

ENERGIA SOLARĂ

Spectrul și distribuția spectrală a radiației.

Soarele este o stea galbenă de mărime medie, formată acum 4,5 miliarde de ani împreună cu tot sistemul solar, are raza egală cu 695 000 km și un volum de $1,42 \cdot 10^{18} \text{ km}^3$. Distanța medie dintre soare și pământ este considerată unitate de măsură în astronomie și are valoarea de 149 450 000 km (orbita pământului este eliptică și distanța maximă, periheliu, se atinge la 4 iulie și este de $1,58 \cdot 10^8 \text{ km}$ iar distanța minimă, afeliu, la 2 ianuarie, $1,47 \cdot 10^8 \text{ km}$). Distanța de la pământ la soare este parcursă de radiația luminoasă în aproximativ 8 minute. Unghiul sub care se vede soarele de pe pământ variază $32^\circ 36''$ în ianuarie la $31^\circ 32''$ în iunie. Densitatea medie a materiei din care este alcătuit soarele este de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$. Soarele execută o mișcare de rotație în jurul axei proprii cu o perioadă de 25 de zile terestre.

Unele din caracteristicile soarelui sunt prezentate în tabelul 3.1.

Rază	696 000 Km = 109 raze terestre
Volum	$1,412 \times 10^{33} \text{ cm}^3$
Masă	$1,991 \times 10^{33} \text{ g}$
Densitate medie	$1,410 \text{ g cm}^{-3}$
Luminozitate	$3,86 \times 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$
Distanța Pământ Soare	$1,496 \times 10^{13} \text{ cm} = 214,9 \text{ Rs}$

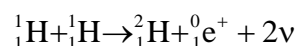
Tabelul 3.1. Caracteristici fizice ale soarelui.

Interiorul solar are patru zone:

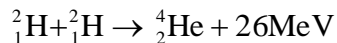
- Miezul – sediul producerii reacțiilor termonucleare
- Zona radiativă – transportul radiativ al energiei
- Tahoclina – stratul subțire unde se formează câmpul magnetic prin acțiunea dinamului solar
 - Zona convectivă – energia și câmpul magnetic sunt aduse la suprafața astrului

În urma reacțiilor nucleare de transformare a hidrogenului în heliu, care au loc în soare la temperaturi în jur de $20\,000\,000 \text{ }^\circ\text{C}$, se degajă în mod continuu în spațiul cosmic un flux de energie radiantă de $36,8 \cdot 10^{25} \text{ J/s}$.

Reacțiile nucleare cele mai simple, posibile în soare privesc fuziunea a doi protoni cu formarea hidrogenului greu și degajarea unui pozitron și a doi neutrino:



precum și fuziunea a doi deuteroni cu formare de heliu:



Temperatura în zonele centrale este cuprinsă între 8 și 40 milioane grade Celsius iar la suprafață de aproximativ 6 000°C. În interior are loc reacția de fuziune a 4 protoni cu formarea unui nucleu de heliu, cu degajarea energiei corespunzătoare diferenței de masă dintre cei 4 protoni și masa nucleului de heliu, adică $36,8 \cdot 10^{25}$ J/s, energie ce ajunge la suprafață și este radiată în exterior printr-un ansamblu foarte complicat de procese radiative și convective, cu succesiuni de emisii și absorbții de radiație. Se consideră că în zona centrală principalele radiații sunt razele X și razele γ . În figura 3.1. prezentăm o schemă simplificată a structurii soarelui.

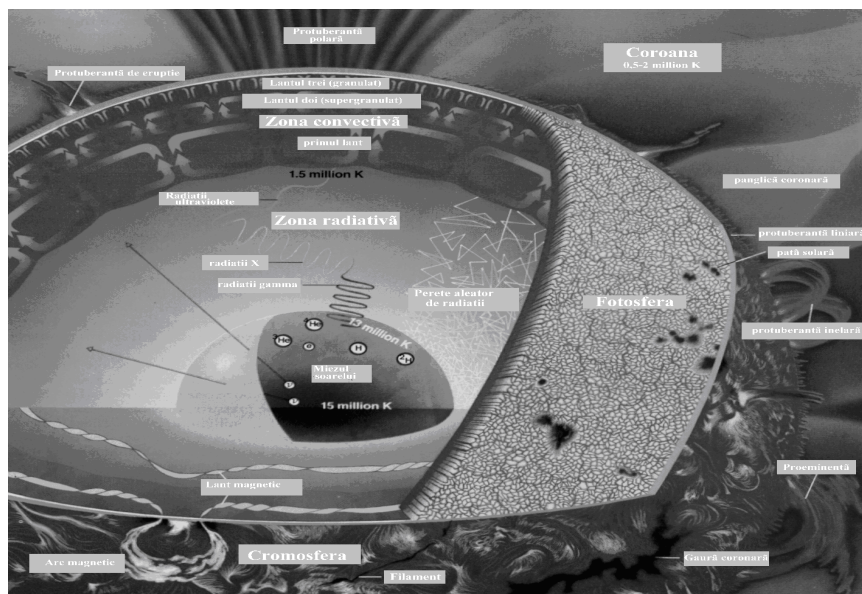


Figura 3.1. Structura soarelui.

