

Instalații termice solare

Considerații teoretice

1. Strategia utilizării energiilor regenerabile

Dezvoltarea surselor regenerabile de energie ca o resursă energetică semnificativă și nepoluantă este unul din principalele obiective ale politicilor energetice mondiale care, în contextul dezvoltării durabile, au ca scop reducerea consumurilor energetice, creșterea siguranței în alimentarea cu energie, protejarea mediului înconjurător și dezvoltarea tehnologiilor energetice viabile. Unul dintre obiectivele principale ale folosirii energiilor regenerabile îl reprezintă reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Prin adoptarea în anul 1997 a Protocolului de la Kyoto asupra Convenției Cadru a Națiunilor Unite despre schimbările climatice (1992), țările dezvoltate au stabilit drept țintă reducerea până în 2012 a gazelor cu efect de seră cu 5,2% față de nivelul din 1990. Acestui protocol i-au urmat multe astfel de înțelegeri și angajamente la nivel mondial și european, în dorința unei dezvoltări durabile a lumii, cum ar fi Acordul de la Haga (noiembrie 2000) sau Bonn (iulie 2001).

La Summit-ul Mondial asupra Dezvoltării Durabile de la Johannesburg din septembrie 2002, energia a fost unul dintre cele mai controversate domenii în discuții. Deși nu a fost fixată nici o țintă în ceea ce privește ener-

gia regenerabilă, toate țările au recunoscut necesitatea creșterii de surse regenerabile în totalul energiei furnizate. La 4 septembrie 2002 a fost semnat Planul de Implementare, inclusiv de către România, care s-a pronunțat în favoarea surselor regenerabile și politicilor UE și mondiale în conformitate cu Protocolul de la Kyoto.

În anul 2000, ponderea surselor regenerabile în producția totală de energie primară pe plan mondial era de 13,8%. Din analiza ratelor de dezvoltare din ultimele trei decenii se observă că energia produsă din surse regenerabile a înregistrat o creștere anuală de 2%. Este evident că, pe termen mediu, sursele regenerabile de energie nu pot fi privite ca alternativă totală la sursele convenționale, dar este cert că, datorită avantajelor pe care le au (resursele locale abundente, ecologice, ieftine, independente de importuri), acestea trebuie utilizate în complementaritate cu combustibilii fosili și energia nucleară.

Cererea de energie primară crește cu fiecare an, estimându-se o creștere de peste 60% în următorii 30 de ani. Structura cererii de energie primară în anul 2000 și a celei estimate pentru 2030 sunt prezente în figura 1.

Clădirile alimentate cu energie termică regenerabilă trebuie privite ca un sistem energetic complex, situat în contextul energetic al amplasamentului.

Prin modul de amplasare și conformare a clădirilor, precum și prin mărirea funcției conservative a acestora se urmărește reducerea consumului de energie termică în condițiile menținerii sau sporirii confortului termic al ocupanților.

Funcția conservativă a clădirii este dată de gradul de protecție termică exprimat prin rezistența termică globală. Soluțiile adoptate pentru clădirile alimentate cu surse de energie regenerabilă presupun o rezistență termică globală de minimum 2,5...3 m²K/W.

Dintre toate sursele de energie care intră în categoria surselor ecologice și regenerabile cum ar fi: energia eoliană; energia geotermală; energia mareelor, energia solară se remarcă prin instalațiile sim-

ple și cu costuri reduse ale acestora la nivelul unor temperaturi în jur de 1000°C, instalații folosite la încălzirea apei de consum menajer sau a clădirilor. De aceea, este deosebit de atractivă ideea utilizării energiei solare în scopul încălzirii locuințelor și se pare că acesta va fi unul dintre cele mai largi domenii de aplicare a energiei solare în următorul secol. Tehnologia echipamentului pentru instalațiile solare de încălzire a clădirilor este deja destul de bine pusă la punct într-o serie de țări ca Japonia, SUA, Australia, Israel, Rusia, Franța, Canada și Germania.

În România, preocupările în domeniul energiei solare au culminat în anul 1979, prin implementarea pe scară largă a diferitelor aplicații de utilizare a energiei solare, ca de exemplu: sisteme de preparare a apei calde de consum pentru clădiri de locuit, Timișoara fiind primul oraș în care un întreg cartier „Zona Soarelui” a fost prevăzut cu acest gen de instalații, la care se mai adaugă unele hoteluri de pe litoralul Mării Negre; sisteme de apă caldă pentru agricultură sau industrie etc. După un declin al utilizării energiei solare cauzat de tehnologiile greoaie și costurile ridicate pentru materiale, exploatare și întreținere, în prezent se înregistrează un revirmare datorită noilor descoperiri tehnice și tehnologice în acest domeniu.

În acest context, în articolul de față se prezintă considerații privind caracteristicile energiei solare, producerea solară a energiei termice și utilizarea acesteia în domeniul instalațiilor, descriindu-se diverse tipuri de instalații solare pentru încălzire, pentru prepararea apei calde de consum, precum și sisteme solare combinate.

2. Caracterizarea energiei solare

Energia solară constituie cea mai importantă și sigură resursă de energie regenerabilă dintre toate sursele regenerabile exploatare în prezent, putând spune chiar că este o sursă inepuizabilă de energie.

