
**„Surse de energie stationare cu pile de combustie pentru agricultura bio-organica in
sere”-FC-Farm (46/2014)
PN-II-PT-PCCA-2013-4-1102**

RAPORT FINAL

STIINTIFIC SI TEHNIC

Cuprins

Rezumat.....	2
OBIECTIVELE ȘI REZULTATELE PROIECTULUI	3
O1. Dezvoltarea un concept durabil de seră.....	3
Instalarea si montajul sistemului fotovoltaic off grid de 3,0 kW.....	7
Instalarea sistemului de furnizare a energiei termice	7
Instalare pila combustibil – electrolizor – stocator hidrogen.....	9
Instalatia de productie a biogazului	10
O2. Validarea sistemului de energie durabila: pile de combustie- panouri solare- reactor de biomasa in sere pentru agricultura bio-organica.....	11
O3. Elaborarea unui nou concept inovativ si competitiv de membrane schimbatoare de ioni bipolare- TwinIC (prototip).....	14
O4. Dezvoltarea capabilitatilor institutionale si a abilitatilor resursei umane. Diseminarea și exploatarea rezultatelor proiectului.	17
Concluzii si perspective.....	20

Rezumat

Ideea proiectului *FC-Farm* acestui a venit în urma solicitării din partea companiei SC. E-LABORATOR FEERIA SRL care dorea implementarea unui nou concept de sere bazat pe surse de energie sustenabile- *pile de combustie, energie solara, biomasa- si pe apa reciclata fara continut de pesticide, erbicide si alte toxine similare*. Cultivatorii de legume bioorganice din localitatea Baleni –Judetul Dambovita, principalii furnizori din SE Romaniei, în asociatie cu S.C. E-LABORATOR FEERIA SRL, au decis sa puna în aplicare conceptul “*from farm to fork*”. Dezavantajele majore pentru agricultori de legume apar iarna, când este necesara asigurarea conditiilor ambientale specific: temperatura (min 15°C), umiditate, solarizare, apă și îngrășământ. În acest context, proiectarea unui sistem energetic durabil *este prima inițiativă românească de implementare a surselor regenerabile de energie*.

Consortiul format din: 2 organizatii de cercetare- *Universitatea din Bucuresti si ICSI Ramnicu Valcea si 2 parteneri privati: SC TechnoVolt SRL si SC E-laborator Feeria SRL ca beneficiari si-a propus:*

- 1) Dezvoltarea conceptului de sera alimentata de surse de energie sustenabile: pile de combustie si o productie locala de hidrogen printr-un proces de electroliza, acoperisurile cladirii acoperite cu panouri fotovoltaice capabile sa furnizeze energie pentru electroliza, impreuna cu un reactor de biomasa.
- 2) Demonstrarea fezabilitatii folosirii pilelor de combustie în sere, se va atinge un minim de putere de 1kW în circuit închis. Sistemul de generare a energiei, folosind tehnologia pilelor de combustie si a hidrogenului, va fi testat pentru o perioada de timp semnificativa. Acest program demonstrativ va fi folosit pentru a evalua gradul de disponibilitate a solutiilor tehnologice accesibile pentru a face potentialul pilelor de combustie viabil si sa se demonstreze valabilitatea industrială a lor în acest început de piata.
- 3) Elaborarea unui nou concept de membrane schimbatoare de ioni cu performante îmbunătățite prin alaturarea/ingemănarea (“twining”) membrane schimbatoare de portoni cu membrane schimbatoare de anioni, scopul fiind acela de a reduce încarcarea de catalizator platinic la sub 0.5mg/cm² (concept). Vor fi folosite diferite metode de sinteza: depunere de straturi successive prin centrifugare, tehnici sol-gel.

Aspectul cheie este punerea în aplicare a unui astfel de concept de către fermieri de legume bioorganice, **rezultând un model demonstrativ** de seră sustenabilă. Principalul avantaj al acestui sistem este modularitatea, acesta putând fi redimensionat (adăugând panouri solare, module de pile de combustie) pentru creșterea energiei generate, și, prin urmare, dimensiunile serei. Folosind acest model experimental, fermierii pot dezvolta proiecte de sere, la scară mai mare, și, eventual, pot aplica pentru a obține finantare din fondurile structurale UE (creșterea producției de legume de iarnă și contribuie, de asemenea, la creșterea ratei de adsorbție a fondurilor structurale). Obiectivul economic al proiectului FC-Farm este de a îmbunătăți competitivitatea IMM-urilor participante pe piata prin introducerea de noi concepte cu potențial ridicat, competitive din punct de vedere al costurilor, la standarde europene.

OBIECTIVELE ȘI REZULTATELE PROIECTULUI

Obiectivul general: Dezvoltarea unui model functional de sistem energetic durabil pentru agricultura bio-organica în sere în cadrul unui parteneriat între organizații de cercetare: Universitatea din București și Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice - ICSI Ramnicu Valcea și partenerii privați: SC TechnoVolt SRL și SC E-LABORATOR Feeria SRL în calitate de beneficiari.

Au fost propuse urmatoarele obiective S&T:

O1. Dezvoltarea un concept durabil de seră pe baza unui sistem energetic complex ce integreaza pile de combustie, panouri solare și reactoarelor de biomasă.

O2. Validarea sistemului de energie durabila: pile de combustie- panouri solare- reactor de biomasa în sere pentru agricultura bio-organica.

O3. Elaborarea unui nou concept inovativ și competitiv de membrane schimbatoare de ioni pentru imbunatatirea performantelor pilei de combustie prin alaturarea unei membrane schimbatoare de protoni și a unei schimbatoare de cationi având la baza o noua tehnologie emergent de membrane bipolare- TwinIC (prototip).

O4. Dezvoltarea capabilitatilor institutionale și a abilitatilor resursei umane în cercetarea aplicativa și dezvoltarea de tehnologii inovative în România în domeniul energiilor regenerabile, pile de combustie, panouri fotovoltaice și bioreactoare.

În urmatoarele capitole, structurate pe obiective sunt sumarizate rezultatele obtinute.

O1. Dezvoltarea un concept durabil de seră

Un sistem solar fotovoltaic este o variantă ecologică și avantajoasă de a obține energie electrică alternativă pentru locuință sau pentru o afacere. Un asemenea kit este viabil și poate fi instalat și în locuri izolate, unde nu există posibilitatea conectării la rețeaua națională. Având în vedere necesarul estimat al energiei electrice cu diferiți consumatori din cadrul serei, am constatat că un sistem fotovoltaic cu o putere instalată de circa 3 kW este suficient pentru a acoperi toate nevoile serei, ținând cont că pentru producerea energiei electrice se mai utilizează și o pila de combustie cu o putere de circa 500W.

În cadrul acestui proiect a fost realizată dimensionarea și instalarea principalelor echipamente și accesorii necesare pentru furnizarea energiei termice și electrice a serei experimentale. Pentru protecția și buna funcționare a echipamentelor, acestea au fost montate într-o anexă tehnică, cu o suprafață de circa 20 mp, realizată din materiale de construcție de tip BCA, care prezintă un factor de izolare termică foarte bun. Anexa tehnică este poziționată pe latura de est a serei, aceasta fiind compartimentată în două încăperi distincte care îndeplinesc urmatoarele funcții: instalarea echipamentelor care produc energia termică; instalarea echipamentelor care produc energia electrică; instalarea ansamblului pila de combustie – electrolizor – stocator hidrogen. Compartimentul în care este amplasat ansamblul combustie – electrolizor – stocator hidrogen este dotat conform normelor tehnice în vigoare, cu sisteme de protecție anti flacăra și anti explozive, precum și cu sisteme de aerisire și avertizare, având în vedere posibilitatea unor scapări de hidrogen în încănta.

În vederea achiziționării unui sistem fotovoltaic performant și economic, necesar pentru asigurarea energiei electrice a serei experimentale, am studiat și analizat diferite oferte tehnico-economice, alegând în final, oferta unui operator economic, care corespunde din punct de vedere tehnic și economic cu cerințele impuse, și care distribuie sisteme fotovoltaice de foarte bună calitate și fiabilitate, de diferite puteri electrice, acestea fiind complet echipate. Mai mult decât atât, operatorul economic, în prețul de achiziționare a echipamentelor, a asigurat gratuit,

transportul, instalarea si punerea in functiune a sistemului fotovoltaic, impreuna cu toate accesoriile necesare unei bune functionari.

Avand in vedere cele prezentate, si datorita pretului convenabil de achizitionare, a calitatii oferite, precum si a facilitatilor de instalare, montaj si punere in functiune, am decis sa achizitionam de la acest operator economic un Sistem fotovoltaic Off Grid cu o putere instalata de 3,0kW.

Sistemele off grid sunt recomandate in zone unde lipseste cu desavarsie energia electrica, sau in zone unde au loc intreruperi de curent frecvente.

Sistemul fotovoltaic de 3kW (Figura 1) contine urmatoarele parti componente:

- 12 panouri NeMo poli 250W;
- 1 inverter WESTECH WT-Combi S 24V/3000 cu sistem UPS;
- 2 controlere de incarcare solara 12-24V 60A VS6024N;
- 30 ml cablu solar 1 x 6mm cu protectie UV;
- 1 sistem de montaj pentru panouri - 3 kW;
- 12 seturi de conectori MC4 pentru cablu 4-6mm;
- 3 doze de conexiune cabluri etansare;
- 1 tablou electric cu sigurante si sistem de protectie;
- 6 acumulatori cu gel model Westech SG-200-12 200Ah / 12V.



