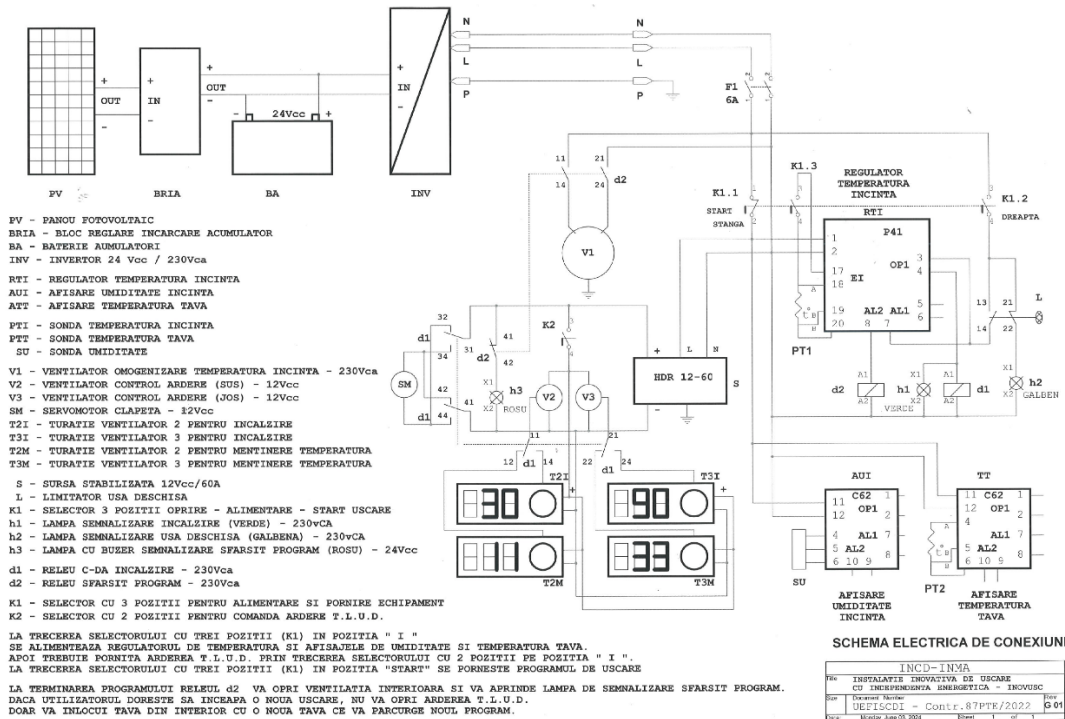


Fig. 5 Schema electrică de conexiuni - valabilă Prototip

În acest sens, principiile elemente componente ale modulului de monitorizare și control al procesului de lucru, sunt:

- sistemul de conversie a energiei solare in energie electrica (panou fotovoltaic, bloc reglare încărcare acumulator, baterie acumulatori și inverter); Acest sistem are rolul de a furniza energia electrică necesara funcționării tuturor echipamentelor electrice aflate în componența uscătorului convectiv;

- regulator temperatură incintă; Reprezintă elementul central al modulului de monitorizare și control, având rolul de a procesa semnalele primite de la sonda de temperatură a aerului din incintă și de a acționa elementele de execuție responsabile cu modificarea unor parametri de proces (direcția de deplasare a amestecului gaze de ardere – fum spre coșul de evacuare în atmosferă sau spre schimbătorul de căldura din incinta de uscare; debitele de aer pentru gazeificare, respectiv pentru ardere, în scopul modulării puterii generatorului termic), în conformitate cu algoritmul implementat;



- afișor umiditate incintă; Acest modul are rolul de a prelua semnalele de la sonda de umiditate și a le afișa astfel încât operatorul să cunoască în orice moment procentul de umiditate relativă a aerului din incintă și a acționa în consecință;

- afișor temperatură tavă; Este modulul responsabil cu preluarea semnalelor de la sonda de temperatură tavă și afișarea valorilor de temperatură existente la nivelul tăvilor pentru a furniza operatorului informația privind momentul în care s-a atins temperatura de încălzire a elementelor interne ale uscătorului, previzionând încheierea fazei de încălzire;

- modulul de control a turațiilor ventilatoarelor responsabile cu furnizarea aerului pentru gazeificare, respectiv a aerului pentru ardere; Acest modul permite creșterea/reducerea turațiilor celor două ventilatoare responsabile cu procesul de ardere, pe perioada de încălzire, respectiv de menținere a temperaturii, realizând modularea puterii generatorului termic;

- elemente auxiliare (sursa stabilizată, selectoare cu mai multe poziții, lămpi de semnalizare, relee de comandă etc.) cu rol de facilitare a îndeplinirii funcțiilor elementelor componente principale enumerate anterior.

### **Activitate 3.2 Experimentare și omologare internă prototip uscator convectiv cu independența energetică**

#### **Experimentare Prototip uscator convectiv cu independența energetică**

**Principalul obiectiv al proiectului** constă în promovarea tehnologiilor energetice curate, a măsurilor de protecție a mediului și a reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră, respectiv a conceptului de siguranță alimentară, prin implementarea celei mai moderne și sănătoase metode de conservare a produselor vegetale – deshidratarea (inactivarea enzimatică).

În cadrul proiectului au fost elaborate tehnologiile de deshidratare a fructelor de pădure, ciupercilor, plantelor medicinale și aromatice din flora spontană, respectiv a fructelor provenite din livezile micilor producători agricoli din zonele izolate de deal și de munte și realizarea unui uscator convectiv de capacitate mică, cu independența energetică totală față de rețeaua de energie electrică, cu ajutorul căreia să fie implementate și validate aceste tehnologii.

Experimentarea Prototipului uscătorului convectiv s-a făcut atât în condiții de laborator cât și într-un mediu relevant pentru condițiile reale de funcționare, demonstrând maturitatea tehnologiei, funcționalitatea modulelor componente și ansamblului, care îndeplinește toate funcțiile cerute sistemului operațional. Mediul de testare reprezintă fidel condițiile reale de exploatare.

Testele de laborator au urmărit următoarele probleme:

-determinarea debitelor de aer de gazeificare și de ardere a singazului pentru o funcționare

cat mai eficienta a generatorului termic, cu un nivel cat mai redus de gaze cu efect de sera si particule PM 2,5;

-functionalitatea repartitorului de gaze de ardere-fum din componenta modulului termic, care reprezinta in acelasi timp elementul de executie al sistemului de automatizare a procesului de deshidratare;

-realizarea parametrilor tehnico-functionali ai procesului de deshidratare pentru o specie vegetala relevanta (mere felii), in concordanta cu tehnologia de deshidratare a acesteia.

Aerul necesar functionarii generatorului termic a fost furnizat de un compresor echipat pe circuitul de refulare cu regulator de presiune reglat la presiunea de 0,2 bar; debitele de aer necesare gazeificarii biomasei si arderii singazului au fost determinate prin calcul (teoria arderii) si validate prin testele de laborator.

