



A XIX-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”,  
CLUJ NAPOCA, 2019

## **ASPECTE PRIVIND UTILIZAREA ENERGIEI SOLARE**

### **Partea a II-a**

Mircea BEJAN, Ioana BĂLAN, Barbu BEJAN,  
Ioan VIDICAN, Ioan Aurel CHERECHEȘ, Daniel Gheorghe LAKATOS

### **ASPECTS ON THE USE OF SOLAR ENERGY – Part II**

Most human activities, the size, volume and quality of goods and services available to mankind are energy dependent, with energy playing a central role in human existence, being the most important resource. At present, fossil fuel carriers are the fuel of the world economy, and humanity is geared towards using abundant energy at a relatively low price. Alternative sources such as sun, wind, hydropower, wave energy, geothermal energy, bioenergy etc. it is practically not consumed, calling it renewable (alternative or unconventional sources). They produce far fewer emissions, reduce chemical, thermal, and radioactive pollution, and are available theoretically anywhere in the world. The sun is a real blessing, giving us in an hour - enough energy for all people to use it for one year. Every day, about 120,000 terawatts (TW) of electrical power is offered to us by the sun. That, while over a year, the world uses only 15 TW of energy. The paper analyzes some aspects regarding the use of solar energy: collectors, solar power stations, solar houses.

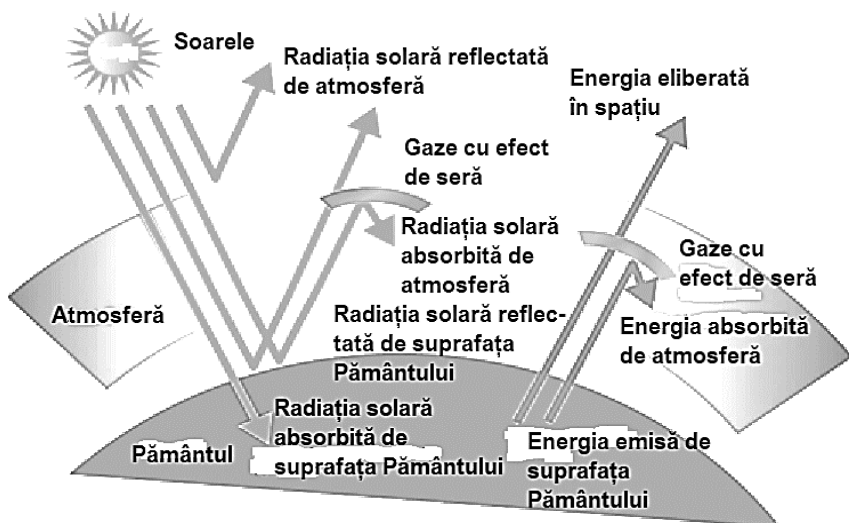
Keywords: solar energy, types of renewable energy, history, heat fluxes, energy radiation, solar collector, nuclear energy

Cuvinte cheie: energie solară, tipuri de energii regenerabile, istoric, fluxuri termice, radiații energetice, colector solar, energie nucleară

### **2.3 Radiații energetice**

Soarele radiază o cantitate enormă de energie – aproximativ  $1,1 \times 10^{20}$  kW/h pe secundă (1 kW/h reprezintă cantitatea de energie

necesară pentru funcționarea unui bec cu puterea de 100 de wați timp de 10 ore). Straturile exterioare ale atmosferei Pământului opres aproximativ o milionime din energia emisă de Soare. Cu toate acestea, din cauza reflectării, difuzării și absorbției de către gazele atmosferice, doar 47 % din energia totală atinge suprafața Pământului.