În această zonă temperatura scade în continuare, până la 5 000 K iar densitatea ajunge la 10^{-8} g cm^{-3} . Stratul superior al zonei convective se numește fotosferă și reprezintă un amestec de gaze puternic ionizate, fiind sursa principală a celor mai multe radiații solare care se emit în spațiu. După fotosferă urmează pe o distanță de sute de km, un strat de gaze mai reci, numit și strat inversant, format din vaporii unor metale (Fe, Ti, Cr). Densitatea materiei din această regiune, ca și în cea care urmează numită cromosferă, este extrem de redusă, fiind de aproximativ 10^{-12} g/ cm^{-3} . După cromosferă, care are o adâncime de 10 000 km și care este formată dintr-un amestec de gaze cu o temperatură mai mare decât cea a fotosferei, urmează coroana solară constituită din atomi de Ca, Fe și Ni aflați într-un stadiu înalt de ionizare (atomi fără 10-16 electroni) în care temperatura ajunge la 10^6 K și densitatea este de asemenea foarte scăzută.

Cantitatea de energie care vine de la soare și cade, în unitatea de timp, pe o unitate de suprafață dispusă perpendicular pe direcția fluxului razelor solare aflată la distanța de o unitate astronomică (149 450 000 km) față de centrul soarelui se numește **constantă solară**, q , și are valoarea de 1353 W/m^2 sau $8,12 \text{ J cm}^{-2}\text{min}^{-1}$.

CONSTANTA SOLARA este, prin definiție, cantitatea de energie pe care o primește într-un minut, de la Soare, o suprafață plană de 1 cm^2 așezată la distanța medie Soare - Pământ, perpendicular pe direcția razelor solare.

Problema determinării constantei solare prin observații (măsurători) face obiectul unei discipline numită **actinometrie**; instrumentele utilizate în acest scop se numesc **actinometre**, figura 3.2.

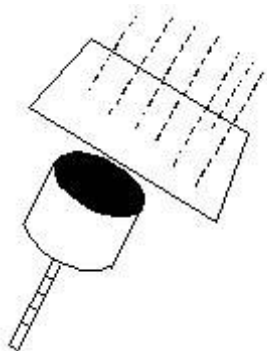


Figura 3.2. Actinometru Pouillet

Cel mai simplu astfel de instrument este actinometrul lui Pouillet; el constă dintr-o cutie cilindrică etanșă de tablă, având una din bazele exterioare vopsită cu negru de fum. În interiorul cutiei se pune apă distilată și rezervorul unui termometru cu mercur, al cărui tub iese din cutie prin cea de a doua bază.

La începutul determinării, instrumentul este protejat un timp de razele solare cu ajutorul unui ecran opac; după stabilizarea temperaturii, se citește t_0 (care va fi aceea a aerului înconjurător). Se înlătură apoi ecranul, se orientează baza neagră perpendicular pe direcția spre Soare (reducând la minimum aria umbrei lăsate de actinometru) și se lasă ca razele solare să ilumineze fața înnegrită. După t minute, timp în care temperatura apei a crescut vizibil, se citește această temperatură, t_1 .

Dacă notăm cu A aria bazei înnegrite (exprimată în cm^2), cu M masa apei din cutie (exprimată în grame) și cu q constanta solară, putem scrie o relație calorimetrică simplă, care exprimă faptul că energia absorbită de actinometru prin baza sa în intervalul dat de timp (τ) este egală cu variația energiei calorice a masei de apă din aparat:

$$A \cdot \tau \cdot q = M(t_1 - t_0)$$

Din care rezultă constanta solară q :

$$q = \frac{M(t_1 - t_0)}{A \cdot \tau}$$

Evident, pentru a obține o determinare foarte precisă, calculul constantei solare va fi ceva mai complicat, deoarece trebuie să se țină seama de pierderea de căldură din actinometru, precum și de absorbția de către actinometru a radiației din atmosferă. De asemenea, este evident că măsurătorile ar trebui să fie efectuate la o înălțime cât mai mare, eventual în afara atmosferei.

