

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ - NAPOCA
FACULTATEA DE MECANICĂ
SPECIALIZAREA: MAȘINI ȘI ECHIPAMENTE TERMICE

PROIECT DE DIPLOMĂ

Instalația pentru încălzirea unei locuințe unifamiliale, folosind surse regenerabile de energie

Conducător de proiect:
Prof.dr.ing. Mugur Bălan

Absolvent:
Oprea Radu Alexandru

2005

Prezentarea generală a lucrării

Această lucrare prezintă instalația pentru încălzirea unei locuințe unifamiliare folosind surse regenerabile de energie. Pentru a transforma energia regenerabilă în căldură de obicei este nevoie de anumite echipamente specifice. Cele mai des utilizate echipamente pentru încălzirea locuințelor unifamiliare sunt sistemele de colectare a energiei solare, pompele de căldură și sistemele de ardere a combustibililor solizi regenerabili.

Sistemele de încălzire care utilizează energie regenerabilă, însoțite de eficiența termică ridicată a cladirilor, sunt foarte importante pentru reducerea emisiilor de CO₂ și a consumului de combustibil, subiecte de larg interes în Uniunea Europeană.

Nici una dintre soluțiile de încălzire, care folosesc surse regenerabile de energie nu sunt nici pe departe mai puțin convenabile, sau mai dificil de utilizat decât soluțiile moderne care utilizează combustibili lichizi sau gazoși, datorită posibilității de reglare a puterii și a controlului automatizat.

Prima parte a lucrării conține un scurt memoriu tehnic în care se prezintă rolul și funcționarea sistemelor de încălzire a locuințelor, importanța utilizării surselor regenerabile de energie, modul în care este amplasată locuința unifamiliară considerată, dimensiunile acesteia, precum și temperaturile care intervin în efectuarea calculelor pentru determinarea necesarului de căldură specific acestei locuințe.

A doua parte a lucrării conține memoriul justificativ, de calcul, care este structurat în opt capitole. În primul capitol s-a calculat necesarul de căldură specific locuinței unifamiliare considerate. Al doilea capitol prezintă soluțiile tehnice care pot fi utilizate pentru încălzirea unei locuințe unifamiliare. În cel de-al treilea capitol s-au efectuat calculele termice ale soluțiilor prezentate în capitolul precedent. În capitolul al patrulea s-a efectuat o analiză tehnico economică în vederea alegerii soluției optime de încălzire a locuinței unifamiliale. În capitolul cinci s-a efectuat proiectarea instalației. Capitolul șase prezintă modul în care se poate automatiza instalația proiectată. În capitolul șapte este prezentată instalația. Capitolul opt cuprinde câteva norme de protecția muncii, care trebuiesc luate în considerare în proiectarea unei instalații termice. Capitolul al nouălea conține o temă tehnologică, mai precis un itinerar tehnologic efectuat în scopul realizării unui reper aflat în componența instalației termice proiectate.

La finalul lucrării a fost atașată lista bibliografică. Desenele realizate, sunt atașate deasemenea, la finalul proiectului, împreună cu restul datelor, fiind stocate pe CD.

General presentation of the paper work

In this work paper I will present a heating installation for one family house, which use recoverable energy sources. In order to transform the recoverable energy into the heat energy custom requisite specific equipments. Most commonly used equipments for one family house heating are the solar collectors, heat pumps and recoverable solid fuel burners.

The heating systems which use recoverable energy sources, together with a high thermic operative of the buildings are very important in order to lower the emissions of CO₂ and the fuel consumption, subjects of large interest in European Union.

All heating solutions which use recoverable energy sources are hardly less convenient or more difficult to operate than modern oil or gas-fired heating systems, all thanks to modulating output and digital control.

The first part of this work paper contain a short technical sheet which present the roll of the house heating systems and the way these systems run, the importance of using the recoverable energy sources, the way that the one family house is disposed, its dimensions as well as the temperature levels which interpose in the performing of calculations used to determinate the heat required for the house that we speak.

