

2. ENERGIA SOLARĂ

2.1. PARTICULARITĂȚI ALE ENERGIEI SOLARE

2.1.1. Considerații privind radiația solară

Soarele reprezintă sursa de energie a Pământului, contribuind la menținerea temperaturii planetei mult peste valoarea de aproape 0K, întâlnită în spațiul interplanetar și este singura sursă de energie capabilă să întrețină viața pe Pământ.

Soarele reprezintă practic o sursă inepuizabilă de energie, estimându-se o durată a existenței radiației solare de încă aproximativ 4...5 miliarde a ani.

Pentru studiul radiației solare, este important să fie definite câteva mărimi importante.

Constanta solară reprezintă fluxul de energie termică unitară primită de la Soare, măsurată în straturile superioare ale atmosferei terestre, perpendicular pe direcția razelor solare. Valoarea general acceptată pentru constanta solară este de aproximativ 1350 W/m^2 , reprezentând o valoare medie anuală, măsurată cu ajutorul sateliților de cercetare științifică.

Atmosfera terestră și suprafața Pământului interacționează cu radiația solară, producând o serie de transformări ale acesteia, așa cum se observă în figura 2.1.

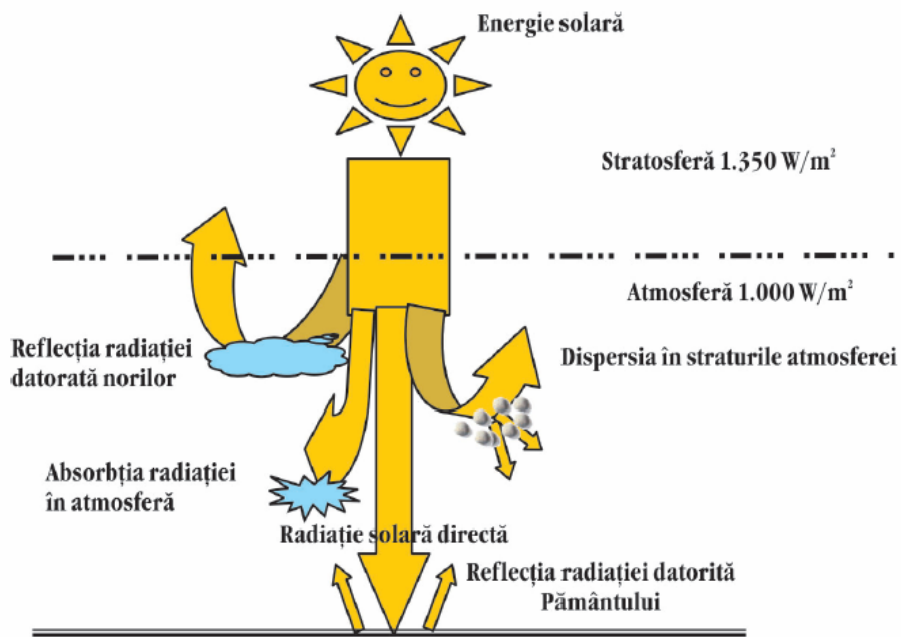


Fig. 2.1. Schema interacțiunilor dintre energia solară și atmosfera, respectiv suprafața terestră: Rev. Tehnica Instalațiilor nr. 5/2003

Fluxul de energie radiantă solară, care ajunge la suprafața Pământului este mai mic decât constanta solară, deoarece în timp ce traversează atmosfera terestră, cu o grosime de peste 50 km, intensitatea radiației solare este redusă treptat.

Mecanismele prin care se modifică intensitatea radiației solare, la traversarea atmosferei, sunt absorbția și difuzia.

În atmosferă este absorbită (reținută, filtrată) aproape total radiația X și o parte din radiația ultravioletă. Vaporii de apă, bioxidul de carbon și alte gaze existente în atmosferă, contribuie la absorbția radiației solare de către atmosferă.

