

	STIMPEX S.A. BUCUREȘTI STRADA NICOLAE TECLU 46-48 SECTOR 3; COD POȘTAL 032368	NECLASIFICAT Exemplar nr. _____
---	--	---

Nr. 753/25.06.2024

APROB
Director General



RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

privind implementarea proiectului

**“Celule de combustie cu anozii fără metale nobile, alimentate cu bioetanol, pentru dispozitive portabile”
(Acronim: BioEnergCell)**

Cod: PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0592

Nr. proiect: 96PTE/2022

ETAPĂ UNICĂ 2024: IANUARIE 2024 – IUNIE 2024

Director de proiect,
Dr. ing. Vasile Șomoghi

Parteneri implicați în proiect:

CO – S.C. Stimpex S.A.

P1 – Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Fizica Materialelor RA

Responsabil proiect: Dr. habil. Mihaela Florea

P2 – Institutul de Chimie Fizică „Ilie Murgulescu” al Academiei Române

Responsabil proiect: Dr. Simona Șomăcescu

I. Rezumatul etapei

Conform Planului de realizare al proiectului **BioEnergCell**, în cadrul Etapei III denumită generic „**Testarea în condiții reale a lotului prototip industrial BEC**” s-au desfășurat următoarele activități de cercetare:

A3.1 *Întocmire plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC*

A3.2 *Parcurgerea planului de testare evaluare cu lotul prototip industrial BEC*

A3.3 *Întocmirea raportului de testare evaluare BEC*

A3.4 *Actualizarea tehnologiei de fabricație și a specificației de fabricație*

A3.5 *Elaborarea documentației necesare înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție*

A3.6 *Diseminarea rezultatelor cercetării în reviste de specialitate, participare la conferințe, saloane de invenție pe tematica proiectului. Organizarea unui workshop de prezentare a produsului cu participarea factorilor de decizie interesați. Finalizarea paginii web.*

În cadrul acestui raport științific vor fi redată succint rezultatele obținute până în prezent din desfășurarea acestor activități aferente proiectului BioEnergCell.

Introducere

Obiectivul acestei etape a proiectului este testarea și evaluarea lotului prototip industrial BEC în condiții reale. Aceste teste au ca scop evaluarea performanței, eficienței, fiabilității și durabilității prototipului industrial atunci când este supus unor scenarii operaționale practice. Prin simularea condițiilor reale de utilizare, scopul este de a obține date complete care să reflecte adevăratul potențial și limitele acestui prototip în diverse aplicații industriale. Obiectivele specifice includ:

- **Evaluarea performanțelor:** Evaluarea eficienței electrice, a puterii de ieșire și a consumului de combustibil al prototipului industrial BEC în diferite condiții de încărcare. Aceasta include măsurarea tensiunii, a curentului și a puterii la diferite puncte de funcționare.
- **Fiabilitatea și durabilitatea:** Evaluarea fiabilității și durabilității pe termen lung a prototipului industrial BEC prin supunerea acestuia la cicluri operaționale extinse. Aceasta implică monitorizarea degradării performanței, a uzurii componentelor și a potențialelor moduri de defecțiune.
- **Impactul asupra mediului:** Analiza impactului asupra mediului al utilizării prototipului industrial BEC alimentat cu bioetanol, inclusiv a emisiilor de dioxid de carbon și a altor produși secundari. Acest lucru ajută la compararea beneficiilor de mediu ale prototipului industrial BEC cu alte tehnologii energetice.
- **Stabilitatea operațională:** Asigurarea faptului că prototipul industrial BEC poate funcționa în mod stabil într-o gamă largă de condiții, inclusiv variații de temperatură, modificări ale umidității și diferite profiluri de încărcare. Testarea stabilității ajută la identificarea oricăror probleme operaționale care pot apărea în scenariile utilizării lui în condiții reale.
- **Integrarea sistemului:** Testarea integrării prototipului industrial BEC alimentat cu bioetanol în aplicații specifice, cum ar fi vehicule, unități de alimentare portabile sau sisteme de alimentare staționare. Aceasta implică evaluarea performanței globale a sistemului, inclusiv a sistemelor de control al prototipului, a unităților de condiționare a energiei și a sistemelor de gestionare termică.

Plecând de la aceste obiective, în urma finalizării activităților legate de etapa III din 2024, echipele de lucru ale proiectului au întocmit un plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC, au parcurs planul de testare evaluare, au întocmit raportul de testare evaluare, au actualizat tehnologia de fabricație și specificația de fabricație. După realizarea acestor activități, echipele de lucru ale proiectului au trecut la elaborarea documentației necesare înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție și, în final, au diseminat rezultatele cercetării.

II. Descrierea științifică și tehnică

A3.1 *Întocmire plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC*

Pentru a atinge obiectivul acestei activități de cercetare, echipele de lucru au elaborat un plan de testare cuprinzător. Planul de testare prezintă procedurile, condițiile și parametrii de evaluare a performanțelor prototipului industrial BEC. Elementele cheie ale planului de testare evaluare în condiții reale includ:

- **Pregătiri înainte de testare:** Efectuarea inspecțiilor inițiale și a calibrării celulelor de combustie și a echipamentului de testare. Aceasta include verificarea integrității prototipului industrial BEC, asigurarea calibrării corespunzătoare a senzorilor și configurarea mediului de testare.

- **Testarea sarcinii:** Supunerea prototipului industrial BEC la diferite condiții de încărcare pentru a evalua performanța acestuia într-o gamă de puncte de funcționare. Aceasta include testarea la diferite puteri de

ieșire, de la sarcină mică la sarcină maximă, pentru a înțelege modul în care prototipul răspunde la schimbările de sarcină.