The second part of this work paper contain the justification of the performing calculations, which is structured into eight chapters. In the first chapter it has been performed the calculations in order to determine the heat required for the house that we speak. The second chapter present the technical solutions which can be used for one family house heating. In the third chapter it has been performed the calculations for the technical solutions which was presented in the preceding chapter. In the fourth chapter it has been performed a technical-economical analyse in order to choose the most favourable choice for one family house heating. In the fifth chapter the installation has been designed. The sixth chapter present the way that the installation can be automated. The seventh chapter present the installation. The eighth chapter contain several standard norms of labour protection which need to be taken in consideration in order to designed a heat installation. The last chapter contain a technical theme, more precise an technical itinerary performed in order to accomplish one of the component part of the heat installation.

To the end of the work paper it is attached the bibliography list. The drawings achieved has been attached at the end of the paper work along with the rest of data, stocked on a CD.

Cuprins

I. Memoriu tehnic

1. Descrierea rolului și funcționării sistemelor de încălzire a locuințelor.....8
2. Importanța folosirii surselor de energie regenerabile..... 9
3. Stabilirea amplasamentului, a dimensiunilor și a regimului termic al obiectivului.....10

II. Memoriu justificativ de calcul

- Cap. I** Determinarea necesarului de căldură pentru încălzirea locuinței.....16
1. Calculul pierderilor de căldură prin pereții locuinței.....17
 - 1.1.Determinarea diferențelor de temperatură de pe fețele pereților.....17
 - 1.2.Determinarea suprafețelor de schimb de căldură.....19
 - 1.3.Influența izolației termice asupra pierderilor de căldură prin pereți.....20
 2. Calculul necesarului de căldură pentru reîmprospătarea aerului.....30
 3. Calculul necesarului de căldură pentru obținerea apei calde menajere.....32
- Cap. II** Prezentarea soluțiilor tehnice de încălzire utilizând surse regenerabile de energie...34
1. Utilizarea energiei solare.....34
 2. Utilizarea unei pompe de căldură.....37
 - 2.1. Pompa de căldură în varianta aer-apă.....39
 - 2.2. Pompa de căldură în varianta sol-apă.....40
 - 2.3. Pompa de căldură în varianta apă-apă.....43
 3. Utilizarea unui cazan cu combustibil solid regenerabil.....45
- Cap. III** Calculul termic al soluțiilor de încălzire utilizând surse regenerabile de energie...49
1. Calculul termic al sistemului de încălzire cu energie solară.....49
 2. Calculul termic al sistemului de încălzire pompă de căldură.....54
 3. Calculul termic al sistemului de încălzire cu combustibil solid regenerabil.....65
- Cap. IV** Analiza tehnico-economică și alegerea soluției optime.....68
1. Calculul estimativ al costurilor de exploatare.....69
 2. Comparație între costurile de exploatare.....71
- Cap. V** Proiectarea instalației și alegerea aparatelor componente.....72
1. Alegerea aparatelor componente.....72
 2. Schema de principiu a instalației.....75
 3. Descrierea funcționării. Determinarea regimurilor termice ale instalației.....76

Cap. VI	Automatizarea instalației.....	78
1.	Prezentarea schemei de automatizare.....	78
2.	Descrierea funcționării sistemului de automatizare.....	79
Cap. VII	Prezentarea instalației proiectate.....	82
Cap. VIII	Norme specifice de securitate a muncii pentru lucrări de instalații de încălzire....	94
Cap. VIII	Tema tehnologică.....	96
1.	Desen de execuție.....	96
2.	Itinerar tehnologic.....	97
	Bibliografie.....	98
	Părți desenate	

I. Memoriu tehnic

1. Descrierea rolului și funcționării sistemelor de încălzire a locuințelor

Pentru a asigura confortul termic necesar desfășurării, în bune condiții, a activităților, orice locuință trebuie prevăzută cu o instalație pentru încălzire, care să poată acoperi necesarul de căldură și debitul necesar de apă caldă menajeră.

Instalația termică transformă energia calorică, legată chimic, a combustibililor în energie termică. Dintre combustibilii utilizați în instalațiile termice cea mai mare pondere o au combustibili fosili.