În România se poate realiza recepționarea pe o suprafață orizontală plană de 1 m², perpendiculară pe direcția de incidență a razelor soarelui, a unei cantități de energie cuprinsă între 900 și 1.450 kWh pe parcursul unui an, în funcție de anotimp, altitudine și localizare geografică. Radiația solară medie zilnică poate să fie de până la 5 ori mai intensă vara decât iarna. Există situații când, pe timp de iarnă, în condiții favorabile (cer senin, altitudine joasă, etc.), se pot atinge valori de aproximativ 4-5 kWh/(m²-zi) energie solară recepționată, radiația solară fiind practic independentă de temperatura aerului din mediul înconjurător (principiul transferului de căldură prin radiație). Cuantificând această valoare în raport cu necesitățile energetice anuale ale României, situate în jurul valorii de 22.438.000 tep (tone echivalent petrol), la nivelul anului 2001, se obține

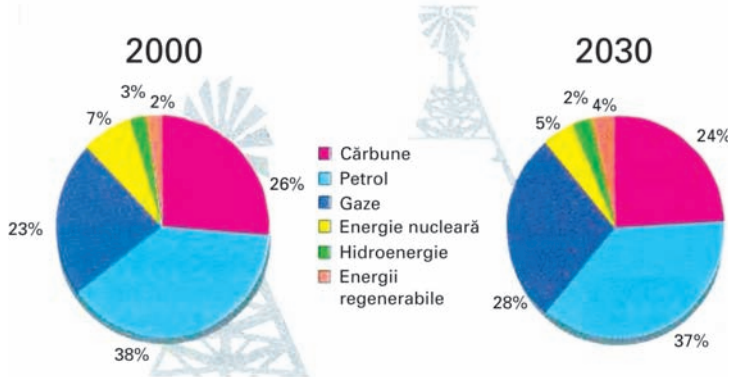


Fig. 1 Structura cererii de energie primară

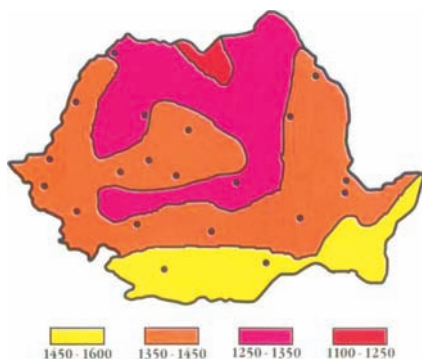


Fig. 2 Harta radiației solare în România

o cantitate de energie de cca 285.000.000.000 MWh (24.510.000.000 tep) radiază anual de soare pe teritoriul țării, ceea ce reprezintă consumul total de energie al României (considerând constant consumul anual) pe o perioadă de 1092 ani!

România dispune de un potențial important de energie solară datorită amplasamentului geografic și condițiilor climatice favorabile. În figura 2 se prezintă harta radiației solare în funcție de fluxul energetic solar mediu anual, exprimat în kWh/(m²·an).

Radiația solară sosește pe suprafața Pământului sub formă de: radiație solară directă (constanta solară) și radiație solară difuză. Valoarea constantei solare este de 1,355 kW/m². Radiația globală primită de la Soare, de o suprafață orizontală la nivelul solului, pentru o zi senină, se compune din suma celor două radiații directe și difuze. Radia-

ția solară directă depinde de orientarea suprafeței receptoare. Radiația difuză poate fi considerată aceeași, indiferent de orientarea suprafeței receptoare, chiar dacă în realitate există mici diferențe. Figura 3 reprezintă proporția radiației difuze din radiația globală.

Atmosfera modifică intensitatea, distribuția spectrală și distribuția spațială a radiației solare prin două mecanisme: absorbție și difuzie. Radiația absorbită este în general transformată în căldură, iar radiația difuză este retrimisă în toate direcțiile în atmosferă.

Factorii meteorologici care au o influență mare asupra radiației solare la suprafața Pământului sunt: transparența atmosferei, nebulozitatea, felul norilor, poziția acestora.

În calculele de dimensionare a instalațiilor care utilizează energia solară se cere cunoașterea următoarelor date meteorologice: valorile radiației solare globale primite de o suprafață în decurs de o zi, o lună, distribuția densității radiației solare, durata de strălucire a Soarelui, numărul mediu al zilelor cu cer senin, parametrii aerului exterior, intensitatea și frecvența vântului și precipitațiile atmosferice.

Pentru utilizarea energiei solare este nevoie de conversia acesteia în alte forme de energie:

- » *conversia fototermică* reprezintă termoconversia directă a energiei solare; se obține căldura înmagazinată în apă, abur, aer cald, alte medii (lichide, gazoase sau solide);
- » *conversia fotomecanică* care prezintă importanță deocamdată în energetica spațială, unde conversia bazată pe presiunea luminii dă naștere la

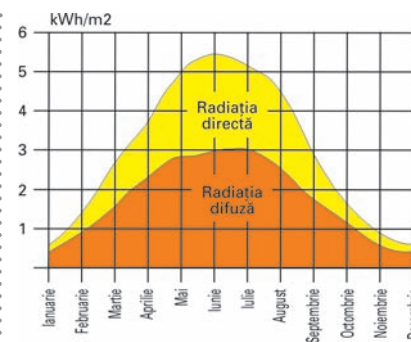


Fig. 3 Radiația globală și radiația difuză

motorul tip „velă solară”, necesar zborurilor navelor cosmice;

- » *conversia fotochimică* ce poate prin două moduri să utilizeze Soarele într-o reacție chimică, fie direct prin excitații luminoase a moleculelor unui corp, fie indirect prin intermediul plantelor (fotosinteză) sau a transformării produselor de dejecție a animalelor;
- » *conversia fotoelectrică* cu mari aplicații atât în energetica solară terestră, cât și în energetica spațială. Conversia fotoelectrică directă se poate realiza folosind proprietățile materialelor semiconductoră din care se confecționează pilele fotovoltaice.

