

## 1./ UTILIZAREA ENERGIEI SOLARE

### 1.1. Razele solare, ca energie termică

Umanitatea a fost mereu preocupată de posibilitatea valorificării energiei soarelui, dar utilizarea concretă a acestei energii a fost împiedecată de latura economică. Creșterea prețului petrolului, și proporțional cu acesta a prețului tuturor surselor convenționale de energie, face ca atenția tuturor să crească din ce în ce mai mult față de valorificarea acestei surse practic inepuizabile de energie.

În plus, utilizarea energiei solare este total ecologică.

Posibilitățile de utilizare a energiei solare sunt destul de largi, dar sunt puternic influențate de poziția geografică, de anotimp și de condițiile meteo. Din acest motiv, energia care poate fi obținută pe 1 m<sup>2</sup> variază foarte mult. În România, într-o zi însorită, insolația medie poate ajunge la cca. 1000 W/m<sup>2</sup>.

### 1.2. Radiația solară

Soarele emite o cantitate imensă de energie, 407 cvatrilioane ( $4,07 \cdot 10^{26}$ ) W, care raportat la suprafața soarelui înseamnă 209,346 GW/m<sup>2</sup> energie radiantă emisă. Din aceasta doar o mică parte ajunge pe Pământ.

Radiația solară care ajunge pe Pământ, din punct de vedere energetic, este alcătuită din două componente:

- a./ radiație directă
- b./ radiație difuză

Valoarea insolației totale este dată de suma celor două componente. Componenta principală, pe care ne putem baza este radiația directă, într-o zi cu cerul senin. Valoarea acesteia poate fi calculată funcție de poziția geometrică a Soarelui. Radiația difuză depinde de condițiile atmosferice, de ex. de umiditatea aerului, de gradul de puritate etc.

În interiorul caselor, valoarea radiației difuze este destul de ridicată, ajungând chiar la 50 %.

Aportul anual de energie adus de radiația solară este arătat în fig. 1.

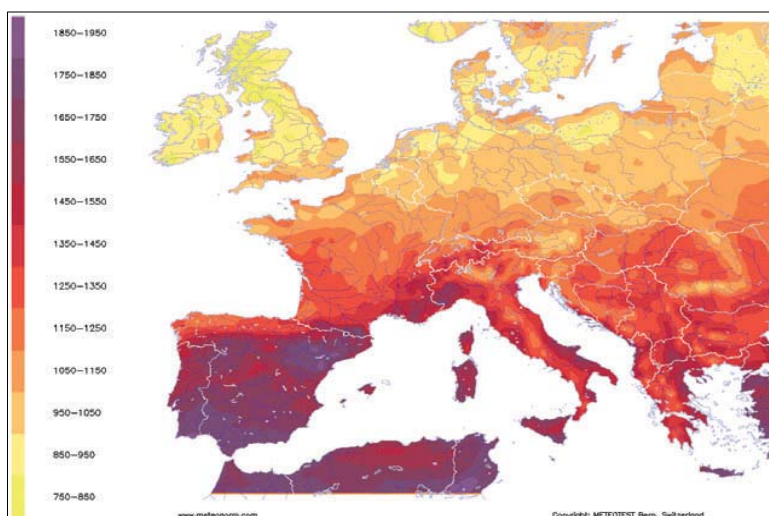
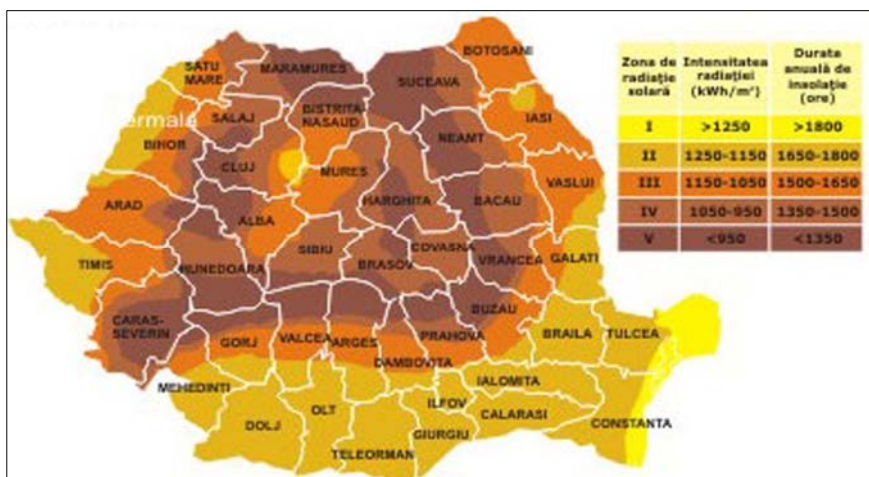


Fig. 1 Radiații solare în Europa, între 1981-1990 (kWh/m<sup>2</sup>)



Insolația pe teritoriul României

Radiația solară acoperă toată gama de lungimi de undă a energiei solare, dar în principiu se poate divide în două componente, cu lungime de undă scurtă și lungă, care au un comportament diferit. Radiația cu lungime de undă scurtă, funcție de unghiul de incidență cu suprafața, se reflectă, se absoarbe și trece prin suprafața respectivă.

Partea cu lungime de undă mare trece în suprafață prin convecție.

### 1.3. Posibilități de utilizare a energiei solare

- Utilizare termică activă sau pasivă.
- Producere directă sau indirectă de energie electrică.
- Fotosinteză, preparare de biomasă.

În prima grupă intră soluțiile de utilizare a energiei solare la temperaturi sub 100°C. Statistic, 40 % din necesarul energetic în cele mai diverse sectoare de utilizare este alcătuit din sistemele cu temperaturi sub 100°C.

Datorită densității energetice scăzute, energia solară este predispusă exact pentru aceste aplicații.

Utilizarea funcție de sistemul aplicat:

- Utilizarea activă, sistem în care cu ajutorul unei instalații (de ex. un colector solar plan) se obține energie termică utilă.
- Utilizarea pasivă, când elementele componente ale clădirii (ferestre, pereți, podele, tavane, izolații) sunt astfel alese, proiectate și realizate încât se obține o așa numită casă inteligentă termic, al cărei necesar de energie este mult inferior unei case tradiționale.

### 1.4. Utilizarea activă a energiei solare cu colectoare plane.

Cel mai simplu colector plan este alcătuit dintr-un distribuitor și un colector, legate între ele printr-un grilaj de țevi paralele. Acestea pot fi utilizate doar sezonier, în timpul verii.

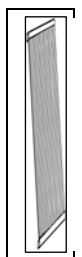


Fig. 2

Colectorul solar plan este alcătuit dintr-o placă de cupru prinsă într-o ramă, pe care sunt dispuse țevi sau sunt realizate circuite, iar una din suprafețele plăcii este puternic absorbantă.

Partea din spate a plăcii este izolată termic, iar partea din față este acoperită cu unul sau două straturi de sticlă (Fig. 3). Aceste colectoare sunt utilizabile de-a lungul întregului an.



Fig. 3

Colectoarele **GAUZER** pe care le comercializăm sunt de două tipuri, cu structura constructivă internă simțitor diferită de la un tip la altul.

Colectorul mai simplu, tip **DP-SP**, cu volum de lichid mai mare, are placa absorbantă realizată din oțel, și poate fi utilizată cu destul succes la prepararea de apă caldă menajeră și la încălzirea piscinelor. Realizarea unui sistem solar cu astfel de colectoare este foarte simplă, putând chiar să lipsească pompa de circulație și elementele de automatizare.

Celălalt tip de colector, **DT-ST**, este un colector cu suprafața absorbantă din cupru, putând fi utilizat cu succes la oricare tip de sistem solar, încălzirea piscinelor, prepararea de apă caldă menajeră și aport la sistemului de încălzire. (Fig. 4)

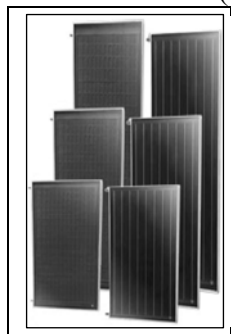


Fig. 4

Datele tehnice ale colectoarelor:

|                  | Colector solar DP-SP<br>2 m <sup>2</sup> | Colector solar DT-ST<br>2 m <sup>2</sup> |
|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Dimensiuni (mm)  | 2002 x 964 x 72                          | 2002 x 964 x 72                          |
| Greutate (kg)    | 51,2                                     | 45,4                                     |
| Volum de apă (l) | 4,6                                      | 1,2                                      |

|                                |                                                      |            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|------------|
| Presiune de lucru (bar)        | 1,2                                                  | 4,5        |
| Randament maxim* (%)           | 80                                                   | 80         |
| Absorbție termică (%)          | $96 \pm 2$                                           | $95 \pm 2$ |
| Rezistență la căldură (°C)     | 210                                                  | 215        |
| Placă absorbantă               | Oțel                                                 | Cupru      |
| Contact cu lichidul termic (%) | 97                                                   | 31         |
| Sticlă                         | Sticlă solară prismatică, incasabilă, tratată termic |            |
| Transparență termică (%)       | 92                                                   | 92         |

\* la o utilizare optimă

Cele mai eficiente colectoare sunt cele așa numite cu tuburi vidate, la care conductele absorbante de cupru sunt introduse în tuburi de sticlă vidate. Tuburile de sticlă sunt așezate sub forma unui colector plan (Fig. 5). Colectoarele cu tuburi vidate au cea mai mare eficiență energetică pe parcursul întregului an.

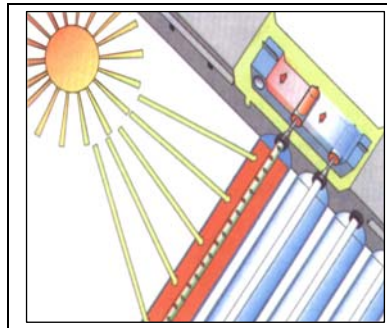


Fig. 5

### 1.5. Dispunerea colectorului solar plan

Orientarea colectorului plan este corespunzătoare, dacă razele solare incidente cad cât mai aproape de perpendiculara la suprafața colectorului. Dispunerea colectorului plan se face funcție de poziția geografică a locului montajului. În România, însorirea optimă se obține la o înclinare a colectorului de  $42^\circ$  față de verticală, respectiv la o deplasare de la direcția Est cu  $13^\circ$  spre Vest (Fig. 6). Bineînțeles, dacă nu se poate obține această poziție, se va lua în calcul o pierdere de 5-10 % față de cazul ideal.

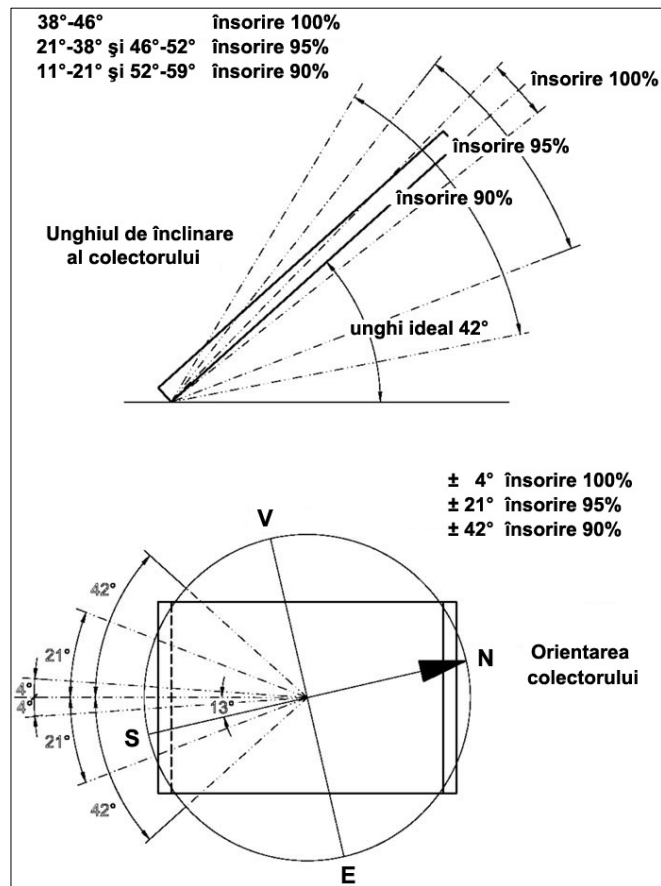


Fig. 6

Însorirea rămâne încă de 95%, dacă înclinarea colectorului este între  $52 \div 46^\circ$ , respectiv  $38 \div 21^\circ$ , și dacă orientarea colectorului este de  $\pm 21^\circ$  față de ideal.