Cele mai sigure determinări ale constantei solare au dat valoare $1,97 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$.

Consecințele cunoașterii constantei solare

Să notăm cu a distanța de la Soare la Pământ; dacă știm constanta solară q , atunci putem calcula imediat câtă energie radiantă ajunge într-un minut în tot în spațiu, la distanța a de la Soare. Deoarece punctele la care ne referim se află pe o sferă de rază a , cu centrul în centrul Soarelui, energia care traversează întreaga sferă de rază a într-un minut este:

$$E = 4 \cdot \pi \cdot a^2 \cdot q \quad (1)$$

Toată această energie își afla sursa în Soare; ea reprezintă, de fapt, cantitatea de energie emisă în spațiu de Soare într-un minut. Dar, pentru a cunoaște efectiv valoarea acestei energii, trebuie să cunoaștem valoarea distanței a de la Soare la Pământ.

Energia E este produsă de Soare într-un minut și emisă în spațiu de suprafața sa, o sferă, de rază R_s cu suprafață $4\pi R_s^2$

În consecință, cantitatea de energie radiată emisă în unitatea de timp de unitatea de suprafață a Soarelui este dată de relația:

$$E_u = \frac{E}{S_s} = \frac{E}{4\pi R_s^2} = \frac{4\pi a^2 q}{4\pi R_s^2} = q \left(\frac{a}{R_s} \right)^2 \quad (2)$$

Dar, pe de altă parte, legea lui Stefan-Boltzmann arată că energia totală radiată în unitatea de timp de unitatea de suprafață a unui corp negru este, funcție de temperatura efectivă (absolută) a acestuia:

$$E_u = \sigma \cdot T^4 \text{ unde } \sigma = 5,6698 \cdot 10^{-5} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

Prin urmare, cunoașterea acestei mărimi (E_u) ar permite ca, uzând de legea lui Stefan-Boltzmann, să evaluăm temperatura suprafeței solare, parametru de stare care ar constitui, evident, un punct de pornire pentru orice încercare de a cunoaște fizica Soarelui.

Din păcate, ca și în cazul relației (1), și aici nu cunoaștem decât constanta solară!

Între relațiile (1) și (2) există o deosebire importantă; se poate remarca faptul că în relația (2) apare, de fapt, pătratul raportului dintre distanța Soare - Pământ și raza Soarelui. Ori, notate acolo cu d și r , cele două mărimi apar și în relația de determinare a diametrului unghiular al soarelui.

În consecință, raportul a/R_s rezultă imediat exprimat în funcție de semi-diametrul unghiular al Soarelui:

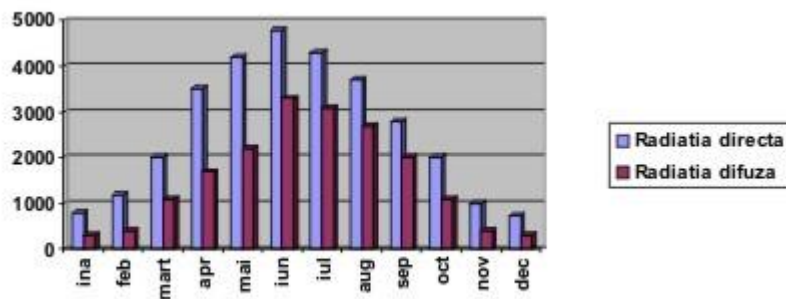
$$\frac{a}{R_s} = \frac{206265}{u_s/2} \text{ în care } u_s \text{ este diametrul unghiular al soarelui.}$$

Prin urmare, pentru cantitatea de energie emisă de unitatea de suprafață a Soarelui în unitatea de timp găsim:

$$E_u = \left(\frac{206265}{u_s/2} \right)^2$$

de unde derivă un rezultat substanțial: determinarea temperaturii suprafeței Soarelui este posibilă pe baza a două măsurători elementare: a constantei solare și a diametrului unghiular al Soarelui.

Măsurători foarte precise au condus la concluzia că nici un fenomen de pe suprafața soarelui nu influențează valoarea acestei constante cu mai mult de $\pm 1,5\%$. Este evident faptul că datorită variației în timpul anului a distanței pământ – soare fluxul integral de energie a radiației solare extraterestre, notat cu E_{et} , va depinde



într-o oarecare măsură această distanță și va varia de la o lună la alta ca în figura 3.3.

Figura 3.3. Variația radiației solare cu timpul pe parcursul unui an.