Figura 1. Sistem Fotovoltaic Off grid de 3,0 kW

Infrastructura pentru montaj pe acoperis cu tabla contine urmatoarele componente:

- | | |
|--|--|
| - 24,4 ml profil de aluminiu 40 x 40mm; | - 24 piulite M10 cu sistem de blocare; |
| - 24 suporturi de inox pentru acoperis cu tabla; | - 20 cleme de mijloc de aluminiu; |
| - 24 placi adaptoare sistem montaj; | - 8 cleme de capat de aluminiu; |
| - 24 suruburi M10 x 25mm; | - 28 piulite cu filet M8; |
| | - 28 suruburi cap imbus M8 x 45mm. |

Descriere si date tehnice ale panoului fotovoltaic policristalin de 250 W. Panourile fotovoltaice din seria NeMo sunt module fiabile si cu eficienta deosebita produse in Germania. Modulele din seria NeMo ating un randament foarte bun. Chiar si cu o incidenta redusa a luminii slare, modulele realizeaza o buna performanta si randament ridicat datorita excelentului comportament la lumina scazuta. Inainte si dupa laminare, fiecare modul este supus unui test de electroluminiscenta.

- **Date tehnice panou fotovoltaic:**
- Putere maxima P_{max} (W) = 250 Wp;
- Tensiune la P_{max} (V) = 30,75V;
- Curent la P_{max} (A) = 8,34A;
- Tensiune in gol (V) = 38,32V;
- Curent de scurt circuit (A) = 8,83A;
- Tensiune maxima = 1000V;
- Nr. de celule fotovoltaice = 60 buc.
- Dimensiunea celulelor = 156mm x 156mm;
- Dimensiune panou = 1.640 x 991 x 38 mm;
- Greutate = 18,0 kg.



Figura 2. Panou fotovoltaic policristalin de 250 W

Certificate si garantie: IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, CE, UL, CEC, VDE, RoHS, TUV, PV YICLUL

Garantia performantei produsului: - Pana la 10 ani: 90% din puterea nominala; - Eficienta la 25 ani: 80% din puterea nominala; - Garantiea produsului este de 11 ani; - Panou fotovoltaic Policristalin 250W - Made in Germania.

Descriere si date tehnice Invertor WT Combis 24V/3000W cu incarcator UPS integrat. Invertorul din seria WT-COMBI-S (Figura 3) ofera o tensiune pur sinusoidala pentru cele mai inalte cerinte. WT-COMBI-S este un dispozitiv de joasa frecventa si de mare eficienta. Transformarea curentului continuu in curent alternativ nu se realizeaza prin elemente electronice ci printr-un transformator robust integrat in acest invertor (intre 20 si 28 Kg.) Managementul si controlul invertorului este preluat de un microcontroler cu amplificare, in combinatie cu cea mai recenta generatie de tehnologie "MOS-FET". Dispozitivele WT sunt printre cele mai fiabile si robuste din intreaga lume. Invertorul OFF-GRID WT-Combi-S este un dispozitiv profesional, realizat pentru utilizare in conditii dure a acestuia fara compromisuri.

Invertorul consuma in principal, din puterea bateriilor pana cand se ajunge la tensiunea minima de consum a acestora. In cazul in care se ajunge la aceasta tensiunea minima a bateriilor invertorul trece automat la sursa clasica de alimentare binenteles daca acest dispozitiv este racordat la retea.

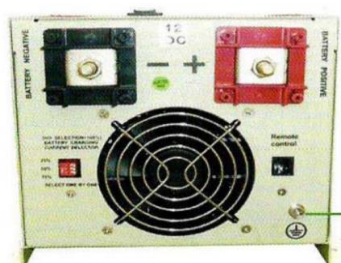


Figura 3. Invertor WT Combis 24V/3000W cu incarcator UPS integrat



Figura 4. Controller de incarcare solara model 12-24V 60A VS6024N

Invertorul are functiunea automata de detectare a posibilitati de incarcare a bateriilor. Aceasta metoda economiseste capacitatea bateriilor, iar consumul in modul de veghe este min. Invertorul in modul standby are un consum de energie de <2 W. Invertorul are integrate urmatoarele caracteristici de siguranta: protectie la suprasarcina electronica prin decuplare automata; protectie impotriva supratensiunii la baterie prin alarma acustica si apoi decuplarea, invertorului; impotriva supratensiunii la baterie prin decuplarea automata a invertorului; impotriva supraincalzirii cu ventilator si decuplare automata la supraincalzire; impotriva scurtcircuitului la iesirea de 230Vca.

Incercator reglabil integrat. Prezinta 6 setari pentru tipuri de baterii diferite are incarcatorul incorporat. UPS - Comutare intre sursa de baterii si reseaua electrica in sub 10 milisecunde. Invertorul WT-Combi-S are un comutator automat incorporat si daca este conectat la o sursa de alimentare externa (retea, generator electric etc.) aparatul va trece automat de la retea la alimentarea din baterii. Frecventa de comutare este sincronizata, iar operatiunea de comutare are loc in sub 10 ms (functie de UPS activata). Specificatii tehnice: Tensiune de intrare: 24V; Tensiune de iesire: 230V 50Hz; Putere continua sinusoida pura: 3000W; Putere de varf: 5-10 secunde pana la 4500W

Descriere si date tehnice Controller de incarcare solara 12-24V 60A VS6024N. Controlerul solar VS6024N (Figura 4) de incarcare este conectat intre panoul solar si baterie si controleaza procesul de incarcare, astfel incat bateriile sunt intotdeauna incarcate. Printr-un mecanism de actionare hibrid incarcarea este determinata si optimizata. Prin urmare, ele sunt supuse unei caderi de tensiune foarte mica (maximum 0,2 V) si necesarul de putere intern este realizat (pana la 0,02 A). Controlerul de sarcina PWM este mai eficient decat un simplu controler de incarcare liniara. Garanteaza o durata lunga de viata a baterii solare. Controlerul solar este compatibil cu toate marcile de module solare. Controllerul 12V - 24V 60A este

potrivit pentru baterii cu acid si gel. Microprocesorul integrat controleaza comutare pragurilor de incarcare de temperatura fiind precis si stabil.

Caracteristici:

- Mentinerea bateriei complet incarcata;
- Compatibilitate pentru baterii cu acid, AGM si GEL;
- Protectia bateriei la supraincarcare;
- Protectia bateriei la supra-descarcare de catre consumator;
- Previne tensiunea bateriei de noapte pentru a scrie la sistemul solar;
- Protectie inversarea polaritatii pentru panou baterie si solar;
- Oprere automata atunci cand curentul de sarcina depaseste capacitatea reglementata;
- Oprere automata in caz de scurt-circuit;
- Compensare automata a temperaturii (ATC);
- LED-ul indica starea de incarcare a bateriei.

PWM - modulare

- On-/off modul de curentul de incarcare, in functie de incarcare a bateriei;
- 3 tipuri de baterii reglabile (acid, AGM, gel);
- Ecranul LCD si HMI (Human Machine Interface) cu 4 butoane, meniu integrat;
- 32-bit MCU de mare viteza.

Detalii tehnice:

- Tensiunea de operare: 12V, 24V (detectat automat);
- Max Curent de lucru: 60A;
- Max. 32V Tensiunea acumulatorului;
- Tip. Eigenstromverbr. = 18mA;
- Interfata: TTL232 / 8 pini RJ45;
- Protectie la supratensiune;
- Dovada scurt-circuit;
- Curent de scurgere la nici o sarcina: <20 mA;
- Caderea de tensiune: <240mV;
- Terminale pentru max. Cablu de sectiune transversala 25mmp;
- Greutate: 1,4 kg.

Descriere si date tehnice acumulator de tip GEL 200Ah 12V Westech Solar. Bateria cu gel Westech de 200Ah 12V, este conceputa pentru aplicatii multiple. Acumulatorul cu gel de 200Ah are o emisie continua de energie electrica si aceasta garanteaza functionarea fara probleme a tuturor utilizatorilor. Aceasta se mai poate utiliza ca si tampon de stocare pentru toate procesele de incarcare sau descarcare, precum si pentru aplicatii a instalatiilor solare.

Specificatii tehnice:

- Tensiune: 12 V;
- Capacitate: 200 Ah;
- CCA: 1030 RO;
- Watts / h: 2400Wh;
- Rezistenta: 0.003ohm;
- Descarcarea: C10 (10,8) - 200Ah;
- Descarcarea: C20 (10,8) - 208Ah;
- Dimensiuni in mm (L x L x H): 523x 240 x 245;
- Greutate: 62.5 kg.



Figura 5. Acumulator GEL 200Ah 12V Westech Solar.

