



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA BUCUREȘTI

---

Raport de implementare FDI 2024

Proiect: Cercetari in domeNiul tehnologiilor bazate pe Hidrogen in scopul prototiparii solutiilor de productie A eNergiei eleCtrice Exclusiv din surse regenerabile (ENHANCE).

Cod final de înregistrare: CNFIS-FDI-2024-F-0621





MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA BUCUREȘTI

---

## Cuprins

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introducere și Scopul Proiectului .....</b>                                    | <b>3</b>  |
| Scopul proiectului: .....   | 4         |
| <b>Justificare .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Metodologia proiectului.....</b>   | <b>7</b>  |
| 4.1. Realizarea demonstratorului pentru producerea și consumul hidrogenului ..... | 7         |
| 4.2. Integrarea echipamentelor existente .....                                    | 8         |
| 4.3. Modernizarea infrastructurii .....   | 8         |
| 4.4. Dezvoltarea soluțiilor de monitorizare .....                                 | 8         |
| <b>Concluzii .....</b>  | <b>18</b> |





## Introducere și Scopul Proiectului

Uniunea Europeană și-a asumat un rol de lider în tranziția către un sistem energetic sustenabil, cu emisii reduse de carbon. Strategia Europeană pentru Hidrogen, adoptată în 2020, vizează accelerarea implementării tehnologiilor bazate pe hidrogen pentru a sprijini obiectivul de neutralitate climatică până în 2050. Aceasta prevede trei etape de dezvoltare:

- **2020-2024:** Dezvoltarea capacităților de producție a hidrogenului verde la scară mică și integrarea acestuia în sectoarele industriale.
- **2025-2030:** Extinderea utilizării hidrogenului verde în industrii energointensive și transport, concomitent cu creșterea infrastructurii de producție.
- **2030-2050:** Generalizarea utilizării hidrogenului în toate sectoarele economiei, contribuind la decarbonizarea completă a energiei.

Prin această strategie, Comisia Europeană recunoaște rolul crucial al hidrogenului în asigurarea flexibilității energetice și a stabilității sistemului electric, sprijinind cercetarea și dezvoltarea infrastructurii necesare.

În acest context, sistemele hibride bazate pe surse regenerabile (HRES - Hybrid Renewable Energy Systems) reprezintă o soluție promițătoare pentru integrarea eficientă a energiei regenerabile în rețeaua electrică. Aceste sisteme combină două sau mai multe surse de energie regenerabilă oferind stocare și flexibilitate în utilizarea energiei. Avantajele acestora includ:

- **Autonomie energetică ridicată:** Permite stocarea energiei pentru perioade lungi, reducând dependența de rețea electrică.
- **Reducerea pierderilor:** Conversia surplusului de energie în hidrogen și utilizarea ulterioară optimizează utilizarea resurselor regenerabile.
- **Versatilitate:** Poate fi utilizat în diverse aplicații, de la alimentarea unor clădiri inteligente până la transport și industrie.





MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA BUCUREȘTI

---

HRES contribuie la atingerea obiectivelor UE privind eficiența energetică și decarbonizarea, fiind un domeniu cheie pentru cercetări și inovație.

Scopul proiectului:

Proiectul " CercEtari în domeNIul tehnologiilor bazate pe Hidrogen în scopul prototipării soluțiilor de producere A eNergiei eleCtrice Exclusiv din surse regenerabile " are drept obiectiv dezvoltarea infrastructurii de cercetare pentru tehnologii bazate pe hidrogen. Acesta se aliniază cu strategiile naționale și europene privind decarbonizarea și tranziția către energii curate.

Scopul principal este realizarea unei infrastructuri funcționale pentru producerea, stocarea și consumul hidrogenului, alături de implementarea unor soluții de monitorizare avansate.