- **Testarea mediului:** Evaluarea performanțelor prototipului industrial BEC în diferite condiții de mediu, cum ar fi variația temperaturilor și a nivelului de umiditate. Acest lucru ajută la înțelegerea modului în care factorii externi afectează funcționarea și eficiența prototipului.

- **Testarea durabilității:** Rularea continuă a prototipului industrial BEC pe perioade îndelungate pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea acestuia pe termen lung. Acest lucru implică monitorizarea parametrilor de performanță în timp și identificarea oricăror semne de degradare sau defecțiune.

- **Colectarea și analiza datelor:** Colectarea datelor privind parametrii cheie de performanță, inclusiv tensiunea, curentul, puterea de ieșire, eficiența și consumul de combustibil. Aceste date sunt analizate pentru a identifica tendințe, anomalii și domenii care necesită îmbunătățiri.

- **Inspecții post-test:** Efectuarea de inspecții amănunțite ale prototipului industrial BEC după testare pentru a evalua orice modificări fizice, uzură sau deteriorare. Acest lucru ajută la înțelegerea impactului testelor în condiții reale asupra componentelor și materialelor prototipului industrial.

Exemplu de procedură de testare:

Etapa 1: Verificări înainte de testare

- Se verifică dacă prototipurile de pile de combustie nu prezintă deteriorări vizibile;
- Se calibrează senzorii de tensiune, curent și temperatură.

Etapa 2: Configurarea mediului

- Configurați mediul de testare pentru a menține o temperatură constantă de 25°C și o umiditate de 50%;
- Asigurați-vă că există măsuri de ventilație și de siguranță.

Etapa 3: Măsurători de referință

- Măsurați și înregistrați performanța de bază fără sarcină aplicată;
- Asigurați-vă că toate sistemele funcționează corect.

Etapa 4: Aplicarea sarcinii

- Aplicați treptat sarcina la celula de combustie, crescând în trepte de 10% din sarcina maximă;
- La fiecare creștere a sarcinii, se înregistrează tensiunea, curentul, temperatura și puterea de ieșire;
- Mențineți fiecare nivel de încărcare timp de 30 de minute pentru a stabili valorile.

Etapa 5: Test de funcționare continuă

- Operați pila de combustie la o sarcină de 80% timp de 72 de ore în mod continuu;
- Înregistrați datele la intervale de 10 minute;
- Monitorizați orice semn de degradare sau defecțiune.

Etapa 6: Testul de sarcină maximă

- Aplicați o sarcină de 100% timp de 1 oră;
- Înregistrați toți parametrii de performanță;
- Inspectați celula de combustie pentru a vedea dacă există semne imediate de stres sau deteriorare.

Etapa 7: Oprire și inspecție după testare

- Reduceți treptat sarcina până la zero și opriți pila de combustie;
- Inspectați prototipul pentru a vedea dacă există deteriorări fizice sau anomalii;
- Analizați datele pentru a detecta orice neconcordanțe sau rezultate neașteptate.

În urma desfășurării acestei activități de cercetare a rezultat livrabilul [D13 Plan de testare lot prototip industrial](#), prevăzut în planul de realizare al proiectului, în conformitate cu cererea de finanțare. Livrabilul asociat acestei activități de cercetare are caracter confidențial și este înregistrat la coordonator.

A3.2 *Parcursul planului de testare evaluare cu lotul prototip industrial BEC*

Scopul acestei activități a fost acela de a executa planul de testare evaluare cu lotul prototip industrial BEC realizat la activitatea precedentă. Parcursul planului de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC marchează o etapă importantă în dezvoltarea și comercializarea acestei tehnologii promițătoare. Acest proces amplu de evaluare are ca scop validarea performanței, fiabilității și stabilității operaționale a lotului prototip industrial în condiții practice.

Executarea planului de testare implică mai multe etape critice:

1. Pregătirea și configurarea

1.1. Pregătiri înainte de testare

- **Inspecție:** Inspecția amănunțită a pilelor de combustie și a echipamentului de testare pentru a se asigura că acestea sunt în stare optimă.

- **Calibrare:** Etalonarea senzorilor și a dispozitivelor de măsurare pentru a asigura colectarea exactă a datelor.
- **Configurare:** Configurarea mediului de testare, inclusiv configurarea sistemului de alimentare cu combustibil și asigurarea unei ventilații și a unor măsuri de siguranță adecvate.

1.2. Testarea de referință

- **Măsurători inițiale de performanță:** Efectuarea testelor de referință pentru a stabili parametrii de performanță inițiali, cum ar fi tensiunea de circuit deschis, curentul de scurtcircuit și puterea inițială de ieșire.
- **Verificarea sistemului:** Verificarea funcționalității întregului sistem, inclusiv a sistemului de alimentare cu combustibil, a conexiunilor electrice și a sistemelor de achiziție de date.

2. Testarea performanțelor

2.1. Testarea la sarcină

- **Condiții de sarcină variabilă:** Supunerea pilelor de combustie la diferite condiții de sarcină, de la solicitări de putere mică la mare, pentru a evalua performanța în întreaga gamă de funcționare.
- **Funcționarea în regim stabil:** Măsurarea parametrilor de performanță în timpul funcționării în regim staționar pentru a determina eficiența și consumul de combustibil.
- **Răspuns tranzitoriu:** Evaluarea răspunsului pilelor de combustie la schimbări rapide ale sarcinii pentru a înțelege performanța lor dinamică.