Însorirea este încă de 90%, dacă înclinarea colectorului este între  $59 \div 52^\circ$ , respectiv  $21 \div 11^\circ$  și orientarea colectorului este de  $\pm 42^\circ$  față de ideal (Fig. 6).

### 1.6. Randamentul colectoarelor plane.

Randamentul colectoarelor plane este determinat de trei factori de pierdere bine determinați (Fig. 7).

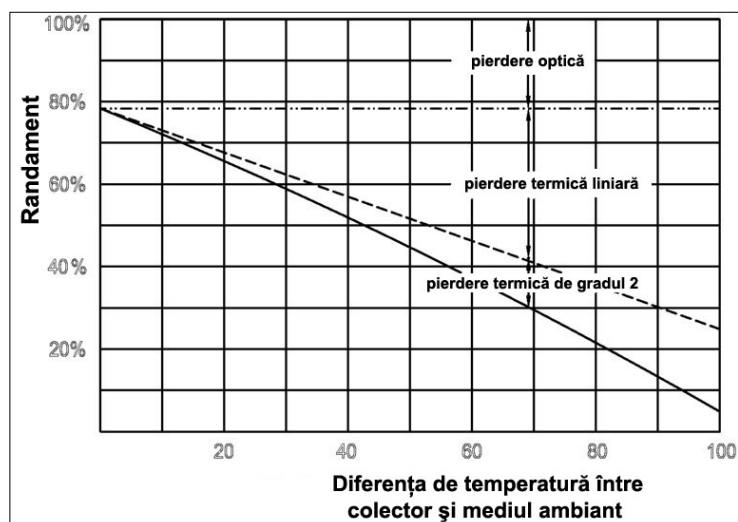


Fig. 7

a./ Pierdere optică a sticlei colectorului, care are caracter de constantă și nu depinde de temperatura colectorului și a mediului înconjurător.

b./ Pierdere de căldură prin convecție a colectorului încălzit de la razele solare absorbite pe suprafața absorberului, valoarea acesteia fiind puternic influențată de diferența de temperatură dintre colector și mediul ambiant. Aceasta este o pierdere de căldură liniară.

c./ Suprafața colectorului, precum și întreaga structură constructivă a acestuia este întotdeauna mai caldă decât mediul ambiant, fapt pentru care apare la colector o pierdere de căldură prin radiație, valoarea ei fiind de asemenea funcție de diferența de temperatură dintre colector și mediu. Aceasta este o pierdere de căldură de gradul II.

Randamentul colectorului este dat de raportul dintre cantitatea de căldură utilă obținută cu ajutorul colectorului și insolația totală a colectorului.

$$\eta = \frac{Q_h}{I_g}$$

unde:

$Q_h$ : cantitatea utilă de căldură ( $\text{W/m}^2$ )  
 $I_g$ : insolația globală ( $\text{W/m}^2$ )

Randamentul colectoarelor nu este o valoare constantă, ci se modifică continuu. Este influențată cel mai puternic de insolația globală, respectiv de temperatura colectorului și a mediului.

Randamentul colectoarelor poate fi determinat după cum urmează.

$$\eta = \eta_0 - \alpha_1 * dT/I_g - \alpha_2 * dT^2/I_g$$

unde:

$\eta_0$ : randamentul optic al sticlei  
 $\alpha_1$ : coeficientul pierderilor de căldură de gradul I  
 $\alpha_2$ : coeficientul pierderilor de căldură de gradul II  
 $dT$ : diferența de temperatură ( $t_{kk} - t_{lev}$ )  
 $t_{mc}$ : temperatura medie a colectorului  
 $t_{aer}$ : temperatura aerului

Randamentul unui colector plan în funcție de diferite insolații globale poate fi observat în figura de mai jos.

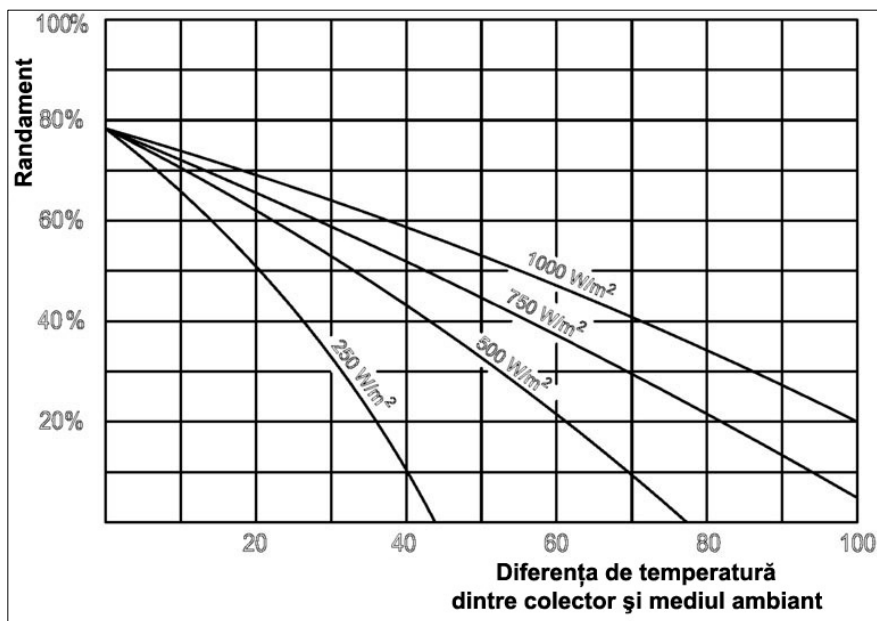


Fig. 8

Randamentul diferitelor tipuri de colectoare se poate vedea în figura următoare.

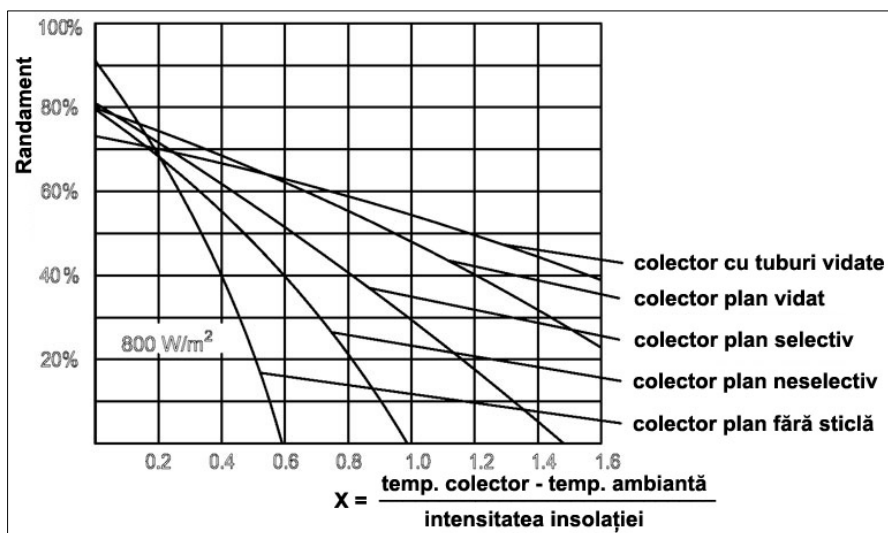


Fig. 9

În figură, randamentul este corelat cu coeficientul „x” at de raportul dintre diferența de temperatură  $\Delta T$  (K) și intensitatea dată a izolației  $I_g$  ( $\sim 800 \text{ W/m}^2$ ), în  $\left[ \frac{K}{W/m^2} \right]$ .

## 2. PROBLEMELE CURENTE ALE INSTALAȚIILOR SOLARE SUB 70°C

Mare parte a necesarului energetic al clădirilor poate fi asigurat cu instalații cu apă caldă sub 70°C.

Prin utilizarea sistemelor de încălzire de joasă temperatură (în pardoseală sau în perete), energia obținută prin sistemele solare este mai mare decât necesarul pentru prepararea de apă caldă menajeră, astfel încât poate să ajute și sistemul de încălzire.

Necesarul energetic pentru încălzirea unei case poate fi redus prin utilizarea noilor tehnologii și materiale de izolare.

### 2.1. Probleme speciale legate de utilizarea energiei solare.

Utilizarea energiei solare, pe timpul verii, pentru încălzirea piscinei sau pentru prepararea apei calde menajere nu necesită aparatură tehnică deosebită. Instalația solară trebuie construită în așa fel, încât să poată fi golită de apă pe timpul iernii.

Dacă se dorește utilizarea energiei solare tot timpul anului, din cauza pericolului de îngheț, respectiv datorită utilizării lichidului special antigel, sunt necesare aplicarea unor soluții tehnice deosebite.

### 2.2. Elementele componente ale instalației solare

#### 2.2.1. Montarea colectoarelor plane

Colectoarele plane pot fi montate pe acoperișuri, pe tavane și pe construcții realizate în acest scop (de ex. umbrare, acoperișuri la parcuri etc.). Pentru montarea colectoarelor este necesar un cadru corespunzător locului unde se dorește montarea.

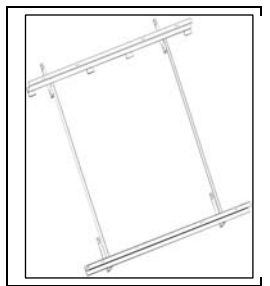


Fig. 10

Cadru de montaj pentru clădiri cu acoperișul în pantă

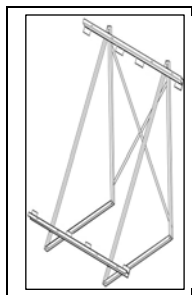


Fig. 11

Cadru de montaj pentru clădiri cu acoperișul plat sau pentru montare pe suprafețe plane



### 2.2.2. Conectarea colectoarelor plane

Raportat condițiilor din România, chiar și cea mai simplă utilizare necesită montarea a cel puțin 2 colectori (4m<sup>2</sup>). Unul din punctele sensibile ale sistemului este dezaerarea. Colectoarele **GAUZER** cuplate pereche pot fi dezaerate destul de ușor.

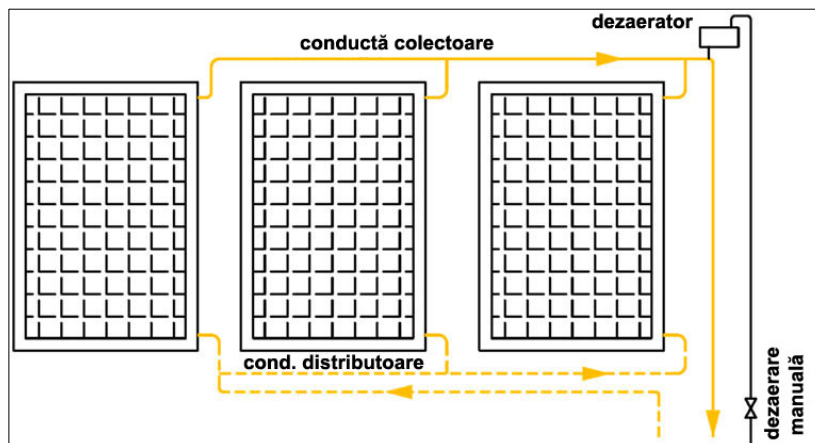


Fig. 12.