## Justificare

Justificarea proiectului de cercetare privind implementarea tehnologiilor bazate pe hidrogen în cadrul proiectului ENHANCE, pentru producerea exclusivă de energie electrică din surse regenerabile, este fundamentată pe mai multe aspecte cheie:

- **Tranziția sustenabilă către energie curată:** Este esențial să dezvoltăm alternative durabile la sursele tradiționale de energie, precum combustibilii fosili, pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră și pentru a îndeplini obiectivele de combatere a schimbărilor climatice. Utilizarea hidrogenului ca vector energetic în soluții cu alte surse regenerabile, poate juca un rol semnificativ în această tranziție.
- **Transferul de cunoștințe și inovare:** Prin cercetarea și dezvoltarea tehnologiilor bazate pe hidrogen, proiectul facilitează transferul de cunoștințe și inovație către industrie, accelerând adoptarea soluțiilor energetice sustenabile. Acest lucru contribuie la creșterea competitivității economice și la crearea de locuri de muncă în sectorul energiei regenerabile.
- **Parteneriate cu mediul privat:** Colaborarea cu companii din industria energetică permite adaptarea rezultatelor cercetării la cerințele pieței și promovează investițiile în infrastructura și tehnologiile necesare pentru implementarea soluțiilor energetice bazate pe hidrogen și surse regenerabile.
- **Alinierea cu strategiile naționale și europene:** Proiectul se aliniază cu obiectivele și strategiile naționale și europene în domeniul decarbonizării și reducerii impactului asupra mediului. Prin implementarea soluțiilor tehnologice inovatoare, proiectul contribuie la realizarea obiectivelor stabilite în cadrul Acordului de la Paris și al Strategiei Europene privind neutralitatea climatică.





MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA BUCUREȘTI

---

- **Stimularea cercetării și dezvoltării în domeniul hidrogenului:** Investițiile în cercetarea tehnologiilor bazate pe hidrogen sunt cruciale pentru avansarea în acest domeniu și pentru creșterea eficienței și competitivității acestor soluții. Prin intermediul proiectului, se promovează inovarea și descoperirea de soluții noi și mai eficiente pentru producerea de energie electrică din surse regenerabile.
- **Actualizarea materialelor didactice și pregătirea resurselor umane:** Prin intermediul proiectului, se va putea actualiza și îmbunătăți conținutul materialelor didactice pentru a integra cunoștințele și competențele necesare pentru noile tehnologii bazate pe hidrogen și surse regenerabile. Aceasta va asigura pregătirea adecvată a resurselor umane pentru a face față cerințelor pieței muncii viitoare contribuind la formarea unei forțe de muncă calificate și adaptabile la schimbările tehnologice și la cerințele unei economii sustenabile.

În ansamblu, proiectul propus reprezintă un instrument strategic pentru promovarea unei tranziții durabile și sustenabile către un sistem energetic curat, bazat pe hidrogen și surse regenerabile, și pentru realizarea obiectivelor de combatere a schimbărilor climatice și de protejare a mediului înconjurător. Proiectul este fundamentat pe necesitatea migrării către energie curată, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și creșterea eficienței energetice. Hidrogenul, ca vector energetic, oferă soluții viabile pentru aceste provocări, iar investițiile în cercetare contribuie la dezvoltarea și implementarea tehnologiilor aferente.

De asemenea, proiectul facilitează transferul de cunoștințe către industrie, promovând colaborările cu mediul privat și adaptarea rezultatelor cercetării la cerințele pieței.





## Metodologia proiectului

Implementarea proiectului a urmat o abordare sistematică, axată pe integrarea tehnologiilor bazate pe hidrogen într-o infrastructură de cercetare funcțională. Activitățile desfășurate au vizat atât dezvoltarea unui demonstrator pentru producerea și consumul hidrogenului, cât și modernizarea infrastructurii existente pentru a susține sustenabilitatea proiectului.

Un aspect central al metodologiei a fost utilizarea unei combinații de surse regenerabile și tehnologii avansate de stocare a energiei pentru a demonstra viabilitatea soluțiilor bazate pe hidrogen. De asemenea, s-a pus un accent deosebit pe dezvoltarea și integrarea unui sistem avansat de monitorizare, care să permită analiza și optimizarea performanțelor în timp real.

În plus, în cadrul proiectului, am realizat alte două demonstratoare, care, de asemenea, contribuie la dezvoltarea de noi soluții de integrare a surselor regenerabile în sectorul energetic.