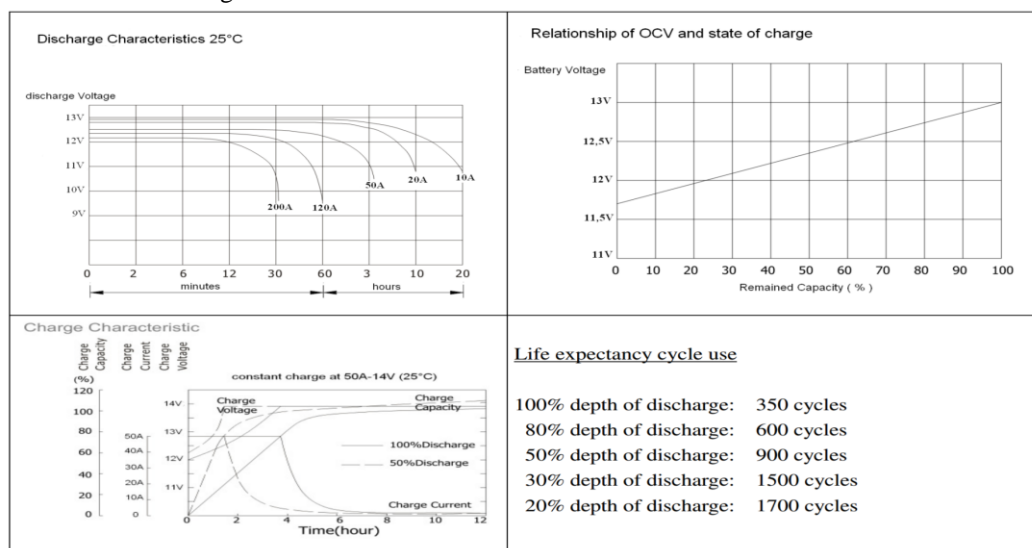


Figura 6. Performante acumulator GEL 200Ah 12V Westech Solar

Instalarea si montajul sistemului fotovoltaic off grid de 3,0 kW

Un sistem fotovoltaic de 3 kW este alcatuit din 12 panouri solare policristaline, 4 baterii, invertor sinus pur si incarcator solar. Toate componentele valorifica tehnologii moderne si de inalta calitate de functionare, astfel ca sistemul sa aiba un trai lung, cu o eficienta mare. Panourile solare ale unei astfel de instalatii fotovoltaice, nu pot converti toata energia solara in energie electrica, procentul transformat in putere fiind cunoscut ca eficienta sistemului solar. Atunci cand dorim sa reducem costurile trebuie sa ne orientam catre sisteme cu eficienta ridicata. Modulele comerciale actuale au o eficienta cuprinsa intre 16 si 21%, dar in Germania, cercetatorii in domeniu, au reusit sa atinga un record cu o eficienta de 46%. Avem certitudinea, deci, ca in viitorul apropiat foarte multe gospodarii sau sisteme de agricultura izolate, vor constientiza utilitatea unui sistem solar fotovoltaic si vor investi in achizitionarea lui.

Panourile solare ale acestei instalatii solare de 3kW au o eficienta de 15,06%, ceea ce ofera sistemului un plus de valoare. Intreg sistemul contribuie la economiile realizate lunar, avand in vedere ca se utilizeaza drept materie prima, energia gratuita si inepuizabila a soarelui. Aceasta instalatie are o capacitate de productie de circa 10 kWh media zilnica anuala, acumulatorii solari stocand pana la 7.2 kWh energie, care poate fi folosita pe timp de noapte sau pe timp de vreme nefavorabila, atunci cand panourile fotovoltaice nu mai pot fi utilizate.¹



Figura 7. Amplasare panouri fotovoltaice pe acoperis

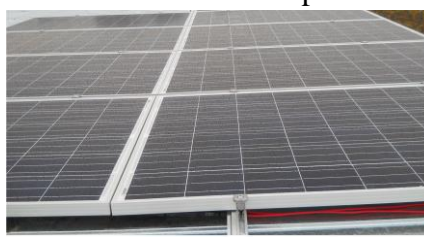


Figura 8. Montare panouri fotovoltaice pe sisteme fixe de pozitionare



Figura 9. Modul de instalare sistem controler incarcare - invertor



Figura 10. Acumulatori cu gel model Westech SG-200-12 200Ah / 12V

Instalarea sistemului de furnizare a energiei termice

Asigurarea energiei termice pentru incalzirea spatiului interior al unei sere, in vederea realizarii unui climat optim pentru buna dezvoltare a plantelor, reprezinta cel mai important obiectiv pentru dezvoltarea corespunzatoare a unui sistem de agricultura domeniul serelor.

In cadrul acestui proiect, se utilizeaza un sistem mixt de incalzire a apei calde si a aerului cald pentru asigurarea temperaturii necesare. Sistemul de incalzire al apei calde are in componenta sa o centrala termica pe combustibil lemnos, o pompa de recirculare si sistemul de conducte care sunt distribuite in sera la nivelul solului, pe toata suprafata activa, incalzind in acest fel, eficient si uniform, cu pierderi minime, spatial de lucru necesar.

Din calculul termic efectuat in cadrul etapei precedente pentru alegerea unei centrale termice, a rezultat faptul ca, o putere termica de 37 kW este suficienta pentru acoperirea in totalitate a nevoilor energetice ale serei. In acest sens, a fost achizitionata o centrala termica cu gazeificare pe baza de combustibil lemnos, cu o putere de 38kW, impreuna cu toate accesoriile necesare.

¹ <https://www.esolar.ro/instalatie-fotovoltaica-stand-alone-de-3kw-putere-instalata.html>.

Centralele termice cu functionare pe gazeificarea lemnului, prezinta o eficienta ridicata, au o poluare redusa si functioneaza in conditii normale la o temperatura medie de cca. 70-800C. Totodata, datorita faptului ca modul de incalzire combinat, de tip panou termosolar-combustibil lemnos, cu functionare pe principiul gazeificarii lemnului, este unul dintre cele mai eficiente si ieftine procedee pentru producerea energiei termice, am stabilit ca este necesara si achizitionarea unui sistem termosolar pe baza de tuburi vidate pentru incalzirea apei.

Panourile termosolare cu tuburi vidate sunt o alternativa viabila pentru producerea agentului termic, din energia solara (care este complet gratuita), in scopul obtinerii apei calde necesare pentru nevoile curente ale serei. Utilizand panourile termosolare in perioada anotimpului cald, se pot realiza economii substantiale cu costurile energetice privind producerea agentului termic. In acest sens, tinand cont de calculele termodinamice si avand in vedere necesarul energetic al serei functie de dimensiunile actuale ale acesteia, am selectat si achizitionat un model de panou termosolar care prezinta urmatoarele date tehnice:

- Numar tuburi: 20; Latime: 1690 mm;
- Lungime: 2030 mm; Inaltime: 180 mm;
- Suprafata totala: 3,5 m²; Suprafata totala de captare (absorber): 1,89 m²;
- Coeficient pierdere de caldura a1: 1,894 W/m²K;
- Energia colectata anual la G=1000W/m², -
- Coeficient pierdere de caldura a2: 0,0039 W/m²K²;
- Ta=0: max. 1260kWh, adica 666,34 kWh/m² (63 kWh/tub);
- Eficienta optica η_{opt} , raportata la suprafata de captare (absorber): 67 %;
- Material strat de absorbtie: Ail-N/AI pe sticla;
- Volum colector: 2 l;
- Greutate in stare goala: 72 kg;
- Presiune maxima de operare: 6 bar; Dimensiuni tub vidat (mm): 58/1812;
- Rezistenta la presiune: max. 600 kPa;
- Materiale constructive: aluminiu, cupru, sticla, vata minerala;
- Temperatura de stagnare: 139°C; Material tuburi: sticla borosilicat 1,6-2,0 mm.

In vederea stocarii eficiente a agentului termic, am dimensionat, selectionat si achizitionat un boiler mixt de incalzire si stocare, cu o capacitate de 500 litri si o putere termica de 25kW. Toate echipamentele necesare pentru producerea agentului termic, au fost implementate impreuna cu accesoriile specifice intr-un sistem integrat de furnizare eficienta a energiei termice, pentru o sera functionala.