Intr-un gazogen de tip TLUD se utilizeaza o parte din aer in procesul de ardere si o parte in procesul de gazeificare a biomasei. In ambele situatii, cantitatea de aer are rol esential intrucat arderea gazului realizat nu se poate face decat in prezenta aerului de ardere. Este foarte important ca aerul de gazeificare sa fie bine separat (izolat) de aerul de ardere.

Cercetarile experimentale din domeniul gazeificarii biomasei in reactoare TLUD au condus la concluzia ca raportul optim dintre aerul primar (gazeificare) și aerul secundar (de ardere) este de 1/3.

Volumul total de aer pentru gazeificarea completa a unei incarcaturi de peleti (11,04 kg, cat este capacitatea cosului de combustibil) este de  $58,84 m_N^3 = 58.840 l$

Tinand cont de timpul inregistrat pentru gazeificarea incarcaturii (270 min), rezulta prin calcul un debit de aer de 217,925 l/min (54,48 l/min pentru gazeificare, respectiv 163,44 l/min pentru ardere singaz).

Daca se doreste obtinerea de biochar (18% din masa incarcaturii), volumul de aer pentru gazeificarea a 9,06 kg biomasa este de  $48,248 m_N^3 = 48.248 l$

Procesul a durat 240 min, debitul de aer necesar fiind de 201,033 l/min (50,25 l/min pentru gazeificare, respectiv 150,775 l/min pentru ardere singaz).

Testele urmaresc atingerea puterii prestabilite la o ardere cat mai curata.

Pe baza testelor au fost alese ventilatoarele generatorului termic: Ventilator: DC; blower; 12VDC; 97x95x33mm; 71,7m<sup>3</sup>/h; 58dBA; cu bilă; Denumire producător: PF97331B1-B00U-S99; Simbol TME: PF97331B1-S99.

Aplicatia Labview pentru achiziția datelor și reglarea temperaturii de uscare, fig. 6, conține un bloc DAQ Assistant pentru preluarea semnalelor de la placa de achizitie a datelor tip

NI USB-6218, modul de achiziție fiind setat "1 Sample (On Demand)". Cu ajutorul unei funcții Split semnalul combinat din blocul DAQ As. este cuplat la 3 blocuri cu funcția de scalare a semnalelor.

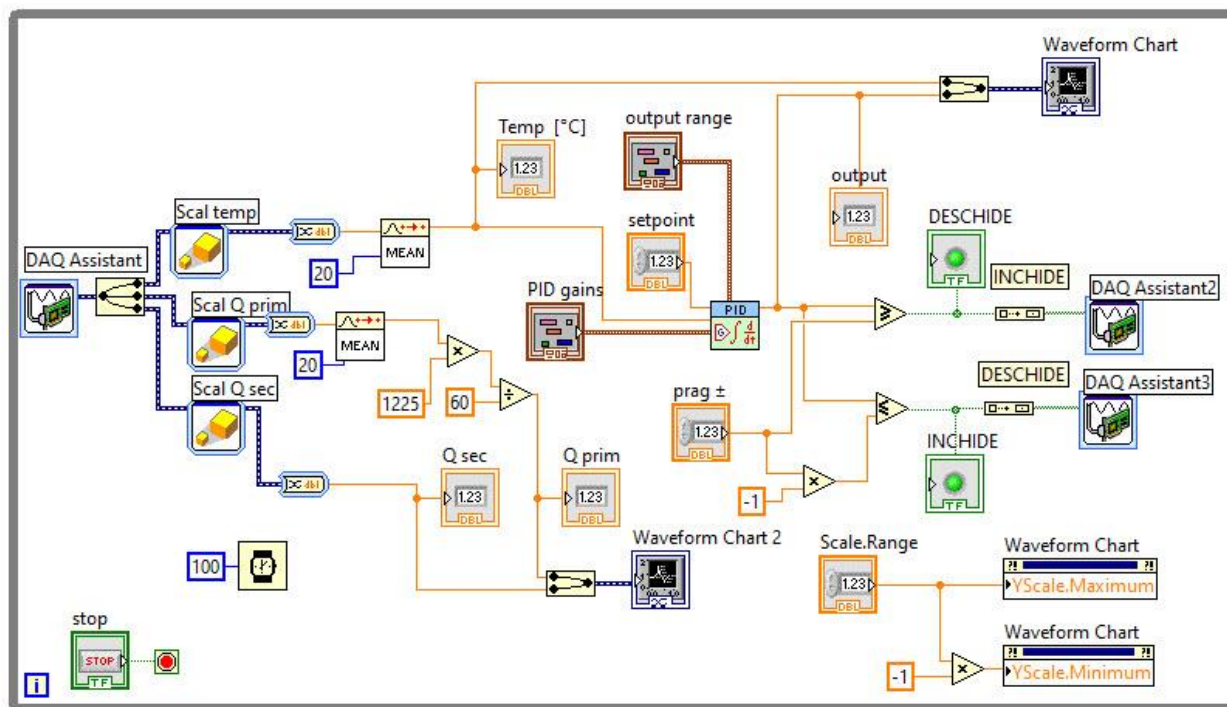


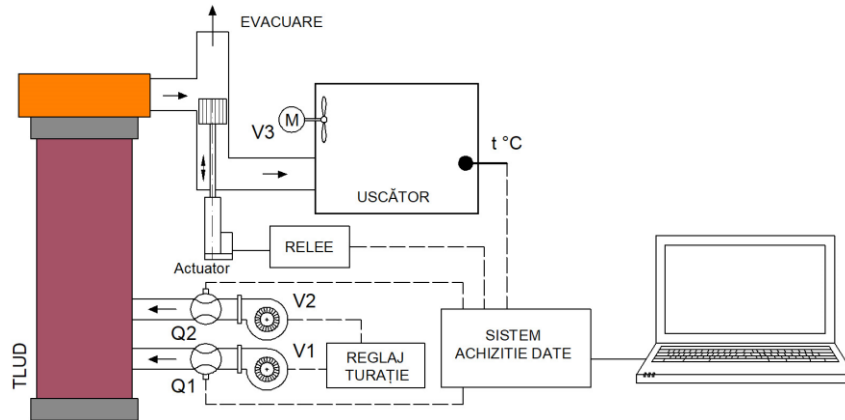
Fig. 6 Program LabView pentru testarea prototipului

Parametrii achiziționați sunt: temperatura din incintă, debitul de aer primar și debitul de aer secundar.

