



UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
ACADEMIA OAMENILOR DE ȘTIINȚA DIN ROMANIA



***INVESTIGAREA PERFORMANȚELOR UNUI SISTEM DE
POMPĂ DE CĂLDURĂ CUPLATĂ LA SOL CU
REGENERARE ÎN DIFERITE CONFIGURAȚII ȘI MODURI
DE FUNCȚIONARE***

RAPORT 1

Domeniul științific: ȘTIINȚE INGINEREȘTI

Echipa:
As. dr. ing. Alexandru DORCA
drd. dr. ing. Matei MIRZA

- 5 Iulie 2024 -

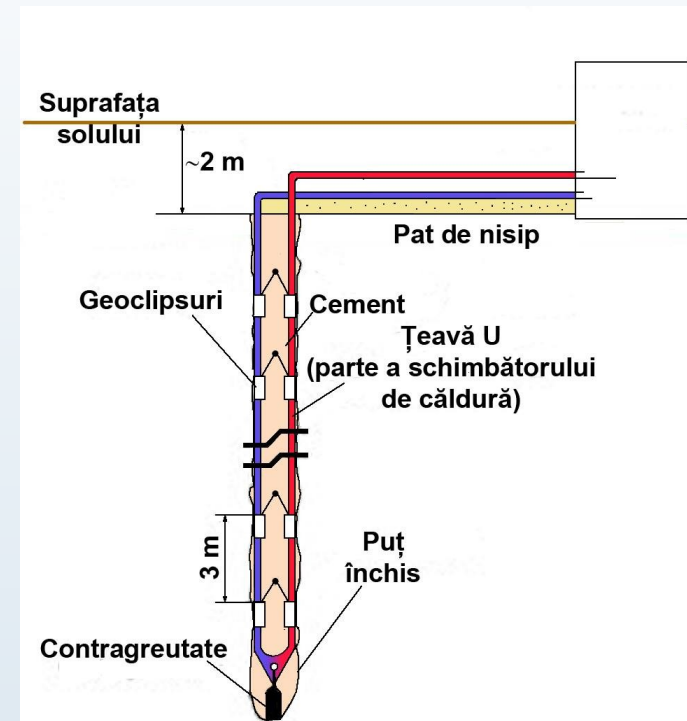


OBIECTIVE

Obiectivul principal al proiectului vizează:

- determinarea performanțelor energetice și de mediu ale unui sistem de pompă de căldură (PC) geotermică cu sondă verticală prin măsurări experimentale și simulări numerice și îmbunătățirea acestora prin stocarea energiei termice în sol și modelarea numerică a transferului de căldură tranzitoriu.

- dezvoltarea standului experimental, prin suplimentarea cu panouri PVT, care să injecteze energie termică în sezonul cald pentru stocare și folosirea acesteia în sezonul rece, precum și pentru producerea de electricitate care să compenseze consumul de energie electrică al PC și echipamentelor auxiliare.





OBIECTIVE

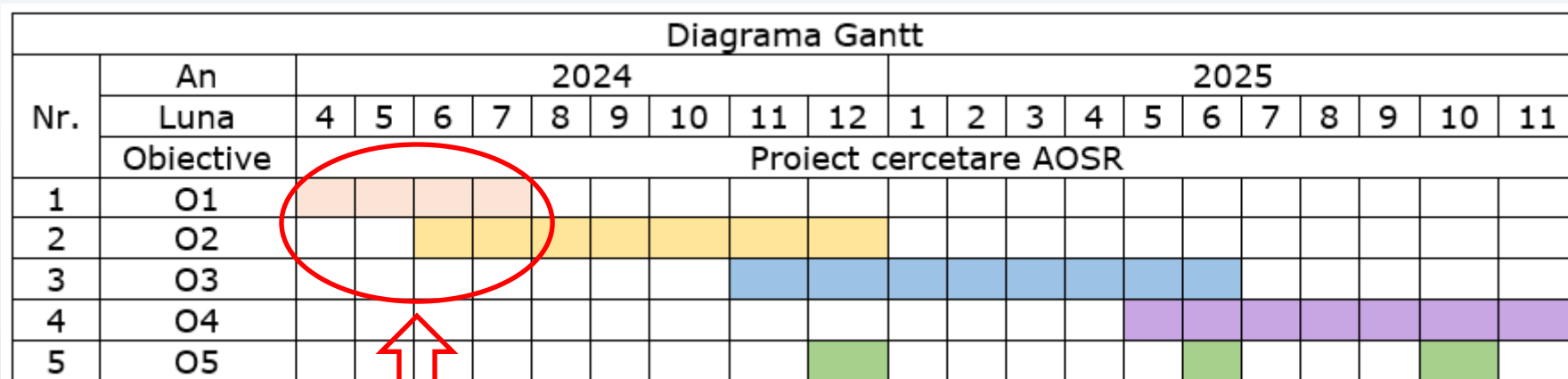
Obiectivele specifice care stau la baza îndeplinirii obiectivului general propus a fi realizat prin intermediul proiectului sunt:

- **O1** - Analiza lucrărilor din literatură de specialitate ce au la bază regenerarea și stocarea energiei în sol, precum și studierea metodei diferențelor finite Crank-Nicolson necesare la rezolvarea modelului de transfer termic tranzitoriu.
- **O2** – Dezvoltarea și îmbunătățirea standului experimental realizat în cadrul tezei de doctorat prin suplimentarea cu un rezervor de acumulare a agentului termic și panouri PVT.
- **O3** - Elaborarea unui model de simulare numerică a transferului căldurii în schimbătorul din sol în regim tranzitoriu.
- **O4** – Analiza rezultatelor obținute prin testare experimentală și simulare numerică precum și a celor obținute cu modelul de transfer termic tranzitoriu în schimbătorul din sol.
- **O5** – Diseminarea rezultatelor în cadrul conferințelor și publicațiilor științifice de largă circulație internațională.



DIAGRAMA GANTT

Reprezintă o propunere a etapelor de implementare a proiectului până la finalizarea activităților





METODOLOGIA

În proiect vor fi desfășurate activități grupate în 4 pachete de lucru, care se vor realiza pe parcursul a 20 de luni:

- Managementul proiectului, realizat pe toată durata sa.
- Dezvoltarea standului experimental, care presupune proiectarea, construcția și testarea instalației.
- Realizarea măsurărilor, efectuarea simulărilor numerice ale performanțelor sistemului de PC cuplată la sol (PCCS) și validarea acestora, precum și dezvoltarea modelului matematic de transfer termic tranzitoriu în schimbător împreună cu validarea experimentală a acestuia.
- Stadiul final, colectarea rezultatelor, interpretarea și discutarea acestora și diseminarea prin conferințe și reviste cotate în baza de date Web of Science.



STUDIUL SISTEMATIC AL LITERATURII DE SPECIALITATE

- Cateva studii privind optimizarea SCS [11-13] și modelarea numerica transferului de căldură tranzitoriu [14-16] au fost efectuate recent. Sivasakhivel și colab. [17] au efectuat un experiment analiza a performanței termice a SCS cu tub în U simplu și dublu legate de sistemul convențional PCCS. Au descoperit că subaceleași condiții de funcționare, eficiența SCS cu un singur tub în U este mai mică decât cea a unui SCS cu tub în U dublu.
- În regiunile climatice cu încălzire dominantă, PCCS in sistem convențional poate provoca un dezechilibru termic în sol, ceea ce duce treptat la o scădere a temperaturii la intrarea în PC [25,26]. Acest fenomen răstoarnă ideea inițială că PCCS-urile sunt mai eficiente decât PCAA-urile, ceea ce duce la deteriorarea eficienței lor. Pentru a regenera temperatura solului, se poate integra o sursă suplimentară de căldură, cum ar fi colectoarele solare termice (ST).