Figura 11. Centrala termica pe combustibil lemnos in stare de functionare



Figura 12. Boilerul mixt instalat in camera centralei termice

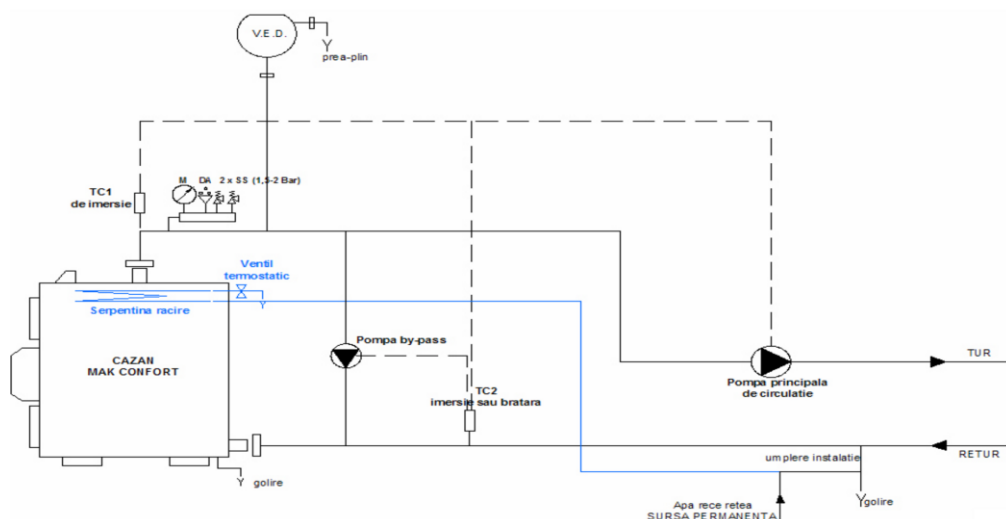


Figura 13. Schema functionare centrala termica



Figura 14. Instalare si amplasament panou termosolar

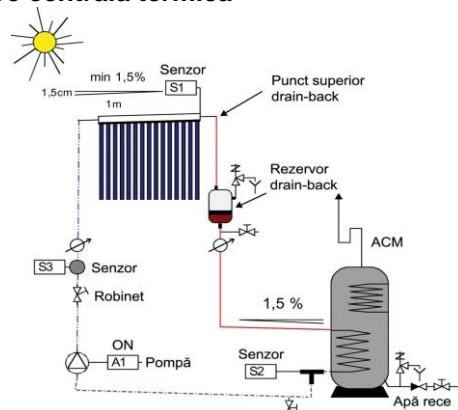


Figura 15. Schema functionare panou termosolar

Instalare pila combustibil – electrolizor – stocator hidrogen

Instalarea sistemului alcatuit din pila combustibil – electrolizor – stocator hidrogen, a fost realizata (conform normelor si standardelor in vigoare), prin amplasarea respectivelor echipamente in compartimentul specializat amenajat si autorizat pentru lucrul si manipularea cu hidrogenul, din cadrul anexei tehnice. O parte din energia electrica produsa de catre panourile fotovoltaice se utilizeaza in procesul de electroliza, in vederea obtinerii hidrogenului pur. Cantitatea de hidrogen pur obtinuta prin acest procedeu va fi stocata in recipiente speciale si se va folosi pentru alimentarea pilei de combustibil, pentru utilizarea acesteia in producerea energiei electrice. Dimensionarea instalatiei se realizeaza plecand de la cantitatea teoretica de hidrogen, produsa si stocata, per 1 zi, pentru cazul ideal si optim de functionare a instalatiei, respectiv 0,5 kg. Capacitatea totala de imbuteliere hidrogen a instalatiei este de circa $6\text{Nm}^3\text{H}_2$ pe zi. Aceasta cantitate s-a calculat, avandu-se in vedere ca un compresor poate comprima circa $3..5\text{Nm}^3/\text{ora}$, la un program de lucru de 8...10 ore. In principal, procesul de comprimarea si stocare al hidrogenului, se realizeaza dupa urmatoarele operatiuni: (1) verificarea sistemului de comprimare si stocare dpdv tehnic si al securitatii in munca; (2) racordarea compresorului la recipientul de stocare intermediar; (3) racordarea buteliilor la compresor prin intermediul unui distribuitor de gaz, prevazut cu manometru; (4) pornirea compresorului si realizarea procesului de comprimare; (5) urmarirea valorii presiunii de pe manometrele montate pe vasul tampon si pe distribuitorul de gaze, pe toata durata procesului tehnologic; (6) dupa finalizarea imbuteliei se decupleaza buteliile de la compresor si se verifica parametrii.

In timpul functionarii instalatiei se vor respecta indicatiile cuprinse in procesul tehnologic respectiv si prevederi legale ce stipuleaza transportul gazelor inflamabile sub

presiune prin conducte. Schema de functionare a sistemului compus din pila combustibil – electrolizor – stocator hidrogen este prezentata in Figura 16

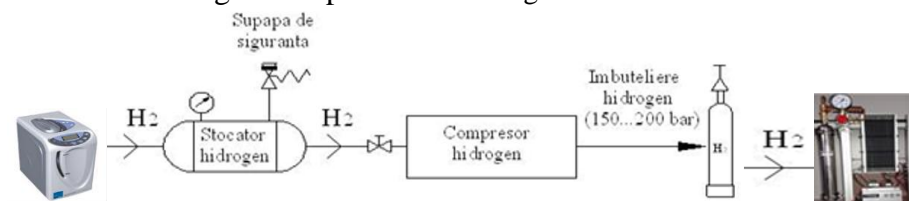


Figura 16. Sistem de producere, stocare și utilizare a hidrogenului

Instalatia de producere a biogazului

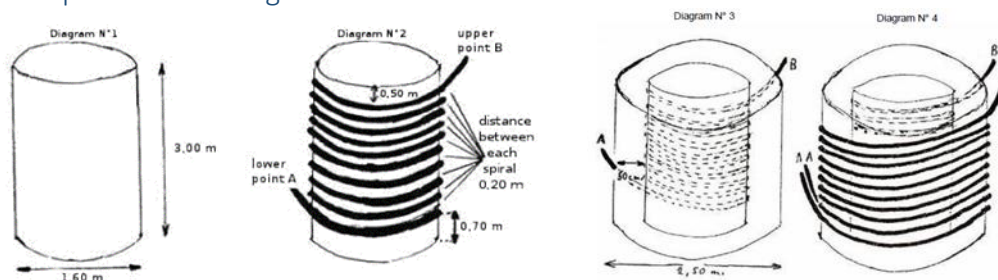


Figura 17. Procedee tehnice realizare bioreactor

Materia prima: 1. Vreascuri și uscături, rezultate din curățarea pomilor, arbuști; 2. Materia prima rezultată din solar/sera; 3. Materia prima rezultată din curățarea livezilor. În pădure pe o suprafață de un hectar pot fi obținute din curățarea materialului lemnos neutilizabil circa 50 tone.

Maruntire. Este de preferat ca maruntirea să se realizeze cu ajutorul mașinii de razuit, și nu prin metoda de zdrobire-taiere; Dimensiunea vreascurilor mai mari de 10 cm necesită mașini de maruntire de putere mare- metoda nerecomandabilă; Preferabil vreascuri și resturi lemnoase de dimensiuni medii -mici; Utilizarea mașinilor de tipul aschiere pentru prepararea compostului; Calitatea compostului: fragmente lungi și subțiri (grosimi de 1 mm). Aceasta permite penetrarea și reținerea apei în condiții optime.

Incarcarea bioreactorului și impregnarea cu apă. 1 m³ de deseuri lemnoase sub forma de rumegus poate absorbi și reține circa 700 de litri de apă pe o perioadă de trei zile. Impregnare se realizează pe măsura ce reactorul se încarcă. La fiecare 20 cm strat de încărcare se udă până la punctul de saturatie. Excesul de apă ce se colectează la baza reactorului se drenează și se recirculă periodic prin pulverizare peste reactor, prin intermediul unui sistem de pompare.

Dimensionarea reactorului Dimensionarea bioreactorului se calculează pentru o cantitate de circa 50 tone de compost. Volumul calculat al bioreactorului este de 70 mc, înălțime 2,5 m, iar diametrul de aprox. 6m. Bioreactorul experimental a fost alimentat cu 35-40 tone de deseuri vegetale, sub forma de vreascuri și uscături din sortate pădure. Densitatea compostului variază în funcție de starea de elaborare: maruntirea (calitatea rumegusului) > Densitatea inițială poate fi 0.3 Kg/mc iar după umidificare poate ajunge la 1t/mc. La un compost de o bună calitate, densitatea trebuie să fie cuprinsă între 0.6-0.7t/mc iar perioada pentru preparare este de circa 18 luni de fermentare. Trebuie avut grijă să se mențină un raport suficient de ridicat de umiditate (40 % - 50 %) la orice moment în întreaga perioadă de elaborare, fiind necesar un sistem automat de udare.

Producerea de energie termică din fermentare. Pe parcursul fermentării compostului din uscături se degajă căldură, temperatura medie ajungând la 60° C. Căldura este rezultatul proliferării și activității bacteriilor. Experimental pentru bioreactorul de 50 tone se poate produce apă caldă la 60°C (la intrare 10°C) la o rată de 4 l/min pentru 6 luni fără a interveni în bioreactor pe perioada de funcționare. Bioreactorul de 50 tone poate încălzi o încălțare de 100 mp pentru cel puțin 6 luni.

Nota: Bioreactorul cu amprenta la sol de 23-25 mp pentru o masa de incarcare 17000-20000 Kg echipat cu 2 -3 turnuri asigura incalzirea unei solarii dublu inlate , tunel, cu aria de 100-110 mp si volum 200 mc.

O2. Validarea sistemului de energie durabila: pile de combustie- panouri solare- reactor de biomasa in sere pentru agricultura bio-organica.

În contextul informatizării și al digitizării globale, agricultura tradițională se transformă treptat în agricultură digitală. Cultivarea în sere ramane principala metodă de producție a legumelor. Deși unele sere moderne sunt în curs de dezvoltare, serele tradiționale reprezintă cea mai mare parte a celor folosite în România. Rețelele de senzori wireless sunt o tehnologie modernă care integrează cunoștințele senzorilor, controlul automatizării, transmisia rețelei digitale, stocarea informațiilor și prelucrarea informațiilor. În prezent, tehnologia rețelei de senzori wireless a fost aplicată în cea mai mare măsură monitorizării mediului. În cadrul acestui proiect am propus și realizat o arhitectură de seră pentru a realiza cultivarea cu costuri de gestionare reduse în ceea ce privește monitorizarea mediului. Conform analizei caracteristicilor mediului de seră, a fost proiectat un sistem practic de monitorizare a emisiilor de gaze cu efect de seră pe baza tehnologiei rețelei de senzori wireless urmărind parametrii cheie de mediu, cum ar fi temperatura, umiditatea și umiditatea solului s.a. Senzorii conectați la modulul universal sunt:

- DS18B20 – termometru digital, care poate fi utilizat în domeniul de temperatură -55 - +125°C, măsurând temperatura cu o rezoluție de 12 biți și precizia de +/-0.5°C. Am ales acest tip de senzor pentru ușurința în conectare, adăugând 10 bucăți pentru fiecare dintre module.
- SHT15 – este un senzor de umiditate și temperatură cu interfață I2C, având capacitatea de măsură cuprinsă între 10 și 90% RH, cu o rezoluție de 12 biți și precizie de +/-3% RH.
- MPL3115A2 – este un senzor compact, pirarezistiv pentru măsurarea presiunii atmosferice absolute, cu o gamă de măsură cuprinsă între 20 și 110kPa, cu o rezoluție de 20 de biți, cu o precizie de 0.4kPa. Senzorul folosește același tip de interfață I2C.
- SII145 – este un senzor pentru lumina ambientă, IR, UV și Vizibil, cu o plajă de măsură între 1 și 128kLux, interfață I2C, cu o rezoluție de 16 biți, care folosește un algoritm integrat de compensare al preciziei.
- CCS811 – este un senzor pentru măsurarea calității aerului miniatural, având o plajă de măsură între 400 și 8192ppm pentru CO2 echivalent și între 0 și 1187ppb pentru TVOC (compusul organic volatil total), utilizând aceeași interfață I2C.