Această variație reprezintă aproximativ $\pm 3\%$ din valoarea constantei solare ($q=1353 \text{ W m}^{-2}$). Unii autori denumesc mărimea q_{et} densitate de putere radiantă, ea fiind echivalentă cu energia care cade pe 1 m^2 de suprafață extraterestră expusă normal pe direcția luminii solare în timp de o secundă, în cursul mișcării pământului în jurul soarelui. Se constată că această valoare este maximă în luna ianuarie când pământul se află cel mai aproape de soare, iar valoarea minimă este atinsă în iulie, când pământul este la cea mai mare distanță de soare.

Este important de arătat și distribuția intensității de radiație $I_\lambda = q/\lambda \text{ (W cm}^{-2} \mu\text{m)}$, prezentată în figura 3.4.

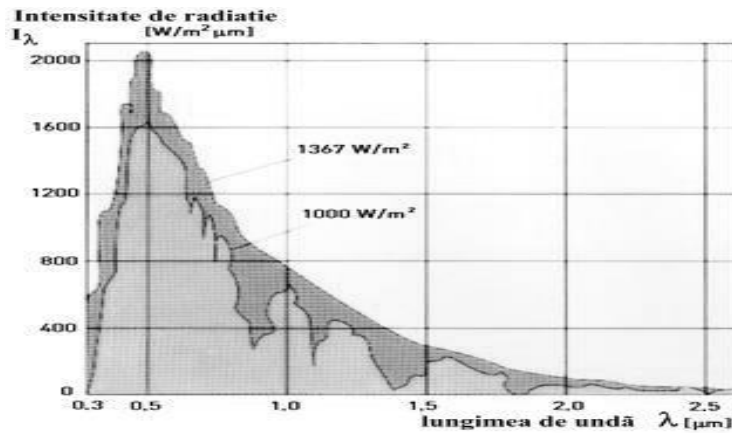


Figura 3.4. Distribuția de energie, în termeni I_λ , funcție de λ , corespunzătoare constantei solare q .

În teoria fizicii cuantice, radiația este un flux de particule, numite fotoni, care se propagă cu viteza luminii și sunt caracterizați de energia $h\nu$: în care $h=6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ numită constanta lui Plank și ν este frecvența radiației măsurată în s^{-1} . Pentru cele mai multe aplicații energetice solare, din întreg spectrul de radiații posibile, interesează în mod special radiația termică. Aceasta este emisă de corpurile aflate la o

temperatură mai mare de 0 K . Spectrul radiației electromagnetice este împărțit în diverse zone cu anumite lungimi de undă, figura 3.5.

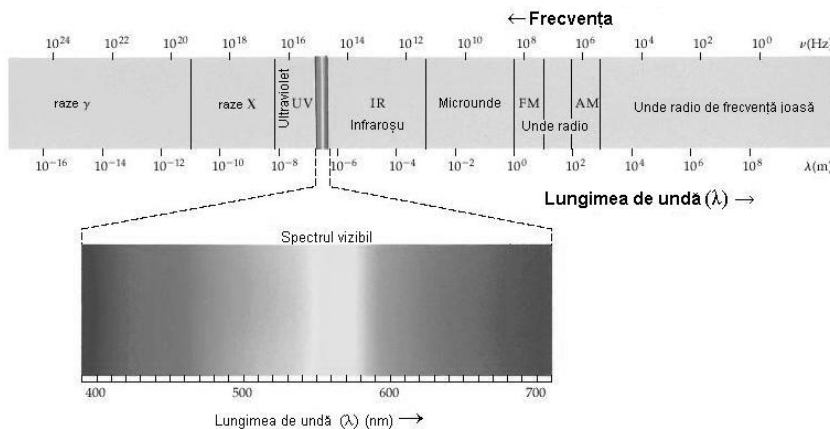


Figura 3.5. Spectrul radiației electromagnetice.

Radiația termică emisă de un corp aflat la temperatura T este de obicei distribuită pe un anumit domeniu de lungimi de undă $\Delta\lambda=0,2-100 \mu\text{m}$. Radiația termică ce poate avea aplicații în domeniul energiei solare se plasează între ultraviolet și infraroșu apropiat adică între lungimile de undă de $0,2-5 \mu\text{m}$. Energia solară din afara atmosferei conține cea mai mare parte din energia sa în domeniul lungimilor de undă de $0,2-4 \mu\text{m}$ în timp ce energia care ajunge la sol este cuprinsă în domeniul $0,29-3 \mu\text{m}$.

Radiația solară la suprafața pământului.