Radiația absorbită este în general transformată în căldură, iar radiația difuză astfel obținută este retrimisă în toate direcțiile în atmosferă.

Prin aceste procese, atmosfera se încălzește și produce la rândul ei, o radiație cu lungime de undă mare, denumită radiație atmosferică.

În plus, fața de cele două mecanisme de modificare a intensității radiației solare, o parte din radiația solară este reflectată de atmosfera terestră, sau de unele componente ale sale (moleculele de aer și anumite categorii de nori). Prin reflectare, o parte din radiația solară este disipată, mecanismul acestui proces fiind denumit difuzie Rayleigh, iar acest fenomen reprezintă radiația bolzii cerești.

Radiația globală ajunsă de la Soare, pe o suprafață orizontală la nivelul solului într-o zi senină, reprezintă suma dintre radiația directă și radiația difuză.

Radiația solară directă depinde de orientarea suprafeței receptoare.

Radiația solară difuză poate fi considerată aceeași, indiferent de orientarea suprafeței receptoare, chiar dacă în realitate există mici diferențe.

Figura 2.2 prezintă proporția dintre radiația difuză și radiația directă, în radiația globală. Este interesant de remarcat că radiația difuză prezintă o pondere mai mare decât radiația directă.

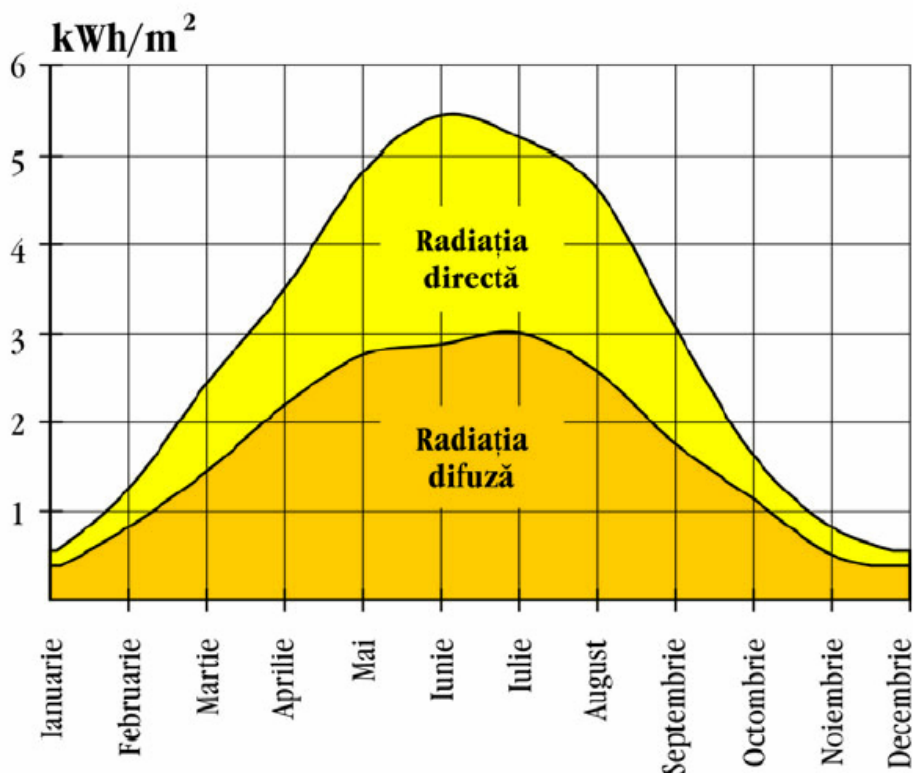


Fig. 2.2. Raportul dintre radiația difuză și radiația directă
Rev. Tehnica Instalațiilor nr. 5/2003

Energia termică unitară primită de la Soare, măsurată la nivelul suprafeței Pământului, perpendicular pe direcția razelor solare, pentru condițiile în care cerul este perfect senin și lipsit de poluare, în zonele Europei de Vest, Europei Centrale și Europei de Est, în jurul prânzului, poate asigura maxim 1000 W/m^2 . Această valoare reprezintă suma dintre radiația directă și difuză.

