

## UTILIZAREA ENERGIEI SOLARE PENTRU CLADIRI

În economia energiei tendința actuală este marcată de încercarea de a utiliza noi surse de energie. O nouă modalitate de abordare generată de evidența faptului că purtătorii de energie fosili sunt epuizabili conduce la încercarea de utilizare a surselor de energie regenerabile: energie atomică, energie solară, energie eoliană. Instalațiile de ventilație-climatizare își pierd treptat rolul important într-o tendință de reîntoarcere spre metodele naturale de răcire sau acumulare de căldură bazate pe legile termodinamicii.

Studiul mișcării preferite a maselor de aer, a modului cum energia solară sau eoliană directă atinge clădirea nu este o descoperire a zilelor noastre. El a existat ca preocupare spontană din cele mai vechi timpuri, când casele Orientului Apropiat îndreptau spre soare un portic realizând astfel umbrirea fațadei; când satele indiene erau așezate la umbra versanților ferite de iradierea directă și încălzite prin convecție. Inovarea zilelor noastre este trecerea acestei tendințe în proiectare deliberată.

### **1. Factori climatici și efectele lor asupra relației clădire-insorire**

Clădirea este expusă la determinările date de:

-macroclima - legată de situarea ei într-o anumită zonă climatică;

-mesoclima - legată de situarea ei regională: influența topografiei, rezervelor de apă din zona amplasamentului;

-microclima - legată de avantajele și dezavantajele date de vecinătate: limita edificabilului și suprafețele calde învecinate.

Datele climatice influențează în mod indirect conformarea clădirii, randamentul instalațiilor de utilizare a energiei solare fiind influențat de:

-umbrire;

-inclinatia și mărimea colectoarelor;

-temperatura exterioară (incluzând și mijloace de protecție la îngheț);

-mișcarea maselor de aer.

Randamentul de utilizare a energiei solare este influențat negativ de pierderi ale luminii solare prin difuzie, reflexie, absorbție, în cazul precipitațiilor, vântului, temperaturii.

Puterea iradierii diferă în funcție de unitatea temporală-spatială în care este luată în considerare energia radiantă (vezi fig.1).

Radiația solară se înscrie în spectrul lungimilor de undă cuprinse între 200 și 3000 nm.

-radiatie IR >780nm

-lumina vizibila 380-780nm

-radiatie ultravioleta <380nm .

Masuratorile pentru randamentul de utilizare a energiei solare trebuie sa ia in considerare aceste lungimi de unda . Utilizarea sticlei ca material de finisaj exterior are avantajul ca permite trecerea luminii , adica a anumitor radiatii . Energia solara e absorbita sub forma de energie luminoasa si apoi transformata in energie termica .

#### Factori ce influenteaza radiatia globala :

-starea de innoare si turburenta atmosferica - ea e diferita in functie de amplasament ( tara , oras , zona industriala -vezi fig.2)

-momentul de timp din an sau din zi

-localizarea geografica ( latitudine ) . La latitudinea la care ne gasim 1/2 din iradierea solara se datoreaza radiatiei indirecte . Instalatiile colectoare cu unghi variabil sunt costisitoare in valorificarea componentei difuze .

-suprafetele colectoare ( orientarea acestora : unghiul de inclinare ) . Lumina solara se compune din raze paralele . Unghiul sub care acestea ating suprafata fatadei e determinant pentru gradul de acumulare potentiala de energie a acestora ( vezi fig. 3 ) . Este de evitat amplasarea de pereti cortina pe fatada de vest a cladirilor . Paradoxal iradierea pe timp de vara a fatadei sudice e redusa in comparatie cu iradierea acesteia .

#### Surse de documentare privind datele climatice :

- date meteorologice medie anuala ;

-statii meteorologice;

-ani de referinta pentru teste europene ;

-atlasul privind insorirea pentru Europa ;

-atlasul privind miscarea aerului in Europa ;

-programe de simulare a fenomenelor meteorologice ;

-manuale privind tehnici de incalzire , ventilare , climatizare .

#### Mijloace ajutatoare disponibile pentru proiectare :

-Simulare cu ajutorul computerului - inlocuind bilanurile si experimentele dinamice (ca metode traditionale) . Prezinta o mai mare precizie si mai ales o mai mare accesibilitate a calculelor pe o durata extrem de scurta de timp .