Soarele ne oferă de 10 000 ori mai multă energie gratis decât este de fapt utilizată în lume. Numai pe piața mondială comercială se cumpără și se vinde anual circa 85 trilioane ( $8,5 \times 10^{13}$ ) kWh de energie. Și este practic imposibil de a calcula câtă energie necomercială utilizează oamenii timp de un an (de exemplu, cât de mult lemn se taie și se arde, cât gunoi de grajd este colectat, ce cantitate de apă este utilizată pentru a produce energie mecanică sau electrică etc.). Unii experți susțin că această energie necomercializată constituie o cincime din totalul energiei utilizate. În țările dezvoltate, cum ar fi Statele Unite, consumul de energie este de aproximativ 25 trilioane ( $2,5 \times 10^{13}$ ) kWh pe an, ceea ce constituie mai mult de 260 de kWh/cap de locuitor zilnic. Această cifră este echivalentă cu lucrul a mai mult de o sută de becuri incandescente cu puterea de 100 de wați timp de o zi<sup>1</sup>. Cantitatea de energie solară ce ajunge la Pământ este mult mai mare decât consumul total de energie. Chiar și în țări precum Statele Unite, unde consumul de energie este

<sup>1</sup> Un cetățean american consumă în medie de 33 de ori mai multă energie decât un indian, de 13 ori mai mult decât un chinez, de două ori și jumătate mai mult decât un japonez și de două ori mai mult decât un suedez.

enorm, dacă doar 1% din teritoriul țării ar fi folosit pentru instalarea de echipamente solare (fotovoltaice sau sisteme solare pentru apa caldă), cu eficiența de 10 %, SUA ar fi pe deplin asigurate cu energie. Același lucru se poate spune pentru toate celelalte țări dezvoltate. Aceasta este imposibil de realizat, deoarece sistemele fotovoltaice sunt costisitoare și instalarea lor pe o suprafață atât de mare ar afecta starea ecologică a ecosistemelor. Însă utilajele pot fi instalate pe acoperișurile clădirilor, caselor, de-a lungul drumurilor etc. Multe țări au peste 1 % din terenuri retrase din circuitul agricol, care sunt destinate deja producției și transportului de energie.

Puterea solară totală incidentă pe Terra are cel mai mare potențial și anume de 89.000 TW, comparativ cu celelalte forme de energii regenerabile: vânt 870 TW, geo-termală 32 TW și respectiv față de consumul global de putere (15 TW) [2]. Intensitatea radiației solare la nivelul solului este influențată de modificarea permanentă a câtorva parametri importanți cum sunt: ▪ înălțimea soarelui pe cer (unghiul format de direcția razelor soarelui cu planul orizontal); ▪ unghiul de înclinare a axei Pământului; ▪ modificarea distanței de Pământ–Soare (aproximativ 149 milioane km pe o traiectorie eliptică, ușor excentrică); ▪ latitudinea geografică.

Principalele componente ale radiației solare au următoarea pondere: ▪ radiație ultravioletă ( $0,28 \div 0,38$ )  $\mu\text{m}$ , 3 %; ▪ radiație vizibilă ( $0,38 \div 0,78$ )  $\mu\text{m}$ , 42 %; ▪ radiație infraroșie ( $0,78 \div 2,50$ )  $\mu\text{m}$ , 55 %.

Constanta solară măsurată în straturile superioare ale atmosferei terestre, perpendicular pe direcția razelor solare este de aproximativ  $1350 \text{ W/m}^2$  și reprezintă o valoare medie anuală măsurată cu ajutorul sateliților de cercetare științifică.

S-a arătat că energia solară care ajunge la suprafața pământului este estimată la 89 PW ( $89 \cdot 10^{15} \text{ W}$ ). Cam dublu s-ar putea capta în afara atmosferei, dar apare problema transportului energiei astfel obținute. Suprafața pământului este de aproximativ  $510 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  adică  $510 \cdot 10^{12} \text{ m}^2$ . În medie, pe un metru pătrat de pământ ajung de la Soare  $89/510 \cdot 10^3 \text{ W}$ , adică în medie 0,17 kW sau 170 W (cam două becuri).