Temperatura din incinta de uscare este măsurată cu ajutorul unei sonde Pt100 cu domeniul 0...200 °C. Semnalele 4...20 mA de la convertorul de temperatură și de la debitmetrele de aer sunt cuplate la intrările 0...10 V ale plăcii de achiziție cu ajutorul unor rezistoare de 250 Ohm conectate la GND. Debitmetrele de aer sunt utilizate pentru monitorizarea și reglarea debitelor de aer primar și secundar. Pentru reglarea temperaturii se folosește un bloc regulator PID din biblioteca LabView. Ieșirea regulatorului PID este monitorizată cu două blocuri comparatoare iar la două praguri, pozitiv și negativ, de variație a semnalului de la regulator, se comandă 2 ieșiri digitale ale plăcii de achiziție a datelor, care comandă extinderea sau retragerea actuatorului ce controlează debitul de gaze de ardere-fum de la generatorul TLUD.

Extinderea sau retragerea actuatorului se realizează cu două relee, unul care alimentează actuatorul cu polaritate +/- și unul care alimentează actuatorul cu polaritate -/+.

Schema de testare a uscatorului convectiv este prezentată în fig. 7.

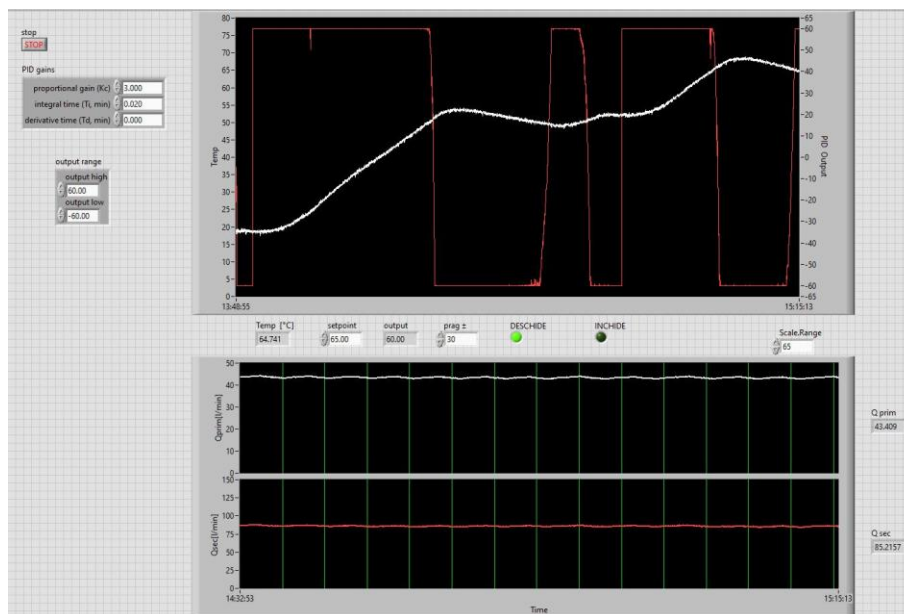


**Fig. 7 Schema de testare a prototipului**

Panoul aplicației, fig. 8, conține indicatoare numerice pentru vizualizarea parametrilor în timpul funcționării generatorului TLUD. Pe panou se mai găsesc indicatoare tip termometru, blocuri de afișare grafică a variației parametrilor și butoane tip cursor pentru reglarea debitelor de aer ale ventilatoarelor de gazeificare a combustibilului solid și ardere a singazului.

Semnalele de la traductoare sunt afișate grafic, pe panoul frontal al aplicației de achiziție a datelor (fig. 8), în doua grafice, unul cu variația temperaturii și a ieșirii regulatorului de temperatură și unul cu cele două debite de aer primar și secundar.

Valorile parametrilor monitorizați pot fi urmărite în timp real pe panoul aplicației, care permite trasarea de diagrame pentru parametri aflați în relație de dependență, achiziția de date care să reflecte evoluția în timp a parametrilor, pentru intervale de timp prestabilite sau pentru întregul ciclu de funcționare.



**Fig. 8 Interfața aplicației LabView pentru testarea prototipului în faza de încălzire și debutul fazei de uscare propriu-zise**

## Functionarea uscatorului convectiv cu independenta energetica

Procesul de deshidratare al produselor vegetale se deruleaza dupa o ciclograma, corelata cu tehnologia specifica fiecarei specii vegetale si cuprinde urmatoarele faze, fig. 9:

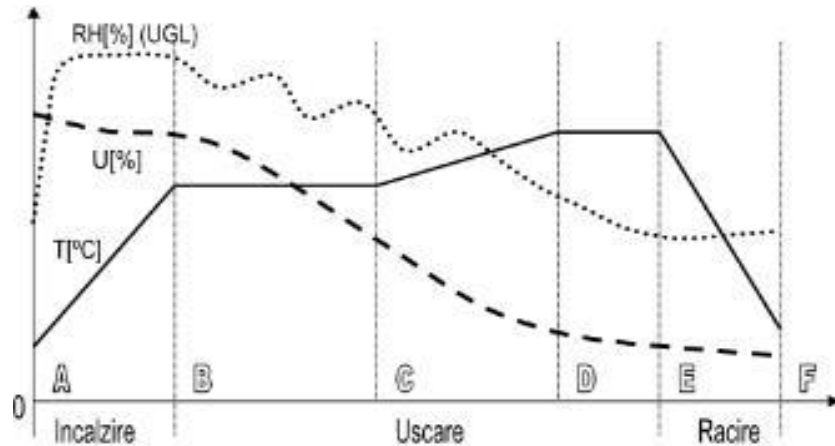


Fig. 9 Fazele procesului de deshidratare

**Faza de Incalzire**, in care toata caldura va fi transferata produselor. Pentru a transfera aportul de caldura catre produse, atmosfera trebuie sa fie saturata sau presiunea partiala a vaporilor de apa la suprafata produselor sa fie egala cu presiunea partiala a vaporilor de apa din aer, astfel procesul de uscare este oprit si toata caldura este transferata produselor. Pe parcursul acestei faze temperatura produselor va creste treptat pana va ajunge aproape egala cu temperatura agentului de uscare (aerului cald). Din acest motiv temperatura acestei faze trebuie sa nu depaseasca temperatura care duce la deteriorarea produselor.

In cazul fructelor si legumelor, aceasta faza trebuie sa fie cat mai scurta, deoarece viteza de vaporizare este foarte mare si se produce condens pe peretii utilajului.

**Faza de conditionare** este utilizata in general produselor care prezinta riscul formarii de cruste sau in cazul produselor care au o umiditate scazuta la exterior, pentru egalizarea umiditatii in intregul produs, pentru a facilita desfasurarea procesului de uscare.

In aceasta faza se mentine o temperatura constanta iar umiditatea este reglata in asa fel incat sa se produca o umezire a produselor. Temperatura din aceasta faza trebuie aleasa in asa fel incat sa nu influenteze negativ calitatea produsului.