2.2. Măsurarea eficienței

- **Puterea de ieșire:** Înregistrarea puterii de ieșire la diferite sarcini.
- **Consumul de combustibil:** Măsurarea ratelor de consum de etanol la diferite niveluri de putere.
- **Calcularea eficienței:** Calcularea eficienței electrice pe baza raportului dintre puterea de ieșire și energia de intrare a combustibilului.

3 Testarea mediului

3.1. Variații de temperatură

- **Temperaturi ridicate și scăzute:** Testarea pilelor de combustie în diferite condiții de temperatură pentru a evalua stabilitatea performanțelor.
- **Cicluri de temperatură:** Supunerea celulelor la cicluri repetate de temperatură pentru a evalua impactul asupra performanței și durabilității.

3.2. Niveluri de umiditate

- **Umiditate ridicată:** Exploatarea pilelor de combustie în medii cu umiditate ridicată pentru a testa efectele asupra performanței și a materialelor.
- **Umiditate scăzută:** Evaluarea performanțelor în condiții de umiditate scăzută pentru a asigura fiabilitatea.

4 Testarea durabilității și a fiabilității

4.1. Funcționare pe termen lung

- **Durată de funcționare extinsă:** Funcționarea continuă a pilelor de combustie pe perioade extinse pentru a evalua fiabilitatea pe termen lung.
- **Monitorizarea performanțelor:** Înregistrarea periodică a parametrilor de performanță pentru a identifica orice semn de degradare.

4.2. Funcționarea ciclică

- **Cicluri de pornire și oprire:** Supunerea pilelor de combustie la cicluri repetate de pornire-oprire pentru a simula modelele de utilizare din lumea reală.
- **Cicluri de încărcare:** Aplicarea de variații ciclice de sarcină pentru a testa durabilitatea în condiții de fluctuație a cererii de energie.

5 Colectarea și analiza datelor

5.1. Achiziționarea datelor

- **Monitorizare în timp real:** Utilizarea sistemelor de achiziție de date pentru a colecta date în timp real privind tensiunea, curentul, puterea de ieșire și consumul de combustibil.
- **Parametrii de mediu:** Înregistrarea condițiilor de mediu, cum ar fi temperatura și umiditatea, în timpul testelor.

5.2. Analiza datelor

- *Tendințe de performanță*: Analiza datelor pentru a identifica tendințele și corelațiile în materie de performanță.
- *Detectarea anomaliilor*: Detectarea oricăror anomalii sau abateri de la performanța așteptată.
- *Analiza statistică*: Aplicarea de metode statistice pentru a evalua fiabilitatea și semnificația rezultatelor.

6 Inspecții după testare

6.1. Inspecția fizică

- *Examinarea componentelor*: Se inspectează celulele de combustibil pentru a detecta orice modificări fizice, uzură sau deteriorare.
- *Analiza materialelor*: Efectuarea analizei materialelor pentru a identifica orice degradare sau modificări chimice.

6.2. Compararea performanțelor

- *Comparație de referință*: Compararea măsurătorilor de performanță după testare cu măsurătorile inițiale de referință pentru a evalua orice modificări.
- *Analiza defecțiunilor*: Investigarea oricăror defecțiuni sau scăderi de performanță pentru a înțelege cauzele profunde.

7. Rezultate și discuții

7.1 Rezultate privind performanța

7.1.1. Puterea de ieșire și eficiența

- *Performanță la sarcină*: Rezultate detaliate care arată puterea de ieșire și eficiența în diferite condiții de sarcină.
- *Eficiența în regim permanent*: Analiza eficienței în timpul funcționării în regim staționar, evidențiind punctele optime de funcționare.

7.1.2. Performanță dinamică

- *Răspuns tranzitoriu*: Rezultate care arată cât de rapid și de eficient răspund pilele de combustie la schimbările de sarcină.
- *Timp de răspuns*: Evaluarea timpilor de răspuns și a stabilității în timpul variațiilor de sarcină.

7.2. Impactul asupra mediului

7.2.1. Măsurarea emisiilor

- *Dioxid de carbon*: Cuantificarea emisiilor de CO₂ în timpul funcționării.
- *Alte subproduse*: Măsurarea oricăror alte emisii sau subproduse, cum ar fi etanolul nears sau gazele reziduale.

7.2.2. Condiții de mediu

- *Efectele temperaturii*: Impactul variațiilor de temperatură asupra performanței și eficienței.
- *Efectele umidității*: Analiza modului în care diferite niveluri de umiditate afectează funcționarea și durabilitatea pilelor de combustie.

7.3 Durabilitate și fiabilitate

7.3.1. Stabilitatea pe termen lung

- *Degradarea performanței*: Observații privind orice degradare a performanțelor în timpul funcționării prelungite.
- *Durabilitatea componentelor*: Analiza uzurii componentelor și a stabilității materialelor după o utilizare pe termen lung.

7.3.2. Funcționare ciclică

- *Durabilitatea pornire-oprire*: Evaluarea durabilității pilelor de combustie în cadrul unor cicluri repetate de pornire-stop.
- *Cicluri de încărcare*: Impactul variațiilor ciclice de sarcină asupra performanței și fiabilității pilelor de combustie.