STUDIUL SISTEMATIC AL LITERATURII DE SPECIALITATE

Cantitatea de căldură extrasă din pământ în perioada de încălzire nu este aceeași cu cantitatea de căldură injectată în pământ de PC în perioada de răcire, poate exista un dezechilibru termic al solului, care deteriorează performanța.

Raportul de dezechilibru termic:

$$RDT = \frac{Q_{ext} - Q_{inj}}{\max(Q_{ext}, Q_{inj})} < \text{cu atît echilibrul termic al solului rezultat este mai bun}$$

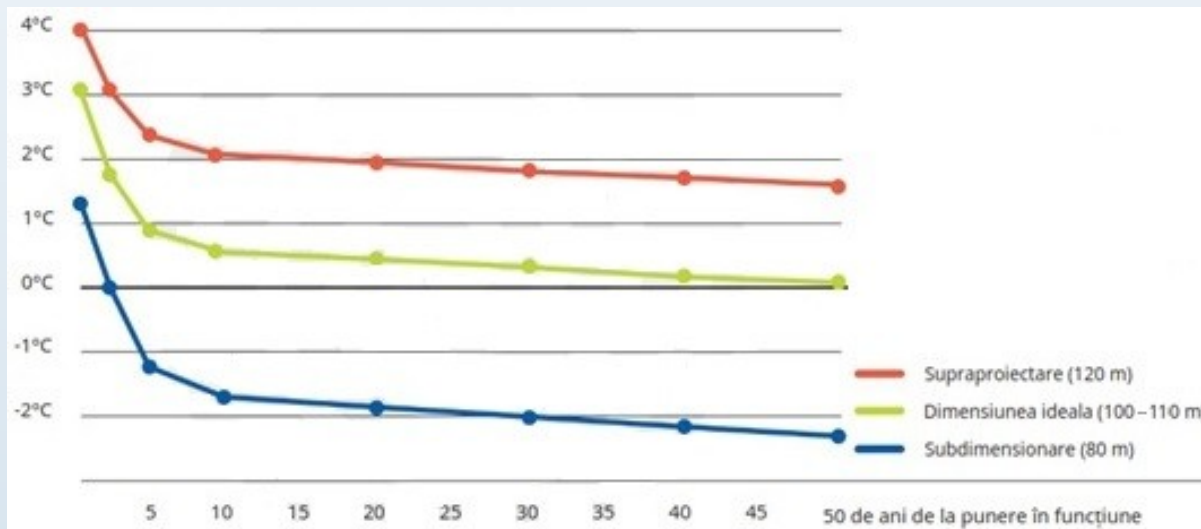


Fig. Evoluția temperaturilor din forajele geotermale cu sonde verticale

STUDIUL SISTEMATIC AL LITERATURII DE SPECIALITATE

Performanța schimbătoarelor de căldură din sol (SCS) cu diferite configurații a devenit un subiect foarte important în multe studii de cercetare, deoarece afectează direct proiectarea și eficiența generală a sistemului de PCCS. Prin urmare, în ultimul deceniu, au fost efectuate tot mai multe studii de cercetare, care s-au concentrat pe investigarea performanței termice a SCS cu tub U simplu și dublu