**Faza de Uscare** reprezinta cel mai important interval din intregul proces. Deplasarea apei dinspre zonele produselor cu o umiditate mai mare catre zonele cu o umiditate mai scazuta se realizeaza prin difuzie. Vaporizarea apei de pe suprafata produselor are loc cu o anumita viteza,

care trebuie sa fie egala cu viteza difuziei pentru a evita fenomenul de scorjire. Daca viteza de vaporizare este mai mare decat viteza difuziei atunci suprafata produselor ramane fara umiditate si temperatura acesteia va creste, lucru care poate duce la formarea crustelor (care impiedica uscarea).

**Faza de Egalizare** este recomandata pentru produsele poroase uscate in perioadele calde si umede. Dupa incheierea procesului de uscare, produsele se supun unui tratament termic la umiditate scazuta, care are ca scop inchiderea porilor pentru evitarea rehidratarii.

**Faza de Racire** se desfasoara in general prin evacuarea aerului cald prin controlul clapetelor. In cazul in care racirea trebuie controlata cu precizie, se practica si controlul incalzirii pentru mentinerea unui gradient. Umiditatea nu este controlata.

Durata procesului de uscare este influentata de mai multi factori dar cei mai importanti factori sunt tipul si forma produsului supus uscarii si temperatura.

Ciclograma procesului de deshidratare a speciilor vegetale contine mai multe faze si fiecare faza poate contine mai multi pasi. Principalele faze ale procesului de deshidratare (uscarea) sunt: incalzirea produselor (A-B), uscarea propriuzisa (B-E) si racirea (E-F). In faza de uscare pot exista mai multe trepte ale parametrilor programati.

Testele de laborator au urmarit modul in care echipamentul realizeaza parametrii tehnico-functionali impusi de tehnologia de deshidratare pentru o specie vegetala reprezentativa conservata prin aceasta metoda-merele felii.

Reactorul de gazeificare TLUD transforma energia biomasei in energie termica a amestecului gaze de ardere-fum (rezultat al arderii singazului, obtinut in procesul de gazeificare).

Transferul de caldura de la acesta la agentul de deshidratare are loc in schimbatorul de caldura amplasat in incinta uscatorului, la nivelul suprafetelor radiante ale acestuia.

Biomasa este introdusă în cosul de combustibil al reactorului (cu 2-3 cm sub gaurile de alimentare cu aer de ardere a singazului) și se sprijină pe o sita prin care trece, de jos în sus, aerul primar pentru gazeificare. Aprinderea combustibilului solid se face la partea superioara a incarcaturii. Piroliza rapidă creaza un front de incandescenta in partea de sus și se continua in jos in biomasa din reactor. Prin piroliza rapida rezulta singaz, gudron și biochar.

Gudroanele trec prin stratul de cărbune incandescent, sunt cracate și reduse total datorită căldurii radiate de frontul de piroliză și de flacăra dispusă la nivelul superior. Gazul rezultat se amestecă cu aerul secundar care este introdus în zona de ardere prin orificiile dispuse la partea superioară a reactorului. Amestecul cu turbulență ridicată, arde cu flacăra la temperaturi de circa 900 °C. Reglarea puterii termice se face prin variația debitelor de aer primar și secundar.

Valoarea temperaturii aerului cald din incinta de uscare este determinata de pozitia discului

de inchidere a sectiunilor de trecere a gazelor de ardere din componenta repartitorului.

Prin aplicatia LabView sunt setate valorile temperaturilor fazelor de incalzire, conditionare, uscare si egalizare, respectiv a timpilor aferenti fazelor de conditionare, uscare si egalizare.

In faza de incalzire a produselor, repartitorul conduce intreaga cantitate de gaze de ardere-fum spre schimbatorul de caldura, pentru reducerea duratei acesteia.

In aceasta faza, pentru respectarea conditiei ca atmosfera din incinta de deshidratare sa fie saturata (presiunea partiala a vaporilor de apa la suprafata produselor sa fie egala cu presiunea partiala a vaporilor de apa din aer), incinta de deshidratare este complet inchisa, atat clapetele de admisie aer proaspat exterior cat si clapeta de evacuare a aerului umed sunt complet inchise, ventilatorul fiind in functiune si recirculand agentul de uscare.

Dupa atingerea varfului de temperatura pentru faza de incalzire, repartitorul, care reprezinta elementul de executie din componenta sistemului de automatizare, urmareste mentinerea unei valori constante a temperaturii pe intreaga durata a fazelor de conditionare, uscare si egalizare, prin deplasarea alternativa a discului si inchiderea/deschiderea cailor de acces ale amestecului gaze de ardere-fum spre schimbatorul de caldura sau spre cosul de evacuare la atmosfera.

In faza de conditionare, pentru egalizarea umiditatii in intreg podusul (pentru a facilita desfasurarea procesului de uscare) se mentine o temperatura constanta (varful temperaturii de incalzire), iar umiditatea este reglata in asa fel incat sa se mentina o umezire a produselor. Clapetele de admisie aer proaspat exterior cat si clapeta de evacuare a aerului umed sunt deschise la 1/3 din sectiune, ventilatorul fiind in functiune, cu aspirarea aerului proaspat din atmosfera (prin 2 din cele sase clapete de pe usa) si evacuarea aerului umed prin clapeta de pe tubulatura de evacuare, reglata la un unghi de 30°.

Faza de uscare se poate derula cu mentinerea temperaturii constante pe intregul interval de timp (B-E), pe palierul care reprezinta varful valorii temperaturii de incalzire din diagrama uscarii, fig. 20, sau cu o crestere a valorii temperaturii pe intervalul de timp C-D si mentinerea pe palierul D-E.

Corelarea vitezei de vaporizare a apei de pe suprafata produselor cu viteza difuziei este determinanta pentru a evita fenomenul de scorjire a produselor. Umiditatea optima din incinta de deshidratare se realizeaza prin deschiderea unei clapete de admisie aer proaspat (50 % din suprafata) si pozitionarea clapetei de pe tubulatura de evacuare aer umed la 45°.

Pe durata fazei de uscare ventilatorul vehiculeaza agentul de uscare, uniformizand temperatura din incinta si asigurand admisia de aer proaspat si evacuarea de aer umed.

Faza de racire controlata a produselor se realizeaza prin dirijarea completa a amestecului gaze de ardere-fum spre cosul de evacuare in atmosfera, oprirea reactorului de gazeificare

(oprirea ventilatoarelor de gazeificare si de ardere a singazului, extragerea reactorului din pozitia de lucru, descarcarea biocharului din cosul de combustibil si a cenusii din cenusar, realimentarea cu combustibil solid pentru un nou ciclu de functionare), mentinerea in stare deschisa a unei singure clapete de admisie aer proaspat si reglarea deschiderii clapetei de evacuare a aerului umed din incinta la un unghi de 15°, precum si vehicularea aerului cu ajutorul ventilatorului.

Ansamblul mobil al repartitorului este actionat de un actuator electric liniar, care primeste informatia privind valoarea temperaturii din incinta de deshidratare de la senzorul de temperatura (sonda Pt100 cu domeniul 0...200 °C) amplasat in vecinatatea schimbatorului de caldura.