Fiecare pământean consumă în medie 2,5 kW, deci fiecare locuitor ar avea nevoie de cel puțin  $2,5/0,17 = 14,7 \text{ m}^2$  de panouri solare pentru a-și asigura întreg necesarul de energie. Randamentul este însă mult sub 100 % (1-12 % la panouri fotovoltaice, mai mare la producerea de căldură), deci numărul de metri pătrați necesari este de vreo 10 ori mai mare, în jur de  $150 \text{ m}^2$ . Recordul de randament la panourile fotovoltaice este de 23 % dar sunt încă nerentabile din punct de vedere al costului de producție.

Cantitatea de soare depinde și de localizarea geografică și de anotimp, este mai mare vara sau mai spre ecuator și mult mai mică iarna sau spre pol. Pentru a acoperi necesarul de energie pe o perioadă cât mai mare din an fără acumulare, panourile trebuie mult supradimensionate. În țările cu climă rece sezonier (precum România) panourile solare se pot dovedi total ineficiente pe perioada rece, rămânând însă o soluție complementară pentru perioada verii.

Ziua la prânz, cantitatea de energie așteptată de la 1 m<sup>2</sup> de panou solar este de aproximativ 120 W, (SUA, echinocțiu de primăvară/toamnă), care poate alimenta un bec clasic de 100 W plus unul foarte economic. Aceasta energie însă trebuie stocată și distribuită și pentru noapte și iarnă.

O metodă ceva mai eficientă de generare a curentului electric pe baza radiației solare pare să fie încă conversia în căldură urmată de un proces similar termocentralei, bazat pe apa încălzită. Un astfel de proiect încearcă să capteze energia solară în vastele terenuri nefolosite din deșertul Sahara și să livreze energie electrică spre Europa. Posibil ca sistemul să nu renteze la scară mică (locuință).

În esență, avantajele energiei solare sunt: ● ca resursă regenerabilă și gratuită reprezintă o alternativă la criza energetică în prezent și în viitor; ● este nepoluantă în contrapondere cu energia nucleară sau energia termo-electrică obținute din combustibili fosili; ● este uniform repartizată pe suprafața globului pământesc; ● în prezent există numeroase tehnologii de captare și utilizare, aflate la un stadiu ridicat de maturizare și la costuri competitive.

Dezavantaje: ● costuri de investiții mari; ● disponibilitate periodică (zi/noapte; iarnă/vară); ● necesitatea sistemelor de stocare; ● randamente de conversie energetică relativ mici; ● intensitate energetică redusă.

### **3. Colector solar**

Un colector solar, (captator solar, panou solar termic) este o instalație ce captează energia solară conținută în razele solare și o transformă în energie termică. Deoarece aproape întreg spectrul radiației solare este utilizat pentru producerea de energie termică, randamentul acestor colectoare este ridicat fiind în jur de 60 - 75 % raportat la energia razelor solare incidente (200 - 1000 W/m<sup>2</sup> în Europa, în funcție de latitudine, anotimp și vreme).

Principiu de funcționare. Din punct de vedere funcțional, componenta principală a colectorului solar este elementul absorbant al

radiației care transformă energia razelor solare în energie termică și o cedează unui agent termic (apă, antigel). Cu ajutorul acestui agent termic, energia este preluată de la colector și este fie stocată, fie utilizată direct (exemplu, apă caldă de consum). Pentru a reduce pierderile termice inevitabile, este nevoie de o izolare termică a elementului absorbant de mediul înconjurător. În funcție de tehnica utilizată în acest scop se deosebesc: ● colectoare ce utilizează materiale izolatoare obișnuite; ● colectoare în care izolarea termică se realizează cu ajutorul vidului dar au o tehnologie de fabricație costisitoare; ● colectoare ce se bazează pe tehnici simple și care se utilizează la încălzirea bazinelor de



înot.