### 4.1. Realizarea demonstratorului pentru producerea și consumul hidrogenului

Această activitate a inclus proiectarea și realizarea unui sistem capabil să producă și să utilizeze hidrogenul pentru alimentarea cu energie a unor aplicații cu consum redus. Procesul a presupus:

- Identificarea necesităților pentru aplicațiile de puteri mici
- Proiectarea unui sistem adaptat acestor cerințe
- Proiectarea sistemului de securitate
- Selectarea și integrarea echipamentelor esențiale, precum electrolizor, compresor, sisteme de stocare, pila electrochimică și senzori de monitorizare
- Testarea și optimizarea performanțelor sistemului în condiții de laborator





#### 4.2. Integrarea echipamentelor existente

Pentru asigurarea sustenabilității, a fost realizat un inventar al echipamentelor de cercetare existente. S-au identificat componente utile, precum senzori de temperatură, senzori de monitorizare a calității aerului, PLC-uri și analizoare de energie, care au fost integrate în noua infrastructură pentru optimizarea costurilor și îmbunătățirea performanței sistemului.

#### 4.3. Modernizarea infrastructurii

S-a efectuat o evaluare detaliată a infrastructurii existente pentru producerea energiei electrice din surse regenerabile în campusul UNSTPB. Pe baza acestei analize, s-au implementat următoarele măsuri:

- Achiziționarea de echipamente noi pentru completarea infrastructurii existente.
- Montarea de analizoare de energie pentru monitorizarea consumului.
- Reconfigurarea sistemului solar off-grid pentru integrarea cu noul sistem de producție și stocare a hidrogenului.
- Implementarea unui sistem de transmitere a datelor către cloud-ul local pentru analiza parametrilor electrici.

#### 4.4. Dezvoltarea soluțiilor de monitorizare

Pentru a asigura un control eficient al demonstratorului, s-a proiectat și implementat un sistem avansat de monitorizare care include:

- Integrarea senzorilor specializați pentru măsurarea parametrilor critici, precum presiunea, temperatura și compoziția gazelor.
- Dezvoltarea unui software dedicat pentru colectarea, afișarea și analiza datelor în timp real.





**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII**  
**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie**  
**POLITEHNICA BUCUREȘTI**

---

- Implementarea unui sistem de alertare automată pentru detectarea eventualelor anomalii în funcționarea demonstratorului.
- Cele trei demonstratoare dezvoltate și finalizate în cadrul acestui proiect, fiecare având un rol specific în atingerea obiectivelor propuse și în testarea soluțiilor implementate, sunt următoarele:
  - **1. Sistemul de producere, stocare și consum de hidrogen**
  - Acest sistem include un electrolizor capabil să genereze hidrogen cu o puritate de 99,99%. Gazul este comprimat de la 10 bari la 200 bari printr-un compresor și stocat într-o butelie de 10 litri. Un regulator de presiune ajustează valoarea de la 200 bari la un maxim de 10 bari, în funcție de necesități.
  - Instalația este echipată cu traductoare de presiune care monitorizează continuu valorile pe ambele secțiuni ale sistemului: înaltă și joasă presiune. De asemenea, electrovalvele permit modificarea configurației pentru diferite moduri de funcționare: producerea, consumul sau regimul mixt de utilizare a hidrogenului.
  - Hidrogenul este utilizat într-o pilă de combustie pentru a genera energie electrică. Pentru siguranță, sistemul dispune de un detector de scurgeri de hidrogen, care semnalează orice posibil pericol.
  - Toate datele colectate de la echipamente sunt preluate și procesate de un PLC (Controler Logic Programabil), care asigură monitorizarea și controlul automat sau manual al instalației, prin intermediul unui panou operator. Informațiile sunt afișate pe HMI (Interfață Mașină-Uman) și transmise către un server remote pentru analiză ulterioară.
  - 
  - **2. Sistemul de optimizare a rețelelor electroenergetice de distribuție prin monitorizare inteligentă și echilibrare automată a fazelor**
  - Acest sistem este alcătuit dintr-un smart meter care măsoară consumul unei rețele trifazate, oferind date esențiale pentru analiza performanței acesteia. În plus, include 15 module inteligente concepute pentru monitorizarea și reglarea fazei la consumatorii monofazați.