Unul din principalele obiective ale politicilor energetice mondiale este reducerea consumurilor de combustibil fosil. În această ordine de idei, folosirea surselor regenerabile de energie, pentru încălzirea locuințelor, este un obiectiv interesant care are ca scop, în contextul dezvoltării durabile, creșterea siguranței în alimentarea cu energie, protejarea mediului înconjurător și dezvoltarea la scară comercială a tehnologiilor energetice viabile.

Instalațiile termice care folosesc surse de energie regenerabile sunt, în prezent, o soluție bună pentru o energie ieftină și relativ curată. Deoarece energiile regenerabile nu produc emisii poluante prezintă reale avantaje pentru mediul mondial și pentru combaterea poluării locale. Obiectivul principal al folosirii energiilor regenerabile îl reprezintă reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Studiile oamenilor de știință au devenit în ultimii ani din ce în ce mai unanime în a aprecia că o creștere puternică a emisiilor mondiale de gaze cu efect de seră va conduce la o încălzire globală a atmosferei terestre de 2 - 6 °C, până la sfârșitul acestui secol, cu efecte dezastruoase asupra mediului înconjurător.

Ținând seama de timpul de implementare a unor noi tehnologii și de înlocuire a instalațiilor existente, este necesar să se accelereze ritmul de dezvoltare a noilor tehnologii curate și a celor care presupun consumuri energetice reduse. În același timp este necesară o profundă evoluție a stilului de viață și o orientare către o dezvoltare durabilă.

În condițiile aderării țării noastre la Uniunea Europeană la începutul anului 2007, va trebui să ne conformăm obiectivelor strategice ale acesteia în domeniul resurselor regenerabile. Sursele regenerabile de energie sunt energia solară, eoliană, geotermală, hidrotermală, biomasa, energia hidrogenului și altele.

2. Importanța folosirii surselor de energie regenerabile

Sursele fosile posedă proprietăți foarte folositoare care le-au făcut foarte populare în ultimul secol. Din nefericire, sursele fosile nu sunt regenerabile. Mai mult decât atât, acestea sunt responsabile de emisiile de CO₂ din atmosferă, care sunt dăunătoare unui climat ecologic.

Utilizarea în continuare a surselor de energie fosile ar produce o creștere a emisiilor de CO₂ care este reprezentată în figura 1:

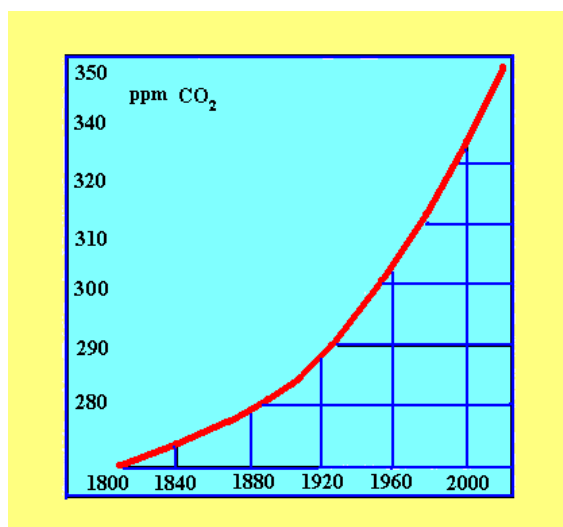


Fig. 1. Creșterea emisiilor de CO₂ generate prin arderea surselor fosile de energie

În anul 2000, ponderea surselor regenerabile în producția totală de energie primară pe plan mondial era de 13,8 %. Din analiza ratelor de dezvoltare din ultimele trei decenii se observă că energia produsă din surse regenerabile a înregistrat o creștere anuală de 2%.

Prin schimbul natural dintre atmosferă, biosferă și oceane pot fi absorbite circa 11 miliarde de tone de CO₂ din atmosferă (sau 3 miliarde de tone echivalent carbon), ceea ce reprezintă cca jumătate din emisiile actuale ale omenirii. Aceasta a condus la o creștere permanentă a concentrației de CO₂ din atmosferă de la 280 de ppm înainte de dezvoltarea industrială la 360 ppm în prezent.