Din fluxul integral de energie radiantă care vine permanent de la soare pe pământ și care are o valoarea constantei solare de $q=1353 \text{ Wm}^{-2}$ pe terra ajunge cu o valoare mai mică $q=0,8-0,9 \text{ Wm}^{-2}$, mărime ce nu este constantă și depinde de factori geofizici și meteorologici. Energia E care ajunge pe pământ depinde de următorii factori: latitudine, altitudine, sezon, zi, oră, cantitate de praf și vapori de apă din atmosferă. Spre exemplu, la nivelul mării, la tropice, la ora 12, densitatea de putere radiantă este de $1,06 \text{ Wm}^{-2}$ iar pe timp noros aceasta scade la $0,1 \text{ Wm}^{-2}$, adică de 10 ori mai mică. Valoarea lui q depinde și de masa de aer pe care o străbat radiațiile solare, adică de lungimea drumului parcurs de radiație prin atmosfera terestră, care depinde la rândul ei de poziția soarelui față de locul de atingere al suprafeței pământului, adică practic de oră, de poziția locului de pe meridian și de masa de aer.

S-a constatat că efectul dispersiei atmosferice asupra spectrului radiației solare constă în reducerea zonei ultraviolete și a zonei albastre din spectru. Vaporii de apă și CO_2 absorb radiațiile din domeniu roșu și infraroșu al spectrului. În straturile superioare ale atmosferei stratul de ozon absoarbe radiațiile ultraviolete.

În tabelul 3.3. sunt prezentate câteva valori ale unor parametri energetici ai energiei solare.

Nr.crt.	Poziția și condițiile meteo	q (kW cm^{-2})	Nr. de fotoni ($\text{cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$)	Energia medie pe foton (eV)
1	În afara atmosferei	1,353	$5,8 \cdot 10^{17}$	1,48
2	La nivelul mării soarele la zenit	1,06	$5,0 \cdot 10^{17}$	1,32
3	La nivelul mării soarele la 20° deasupra orizontului	0,75	$3,9 \cdot 10^{17}$	1,20
4	La nivelul mării soarele la 20° și aer umed	0,60	$3,0 \cdot 10^{17}$	1,18
5	La nivelul mării, cer noros, soarele la zenit	0,10	$0,5 \cdot 10^{17}$	1,44

Tabelul 3.3. Influența unor factori asupra densității de putere radiantă.

În figura 3.6. este prezentată harta distribuției energiei solare în kWh m^{-2} la nivel mondial.

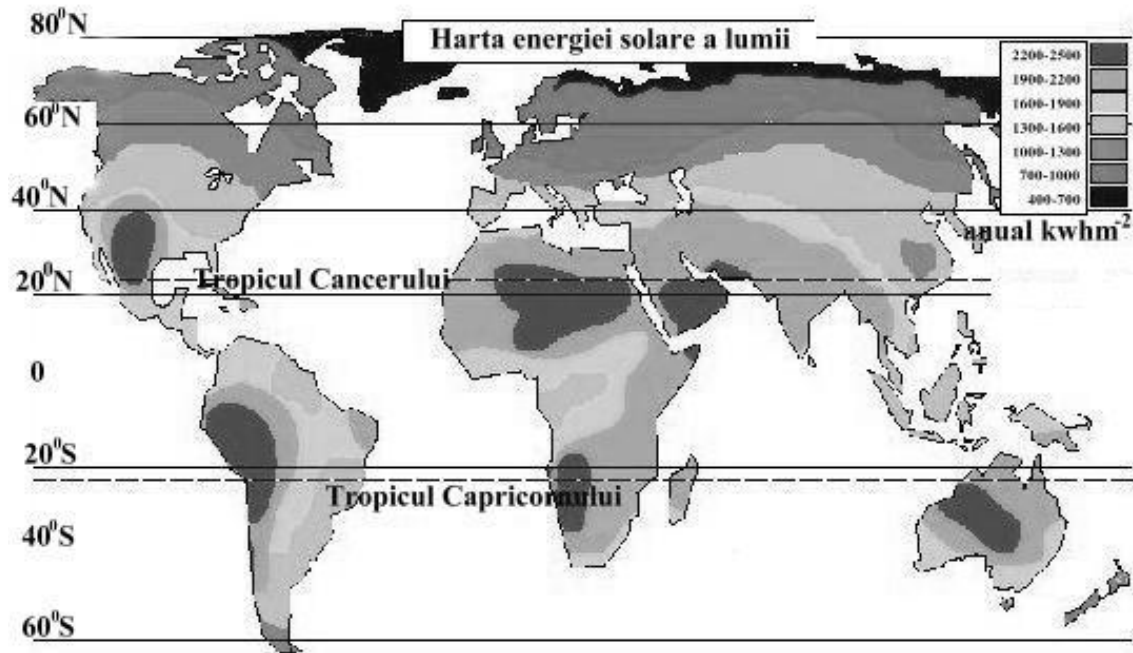


Figura 3.6. Distribuția energiei solare la nivel mondial.