Energia solară se utilizează prin intermediul diverselor instalații, în foarte multe domenii de activitate, cel mai răspândit fiind cel pentru prepararea apei calde.

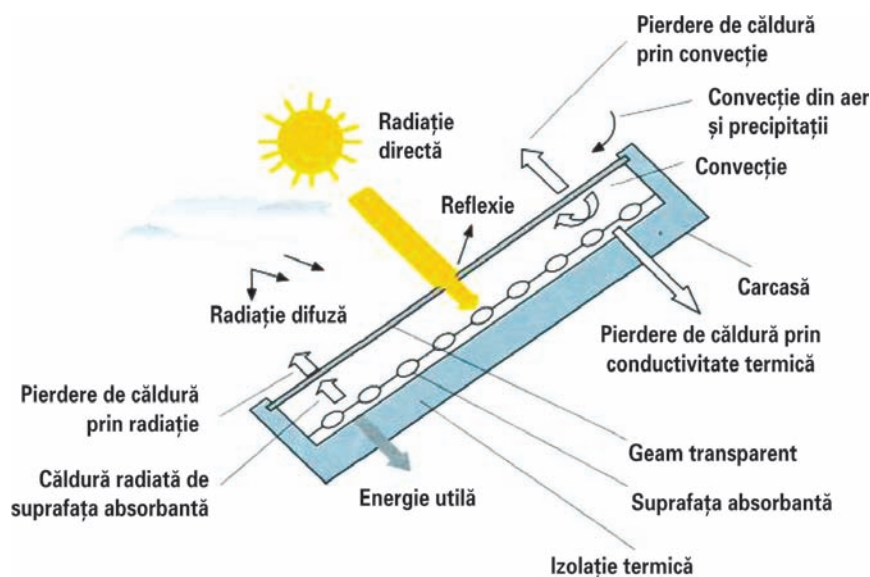


Fig. 4 Principiul de funcționare a captatoarelor solare

3. Producerea solară a energiei termice

Instalațiile solare termice realizează conversia energiei solare în energie termică folosită pentru încălzire și preparare apă caldă de consum. Elementele principale care realizează conversia sunt captatoarele solare (colectoare solare). Captatoarele solare captează razele solare și transportă căldura către un agent termic (aer, apă, alte lichide). De regulă, acest sistem se folosește pentru prepararea apei calde de consum, dar se poate folosi și pentru încălzire.

Un sistem solar termic dimensionat și exploatat corespunzător poate să acopere 50% până la 65% din necesarul anual de apă caldă de consum (așa numită „rată de acoperire solară”), vara rata de acoperire solară fiind de cele mai multe ori de 100%.

Sistemele solare termice moderne au o durată de viață estimată de peste 20 ani, sunt foarte ușor de implementat și necesită o întreținere minimă, fiind astfel o completare ideală în tehnica modernă de încălzire.

Aportul energetic al sistemelor solar-termice la necesarul de căldură și de apă caldă de consum din România este evaluat la circa 1.500 mii tep (tone echivalent petrol), ceea ce reprezintă aproximativ 50% din volumul de apă caldă de consum sau aproape 15% din necesarul de încălzire curentă.

Un sistem solar de încălzire trebuie să îndeplinească funcțiile de captare, stocare și transport al energiei solare la consumatori. Dacă toate aceste funcții sunt îndeplinite de elemente de construcție (pereți, planșee, suprafețe vitrate, izolații termice transparente etc.) atunci sistemul solar de încălzire este considerat pasiv. Acesta prezintă, însă, dezavantajul că nu poate asigura utilizarea energiei solare decât în apropierea elementelor de captare. Pentru transportul la distanță a energiei solare captate se utilizează ca agent termic apa sau aerul, vehiculat cu ajutorul unor echipamente cu consum de energie electrică (pompe, ventilatoare etc.), caz în care sistemul este denumit activ.

Sistemele solare active se folosesc, de obicei, pentru prepararea apei calde de consum în locuințe individuale. În condițiile meteo-solare din România, un captator solar termic funcționează, în con-

diții normale de siguranță și eficiență, pe perioada martie – octombrie, cu randamente ce pot să ajungă până la 90%.

Captatoarele solare pot funcționa cu o eficiență superioară în regim hibrid cu alte sisteme termice convenționale sau neconvenționale.

În ceea ce privește utilizarea sistemelor solare pasive, nu este necesar un nivel foarte ridicat al radiației solare, întrucât acestea pot funcționa și în zone geografice mai puțin atractive din punct de vedere al intensității radiației solare (ex: anumite zone de nord din Transilvania sau din Moldova).