-Rezolvarea geometrica - prin proiectia pe suprafata terestra a traiectoriei Soarelui pe bolta cereasca . Permite calculul pozitiei Soarelui in momentele optime .

-Simulare la nivel de macheta . Permite studiul iluminarii , esential pentru fotovoltaica .

## **2. Utilizarea pasiva a energiei solare**

### **Generalitati**

Din punct de vedere al pozitiei pe care conceptul de proiectare al unei cladiri il poate avea in raport cu utilizarea energiei solare distingem *doua tipuri* majore :

#### ***1. Cladiri cu pierderi minime .***

In aceasta categorie se incadreaza cladirile bine izolate termic . Nevoia de energie calorica de incalzire e redusa prin izolarea buna termica , dar aceasta actioneaza ca o bariera dubla , impiedicand si utilizarea energiei solare .

Exactitatea calculelor e diminuata insa de prezenta punctilor termice , neluarea in considerare a schimbului de aer prin ventilatie naturala , influenta erorilor de executie . Influenta utilizatorului asupra comportamentului termic al cladirii e ridicata , nu poate fi vorba de o evaluare absoluta ci doar de o evaluare a variantelor .

#### **Necesitatea cunoasterii comportamentului termic al cladirilor**

- cunoasterea efectelor conformarii si orientarii cladirii asupra stabilirii nevoii de energie calorica
- stabilirea generatorilor de caldura si elementelor de racire , a suprafetelor calde si reci
- evaluarea adecvarii diferitelor sisteme termice
- aprecierea sensibilitatii cladirii la influenta utilizatorilor

#### **Rolul calculelor de simulare**

- stabilesc nevoia de caldura si energie calorica , diagrame de temperatura
- creeaza posibilitatea evaluarii diferitelor variante de cladiri si instalatii din punct de vedere al necesarului de energie si al confortului termic
- exprima instantaneu efectele schimbarilor ce intervin in proiect

- permit optimizarea luind in considerare relatia cladire - instalatii .

## ***2.Cladiri cu castig maxim .***

In acest caz standardul izolarii termice nu e atat de inalt urmarind o maxima utilizare a energiei solare .Suprafetele acumulate necesita o orientare optima . Volumul compact al cladirii contribuie prin obtinerea raportului optim suprafata exterioara/volum la diminuarea pierderilor . Fatadele bine orientate trebuie sa aiba un apert maxim in aceasta suprafata exterioara in detrimentul celorlalte .

Influenta modului de utilizare se materializeaza in acest caz in special prin reflectarea in zonificarea cladirii . Zonificarea are o anume influenta asupra nevoii de caldura . Din punct de vedere termic cladirea se compune din straturi concentrice, cu zona mai calda in mijloc . Spatiile inconjuratoare joaca rol de tampon activ sau pasiv la nord si activ (acumulator de energie) in rest . Cu cat elementele centrale au o masa mai mare ele pot inmagazina mai multa energie .

### Materiale :

-finisajul sa fie in strat cat mai subtire

-Constructiile cu structura masiva favorizeaza schimbul de radiatie (elementele de structura fiind elemente de inmagazinare )

-Elementele de acumulare de culoare intunecata absorb mai multa energie luminoasa .

- constructiile etajate sunt mai putin favorabile acumularii .

### Sucesiunea de etape urmarite in proiectare :

1. Alegerea amplasamentului in functie de topografie si de datele meteorologice .

2. Orientarea cladirii in functie de edificabilul invecinat .

3. Proiectarea unui anume tip de cladire in concordanta cu strategia solara aleasa (de castig maxim sau pierdere minima ) .

Pentru o mai buna apreciere a necesarului de energie se prefera o preoiectare sistematica , cu posibilitatea reactualizarii solutiei prin feed-back ( concept>schita de proiect>proiect ) .

### *Elemente de conformare :*

-suprapunerea sau alaturarea volumelor contribuie la compactitatea cladirii ;

-amplasarea izolatiei termice transparente si raportul ei fata de peretii exteriori opaci influenteaza necesarul de energie calorica .

### Inmagazinarea energiei solare :

**Elemente primare de inmagazinare** - sunt intalnite direct de razele de soare ce patrund in incapere (vezi fig. 4) . Regulile de dimensionare a acestora sunt : suprafata tripla fata de cea aferenta de fereastră , grosime minima 10-20 cm , finisaj de grosime minima .

