

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

Titlu proiect: ***Sistem ecologic de generator de aer cald pe principiul TLUD***

Contract de finantare nr : **48PTE din 05/05/2025**

Cod proiect: **PN-IV-P7-7.1-PTE-2024-0035**

Acronim: **ECOHOTSIS**

Etapa 1 (2025): *Stabilire parametri tehnici. Proiectare subansambluri generator. Proiectare subansambluri generator. Execuție subansambluri generator. Diseminare rezultate ale cercetării; actualizare website proiect.*

Elaboratori: - (CO) CALORIS GROUP S.R.L

- (P1) - INOE 2000 - FILIALA INSTITUTUL DE CERCETARI PENTRU HIDRAULICA SI PNEUMATICA BUCURESTI RA

I. Raportul Științific 2025

Sistem ecologic de generator de aer cald pe principiul TLUD

A. Descrierea științifică cu punerea în evidență a rezultatelor etapei anuale și gradul de realizare a obiectivelor;

Obiectivul general al proiectului consta în realizarea unui model experimental de generator de aer cald cu emisii de PM și CO₂ sub valorile impuse de legislație

Scopul proiectului este de a realiza un model experimental de generator de aer cald ecologic care utilizează biomasă, compus dintr-un gazogen pe principiul TLUD cu putere variabilă și un schimbător de căldură aer de ardere/aer cald cu putere variabilă. Variația puterii se va face printr-un controler care preia informații de la senzorii de temperatură aflați pe coșul de fum și la ieșirea de aer cald. Senzorul de temperatură de la coșul de fum urmărește menținerea temperaturii optime pentru a nu se forma depuneri de gudron și diminuează ușor puterea în cazul depășirii acesteia evitând risipa de energie. Senzorul aflat la ieșirea de aer cald controlează puterea gazogenului pentru realizarea temperaturii reglate la ieșirea de aer cald, astfel se va dezvolta o tehnologie de variație a puterii unui generator de aer cald, astfel încât emisiile de noxe și PM la coșul de fum să fie minime, sub nivelul impus de legislația în vigoare și fără pierderi necontrolate de energie pe coșul de fum.

Toate livrabilele prevăzute în etapa 1 (2025) sunt executate cu un grad de realizare de 100%. Suplimentar pentru Raport tehnic de piață și Caiet de sarcini a fost realizat câte un studiu necesar pentru stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului.

În etapa 1 (2025) s-au realizat următoarele activități din Planul de realizare al proiectului:

Act. 1.1 Stabilire parametri tehnici soluție inovativă (caiet de sarcini)

1.1.1 Stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului ceruți de piață

- CO a elaborat un *Studiu pentru stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului ceruți de piață* finalizat cu un *Raport tehnic de piață*

Studiul prezintă situația actuală a utilizării biomasei, un exemplu de calculator de cost energetic, stadiul actual al echipamentelor de ardere, exemple de variante comerciale de instalații de ardere, caracteristicile lor și câteva subansamble recomandate care ar putea fi folosite în proiect.

Concluzia studiului este că rezultatul proiectului va fi realizarea unui prototip de sistem energetic de încălzire cu aer cald, de aprox. 10 kW, de tip șemineu, care să funcționeze cu peleți sau biomasă mărunțită validat în mediul industrial, bazat pe soluții tehnologice de nivel tehnic actual, care să răspundă cerințelor de eficiență energetică și de protecție a mediului impuse de legislația actuală.

1.1.2 Stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului și a soluției inovative

- P1 a elaborat un Studiu privind stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului și a soluției inovative finalizat cu un Caiet de sarcini

Studiul prezintă printre altele stadiul actual al cercetării, metodologii de obținere a energiei din biomasă, mecanismul combustiei și rezultatele arderii, scheme și soluții de gazeificare, aplicații ale microgazeificării, soluții de TLUD pe plan mondial, elemente de calcul de dimensionare, constructive și funcționale pentru echipamentele TLUD.

Caietul de sarcini cuprinde: obiectivele proiectului, definirea rezultatelor cercetării, implementarea proiectului și diseminarea rezultatelor.