Pentru funcționarea sistemului de colectare și transmitere date a fost dezvoltat un protocol robust pentru comunicare prin intermediul interfeței RS485. Fiecare dintre modulele de bază, conținând ATMEGA328P-PU au la dispoziție o adresă reprezentată sub forma unui întreg nenegativ, stocat în memorie pe o lungime de 16 biți. Unitatea centrală construită cu ajutorul Raspberry PI rulează versiunea standard de Raspian Linux împreună cu un serviciu, la fiecare 10 minute, prin care interoghează fiecare dintre modulele de bază, colectând informații despre acestea: starea, numărul de senzori activi și valoarea fiecăruia dintre senzori. Serviciul care se ocupă de această comunicație este scris în Python 2 și folosește pentru comunicare portul standard UART al Raspberry PI.

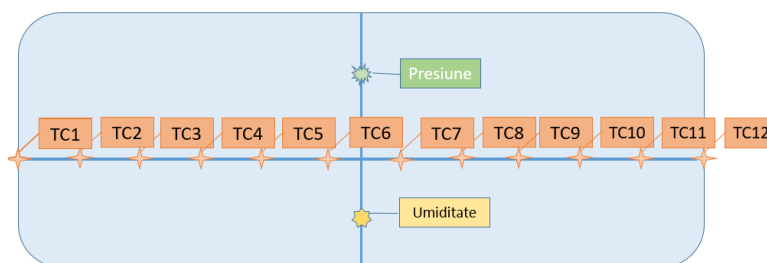


Figura 18. Reprezentare schematică a poziției senzorilor în seră.

Senzorii sunt reprezentați în module având un identificator cu lungimea de 16 biți, urmați de blocul de date, cu lungimea de 32 de biți și un bloc suma de control de 8 biți. Fiecare modul de bază poate gestiona 16 senzori diferiți. Identificatorul cu lungimea de 16 biți este divizat astfel: biții 15 - 08 reprezintă identificatorul dispozitivului, gestionând modul în care este procesată informația (DS18B20 are indicatorul 1, CCS811 funcția ECO2 are indicatorul 2, CCS811 funcția TVOC are indicatorul 3 - vezi `aiqb_serial.h`), bitul 07 reprezintă capacitatea dispozitivului de a citi sau scrie informație (senzorii scriu informație, dispozitivele de control citesc), biții 06-02 reprezintă adresa internă a senzorului (un număr între 0 și 15, corespunzător poziției în coada de senzori) în timp ce biții 01-00 sunt sumă de control. Comenzile pe care placa de bază le poate trimite către modulele de bază sunt: 'L' - citește numărul de senzori, colectând și starea modulului de bază și are ca parametru adresa modulului, 'R' - citește un senzor dintr-un modul de bază, având ca parametru adresa lui și adresa modulului, 'W' - scrie o valoare într-un dispozitiv de control având ca parametru adresa unui senzor și adresa modulului, 'D' - citește lista de senzori, tipul și adresa acestora. Comunicarea este secvențială, având două nivele de verificare a erorilor, având în vedere modul în care sunt utilizate aceste module. Culegerea datelor se face la un interval de 10 minute, acestea fiind ulterior procesate și încărcate pe serverul centrului de cercetare.

În graficele de mai jos sunt prezentate date (selecție) transmise de senzorii instalați în seră, în diferite puncte, conform diagramei din Figura 18.

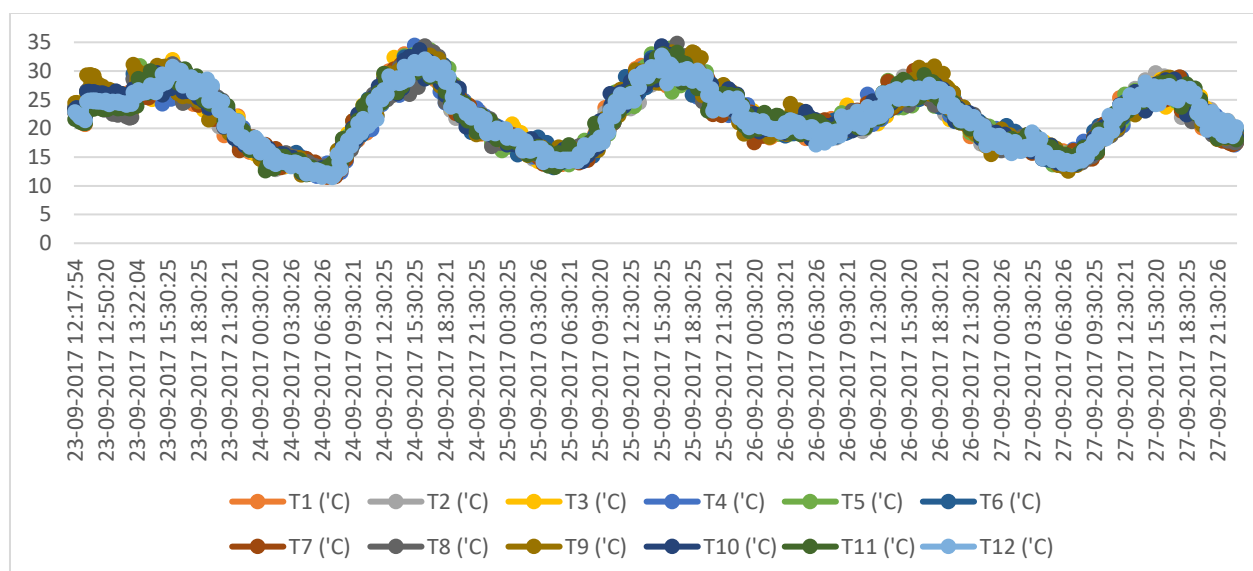


Figura 19. Monitorizare temperatura în interiorul serei pe un interval de 4 zile (23.09-27.09.2017)

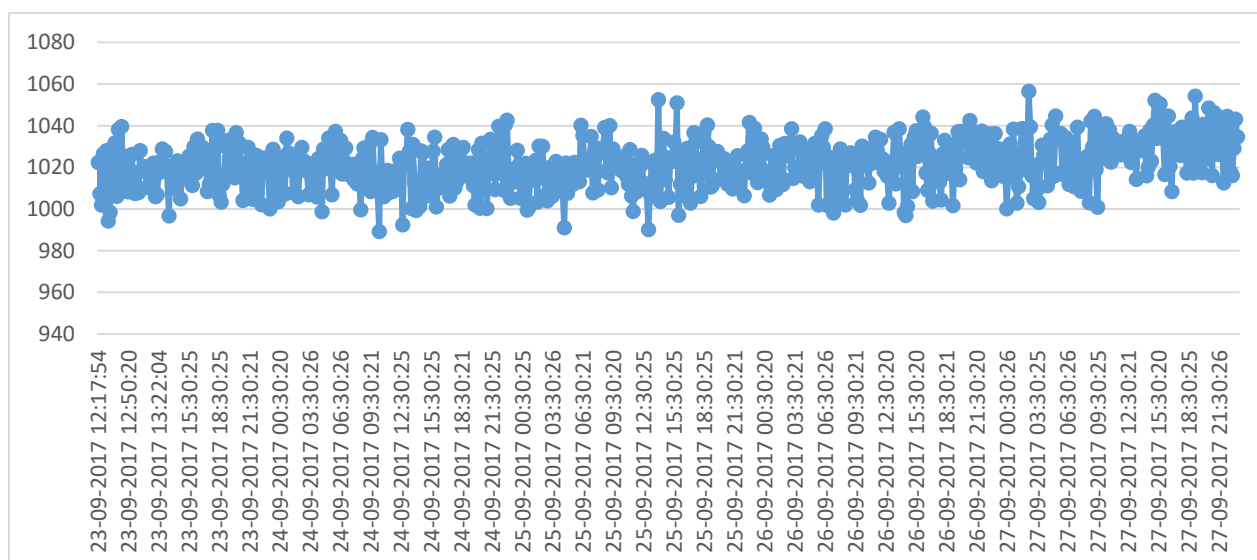


Figura 20. Monitorizare presiune (hPA) în interiorul serei pe un interval de 4 zile (23.09-27.09.2017)