**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII**  
**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie**  
**POLITEHNICA BUCUREȘTI**

---

- Aceste module sunt coordonate de un PLC, care primește datele de la smart meter și de un controller ce se ocupă de achiziția, stocarea și gestionarea comenzilor pentru fiecare modul inteligent.
- Modulele sunt special dezvoltate pentru această aplicație și includ trei rele, un microcontroller și un modul de smart meter. Fiecare modul este alimentat trifazat și servește unui consumator monofazat. Datele colectate sunt transmise către controller, care le sortează și compară atât între ele, cât și cu informațiile furnizate de smart meter. Pe baza acestora, un algoritm redistribuie sarcina astfel încât să echilibreze sistemul, contribuind la reducerea pierderilor și diminuarea dezechilibrelor rețelei.
- ---
- **3. Panoul de test pentru implementarea soluțiilor inteligente KNX/Modbus și interconectarea sistemelor IoT**
- Acest panou integrează echipamente și tehnologii destinate monitorizării, controlului și optimizării proceselor automate.
- Sistemul KNX include un actuator pentru banda LED RGB, un actuator ON/OFF cu patru canale, o pulsantieră cu șase canale și o interfață KNX-IP pentru comunicarea între dispozitive din rețeaua locală și dispozitivele externe.
- Sistemul Modbus cuprinde un smart meter, un analizor de rețea, un convertizor de frecvență, un HMI și un PLC. Datele colectate de smart meter și analizor sunt prelucrate de PLC și afișate pe HMI. De asemenea, HMI oferă comenzi pentru controlul convertizorului de frecvență, care reglează alimentarea unui motor electric, permițând ajustarea vitezei și monitorizarea parametrilor acestuia pentru un control optim.
- Toate datele sunt preluate de un controller și stocate atât local, cât și pe un server remote, asigurând posibilitatea analizelor ulterioare, optimizării performanței și diagnosticării în timp real.



Această metodologie a permis realizarea unei infrastructuri integrate și eficiente pentru cercetarea și testarea soluțiilor bazate pe hidrogen în scopul producției de energie electrică din surse regenerabile.