**Elemente secundare de inmagazinare** - nu sunt intalnite direct de radiatia solara , incalzindu-se in urma transportului de caldura prin incalzirea aerului .

### **Rolul ferestrei in utilizarea energiei solare pasive**

Figurile 5,6,7 si 8 ilustreaza elemente de constructie ce contribuie la utilizarea energiei solare pasive .

Figura 9 prezinta fenomenele ce conduc la pierderea caldurii in cazul unui vitraj dublu . Prin radiatie calorica se pierde cca. 60% din caldura . Prin prevederea unei suprafete reflectante radiatia calorica a incaperii va fi reflectata in interior . Convecția se accentueaza .

### Cazul particular al locuintei mansardate

Orientarea N-S e cea mai favorabila . Ferestrele orientate spre E sau V trebuie dimensionate minimal in functie de nevoia de lumina naturala . Suprafetele de fereastră inclinate sau orizontale sunt de evitat . Izolarea termica se calculeaza in functie de temperaturile extreme si nu de cele medii .In cazul utilizarii energiei solare pasive se prefera asocierea acesteia ventilarii nocturne si protectiei contra incalzirii prin parasolare .

Figura 10 prezinta modul si gradul de transmitere a caldurii prin diferitele tipuri de vitraj . Stratul de sticla e conductor termic . Izolarea termica e proportionala cu numarul de straturi de sticla , desi nu sticla in sine izoleaza ci aerul dintre foi . Transmisia de caldura variaza invers proportional acesteia . Raportul izolare/transmisie urmarit la o fereastră depinde de orientarea acesteia . La nord e necesara o buna izolare (pierdere minima) ; iar la sud se urmareste castigul maxim .

Dimensiunile suprafetelor vitrate depind de tipul constructiei ( masiva sau usoara ) situindu-se in general intre 50-70% din suprafata totala . Marirea suprafetei de sticla peste aceasta limita conduce la necesitatea unei surse de ventilatie suplimentare .

Conformarea ferestrelor e importanta prin aspectul ca o importanta pondere in suprafata acestora o au elementele de cadru (montanti si traverse) . Evitarea formarii puntilor termice in aceste puncte e vitala pentru functionarea sistemului . Elementele de umbrire impiedica si cedarea caldurii inmagazinate in exterior , constituindu-se astfel ca un baraj dubludirectionat .

### **Sere**

Desi de multe ori introduse in proiect sub pretextul ca servesc castigului de energie solara pasiva , serele conduc la un castig de energie redus in raport cu cel realizat de fereastră solara , de exemplu .

Figura 11 ilustreaza tipul de relatie spatiala dintre sera si cladirea propriu-zisa .

Castigul de caldura in cazul serelor e de 10-20% . Avantajul principal consta in aceea ca serele contribuie la acest castig prin acumulare indirecta si in perioadele cand nu exista radiatie solara disponibila .

Arhitectural , serele sporesc calitatea spatiului , si sunt ele insele locuibile in cea mai mare parte a anului. Timpul de utilizare depinde de calitatea vitrajului . Spre exterior e utilizat vitrajul simplu izolant, aspect asociat unei puternice separari a serei de spatiul locuibil . *Sera lucreaza ca element de utilizare a energiei solare numai atunci cand exista aceasta separare dintre spatiul ei si spatiul locuibil dinapoia ei si cand exista posibilitatea de comunicare controlata a aerului din cele doua spatii prin orificii de aerisire care se inchid si se deschid corespunzator . Spatiul locuibil devine element secundar de inmagazinare .*

### Situatii energetice

- Acoperisul vitrat e caracterizat printr-o proasta izolare termica , pierderi de caldura sau incingere la partea superioara .

- La nord sera are numai rol de tampon de diminuare a pierderilor de caldura prin transmisie . La sud schimbul de aer dintre sera si spatiul locuibil contribuie la climatizarea celui din urma .

- Elemente de inmagazinare pot fi pardoseala de piatra si peretele masiv , grosimea finisajului diminuind capacitatea de acumulare .

- Ventilarea se realizeaza prin circulatia transversala a aerului de jos in sus . La distanta de cca. 1,80m efectul de horn se face simtit si in spatiile vitrate . Caile de admisie/evacuare a aerului pot fi : usi sau ferestre , ferestre saiba , pereti plianti , clape de ventilare si chiar instalatii de ventilare mecanica .