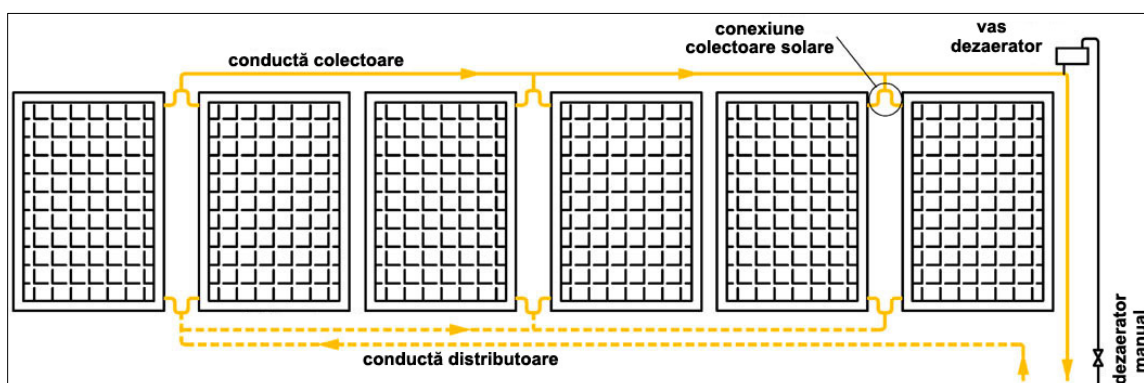


Fig. 13.

În cazul sistemelor realizate din mai multe colectoare plane, dacă este necesară conectarea a mai mult de 2 perechi (4 buc. colectoare solare), realizarea legăturilor conductelor colectoare și distribuitoare trebuie făcută conform conexiunii tip Tichelman (Fig. 12 și 13).

Legarea colectoarelor în pereche se realizează prin utilizarea conexiunii din fig. 14.

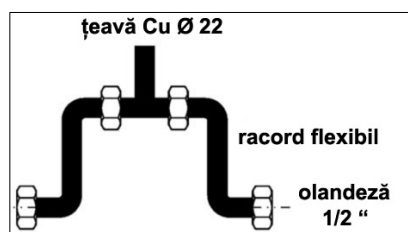


Fig. 14

### 2.2.3. Boilerul sistemelor solare

Înmagazinarea energiei obținute de colectoarele solare plane este o problemă destul de importantă.

Tipurile **DP-SP** de colectoare ale firmei **GAUZER** oferă o nouă posibilitate în domeniul stocării și utilizării. Colectorul solar și boilerul de acumulare pentru apă caldă sunt astfel conectate, încât pentru utilizarea energiei solare nu trebuie introdusă în circuit o pompă de circulație și nu este necesară automatizare. Boilerele cu dublă manta sunt realizate în două versiuni, de 120 și 160 litri. În circuitul exterior (dintre cele două mantale) circulă lichidul solar încălzit în colectoare (Fig. 15 și 16). Acest mod de stocare este utilizabil în primul rând la sistemele de preparare a apei calde menajere, dar poate fi conectat și la un boiler tradițional electric sau pe gaz. Prin utilizarea boilerului tradițional crește și volumul de apă caldă stocat.

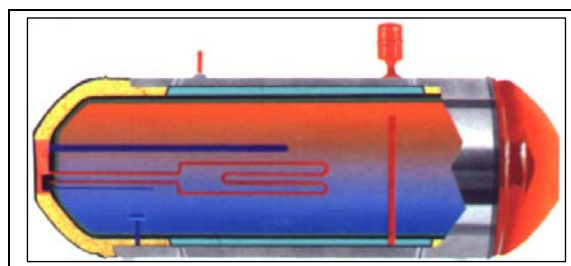


Fig. 15

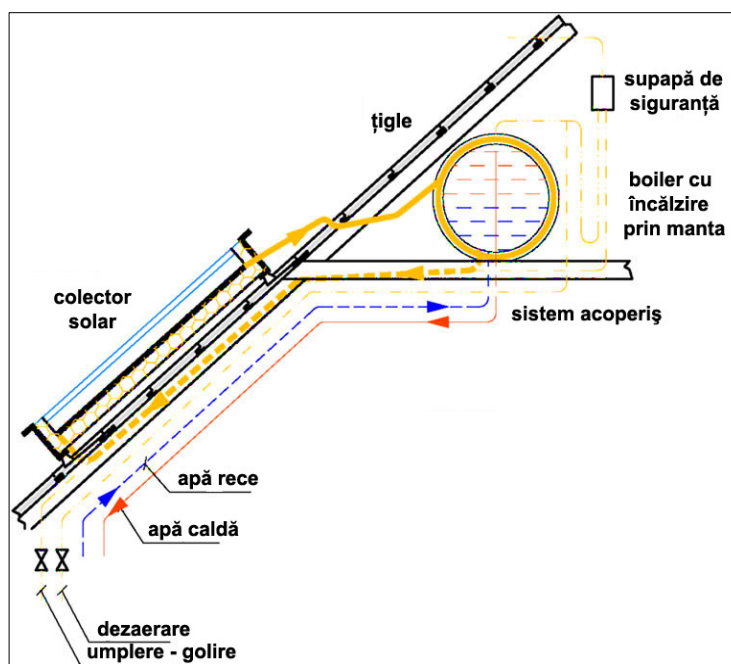


Fig. 16

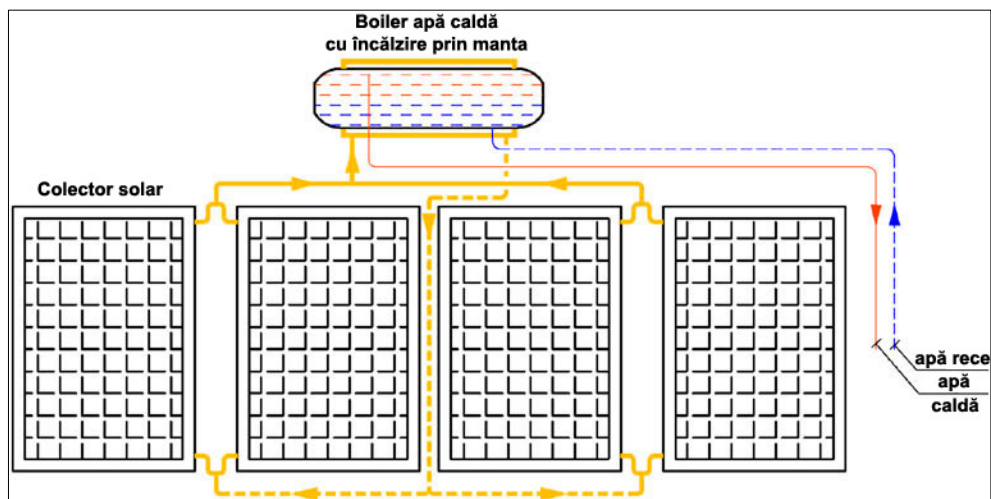


Fig. 17

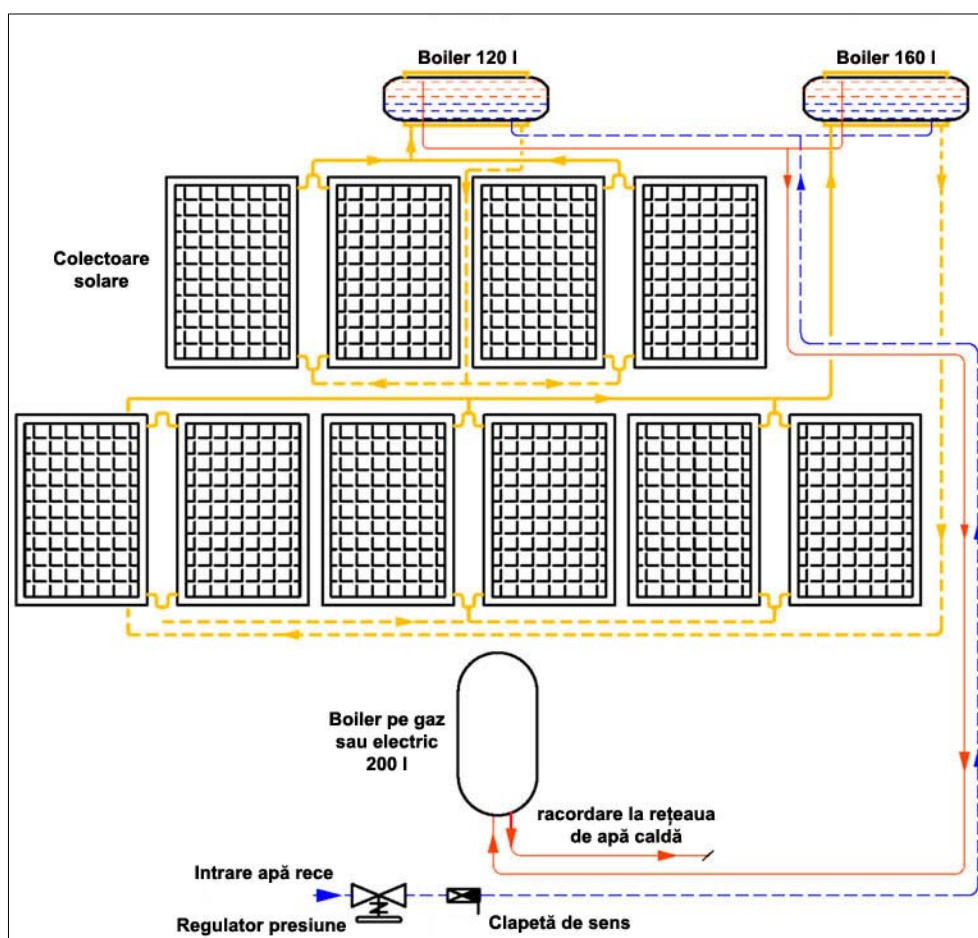


Fig. 18

Pentru o utilizare mai eficientă a energiei solare, la boilerul de 120 litri se pot lega două perechi de colectoare ( $8 \text{ m}^2$ ) (Fig. 17), iar la boilerul de 160 litri se pot lega 3 perechi de colectoare solare, cu suprafața totală de  $12 \text{ m}^2$  (Fig. 18)

Sistemele realizate cu colectoare solare tip **DP-SP** trebuie prevăzute cu boilere de stocare cu unul sau două schimbătoare de căldură (serpentine), care să lucreze la o presiune de cel puțin 6 bar (Fig. 19).

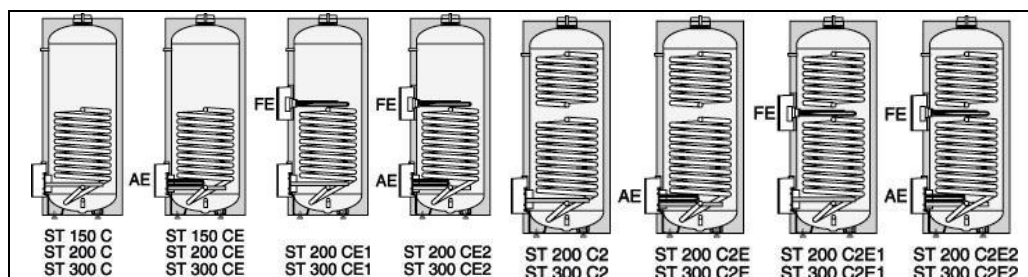


Fig. 19

La nevoie, boilerle de stocare pot să fie echipate și cu una sau două rezistențe electrice suplimentare de 2 kW.

În cazul în care energia solară este utilizată și ca aport la încălzire, rezervoarele de stocare sunt cilindrice, fără schimbător de căldură interior, cu volum mai mare decât boilerle pentru apă caldă menajeră (cca. 1000-3000 litri), numite rezervoare puffer pentru încălzire. Acestea lucrează la 3 bar, la temperatura maximă de lucru de  $95^{\circ}\text{C}$  și cu izolație exterioară tare cu grosimea de 5-7 cm.