8. Secțiuni detaliate ale execuției planului de testare evaluare

Pentru a oferi o înțelegere cuprinzătoare a finalizării planului de testare evaluare în condiții reale, următoarele secțiuni vor aprofunda fiecare aspect în detaliu:

8.1 Pregătiri înainte de testare

8.1.1. Inspecții înainte de testare

Înainte de inițierea testării în condiții reale, s-au efectuat inspecții amănunțite ale pilelor de combustie încărcate cu etanol și ale echipamentelor asociate. Această etapă a fost crucială pentru a se asigura că toate componentele sunt în stare optimă și că testele vor produce rezultate precise și fiabile. Inspecțiile au inclus:

- *Inspecție vizuală:* Verificarea oricăror deteriorări sau defecte vizibile ale componentelor celulei de combustibil, cum ar fi anodul, catodul și membrana electrolitică.
- *Testarea funcțională:* Verificarea funcționalității sistemelor cheie, inclusiv a mecanismului de alimentare cu combustibil, a conexiunilor electrice și a dispozitivelor de achiziție a datelor.
- *Testarea scurgerilor:* Asigurarea faptului că nu au existat scurgeri în sistemul de alimentare cu combustibil, care ar putea afecta performanța și siguranța.

8.1.2. Etalonarea senzorilor

Colectarea precisă a datelor în timpul procesului de testare este esențială pentru evaluarea performanței pilelor de combustie. Pentru a realiza acest lucru, toți senzorii și dispozitivele de măsurare au fost calibrați înainte de testare. Calibrarea a implicat:

- *Senzori de tensiune și curent:* Asigurarea faptului că senzorii de tensiune și de curent au furnizat citiri precise în intervalul de funcționare preconizat.
- *Senzori de temperatură:* Calibrarea senzorilor de temperatură pentru a măsura cu exactitate temperaturile de funcționare a pilelor de combustie.
- *Debitmetre:* Verificarea preciziei debitmetrelor utilizate pentru a măsura ratele de consum de etanol.

8.1.3. Configurarea mediului de testare

Configurarea mediului de testare a implicat configurarea sistemului de alimentare cu combustibil, asigurarea unei ventilații adecvate și implementarea măsurilor de siguranță. Aceasta a inclus:

- *Sistemul de alimentare cu combustibil:* Configurarea unei alimentări fiabile și controlate de etanol către pilele de combustie, cu posibilitatea de a regla debitul în funcție de necesități.
- *Ventilație:* Asigurarea unei ventilații adecvate pentru a dispersa în siguranță orice emisii produse în timpul testelor.
- *Proceduri de siguranță:* Punerea în aplicare a procedurilor de siguranță pentru a proteja personalul și echipamentele în timpul procesului de testare.

8.2 Testarea performanțelor

8.2.1. Proceduri de testare a sarcinii

Testarea la sarcină presupune presupunerea pilelor de combustie încărcate cu etanol la diferite condiții de sarcină pentru a evalua performanța acestora pe o gamă largă de funcționare. Aceasta a inclus:

- *Testarea la sarcină redusă:* Evaluarea performanțelor la puteri reduse pentru a înțelege eficiența și consumul de combustibil în condiții de sarcină redusă.
- *Testarea la sarcină medie:* Testarea la niveluri medii de putere pentru a evalua performanța în condiții de funcționare tipice.
- *Testarea la sarcină mare:* Măsurarea performanțelor la putere maximă de ieșire pentru a determina capacitatea pilelor de combustie în scenarii de cerere ridicată.

8.2.2. Proceduri de măsurare a eficienței

Măsurarea eficienței a fost un aspect critic al testelor de performanță. Procedurile au inclus:

- *Măsurarea puterii de ieșire:* Înregistrarea puterii de ieșire la diferite condiții de sarcină cu ajutorul unor senzori calibrați.
- *Măsurarea consumului de combustibil:* Măsurarea ratelor de consum de etanol cu ajutorul unor debitmetre precise.
- *Calcularea eficienței:* Calcularea eficienței electrice pe baza raportului dintre puterea de ieșire și conținutul energetic al etanolului consumat.

8.3 Teste de mediu

8.3.1. Testarea variației de temperatură

Testele de variație a temperaturii au avut ca scop evaluarea stabilității performanței pilelor de combustie în diferite condiții de temperatură. Procedurile au inclus:

- *Testarea la temperaturi ridicate:* Operarea pilelor de combustie la temperaturi ridicate pentru a evalua performanța și durabilitatea.
- *Testarea la temperaturi scăzute:* Testarea la temperaturi scăzute pentru a evalua performanța în condiții de frig.
- *Cicluri de temperatură:* Cicluri repetate de temperatură între valori ridicate și scăzute pentru a testa impactul asupra performanței și a materialelor.

8.3.2. Testarea variației umidității

Testarea variației umidității a presupus evaluarea performanțelor pilelor de combustie la diferite niveluri de umiditate. Aceasta a inclus:

- *Testarea la umiditate ridicată:* Operarea pilelor de combustie în medii cu umiditate ridicată pentru a evalua orice impact asupra performanței și a materialelor.
- *Testarea în condiții de umiditate scăzută:* Evaluarea performanțelor în condiții de umiditate scăzută pentru a asigura fiabilitatea în diferite condiții de mediu.

8.4 Testarea durabilității și fiabilității

8.4.1. Testarea funcționării pe termen lung

Testele de funcționare pe termen lung au avut ca scop evaluarea fiabilității și durabilității pilelor de combustie încărcate cu etanol pe perioade îndelungate. Aceasta a inclus:

- *Testarea pe timp de funcționare prelungit:* Rularea continuă a pilelor de combustie pe durate lungi pentru a monitoriza performanța și a identifica orice semn de degradare.
- *Monitorizarea performanțelor:* Înregistrarea periodică a parametrilor de performanță, cum ar fi tensiunea, curentul, puterea de ieșire și consumul de combustibil, pentru a identifica tendințele și a detecta anomaliile.