În principiu, un colector solar are o carcasă metalică de formă dreptunghiulară în care se află montate celelalte elemente. Printr-un geam de sticlă, razele solare cad pe o suprafață care absoarbe aproape întregul domeniu spectral al acestora. Energia calorică

rezultată nu se pierde, colectorul fiind izolat termic în toate părțile. Căldura de convecție spre exterior este limitată de unul sau mai multe geamuri. La colectoarele cu vacuum, aceasta este aproape în întregime eliminată. Căldura de radiație, datorată temperaturii proprii, este de asemenea împiedicată de geamul de sticlă care este opac pentru lungimile de undă mai mari. Această căldură este reținută în interiorul colectorului, echilibrul termic conducând la o temperatură mai înaltă decât în situația fără geam. Acest efect este cunoscut sub numele de efect de seră. La colectoarele solare moderne se utilizează sticlă specială, cu un conținut cât mai mic posibil de fier și cu o rezistență mărită la grindină și încărcare cu zăpadă.

Elementul absorbant, mai ales la colectoarele cu vid, poate prezenta o selectivitate față de lungimea de undă, astfel încât, pe de o parte, să absoarbă o gamă cât mai largă de radiație solară și, pe de altă

parte, să aibă o emisie cât mai redusă în domeniul de infraroșu apropiat, pentru a reduce emisia de căldură

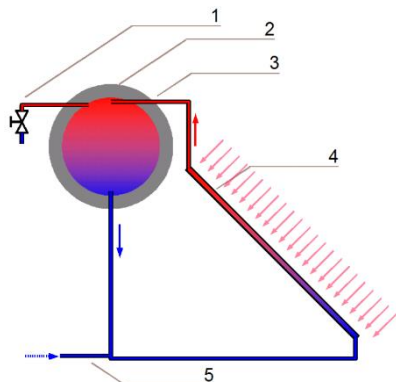


Fig. 4 Principiul termosifonului

1. Valva de ieșire; 2. Strat izolator al rezervorului; 3. Intrarea în rezervor a apei încălzite; 4. Captator solar; 5. Alimentare cu apă.

Din punct de vedere funcțional, componenta principală a colectorului solar este elementul absorbant care transformă energia razelor solare, spectrul de lumină, în energie termică și o cedează unui agent termic (apă, antigel). Cu ajutorul acestui agent termic, energia este preluată de la colector și este fie stocată, fie utilizată

direct (ex. apă caldă de consum).

Elementul absorbant cedează căldura agentului termic ce curge prin conductele de cupru sau aluminiu atașate acestuia. Agentul termic transportă energia calorică la utilizator sau la un recipient de stocare. Unele instalații solare au circuitul agentului termic deschis, ceea ce înseamnă că prin conductele colectorului circulă chiar apa necesară utilizatorului, cum este cazul în principal al instalațiilor funcționând pe principiul termosifonului – figura 4. În regiunile cu pericol de îngheț mai mare, se apelează totuși de regulă la circuite separate. Circuitul primar, cel al colectorului conține un lichid rezistent la îngheț (antigel). Din circuitul primar căldura este transferată prin intermediul unui schimbător de căldură apei din circuitul secundar, cel al utilizatorului.

Schema simplificată de preparare a apei calde menajere cu colector solar este ilustrată în figura 5.