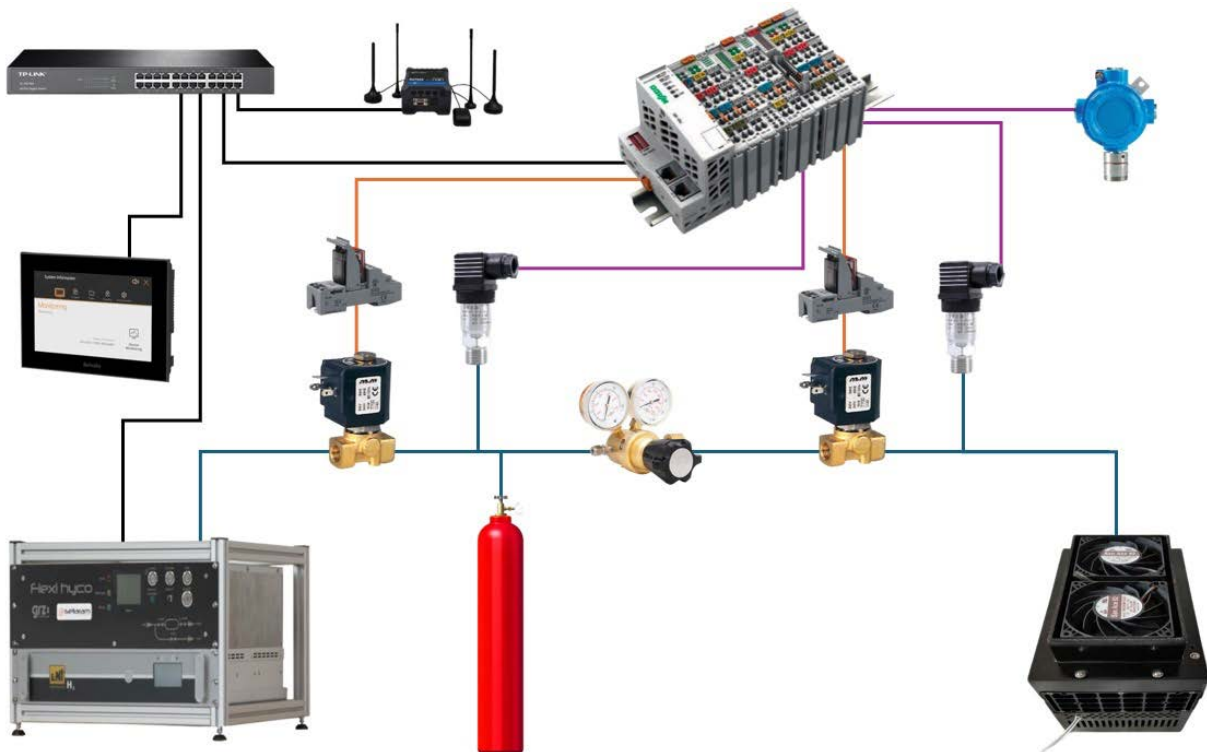


Figura 1. Demonstrator 1 – Sistem de producere, stocare și conversie a hidrogenului în energie electrică



Figura 2. Demonstrator 1 – Vedere frontală și posterioară - Demonstrator de producere, stocare și consum de hidrogen.