8.4.2. Testarea funcționării ciclice

Testarea funcționării ciclice a presupus supunerea pilelor de combustie la cicluri repetate de pornire și oprire și la variații de sarcină pentru a simula modelele de utilizare din lumea reală. Aceasta a inclus:

- *Cicluri de pornire-oprire:* Pornirea și oprirea repetată a pilelor de combustie pentru a evalua durabilitatea în condiții de utilizare frecventă.
- *Cicluri de încărcare:* Aplicarea de variații ciclice de sarcină pentru a testa impactul asupra performanței și fiabilității.

8.5 Colectarea și analiza datelor

8.5.1. Achiziționarea datelor în timp real

Achiziția de date în timp real a fost esențială pentru evaluarea precisă a performanței pilelor de combustie încărcate cu etanol. Aceasta a implicat:

- *Sisteme de monitorizare:* Utilizarea sistemelor de achiziție de date pentru a monitoriza și înregistra în permanență parametri de performanță, inclusiv tensiunea, curentul, puterea de ieșire și consumul de combustibil.
- *Date de mediu:* Înregistrarea condițiilor de mediu, cum ar fi temperatura și umiditatea, în timpul testelor pentru a le corela cu datele de performanță.

8.5.2. Analiza cuprinzătoare a datelor

S-a efectuat o analiză cuprinzătoare a datelor pentru a interpreta datele colectate și a trage concluzii semnificative. Aceasta a inclus:

- *Analiza tendințelor de performanță:* Identificarea tendințelor și modelelor în datele de performanță pentru a înțelege comportamentul pilelor de combustie în diferite condiții.
- *Detectarea anomaliilor:* Detectarea oricăror anomalii sau abateri de la performanța așteptată pentru a investiga eventualele probleme.
- *Analiza statistică:* Aplicarea de metode statistice pentru a evalua fiabilitatea și semnificația rezultatelor.

8.6 Inspecții post-test

8.6.1. Inspectia componentelor fizice

Inspecțiile post-test au implicat o examinare amănunțită a pilelor de combustie pentru a evalua orice modificări fizice, uzură sau deteriorare. Aceasta a inclus:

- *Inspecție vizuală:* Verificarea oricăror semne vizibile de uzură, deteriorare sau degradare a componentelor celulei de combustibil.
- *Analiza microscopică:* Efectuarea unei analize microscopice pentru a detecta orice fisuri fine, degradare a materialului sau alte modificări microscopice.

8.6.2. Compararea performanțelor și analiza defecțiunilor

Compararea măsurătorilor de performanță după testare cu măsurătorile inițiale de referință a fost crucială pentru a înțelege orice modificări. Aceasta a inclus:

- *Comparație cu linia de bază:* Compararea măsurătorilor de performanță înregistrate după testare cu măsurătorile inițiale de referință pentru a evalua orice modificări.
- *Analiza eșecurilor:* Investigarea oricăror defecțiuni sau scăderi semnificative de performanță pentru a identifica cauzele principale și îmbunătățirile potențiale.

9. Rezultate și discuții

9.1 Rezultate privind performanța

9.1.1. Puterea de ieșire și eficiența

Rezultatele detaliate ale producției de putere și ale eficienței în diferite condiții de sarcină au oferit informații valoroase despre performanța pilelor de combustie:

- *Performanță de încărcare:* Analiza a arătat modul în care celulele de combustie s-au comportat în condiții de sarcină variate, evidențiind eficiența și puterea de ieșire a acestora.
- *Eficiența în regim permanent:* A fost evaluată eficiența în timpul funcționării în regim staționar, indicând punctele optime de funcționare pentru o eficiență maximă.

9.1.2. Performanța dinamică

Performanța dinamică a pilelor de combustie a fost evaluată prin evaluarea răspunsului acestora la schimbările de sarcină:

- *Răspuns tranzitoriu:* A fost măsurată capacitatea pilelor de combustie de a răspunde rapid la schimbările de sarcină, indicând adecvarea lor pentru aplicații cu cereri de putere variabile.
- *Timpul de răspuns:* Evaluarea timpilor de răspuns și a stabilității în timpul variațiilor de sarcină a oferit informații despre capacitățile dinamice ale pilelor de combustie.

9.2 Impactul asupra mediului

9.2.1. Măsurarea emisiilor

Măsurarea emisiilor în timpul funcționării pilelor de combustie încărcate cu etanol a fost esențială pentru evaluarea impactului acestora asupra mediului:

- *Emisiile de dioxid de carbon:* Cuantificarea emisiilor de CO₂ în timpul funcționării a oferit informații despre beneficiile pentru mediu ale utilizării etanolului ca și combustibil.
- *Alte subproduse:* Măsurarea altor emisii sau subproduse, cum ar fi etanolul nears sau gazele reziduale, a ajutat la evaluarea amprente globale asupra mediului.

9.2.2. Condiții de mediu

A fost analizat impactul diferitelor condiții de mediu asupra performanței pilelor de combustie:

- *Efectele temperaturii:* Analiza a arătat modul în care variațiile de temperatură au afectat performanța și eficiența, subliniind necesitatea controlului temperaturii în aplicațiile din lumea reală.
- *Efectele umidității:* Au fost evaluate efectele diferitelor niveluri de umiditate asupra funcționării și durabilității pilelor de combustie, asigurând o performanță fiabilă în diferite condiții de mediu.