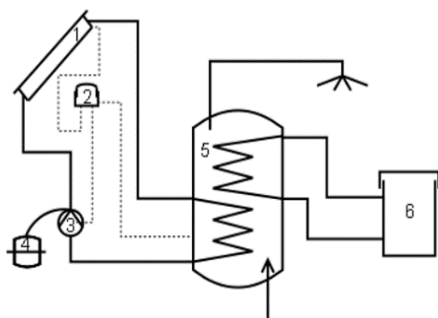
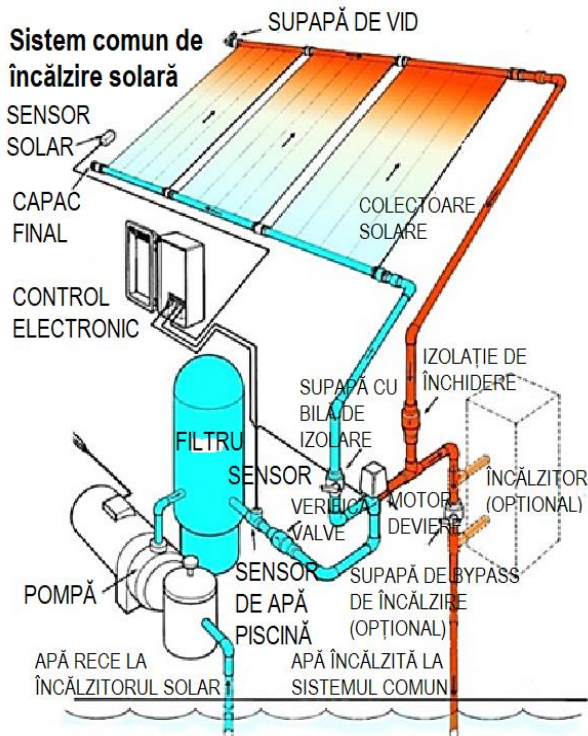


Fig. 5 Schemă simplificată de preparare a apei calde menajere cu colector solar 1. Colector solar; 2. Comandă; 3. Pompă; 4. Vas de presiune; 5. Rezervor de apă; 6. Sursă de căldură complementară)

#### 4. Energia necesară încălzirii clădirilor

Colectorul solar este componenta principală a unei instalații termice solare și până în anul 2002 a fost utilizat îndeosebi pentru prepararea de apă caldă, iar recent își găsește aplicare și în furnizarea energiei necesare încălzirii clădirilor. Dacă este asociat cu un rezervor de stocare a energiei, se poate asigura încălzirea clădirii numai cu energie solară. Vehicularea energiei termice între colectorul solar și locul de utilizare sau depozitare poate avea loc cu sau fără utilizarea unei surse de energie externă. În primul caz avem de-a face cu sisteme ce utilizează pompe acționate electric, sisteme de reglare automată etc., în



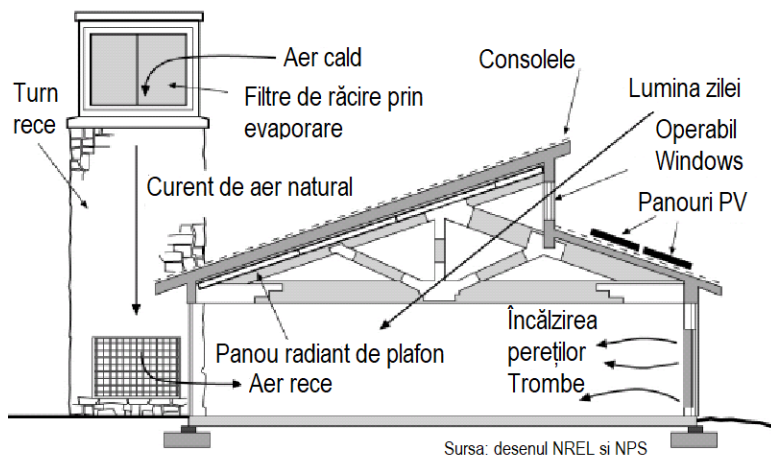
al doilea caz se utilizează principiul termosifon bazat pe diferența de densitate a agentului termic la diferite temperaturi. Apa caldă se ridică în sus, pe când cea rece coboară. Altfel decât la încălzire centrală funcționând pe același principiu, în acest caz rezervorul trebuie să se găsească deasupra colectorului solar. Adesea colectorul solar și rezervorul constituie un bloc comun.