- Protectia solara prin umbrire se bazeaza pe principiul evitarii transformarii radiatiei solare in caldura prin reflectarea acesteia . Figura 12 ilustreaza situatii caracteristice de umbrire exterioara sau interioara .Umbrirea laterala ca urmare a conformarii constructiei nu e efectiva la est si vest . Exista sticla speciala care prin marirea reflexiei diminueaza transmisia .

- O problema speciala o ridica condensul in cazul introducerii vegetatiei (umiditatea creste) . Efectul de horn e binevenit in acest caz .

### **Atrium**

Atriumul este o curte interioara vitrata la partea superioara . Ca hol interior al unei cladiri contribuie la o mai buna exploatare a luminii naturale , constituind in acelasi timp si un spatiu de locuit suplimentar .

Supraincalzirea pe timpul verii poate fi evitata prin ventilarea prin efect de horn . Sistemul de umbrire precum si finisarea in culori deschise a peretilor atriumului servesc aceluiasi scop . Pe timpul iernii

aerul incalzit in atrium prin efect de sera poate fi utilizat pentru incalzirea restului spatiilor . Figura 13 ilustreaza principalele directii de circulatie a aerului in interiorul atriumului .

## 2. Termoizolatie transparenta

Generalitati

### Sisteme de pereti

Cel mai vechi sistem de pereti exteriori folosit pentru exploatarea energiei solare pasive il constituie *peretii Trombe* (fig. 14). Functionarea acestora se bazeaza pe principiul incalzirii aerului intre doua suprafete prin convecție naturala . Sistemul nu e adecvat utilizarii la latitudinea la care ne situam si datorita caracteristicii peretelui de a inmagazina pe termen scurt , si datorita termoizolatiei neperformante a acestuia . Chiar in cazul dublarii peretelui cu o termoizolatie , ceea ce permite reglarea ventilatiei , aplicarea conceptului nu e rentabila la aceasta latitudine .

*Izolarea termica transparenta* (Transparente Warmedämmung TWD ). Figura 15 prezinta principalele tipuri de materiale pentru termoizolatii transparente . Tipul A reprezinta sistemul cel mai simplu . In cazul tipului B radiatia e absorbita nu reflectata si condusa spre elementul de inmagazinare . Conductia termica e redusa . Tipul C se bazeaza pe asocierea dintre material plastic si sticla . Are un mai bun raport G/K . Tipul D , din burete silicat , nu se mai comercializeaza .

Figura 16 ilustreaza principiile de transmitere a energiei prin peretii izolati conventional si respectiv transparent . Izolarea conventionala reduce pierderile de caldura prin transmisie dar nu contribuie la nici un castig de caldura . Izolarea termica transparenta se constituie ca un corp de incalzire prin iradiere . Cu cat suprafata peretilor astfel termoizolati e mai mare cu atat microclimatul interior e mai placut . Pentru evitarea supraincalzirii in acest ultim caz prezenta sistemelor parasolare e de o importanta vitala .

### Randamentul termoizolatiei

$$K_{\text{efectiv}} = K_{\text{total}} \cdot N / T$$

=randamentul materialului

N=factor de utilizare (functie de timp)

T=castig de energie

I =castig de radiatie

### Principiu de functionare

Se caracterizeaza prin permeabilitatea solara pasiva . Radiatia solara se transforma in caldura la nivelul peretelui si e cedata spatiului interior . Coeficientul de transmitere a caldurii depinde de temperatura si scade direct proportional cu grosimea sticlei (fig. 17)

## Principalele sisteme de izolare termica transparenta

Sunt ilustrate in figura 18 .

a. Sistemul e alcatuit din succesiunea perete/spatiu de aer/element absorbant/termoizolatie capilara inchisa la partea posterioara cu folie pentru a evita convectia/element de umbrire/foaie de sticla . Sistemul mai e numit si *sistemul element-cadru* . E caracterizat printr-o buna izolare , lipsa ventilatiei posterioare .

b. Este *sistemul legat* de termoizolatie transparenta . E caracterizat de finisajul exterior al termoizolatiei cu sferisoare de sticla . Impune conditia nivelarii suprafetei peretelui de zidarie .

c. E numit *sistemul cuplat-convectiv* . Elementul de izolare termica e conceput ca absorbant , cu partea absorbanta din metal aplicat . Se incalzeste prin iradiere calorica , radiatie pe care o transmite peretelui (element de inmagazinare secundar prin convectie) . Clapele de ventilatie sunt deschise vara pentru a permite circulatia aerului .

d. Este *sistemul convectiv de castig direct* . Caracteristica e utilizarea directa a aerului incalzit care penetreaza in spatiul locuibil prin orificii ce pot fi inchise cu clape de ventilatie . Peretelui de zidarie i se ataseaza izolatia iar termoizolatiei elementul absorbant ca si in cazul anterior .