Valoarea temperaturii la nivelul tavilor de deshidratare este masurata de un traductor de temperatura amplasat intr-una din tavi, infomatia fiind transmisa sistemului de monitorizare a parametrilor de lucru; valoarea poate fi citita in timp real pe un afisor conectat la tabloul de automatizare a procesului de lucru.

Testele de laborator au confirmat faptul ca functionarea reactorului de gazeificare la putere maxima-10 kWt- se realizeaza pentru debitul de aer de gazeificare de 50 l/min si de ardere de 150 l/min (valori obtinute si prin calculul debitului total de aer din teoria arderii). Raportul de 1/3 dintre debitele de gazeificare si de ardere singaz este recunoscut in literatura de specialitate ca fiind raportul care asigura eficienta maxima a generatorului termic pentru emisii minime de gaze poluante si particule in atmosfera.

Puterea reactorului de gazeificare poate fi reglata in limite largi, prin varierea turatiei ventilatoarelor care furnizeaza debitele de aer de gazeificare biomasa si ardere singaz, cu pastrarea raportului 1/3 pentru o ardere curata.

Pentru masurarea **emisiiilor de noxe** (gaze poluante si particule) au fost utilizate două echipamente principale: "Dust measuring instrument STM 225 BLACK EDITION", pentru măsurarea particulelor solide și "Flue gas analyser MULTILYZER STx", pentru analiza gazelor de ardere.

Experimentele s-au desfășurat pe parcursul mai multor zile, în care s-au prelevat probe de gaze arse și particule solide din coșul de fum al gazeificatorului. Procesul de lucru s-a desfasurat la diverse rapoarte aer gazeificare / aer ardere, in vederea validarii raportului optim recomandat de literatură de specialitate, respectiv 1:3.

Metodologia de experimentare a inclus următorii pași:

1. Instalarea și calibrarea echipamentelor de măsurare conform specificațiilor producătorului;
2. Colectarea probelor de gaze arse în diverse intervale de timp, utilizând MULTILYZER STx;



3. Măsurarea concentrației de particule solide din fumul emis de coșul gazeificatorului folosind STM 225 BLACK EDITION;
4. Înregistrarea și analizarea datelor obținute pentru fiecare interval de măsurare;
5. Calcularea valorilor medii, minime și maxime pentru fiecare parametru măsurat.

Rezultatele obținute sunt prezentate în continuare în fig. 10 și tab. 1

### Analiza gazelor arse (MULTILYZER STx)

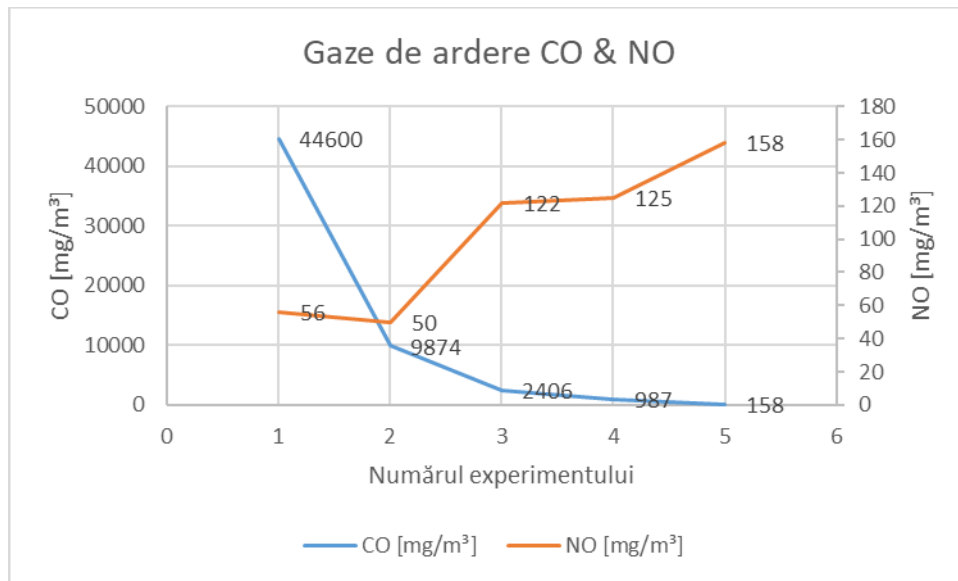


Fig. 10 Analiza gazelor arse (MULTILYZER STx)

### Analiza particulelor solide (STM 225 BLACK EDITION)

Tabel 1 Analiza particulelor solide (STM 225 BLACK EDITION)

| Parametru | Unitate           | Valoare |
|-----------|-------------------|---------|
| Minima    | mg/m <sup>3</sup> | 179.0   |
| Maxima    | mg/m <sup>3</sup> | 228.8   |
| Media     | mg/m <sup>3</sup> | 227.9   |

- Valorile CO variază semnificativ, indicând fluctuații în eficiența arderii. Cele mai ridicate valori (44600 mg/m<sup>3</sup>) indică o ardere incompletă, în timp ce valorile mai mici (158 mg/m<sup>3</sup>) sugerează o ardere completă.

○ Valorile NO sunt într-o ușoară creștere, nivelurile ridicate pot indica formarea de oxizi de azot datorită temperaturilor înalte de ardere.

○ Concentrația medie de particule solide este de  $227.9 \text{ mg/m}^3$ , cu o variabilitate între  $179.0 \text{ mg/m}^3$  și  $228.8 \text{ mg/m}^3$ . Aceste valori sugerează prezența de particule solide în emisiile de fum, care poate fi atribuită unei combustii incomplete.