Sistemele solare pasive sunt integrate, de regulă, în envelopele clădirii, iar cea mai mare parte a materialelor de construcție sunt de tip convențional. În condiții normale, costul suplimentar mediu (materiale încorporate într-o construcție nouă) pentru reabilitarea termică a unei clădiri majorează valoarea acesteia până la 20% (la clădiri renovate).

Fiind elemente exterioare ale instalației solare, captatoarele trebuie să îndeplinească pe lângă condițiile de eficiență a captării radiației solare și condițiile de rezistență și stabilitate a construcțiilor, dar și de estetică a construcțiilor. Principiul de funcționare a unui captator solar este prezentat în figura 4.

Captatoarele solare pot fi diferențiate în funcție de modul în care captează energie solară, în două categorii: captatoare active și pasive.

Caracteristica captatoarelor active este faptul că se pot regla automat, la un unghi variabil, în funcție de traiectoria diurnă a soarelui, în timp ce, cele pasive se poziționează în așa fel încât să fie într-o cât mai bună amplasare față de radiația solară.

O altă diferențiere a captatoarelor se face în funcție de tipul constructiv al acestora: plane (fig. 5) și cu tuburi vidate (fig. 6).

Panourile cu captatoare plane absorb 1.300...1.800 kWh/(m²·an), au un foarte bun randament termic și un debit de recirculare a agentului termic prin circuitul colector de până la 180 l/h.

Calitatea unui captator solar este caracterizată de factorii de absorbție α_c , de transmisie τ_c și de emisie ϵ_c . Randamentul captatorului η_c este definit de relația:

$$\eta_c = \frac{Q_u}{I_s} \quad (1)$$

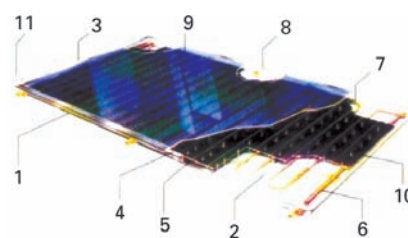


Fig. 5 Captator plan.

1-carcasă metalică; 2-folie termoizolantă ce captează suprafața inferioară a carcasei metalice și e confecționată din aluminiu; 3-metalic confecționat dintr-un aliaj Al-Mg rezistent la coroziune; 4-garnitură de etanșeizare a panoului din metal rezistent la temp. și îmbătrânire; 5-pereți absorbant; 6-conducte principale din Cu, dispuse la capetele colectorului, de-a lungul laturilor scurte ale carcasei metalice(1); 7-conductă colectoare; 8-racordurile de evacuare; 9-sticlă solară specială, securizată, cu reflexivitate scăzută și transmisivitate foarte ridicată (90-91%); 10-elemente de suport distribuite uniform pe toată suprafața colectorului.

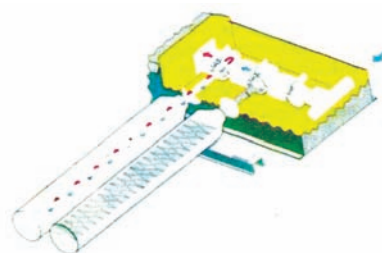


Fig. 6 Captator cu tuburi vidate

unde:

$$Q_u = Q_a - Q_p \quad (2)$$

în care: Q_u este fluxul de energie termică utilă produsă de captator; I_s intensitatea radiației solare; Q_a fluxul de energie termică absorbită de captator; Q_p fluxul de energie termică pierdut în captator;

Ținând seama de expresiile fluxurilor de energie Q_a și Q_p , relația (1) primește forma:

$$\eta_c = \frac{\alpha_c \tau_c I_s - k_c \Delta t}{I_s} = \eta_0 - \frac{k_c \Delta t}{I_s} \quad (3)$$

în care: η_0 este factorul de conversie (optic) al captatorului solar; k_c coeficientul global de transfer termic al captatorului, cu valori de 2,5...3,8 W/(m²·K); Δt diferența între temperatura medie a agentului termic și temperatura mediului ambiant.

În figura 7 se prezintă variația randamentului η_c a diverse tipuri de captatoare în funcție de intensitatea radiației solare I_s , pentru o diferență de temperatură de 60 K.

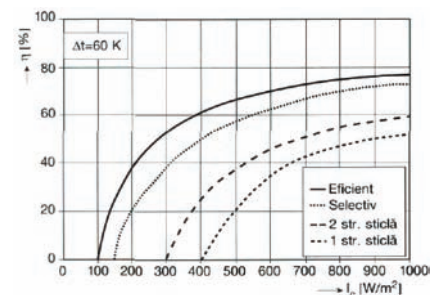


Fig. 7 Variația randamentului captatoare în funcție de intensitatea radiației solare