Influența factorilor meteorologici asupra caracteristicilor radiației solare în țara noastră.

Factorii meteorologici cei mai importanți care au o influență deosebită asupra radiației solare la sol sunt: transparența atmosferei, nebulozitatea și tipul norilor, grosimea și poziția lor. Nebulozitatea și tipul norilor pot diminua în unele zile cu până la 90% cantitatea de energie solară ce ajunge la sol. Pentru a scoate în evidență diverse corelații existente între radiația la sol și factorul meteorologic care o influențează este necesar cunoașterea următorilor parametri:

- Durata efectivă de strălucire a soarelui
- Numărul mediu al zilelor însorite
- Distribuția densității zilnice, lunare și pe anotimp a puterii radiante solare în diverse zone ale țării.

Există o bună bază de date referitor la influența gradului de acoperire cu nori, în diferite orașe ale țării, asupra fluctuației lunare a densității puterii radiante solare directe, precum și a altor parametri referitor la energia solară pe teritoriul României. O acoperire cu nori groși a cerului poate conduce la o diminuare a radiației solare directe de până la $0,04 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Cea mai mare valoare a puterii radiante directe s-a măsurat la Constanța în luna iunie, ea fiind de $6,6044 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Valorile maxime a ale densității de putere radiantă directă sunt mai mari primăvara decât toamna ca urmare a opacității mai scăzute a atmosferei care la rândul ei se datorează curățirii aerului atmosferic în perioada de iarnă prin precipitații. În zona orașului

Timișoara, datorită unei opacități sporite a atmosferei locale, se înregistrează valorile cele mai mici ale densității puterii radiante directe.

Norii și atmosfera preiau o parte din fluxul radiației solare pe care îl difuzează spre sol sub formă de radiație difuză. Ca urmare, chiar în cazul cerului acoperit cu nori, Pământul primește o parte din energia solară, densitatea de putere radiantă putând ajunge la $2,51 \text{ J cm}^{-2}$; prin însumarea radiației directe și difuze se obține radiația totală. Institutul Național de meteorologie și Hidrologie, INMN, efectuează periodic măsurători și calcule privind: durata efectivă de strălucire a soarelui, numărul mediu al zilelor însorite, distribuția densității zilnice, lunare și pe anotimp a puterii radiante solare în toate zonele țării. O hartă a energiei solare a României este prezentată în figura 3.7.

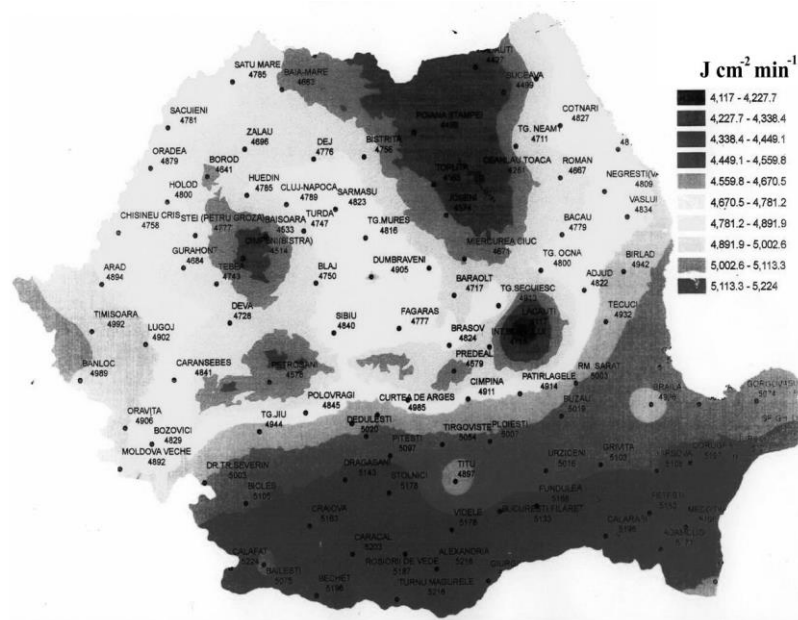


Figura 3.7. Harta densității de energie solară a României (valori medii multianuale)

Este foarte important să avem cunoștință de toate datele statistice ale parametrilor mai sus menționați atunci când se pune problema valorificării energiei solare.