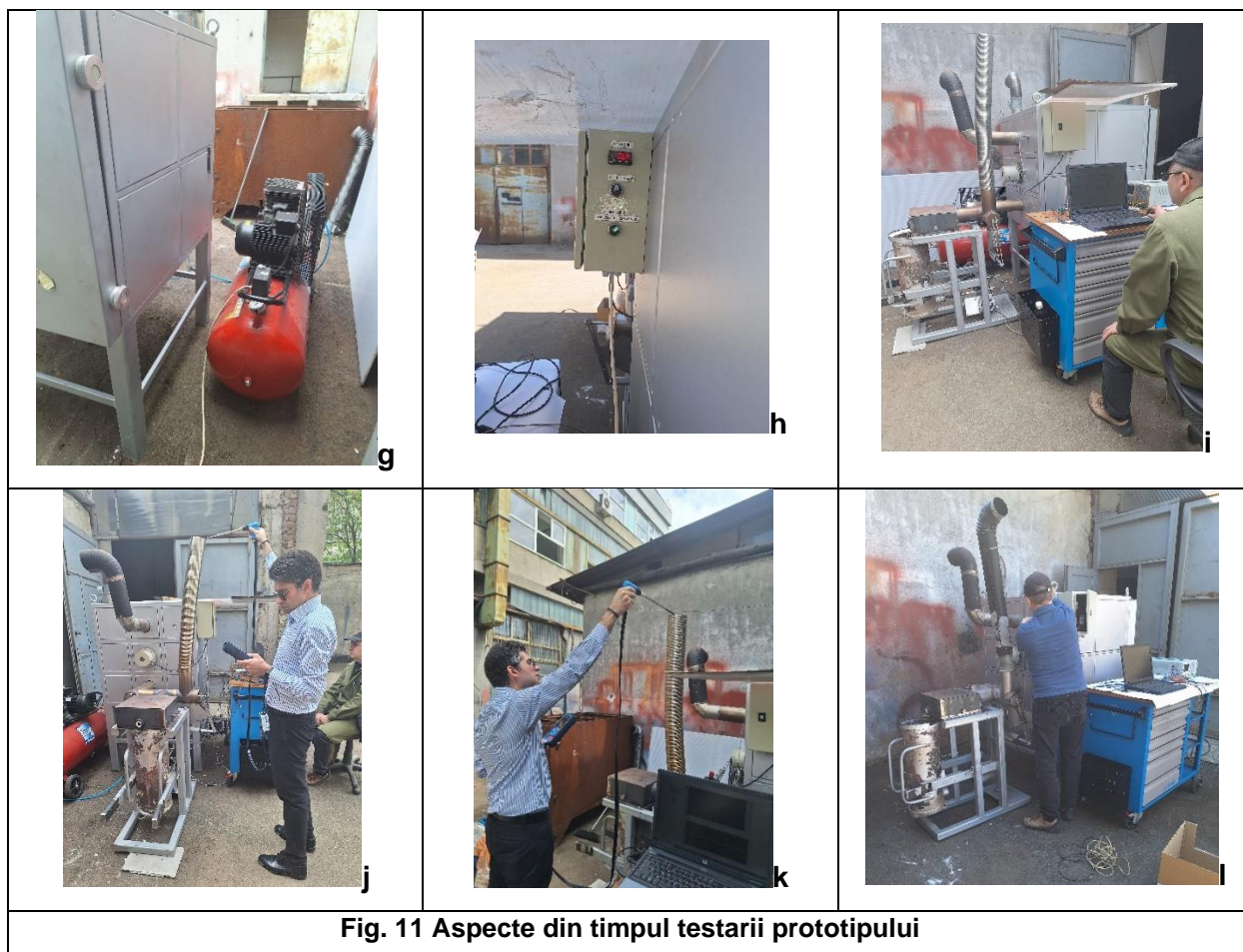
• Eficiența arderii în gazeificator variază în funcție de condițiile de operare și de calitatea combustibilului. Valorile ridicate de CO și particule solide indică momente de combustie incompletă.

• Valorile constante ale NO sugerează formarea de oxizi de azot la temperaturi înalte, ceea ce necesită optimizarea procesului pentru reducerea acestor emisii.

• Reducerea emisiilor de particule solide a fost obținută prin optimizarea parametrilor de operare ai gazeificatorului (ajustarea raportului aer gazeificare – aer ardere la valoarea optimă 1:3).

În imaginile de mai jos (fig. 11 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l) sunt prezentate aspecte din timpul testării prototipului





**Fig. 11 Aspecte din timpul testarii prototipului**

## **Verificari si masuratori**

### **1 Verificarea componentei prototipului**

Verificarea s-a realizat pe baza Documentatiei de executie prototip si a constat in verificarea reperelor si subsansamblelor, privind calitatea executiei, modul de integrare in ansamblu. O atentie deosebita a fost acordata verificarii etansarilor circuitelor de aer ale reactorului de gazeificare si de gaze de ardere-fum, izolatiilor subsansamblelor prin care circula gazele de ardere si fumul, in vederea reducerii pierderilor de energie termica.

### **2 Verificarea capacitatii de incarcare cu biomasa**

Volumul de biomasa incarcata in reactorul de gazeificare, tinand cont de caracteristicile geometrice ale cosului de combustibil, respectiv de pozitia sitei si a gaurilor pentru arderea singazului, este de  $16,73 \text{ dm}^3$ , echivalentul a  $11,04 \text{ kg}$  peleti, respectiv  $7,20 \text{ kg}$  biomasa lemnoasa tocata (greutatea specifica a peletilor este de  $0,66 \text{ kg/dm}^3$ , iar a biomasei tocate cu dimensiunile  $30\text{-}50 \text{ mm}$  si umiditatea  $18\%$  de  $0,43 \text{ kg/dm}^3$ ).

### **3 Masurarea perioadei pana la intrarea in regim stabilizat.**

Pentru asigurarea bunei functionari a generatorului este nevoie ca echipamentul sa intre cat mai repede intr-un regim stabilizat de gazeificare. Aceasta perioada dureaza de la aprinderea flacarii la nivelul materialului de oxidare din reactor pana la trecerea acesteia la nivelul arzatorului, unde are loc combustia singazului prin amestecarea turbulenta cu fluxul de aer secundar care aduce aport de oxigen pentru arderea completa. Perioada pana la intrarea in regim stabilizat este influentata si de tipul si cantitatea de combustibil utilizat pentru aprindere.

Perioada intre aprinderea biomasei si intrarea reactorului in regim stabilizat de gazeificare este de 10...15 min.

#### **4 Verificarea puterii generatorului termic si a capacitatii de reglare a debitelor de aer.**

Testele prototipului au demonstrat ca puterea maxima previzionata de 10 kWt, se atinge pentru debite de aer de 50 l/min la gazeificare si 150 l/min la ardere singaz. Raportul de 1:3 intre cele doua debite asigura un nivel minim al noxelor si permite varierea in limite largi a puterii termice a generatorului.

#### **5. Masurarea duratei de functionare**

Durata de functionare se masoara de la initierea procesului de ardere pana la finalizarea arderii. Intreaga perioada cuprinde o faza de initiere (10-15 min), o faza de functionare in regim stabilizat de gazeificare (270 min), inclusiv cu arderea biocharului (care reprezinta 30 min).

#### **6 Masurarea cantitatii de biochar obtinuta.**

Masurarea cantitatii se face exact la finalizarea etapei a doua de gazeificare a biomasei, cand flacara isi schimba culoarea si devine albastruie. Arderea in continuare a biocharului este o alegere pur economica a utilizatorului. Cantitatea de biochar este, in conditii normale, cuprinsa intre 15 si 25 procente din biomasa utilizata in functie de tipul de biomasa.

Experimentarile au evidentiat ca prin oprirea procesului de gazeificare la momentul inceperii arderii biocharului, cantitatea ramasa pe sita este de aprox. 2 kg, reprezentand un procent de 18% din masa peletilor introdusi in cosul de combustibil solid al reactorului.