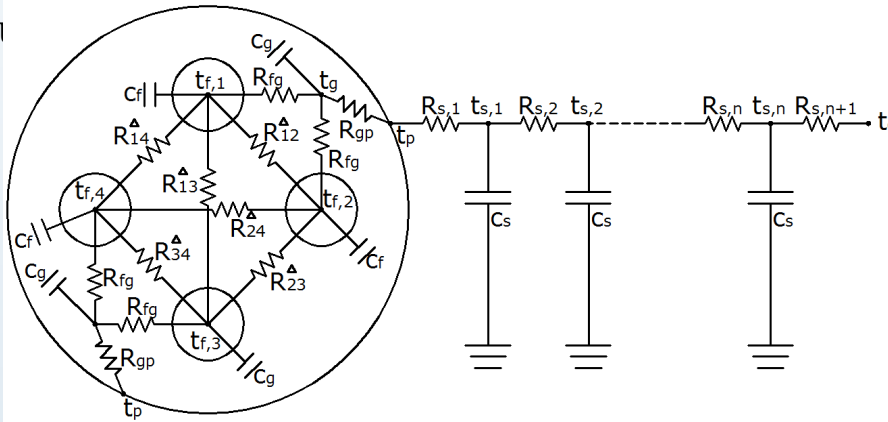


Fig. Analogia electrică a circuitului termic corespunzător sondei cu tub U dublu

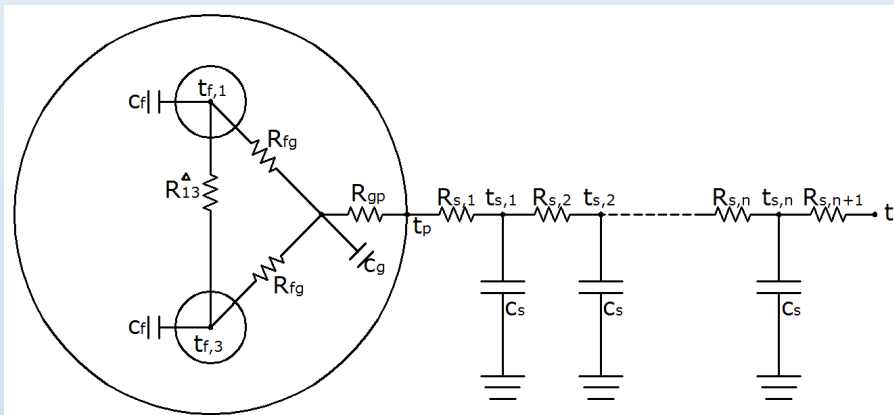


Fig. Analogia electrică a circuitului termic corespunzător sondei cu tub U simplu



REZULTATE ESTIMATE INTERMEDIARE

Proiectul continua cercetările originale realizate în cadrul tezei de doctorat intitulată "Asigurarea eficienței energetice a sistemelor termice și a confortului în clădiri civile utilizând pompa de căldură cuplată la sol". Cercetările au fost conduse în laboratorul experimental amplasat în clădirea Facultății de Construcții de pe strada Traian Lalescu, nr. 2 din municipiul Timișoara, România.

Agentul termic pentru încălzire, răcire și producere apei calde de consum (ACC) se asigură de la o PC sol-apă, WPC 05-cool, având capacitatea de încălzire de 5,8 kW.