Act. 1.2 - Diseminare informații despre proiect, D - Activități suport (diseminarea rezultatelor)

P1 a lansat și actualizat web-site-ul dedicat proiectului.

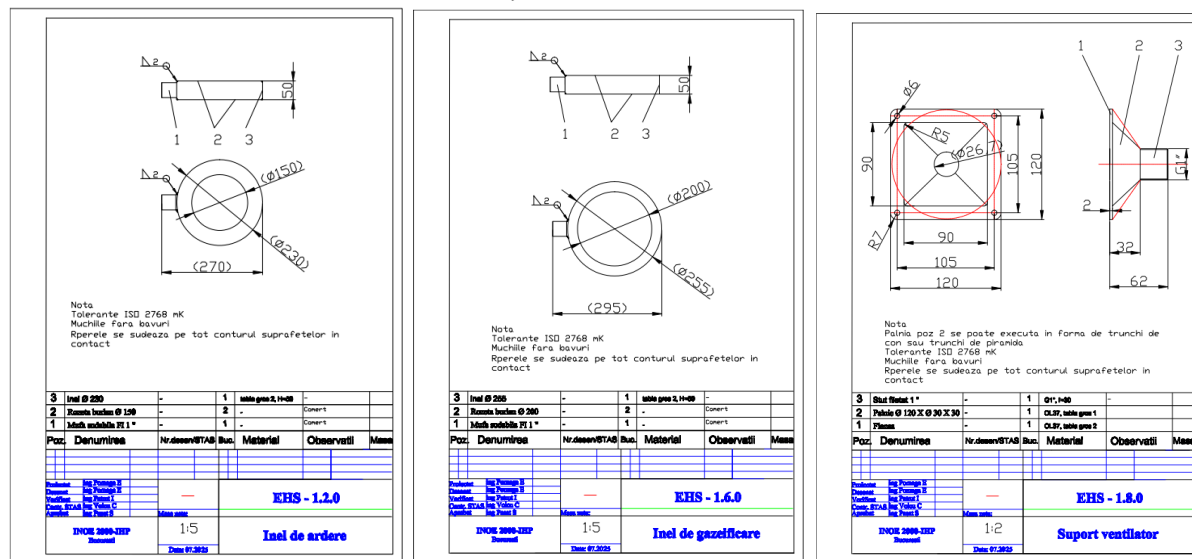
(<https://ihp.ro/ecohotsis/index.htm>)

Act. 1.3 - Proiectare subansambluri generator: Proiectare modul de ardere

Partenerii au elaborat documentația de execuție în AutoCAD și cuprinde toate desenele de execuție și ansamblul pentru modulul de ardere.

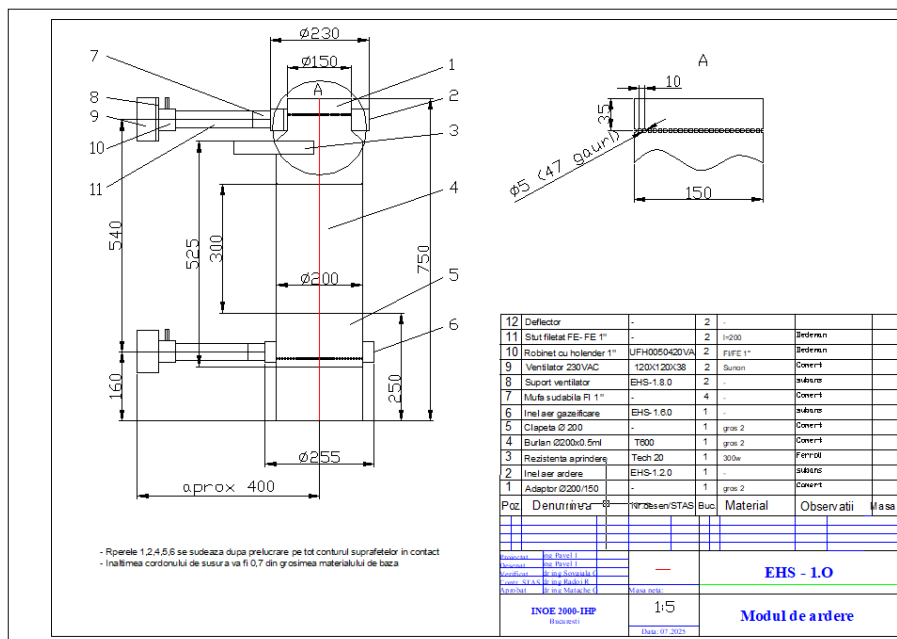
1.3.1- Part. - Coordonator - CALORIS GROUP S.R.L. Elaborare parțială documentație de execuție modul de ardere