Caracteristicile tehnico-functionale ale uscatorului convectiv sunt prezentate in tab. 2

**Tab. 2 Caracteristicile tehnico-functionale ale uscatorului convectiv cu independenta energetica**

| <b>Caracteristica</b>                            | <b>Valori (observatii)</b>                                                          |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipul uscatorului</b>                         | Convectiv                                                                           |
| <b>Produce vegetale ce pot fi procesate</b>      | Fructe, legume, plante aromatice si medicinale                                      |
| <b>Componenta</b>                                | Camera de uscare, modul termic, modul de monitorizare si control parametri de lucru |
| <b>Surse energetice utilizate in functionare</b> | Biomasa-pentru obtinerea energiei termice necesare producerii agentului de uscare;  |

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     | energia solara pentru producerea energiei electrice necesare alimentarii consumatorilor electrici                                                                            |
| <b>Capacitate camera de uscare</b>                                                                  | 20-100 kg produs de deshidratat, dispus pe 8 tavi cu suprafata totala de 4 m <sup>2</sup>                                                                                    |
| <b>Putere generator termic</b>                                                                      | 10 kWt                                                                                                                                                                       |
| <b>Capacitate incarcare cu biomasa generator termic</b>                                             | 16, 73 dm <sup>3</sup> (11,04 kg peleti, 7,20 kg biomasa lemnoasa tocata);                                                                                                   |
| <b>Autonomie functionare generator termic pentru o incarcatura cu peleti</b>                        | 270 min cu arderea inclusiv a biocharlui; 240 min cu obtinerea de biochar (20% din incarcatura)                                                                              |
| <b>Durata de intrare in regim de gazeificare generator termic, dupa aprindere combustibil solid</b> | 10-15 min                                                                                                                                                                    |
| <b>Debite de aer pentru realizarea puterii maxime a generatorului termic</b>                        | 50 l/min gazeificare; 150 l/min ardere singaz                                                                                                                                |
| <b>Raport optim debite aer pentru emisii poluante minime</b>                                        | 1/3 (gazeificare/ardere singaz)f                                                                                                                                             |
| <b>Putere electrica instalata</b>                                                                   | 128 W: 38,4 W ventilatoare gazeificare biomasa/ardere singaz; 40 W ventilator vehiculare agent de uscare; 30 W actuator repartitor gaze de ardere-fum; 20 W modul electronic |
| <b>*Tip panou fotovoltaic</b>                                                                       | 700W Canadian Solar CS7N-700TB-AG, N-type TOPCon BIFACIAL                                                                                                                    |
| <b>Element comanda in procesul de automatizare</b>                                                  | Traductorul de temperatura (sonda Pt100 cu domeniul 0...200 °C), amplasata in incinta de deshidratare.                                                                       |
| <b>Element executie in procesul de automatizare</b>                                                 | Repartitorul gaze de ardere-fum spre schimbatorul de caldura sau spre cosul de evacuare la atmosfera                                                                         |
| <b>Parametri procesului de uscare</b>                                                               | Temperatura agentului de uscare; umiditatea relativa a amestecului agent de uscare-aer proaspat din incinta; timpii aferenti fazelor de deshidratare                         |
| <b>Valoarea maxima a temperaturii de deshidratare</b>                                               | 72 °C                                                                                                                                                                        |
| <b>Parametri afisati in timp real pe display-ul modului electronic</b>                              | Temperatura la nivelul tavilor de deshidratare si umiditatea relativa a amestecului agent de uscare-aer proaspat                                                             |

Schema de functionare a prototipului, la care procesul de lucru este condus prin automatul programabil din componenta modului electronic este prezentata in fig. 12.

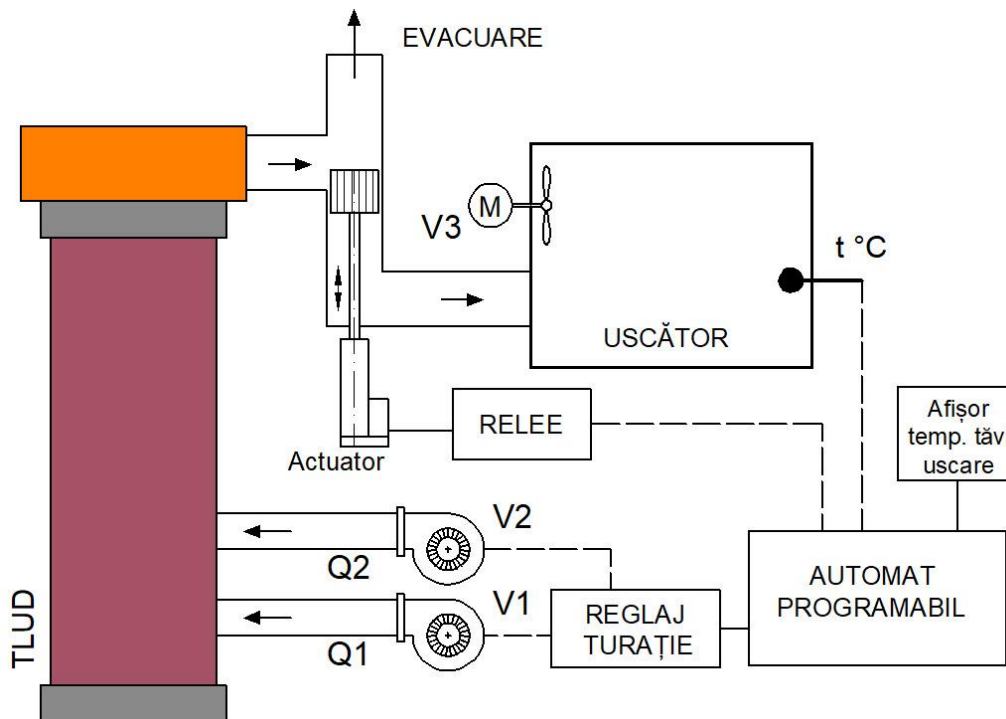


Fig. 12 Schema de functionare a prototipului (varianta finala)

### Omologare internă prototip uscator convectiv cu independenta energetica

Ședința de omologare internă a produsului **“Echipament de uscare inovativ cu independență energetică, pentru zone montane și izolate”** a avut loc la data de 12.06.2024, la sediul partenerului CALORIS Group S.R.L., din București, Șos. Berceni nr. 8A, etaj 2, sector 4.

Dosarul de omologare internă cuprinde următoarele piese:

1. Tema de proiectare (Caiet de sarcini) pentru “Echipament de uscare inovativ cu independență energetică, pentru zone montane și izolate”;
2. Documentația tehnică de execuție Prototip;
3. REFERENȚIAL -- Raport Tehnic privind respectarea cerințelor de funcționalitate;
4. Carte tehnică (Manual de utilizare).

În urma analizei documentelor prezentate, comisia de omologare internă a constatat că produsul “Echipament de uscare inovativ cu independență energetică, pentru zone montane și izolate” corespunde scopului pentru care a fost realizat și cerințelor impuse prin tema de proiectare, prin specificația tehnică și prin standardele aplicabile.