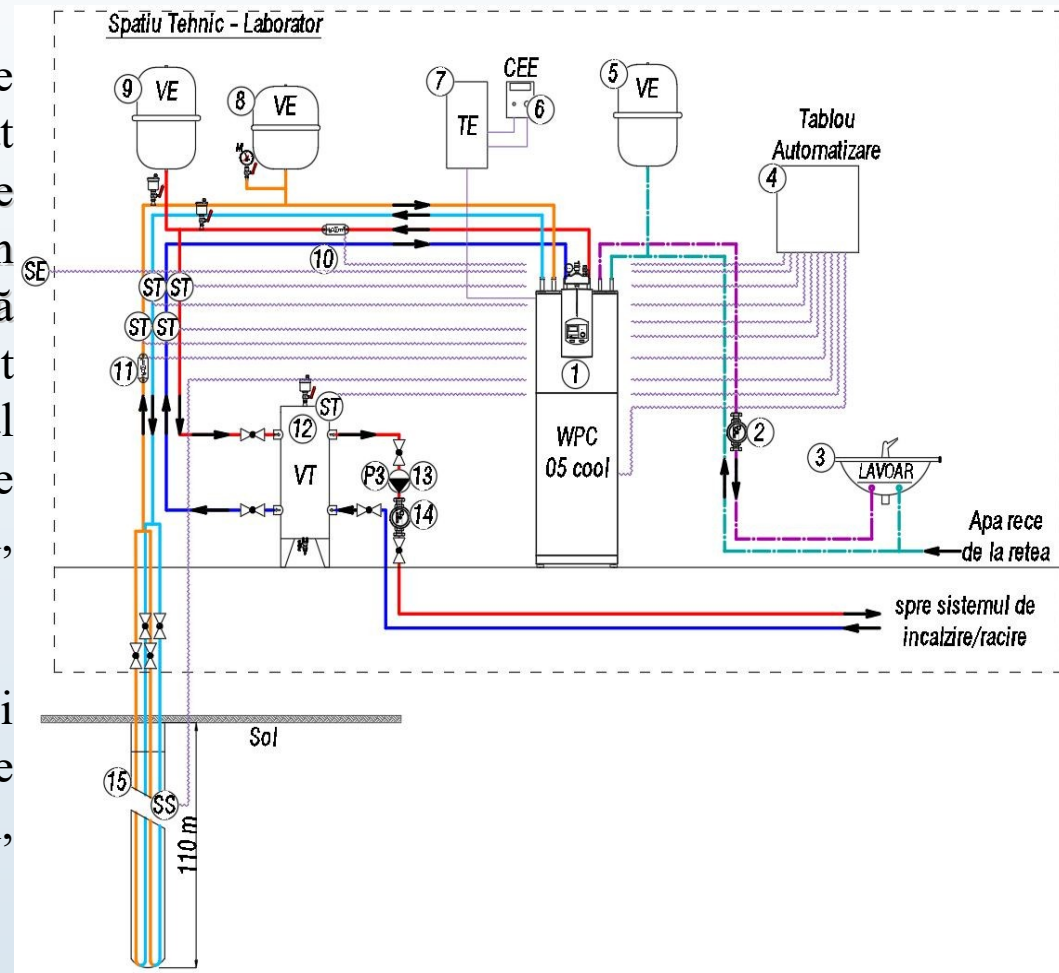


Fig. Schema instalației experimentale de pompa de căldură cuplată la sol folosită în cadrul tezei de doctorat



REZULTATE ESTIMATE INTERMEDIARE

Schimbătorul de căldura cu solului este o sonda geotermală verticală (Fig.2) amplasată în curtea Facultății de Construcții și presupune importante interacțiuni termice între zona de sol ce conține schimbătorul de căldură și zonele vecine în care există clădiri. Forajul existent, fișa de execuție și senzorii de temperatură ajută la desfășurarea proiectului de cercetare.