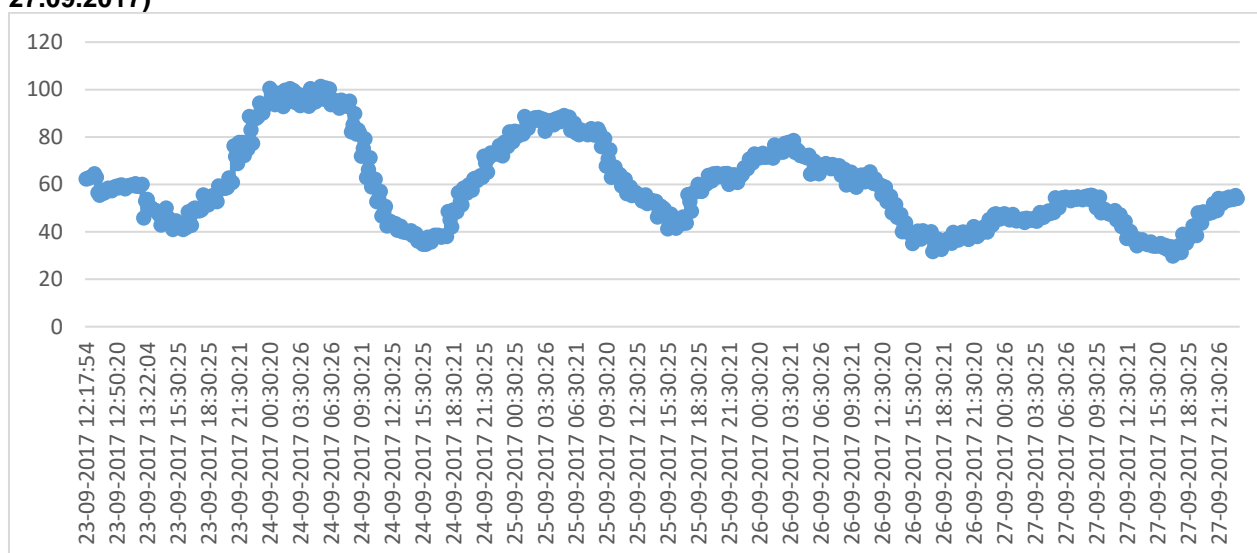


Figura 21. Monitorizare umiditate relativa (%) în interiorul serei pe un interval de 4 zile (23.09-27.09.2017)

Dezvoltat pe o platformă a rețelei de senzori fără fir dezvoltat independent, sistemul de monitorizare raportat pentru sere de legume poate fi folosit pentru a transfera tehnologia a rețelelor de senzori wireless către tehnologia de comunicații mobile în agricultura digitală. Acest tip sistem are următoarele avantaje: (1) este ieftin, scalabil și fiabil, cu o bună capacitate de procesare; (2) proiectarea de supraveghere hardware și software poate asigura că sistemul va fi online în timp real; (3) desenele multiple de interfață permit sistemului să acceseze mai mulți senzori; (4) prin utilizatorii de internet pot face întrebări despre parametrii de mediu în timp real din interiorul seriei și pot controla facilitățile din sere prin utilizarea de la distanță a SMS-urilor. Deoarece condițiile de teren se schimbă frecvent, sunt necesare îmbunătățiri ale sistemului. În special, capacitatea de a face față situațiilor anormale trebuie consolidată. Monitorizarea condițiilor din interiorul serei este esențială în controlarea parametrilor de operare ai subsistemelor care întretin din punct de vedere energetic, astfel încât rezultatul să fie condiții optime pentru creșterea eficienței a legumelor.

O3. Elaborarea unui nou concept inovativ si competitiv de membrane schimbatoare de ioni bipolare- TwinIC (prototip).

Pilele de combustie bipolare sau hibride sunt în curs de dezvoltare, ca o încercare de a îmbina structura binecunoscută PEM cu avantajele oferite de membranele schimbătoare de anioni [2]. Denumirea „pilă de combustie bipolară” provine de la polaritatea opusă a electrozilor - un electrod este operat la un pH scăzut, în timp ce celălalt funcționează la un pH ridicat. Astfel de pile de combustie care utilizează atât materiale conductoare de anioni, cât și de cationi, au mai multe avantaje comparativ cu PEMFC (pile de combustie cu electrolit polimeric) sau AEMFC (pile de combustie alcaline). Principalul avantaj este gestionarea îmbunătățită a apei prin auto-hidratare. Proprietățile de transport ale materialului joacă un rol important în determinarea viabilității materialelor membranare și ionomerice.

O membrană bipolară este alcătuită dintr-o membrana CEM monopolară și una AEM suprapuse utilizând un strat intermediar de fază de tranziție între acestea. Pentru a explica transportul ionilor printr-o membrană încărcată, trebuie luate în considerare interacțiunea dintre ioni și grupurile de încărcare fixe din interiorul membranei precum și la interfață. În membranele bipolare, există 3 interfețe: (i) interfața dintre soluția de sare concentrată și membrana schimbătoare de anioni, (ii) interfața dintre membrana anionica și membrana cationica (strat intermediar de tranziție), și (iii) interfața dintre membrana schimbătoare de cationi și soluția de sare diluată. Printre aceste trei interfețe, stratul intermediar de tranziție este cel mai dificil de observat deoarece concentrația nu poate fi măsurată experimental. Proprietățile de transport ale membranelor Bi-Polare sunt destul de diferite de cele ale membranelor monopolare. Atunci când un câmp electric este stabilit printr-o membrană bipolară, anionii și cationii conținuți în stratul intermediar migrează prin AEM și CEM în direcția câmpului electric. În plus, joncțiunea dintre cele două straturi PEM/AEM este un element critic în determinarea performanței dispozitivului deoarece trebuie să fie bun conductor pentru speciile ionice și stabilă mecanic pentru a rezista la presiunea internă indusă de formarea apei.

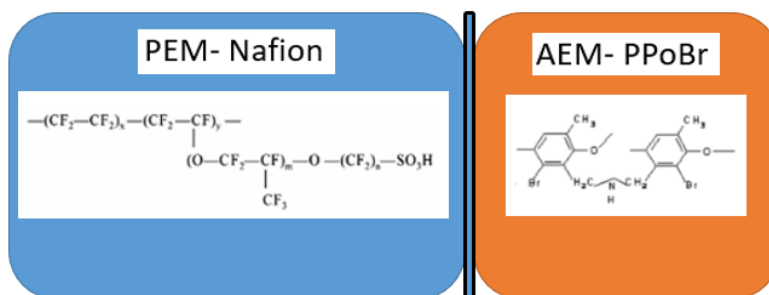


Figura 22. Structura membranei bipolare.

În cadrul acestei etape au fost finalizate studiile privind ansamblu membrana-electrod (MEA) (sinteza/condiționarea și caracterizarea). Au fost selectate următoarele materiale:

- Nafion- membrana schimbătoare de cationi
- PPoBr- membrana schimbătoare de anioni
- Pt/C- catalizator, optându-se pentru o încărcare de 0.6mg/cm² pentru anod, respectiv 1 mg/cm² pentru catod

Tabel 1. Proprietăți fizice ale membranelor schimbatoare de ioni folosite în fabricarea TwinIC-MEA

	PEM-Nafion	AEM-PPoBr
Grupari funcționale active	-SO ₃ H ⁺	-N ⁺ (CH ₃)OH ⁻
Grosime membrană (μm)	50	50
Conductivitate (mS/cm)*	100	21.2
Grad de gonflare (%)	24	7.31
Capacitate de schimb ionic (meq/g)**	1.01	2.77

*determinată prin spectroscopie de impedanță

² M. Unlu, J. F. Zhou, and P. A. Kohl, Journal of Physical Chemistry C, 113(26), 11416 (2009).

Etape de fabricare ansamblu membrana-electrod (MEA):

1. Activarea membranei cationice Fumapem F-14100: Membrana în formă H^+ se tratează în soluție de 10% HNO_3 timp de 3h la o temperatură de $90^\circ C$, se spală cu apă demineralizată, se fierbe în apă demineralizată timp de 1 h la $90^\circ C$, apoi se spală din nou cu apă demineralizată (până la $pH \sim 7$) și se păstrează în soluție 0.5 M H_2SO_4 .

2. Activarea membranei anionice PPOBr: Membrana trebuie să fie stocată în M NaCl soluție 1M și plasată într-un recipient închis. În cazul în care depozitarea va fi pentru o perioadă mai lungă de timp se adaugă 100 ppm de NaN_3 pentru a preveni deteriorarea.

3. Pregătirea stratului de difuziune gaze (GDL):

Hârtia Carbonică Torray Teflonată se taie în suprafețe de $3cm \times 3cm$ și se cântăresc. Pe suprafețele acestora se va depune un InkNanoCarbonic la o temperatură de $140^\circ C$ astfel încât încărcarea de nanocarbon să fie de $\sim 1mg/cm^2$.

4. Depunerea Catalizatorului: Catalizatorul cântărit este amestecat cu o cantitate minimă de apă+soluție de Nafion 5%, apoi peste acestea este turnată o cantitate de 5-10ml alcool isopropilic. Soluția este ținută în baie de ultrasunete timp de 10 minute. Apoi este depus pe GDL prin pulverizare la o temperatură de $100^\circ C$ a substratului. Se folosește o încărcare de catalizator de $0.6 mgPt/cm^2$ la anod, respectiv, $1.2 mgPt/cm^2$ la catod.