9.3 Durabilitate și fiabilitate

9.3.1. Stabilitatea pe termen lung

Stabilitatea pe termen lung a pilelor de combustie încărcate cu etanol a fost evaluată prin teste de funcționare prelungită:

- *Degradarea performanței:* Observațiile privind orice degradare a performanțelor în timpul funcționării prelungite au oferit informații despre fiabilitatea și longevitatea pilelor de combustie.
- *Durabilitatea componentelor:* Analiza uzurii componentelor și a stabilității materialelor după o utilizare pe termen lung a indicat durabilitatea designului și a materialelor celulelor de combustibil.

9.3.2. Funcționarea ciclică

Durabilitatea în condiții de funcționare ciclică a fost evaluată pentru a simula modelele de utilizare din condiții reale:

- *Durabilitatea pornire-oprire:* Evaluarea durabilității pilelor de combustie în cadrul unor cicluri repetate de pornire-oprire a oferit informații privind adecvarea acestora pentru aplicații care necesită o utilizare frecventă.
- *Cicluri de încărcare:* A fost analizat impactul variațiilor de sarcină ciclică asupra performanței și fiabilității pilelor de combustie, asigurând o performanță robustă în condiții de fluctuație a cererii de energie.

10. Concluzii și direcții viitoare

10.1. Concluzii

10.1.1. Performanța generală

A fost rezumată performanța globală a pilelor de combustie încărcate cu etanol în condiții reale:

- *Eficiență și randament:* Pilele de combustie au demonstrat o eficiență și o putere de ieșire ridicate, validând potențialul lor pentru aplicații practice.
- *Fiabilitatea și durabilitatea:* Pilele de combustie au demonstrat o fiabilitate și o durabilitate bune, cu o degradare minimă a performanței în timpul funcționării prelungite.

10.1.2. Impactul asupra mediului

Impactul asupra mediului al utilizării pilelor de combustie încărcate cu etanol a fost confirmat:

- *Beneficii în materie de emisii:* Utilizarea etanolului ca și combustibil a dus la emisii mai mici de gaze cu efect de seră în comparație cu combustibilii fosili.
- *Stabilitatea operațională:* Pilele de combustie au menținut o funcționare stabilă în diferite condiții de mediu, demonstrând robustețea și versatilitatea lor.

10.2 Cercetare și dezvoltare viitoare

10.2.1. Dezvoltarea catalizatorului

Cercetările viitoare se vor concentra pe dezvoltarea unor catalizatori mai eficienți și mai durabili:

- *Catalizatori avansați:* Se vor depune eforturi pentru a dezvolta catalizatori care să îmbunătățească oxidarea etanolului și să reducă dependența de metale prețioase.
- Reducerea costurilor: Cercetările privind materialele catalitice rentabile vor avea ca scop reducerea costurilor globale ale sistemului.

10.2.2. Optimizarea sistemului

Optimizarea sistemului de pile de combustie va fi un obiectiv-cheie al cercetărilor viitoare:

- *Livrarea combustibilului:* Îmbunătățirile aduse sistemelor de livrare a combustibilului vor asigura furnizarea și utilizarea optimă a etanolului.
- *Integrarea sistemului:* Continuarea lucrărilor de integrare a pilelor de combustie în aplicații practice va îmbunătăți proiectarea și funcționalitatea sistemului.

10.2.3. Creșterea la scară

Abordarea provocărilor legate de extinderea producției pilelor de combustie încărcate cu etanol va fi crucială:

- *Procese de fabricație:* Dezvoltarea unor procese de fabricație scalabile va facilita producția comercială.

11. Considerații finale

Finalizarea planului de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC a oferit informații valoroase privind performanța, fiabilitatea și impactul asupra mediului. Această evaluare cuprinzătoare marchează un pas important către comercializarea viitoare a prototipului industrial BEC, oferind o alternativă durabilă și eficientă la sursele de energie tradiționale. Cercetarea și dezvoltarea vor continua, iar împreună cu testarea în condiții reale, vor conduce la progrese suplimentare în această tehnologie promițătoare, deschizând calea către un viitor energetic mai curat și mai durabil.

A3.3 Întocmirea raportului de testare evaluare BEC

După parcurgerea primelor două activități ale etapei III a proiectului, echipele de lucru au trecut la întocmirea raportului de testare evaluare a lotului prototip industrial BEC. În consecință, în urma desfășurării acestei activități de cercetare a rezultat livrabilul *D14. Raport de testare lot prototip industrial*, prevăzut în planul de realizare al proiectului, în conformitate cu cererea de finanțare. Livrabilul asociat acestei activități de cercetare are caracter confidențial și este înregistrat la coordonator.

A3.4 Actualizarea tehnologiei de fabricație și a specificației de fabricație

Odată întocmit raportul de testare evaluare BEC, echipele de lucru au realizat documentația de fabricație a prototipului industrial și au realizat actualizarea specificației de fabricație. Astfel, în urma desfășurării acestei activități de cercetare au rezultat livrabilele *D15 Documentație de fabricație prototip industrial* și *D16 Specificație de fabricație actualizată*, prevăzute în planul de realizare al proiectului, în conformitate cu cererea de finanțare. Livrabilele asociate acestei activități de cercetare au caracter confidențial și sunt înregistrate la coordonator.