Radiația solară 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 Pământ – Soare (aproximativ 149 milioane km pe o traiectorie eliptică, ușor excentrică.);

Latitudinea geografică.

În figura 2.3 este reprezentată variația densității radiației solare în funcție de înălțimea Soarelui, adică unghiul format de direcția razelor solare cu planul orizontal, pentru diferite situații atmosferice.

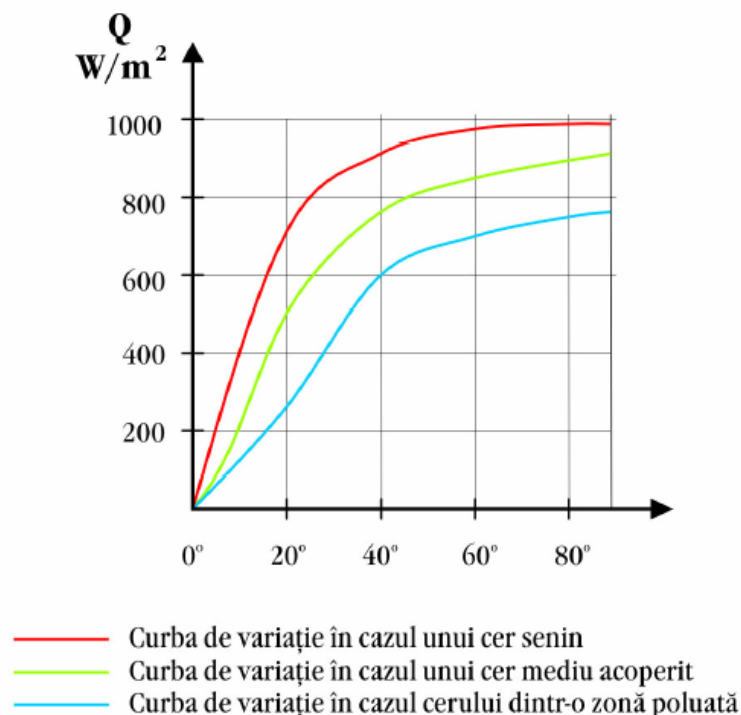


Fig. 2.3. Variația radiației solare în funcție de direcția razelor solare, pentru diferite situații atmosferice: Rev. Tehnica Instalațiilor nr. 5/2004

Potențialul de utilizare a energiei solare în România, este relativ important, așa cum se observă în figurile 2.4 și 2.5, care reprezintă hărți ale radiației solare globale. Există zone în care fluxul energetic solar anual, ajunge până la 1450...1600kWh/m²/an, în zona Litoralului Mării Negre și Dobrogea ca și în majoritatea zonelor sudice. În majoritatea regiunilor țării, fluxul energetic solar anual, depășește 1250...1350kWh/m²/an.