5. Formare MEA: Se utilizează o soluție diluată de Nafion care se depune pe electrozi după ce catalizatorul a fost uscat în totalitate. Se formează mai întâi jumătăți de celulă (Suport carbonic/catalizator/membrană)- compartiment anodic, respectiv catodic, care ulterior se presează la cald pentru a forma MEA.: $50kg/cm^2$, cu temperatură de $100^\circ C$ pentru 30 minute.

Testare MEA- curbe de polarizare. Primul pas în protocolul de testare MEA constă în activarea catalizatorului prin rularea unui program de voltametrie ciclică, în următoarele condiții experimentale: interval de potențial: 5-1230mV, rată de scanare: 300mV/s, număr de cicluri: 500, electrod auxiliar și electrod de referință- anod alimentat cu Hidrogen, 200 SCCM, 150 kPa backpressure, electrod de lucru- catod alimentat cu Azot, 300 SCCM, 200 kPa backpressure. Pasul final este ridicarea curbei de polarizare, în următoarele condiții: anod alimentat cu hidrogen, 200 SCCM, 150 kPa backpressure, catod alimentat cu aer, 800 SCCM, 200 kPa backpressure, temperatura celulei: $80^\circ C$, umiditatea relativă în celulă: 80%.

Rezultate si discutii. MEA obținută astfel a fost testată în pila de combustie, rezultatul fiind o densitate de putere de aprox $5 mW/cm^2$, la o densitate de curent de $15 mA/cm^2$ așa cum se poate observa în Figura 24.

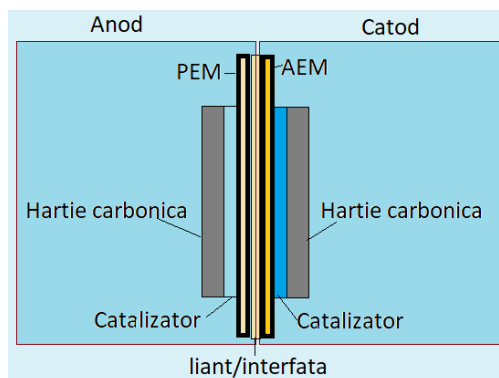


Figura 23. Reprezentare schematică a ansamblului membrana electrod TwinIC-MEA.

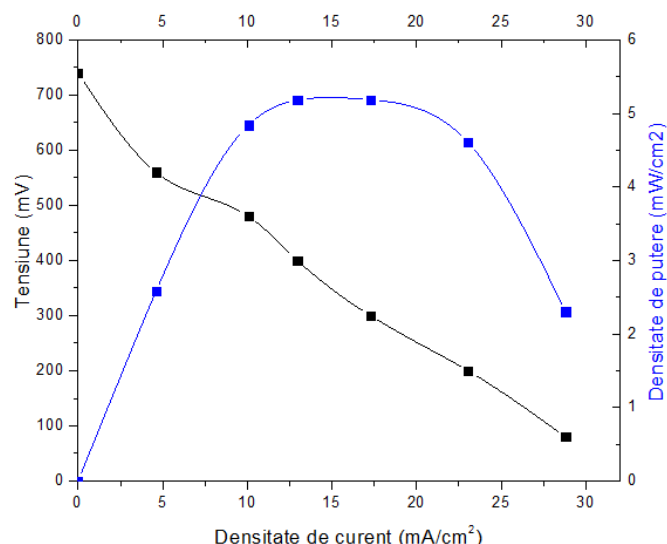


Figura 24. Curba de polarizare TwinIC-MEA, electrolit : Nafion/PPoBr, incarcare catalizator Pt/C- 0.6 mg/cm² la anod, respectiv 1.2 mg/cm² la catod, conditii de operare : temperatura celulei : 80°C, 100 kPa contrapresiune anod, respectiv 150kPa catod, 200SCCM hidrogen (anod), 800 SCCM aer (catod), umiditate relativa 80%

În timpul funcționării normale a unei celule de combustibil PEM, hidrogenul și oxigenul se combină pentru a produce apă și curent electric util. La curenții mici, se produc cantități mici de apă. Odată cu creșterea curentului, se produce mai multă apă, care este atât benefică, cât și dăunătoare performanței și duratei de funcționare a celulei. Umiditatea suplimentară a apei scade rezistența membranei electrolitice, sporind astfel performanța. În același timp, excesul de apă poate scurta durabilitatea celulei de combustibil. Printre altele, excesul de apă poate facilita creșterea particulelor de catalizator prin maturarea Ostwald³ (cauzează pierderea zonei active din punct de vedere electrochimic); erodează și dizolvă electrolitul ionomerului Nafion⁴; provoacă degradarea straturilor de catalizator și / sau de difuzie a gazului⁵; cauza inundării în canalele de curgere a gazului catodic și în stratul de difuzie a gazului⁶; și curățarea contaminanților din celule și componentele stivei⁵. Unele dintre aceste efecte pot fi reversibile; altele, cum ar fi leșierea contaminanților sau pierderea zonei active din punct de vedere electrochimic, evident nu sunt.

Perspective. Se vor continua studiile în aceasta direcție, i.e. membrane bipolare pentru pile de combustie. Optimizarea acestor caracteristici și progresele înregistrate în fabricarea MEA-urilor bipolare deschide calea pentru o nouă generație de PEMFC fără auto-umidificare și de gestionare a apei.

Specificații și caracteristici principale privind ansamblul pila de combustie de tip Twin-IC. Ansamblul pilă de combustie cu membrană schimbatoare de ioni bipolară prezintă următoarele caracteristici tehnice principale:

- Mediul intern de lucru: hidrogen și oxigen;
- produși reacție: energie electrică și apă.
- Debite alimentare gaze:
 - hidrogen: 0,5cm³/min;
 - oxigen: 1cm³/min;
- Domeniu presiune de lucru: 0,3-1 bar;

3 Z. Yang, S. Ball, D. Condit, M. Gummalla, J. Electrochem. Soc., 158 (2011), pp. B1439-B1455

4 J. Xie, D.L. Wood III, D.M. Wayne, T.A. Zawodzinski, P. Atanassov, R.L. Borup, J. Electrochem. Soc., 152 (2005), pp. A104-A113

5 S.G. Kandlikar, M.L. Garofalo, Z. Lu, Fuel Cells, 11 (2011), pp. 814-823

6 S.D. Knights, K.M. Colbow, J. St-Pierre, D.P. Wilkinson, J. Power Sources, 127 (2004), pp. 127-134

- Temperatura domeniu de lucru: 25...65 °C;
- Tensiunea de iesire: 0,5V;
- Densitate curent: 0,35A/cm²;
- Intensitate curent: 8A;
- Putere electrică instalată: 4W;
- Dimensiuni ansamblul membrană-electrod (MEA): 50x50mm;
- Dimensiuni membrană: 90x90mm.
- Greutate pilă combustie: 1,7 kg;

Principalele părți componente ale pilei de combustie sunt următoarele:

- 2 plăci de capat otel inoxidabil 1.4307 (cod desen PC-FCF-01);
- 2 plăci colectoare curent cupru (cod PC-FCF-02);
- 2 plăci bipolare grafit (cod desen PC-FCF-03);
- 2 garnituri cauciuc siliconic;
- 8 șuruburi de strângere M6x50 mm;
- 16 șaibe A6;
- 16 piulițe M6;
- 2 șuruburi M4x6
- 2 piulițe A4;
- 4 stifturi de centrare;
- 4 racorduri conexiune gaze alimentare;
- 1 MEA formată din membrană cationică Nafion; membrană anionică PPOBr; 2 buc hârtie carbonică teflonată 3x3 cm; Catalizator: 0.6 mgPt/ cm² la anod, 1.2 mgPt/ cm² la catod;

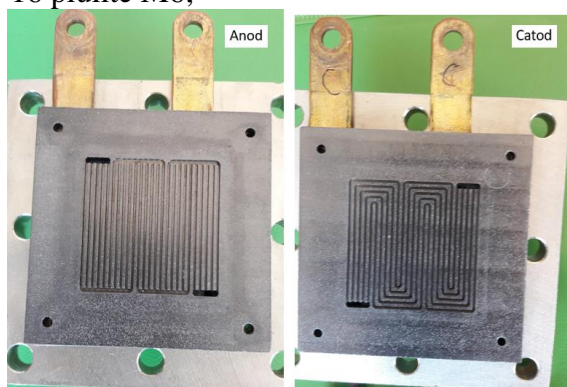


Figura 25. Plăci bipolare pentru anod, respectiv catod fabricate de catre Partener 1- ICSI Rm Valcea

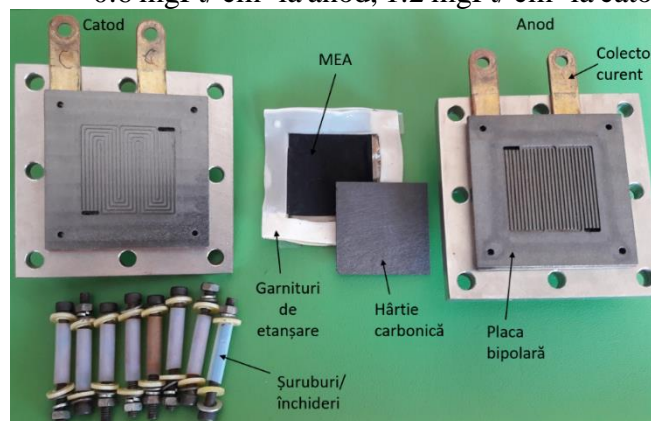


Figura 26. Pila de combustie fabricata de Partener 1- ICSI

04. Dezvoltarea capabilitatilor institutionale si a abilitatilor resursei umane. Diseminarea și exploatarea rezultatelor proiectului.