#### 2.2.4. Rezistența la presiune a sistemelor solare. Ventile de siguranță

Sistemele solare care sunt utilizate de-a lungul întregului an trebuie umplute totdeauna cu lichid antigel. Acest lichid solar antigel trebuie să lucreze între limite destul de largi de temperatură, iarna și la  $-20^{\circ}\text{C}$  iar vara se poate încălzi la  $100-110^{\circ}\text{C}$ . Sistemul solar umplut cu lichid antigel trebuie să facă față și variațiilor de volum datorate acestor diferențe mari de temperatură. Bineînțeles, baza de pornire este temperatura din momentul în care se face umplerea instalației. Lichidul antigel recomandat este propilenglicol 40% diluat cu apă, care este lichid până la  $-25^{\circ}\text{C}$ , dar și la temperaturi mai scăzute nu îngheață total.

Importante sunt modificările caracteristicilor fizice ale soluției, care trebuie luate în considerare la calculul schimbului de căldură și la alegerea pompelor. Asemănător, trebuie ținut cont de modificarea volumului relativ ocupat funcție de temperatură (Fig. 20).

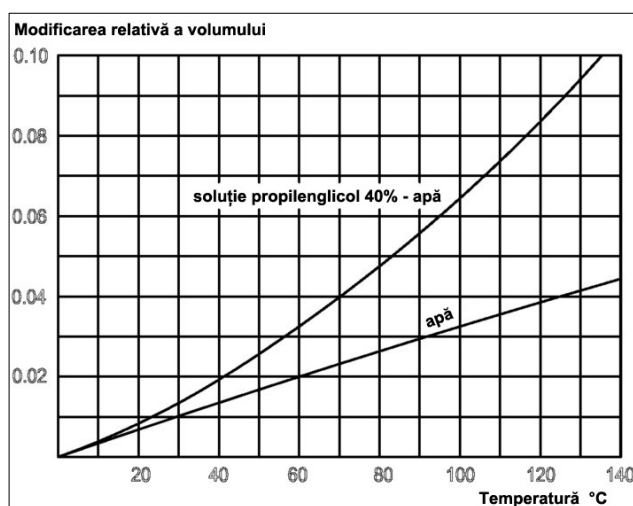


Fig. 20

În cazul colectoarelor solare **DP-SP**, dacă boilerul cu dublă manta este instalat în aer liber, vasul de expansiune din sistem, respectiv ventilul de siguranță la supraîncălzire (Fig. 15) elimină creșterea presiunii datorate dilatării lichidului antigel.

Dacă boilerul de stocare de apă caldă este instalat în podul casei, elementele de siguranță ale sistemului trebuie realizate conform celor prezentate în fig. 21. (Dimensiunea rezervorului de preaplin este corespunzător pentru sisteme cu un volum de lichid de 45 litri, la care pot fi legate 3 perechi de colectoare cu o suprafață totală de 12 m<sup>2</sup>.)

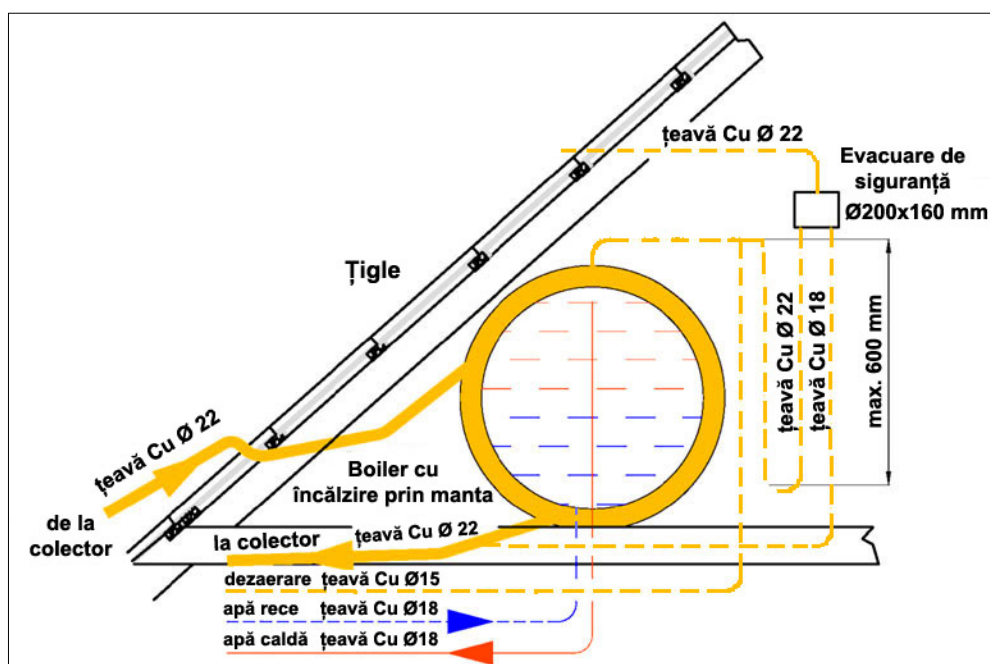
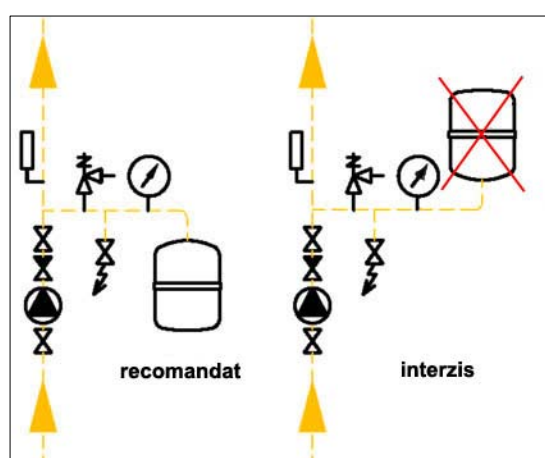
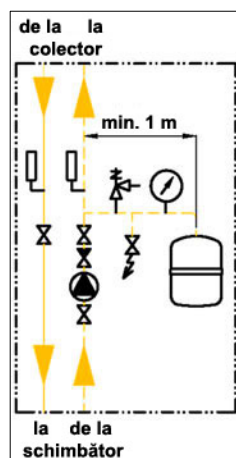


Fig. 21

În cazul colectoarelor solare tip **DT-ST**, unitatea de menținere a presiunii trebuie realizată cu grijă (Fig. 22). Din unitatea de menținere a presiunii fac parte vasul de expansiune închis, ventilul de siguranță, manometru (0-6 bar), robinetul de umplere-golire și un rezervor de preaplin atmosferic. Temperatura de lucru a sistemelor solare fiind de multe ori aproape de 100°C, elementele de siguranță trebuie alese conform acestei valori. Conducta de legare a unității de menținere a presiunii trebuie să fie de cel puțin 1 m. Vasul de expansiune va fi racordat doar superior (Fig. 23), în ramura rece a sistemului. Membrana vasului de expansiune trebuie să fie inert față de lichidul antigel. În cazul sistemelor solare mici, volumul vasului de expansiune este de regulă egal cu volumul total al sistemului.



Dimensionarea vasului de expansiune necesar colectoarelor tip **DT-ST**:

$$V_e = (p_{adm} + 1) * (0,1 * V_{cond+sch} + V_{col} / (p_{adm} - p_e)$$

unde:

$V_e$  = volumul vasului de expansiune  
 $p_{adm}$  = presiune maximă admisă în sistem  
 $p_e$  = presiunea inițială a sistemului  
 $V_{cond+sch}$  = volumul țevelor și a schimbătorului de căldură  
 $V_{col}$  = volum colector solar

$$p_e = 0,1 * h + 1,5$$

unde:

$h$  = înălțimea coloanei de lichid deasupra vasului de expansiune

De exemplu, dacă:

$$h = 6 \text{ m, atunci } p_e = 0,1 * 6 + 1,5 = 2,1 \text{ bar}$$

În cazul colectoarelor **DT-ST**, dimensionarea vasului de expansiune se simplifică conform celor ce urmează:

$$p_{adm} = 4,5 \text{ bar} - 0,5 \text{ bar} = 4 \text{ bar}$$

$$V_e = 5 * (0,1 * V_{cond+sch} + V_{col} / (4 - p_e)$$

Presiunea de acționare a ventilului de siguranță este de 4 bar. Dimensiunea lui depinde de volumul sistemului. Este recomandat ca lichidul antigel evacuat prin ventilul de siguranță să fie colectat într-un vas deschis de 8-10 litri. În acest fel, lichidul antigel poate fi reintrodus în sistem cu ajutorul unei pompe manuale și nu se pierde.



### 2.2.5. Pompele sistemelor solare

În sistemele solare de producere a apei calde menajere sau de sprijin a sistemului de încălzire se utilizează pompele de circulație utilizate în rețelele termice (Producători Wilo, Grundfos etc.).

Tipul exact trebuie ales în funcție de parametri și traseul conductelor sistemului.

La colectoarele tip **DP-SP** se pot utiliza pompele de circulație.

De exemplu, la sistemele mai mici se pot utiliza pompe Wilo-Star-Z, respectiv la sistemele mai mari Wilo-TOP-Z. Ambele tipuri pot fi completate cu releu de timp pentru pornire automată.

În cazul colectoarelor **DT-ST** se recomandă utilizarea pompelor cu ax înecat Wilo, care sunt prevăzute cu comutator pentru alegerea uneia din cele trei turații la care poate funcționa. Tipurile recomandate funcție de sistem:

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| Wilo-Star-RS 25/4 | suprafață colectoare 4 - 10 m <sup>2</sup>  |
| Wilo-Star-RS 25/6 | suprafață colectoare 10 - 30 m <sup>2</sup> |
| Wilo-TOP-S 25/7   | suprafață colectoare 30 - 80 m <sup>2</sup> |

### 2.2.6. Schimbătoarele de căldură ale sistemului solar

Se pot utiliza schimbătoarele de căldură de tipul și forma celor cunoscute în tehnica încălzirii, dar recomandăm utilizarea celor cu volum mic de lichid.

La sistemele solare se pot utiliza schimbătoare de căldură exterioare, respectiv schimbătoare de căldură spirale introdus în boilerule de stocare ale apei calde (Fig. 24). Dintre schimbătoarele de căldură exterioare, cel mai indicat este schimbătorul în plăci (de ex. APV, SWEP, Alfa-Laval), alegerea acestora fiind determinată de parametri termotehnici și de condițiile existente la fața locului.

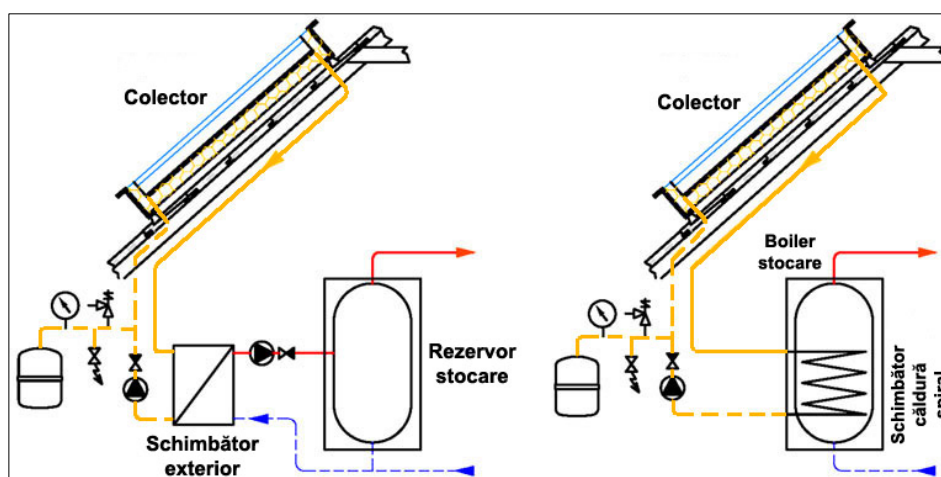


Fig. 24

Dacă sistemul solar este destinat încălzirii piscinei sau ca aport la sistemul tradițional de încălzire, este necesară utilizarea unui schimbător de căldură exterior.

Sistemele solare destinate preparării de apă caldă menajeră pot fi echipate cu boilerule cu schimbătoare spirale interioare. La alte utilizări se recomandă schimbătoarele exterioare.