Ședința de omologare internă a produsului s-a încheiat cu întocmirea Procesului Verbal de Omologare / Certificare Internă Nr. 158 / 12.06.2024, aprobat de Director General Ing. PASAT Sorin.

### Activitate 3.3 Protejarea drepturilor de proprietate intelectuala

Cerere de brevet de inventie: Ioan Pavel, Gheorghe Sovaiala, Gabriela Matache, Alexandru-Polifron Chirita, "Schimbator de caldura fum-aer", Nr. Cerere OSIM: A/00123 - 22.03.2024



### CERERE DE BREVET DE INVENTIE

|                                   |                                               |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Nr. referința solicitant/mandatar | Registratura OSIM (numarul și data primirii): |
|                                   | A100123 22 MAR 2024                           |

|                                                                                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Se completează de către OSIM</b>                                               |  |
| Numărul cererii de brevet de invenție                                             |  |
| Data primirii la Registratura Generală a OSIM                                     |  |
| Data de depozit                                                                   |  |
| Data primirii părții lipsă la Registratura Generală a OSIM                        |  |
| Data de depozit după primirea părții lipsă la Registratura Generală a OSIM        |  |
| Data primirii cererii de retragere a părții lipsă la Registratura Generală a OSIM |  |
| Data de depozit atribuită cererii de brevet                                       |  |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Solicitanți (nume și prenume/nume adresă de domiciliu, sediu, telefon, fax, e-mail)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETĂRE - DEZVOLTĂRE PENTRU CPTOELECTRONICĂ – Filiala<br>INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ (INOE 2000 Filiala IHP)<br>BUCUREȘTI SECTOR 4, STR. CUȚIȚUL DE ARGINT NR. 14<br>TELEFON 021.336.39.91, FAX 021.337.30.40, E-MAIL: office.inp@fluidas.ro<br>Cont BCR - RO 46 RNCB 0278054316290001 Sucursa a Șerban Vodă, sect. 4<br>COD SIRUES 40 / 3550238, Nr. Registrul Comerțului: J 40 / 2487 / 1997 |

|                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Solicitam în baza Legii nr. 64/1991 privind brevetele de invenție, republicată, modificată prin Legea nr.83/2014 privind invențiile de serviciu acordarea unui brevet de invenție cu titlul: |
| <b>SCHIMBĂTOR DE CALDURA FUM - AER</b>                                                                                                                                                          |

|                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Solicitantul este îndreptățit la depunerea cererii de brevet de invenție în baza : |
| <input type="checkbox"/> Legii nr. 64/1991 privind brevetele de invenție, republicată;  |
| <input type="checkbox"/> Legii nr.83/2014 privind invențiile de serviciu.               |
| <input checked="" type="checkbox"/> unui contract de cercetare                          |

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2. Referința la o cerere depusă anterior (numar, data de depozit, țara/oficiu): |
|-----------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Declarăm că inventatorii sunt cei desemnați în formularul „Declarație conținând desemnarea inventatorilor” <input checked="" type="checkbox"/> anexat <input type="checkbox"/> care va fi transmis ulterior |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| 4. Rezumatul invenției se publică împreună cu figura numărul: 1 |
|-----------------------------------------------------------------|

|                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|
| 5. Revendicăm prioritatea convențională (stat, număr, data depozit): |
|----------------------------------------------------------------------|

|                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|
| 6. Revendicăm prioritatea internă (numar cerere de brevet, data depozit): |
|---------------------------------------------------------------------------|

1/2

FORM. B 01 - citiți Ghidul de completare

### Activitate 3.4 Diseminare pe scara larga a rezultatelor cercetarii

#### Participare la targ national/international din domeniul proiectului:

Participare la **Green Energy Expo Romenvirotec – Targ de energie verde**

Perioada: 11-13 aprilie 2024

Obiectivul expozitiei a fost: promovarea tehnologiilor si echipamentelor de identificare, captare, producere si conservare a energiei produse din resurse regenerabile de energie verde (soare, vant, energie geotermica, biomasa reziduala, resurse hidro, etc.)

Participare colectiv proiect: doua zile (12-13 aprilie 2024)

Obiectivul participării:

- vizitare expoziție (peste 38 discuții/întâlniri la standuri),
- identificare potențiali parteneri de colaborare (9 persoane și 5 companii interesate să implementeze soluția tehnică dezvoltată prin proiectul 87PTE/2022);
- identificarea unei soluții tehnice, pretabile îmbunătățirii prototipului final rezultat prin proiectul 87PTE-2022;
- distribuție printre expozanți și vizitatori a peste 140 flyer-e cu prezentarea tehnologiei și a prototipului rezultat prin proiectul 87PTE-2022.

### **Elaborare și publicare articole cu caracter științific și tehnic pe tema proiectului**

- Alexandru-Polifron Chirita, Ioan Pavel, Radu-Iulian Radoi, Gabriela Matache, Gheorghe Sovaiala, Ana-Maria Carla Popescu, **Multi-criteria optimization of a laboratory top-lit updraft gasifier in order to reduce greenhouse gases and particulate matter emissions; *Processes***, vol. 12, no. 6, 2024, ISSN 2227-9717, IF: 3.5, Paper ID: 1103, DOI: 10.3390/pr12061103, Link: <https://www.mdpi.com/2227-9717/12/6/1103/pdf?version=1716823806>
- Alexandru-Polifron Chiriță, Gabriela Matache, Adriana Muscalu, "**Numerical simulation of drying equipment for vegetal matter with automatic process control and moisture estimation by means of a neural network**"; acceptat la publicare în revista Hidraulica, nr. 2 (iunie 2024) – Adevărită de acceptare nr. 206/15.05.2024.

### **Participare la conferința națională/internațională în domeniul proiectului:**

- Participare la **12th International Symposium on Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering KOD 2024**, organizată în perioada 23 - 26 mai, la Balatonfüred, Ungaria. S-a prezentat lucrarea **Research on the optimal granulation of biomass in a vibrating-fluidized bed dryer**, autori: Ioan Pavel, Alexandru-Polifron Chirita, Gabriela Matache, Gheorghe Sovaiala, Alina Popescu, Stefan-Mihai Sefu, Kati Pavel, acceptată la publicare în *Springer Series Mechanisms and Machine Science - Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering – Proceedings of KOD 2024*.

### **Organizare workshop încheiere proiect**

- Workshop încheiere proiect, organizat în data de 12.06.2024, începând cu ora 10.00, la sediul partenerului de proiect INOE 2000 – Filiala Institutul de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică, din București, sector 4, str. Cutitul de Argint nr. 14, etaj 2, Sala FLUIDAS.

### **Actualizare website proiect:**

Pagina web a proiectului a fost actualizată în conformitate cu rezultatele și documentele de raportare ale etapei 3, fiind accesibilă la adresa: <https://ihp.ro/inovusc/>.