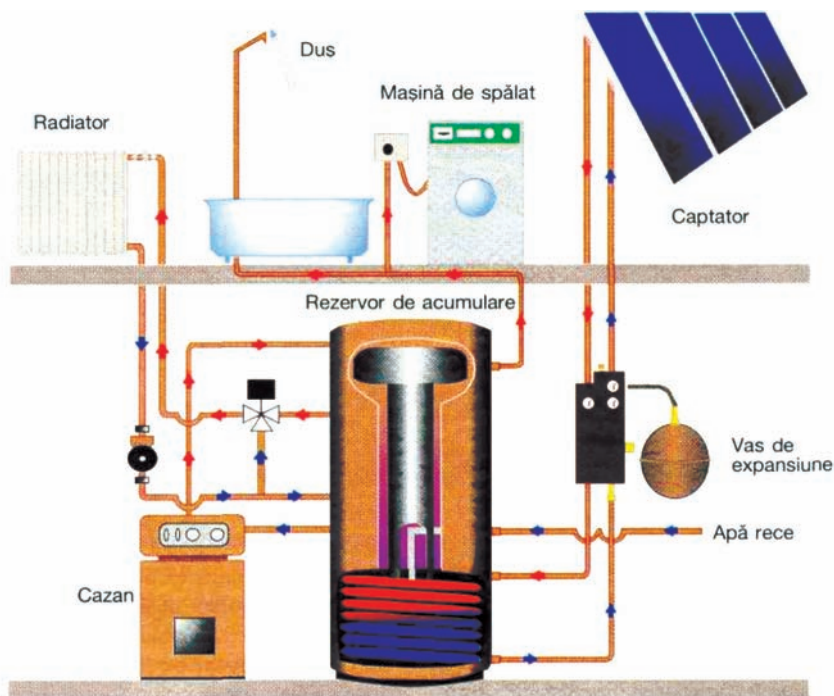


Fig. 8 Sistem solar de încălzire activ

Randamentele uzuale ale captatoarelor solare se încadrează între 40% și 55%. Menținerea performanțelor în timpul exploatării necesită o întreținere permanentă deoarece, spre exemplu, prin murdărirea naturală eficiența captatorului scade cu 5% după o lună și cu 12...13% după cinci luni.

Debitul masic de agent termic m se poate determina cu relația:

$$m = \frac{Q_u}{c(t_1 - t_2)} \quad (4)$$

în care: c este căldura specifică a agentului termic; t_1 – temperatura agentului termic la intrarea în captator; t_2 – temperatura agentului termic la ieșirea din captator.

Temperatura maximă a agentului termic în captatorul solar este temperatura la debit masic nul și se poate determina cu relația:

$$t_{\max} = \frac{I_{s \max} \eta_0}{k_c} \quad (5)$$

Această temperatură impune condiții asupra materialelor care sunt folosite la construcția captatorului, dar și la alegerea agentului termic și protecția la suprapresiune pentru circuitul de agent termic.

4. Instalații solare de încălzire

În cazul unui sistem activ (fig. 8) energia solară este absorbită de captatoarele solare, transportată prin intermediul circuitului solar într-un rezervor de acumulare termoizolat, unde este cedată apei, care este utilizată pentru consum menajer și/sau ca agent termic de încălzire. Pentru perioadele reci, în care aportul energetic solar nu acoperă necesarul de căldură al clădirii, instalația este prevăzută cu o sursă suplimentară de energie convențională.

Regimul de captare și transfer de căldură în întreaga instalație solară este tranzitoriu, iar temperatura apei la ieșirea din captatoare este variabilă. Aceasta influențează pierderile de căldură spre mediul înconjurător și randamentul captării, în funcție de căldura acumulată în masa instalației.

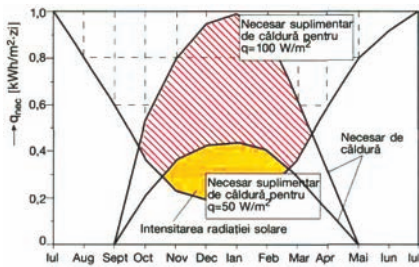


Fig. 9 Necesarul suplimentar de căldură pentru clădiri cu diferite nivele de izolare termică

În perioada de funcționare a captatorului, o pompă asigură transferul agentului termic spre rezervorul de acumulare. În timpul nopții circulația agentului se oprește și un dispozitiv de reținere împiedică mișcarea apei calde spre captatoarele răcite, reducând astfel pierderile de energie spre mediu înconjurător.

Mărirea acumulatorului influențează regimul de lucru al instalației de captare și face posibilă dimensionarea acesteia în raport cu valoarea consumului mediu zilnic de căldură. Astfel, stabilirea dimensiunilor rezervorului de acumulare constituie una dintre problemele esențiale ale optimizării instalației și determină cota parte din consumul de energie termică ce poate fi preluată de sursa solară.

Energia termică ce nu poate fi asigurată de sursa solară depinde însă de necesarul specific de căldură al clădirii. În figura 9 se prezintă comparativ, pentru două clădiri, necesarul de energie termică specifică q_{nec} ce trebuie asigurată dintr-o sursă auxiliară, având valoarea de cca. 80 kWh/(m²·an) pentru clădirea cu un necesar specific de căldură de 100 kWh/(m²·an) și de cca. 25 kWh/(m²·an) pentru clădirea cu un necesar specific de 50 kWh/(m²·an).

În figura 10 se prezintă bilanțul diurn al folosirii energiei pentru o instalație solară integrată în sistemul de încălzire de joasă temperatură al unei clădiri.