Estimând că la sfârșitul acestui secol populația globului va atinge circa 10 miliarde de locuitori, în condițiile unor drepturi de emisie uniforme pentru întreaga populație, pentru a nu depăși concentrația de CO₂ de 450 ppm în atmosferă, ar fi necesar ca emisiile pe cap de locuitor să se limiteze la 0,3 tone C/locuitor, ceea ce pentru țările dezvoltate reprezintă o reducere de 10 ori a actualelor emisii de gaze cu efect de seră.

Prognoza consumului de energie primară realizată de Consiliul Mondial al Energiei pentru anul 2050, în ipoteza unei creșteri economice de 3 % pe an, fără o modificare a tendințelor actuale de descreștere a intensității energetice și de asimilare a resurselor energetice regenerabile, evidențiază un consum de circa 25 Gt de emisii poluante, din care 15 Gt de emisii poluante provin din combustibilii fosili. Pentru a se păstra o concentrație de CO₂ de 450 ppm, ceea ce reprezintă circa 6 Gt carbon, cantitatea maximă de combustibili fosili utilizabilă nu trebuie să depășească 7 Gt de emisii poluante, rezultând un deficit de 18 Gt de emisii poluante care ar trebui acoperit din surse nucleare și surse regenerabile. Rezultă că pentru o dezvoltare energetică durabilă nu ar trebui să se depășească la nivelul anului 2050 un consum de 13-18 Gt de emisii poluante, acoperit din combustibili fosili 7 Gt de emisii poluante, din nuclear 2-3 Gt de emisii poluante și restul de 4-9 Gt de emisii poluante din surse regenerabile.

Pentru atingerea acestui obiectiv ambițios, propus de țările Uniunii Europene, de a reduce de patru ori emisiile la orizontul anului 2050, se estimează o puternică “decarbonizare” a sistemului energetic, prin apelare atât la energia nucleară, dar mai ales la sursele regenerabile de energie.

Ținând seama de timpul de implementare a unor noi tehnologii și de înlocuire a instalațiilor existente, este necesar să se accelereze ritmul de dezvoltare a noilor tehnologii curate și a celor care presupun consumuri energetice reduse. În același timp este necesară o profundă evoluție a stilului de viață și o orientare către o dezvoltare durabilă.

Este evident că pe termen mediu sursele regenerabile de energie nu pot fi privite ca alternativă totală la sursele convenționale, dar este cert că, în măsura potențialului local, datorită avantajelor pe care le au (resurse locale abundente, ecologice, ieftine, independente de importuri), acestea trebuie utilizate în complementaritate cu combustibilii fosili și energia nucleară.

3. Stabilirea amplasamentului, a dimensiunilor și a regimului termic al obiectivului

Amplasarea locuinței s-a stabilit în așa fel încât să existe o dispunere optimă a încăperilor.....

.....

În figura 2, este prezentată locuința unifamilială care urmează să fie încălzită. Modelul a fost realizat cu ajutorul programului Autodesk Inventor și prezintă în vedere de ansamblu etajul în figura 2.a, parterul în figura 2.b, demisolul în figura 2.c, precum și întreaga locuință în figura 2.d.