CO a elaborat desenele de execuție pentru modulul de ardere, prezentate mai jos



1.3.2 - Part. - Partener P1 - INOE 2000 -IHP - Elaborare parțială documentație de execuție modul de ardere

P1 a elaborat ansamblul modulului de ardere.



Act. 1.4 - Proiectare subansambluri generator: Proiectare schimbător de căldură

Partenerii au elaborat documentația de execuție în AutoCAD și cuprinde toate desenele de execuție și ansamblul pentru modulul de schimbător de căldură.

1.4.1 - Part. - Coordonator - CALORIS GROUP S.R.L. Elaborare parțială documentație de execuție schimbător de căldură

CO a elaborat desenele de execuție pentru modulul de schimbător de căldură

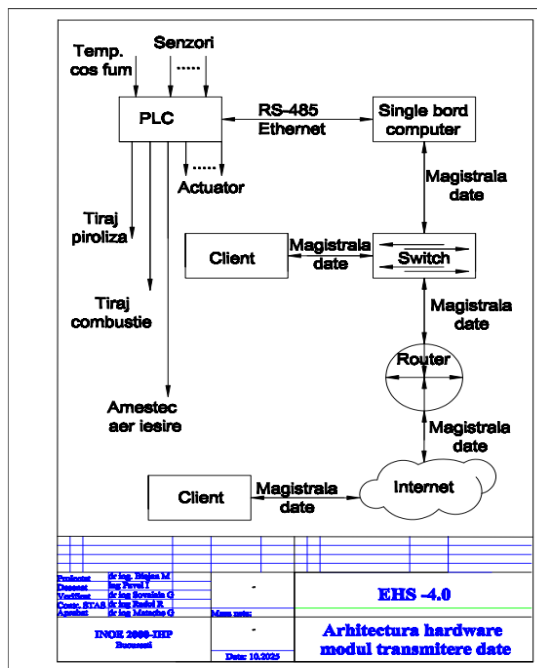
valva admisie aer. Debitul de aer de gazeificare ce controlează și temperatura pe coșul de fum este proporțional cu semnalul de comandă al valvei de admisie aer, semnal unificat de curent 4..20mA. Funcția de regulator de temperatură este asigurată de *controlerul de temperatură* ce folosește o lege de reglare de tip proporțional, integral, derivativ (regulator PID). Controlerul de temperatură integrează o linie serială de comunicație de date de tip RS485 care permite monitorizarea și controlul variabilelor de proces respectiv temperatura dorită, temperatura gazelor de ardere și comanda valvei de admisie aer. Protocolul de comunicație implementat pe linia serială este MODBUS-RTU.

Platforma hardware pe care rulează aplicația software este integrată într-o rețea cu fir și/sau wireless oferind astfel clienților posibilitatea de a accesa regulatorul de temperatura pe alte terminale. Software-ul necesar clientului pentru accesarea regulatorului de temperatură este un simplu browser HTTP (Chrome, Microsoft Edge, Firefox etc). În cazul în care rețeaua locală este conectată la INTERNET clientul regulatorului de temperatură poate fi oriunde în lume. În acest caz este necesar a fi configurat routerul rețelei locale pentru direcționarea apelurilor externe ce folosesc protocolul HTTP pentru accesarea regulatorului de temperatură către serverul HTTP al acestuia.

Cu aplicațiile IoT bazate pe **cloud**, utilizatorii business pot îmbunătăți rapid procesele existente pentru lanțurile de aprovizionare, serviciile pentru clienți, resursele umane și serviciile financiare. Un exemplu în acest sens este utilizarea dispozitivelor IoT pentru activele conectate, în vederea monitorizării de la distanță a utilajelor și declanșării apelurilor pentru corectie sau mentenanța preventivă. Capacitatea de a monitoriza utilajele de la distanță permite și crearea unor noi modele de afaceri, de tip „produse oferite ca servicii”, conform cărora clienții nu mai trebuie să achiziționeze produse, ci să plătească pentru utilizarea acestora.

