

Studiul și optimizarea colectoarelor termice-fotovoltaice hibride (PVT) și integrarea în sisteme de energie la scară mică

În actualul context global de poluare, epuizare a resurselor și schimbări climatice, dezvoltarea tehnologiilor de energie regenerabilă este crucială. Energia solară se numără printre cele mai abundente și mai promițătoare surse de energie, cu un potențial ridicat de dezvoltare durabilă. Cele două tehnologii convenționale pentru conversia energiei solare în energie utilă sunt colectoarele fotovoltaice și solar-termice. Pentru a îmbunătăți competitivitatea pieței și pentru a crește rata de conversie a energiei solare în energie utilă, au fost dezvoltate panouri fotovoltaice-termice (PVT). Acestea sunt echipamente hibride care încorporează cele două tehnologii convenționale (panouri solare și termice), generând simultan atât electricitate, cât și căldură într-un echipament de micro-cogenerare. Sistemele PVT sunt benefice în special în locațiile în care spațiul este limitat, cum ar fi zonele urbane, deoarece cresc rata de conversie a energiei solare pe metru pătrat. Mai mult, conversia energiei termice duce la răcirea sistemului, ceea ce aduce un avantaj suplimentar al creșterii eficienței celulelor fotovoltaice, deoarece acestea sunt afectate negativ de supraîncălzire.

Un colector termic fotovoltaic hibrid (PVT) este un modul în care stratul fotovoltaic (PV) nu numai că produce electricitate, ci servește și ca absorbant termic. Ca urmare, electricitatea și căldura sunt produse simultan. Performanța unui colector termic fotovoltaic hibrid depinde de mai mulți parametri: condiții climatice, proprietăți termofizice, geometrice și electrice. În această cercetare, se propune un model numeric dinamic pentru a simula schimbul de căldură în straturile panoului PVT. Modelul constă dintr-un sistem de ecuații simultane rezolvate în MATLAB și poate evalua temperatura în fiecare dintre straturile colectorului la un moment dat. Modelul a fost aplicat în două condiții climatice diferite: București, România și Strasbourg, Franța, pentru a evalua și compara comportamentul acestora. Rezultatele arată temperatura fiecărui strat la un anumit moment, iar o temperatură ușor mai ridicată a fluidului de lucru poate fi observată în București în timpul verii și în Strasbourg în timpul iernii. Modelul este validat și poate fi aplicat în orice condiții climatice și adaptat pentru orice configurație geometrică sau termofizică. Apoi, se efectuează o analiză parametrică pentru a evalua impactul diferiților parametri asupra eficienței electrice, termice și globale. Pe baza acestei analize, au fost propuse o serie de recomandări tehnice.

O simulare tranzitorie a unui sistem de uz casnic de dimensiuni mici a fost efectuată în TRNSYS, comparând performanța sistemului în București și Strasbourg. Rezultatele au indicat o performanță anuală ușor mai bună în București. În ansamblu, producția anuală de energie electrică și termică, ambele susținute de soluții de rezervă (încălzitor auxiliar și respectiv baterie) indică faptul că este cererea de energie a unei case unifamiliale ar putea fi acoperită la aproximativ 50 % pe parcursul unui an, cu o performanță puțin mai bună în climatul bucureștean în comparație cu Strasbourg. Acest lucru era de așteptat din cauza condițiilor meteorologice puțin mai bune.

În toate sistemele de cogenerare există un echilibru care trebuie realizat între producția de căldură și electricitate. Astfel, stabilirea relației dintre cele două este importantă. Acesta cercetări a investigat impactul variației unui număr de parametri termici asupra puterii electrice a unui colector PVT. O analiză OFAT este efectuată pentru următorii parametri: debitul de ieșire al rezervorului, dimensiunea rezervorului, curba cererii consumatorilor și a temperaturii rețelei de apă rece. Analiza se face pe o simulare tranzitorie a unui sistem PVT modelat în TRNSYS. Cel mai semnificativ impact asupra eficienței electrice (6,8 %) este cauzat de variația debitului către consumator. Dimensiunea rezervorului are un impact de 4,7 %. De asemenea, s-a observat că eficiența electrică a vârfului este simultan cu cererea maximă a consumatorilor, astfel potrivit curbei cererii cu curba de producție este, de asemenea, un aspect important. Un alt aspect investigat în această secțiune este variația instantanee a puterii electrice și termice a sistemului în funcție de temperatura de intrare PVT.

A fost realizat un studiu experimental la un sistem demo din campusul UPB. Analiza zilnică a patru zile reprezentative (ziua înnorată de primăvară, ziua senină de primăvară, ziua înnorată de vară, ziua senină în vară) a arătat că cea mai bună performanță termică a sistemului are loc în zilele senine calde, în timp ce cea mai bună performanță electrică are loc în timpul noroasei mai reci, și, în general, există un compromis între performanța electrică și cea termică. La compararea colectoarelor PV și PVT, s-a concluzionat că PVT se comportă mai bine în zilele în care nu există exces de acumulare de căldură în rezervor; pe de altă parte, PV funcționează puțin mai bine în zilele în care energia termică a rezervorului nu este disipată. Ca o recomandare tehnică, colectoarele PVT sunt adecvate numai în sistemele care au o sursă adecvată de disipare a căldurilor, fie pentru un consumator, fie în stocarea termică.

Prezentarea economică a pieței PVT și subvenții disponibile indica faptul ca exista încă o lipsă de standardizare la nivel european și o lipsă de claritate cu privire la clasificarea colectoarelor PVT în tehnologii energetice solare. În ceea ce privește evaluarea economică, subvențiile reprezintă un parametru important pentru stabilirea beneficiarilor investigațiilor. Au fost investigate trei scenarii, cu subvenții mari, medii și fără subvenții, iar rezultatele au arătat o perioadă de recuperare a investigației între 7 și 15 ani, care este comparabilă cu tehnologiile solare tradiționale.

În general, tehnologia PVT la scară mică pare a fi o soluție promițătoare pentru conversia maximă a energiei solare, cu unele beneficii semnificative față de colectoare fotovoltaice și termice standard, în special în sectoarele rezidențiale și urbane. Sunt necesare proiecte demonstrative suplimentare, conștientizarea consumatorilor, standardizarea și dovada conceptului pentru a împărți această tehnologie mai departe pe piața de masă.