Valorile cele mai mari ale densității zilnice a radiației solare se regăsesc în lunile de vară iar cele mai mici în lunile de iarnă datorită influenței determinante a înălțimii soarelui. Pentru cerul senin densitatea zilnică din lunile de vară este în jur de $3 \text{ 000 J cm}^{-2} \text{ zi}^{-1}$. la toate stațiile meteorologice din țară iar valoarea medie pentru toate zilele, indiferent de condițiile atmosferice este de $2 \text{ 100 J cm}^{-2} \text{ zi}^{-1}$. Valorile densității de radiație globală sunt mai mari primăvara decât toamna cu aproximativ 50% la toate stațiile meteorologice din țară consecință a influenței exercitate de opacitatea atmosferei. Vara, radiația solară globală este de 4,5 ori

mai mare decât iarna, datorită variației unghiului de incidență a razelor solare de la un anotimp la altul și creșterea nebulozității. Pentru a avea o imagine de ansamblu a influenței factorului meteorologic precum și a latitudinii, altitudinii și reliefului asupra valorii densității de putere radiantă solară este utilă cunoașterea valorilor radiației globale primite pe unitatea de suprafață în decurs de o zi, o lună, un anotimp sau un an în diferite zone geografice. În acest sens se întocmesc hărți anotimpuale și anuale pe care se trasează curbe de aceeași densitate a radiației solare.

Durata de strălucire a soarelui, numită și ***durată de insolație***, reprezintă factorul principal de caracterizare a ***gradului de însorire*** a unui punct sau a unei zone. Ea indică durata de timp dintr-o zi, lună sau an, cât soarele a fost prezent pe cer. Se utilizează două forme ale acestei mărimi durata efectivă și durata relativă. Durata efectivă de strălucire a soarelui reprezintă numărul de ore în care soarele a strălucit pe cer, exprimat în ore și zecimi de oră. Durata relativă sau fracția de insolație, reprezintă raportul dintre durata efectivă și durata posibilă, stabilită prin durata zilei luminoase care este determinată de poziția Pământului față de Soare, ca urmare a mișcării sale de rotație și revoluție. Se exprimă sub formă de fracție zecimală sau procentuală. Este evident, cu cât durata efectivă zilnică, lunară sau anuală de strălucire a Soarelui este mai mare cu atât cantitatea de energie radiantă primită pe sol este mai mare. Distribuția valorilor duratei efective de insolație pune în evidență zonele cele mai însorite din timpul anului: Delta Dunării (care în partea estică depășește 2400 de ore), litoralul Mării Negre (cu peste 2300 de ore), Câmpia Română (cu peste 2200 de ore). Regiunile de șes se deosebesc între ele ca urmare a influenței circulației curenților de aer, determinată și de relieful muntos învecinat. Valorile mai reduse ale duratei de insolație în zonele montane și submontane se datorează nebulozității crescute, caracterizată printr-o frecvență mare a numărului de zile cu ceață și cer noros sau acoperit. Foarte importantă este și noțiunea de zi cu cer senin, respectiv numărul mediu al zilelor cu cer senin. Prin zi cu cer senin se definește ziua în care soarele strălucește de la răsărit până la apus pe un cer complet degajat de nori. Nebulozitatea este singurul factor care stabilește numărul de zile senine într-o perioadă de timp. În tabelul 3.4. se prezintă numărul mediu lunar de zile senine pentru 6 orașe din țară.

Stația	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai.	Iun.	Iul.	Aug.	Sep.	Oct.	Noe.	Dec.
Buc.	75,9	97,9	143,4	185,4	231,8	281,8	322,4	309,1	236,0	191,4	84,4	58,9
Const	86,3	97,0	131,0	183,8	241,7	294,2	344,7	324,4	245,8	173,8	89,9	71,0
Cluj	65,6	86,6	159,2	177,7	219,4	273,6	280,1	266,7	209,4	169,3	77,6	50,6
Iași	73,1	74,8	133,7	176,8	231,4	268,9	294,5	279,6	209,8	148,8	70,0	56,9
Timiș	64,6	83,4	150,3	182,9	230,2	250,3	295,3	283,9	229,7	174,7	75,0	60,1
Sulina	85,8	98,1	157,4	208,7	276,6	319,6	362,6	343,0	364,5	210,5	98,9	56,5

Tabelul 3.4. Valorile medii lunare ale duratei efective de strălucire a soarelui în ore.

În general numărul mediu al zilelor cu cer senin nu depășesc 50% din totalul zilelor unei luni, cu excepția zonelor din Delta Dunării și a litoralului, unde se ajunge și la 75% în luna august. La stațiile de munte, numărul zilelor cu cer senin iarna și toamna îl depășesc pe cel din primăvară și vară.

Concluzii privind influența factorilor meteorologici asupra radiației solare.