La alegerea schimbătoarelor de căldură trebuie să se țină cont de faptul că în cazul utilizării lichidului antigel, parametri schimbului de căldură sunt inferiori decât în cazul apei.

### 2.2.7. Aparatura de comandă a sistemelor solare

În sistemele solare trebuie montate: un manometru cu domeniu de măsurare 0-6 bar la vasul de expansiune, respectiv câte un termometru cu scala 0-120°C pe conducta de tur și de retur a colectoarelor.

Reglarea și comanda sistemului solar este realizată de reglatoarele **GAUZER** special concepute în acest scop, de tip **DTC 100/2** sau **DTC 100/4 TD** (Fig. 25).



Fig. 25

### 2.2.8. Dezaerarea sistemelor solare

Dezaerarea sistemelor solare ridică niște probleme constructive deosebite. Nu este recomandabilă montarea unui aerisitor automat la partea superioară a colectorului, deoarece în cazul supraîncălzirii va evacua aburul care poate să se formeze. La partea superioară a colectorului se recomandă montarea unui vas de dezaerare, conducta de evacuare a vasului trebuind condusă în incinta de unde se face și umplerea.

La sistemele solare se recomandă instalarea pe conducta tur a pompei a unui dezaerator automat de calitate (de ex. Spirotop) sau a unui dezaerator prin absorbție.

### 2.2.9. Montarea sistemelor solare

Țevile de legătură ale sistemelor solare sunt realizate de regulă din cupru, asamblate prin lipire moale (cositorire), iar pentru reducerea pierderilor este necesară izolarea acestora. Bridele din material plastic utilizate de regulă la asamblarea țevelor de cupru nu pot fi utilizate datorită condițiilor nefavorabile (temperaturi înalte, radiații UV), în locul lor putându-se folosi bride metalice. La realizarea circuitelor se va avea în vedere dilatarea termică, conductele lungi fiind prevăzute cu compensatori de dilatare.

În cazul sistemelor cu număr mare de colectori (de ex. mai multe rânduri paralele de colectoare solare) se recomandă legarea colectoarelor după schema Tichelmann. (Fig. 13)

Țevile sistemelor solare trebuie întotdeauna izolate termic, cu un material termoizolant rezistent la cel puțin 150°C, pentru a preveni mersul “în gol” al colectoarelor la temperaturi ridicate și reducerea pierderilor.



Izolațiile termice externe trebuie protejate contra radiațiilor UV și a acțiunii factorilor de mediu prin învelire cu materiale rezistente sau prin vopsire.

### **2.2.10. Lichidul de transfer termic al sistemelor solare**

Colectoarele solare care se doresc a fi folosite tot timpul anului trebuie umplute cu o soluție antigel rezistentă la cel puțin  $-25^{\circ}\text{C}$ , neotrăvitoare, de regulă o soluție de 40% propilenglicol diluat cu apă.

**Este important de știut că lichidele antigel pe bază de etilenglicol sunt otrăvitoare, fapt pentru care utilizarea lor la sistemele solare este interzisă.**

La alegerea antigelului se vor avea în vedere următoarele modificări ale parametrilor:

- Crește vâscozitatea soluției.
- Scade coeficientul de conductivitate termică al soluției.
- Crește coeficientul cubic de dilatație termică.

Ca urmare a acestora, la aceeași temperatură ca a apei curate, în cazul antigelului se va avea în vedere că:

- Crește rezistența conductelor.
- Scade înălțimea de pompare a pompei.
- Crește dimensiunea necesară a vasului de expansiune.

În cazul amestecului nostru antigel cu proporțiile 40% - 60%, rezistența conductelor crește cu 20%, înălțimea de pompare scade cu 10%. Modificarea volumului relativ se observă în fig. 20.

Concentrația soluției antigel se va verifica anual.

---

### 3. PROPUNERI DE REALIZARE A SISTEMELOR SOLARE

În cele ce urmează am dori să vă prezentăm câteva modalități de utilizare a energiei solare. Bineînțeles, aceste sisteme pot fi dezvoltate și completate cu elemente suplimentare.

Dacă dorim utilizarea energiei solare ca aport și sprijin la sistemul de încălzire, cazanul tradițional poate fi pe gaz, pe combustibil lichid sau pe lemn. Vă vom prezenta în principal versiuni cu cazane pe combustibil gaz de tip B și C. În cazul aparatelor consumatoare de gaz de tip B, recomandăm modificarea sistemului după posibilități. În cazul în care se realizează un sistem nou, recomandăm utilizarea aparatelor consumatoare de gaz de tip C.

La aceste sisteme vă prezentăm posibilitățile de automatizare cu regulatoarele Gauzer tip **DTC 100/4**. Nu vom face referire la posibilitățile de reglare ale sistemului de încălzire. Unificarea reguletoarelor, includerea în sistem cade în sarcina proiectantului de specialitate în automatizări.

În sistemele prezentate au fost incluse minimum de elemente și componente necesare funcționării.

Am dori să prezentăm câteva puncte de vedere legate de posibilitățile de completare ulterioară a sistemelor.

a./ Energia solară poate fi utilizată în mod optim dacă timpul dintre captarea energiei razelor solare și utilizarea efectivă a energiei astfel obținute este minim. Din acest motiv, energia solară se pretează la prepararea apei calde menajere pe timpul verii, respectiv la încălzirea apei din piscine.

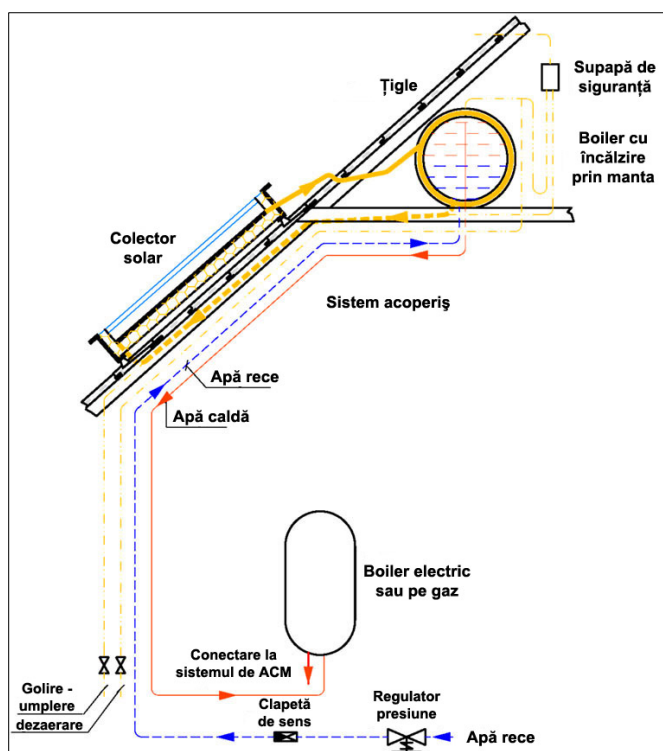
b./ Mediul de transfer încălzit cu energie solară va fi utilizat în mod optim dacă temperatura mediului este cât mai apropiată de temperatura de utilizare. Din acest motiv, se pretează sistemelor solare variantele de încălzire la temperatură redusă, adică cele prin pardoseală sau în perete.

În continuare, pentru un randament cât mai bun al utilizării energiei solare, putem să adoptăm varianta vehiculării lichidului antigel încălzit în panourile solare prin rețeaua de încălzire prin pardoseală sau perete.

---

### 3.1. Sistemele recomandate cu panouri solare tip DP-SP

#### 3.1.1. Prepararea apei calde menajere, sisteme cu consum redus



Prepararea apei calde menajere într-o casă familială se realizează cu un boiler electric sau pe gaz. Funcție de numărul de persoane, boilerul este de 120-200 litri. La acest sistem se adaptează cel mai bine o suprafață de colectoare de 4-6 m<sup>2</sup> și cu un boiler solar de 120 l.

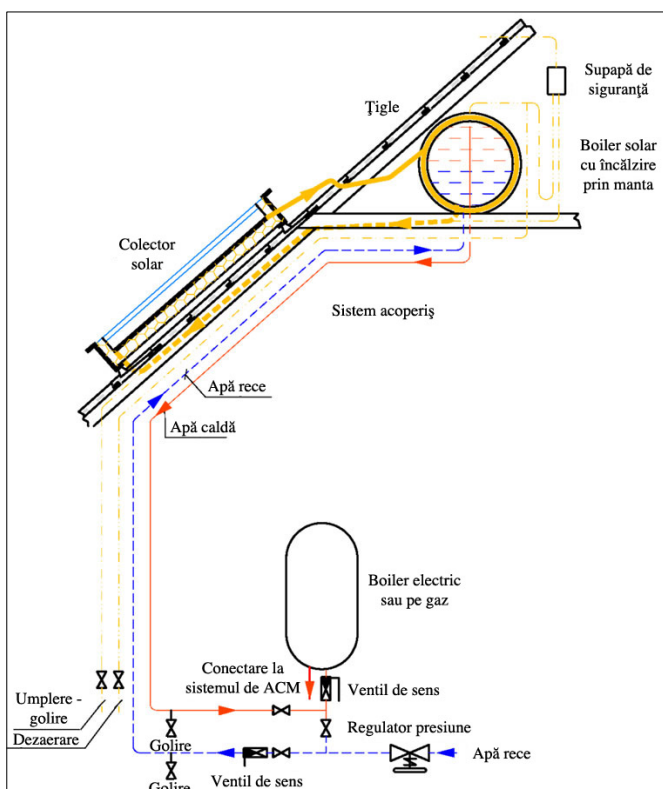
Sistemul de producere apă caldă menajeră, cu funcționare de-a lungul întregului an, se poate realiza conform fig. 26.

Apa încălzită cu ajutorul panourilor solare intră în boilerul electric sau pe gaz, unde va fi eventual încălzită suplimentar la temperatura dorită.

Sistemul nu necesită pompă de circulație sau automatizare.

Fig. 26

În cazul utilizării tot anul, se recomandă instalarea în boilerul solar a unei rezistențe electrice suplimentare, pentru a evita pericolul de îngheț.



În cazul utilizării sezoniere recomandăm realizarea sistemului conform fig. 27, unde unitatea solară poate fi izolată de sistemul tradițional de apă caldă și poate fi golită. În acest caz se recomandă ca fiecare boiler să fie prevăzut cu ventil de sens.

Fig. 27

#### 3.1.2. Prepararea apei calde menajere, sisteme cu consum mare

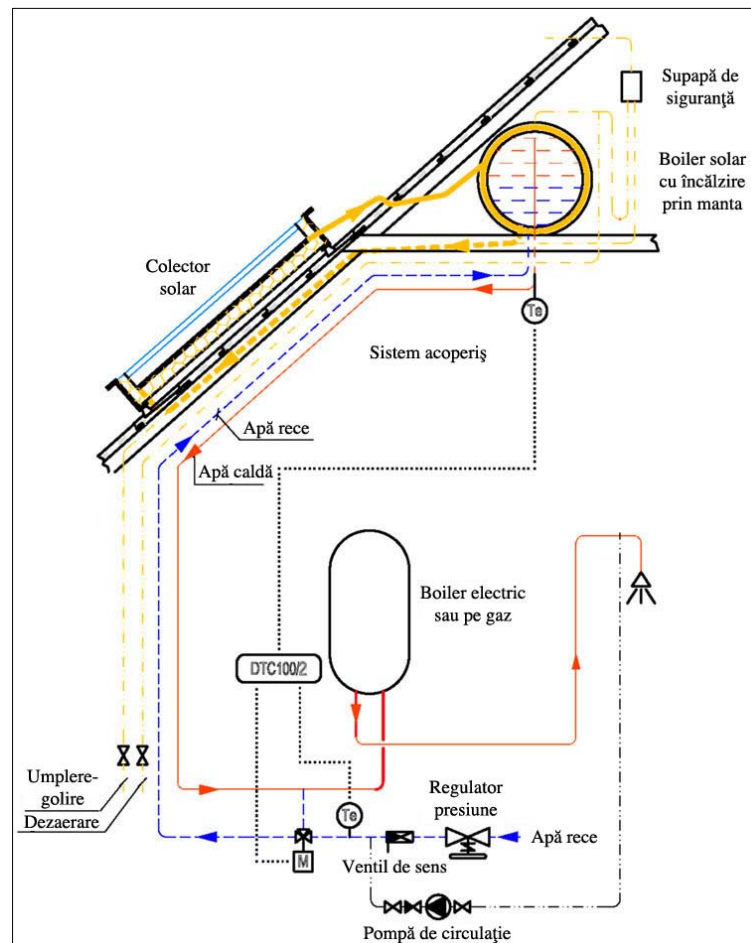


Fig. 28

Din punct de vedere al conexiunilor, se consideră o rețea mare de apă caldă acel sistem care are inclus și pompă de circulație cu automatizare.