## Principii generale

- Elementul absorbant e in general negru iar coeficientul de absorbtie corespunzator deschiderii culorilor respecta o succesiune similara celei a spectrului luminii solare .
- Protectia contra murdaririi in general si a prafului in special e esentiala pentru pastrarea calitatilor absorbtive .
- In cazul in care structura de fixare a elementelor termoizolatiei este in cadre este de urmarit atat izolarea termica a ultimelor cat si mentinerea minima a latimii acestora .
- Suprafata de privire trebuie redusa in avantajul suprafetelor absorbante .
- Termoizolatia transparenta e de realizat din materiale rezistente la intemperii .
- Dilatarea termica trebuie luata in considerare in cazul spatiilor interioare umede si calde corespunzatoare .
- Protectia contra incendiilor : Peretii termoizolati transparent trebuie mentinuti la distanta de caile de evacuare (sunt usor inflamabili datorita materialului plastic continut) si protejati antiinflamator .
- Termoizolatia transparenta are caracteristica de a absorbi si receda apa . In cazul sistemului legat finisajul termoizolatiei transparente trebuie sa fie permeabil . Umiditatea poate fi absorbita si prin cadre prin metode de uscare . Termoizolatia transparenta pe baza de fibre de sticla nu recedeaza apa .



- Spatiul posterior ventilat trebuie divizat pe verticala pentru evitarea efectului de tub .

- Vitrajul e de dorit din sticla saraca in oxizi de fier (care actioneaza ca absorbanti nepermitand transmisia) . Masurile de umbrire trebuie sa urmareasca obtinerea unor reflexii difuze prin suprafata reflectanta a rulourilor . Valoarea K scade cand ruloul e integrat . In acest caz aplicarea unui strat suplimentar e avantajoasa .

In figura 19 se observa prezenta la partea superioara a unei clape de revizie , pentru evacuarea aerului supraincalzit prin efect de horn . In figura 20 se observa lipsa unui strat in urma evitarii puntilor termice prin separarea fundatiilor . Elementul de absorbtie nu e la suprafata peretelui , transformarea in energie calorica are loc insa loc la nivelul acestuia si e retransmisa peretelui . Lamelele contribuie la reglarea schimbului de caldura . Figura 21 prezinta un sistem lipsit de cadre finisajul de sticla fiind lipit . Pierderile de caldura prin conductie cresc astfel (lipseste un strat optimal) , raportul costuri/economie de energie ramane insa favorabil . Figurile 22,23,24,25 sunt alte exemple ale utilizarii termoizolatiei transparente pentru finisaj .

- Termoizolatia transparenta poate fi folosita si ca element de vitraj ( elementele de gaz Guss) in cazul in care elementul de sticla e umplut cu element termoizolant in sistem sandwich .

Elementul de fatada termoizolata transparent din figura 26 e adecvat peretilor halelor industriale sau poate fi folosit pentru renovarea conform cerintelor actuale a cladirilor prost izolate termic .

#### Indrumari pentru proiectarea fatadelor termoizolate transparente

- Orientarea optima e spre sud , cu posibilitatea devierii intre anumite limite spre est si vest .

- Cu cat standardul de izolare termica e mai ridicat , cu atat scade standardul solar .

- Capacitatea de inmagazinare a sistemelor de termoizolatie transparenta (portanta) permite un ridicat grad de exploatare pe intreaga durata a anului - un avantaj remarcabil in raport cu ferestrele .

- In camerele de locuit , de lucru , de joaca pentru copii , mai putin in dormitoare trebuie asigurata o temperatura relativ ridicata . Pentru dimensionarea termoizolatiei se iau in considerare valorile obtinute in lunile ianuarie-februarie .

- Asocierea fereasta-perete termoizolat transparent conduce la un factor maxim de utilizare a energiei solare si la minimalizarii nevoii de energie calorica . Conlucrarea energetica a celor doua depinde si de configuratie (fig. 27) . Amplasarea peretelui termoizolat transparent e influentata si de functiunea spatiului delimitat de acesta .