= Diseminare in cadrul comunitatii stiintifice. Diseminarea publica a informatiilor va fi efectuata la nivelul comunitatii stiintifice prin publicatii si prezentari in cadrul conferintelor. Rezultatele proiectului propus vor fi publicate in reviste de prestigiu nationale si internationale. Pagina de internet a proiectului a fost utilizata pentru documentarea activitatilor si este accesibila membrilor proiectului si tuturor persoanelor interesate. Toate publicatiile, materialele promotionale, pagina de internet au mentionată sursa de finanțare, autoritatea contractanta UEFISCDI.

Nr crt	Autori	Titlu	Titlu jurnal
Articole in jurnal ISI			
1	Trefilov Alexandra-Isabela, Tiliakos Athanasios, Serban Cristina-Elena, Ceaus Catalin, Iordache Stefan Marian, Voinea Sanda, Balan Adriana-Elena	Carbon xerogel as gas diffusion layer in PEM fuel cells	International Journal of Hydrogen Energy, 2017
2	Balan Adriana-Elena, Stamatini Ioan, Cucu Ana, Voinea Sanda, Iordache Stefan Marian, Saeed F. R., Al-Timimi	Nanomagnetite enhanced paraffin for	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 2017

	M.H.A.A., Al-Banda W. H. A., Abdullah M. Z. A.	thermal energy storage applications	
3	E. C. Serban, A. Balan, A. M. Iordache, A. Cucu, C. Ceaus, M. Necula, G. Ruxanda, C. Bacu, E. Mamut, I. Stamatin	Urea/ Hydrogen Peroxide Fuel Cell,	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 2014
4	O. A. Mateescu, A. Balan, Gh. Mateescu, I. Stamatin, C. Samoila, D. Ursutiu, V. Nascov	Microstructure & Corrosion Resistance for Wc-Ti-N Layers Deposited by Reactive Magnetron Sputtering,	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 2015
Participari la conferinte internationale si nationale (poster sau prezentare orală)			
Nr crt	Titlu	Tip prezentare	Titlu conferinta
1	Carbon xerogels implemented as gas diffusion layer materials in PEM fuel cells	poster	20th Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering- RICCE, 2017
2	Low-Pressure Cold Spray WS2 coatings for dry film lubrication	poster	European Materials Research Society E-MRS 2017 Spring Meeting
3	Phase change materials: paraffin-Fe/Ni nanocomposites. Thermal properties	poster	17th International Balkan Workshop on Applied Physics and Materials Science, 2017
4	Synthesis of highly conductive graphene based carbon xerogels for electrochemical. Energy conversion applications	prezentare orală	Proceedings 2nd CommScie International Conference "Challenges for Sciences and Society in Digital Era", 2015
5	Influence of TiO ₂ -natural dye structures on dsscs performance	prezentare orală	Proceedings of the 2nd CommScie International Conference "Challenges for Sciences and Society in Digital Era", 2015
6	Hybrid energy system based on renewable sources for bio-organic agriculture in greenhouses	prezentare orală	5th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2016 Proceedings, ISSN 2457 – 3302, ISSN-L 2457 - 3302
7	Plasma polymerization of aniline-graphene nanocomposites for sensor applications	poster	The 20-th Conference "Progress in Cryogenics and Isotopes Separation", 2014
8	Ni-based catalysts for urea electrochemical decomposition	poster	The 10-th International Conference on Physics of Advanced Materials "ICPAM 10"
9	Carbon Paper – Carbon Xerogel Composite Materials For Gas Diffusion Layer In PEM Fuel Cells	articol	Proceedings of the Union of Scientists, 1311-9974, 2015
10	Composite Polymeric Membranes Based On Cross-Linked PVA, PAN and Anionic-Exchange Resin	articol	Proceedings of the Union of Scientists, 1311-9974, 2015
11	Thermionic Vacuum Arc Deposition of Raney Type Nickel: Fuel Cells Applications	poster	European Materials Research Society Spring Meeting- E-MRS 2015
12	Carbon paper infused with xerogels as gas diffusion layer in PEM fuel cells	prezentare orală	Annual Scientific Conference, Facultatea de Fizică a Universității din București
Pagina Web a proiectului			http://www.3nanosae.org/fc-farm-46-2014/

= Protejarea drepturilor intelectuale. O parte din rezultatele obtinute in cadrul proiectului au fost valorificate sub forma de aplicatie de brevet de inventie.

Nr crt	Titlu Brevet	Autoritatea emitenta	Numar inregistrare cerere/ Numar brevet
Cereri de brevet nationale			
1	Pila de conversie a compusilor cu continut de uree si procedeu de obtinere a acesteia	OSIM	A2015 00855/18.11.2015
2	Sistem de microcanale cu aplicatii in microfluidica, in conditii de gravitatie simulata si procedeu de obtinere a acestora	OSIM	A/00912/28.09.2016
3	Filme 2D nanostructurate pe baza de grafene si procedeu de obtinere a acestora	OSIM	A/00662/21.09.2016

= Contributii la imbunatatirea abilitatilor stiintifice prin indeplinirea obiectivelor proiectului. In cadrul acestui proiect au fost formati profesional studenti masteranzi, doctoranzi si postdoctoranzi prin implicarea in realizarea activitatilor, sub supravegherea cercetatorilor cu experienta.

Nr crt.	Nume si prenume	Pozitie
1	Balan Adriana Elena	Postdoc
2	Cucu Ana	Doctorand
3	Zarnescu George	Postdoc
4	Stoica Sebastian	Doctorand
5	Serban Elena Cristina	Doctorand
6	Ceaus Catalin	Doctorand
7	Tiliakos Athanasios	Doctorand
8	Trefilov Maria Isabel	Doctorand
9	Popovici Laurentiu	Doctorand

= Aplicatii posibile cu potential de piata. Principalul avantaj al acestui sistem este modularitatea, odata proiectat/dezvoltat, problema se reduce la rescalarea componentelor individuale (adaugarea de panouri fotovoltaice, module de pile de combustie) pentru a mari puterea generate, si, implicit, dimensiunile serei- suprafata cultivata. Folosind modelul experimental, fermierii pot dezvolta proiecte de sere la scara mai mare, si, eventual, pot aplica pentru obtinerea de Fonduri Structurale EU (contribuind la cresterea ratei de absorbtie a fondurilor structurale). Obiectivul economic al proiectului FC-Farm este imbunatatirea competitivitatii IMM-urilor implicate prin introducerea de noi concepte cu potential de piata ridicat, competitive ca pret. Proiectul FC-Farm ofera posibilitatea IMM-urilor, in particular SC E-laborator Feeria SRL, de a lucra la standarde europene, avand posibilitatea de a dezvolta produse cu valoare adaugata, tehnici de analiza si investigatii ce pot concura cu succes pe piata europeana. Astfel, implementarea rezultatelor proiectului, avand beneficiul solutiilor tehnologice inovatoare va duce la inlocuirea generatoarelor traditionale folosite in prezent in sere.

Concluzii si perspective

- În cadrul proiectului a fost finalizată instalarea sistemelor de alimentare a serei cu o suprafață utilă de 60mp, la sediul partenerului de proiect SC E-LABORATOR FEERIA SRL, în localitatea Baleni, jud. Dambovita.
- Au fost finalizate studiile privind ansamblu membrana-electrod (MEA) (sinteza/condiționarea și caracterizarea). A fost obținută TwinIC-MEA bipolară prin presarea la cald a doua membrane Nafion- membrana schimbătoare de cationi, PPOBr- membrana schimbătoare de anioni, Pt/C- catalizator, încărcare de $0.6\text{mg}/\text{cm}^2$ pentru anod, respectiv $1\text{mg}/\text{cm}^2$ pentru catod.
- TwinIC-MEA a fost testată în pila de combustie, obținându-se o densitate de putere de aprox $5\text{mW}/\text{cm}^2$, la o densitate de curent de $15\text{mA}/\text{cm}^2$.
- A fost implementat un concept tehnic și constructiv privind realizarea unei pile de combustie cu membrana bipolară schimbătoare de ioni, cu elaborarea unei teme de proiectare pentru acest model experimental.
- În cadrul acestui proiect a fost conceput, realizat și instalat un sistem complex de monitorizare a parametrilor importanți în funcționarea unei sere: temperatură (50 puncte = interior cub: $3 \times 4 \times 4$, 2 senzori pentru exterior); CO_2 / presiune atm. / umiditate / intensitate luminoasă (IR, Vis, UV) (8 puncte = interior 3×2 , 2 exterior); factor de putere inverter (2 puncte = 2 consumatori); eficiența panouri solare (2 puncte = 2 arii).
- Rezultate obținute în cadrul acestei etape au fost diseminate prin publicarea a 4 articole în jurnale cotate ISI, depunerea a 3 cereri de brevet și prezentarea a 12 lucrări la conferințe internaționale sub formă de poster sau prezentari orale.
- Contributii la îmbunătățirea abilităților științifice prin îndeplinirea obiectivelor proiectului. În cadrul acestui proiect au fost formați profesional studenți masteranzi, doctoranzi și postdoctoranzi prin implicarea în realizarea activităților, sub supravegherea cercetătorilor cu experiență (9 doctoranzi și postdoctoranzi- angajați în proiect).