Cele mai cunoscute și frecvente utilizări

ale colectoarelor solare este în prepararea apei calde menajere. La montare corespunzătoare a colectoarelor și a rezervorului, în Europa Centrală se poate asigura apa necesară pentru spălat și baie pe întreg pe o perioadă de circa o jumătate de an (sezonul de vară). Teoretic se poate asigura căldura necesară consumului casnic pe parcursul

întregului an, dar în acest caz este nevoie de o suprafață mai mare acoperită cu colectoare, rezultând un exces de apă caldă pe perioada verii. La o astfel de supradimensionare, randamentul investiției semnificativ mai mari va fi redus și nu va fi compensat de economia de combustibili fosili (gaz, păcură, lemn etc.) sau electricitate devenind nerentabil. Colectoare dimensionate economic, pot înlocui sau completa sursele de energie termică într-un procent suficient de mare contribuția la prepararea apei calde variind între 30 % și 100 % raportat la un an întreg.

Primele suprafețe mari acoperite cu colectoare solare au apărut după criza petrolieră din anii 70 fiind utilizate la încălzirea apei din bazinele de înot publice și private. Instalarea de colectoare solare a permis un impuls suplimentar în Germania datorită sprijinului guvernamental federal și celui al landurilor. Chiar și procese industriale utilizează energia termică solară. Un exemplu în acest sens îl prezintă încălzirea biomasei în procesul de preparare al biogazului.



### Secțiunea transversală a clădirii care prezintă strategii integrate de proiectare

Fig. 6 Secțiunea transversală a clădirii care prezintă strategii integrate de proiectare

Parcul Național Zion se află situat la granița dintre statele americane Utah și Arizona. Parcul se află între Platoul Colorado, Marele Bazin și Deșertul Mojave, întinzându-se pe o suprafață de 579 km<sup>2</sup>, fiind amplasat între culmile Coalpits Wash (1.128 m) și Horse Ranch



Mountain (2.660 m). Din anul 1919 devine parc național ca în 1937 parcul să cuprindă și teritoriul numit Kolob Canyon. Zion [tion] înseamnă în ebraică loc de refugiu sau lăcaș sfânt, termen folosit de mormonii care trăiesc în Utah. Acesta este și numele vârfului ce servește ca principal punct de referință al parcului. Figura 5 prezintă secțiunea transversală a clădirii care prezintă strategii integrate de proiectare - Centrul de vizitatori al parcului național Zion.

Dacă instalațiile cu colectoare solare se racordează și la instalațiile de încălzire, se poate contribui și la reducerea costului cu încălzirea cu până la câteva zeci de procente. În cazul unei exigențe mai mari la întregul sistem se poate racorda un rezervor de stocare sezonieră a căldurii ceea ce va permite acumularea de suficientă energie calorică pentru a putea complet elimina utilizarea altor combustibili. Un astfel de rezervor de stocare de căldură, în cel mai simplu caz poate fi o cantitate suficientă de apă sau pietriș (cca. 20 t) din mijlocul clădirii sau subsolul acesteia.

Amortizarea unei instalații solare pentru producerea apei calde este posibilă în cca. 8 ani în condițiile unei construcții optime, a unei utilizări raționale și a existenței unui sprijin din partea statului la tendințele actuale de pe piața combustibililor fosili. Producătorii livrează colectoare solare cu o durată de viață previzibilă de cca. 20 ani. Durate de amortizare de peste 16 ani sunt posibile doar dacă instalația a fost necorespunzător proiectată, respective utilizată.

## **5. Energia solară depășește energia nucleară**

Prin utilizarea energiei solare, oamenii vor reuși să devină mai puțin dependenți de combustibilii fosili. Iar în condițiile în care emisiile nete de 37 Gt de CO<sub>2</sub>/an au provocat dezastre la scară planeară, cauzând încălzire globală, fenomene meteorologice extreme și milioane de decese, utilizarea energiei solare devine extrem de necesară.