- Diferitele tipuri de asociere intre termoizolatia transparenta si peretele de zidarie detrimina diferite conformari ale fatadei .

- Sistemele de termoizolatie transparenta sunt reglate prin intermediul umbririi .

a. Umbrire mecanica (reflectare)

Umbrire integrata -foloseste materiale ieftine

-elementele sunt mai groase

b. Umbrire pasiva (din partile arhitectonice ce ies in relief din planul fatadei)

c. Convecție libera - prin clape inchise iarna si deschise vara .

- Pentru sistemele de termoizolatie transparenta nu exista inca sisteme simulative pe computer . In activitatea de proiectare se folosesc bilanturile lunare .

- Termoizolatia transparenta lipsita de pereti de zidarie are un raport G/K foarte bun si detrmina un efect special de lumina in spatiu .

- Materiale :- niciodata aluminiu (problematic d.p.d.v. rezistenta la foc , intemperii , punti termice )

-lemn ales adecvat

-elemente prefabricate adecvate de termoizolatie transparenta .

### Exemple de utilizare a termoizolatiei transparente

#### *La locuinte*

- Se urmareste o orientare favorabila astfel incat temperatura aerului din incaperi sa fie cat mai ridicata .

- Conformerile difera in functie de amplasament (de cantitatea disponibila de radiatii).

#### *In industrie - hale de montaj*

- In hala PMMA din Hamburg are loc un schimb accelerat de aer datorita circulatiei persoanelor . Factorul de utilizare e variabil .

- La hala NASA din Dusseldorf efectul termoizolatiei transparente vara a ealizat o simulare foarte reusita a conditiilor din spatiul interplanetar .

- Pentru portul din Koln s-a realizat o sala de exercitii similara .

#### *Cladiri de birouri/pentru invatamant*

- Prezenta oamenilor suplimenteaza energia calorica disponibila . Cantitatea de energie necesara scade seara si noaptea . Castigul de energie , de obicei maxim dupaamiaza devine inutilizabil in acest caz .

- Se cere o amplasare judicioasa a peretilor masivi in punctele de maxim castig de energie .

Un exemplu in acest sens il constituie o cladire de birouri la Dusseldorf a lui G. Bohm la care se remarca unificarea fatadei atat prin plinul cat si golul citindu-se identic din exterior . Utilizarea in exces a termoizolatiei transparente conduce la necesitatea unei energii de racire suplimentare , atingerea punctului de echilibru fiind deosebit de importanta .

### Concluzii

Termoizolatia transparenta ca inchidere exterioara ofera un microclimat deosebit de placut spatiului interior :

- Caldura se distribuie prin intermediul unei mari suprafete in spatiul interior ;
- Caldura e cedata unitar in timp in spatiul interior ;
- Temperatura la suprafata interioara a peretelui exterior e ceva mai ridicata decat a aerului din incapere;
- Radiatia rece a ferestrei e bine compensata ;
- Spatiul aflat direct in fata peretelui termoizolat transparent e de o caldura confortabila si astfel locuibil si iarna ;
- viteza de circulatie a aerului e mica .

Riscul de supraincalzire apare prin :

- incalzirea suplimentara nenesesara ;
- supradimensionarea termoizolatiei transparente alaturi de castigurile realizate de ferestrele solare ;
- reglarea insuficienta prin umbrire a sistemului termoizolatiei transparente .

Sistemul e dificil de reglat in special in anotimpurile primavara si toamna (e de urmarit echilibrul castig/pierdere de caldura) .

### *Apreciere energetica:*

- Temperaturile sunt stabilite in special in functie de radiatia solara si limitele de confort ale utilizatorului .
- Se asigura un minimum al nevoii de energie acoperit doar partial de termoizolatia transparenta .
- Evitarea unor temperaturi ridicate inutil conduce si la scaderea pierderilor de caldura .

### 4. Utilizarea activa a energiei solare

## Colectori solari

### *Generalitati*

Exista doua moduri esential diferite de utilizare activa a energiei solare :

- sistemele termice
- fotovoltaica .

Partile componente ale unei instalatii solare pentru apa de consum sunt prezentate in figura 28.