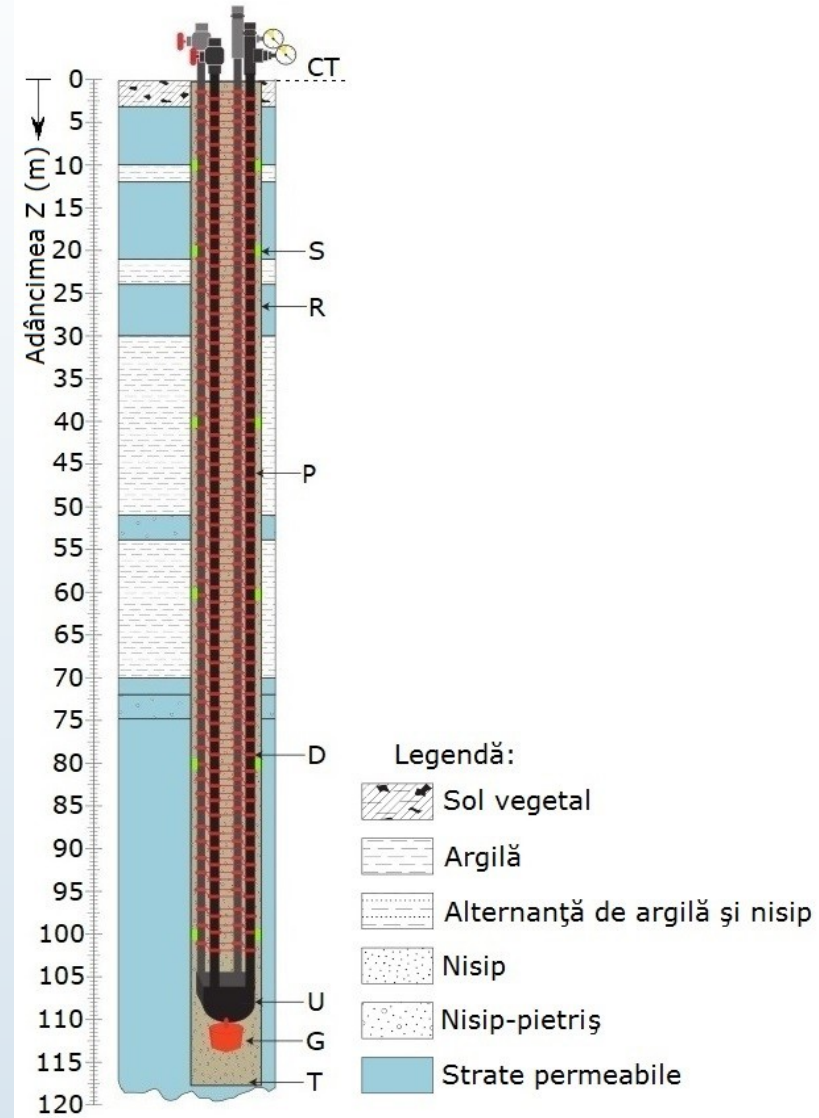
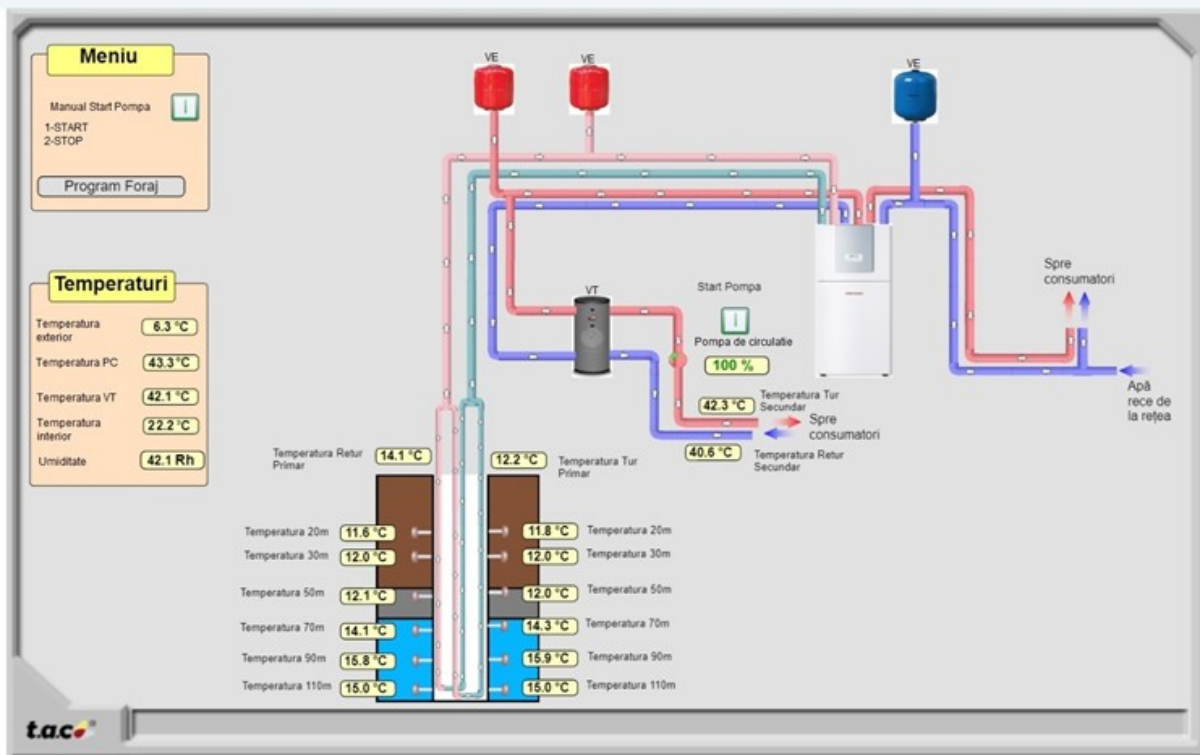