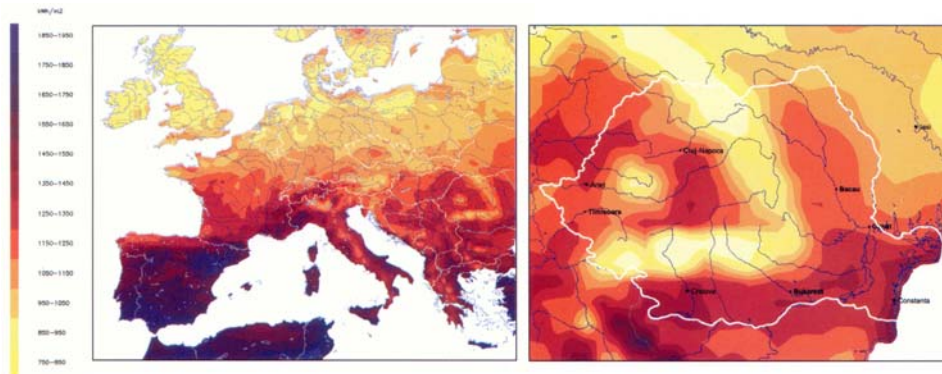


Fig. 2.4. Harta intensității radiației solare în Europa și România

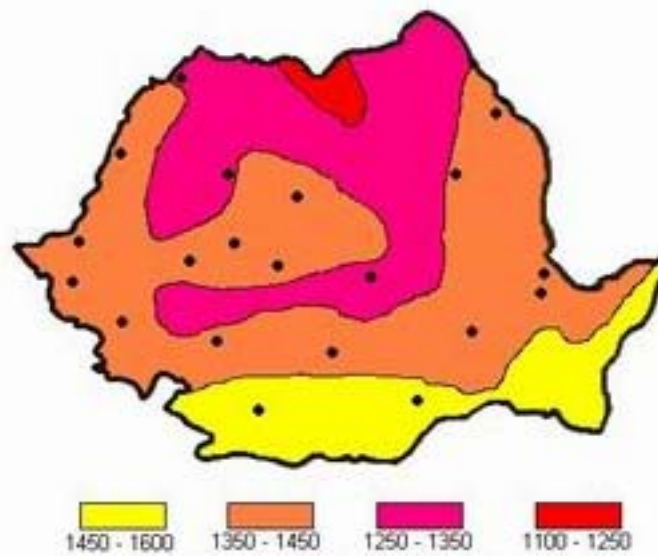


Fig. 2.5. Harta schematică a radiației solare în România
Rev. Tehnica Instalațiilor nr. 5/2003

Gradul mediu de însorire, diferă de la o lună la alta și chiar de la o zi la alta, în aceeași localitate și cu atât mai mult de la o localitate la alta. În figura 2.6, este prezentat nivelul mediu al insolației, reprezentând cantitatea de energie solară care pătrunde în atmosferă și cade pe suprafața pământului, în localitatea București.

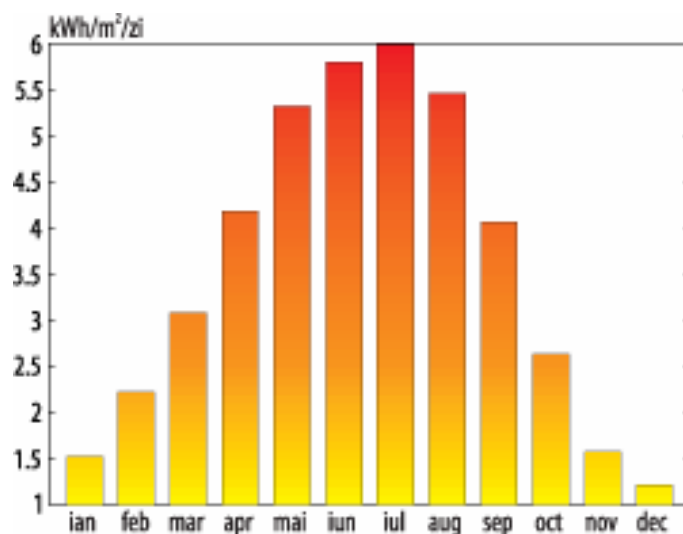


Fig. 2.6. Nivelul mediu al insolației în București
Rev. Tehnica Instalațiilor nr. 5/2003

Evident, radiația solară este distribuită neuniform pe suprafața Pământului, poziția geografică și condițiile climatice locale, având o influență deosebită pentru impactul radiației solare asupra suprafeței terestre. Câteva dintre datele statistice referitoare la radiația solară, disponibile pentru România, sunt prezentate în tabelele 1...3.