Figura 29 ilustreaza partile componente ale colectorului solar . Pierderile termice se datoreaza faptului ca elementul absorbant are o temperatura ridicata "saturata" refuzand asimilarea simultana a intregii cantitati de caldura rezultata din transformarea energiei luminoase in energie calorica . Pierderile optice rezulta din reflexii la suprafata elementului reflector respectiv absorbant . Gradul de inclinare e determinant pentru randament . Prin murdarire se pierde 10% din energia absorbita . In caz de ploaie apare fenomenul autospalarii .

### Randamentul de utilizare

$$=Q_{utilizabil}/Q_{solar}=(Q_{castigata}-Q_{pierduta})/Q_{solar}$$

$$=[I_x \times x_A - K(T_{colector} - T_{mediu})] \times A / I_x A$$

$$=K_o \times x - K_x T/I$$

unde :

I =radiatia solara perpendiculara

=transmisiozitatea vitrajului

A=suprafata absorbanta

Ko=factor colector pentru unghiul de inclinare

T=pierderi de temperatura

=absorbant

x =randament optic (masoara calitatea elementului absorbant)

=puterea utilizata/puterea energiei solare cu care vine in contact

K-depinde de temperatura (odata cu cresterea temperaturii cresc pierderile de caldura si scade energia utilizata)

K si randamentul optic descriu calitatea colectorului .

Figura 30 prezinta un grafic pentru randament .

Figura 31 sintetizeaza principalele tipuri de colectori .

In figura 32 apare un exemplu de absorbant solar iar in figura 33 de colector plan . Se remarca prezenta termoizolatiei impiedicand pierderile de caldura in mediu prin convecție . Stratul de acoperire reduce convecția .

Figura 33 prezinta un colector cu tuburi vidate . Elementul de absorbtie e selectiv reducand pierderile prin radiatie . Se evita pierderile prin convecție prin eliminarea aerului dintre straturi . Sistemul Heat-pipe ( fig. 34 ) are placa de absorbtie din cupru . La incalzire lichidul se evaporă iar la condens se eliberează caldura si lichidul se reasează in pozitia initiala .

Figura 35 prezinta alte tipuri de colectori , iar figura 36 graficele de randament ale acestora .

In figura 36 e ilustrat un colector cu aer . Calitatea colectorului e diminuata prin patrunderea directa a aerului rece din exterior in colector . E utilizat in cazurile in care aerul incalzit respectiv e necesitat in cladire . Intrucat mediul purtator de caldura are o viteza sporita de deplasare , caldura generata e intr-o cantitate redusa . Avantajul consta in posibilitatea obtinerii unor temperaturi ridicate si in cazul unor temperaturi exterioare scazute . Aerul ramane insa un slab purtator de caldura iar punerea in circulatie a aerului ridica costul in utilizare .

Figura 37 este schema unei instalatii de incalzire a apei calde cu circuit inchis obligat . E necesara insa si o incalzire suplimentara .

Figura 38 arata stratificarea in elementele de inmagazinare . In figura 39 apare un astfel de element de inmagazinare ecologic , minimalizand pierderile de caldura . In figura 40 sunt prezentate elemente de inmagazinare in straturi in care caldura solara e inmagazinata la nivelul corespunzator unei temperaturi constante . Apa preincalzita de soare urca pana la o anumita inaltime determinata de temperatura in elementele de inmagazinare .

In figura 41 apare un element de inmagazinare cu doua depozite stratificate autoreglabile permitand utilizarea cu doua cicluri inchise (de castig al energiei solare si respectiv de utilizare a energiei calorice) .

Figura 42 prezinta un sistem de colectare-inmagazinare integrat . Cele doua circuite nu sunt inasa integrate . Reprezinta inasa un sistem simplificat al colectorului cu apa de menaj (aceasta fiind incalzita direct in colector) . Randamentul acestui tip de colectori e comparabil cu cel al colectorilor plani .

Figura 43 ilustreaza modul de utilizare al acestora .

In figura 44 e realizat un grafic pentru dimensionarea colectoarelor . Se prevad 1-2 mp suprafata colectoare de persoana si 50l/pers./zi .Instalatia trebuie supradimensionata insa pentru cazul zilelor innorate . Graficul din figura 45 e utilizat in cazul unor cerinte speciale (scoli,spitale) . Figura 46 ilustreaza proportionalitatea neliniara intre dimensiunea suprafetei colectoare si dimensiunile elementelor de inmagazinare , iar figura 46 relatia dintre inclinarea colectorului si orientarea lui .