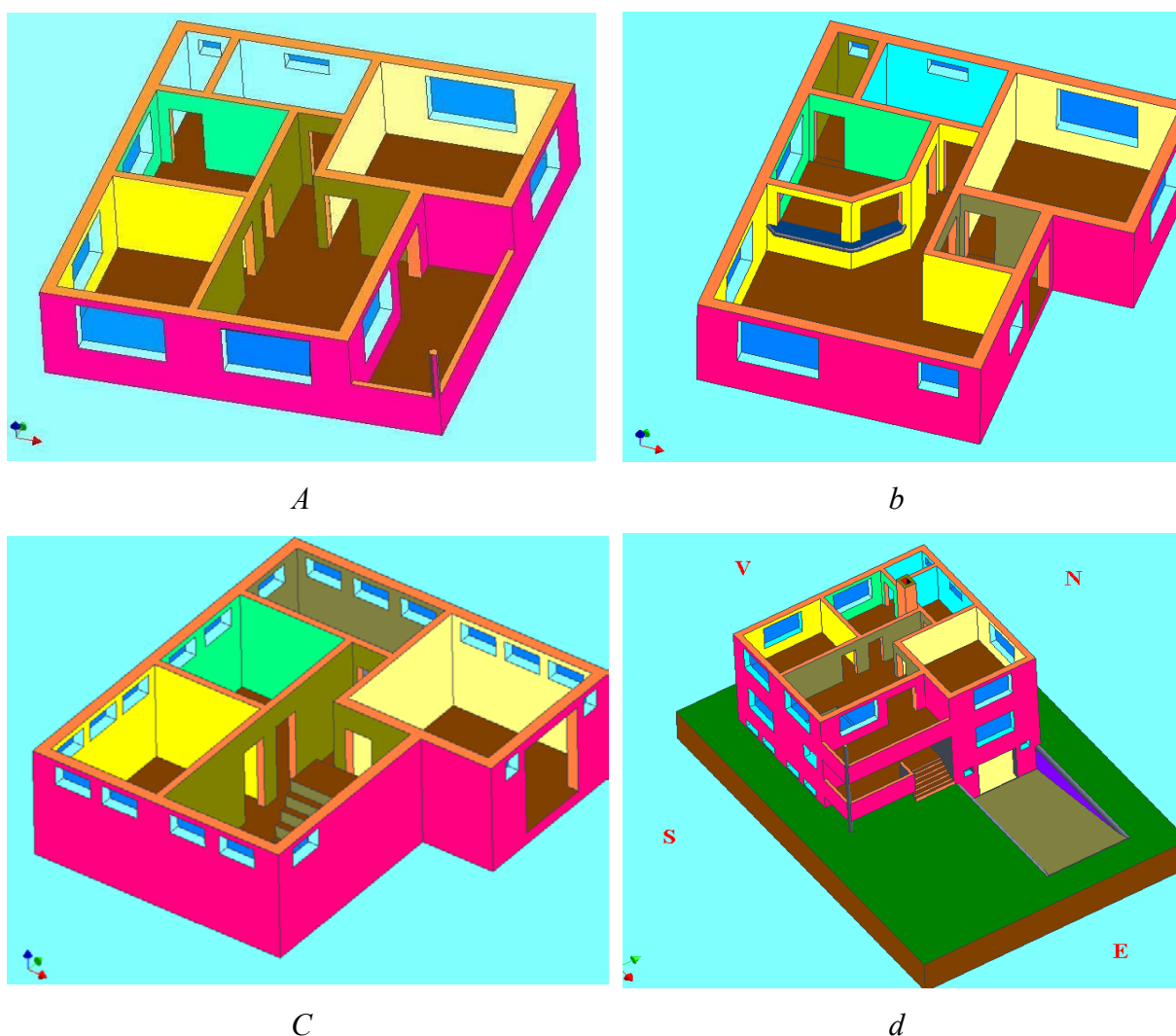


Fig. 2. Amplasamentul locuinței unifamiliale: a) etaj; b) parter; c) demisol; d) ansamblu

Dimensiunile camerelor sunt prezentate în tabelul 1:

Tabelul 1. Dimensiunile camerelor

Pentru parter		Pentru etaj		Pentru demisol	
Camera	Suprafața S [m ²]	Camera	Suprafața S [m ²]	Camera	Suprafața S [m ²]
Birou	16	Dormitor I	16	Garaj	16
Living	26	Dormitor II	12	Pivniță	12
Bucătărie	8	Dormitor III	9	Cam. tehn.	9
Baie	6	Baie	6	Depozit	6
Vestibul	4	Hol	17	Hol	17
Cămară	2	Șifonier	2	Spălătorie	2
Sup. p	62	Sup. etaj	62	Sup. ds.	62
Total suprafață locuibilă 186 m²					

Pereții din amvelopa clădirii vor avea grosimea de 250 mm și vor fi construiți din cărămidă de construcții cu goluri verticale pentru zidării exterioare. Pereții despărțitori vor avea grosimea de 150 mm și vor fi construiți din cărămidăde construcții pentru pereți despărțitori.