Fig. Fișa de execuție a puțului forat existent

REZULTATE ESTIMATE INTERMEDIARE

❑ *Sistemul de achiziție a datelor*

Platforma digitală EcoStruxure Building Operation, folosită pentru vizualizarea măsurătorilor, un sistem BMS, care oferă informații utile pentru gestionarea și optimizarea eficienței energetice a clădirilor.



Sistemul de achiziție de date al PCCS consta din:

- temperatura aerului interior și exterior
- temperatura punctului de roa
- temperatura de tur/retur pe circuitul secundar
- temperatura sursei de caldura (temperatura la intrarea și ieșirea din sonda verticla)
- temperatura solului pe întreaga adâncime a sondei verticale
- umiditatea relativa a aerului
- parametrii de funcționare principali ai componentelor sistemului.

Fig. Interfața sistemului de achiziție a datelor



REZULTATE ESTIMATE INTERMEDIARE

Se efectuează investigații experimentale și simulări numerice Polysun privind performanțele unui sistem hibrid PCCS cu panouri solare PVT integrate, având schema funcțională din Fig.

Date intrare:

- suprafața încălzită = $21,8 \text{ m}^2$
- necesarul de energie termică încălzire = $2,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{an})$
- necesarul de energie termică ACC = $7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{an})$
- Temperatura setată a aerului interior este de $22 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Circuitul solar cuprinde 3 panouri PV/T cu suprafața de $4,8 \text{ m}^2$ și puterea nominală totală de $0,68 \text{ kW}$.

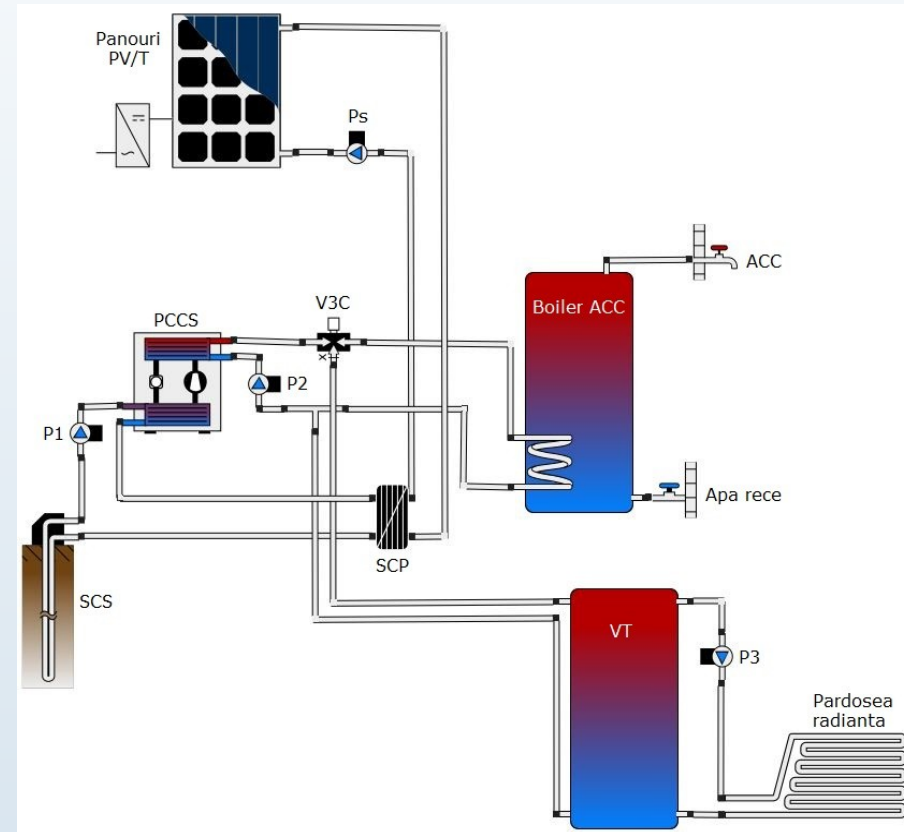


Fig. Configurația sistemului hibrid pompa de căldură cuplata la sol cu panouri fotovoltaice termice integrate