A3.5 Elaborarea documentației necesare înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție

Pregătirea documentației necesare pentru depunerea cererii de brevet elaborată în cadrul proiectului a implicat mai multe etape cheie și a necesitat utilizarea unor informații detaliate și precise. Mai jos sunt prezentați în mod concret pașii parcurși pentru depunerea cererii de brevet nr. A/00167 / 09.04.2024:

- **Stadiul actual al cunoașterii:** S-a efectuat o căutare amănunțită pentru a ne asigura că invenția este nouă și că nu este deja brevetată. S-a utilizat baze de date precum Espacenet - Patent search (<https://worldwide.espacenet.com/>) care include atât brevetele naționale cât și internaționale, Google Patents, USPTO și OMPI.
- **Redactarea cererii de brevet:** Echipele de lucru au scris cererea de brevet utilizând structura template-ului oferit pe site-ul OSIM. Descrierile și revendicările au fost precis și minuțios redactate.

- **Pregătirea documentelor justificative:** Echipele de lucru au inclus toate datele și specificațiile tehnice necesare. Ponderea procentuală este următoarea: STIMPEX SA – 33%; P1- INCDFM – 33% și ICF – 34%, conform Acordului de parteneriat încheiat între cele trei instituții.
- **Depunerea cererii la OSIM:** Cererea de brevet semnată și ștampilată de toți reprezentanții legali ai echipelor de lucru implicate în acest proiect a fost depusă urmând orientările specifice ale OSIM pentru depunere.
- **Plata taxele:** INCDFM a plătit taxele de depunere necesare.
- **Răspunsuri la acțiunile OSIM:** După depunerea cererii, oficiul de brevete poate emite acțiuni prin care se solicită informații suplimentare sau clarificări. Acest lucru încă nu s-a materializat, însă echipele de lucru vor răspunde prompt la aceste acțiuni.

A3.6 Diseminarea rezultatelor cercetării în reviste de specialitate, participare la conferințe, saloane de invenție pe tematica proiectului. Organizarea unui workshop de prezentare a produsului cu participarea factorilor de decizie interesați. Finalizarea paginii web

A3.6.1. Diseminare rezultate la Salon de Inventica

Rezultatele cercetării care au făcut obiectul Cererii de brevet național, depusă la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM) având numărul de înregistrare A/00167 / 09.04.2024, au fost diseminate la salonul de invenție EUROINVENT 2024 (*The 16th Edition of EUROINVENT – European Exhibition of Creativity and Innovation* care s-a desfășurat la Iasi , în perioada 6–8 Iunie 2024.

Detalii Prezentare:

Titlu: Design PEMFCs fed by bioethanol, with non-noble anodes based on SnO₂ decorated with different Ni chemical species

Autori: Mihaela FLOREA¹, Florentina NEATU¹, Stefan NEATU¹, Simona SOMACESCU², Tanta SPATARU^{2,*}, Niculae SPATARU², Petre. Osiceanu², Nicoleta PETREA³, Vasile SOMOGHI³

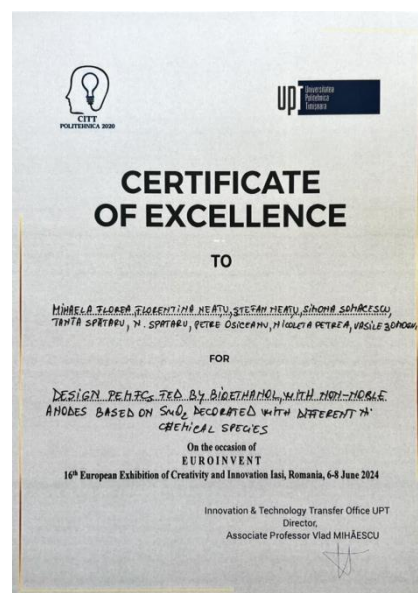
Afilier:

¹National Institute of Materials Physics, 405A Atomistilor Street, 077125, Magurele, Romania

²Ilie Murgulescu-Institute of Physical Chemistry, Romanian Academy, Spl. Independentei 202, 060021, Bucharest, Romania

³STIMPEX SA, Str. Nicolae Teclu, nr 48, 032368 București, Romania

În cadrul salonului de invenție EUROINVENT 2024, colectivul de autori a obținut Medalia de aur pentru rezultatele științifice publicate precum și un Certificat de excelență.



A3.6.2. Diseminare rezultate în reviste de specialitate

De asemenea, rezultatele științifice obținute, descrise în cererea de brevet mai sus menționată, au fost completate cu investigații suplimentare legate de aspectele morfologice evaluate prin microscopie electronică de transmisie (TEM/HRTEM). Astfel, un manuscris cu toate aceste rezultate este în curs de finalizare și urmează să fie trimis spre publicare la o revistă indexată ISI. Avem în vedere pentru trimiterea la publicat jurnale precum Chemical Engineering Journal sau Applied Surface Science.

Detalii manuscris:

Titlu: *Anodes based on different Ni chemical species deposited on the SnO₂ and SnO₂-Graphene nanoplatelets supports for bioethanol electrooxidation in fuel cells*

Autori: Tanta Spataru¹, Simona Somacescu¹, Loredana Preda¹, Daniela Culita¹, Petre Osiceanu¹, Florentina Neatu², Stefan Neatu^{*2}, Anca Gabriela Mirea², Andrei Kunkser², Nicoleta Petrea³, Vasile Somoghi³, Mihaela Florea^{*2} and Nicolae Spataru^{*1}

Afilier:

¹ “Ilie Murgulescu”, Institute of Physical Chemistry, Romanian Academy, 202 Spl. Independenței, 060021, Bucharest, Romania

² National Institute of Materials Physics, 405A Atomistilor Street, 077125 Magurele, Romania