Utilizarea pompei de circulație asigură transportul comandat și continuu al apei calde din boilerul solar (încălzite cu ajutorul colectoarelor solare) spre boilerul electric sau pe gaz tradițional. Un asemenea sistem este prezentat în fig. 28.

În sistem este necesar un ventil cu 2 căi cu servomotor, regulatorul tip DTC 100/2 și doi senzori de temperatură.

În momentul în care sonda de temperatură montată pe ramura caldă a boilerului solar măsoară o temperatură cu 1-2 °C mai mare decât cea din ramura rece a rețelei de ACM, regulatorul va deschide vana cu 2 căi spre boilerul solar și pompa de circulație transportă apa caldă din boilerul solar în boilerul tradițional. Dacă nu se atinge diferența de temperatură reglată, regulatorul DTC 100/2 comandă vana cu 2 căi în poziția în care apa rece să intre în boilerul tradițional.

### 3.1.3. Sistem pentru prepararea ACM și încălzirea apei din piscină

Sistemul solar utilizabil pentru încălzirea apei din piscină și preparare de ACM este prezentat în fig. 29. Regulatorul tip DTC 100/4 asigură automatizarea ambelor utilizări.

Regulatorul asigură reglajul funcție de două diferențiale de temperatură independente una de cealaltă.

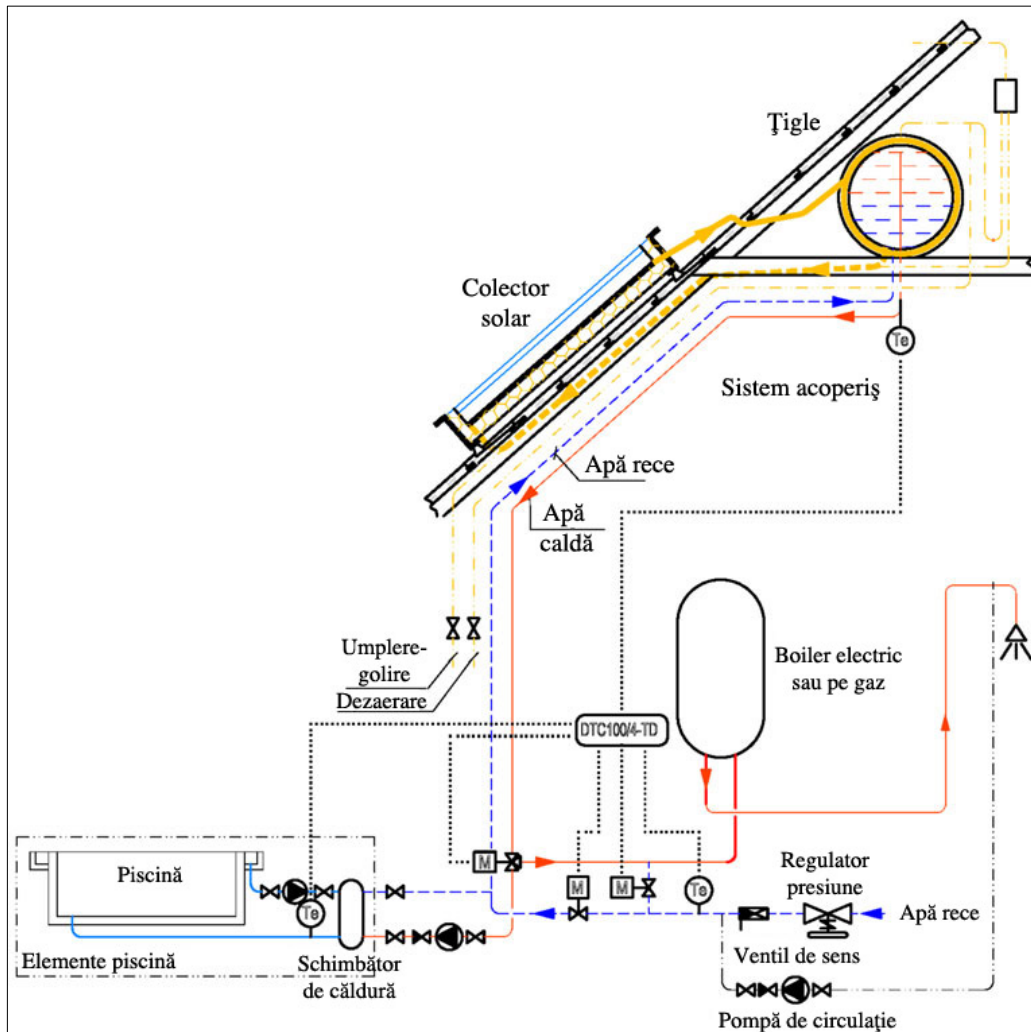


Fig. 29

### 3.1.4. Preparare ACM și aport la încălzire

La hotelurile și pensiunile cu ocupare mare pe perioada verii se recomandă utilizarea colectoarelor solare cu utilizare tot anul, cu sprijinul încălzirii pe perioada iernii. Energia solară este cu adevărat eficientă în sistemele de încălzire dacă acestea sunt la temperatură redusă, prin pardoseală sau prin perete. În fig. 30, agentul termic din returul sistemului de încălzire la temperatură redusă poate fi preîncălzit eficient cu energie solară prin intermediul unui schimbător de căldură în plăci, înainte de intrarea în cazanul de termoficare. Vana cu două căi montată pe returul rețelei de încălzire la temperatură redusă este comandată de regulatorul DTC 100/4 în funcție de diferența dintre temperatura pe returul încălzirii și cea din boilerul solar.

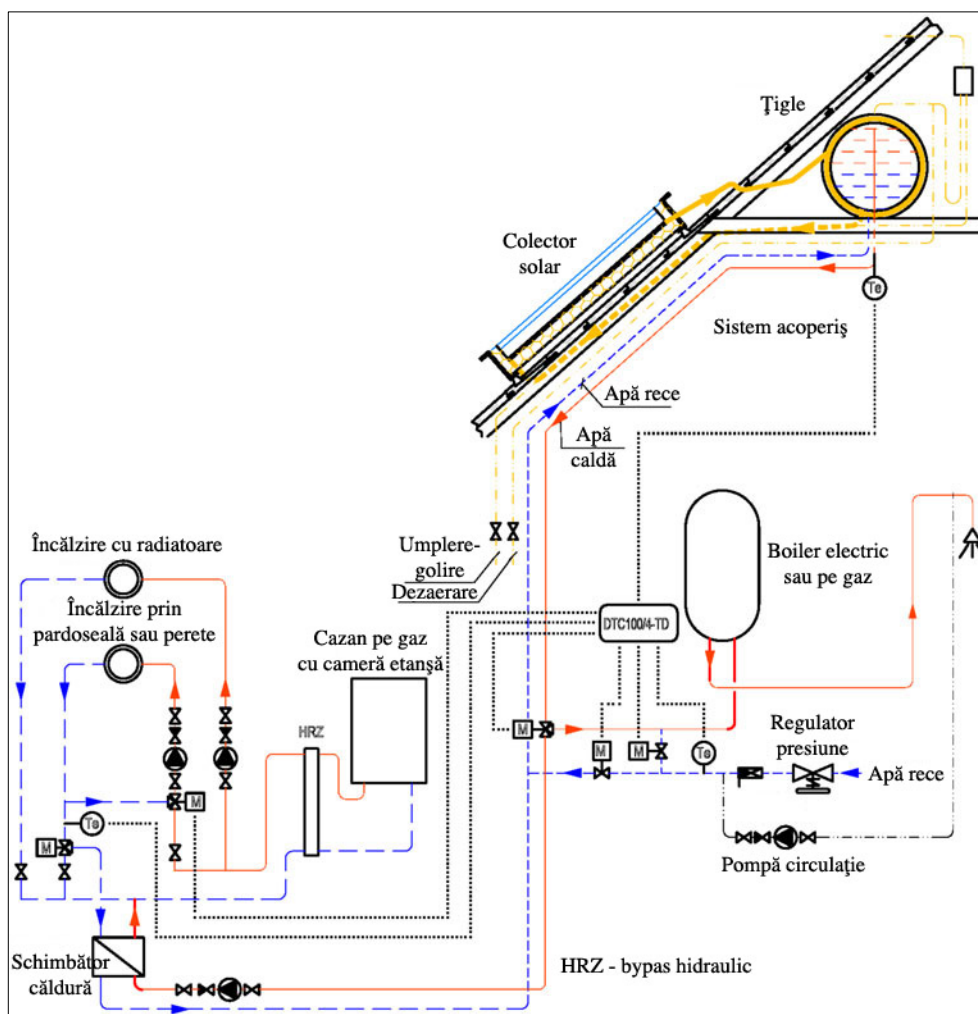


Fig. 30

### 3.1.5. Preparare de apă caldă menajeră la pensiuni și hoteluri

În cazul pensiunilor mai mari, volumul necesar pentru boilerul de stocare, precum și suprafața colectoarelor este determinată cu ajutorul diagramei din fig. 31. De exemplu, la o pensiune cu 12 persoane, la un consum de 40 l/zi/persoană, volumul necesar al boilerului de stocare este de 450 litri. La un interval de utilizare aprilie-septembrie, suprafața necesară a colectoarelor solare este de 18 m<sup>2</sup>, care se recomandă să se obțină cu 5 perechi (10 buc.) de colectoare. Se recomandă utilizarea colectoarelor tip **DP-SP** împărțite în două grupuri: un boiler de 120 l conectat la colectoare în suprafață de 8 m<sup>2</sup> și un boiler de 160 l cu colectoare de 12 m<sup>2</sup> (Fig. 32). Volumul de stocare pe partea solară este de 280 l, la care se recomandă conectarea unui boiler tradițional electric sau pe gaz de 200 l, astfel fiind asigurat volumul total necesar.