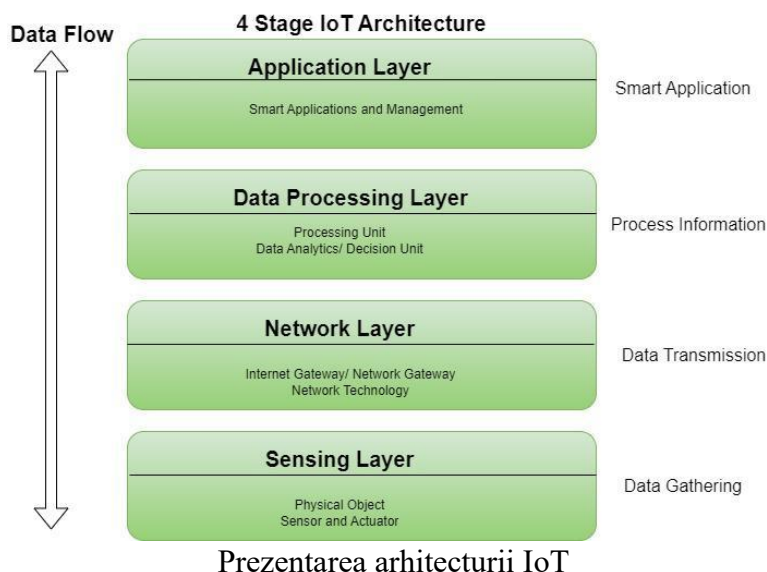
1.6.2 - Part. - Partener P1 - INOE 2000 – IHP Elaborare parțială documentație de execuție modul transmitere de date

P1 a executat Arhitectura hardware pentru documentația de execuție a modului de transmitere de date.



Includerea în arhitectura TLUD a senzorilor, traductoarelor, actuatorilor și a automatului programabil dotat cu multiple posibilități de conectare la rețele de date ar permite gazogenului să comunice cu alte obiecte aflate în mediul extern, atribut esențial unui obiect IoT, deci intrinsec TLUD are capacități IoT neexploatate.

S-a realizat dezvoltarea capacitatilor intrinseci IoT ale TLUD prin completarea acestuia cu componente hardware si software (hw/sw) in scopul obtinerii unui echipament capabil de a comunica si interactiona cu alte echipamente similare si cu utilizatorii folosind Internetul, rețeaua globală de calculatoare si dispozitive interconectate, care permite schimbul instantaneu de informații între ele ceea ce faciliteaza accesul la informații, servicii și aplicații in timp real, asa cum este prezentat in schema din Arhitectura hardware -modul de transmitere date.



Un echipament cu capacități IoT conține patru straturi funcționale, prezentate mai sus

“**Sensing Layer**” se ocupa de colectarea primara a datelor de la senzori și transductori (*transductori = dispozitiv care convertește o formă de energie într-o altă formă*).

“**Network layer**” asigura conexiunea și comunicația cu alte dispozitive din IoT.

“**Data Processing Layer**” este un ansamblu de componente HW/SW (hardware/software) destinate colectării, procesării, stocării, analizării și interpretării datelor de la dispozitivele IoT.

“**Application Layer**” interactioneaza direct cu utilizatorul final. Conține aplicații și software necesare interacțiunii utilizatorului în scopul monitorizării și controlului dispozitivelor IoT. Utilizatorul poate accesa dispozitivul prin intermediul aplicațiilor pe telefoane mobile, portale web accesate cu navigatoare de internet (browsere) sau alte tipuri de interfețe personalizate.