Cu ajutorul sistemelor solare de încălzire, în zilele senine, se poate obține energie chiar la temperaturi ale aerului exterior mai mici de -10°C, care se stochează prin intermediul rezervorului de acumulare. Spre exemplu, dacă o instalație de încălzire cu diferența de temperatură dintre ducere și întoarcere de 14°C este prevăzută cu un sistem de captare a energiei solare, care realizează o încălzire a agentului termic cu 7°C, acesta poate acoperi 50% din necesarul energetic al instalației respective, dar, din cauza creșterii temperaturii de întoarcere, randamentul cazanului scade cu 3%.

Dacă necesarul de energie termică a clădirii ar fi de 10 kWh, la randamentul de 100% al unui cazan cu condensatie, consumul de energie în instalație este de 10 kWh, iar la randamentul de 97%, consumul de energie va fi de 10,3 kWh. Dacă gradul de acoperire al instalației solare este de 50% (5 kWh) rezultă un consum energetic efectiv de 5,3 kWh.

5. Instalații solare de preparare a apei calde de consum

Aceste sisteme dimensionate corespunzător pot asigura alimentarea clădirilor de locuit cu apă caldă de consum menajer la temperatura de 45°C în sezonul de vară.

Soluțiile tehnice pentru acest sistem sunt prezentate de instalații cu circulație naturală și instalații cu circulație forțată (prevăzute cu o pompă

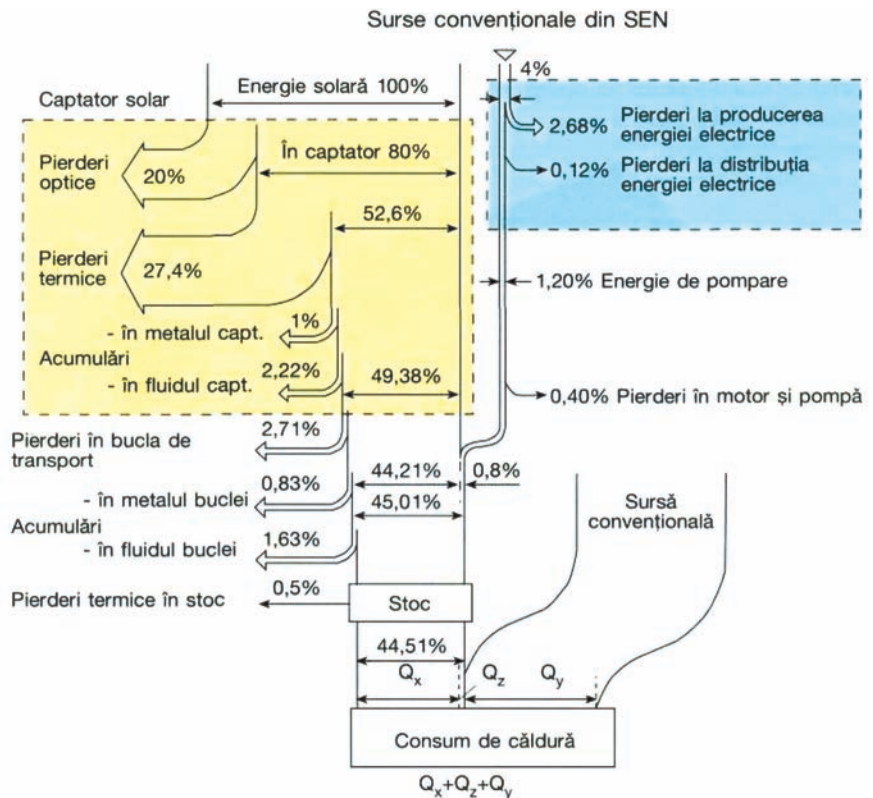


Fig. 10 Diagrama fluxului de energie pentru un sistem solar de încălzire activ

de circulație pe circuitul agentului termic). Pentru asigurarea nevoilor de consum instalația solară este prevăzută de obicei, cu rezervor (boiler) pentru prepararea și acumularea apei calde de consum (fig. 11).

Pentru a se putea prepara apa caldă de consum cu temperatura de 45°C, din apa rece cu temperatura de 10°C, suprafața absorbantă a captatorului solar trebuie să ajungă la temperatura de 50...70°C spre a putea transfera căldura agentului termic și apoi apei calde de consum cu o eficiență acceptabilă.

Aceste temperaturi ridicate în captatoare și în conductele de transport ale agentului termic necesită măsuri de izolare termică corespunzătoare pentru reducerea pierderilor de căldură.

Captatoarele pentru sistemele solare de preparare a apei calde de consum sunt de regulă captatoare plane montate în cutii bine izolate termic în care suprafața neagră absorbantă se găsește sub una sau două rânduri de sticlă, sau alt material transparent. Ca și componente a sistemului solar, aceste captatoare sunt montate pe acoperișul clădirilor.