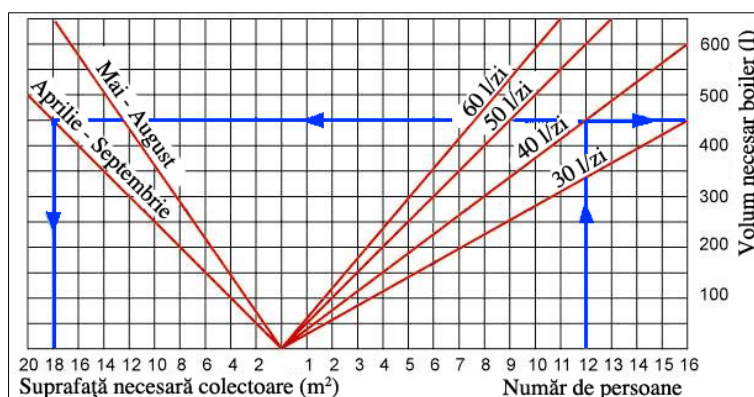


Fig. 31

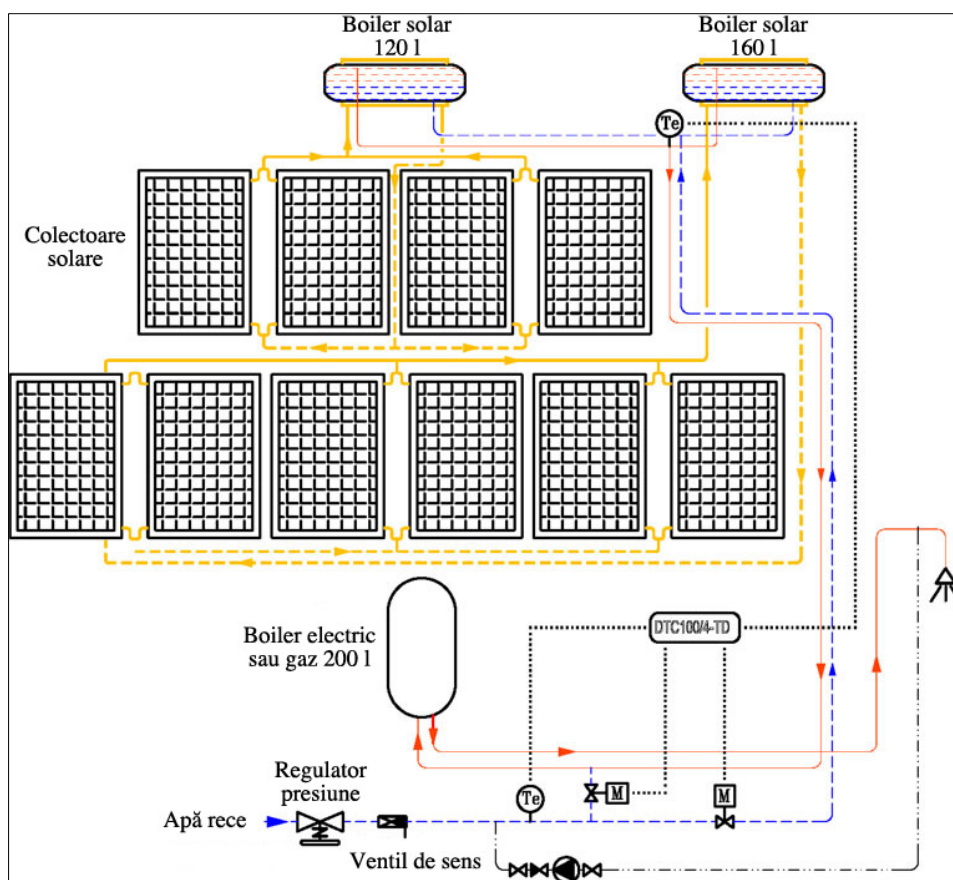


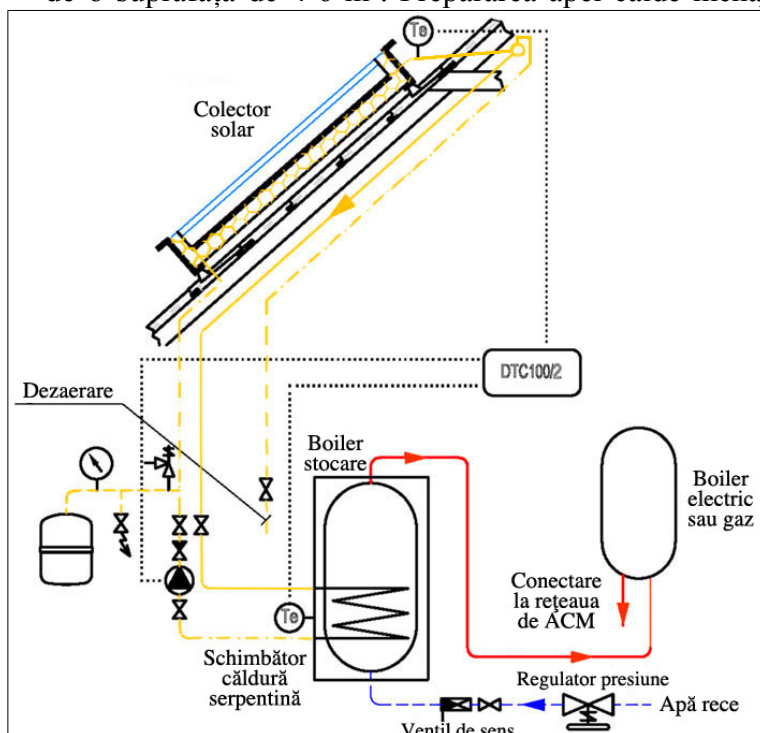
Fig. 32



### 3.2. Sisteme recomandate cu colectoare tip DT-ST

#### 3.2.1. Preparare de apă caldă menajeră, respectiv preîncălzire

Pentru necesarul la o casă familială, cu utilizarea colectoarelor solare tip DT-ST, este nevoie de o suprafață de 4-6 m<sup>2</sup>. Prepararea apei calde menajere sau preîncălzirea ei se poate realiza



într-un boiler prevăzut cu un schimbător de căldură spirală la interior, legat înainte de boilerul tradițional electric sau pe gaz (Fig. 33). Acest sistem este utilizabil tot timpul anului.

Apa rece intră prima oară în boilerul cu serpentina încălzită solar, se încălzește și de aici trece în boilerul tradițional. Sistemul are nevoie de un regulator DTC100/2, care pornește pompa sistemului solar dacă temperatura mediului în punctul superior al colectorului este cu 5-7 °C mai mare decât temperatura din boilerul de ACM. La clădirile noi este suficient și un singur boiler echipat cu serpentină și cu rezistență electrică suplimentară.

Fig.

33

Pentru clădirile mai mari, pentru prepararea ACM sau preîncălzirea apei, vă prezentăm în fig. 34 o altă soluție, în care apa caldă menajeră este obținută într-un boiler cu dublă serpentină.

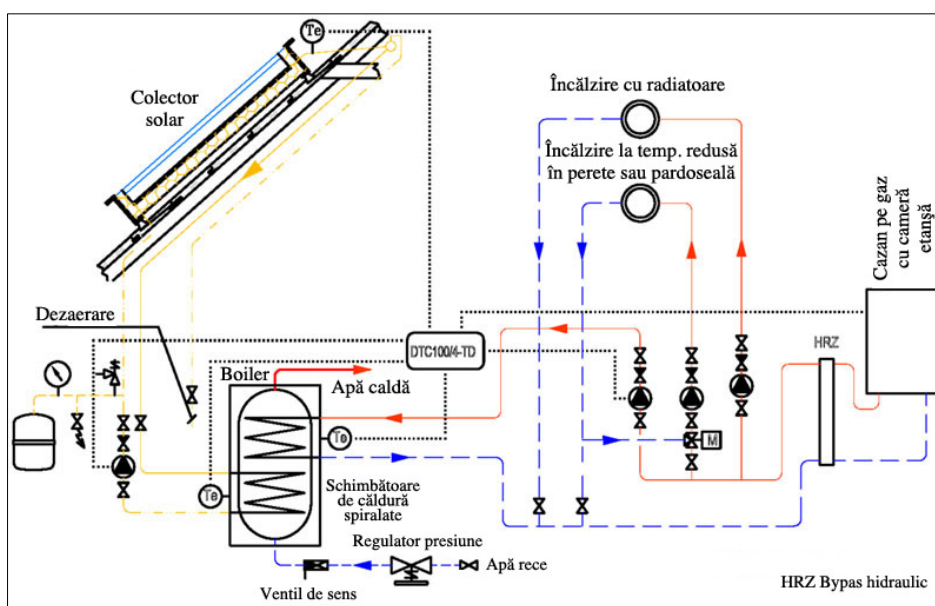


Fig. 34

La această variantă, este luată în considerare și cea de-a doua funcție diferențială de temperatură a regulatorului DTC100/4-TD. Dacă colectoarele solare nu pot să încălzească întregul volum de apă din boiler, serpentina superioară încălzită de cazanul pe gaz continuă încălzirea apei din boiler până la valoarea dorită.

### 3.2.2. Preparare de apă caldă menajeră și încălzire piscină

Cu sistemul prezentat în fig. 35, pe lângă preparare de ACM se poate realiza și încălzirea apei din piscină, cu ajutorul unui sistem existent cu cazan pe gaz. Pentru automatizarea sistemului sunt necesare 2 buc. regulatoare DTC100/4. Unul dintre ele va comanda prepararea de ACM de către colectoarele solare și cazanul pe gaz.

Cel de-al doilea regulator supraveghează temperatura apei care trece prin schimbătorul de căldură aferent piscinei. În cazul în care aceasta este cu 3-4 °C mai mică decât temperatura mediului din colectorul solar, regulatorul comandă vana motorizată din circuitul solar astfel încât lichidul antigel care vine de la colectoare să încălzească schimbătorul de căldură pentru piscină. Când temperatura apei din piscină a atins valoarea dorită, vana revine pe poziția inițială, de încălzire a boilerului de apă caldă menajeră. Dintre cele două regulatoare care funcționează în paralel, prioritate are cel pentru încălzirea piscinei, deoarece este de așteptat ca diferența dintre temperatura efectivă a apei din piscină și cea dorită să fie mai mică, respectiv temperatura dorită pentru apa din piscină să fie mai mică decât temperatura dorită pentru apa caldă menajeră.

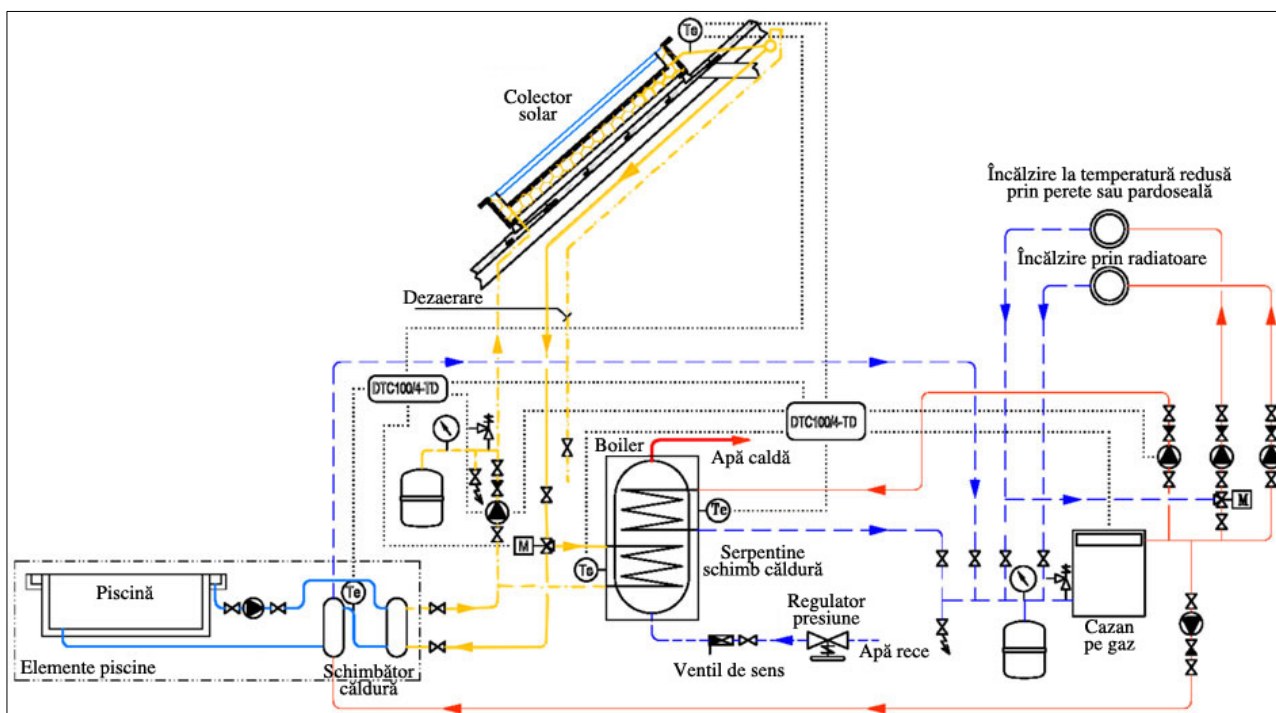


Fig. 35

### 3.2.3. Preparare de apă caldă menajeră și aport la încălzire

Sistemul prezentat în fig. 36 poate fi utilizat la sisteme noi sau deja existente de încălzire la temperatură redusă, în perete sau prin pardoseală. Temperatura pe returul sistemului la temperatură redusă este de 34-38°C, dar poate să scadă și sub.