Adoptarea într-un ritm tot mai rapid a energiei solare pe plan mondial ar putea duce la o situație în care capacitatea ei globală, exprimată în GW, ar putea rivaliza cu aceea generată de energia nucleară până la sfârșitul anului 2017 [1].

Chiar dacă energia nucleară depășește la ora actuală energia solară, în privința capacității de producție, câțiva experți prevestesc faptul că energia solară ar putea deveni cea mai mare sursă de energie din lume până în anul 2050 [1]. Agenția Internațională pentru Energie (IEA) preconizează că energia solară ar putea deveni cu ușurință cea mai mare sursă de energie din lume până în anul 2050 grație costurilor

sale de producție tot mai scăzute și avantajelor tot mai mari pe care le oferă.



Fig. 7 Instalație solară din Israel

Agentia de presă Xinhua informează că cea mai mare instalație solară din Israel a fost inaugurată în 08.12.2008, marcând cooperarea dintre China și Israel în domeniul energiei curate. Potrivit estimărilor, proiectul solar (construit de compania chineză Suntech Power Holdings) va genera până la 85.000 kW de energie electrică pe an. Aceasta a și fost integrată în rețeaua energetică națională a Israelului.

Cea mai mare centrală electrică solară din lume și-a început activitatea la 11 februarie 2016 și va genera energie pentru 1,1 milioane de oameni, reducând emisiile de carbon cu 760.000 t/an. Centrala solară Noor, din Maroc, a costat 9 miliarde de dolari și ar putea exporta energie electrică în Europa. Complexul energetic a fost ridicat cu fonduri de la



Fig. 8 Centrala solară Noor din Maroc (Banca Mondială)

Banca Mondială și se află în deșertul marocan. "Este un pas ambițios pentru Maroc, iar veniturile care vor fi obținute vor fi importante atât pentru țară, cât și pentru cetățenii ei. Securitatea energetică va crește,

mediul va fi mai curat, stimulând și apariția unor locuri noi de muncă”, a spus Marie Françoise Marie-Nelly, directorul Băncii Mondiale pentru Maroc. Peste 1.600 de oameni au muncit la ridicarea complexului, care va avea 200 de angajați permanenți. În 2018, centrala solară va produce 522 de MW și va stoca energia solară în forma unei sări topite, care va permite producerea electricității și pe timp de noapte. Complexul Noor nu folosește tehnologia bazată pe panouri fotovoltaice, ci o serie de lentile și oglinzi parabolice, care concentrează lumina soarelui într-un punct fix, unde apa sau o altă substanță este încălzită. Căldura este folosită să producă abur, care trece apoi printr-o turbină și produce electricitate. În prezent, centrala produce 160 MW și ocupă o suprafață de 25 de milioane m<sup>2</sup>.

## 6. Concluzii

■ Energiile pe bază de combustibili fosili vor fi utilizate încă pe perioada mai multor zeci de ani, favorizând energiile cu conținut redus de carbon cum ar fi gazul. Dependența față de țările Orientului Mijlociu, care dețin 65 % din rezervele actuale de petrol va crește. Dar, prin utilizarea energiei solare, oamenii vor reuși să devină mai puțin dependenți de combustibilii fosili. ■ Energia nucleară este curată în timpul folosirii și nu poluează atmosfera. Din păcate există și dezavantaje: centralele nucleare produc deșeuri radioactive care trebuie să fie depozitate sute de ani înainte de a deveni inofensive. ■ O creștere a părții de energii regenerabile este previzibilă, dar importanța sa va depinde de reducerea costurilor și de progresele realizate în stocarea masivă de electricitate, care va permite integrarea în rețelele electrice a unor cantități mari de energie produsă discontinuu și distribuită. ■ Pe termen lung, este puțin probabil ca fiecare din sursele de energie regenerabile să depășească 10 % din necesarul mondial de energie, dar după previziunile cele mai optimiste combinația lor le-ar putea permite atingerea ponderii de 30 până la 50 % din piață, către jumătatea secolului. ■ Energia nucleară nu generează CO<sub>2</sub>, cu excepția CO<sub>2</sub>-ului emis în timpul construcției centralelor și în procesul îmbogățirii uraniului consumat în aceste centrale. ■ Viitorul sistem energetic, având slabe emisii de gaz cu efect de seră, va avea la bază probabil o combinație de energii, de vectori de conversie de energie, care se vor regăsi sub forme diferite în diverse regiuni ale lumii. Este dificilă identificarea tehnologiilor care vor juca un rol determinant în viitor în lupta împotriva efectului de seră. ■ Soarele radiază o cantitate enormă de energie – aproximativ  $1,1 \times 10^{20}$  kW/h pe secundă. Straturile exterioare ale