Tab. 1. Densitatea puterii radiante solare globale medii [W/m^2], pe o suprafață orizontală, în București

Ora	Felul cerului	Lunile anului											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6	S	-	-	23	72	142	184	142	69	20	-	-	-
	A	-	-	15	34	84	105	75	36	14	-	-	-
9	S	130	258	384	560	655	680	655	541	365	190	116	89
	A	65	123	191	280	378	337	380	291	182	93	65	25
12	S	280	420	639	799	881	905	681	775	611	416	296	140
	A	145	215	318	405	535	462	528	503	377	243	162	68
15	S	132	260	384	560	655	680	655	541	365	190	115	85
	A	68	130	183	296	330	342	335	295	188	101	63	24
18	S	-	-	23	72	142	184	142	69	20	-	-	-
	A	-	-	6	32	70	89	68	32	10	-	-	-

A – cer acoperit, S – cer senin

Tab. 2. Durata medie orară de strălucire a soarelui, la ora 12 (11:30 – 12:30)

Localitatea	Durata medie orară la ora 12, în luna:											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
București - Basarabi	0,39	0,39	0,49	0,61	0,62	0,71	0,79	0,82	0,77	0,68	0,46	0,36
Constanța	0,39	0,37	0,48	0,58	0,67	0,78	0,82	0,85	0,80	0,68	0,46	0,35
Cluj - Cetățuie	0,42	0,47	0,58	0,51	0,61	0,5	0,61	0,63	0,71	0,6	0,32	0,31
Iasi	0,37	0,36	0,47	0,56	0,64	0,72	0,75	0,79	0,71	0,59	0,33	0,32
Timișoara	0,36	0,4	0,57	0,57	0,66	0,68	0,75	0,77	0,71	0,65	0,39	0,37

Tab. 3. Sumele medii orare ale duratei de strălucire a Soarelui

Localitatea	Sumele medii lunare (h/lună), în luna:											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
București - Basarabi	76,6	79,8	125	183	252,2	296,6	317,8	293,4	227,3	178,1	98,7	67,5
Constanța	78,6	80,7	131,2	182,4	254,6	307,3	330,1	310,2	243,1	182,7	106	70,9
Cluj - Cetățuie	83,7	104,2	168,9	169,2	219,7	238,8	236,1	222,6	201,1	162,1	65,8	62
Iasi	71,1	73,3	127,2	173,9	229,0	259,1	272,2	264,8	205,0	154,3	71,4	55,0
Timișoara	75,5	88,6	156,9	184,8	240,3	263,6	297,3	276,4	216	175,3	83,9	53,6

2.1.2. Compoziția spectrală a radiației solare

Principalele componente ale radiației solare care ajunge pe Pamânt și participația fiecărei componente în radiația globală, din punct de vedere energetic, sunt:

- radiație ultravioletă 3%
- radiație vizibilă 42%
- radiație infraroșie 55%

Fiecărei componente a radiației, îi corespunde câte un domeniu bine definit al lungimilor de undă:

- radiație ultravioletă 0,28 - 0,38 μm (microni);
- radiație vizibilă 0,38 - 0,78 μm (microni);
- radiația infraroșie 0,78 - 2,50 μm (microni).

Contribuția energetică a radiației solare globale, în funcție de lungimea de undă, între 0,3 și 2,5 μm (microni), pentru o suprafață perpendiculară pe acea radiație, este reprezentată calitativ în figura 2.7.

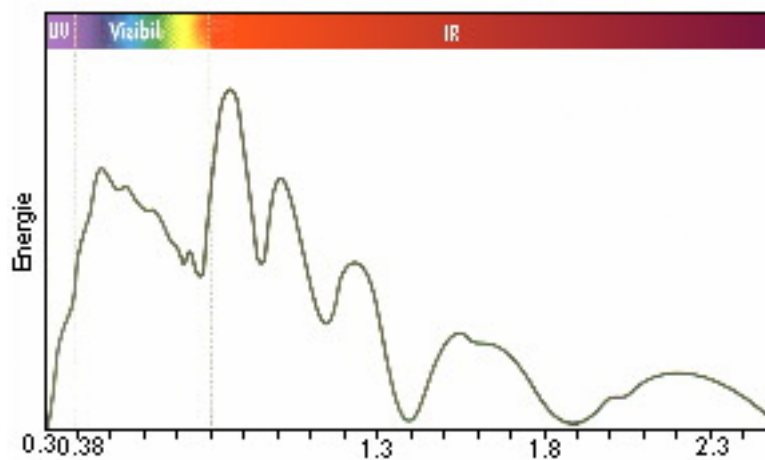


Fig. 2.7. Distribuția energiei radiației solare, în funcție de lungimea de undă (microni)
www.stgobain.ro/