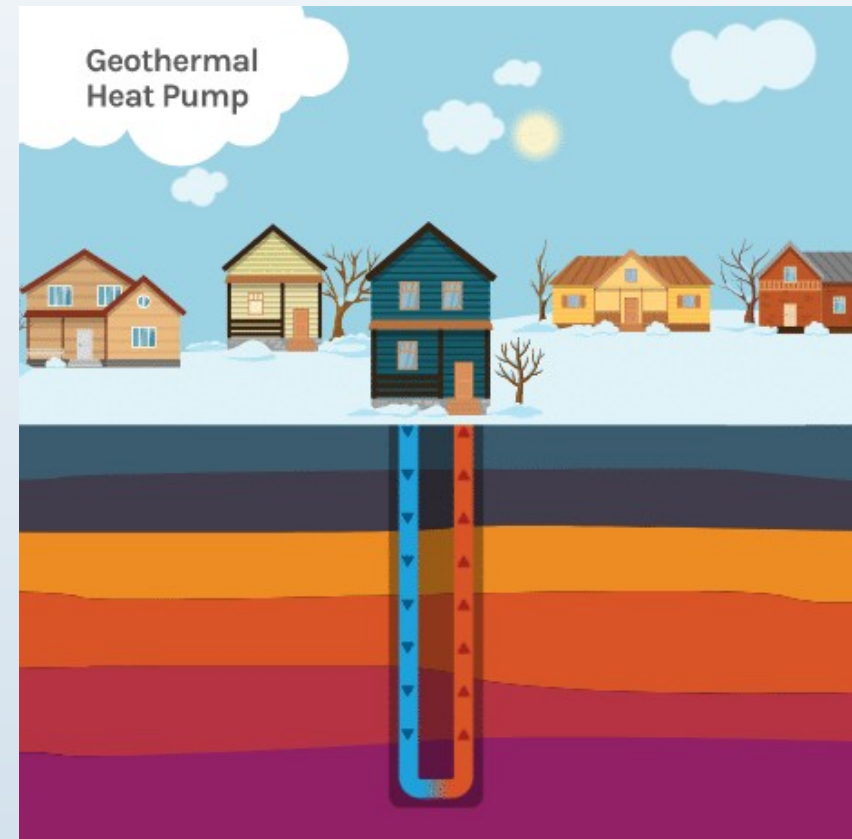
REZULTATE ESTIMATE INTERMEDIARE

- ❑ Din rezultatele experimentale se așteaptă, pe de o parte, o creștere a coeficientului de performanță (COP) al sistemului în configurația cu sonda tub U dublu fata de cea cu tub U simplu înainte de injecția căldurii și după injecția căldurii în sol.
- ❑ Se urmărește reducerea a emisiilor de CO₂ în configurația cu tub U dublu fata de cea cu tub U simplu înainte de injecția căldurii și după injecția căldurii.
- ❑ Se analizează creșterea temperaturii medii a fluidului de lucru, dar și îmbunătățirea COP al sistemului după injecția în sol a energiei termice.



CONCLUZIE

Având în vedere că acest subiect pe tematica abordată în proiectul de față este de mare interes, această cercetare considerăm că va avea un grad ridicat de originalitate, cu contribuții deosebite în regenerarea solului și îmbunătățirea eficienței energetice a sistemului PCCS prin stocarea energiei termice în schimbătorul de căldură din sol, care vor ajuta la creșterea vizibilității științifice pe plan internațional.





UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
ACADEMIA OAMENILOR DE ȘTIINȚA DIN ROMANIA



VA MULTUMESC PENTRU ATENȚIE !