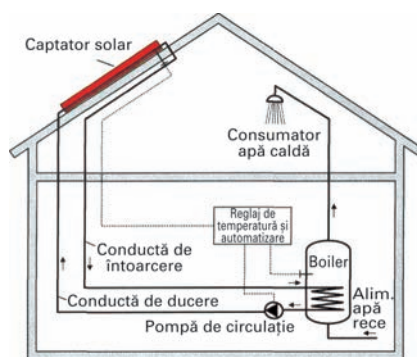


Fig. 11 Sistem solar pentru prepararea apei calde de consum

Sistemele de preparare a apei calde de consum rămân în funcțiune și în sezonul rece pentru că pot asigura chiar și în zilele de iarnă însorite o cantitate de căldură pentru prepararea apei calde. La amplasarea sistemului în zone unde apare pericol de îngheț, pentru protejarea captatorului solar este necesar să se folosească agent termic în amestec cu glicol și separarea obligatorie a circuitului de agent termic față de apa caldă de consum din rezervorul de acumulare (serpentina din boiler).

Din practică se cunoaște că pentru un consum de 50 dm³/(om·zi) este necesară o suprafață a captatorului de aproximativ 1,5 m² și se poate acoperi în perioada de vară necesarul de apă caldă de consum menajer în proporție de 90...100%.

Dezvoltarea tehnicii în domeniul energiei solare în ultimii 20-25 ani, a generat apariția unei game diversificate de sisteme solare pentru prepararea apei calde de consum.

Spre exemplificare, se prezintă schematic trei variante constructive folosite în practică pentru instalațiile solare cu circuit închis și schimbător de căldură:

» varianta standard pentru o instalație solară de preparare a apei calde de consum este prezentată în figura 12. Soluția este cea mai simplă și ieftină variantă de sistem cu circulație forțată și de aceea foarte des întâlnită. Pom-

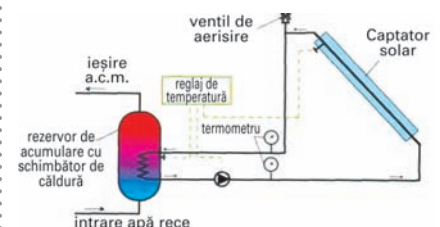


Fig. 12 Instalație solară cu circuit închis și rezervor de acumulare cu schimbător de căldură

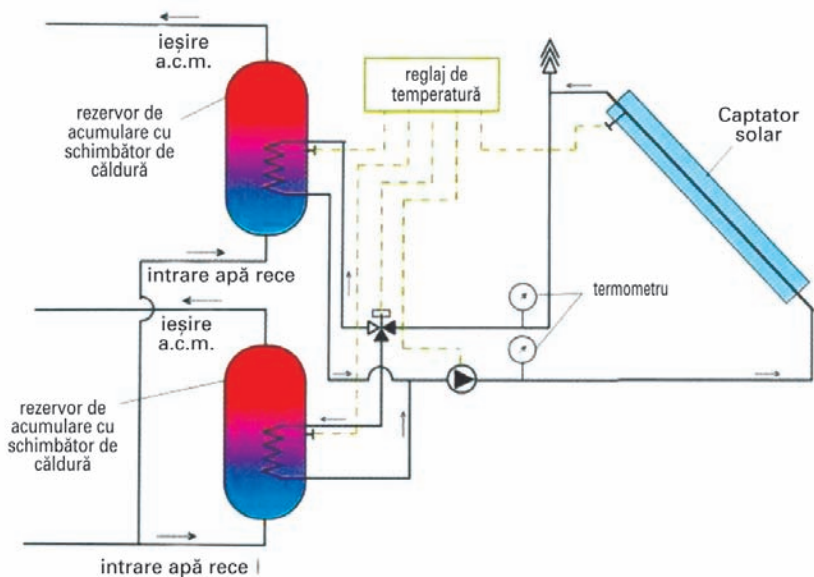


Fig. 13 Instalație solară cu circuit închis și două rezervoare de acumulare cu schimbător de căldură

pa de circulație vehiculează agentul termic între captatorul solar și schimbătorul de căldură din rezervorul de acumulare (serpentina), atunci când temperatura agentului termic în captatorul solar este mai mare decât temperatura apei calde de consum din rezervorul de acumulare;

- » pentru instalațiile mijlocii și mari se utilizează două rezervoare de acumulare de volume mai mici în locul unui volum mare, iar pentru a controla încălzirea apei în cele două rezervoare de acumulare se folosește o vană cu trei căi, acționată în funcție de temperaturile agentului termic și a apei din rezervoare (fig. 13), ceea ce constituie o soluție avantajoasă din punct de vedere funcțional (consumuri variabile). Rezervoarele de acumulare pot fi ambele pentru prepararea apei calde de consum sau unul pentru prepararea apei calde de consum și altul pentru încălzirea (preîncălzirea) agentului termic din instalația de încălzire.
- » o altă variantă constructivă o reprezintă folosirea captatorului solar atât pentru prepararea apei calde de consum cât și pentru încălzirea apei din piscină prin intermediul unui schimbător de căldură după cum este reprezentat în figura 14. Pentru fiecare metru pătrat de piscină cu o adâncime normală sunt necesari 0,5...0,7 m² de captator solar.