În figura 3, de mai jos, este prezentată cărămida folosită pentru construcția pereților exteriori figura 3.a. și a pereților interiori figura 3.b.



a



b

Fig. 3. Cărămida folosită în construcția locuinței: a) pentru pereții exteriori; b) pentru pereții interiori

Dimensiunile acestor cărămizi sunt de 365 X 240 X 188 mm pentru cea folosită la zidul exterior și 290 X 140 X 88 mm pentru cea folosită zidul despărțitor.

Caracteristicile cărămizilor folosite pentru zidul exterior sunt:

- Greutate: 16,5 kg
- Rezistență la compresiune: minim 7,5 N/mm²
- Coeficient de conductivitate termică: 0,3 W/mK
- Consum la metru pătrat de zidărie:
 - pentru zid de 380 mm-20 bucăți
 - pentru zid de 250 mm-13 bucăți

Caracteristicile cărămizilor folosite pentru zidul despărțitor sunt:

- Greutate: 3,95 kg
- Rezistență la compresiune: minim 10 N/mm²
- Coeficient de conductivitate termică: 0,33 W/mK
- Consum la metru pătrat de zidărie:
 - pentru zid de 300 mm-66 bucăți
 - pentru zid de 150 mm-33 bucăți

Pentru reducerea pierderilor de căldură prin pereții locuinței se folosește o izolație termică de calitate superioară a carei natură și dimensiuni vor fi studiate în continuare în acest proiect. Uzual, pentru izolarea termică a clădirilor se folosește poliestirenul, care poate fi extrudat sau expandat și vata minerală. Poliestirenul extrudat se utilizează în special la realizarea așa numitelor panouri sandwich folosite preponderent la construcția halelor industriale, a depozitelor frigorifice sau spațiilor comerciale. Vata minerală și poliestirenul expandat sunt foarte asemănătoare din punct de vedere al proprietăților și al ușurinței în utilizare. Deoarece poliestirenul este mai frecvent utilizat decât vata minerală, pentru izolarea termică a locuinței considerate se va folosi acest tip de material.

Izolația termică va fi amplasată în exteriorul incintei încălzite, eliminând astfel pierderile de spațiului locativ. Alt avantaj al montării izolației termice pe partea exterioară a peretelui este menținerea temperaturii pereților la o valoare superioară punctului de îngheț, prevenind, astfel înghețul anumitor posibile urme de apă care ar putea pătrunde în pereti datorită diferențelor de umiditate dintre aerul din incintă și cel din afară.

Datorită avantajelor pe care le prezintă izolația termică exterioară, se recomandă utilizarea acesteia, în detrimentul celei interioare, de câte ori acest lucru este posibil. În general pentru apartamente este mai complicată, din anumite considerente, montarea unor

izolații exterioare având o grosime mai mare de 2 – 3 cm, de aceea, în acele situații, se poate folosi izolații termice interioare dar numai în combinație cu cele exterioare, pentru evitarea menținerii temperaturii pereților la o temperatură mai scăzută decât temperatura de îngheț a apei.

În figura 4. se prezintă câteva tipuri de izolații termice, folosite frecvent în construcția locuințelor:

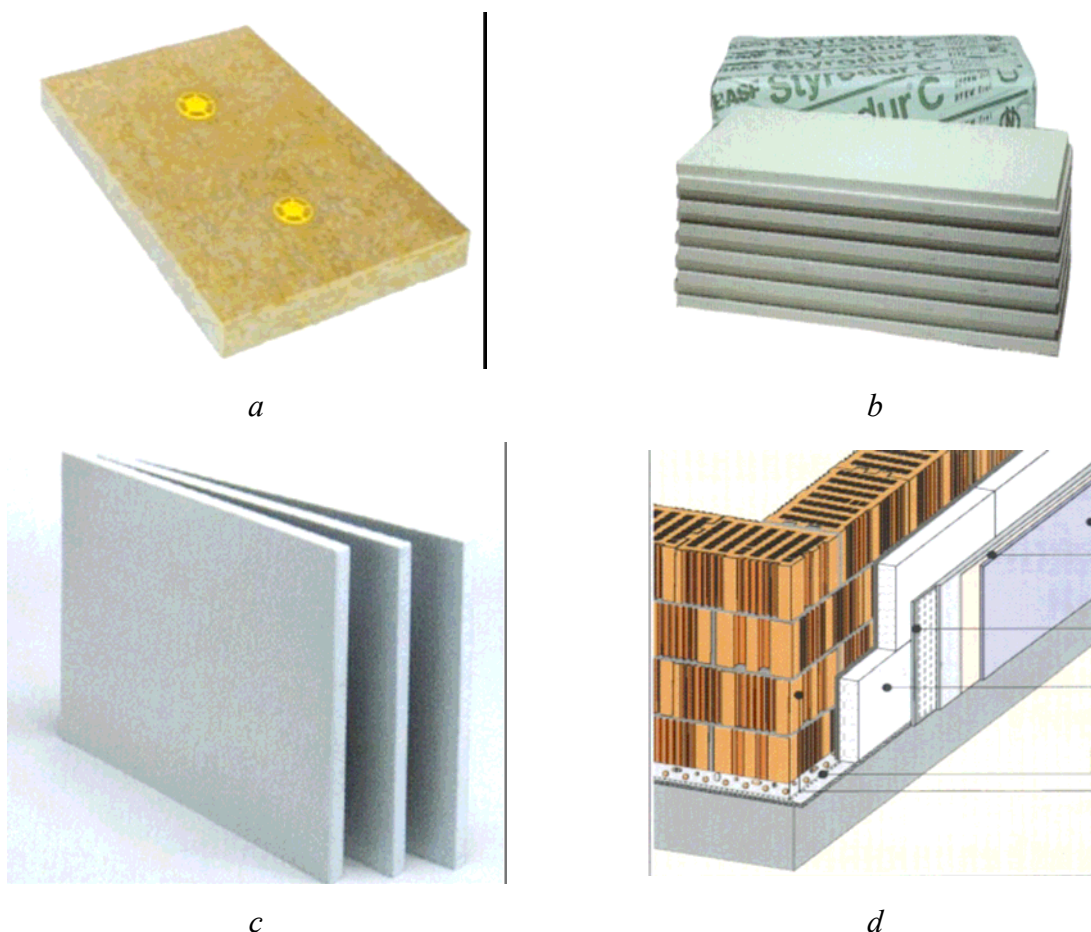


Fig. 4. Izolații termice folosite frecvent în construcția locuințelor:

- a) vată minerală, bazaltică, b) polistiren extrudat, c) polietiren expandat, d) mod de realizare al montajului pentru poliestiren expandat*

Amplasarea locuinței în orașul Cluj Napoca determină valoarea temperaturii exterioare care variază, în mare măsură, în funcție de poziția geografică și de altitudine. Poziția geografică a României este $46,78^\circ$ latitudine N și $23,56^\circ$ longitudine E, care o situează în zona climatică 3 și zona eoliană 4, iar altitudinea orașului Cluj Napoca este 410 m.

Calcululele efectuate pentru dimensionarea instalației termice vor fi efectuate pentru o perioadă de încălzire, recomandată de 186 zile.

La efectuarea calculelor nu se va ține cont de variația diurnă a temperaturii exterioare care nu influențează calculul de dimensionare a instalației termice pentru încălzire deoarece acesta va fi efectuat pentru situația cea mai dificilă care poate apărea în funcționarea instalației, astfel calculul se va efectua folosind temperatura convențională de calcul, recomandată, care are valoarea de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ și care reprezintă valoarea medie multianuală a temperaturilor scăzute înregistrate în țara noastră. În timpul anului, țara noastră, cele mai scăzute valori ale temperaturii exterioare se înregistrează în luna ianuarie. În timpul unei zile cea mai scăzută valoare a temperaturii se înregistrează dimineața înainte de a răsări soarele. În aceasta ordine de idei calculele care se vor efectua în vederea dimensionării instalației termice pentru încălzirea locuinței vor fi efectuate presupunând că afară este noapte. Presupunând că afară este noapte influența radiației solare nu va interveni în efectuarea calculelor, deoarece este o acțiune vine în ajutorul procesului de încălzire, la fel ca și aportul de căldură datorat funcționării aparatelor electrice, care se consideră a fi oprite pe timpul nopții.