Se observă că cea mai mare cantitate de energie termică se regăsește în domeniul radiației infraroșii și nu în domeniul radiației vizibile, ceea ce sugerează ideea că această radiație poate fi captată eficient și în condițiile în care cerul nu este perfect senin. Pentru realizarea acestui obiectiv, au fost realizate panourile solare cu tuburi vidate, iar pentru captarea eficientă a radiației solare, chiar și la temperaturi sub 0°C, s-au realizat panouri solare cu tuburi termice.

Panourile solare plane, mai simple din punct de vedere constructiv și deci mai ieftine, sunt mai puțin performante, din punct de vedere al capacității de a capta radiația difuză, decât panourile solare cu tuburi vidate, respectiv cu tuburi termice.

2.1.3. Captarea radiației solare

Transformarea, sau conversia energiei solare în energie termică, este realizată în captatori solari, având funcționarea bazată pe diverse principii constructive.

Indiferent de tipul captatorilor solari, pentru ca randamentul conversiei energiei solare în energie termică să fie ridicat, este important ca orientarea captatorilor spre Soare, să fie cât mai corectă.

Poziția captatorilor solari este definită prin două unghiuri și anume, *unghiul de înclinare* față de orizontală, prezentat în figura 2.8 și notat cu α , respectiv *unghiul azimutului*, reprezentând orientarea față de direcția sudului, prezentat în figura 2.9.

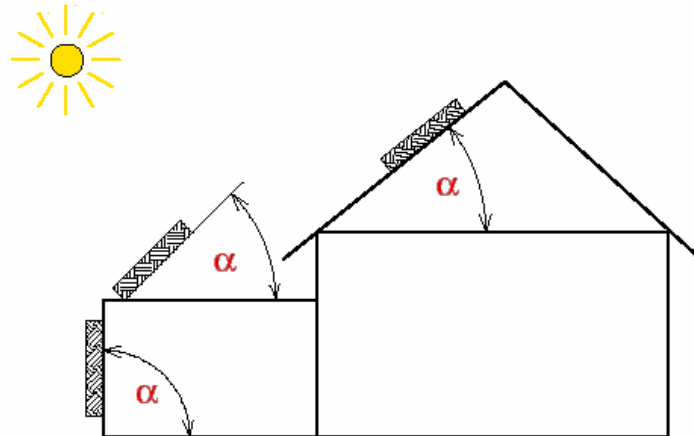


Fig. 2.8. Unghiul de înclinare a captatorilor solari față de orizontală
www.viessmann.com