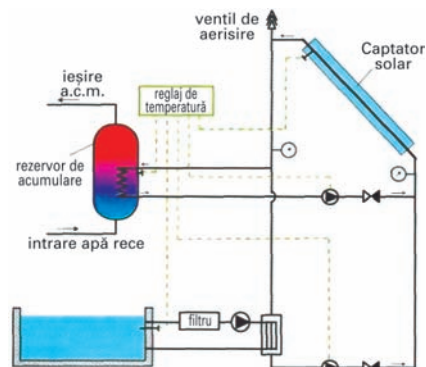


Fig. 14 Instalație solară pentru prepararea apei calde de consum și încălzirea apei din piscină

6. Instalații solare de încălzire și preparare a apei calde de consum

În cadrul unei clădiri sistemele solare de încălzire și prepararea apei calde de consum se pot aplica combinat (active și pasive) în funcție de poziția incintei, gradul de vitrare, utilizarea unei energii suplimentare etc.

Astfel, sistemul solar direct de încălzire pasivă la care elementele arhitecturale joacă un rol important (clădirea fiind concepută ca un captator în care se locuiește) se poate cupla cu sistemul solar de încălzire activă cu captatoarele solare.

Energia solară folosind captatoarele este cel mai des utilizată de consumatorii mici, izolați, pentru prepararea apei calde de consum, chiar dacă încălzirea clădirii se realizează clasic sau cu un alt sistem neconvențional.

Un sistem foarte eficient privind utilizarea energiei solare pentru alimentarea cu căldură a consumatorilor izolați îl reprezintă utilizarea combinată a sistemului solar pasiv cu sistemul solar activ și stocarea de lungă durată a căldurii captate (fig. 15). Prin intermediul captatoarelor solare și a unui agent termic intermediar (apă), energia solară este captată și stocată sezonier în rezervoare termoizolante

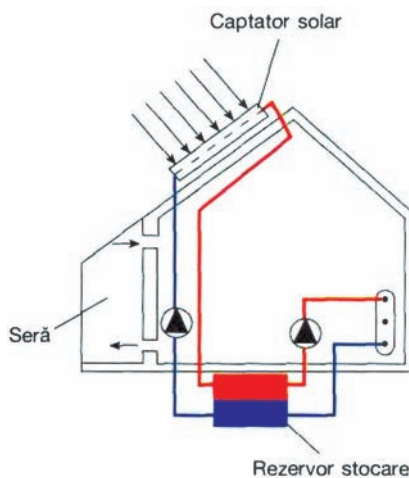


Fig. 15 Sistem de încălzire și preparare apă caldă de consum

late îngropate în pământ, de unde este utilizată în perioada de iarnă pentru încălzire și preparare a apei calde de consum.

7. Concluzii

Față de celelalte surse ecologice regenerabile (energia eoliană, energia geotermală, energia mareelor) energia solară se remarcă prin instalații simple și costuri relativ reduse.

Sistemele solare implementate în instalațiile pentru clădiri reprezintă o sursă economică nepoluantă de energie cu performanțe energetice ridicate, rezultând economii considerabile ale consumurilor de combustibili.

Este important însă ca la alegerea soluției tehnice să se țină seama de caracteristicile climatice ale zonei și particularitățile construcției și totodată se impune o analiză economico-energetică a sistemului ales.

Eficiența sistemelor solare de încălzire și/sau preparare a apei calde de consum cu stocarea sezonieră a energiei se poate îmbunătăți prin realizarea unor sisteme mixte cu pompe de căldură sau cu alte forme de energie (geotermală, eoliană).

Bibliografie

1. ASHRAE, HVAC Applications Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, 2007.
2. DUFFIE, A.J. Beckman, A.W. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley&Sons, New York, 1980.
3. ILINA, M. Utilizarea energiilor neconvenționale în instalații, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1985.
4. KALMÁR, F. Energetical analysis of the solar heating systems, Conferința „Instalațiile pentru Construcții și Confortul Ambiental”, Timișoara, 2001.
5. KREIDER, J. RABL, A. Heating and Cooling of Buildings, McGraw-Hill, New York, 1994.
6. LADENER, H. Solaranlagen, Editura Ökobuch, 1993.
7. POPESCU, D. IONESCU, D. GHIAUȘ A. ILIESCU, M. Aspecte specifice automatizării instalațiilor de încălzire solare, Instalatorul, nr. 7-8, 2007.
8. POPOV, D. SAJFERT, V. POPOVIĆ, S. Importanța utilizării energiei solare în contextul fenomenului de încălzire globală, Instalatorul, nr. 5, 2007.
9. SÂRBU, I. KALMÁR, F. Optimizarea energetică a clădirilor, Instalatorul, nr. 4, 2001.
10. SÂRBU, I. KALMÁR, F. CÎNCA, M. Instalații termice interioare – optimizare și modernizare energetică, Editura Politehnica, Timișoara, 2007.
11. STAHL, W. VOSS, K. GOETZBERGER, A. The Self-Sufficient Solar House in Friburg, Solar Energy, vol. 52, no.1, 1994.
12. *** AIIR, Manualul de instalații, vol. „V”, Editura Artecno, București, 2002.
13. *** IDEA, Manual de Energia Solar Termică, Madrid, 1996.
14. *** Sisteme ROMSTAL pentru utilizarea energiei neconvenționale – panourile solare, Instalatorul, nr. 3, 2006.

Prof. dr. ing. eur. ing. IOAN SÂRBU,
Drd. ing. HOREA BURA
Universitatea “Politehnica” din Timișoara