³STIMPEX SA, Str. Nicolae Teclu, nr 48, 032368 București, Romania

A3.6.3. Diseminare - Organizarea unui workshop de prezentare

Directorul de proiect - STIMPEX SA împreună cu partenerii implicați în proiect P1- Institutul Național pentru Fizica Materialelor (INCDFM) și P2- Institutul de Chimie Fizică “Ilie Murgulescu” (ICF) au organizat un Workshop final al proiectului “Celule de combustie cu anodi fără metale nobile, alimentate cu bioetanol, pentru dispozitive portabile - BIOENERGCELL“. Workshop-ul care s-a desfășurat la sediul STIMPEX SA și a avut ca scop diseminarea rezultatelor obținute în proiect, concluzii și perspective de viitor. În cadrul workshop-ului au fost prezentate principalele rezultate de cercetare, dezvoltare și inovare obținute în cadrul proiectului, BIOENERGCELL. Astfel, prototipul industrial pentru o celulă de combustie (denumit BEC) cu electrolit membrana schimbătoare de protoni (PEMFC) alimentată cu bioetanol, cu un anod oxidic și fără metale nobile a fost expus. Această celulă de combustie este competitivă din punct de vedere financiar și este dedicată alimentării cu energie electrică a dispozitivelor portabile.

A3.6.3. Vizite de lucru

- Ianuarie 2024, Stimpex;
- Februarie 2024, INCDFM;
- Aprilie 2024, ICF;
- Iunie 2024, Stimpex.

III. Sumar al progresului

În urma derulării activităților de cercetare din Etapa III au rezultat următoarele livrabile, prevăzute în planul de realizare al proiectului, în conformitate cu cererea de finanțare:

- [D13 Plan de testare lot prototip industrial](#) nr. 712/17.06.2024
- [D14 Raport de testare lot prototip industrial](#) nr. 752/25.06.2024
- [D15 Documentație de fabricație prototip industrial](#) nr. 713/17.06.2024
- [D16 Specificație de fabricație actualizată](#) nr. 714/17.06.2024
- [D17 Articole de specialitate](#) nr. 775/27.06.2024

O parte din livrabilele asociate acestei etape au caracter confidențial (D13 – D16) și toate sunt înregistrate la coordonator.

În concluzie, în urma parcurgerii activităților aferente etapei III din 2024, echipele de lucru ale proiectului au întocmit un plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC, au parcurs planului de testare evaluare, au întocmit raportului de testare evaluare, au actualizat tehnologia de fabricație și specificația de fabricație. După realizarea acestor activități, echipele de lucru ale proiectului au trecut la elaborarea documentației necesare înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție și, în final, au diseminat rezultatelor cercetării.

În cadrul primei etape a proiectului BioEnergyCell au rezultat *Plan de testare lot prototip industrial. Raport de testare lot prototip industrial. Documentație de fabricație prototip industrial. Specificație de fabricație actualizată*, în conformitate cu Planul de realizare a proiectului – Etapa III. Având în vedere rezultatele obținute în cadrul acestei etape a proiectului, precum și gradul de implementare atins, putem aprecia că activitățile de cercetare desfășurate au satisfăcut integral obiectivele propuse.

Consortiul proiectului BioEnergyCell s-a reunit de patru ori în cadrul acestei etape, atât prin videoconferință cât și în format fizic, scopul principal constând în discutarea cerințelor pentru execuția prototipului industrial și organizarea lucrărilor viitoare.

IV. Rezumat executiv al activităților realizate în perioada de implementare

Conform Planului de realizare al proiectului BioEnergyCell, în cadrul Etapei 3 denumită generic „*Testarea în condiții reale a lotului prototip industrial BEC*” s-au desfășurat următoarele activități de cercetare:

- A3.1. Întocmire plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC;
- A3.2. Parcurgerea planului de testare evaluare cu lotul prototip industrial BEC;
- A3.3. Întocmirea raportului de testare evaluare BEC;
- A3.4. Actualizarea tehnologiei de fabricație și a specificației de fabricație;
- A3.5. Elaborarea documentației necesare înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție;
- A3.6. Diseminarea rezultatelor cercetării în reviste de specialitate, participare la conferințe, saloane de invenție pe tematica proiectului. Organizarea unui workshop de prezentare a produsului cu participarea factorilor de decizie interesați. Finalizarea paginii web.

În urma parcurgerii activităților aferente etapei III din 2024, s-a întocmit un plan de testare evaluare în condiții reale a lotului prototip industrial BEC, care, mai departe a fost parcurs/executat, s-a întocmit raportul de testare evaluare, s-a actualizat tehnologia de fabricație și specificația de fabricație. Totodată, echipele de lucru ale proiectului au elaborat documentația necesară înregistrării la OSIM a unei cereri de brevet de invenție și, în final, au diseminat rezultatelor cercetării.

În cadrul primei etape a proiectului BioEnergyCell au rezultat *Plan de testare lot prototip industrial. Raport de testare lot prototip industrial. Documentație de fabricație prototip industrial. Specificație de fabricație actualizată*, în conformitate cu Planul de realizare a proiectului – Etapa III. Toate acestea au fost integrate în cadrul a cinci livrabile, o parte dintre ele având caracter confidențial.

Având în vedere rezultatele obținute în cadrul acestei etape a proiectului, precum și gradul de implementare atins, putem aprecia că activitățile de cercetare desfășurate au satisfăcut integral obiectivele propuse.

Director de proiect,
Dr. ing. Vasile Șomoghi