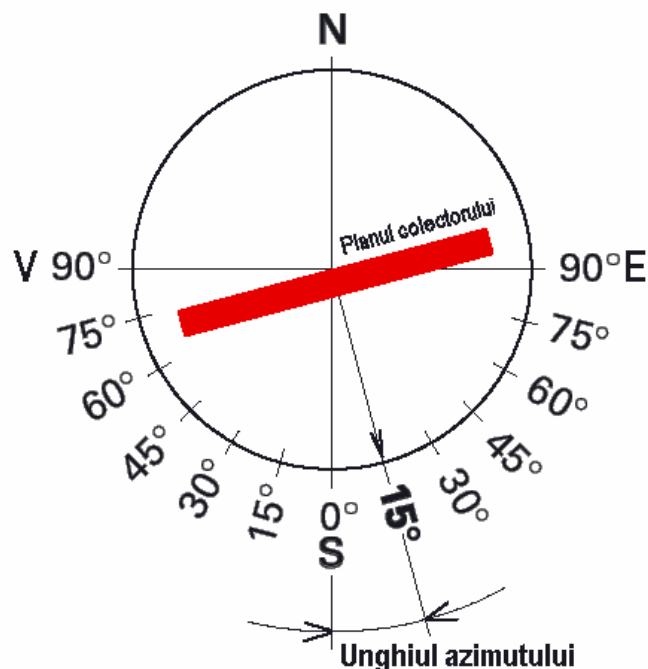


Fig. 2.9. Unghiul azimutului (orientarea față de direcția Sud)
www.viessmann.com

Figura 2.10 prezintă într-un mod sintetic, influența combinată a celor doi parametri care definesc orientarea captatorilor solari, asupra gradului de captare a energiei solare disponibile. Diagrama a fost trasată pentru Germania, dar concluziile care se pot obține cu ajutorul acesteia pot fi extrapolate pentru majoritatea țărilor din Europa, inclusiv pentru România.

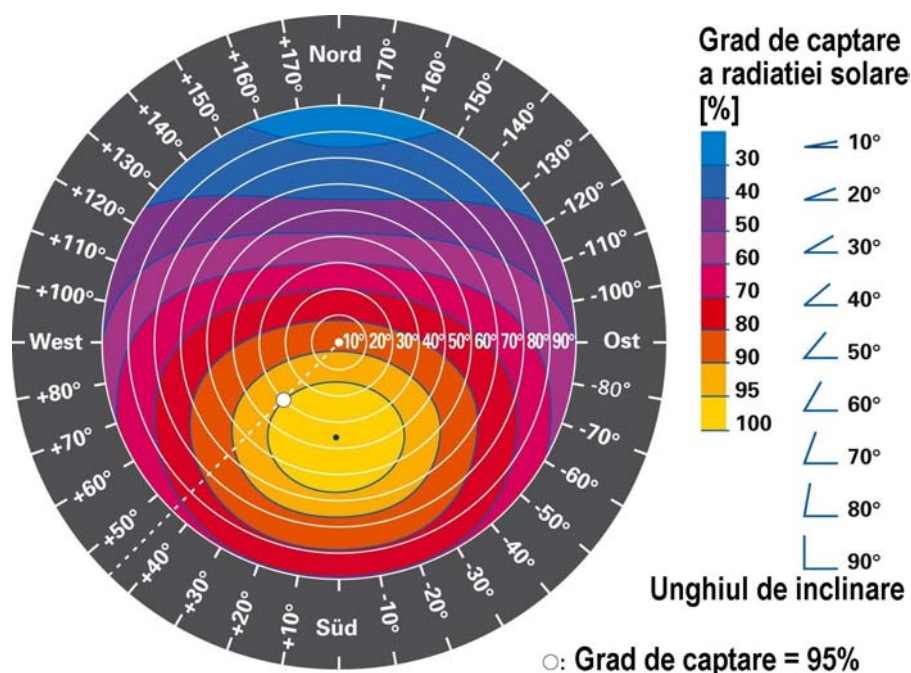


Fig. 2.10. Influența combinată a unghiului de înclinare și a unghiului azimutului, asupra gradului de captare a energiei solare disponibile
www.viessmann.com

Analizând figura 2.10, se observă că unghiul de înclinare optim, care permite captarea optimă a radiației solare, este de cca. 15...55°, iar abaterea de la direcția Sud, poate să se situeze între $\pm 40^\circ$ fără a fi afectată capacitatea de captare a energiei solare. Pentru unghiuri de înclinare de 5...65°, radiația solară poate fi recuperată în proporție de 90...95%. Valorile prea reduse ale unghiului de înclinare nu sunt recomandate deoarece favorizează murdărirea suprafeței captatorilor, ceea ce atrage după sine înrăutățirea performanțelor optice ale captatorilor. Pentru abateri de la direcția Sud, de $\pm 60^\circ$, la anumite valori ale unghiului de înclinare, se poate recupera de asemenea 90...95% din radiația solară. Chiar și colectorii montați vertical, cu o abatere de până la $\pm 20^\circ$ față de direcția Sud, pot recupera 80% din radiația solară, ceea ce sugerează posibilitatea montării acestora pe fațadele clădirilor. Pe exemplul din diagramă se observă că în cazul unui unghi de înclinare de 30° și a unei abateri de la direcția Sud de 45°, care corespunde direcției SV, gradul de captare a radiației solare este de 95%.