Traductoarele și senzorii din componenta TLUD, prezentate în schema Bloc de automatizare, permit monitorizarea proceselor specifice funcționării acestuia respectiv piroliza materialului organic și arderea gazelor rezultate în scopul producerii energiei termice precum și cărbune (în special biochar). Pe baza datelor furnizate de senzori si traductoare programul de funcționare elaborat de P1 (software-ul de aplicatie) generează comenzile pentru elementele de execuție cum ar fi ventilatoare și valve de control al debitului de aer. De asemenea automatul programabil efectuează o serie de prelucrări primare asupra datelor de proces, monitorizate sau controlate, in sensul scalariei, filtrării si impachetării acestora in scopul transmiterii pe linii de comunicare de date.

Pentru a conferi TLUD funcționalitate IoT este necesar a completa structura HW/SW a acestuia conform schemei din Arhitectura hardware - modul de transmitere date. Astfel *Single Board Computer*, referit in continuare ca SBC, schimba (transmite si recepționează) datele cu automatul programabil, PLC, pe o linie de comunicare date seriala, asincrona RS485 folosind protocolul de comunicație MODBUS varianta RTU. Datele ce descriu funcționarea TLUD, precum operațiile cerute de clienții ce accesează dispozitivul IoT, sunt înregistrate într-o baza de date locală ce folosește tehnologia SQLite. Accesul utilizatorilor externi se face prin rețea folosind echipamente de rețea specifice (switch-uri, routere etc). Severul HTTPS care rulează pe SBC sub sistemul de operare LINUX este dezvoltat în scopul permiterii schimbului securizat de informații între clienții dispozitivului IoT si TLUD. Datele sunt împachetate folosind formatul JSON, *JavaScript Object Notation*, fiind transmise sub forma de text ca obiecte formate din perechi nume/valoare sau liste de valori (array in engleza). Aplicația web client este dezvoltată folosind tehnicile AJAX (*asynchronous JavaScript and XML*) ce permit schimbul de date cu serverul fără a interfera cu pagina afișată clientului. Astfel, prin decuplarea layerului de schimb de

date cu layerul de prezentare, AJAX permite dezvoltarea aplicațiilor web care își schimbă contextul dinamic fără a fi necesară reîncărcarea paginii web curente. Codul JavaScript ce rulează la client folosește obiectul *XMLHttpRequest* pentru a executa schimbul de date cu serverul făcând astfel posibil ca pagina afișată clientului să se schimbe fără a fi necesară reîncărcarea acesteia.

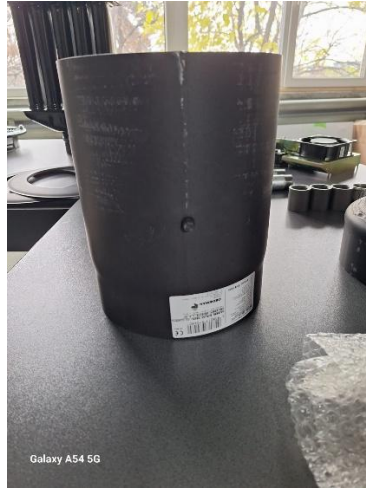
Act. 1.7 - Execuție subansambluri generator: Execuție modul de ardere și asistență tehnică la execuție

1.7.1 - Part. - Coordonator - CALORIS GROUP S.R.L. Execuție modul de ardere

CO a executat modulul de ardere

Proiectul tehnic al modulului de ardere prevede prelucrarea și sudarea reperelor clapeta Ø 200, burlan Ø 200 și adaptor Ø 200/150 formând astfel corpul modulului de ardere. Pe el s-au sudat în dreptul găurilor de acces aer, inelul de gazeificare și inelul de ardere. Pe fiecare inel s-a montat un stuț de alimentare cu aer de 1", un Robinet de reglare debit de aer, suportul de ventilator și câte un ventilator pe fiecare inel.





1.7.2 - Part. - Partener P1 - INOE 2000 – IHP- Asistență tehnică la execuție modul de ardere

P1 a acordat asistență tehnică și a elaborat un raport de execuție în care este specificat ca Prototipul de modul de ardere a fost executat cu tehnologii de fabricație ce permit realizarea lui în fabricația de serie. Piesele au fost verificate să fie conform prescripțiilor din desenele de execuție. S-au folosit materialele recomandate de proiectant.

Echipamentul este conform și poate fi testat în siguranță pentru a constata dacă realizează performanțele pentru care a fost realizat.