Figura 3. Demonstrator 1 – Sistem de producere, stocare și conversie a hidrogenului în energie electrică



Figura 4. Demonstrator 1 – Sistem de producere, stocare și conversie a hidrogenului în energie electrică

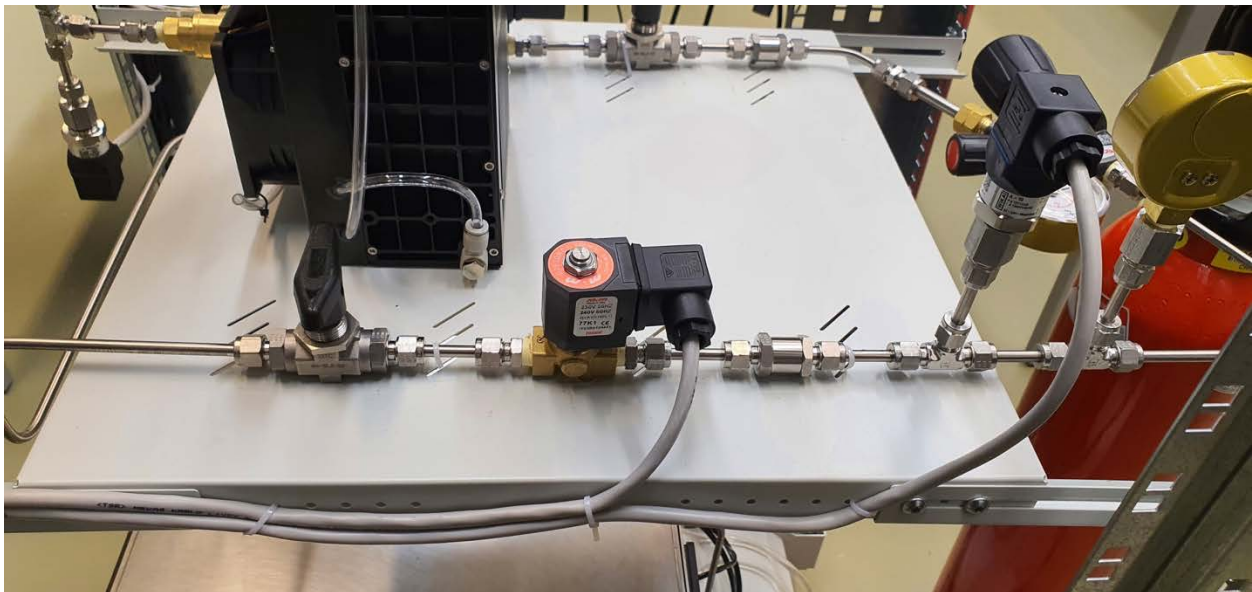
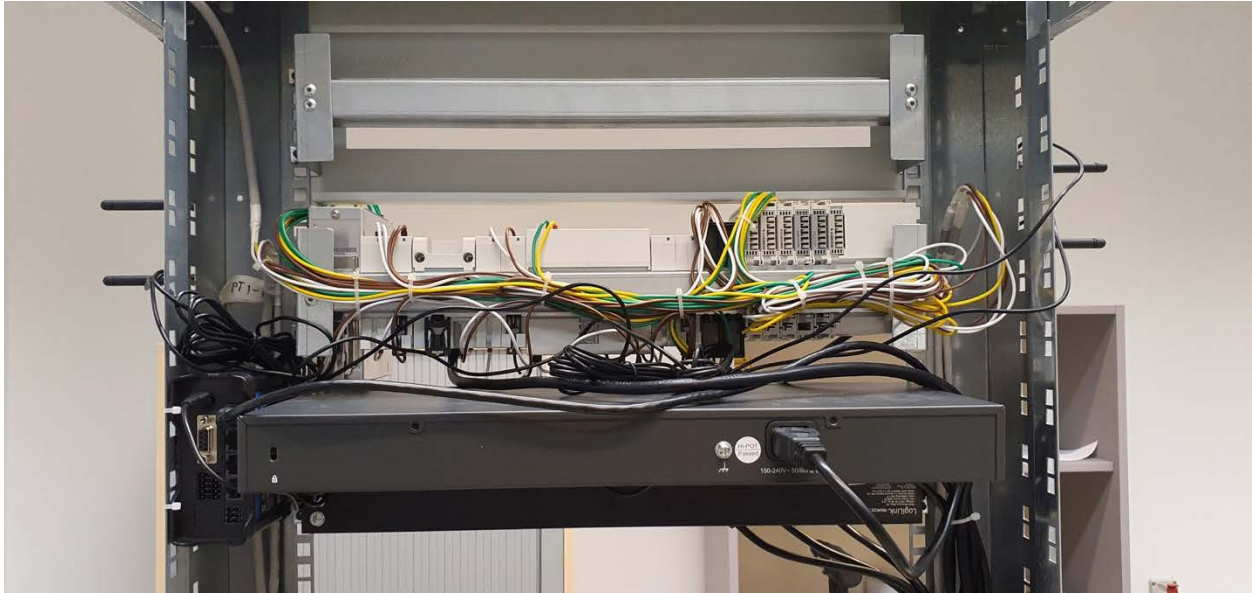