Ca o consecință a celor menționate, se poate spune că *orientarea captatorilor solari față de orizontală și față de Sud, nu este o problemă atât de sensibilă, cum ar putea să pară la prima vedere.*

Mult mai importantă, din punct de vedere a capacității de captare a energiei solare, este tehnologia utilizată pentru o construcția colectoarelor solari, deoarece în mod inevitabil, conversia energiei solare în energie termică se realizează cu unele pierderi, acestea fiind evidențiate în figura 2.11.

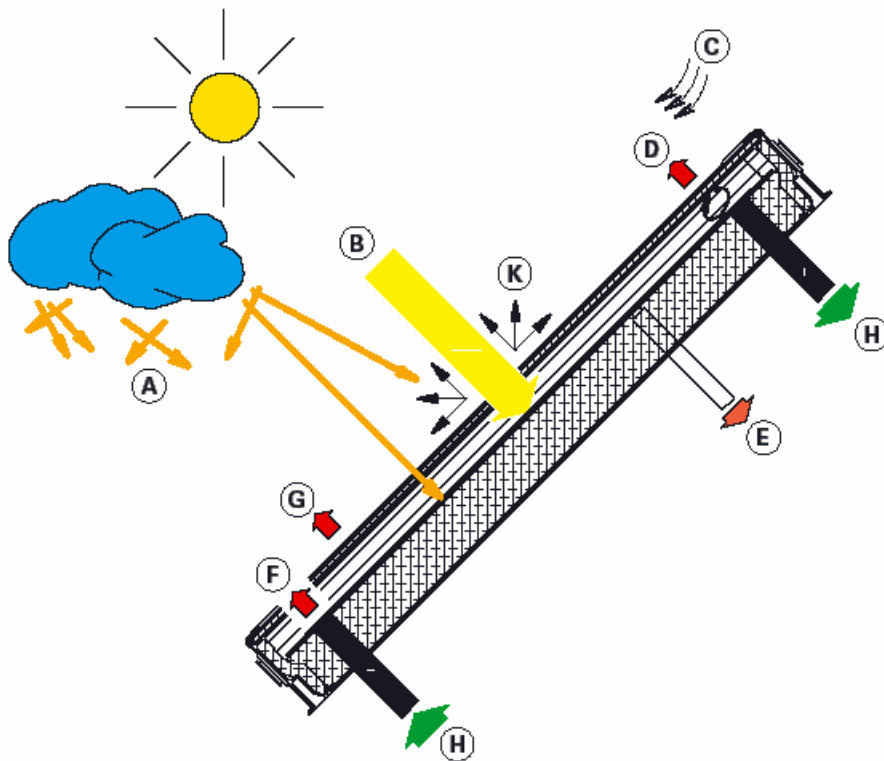


Fig. 2.11. Pierderi care apar la conversia energiei solare în energie termică
 A – radiația difuză; B – radiația directă;
 C – convecție datorată vântului, ploilor și zăpezii; D – pierderi prin convecție;
 E – pierderi prin conducție; F – radiația suprafeței absorbante;
 G – radiația panoului din sticlă; H – fluxul termic util; K – radiație reflectată
www.viessmann.com

Evoluțiile tehnologice ale colectoarelor solari, de la captatorul plan reprezentat în figură, până la cele mai moderne construcții existente la ora actuală, au avut ca scop creșterea capacității de absorbție a radiației solare și reducerea într-o proporție cât mai mare a diverselor tipuri de pierderi.