atmosferei Pământului opresc aproximativ o milionime din energia emisă de Soare. Cu toate acestea, din cauza reflectării, difuzării și absorbției de către gazele atmosferice, doar 47 % din energia totală atinge suprafața Pământului. ■ Soarele ne oferă de 10 000 ori mai multă energie gratis decât este de fapt utilizată în lume. Numai pe piața mondială comercială se cumpără și se vinde anual circa 85 trilioane ( $8,5 \times 10^{13}$ ) kWh de energie. Unii experți susțin că această energie necomercializată constituie o cincime din totalul energiei utilizate.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Bejan, M., *Ingineria – artă sau meșteșug*, vol. 4, Editura AGIR, București, 2019 și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2019, ISBN 978-973-720-756-2; ISBN 978-606-020-065-9, 980 pagini total, 8 mari capitole, 82 subcapitole, 1024 figuri și fotografii, 24 tabele, 311 surse bibliografice.
- [2] Bejan, M., *Ingineria – artă sau meșteșug*, vol. 1, Editura AGIR, București, 2016 și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2016, ISBN 978-973-720-620-6; ISBN 978-606-543-817-0, 472 de pagini, 12 mari capitole, 104 subcapitole, peste 250 figuri și fotografii, tabele, o bibliografie impresionantă. Editura: AGIR București - Mega Cluj-Napoca (Diploma și Medalia de Aur - Euroinvent Book Salon, Iași, 18 mai 2018; Premiul ASTR 2019, 13 iunie 2019).
- [3] Bejan, M., *Energetica nucleară – pro și contra*. Partea I-a, Știință și Inginerie, An XI, vol. 19/2011, Editura AGIR, București, 2011, ISSN 2067-7138, pag. 65-74, 10 pag., 3 fig., 1 tab.
- [4] Bejan, M., *Energetica nucleară – pro și contra*. Partea a II-a, Știință și Inginerie, An XI, vol. 19/2011, Editura AGIR, București, 2011, ISSN 2067-7138, pag. 75-84, 10 pag., 4 fig.
- [5] \* \* \* colecția *Știință și Inginerie*, 2001-2018, vol. 1-34, editor Bejan, M., Editura AGIR București și Editura MEGA Cluj Napoca.
- [6] \* \* \* <http://www.astronomy.ro/forum/viewtopic.php?t=11926>

Prof.univ.em.Dr.Ing.DHC Mircea BEJAN

Membru de onoare al Academiei de Științe Tehnice din România

e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro

Ing. Ioana BĂLAN

Membru AGIR, Metz, Franța

Prof. Barbu BEJAN, Paris, Franța

Dr.Ing. Ioan VIDICAN

e-mail: ionvidi@yahoo.com, Cluj Napoca, membru AGIR

Șef lucr. Dr.Ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ

Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Prefectul județului Cluj, membru AGIR

e-mail: relu\_chereches@yahoo.ro

Dr.Ing. Daniel Gheorghe LAKATOS

e-mail: 'Daniel Lakatos' <lakatosdaniel\_2013@yahoo.ro>,

Cluj Napoca, membru AGIR