În exemplul arătat sunt incluse 2 buc. regulatoare DTC100/4. În cazul unei diferențe de 3-5°C între colector și boilerul de apă caldă regulatorul comandă încălzirea boilerului de stocare. Încălzirea apei va dura atâta timp până ce se atinge temperatura dorită în boiler. După aceasta, regulatorul poate comuta pe sprijinul încălzirii, dacă temperatura agentului termic din returul sistemului de încălzire este cu 6-8°C mai mică decât temperatura antigelului din colectorul solar. În aceste momente, regulatorul comută vana motorizată montată în circuitul solar astfel ca antigelul dinspre colectorul solar să încălzească schimbătorul de căldură de pe partea de încălzire. Dintre cele două regulatoare care lucrează în paralel, prioritate are cel care comandă schimbătorul de căldură al boilerului de apă caldă.

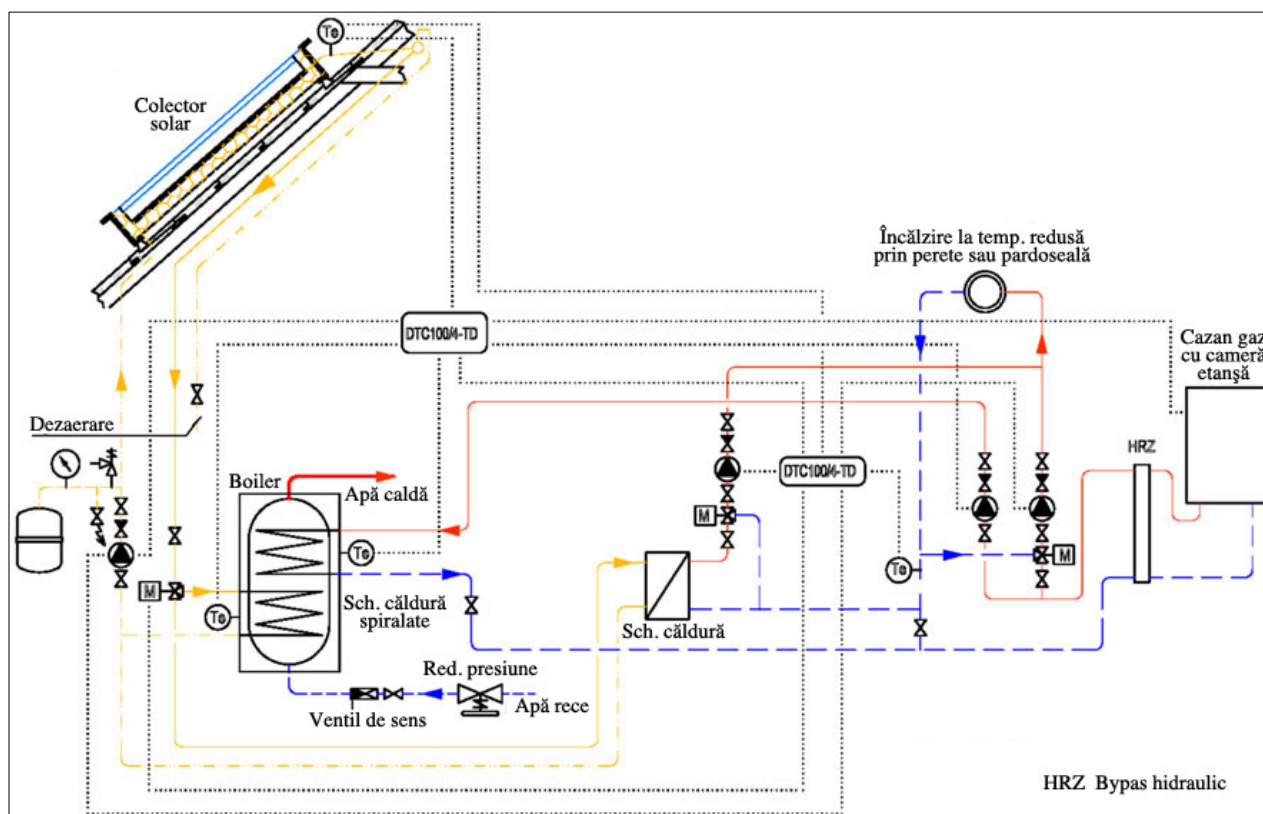


Fig. 36

Sistemul solar exemplificat în fig. 37 se recomandă a fi realizat în cazul în care este necesar un boiler de stocare cu un volum puffer mai mare ( $3-5 \text{ m}^3$ ). Prin utilizarea volumelor puffer se asigură o funcționare liniștită și posibilități de reglaj fără salturi.

Și în acest caz sunt necesare două reglatoare DTC100/4. Unul dintre ele reglează prepararea de apă caldă menajeră, iar celălalt comandă sprijinul încălzirii la temperatură redusă funcție de temperatura apei în rezervorul puffer.

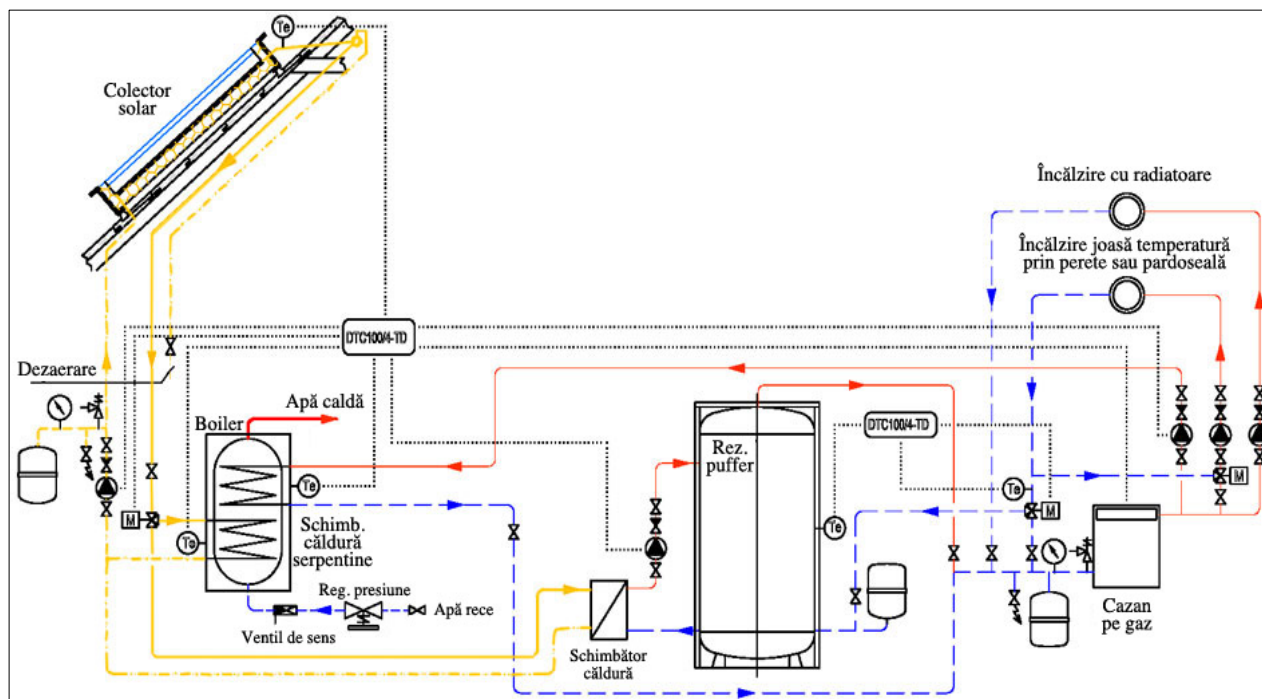


Fig. 37

### 3.2.4. Sistemul solar cu mai multe funcții

Sistemul din fig. 38 este prezentat fără modalitățile de reglaj.

Sistemul de încălzire este divizat în două părți de schimbătorul de căldură bidirecțional.

În partea stângă a schimbătorului de căldură este sistemul solar, respectiv aparțin acestei părți elementele încălzirii la temperatură redusă, ca de ex. încălzirea piscinei, încălzirea la perete sau prin pardoseală, precum și partea de temperatură redusă a preparării de ACM.

În partea dreaptă a schimbătorului de căldură sunt elementele de producere a temperaturii ridicate, consumatorii de temperatură ridicată, respectiv boilerul de stocare, care poate fi încălzit chiar și de un cazan pe lemne cu gazeificare.

În principiu, sistemul funcționează astfel: dacă Soarele arde cu putere, și dacă nu este preluată întreaga cantitate de căldură de către elementele din partea stângă, schimbătorul de căldură încălzește apa circulantă în partea dreaptă și umple boilerul de stocare puffer. În acest caz, pompa de circulație montată pe conducta inferioară din partea dreaptă a schimbătorului de căldură funcționează, iar ventilul din circuitul de ocolire al acestei pompe este închis.

Pe timp noros, când în partea stângă a schimbătorului de căldură nu este destulă energie termică, circulația în partea dreaptă a schimbătorului de căldură este preluată de pompa de pe ramura superioară, astfel încât încălzirea la temperatură redusă se face prin schimbătorul de căldură. În acest caz, ventilul de pe ramura superioară a schimbătorului de căldură este închis, pompa de pe ramura inferioară se oprește și deschide ventilul circuitului de ocolire.

Cazanul pe gaz cu cameră etanșă utilizat este alimentat pe retur din boilerul de stocare puffer cu apă preîncălzită prin bypassul hydraulic. Când cazanul pe gaz nu funcționează, apa din boilerul de stocare puffer poate fi încălzită cu cazanul cu gazeificare pe lemn.

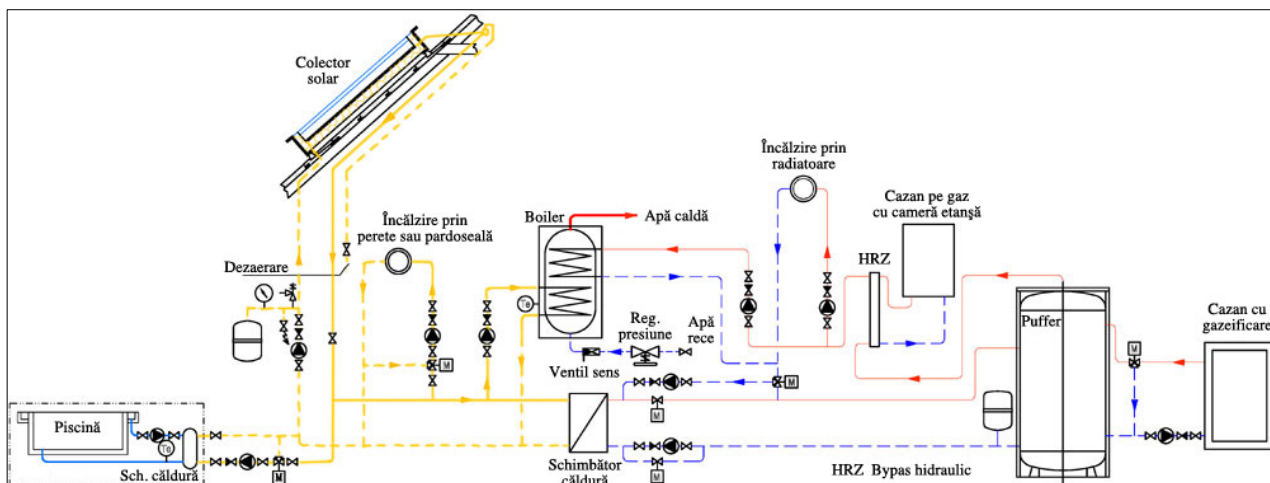


Fig. 38