Act. 1.8 - Execuție subansambluri generator: Execuție schimbător de căldură și asistență tehnică la execuție -parțiala

1.8.1 - Part. - Coordonator - CALORIS GROUP S.R.L. Execuție schimbător de căldură

CO a executat modulul de schimbator de caldura.

Proiectul tehnic al modulului schimbator de căldura desen EHS-2.0 prevede ca pe recuperatorul de căldura TECH 20 să fie montată cu holșuruburi o carcasa EHS-2.2 care închide trei laturi ale acestuia și pe care se montează ventilatorul T600 cu scopul de a sufla aer pe exteriorul schimbătorului și de a utiliza eficient căldura emanată de acesta în tipul procesului de ardere.

Proiectul tehnic al modulului schimbator de caldura desen EHS-2.0 prevede ca pe recuperatorul de căldura TECH 20 să fie montată cu holșuruburi o carcasă EHS-2.2 care închide trei laturi ale acestuia și pe care se montează ventilatorul T600 cu scopul de a sufla aer pe exteriorul schimbătorului și de a utiliza eficient căldura emanată de acesta în tipul procesului de ardere.





P1 va elabora un raport de execuție în etapa următoare (2026)

B.

C. Un sumar al progresului (livrabile realizate, indicatori de rezultat, diseminarea rezultatelor, justificare diferențe, dacă e cazul);

Etapă 1 (2025) - Stabilire parametri tehnici. Proiectare subansambluri generator. Proiectare subansambluri generator Execuție subansambluri generator. Diseminare rezultate ale cercetării; actualizare website proiect

Toate livrabilele prevazute in etapa 1 (2025) sunt executate cu un grad de realizare de 100%.

Documentațiile au fost realizate conform pescrptiilor tehnice din caietul de sarcini și vor sta la baza execuției subansamblelor componente ale echipamentului inovativ rezultat din ptoiect.

Cele două module de ardere și de schimbător de căldură au fost executate cu tehnologii de fabricație ce permit realizarea în fabricația de serie. Pieseile au fost verificate sa fie conform prescripțiilor din desenele de execuție. S-au folosit materialele recomandate de proiectant subansamblele sunt conforme si pot fi testate în siguranță pentru a constata dacă realizează performanțele pentru care au fost realizate.

Nr crt	Activitatea	Activitate / Partener	Denumire activitate	Livrabil
1	Act. 1.1 - Stabilire parametri tehnici soluție inovativă (caiet de sarcini)	1.1.1 - Part. - CO - CALORIS GROUP S.R.L.	Stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului ceruți de piață	<i>1 Studiu pentru stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului ceruți de piață si Raport tehnic de piață</i>
		1.1.2 - Part. - P1 - INOE 2000 - IHP	Stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului și a soluției inovative	<i>1 Studiu privind stabilirea parametrilor tehnici ai echipamentului și a soluției inovative si Caiet de sarcini</i>
2	Act. 1.2 - Diseminare informații despre proiect -	1.2.1 -Part. - P1 - INOE 2000 - IHP	Lansare website dedicat proiectului	<i>1 website dedicat proiectului https://ihp.ro/ecohotsis/index.htm</i>
3	Act. 1.3 - Proiectare subansambluri	1.3.1 - Part. -CO - CALORIS GROUP S.R.L	Elaborare parțială documentație de execuție modul de ardere	<i>1 documentație de execuție modul de ardere (parțială)</i>