Figura 4. Demonstrator 1 – Sistem de producere, stocare și conversie a hidrogenului în energie electrică

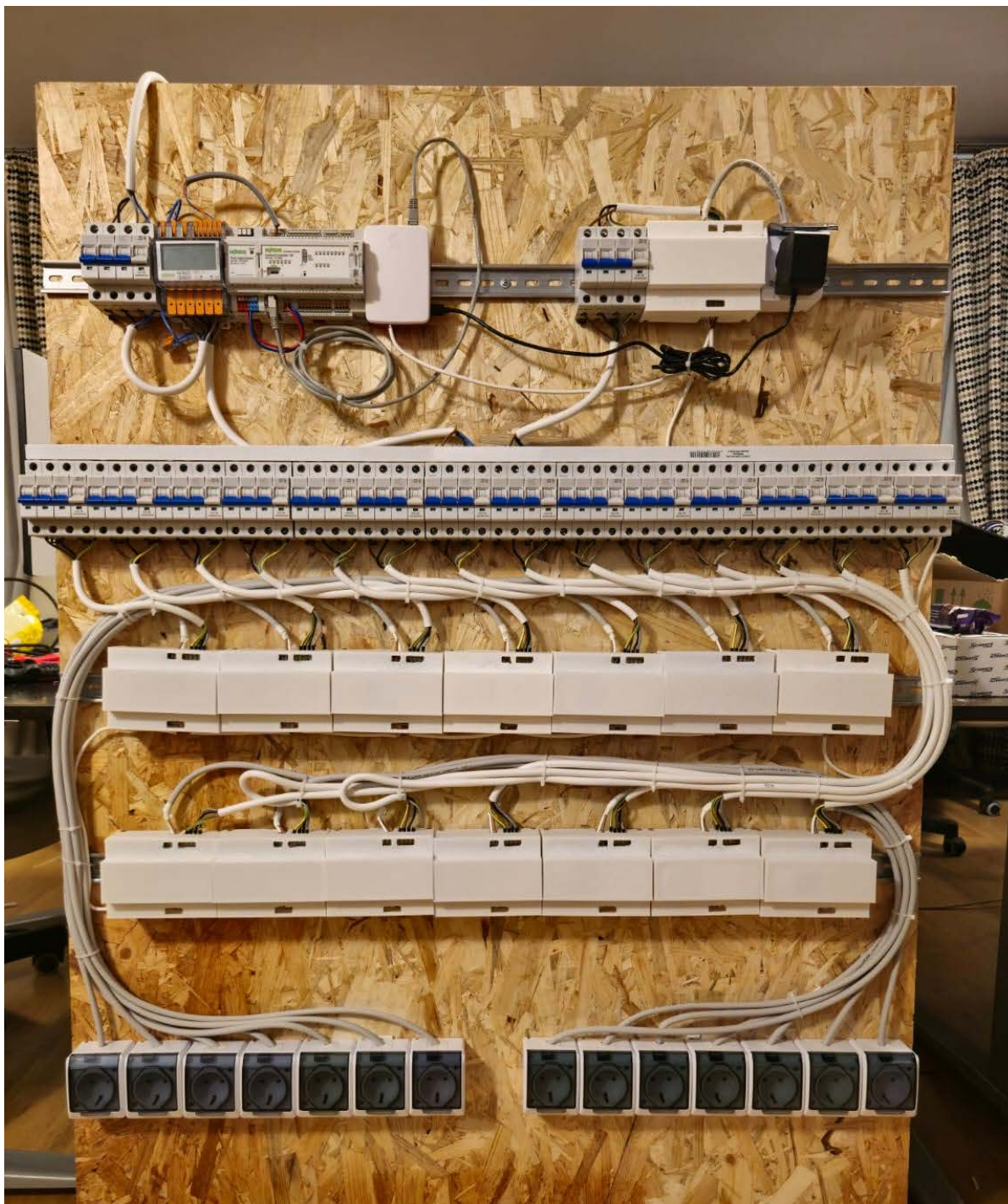


Figura 6. Demonstrator 2 – Sistem inteligent de monitorizare și echilibrare automată a fazelor.



Figura 7. Demonstrator 3 – Panoul de test pentru implementarea soluțiilor inteligente  
KNX/Modbus și interconectarea sistemelor IoT



## Concluzii

Proiectul „CercEtari in domeNIul tehnologiilor bazate pe Hidrogen în scopul prototiparii solutiilor de producere A eNergiei eleCtrice Exclusiv din surse regenerabile” a demonstrat fezabilitatea și importanța utilizării hidrogenului ca vector energetic în contextul tranziției către surse de energie sustenabile. Prin realizarea demonstratorului de producție, stocare și utilizare a hidrogenului, s-au creat premisele pentru explorarea unor soluții aplicabile în industrie și în infrastructurile de cercetare.

Unul dintre principalele rezultate ale proiectului este dezvoltarea unei infrastructuri moderne de cercetare, care combină tehnologii avansate de monitorizare cu integrarea surselor regenerabile. Acest aspect este esențial pentru asigurarea unui sistem eficient și fiabil, capabil să răspundă provocărilor legate de stocarea și utilizarea energiei în mod sustenabil. Implementarea sistemului de monitorizare, bazat pe senzori specializați și software de analiză a datelor, a permis îmbunătățirea procesului de operare și a optimizării consumului de energie.

De asemenea, proiectul a contribuit la integrarea echipamentelor de cercetare existente, asigurând sustenabilitatea investițiilor anterioare. Prin modernizarea infrastructurii și extinderea utilizării surselor regenerabile, s-au creat condiții pentru dezvoltarea viitoare a unor soluții avansate în domeniul hidrogenului. Aceste inițiative sunt aliniate cu obiectivele Strategiei Europene pentru Hidrogen, promovând inovația și utilizarea energiei curate.

În plus, impactul educațional al proiectului a fost semnificativ, facilitând accesul studenților, masteranzilor și doctoranzilor la o infrastructură de cercetare modernă. Aceștia au avut ocazia să participe la activități practice, să contribuie la dezvoltarea de soluții inovatoare și să își aprofundeze cunoștințele în domeniul energiei regenerabile și al tehnologiilor bazate pe hidrogen.





**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII**  
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
**POLITEHNICA BUCUREȘTI**

---

Prin implementarea acestui proiect, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București își consolidează poziția în domeniul cercetării aplicate și al tranziției către surse de energie durabile. Rezultatele obținute demonstrează viabilitatea utilizării hidrogenului ca soluție energetică de viitor și deschid noi oportunități pentru extinderea cercetărilor și colaborărilor în acest domeniu esențial.