Așa cum s-a mai menționat, gradul de opacitate al atmosferei influențează în mod fundamental valoarea densității puterii radiante solare. O absorbție importantă a razelor solare este exercitată în zona ecuatorială de vaporii de apă din atmosferă iar deasupra deșerturilor și a stepelor continentale de pulberile din aer. Cele mai transparente mase de aer pentru radiațiile solare sunt cele continentale arctice și antarctice în regim anticiclonic.

În cursul anului, intensitatea radiației solare directe suferă oscilații funcție de înălțimea soarelui deasupra orizontului și de caracteristicile maselor de aer care acoperă regiunea respectivă. Se constată o influență destul de redusă a anotimpului (deci a înălțimii soarelui deasupra orizontului) asupra valorilor maxime care se ating în toate anotimpurile după ora 12. Valoarea maximă a densității medii anotimpuale se înregistrează primăvara deoarece transparența atmosferei este cea mai mare în acest anotimp ca urmare a purificării aerului în timpul iernii. Iarna, de exemplu la București, durata din zi cu radiații directe este redusă iar valorile maxime ale densității medii lunare se ating la ora 12 și anume $4,97 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ în decembrie, $4,81 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ în ianuarie, $5,35 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ în februarie, Vara durata diurnă a radiațiilor solare directe crește iar intensitatea maximă se înregistrează la orele 14. În luna iulie valoarea maximă de densității medii lunare a radiației solare este de $6,10 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. În privința radiației difuze, la București, se poate ajunge până la valori maxime de $3,01 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ în luna iulie. Intensitatea radiațiilor difuze este mai mare iarna în cazul prezenței stratului de zăpadă strălucitor, care reflectă puternic radiațiile solare incidente.

Caracterizarea regimului de radiație solară al fiecărei regiuni geografice se face în funcție de mai multe criterii dintre care cele mai importante sunt:

- **amplitudinea radiației** care reprezintă raportul dintre densitatea maximă a radiației din regiunea respectivă și densitatea maximă medie pe pământ ($96,14 \text{ J cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$). Din acest punct de vedere regiunile geografice sunt clasificate în 10 grupe fiecare având un interval de 10 puncte procentuale din radiația lunară maximă (prima corespunde unei radiații lunare maxime de 90-100 din radiația lunară maximă iar a 10-a corespunde unei radiații de 0-10% din radiația lunară maximă).

- **fluctuația radiației** care reprezintă diferența dintre valorile medii ale radiației lunare maxime și minime. Și din acest punct de vedere, regiunile geografice sunt clasificate în 10 categorii cu indici de la 1 la 10, indici mici fiind atribuiți fluctuațiilor mici.

România după amplitudinea radiației se găsește în grupa a 3-a, deci cu intensității de radiații solare relativ mari. Din punct de vedere al fluctuațiilor regiunile României aparțin tot grupei 3, adică se caracterizează prin fluctuații într-o gamă destul de largă dar nu extreme. Trebuie să menționăm că datorită mișcării diurne aparente a soarelui pe bolta cerească, razele solare cad pe pământ sub un anumit unghi care diferă de la un loc la altul, de la o oră la alta precum și de la un anotimp la altul. Pentru a capta radiațiile solare în cantitate cât mai mare este necesară cunoașterea acestei mișcări pentru a stabili poziția optimă de înclinare a captatorului solar față de orizontala locului. În raport de orice loc de pe pământ, soarele răsare de la este, străbate bolta cerească cu o viteză de 15° h^{-1} și apune la vest. În fiecare zi soarele atinge altitudinea maximă la amiază, în funcție de anotimp. Datorită înclinației axei pământului cu $23,5^\circ$ în emisfera nordică, maxima altitudinii solare este atinsă pe 21 iulie iar minima pe 21 decembrie. În conformitate cu acestea, ziua lumină este mai lungă vara decât iarna. Majoritatea hărților referitoare la radiația solară, indică intensitatea difuză și perpendiculară care cade pe suprafața orizontală fixă.

Regiunile cuprinse între 15° și 35° latitudine, de ambele părți ale ecuatorului, primesc cea mai mare cantitate de energie solară cu media minimă a radiației de 2100 J zi^{-1} . Centura ecuatorială cuprinsă între 15° latitudine nordică și 15° latitudine sudică primește între 1250 și 2100 J zi^{-1} în tot timpul anului. Între 35° și 45° latitudine nordică și sudică, radiația poate atinge între 1600 și 2100 J zi^{-1} în timpul verii dar în timpul iernii aceasta scade chiar și cu 90%. Regiunile de la nord de paralela de 45° primesc cea mai redusă cantitate de energie solară pe parcursul anului.