	generator: Proiectare modul de ardere	1.3.2 - Part. - P1 - INOE 2000	Elaborare parțială documentație de execuție modul de ardere	<i>1 documentație de execuție modul de ardere (parțială)</i>
4	Act. 1.4 - Proiectare subansambluri generator: Proiectare schimbător de căldură	1.4.1 - Part. - CO CALORIS GROUP S.R.L.	Elaborare parțială documentație de execuție schimbător de căldură	<i>1 documentație de execuție schimbător de căldură (parțială)</i>
		1.4.2 - Part. - INOE 2000	Elaborare parțială documentație de execuție schimbător de căldură	<i>1 documentație de execuție schimbător de căldură (parțială)</i>
5	Act. 1.5 - Proiectare subansambluri generator: Proiectare modul de automatizare	1.5.1 - Part. - CO CALORIS GROUP S.R.L.	Elaborare parțială documentație de execuție modul de automatizare	<i>1 documentație de execuție modul de automatizare (parțială)</i>
		1.5.2 - Part. - P1 - INOE 2000	Elaborare parțială documentație de execuție modul de automatizare	<i>1 documentație de execuție modul de automatizare (parțială)</i>
6	Act. 1.6 - Proiectare subansambluri generator: Proiectare modul transmitere de date la distanță	1.6.1 - Part. - CO CALORIS GROUP S.R.L.	Elaborare parțială documentație de execuție modul transmitere de date	<i>1 documentație de execuție modul transmitere de date (parțială)</i>
		1.6.2 - Part. - P1 - INOE 2000	Elaborare parțială documentație de execuție modul transmitere de date	<i>1 documentație de execuție modul transmitere de date (parțială)</i>
7	Act. 1.7 - Execuție subansambluri generator: Execuție modul de ardere și asistență tehnică la execuție	1.7.1 - Part. - CO CALORIS GROUP S.R.L.	Execuție modul de ardere	<i>1 modul de ardere</i>
		1.7.2 - Part. - P1 - INOE 2000	Asistență tehnică la execuție modul de ardere	<i>1 raport de executie</i>
8	Act. 1.8 - Execuție subansambluri generator	1.8.1 - Part. - CO-CALORIS GROUP S.R.L.	Execuție schimbător de căldură	<i>1 schimbator de caldura</i>

D. Un rezumat executiv al activităților realizate în perioada de implementare (max. 1 pag.).

Problemele de reducere a consumurilor energetice la echipamentele de încălzire au apărut în ultimii ani, când s-au intensificat cercetările pentru ecologizare, modernizare și eficientizare. Pentru perfecționarea echipamentelor s-au folosit principii noi de ardere iar pentru îmbunătățirea randamentelor s-au adoptat soluții inovative de recuperare a unei părți din energia pierdută la coșul de fum sau prin implementarea de soluții sau tehnologii noi cum ar fi de exemplu utilizarea principiului TLUD (Top-Lit Up Draft) la echipamente de încălzire.

Funcția de bază a acestui tip de gazogen pe principiul TLUD (Top-Lit UpDraft) este de a realiza o flacără din gazgen care poate fi utilizată ca sursă de căldură. Comparativ cu procedeele de ardere directă, procedeul de gazeificare TLUD se caracterizează prin valori foarte mici ale vitezei superficiale a gazelor care trec prin frontul pirolitic. Procesul lent menține o viteză superficială a gazgenului produs la valori foarte mici ceea ce asigură reducerea antrenării cenușii libere la valori de sub $PM_{2.5}$ la ieșirea din arzător și de maxim 5 mg/MJ_{bm}, valori mult sub norma din 2015 impusă în UE pentru procese de ardere a biomasei care este de sub 25 mg/MJ.

Obiectivul final al proiectului este de a proiecta și realiza un echipament de încălzire cu aer cald care funcționează pe principiul TLUD și să fie alimentat cu biomasa tocată sau peleți care să funcționeze cu emisii sub cele impuse în legislația europeană de mediu.

În etapa 1 de la startul proiectului din luna 05.2025 și până în luna 12.2025 cei doi parteneri au executat un număr de 14 livrabile care constau în *studiu de piață și studiu tehnic finalizate cu raport*

tehnica de piață și caietul de sarcini, proiectarea modului de ardere și modul de schimbător de căldură, proiectarea modului de automatizare și modul de transmitere date la distanță, execuția modului de ardere și a modului de schimbător de căldură.

Toate livrabilele prevăzute în etapa 1 (2025) sunt executate cu un grad de realizare de 100%.

Subansamblele au fost executate cu tehnologii de fabricație ce permit realizarea în fabricația de serie. Piese au fost verificate să fie conform prescripțiilor din desenele de execuție. S-au folosit materialele recomandate de proiectant subansamblele sunt conforme și pot fi testate în siguranță pentru a constata dacă realizează performanțele pentru care au fost realizate.

Director de proiect

(Nume, prenume, Semnătură)

Pătruț Andrei Ionel