Pentru randamentul colectorului e determinanta marimea acestuia . Vara supraincalzirea e evitata prin utilizarea caldurii acumulate la prepararea apei calde .

Eficienta e satisfacatoare numai in cazul instalatiei solare de preparare a apei calde ( =50%) .Randamentul creste odata cu suprafata colectoare . Cand randamentul scade sub 30-35% instalatia e ineficienta . Costurile de inmagazinare depind de specificul situatiei , variatiile de temperatura si de randament .

Acoperisurile pot fi special conformate pentru integrarea colectoarelor , in general prin prefabricarea unor parti de acoperis .

Aporturile la pretul total sunt - campul colector 36%

- montaj 30%

- elementul de inmagazinare 27%

### Climatizare

Instalatiile de climatizare pot fi :

- masini de racire cu compresiune (folosesc si energia electrica)

- masini de racire cu absorbtie (folosesc caldura - poate fi generata de instalatii cu tuburi de vid)

Figurile 47,48,49 prezinta exemple de aplicare in practica a utilizarii colectoarelor solari .

Fotovoltaica

### *Generalitati*

Alcatuirea de principiu a unei celule solare cristaline e ilustrata de figurile 50,51,52 care prezinta totodata si clasificarea de principiu a acestora in celule monocristaline , amorfe semicristaline si opace .

Celulele sunt legate in serie sau in paralel formand module . Un modul poate alimenta o baterie . Legarea in serie e mai dezavantajoasa intrucat in cazul functionarii defectuoase a unei celule intregul sistem e periclitat . Figura 53 ilustreaza cateva scheme de legare a modulelor in serie sau in paralel .

Figura 54 prezinta modul de legare a consumatorilor la retea . Modulul solar genereaza un curent continuu . Elementul e legat in serie cu un transformator al curentului continuu in curent alternativ (pentru consumatori) . Randamentul instalatiei e =  $P_{\text{electrica}}/I$

In figura 55 apare graficul de distributie preferentiala a instalatiei fotovoltaice in folosinta individuala .

In figura 56 e prezentata variatia costurilor de investitie cu cresterea numarului de instalatii . Durata de viata a instalatiei e de 20-30 de ani . In cazul bateriilor solare aceasta e mai reduca .

### *Integrarea in cladire*

In calitatea lor de parti de constructie electrice instalatiile fotovoltaice necesita o protectie speciala . Instalatia fotovoltaica nu poate fi pur si simplu deconectata pentru ca lumina difuza are un aport continuu la generarea de curent continuu .

Fatada trebuie sa fie rezistenta la intemperii .

Amplasamentul celulelor fotovoltaice e de dorit cat mai apropiat de zonele din interiorul cladirii unde curentul electric e mai folosit .

Exemple de reusita integrare sunt cele din figurile 57,58,59,60,61(unde e de remarcat stratul de aer ventilat) .

Modulele pot fi conformate si ca elemente de umbrire . Montarea oblica a acestora contribuie la o mai buna orientare in raport cu directia razelor de soare . Se cere acordarea unei atentii sporite astfel incat elementele sa nu se umbreasca reciproc . Nu e permis ca montantii si reliefurile fatadei sa umbreasca total sau partial modulele fotovoltaice . Elementele de cadru ale modulelor trebuie conformate corespunzator aceleiasi exigente .

Cand celulele fotovoltaice nu depasesc o anumita grosime , modulele fotovoltaice pot fi integrate in structura unui perete exterior transparent .

Aceste principii sunt ilustrate in figurile 62,63,64 .

Sistemul fotovoltaic poate fi cuplat la o retea electrica sau autonom ca o baterie de acumulare pentru aparate mici .

### *Bibliografie :*

J.R.Goulding et al. Energy in Architecture - The European Passive Solar Handbook

FhG-ISE(Hrsg) Thermische Solarenergienutzung an Gebauden

M.Treberspurg Neues Bauen mit der Sonne

*F.Sick et al. Photovoltaics in buildings*

*M.Klinge Architecture und Energie*

*R.Hastings Solar Low Energy Houses of IEA Task 13*

*A.Kovach Die Auswirkung von Teilabschattung auf die Leistung von gebäudeintegrierten PV-Generatoren*

*W.Stahl et al. Das energieautarke Solarhaus*

*SIA(CH) Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung*

*Revista Sonnenenergie , Augustenstr. 79 , 80333 Munchen*