În incinta încălzită vor locui patru persoane, care aduc un aport de căldură, care influențează calculele efectuate pentru dimensionarea instalației termice, în sensul diminuării necesarului de căldură.

În vederea efectuării calculelor nu se va folosi temperatura minimă, înregistrată în decursul anilor precedenți, deoarece această valoare a temperaturii apare destul de rar, odată la câțiva zeci de ani, ar folosirea ei ar duce la o supradimensionare nedorită a instalației, care oricum va suferi anumite supradimensionări, necesare, care vor permite asigurarea necesarului de confort termic și în cazurile extreme.

Temperatura interioară a fost aleasă conform DIN 4701 care prevede o valoare a temperaturii de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru camere de locuit și odihnă și $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru camere de baie.

Valorile indicate în normativul ASR, în funcție de tipul de activitate, sunt $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru activitate sezând, $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru activitate în picioare, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ în birouri și $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ în băi și dormitoare. Pentru efectuarea calculelor se folosește temperatura de $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru toate încăperile de la parter și de la etaj și respectiv $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru încăperile de la demisol. Această valoare, deși este standardizată, este doar o valoare de referință deoarece temperatura mediului interior nu va fi niciodată constantă ci va varia, în limite mici, în jurul valorii de referință datorită variației mai multor parametri cum este, de exemplu, temperatura exterioară care o variație diurnă și una anuală. Menținerea temperaturii din incinta încălzită, între anumiți parametri reglați, este realizată de către sistemul de automatizare cu care este prevăzută instalația.

II. Memoriu justificativ de calcul

Cap. I Determinarea necesarului de căldură pentru încălzirea locuinței

Pentru efectuarea calculelor în vederea alegerii și dimensionării instalației termice, pentru încălzirea unei locuințe, trebuie, mai întâi, să se determine necesarul de căldură specific locuinței considerate. Necesarul de căldură pentru o locuință se determină în funcție de pierderile de căldură prin pereți, necesarul de căldură pentru obținerea apei calde menajere și necesarul de căldură pentru reîmprospătarea aerului, avându-se în vedere și alte pierderi care mai pot apărea, de exemplu pierderile de căldură datorate deschiderii ușilor sau prin neetanșeități.

Necesarul de căldură determină în mod direct consumul de energie. În vederea scăderii consumului de energie se studiază, mai întâi, posibilitățile de reducere a necesarului de căldură prin reducerea, pe cât posibil a pierderilor de căldură prin pereți, producerea apei calde menajere în regim de acumulare, scăderea necesarului de căldură pentru reîmprospătarea aerului prin folosirea unei părți din energia reziduală a aerului viciat, exhaustat pentru preîncălzirea aerului proaspăt, care este introdus în incinta încălzită.

Necesarul de căldură se calculează cu relația (1.1):

$$\dot{Q}_{tot} = \dot{Q}_{per} + \dot{Q}_{acm} + \dot{Q}_{re} \quad [W] \quad (1.1)$$

în care \dot{Q}_{per} reprezintă pierderile de căldură prin pereții, în W;

\dot{Q}_{acm} - necesarul de căldură pentru obținerea apei calde menajere, în W;

\dot{Q}_{re} - necesarul de căldură pentru reîmprospătarea aerului, în W.

1. Calculul pierderilor de căldură prin pereții locuinței

.....

1.1. Determinarea diferențelor de temperatură de pe fețele pereților

.....

Tabelul I.1. Diferențele de temperatură de pe fețele pereților

Pereții:	t_i	t_e	Δt
	[°C]	[°C]	[°C]
Etaj și parter	22	-18	40
Demisol	10	-18	28
Subsol	10	-5,5	15,5
Podeaua	10	7	3
Planșeul	10	22	12

Temperatura solului a fost determinată cu ajutorul diagramei din figura I.1:

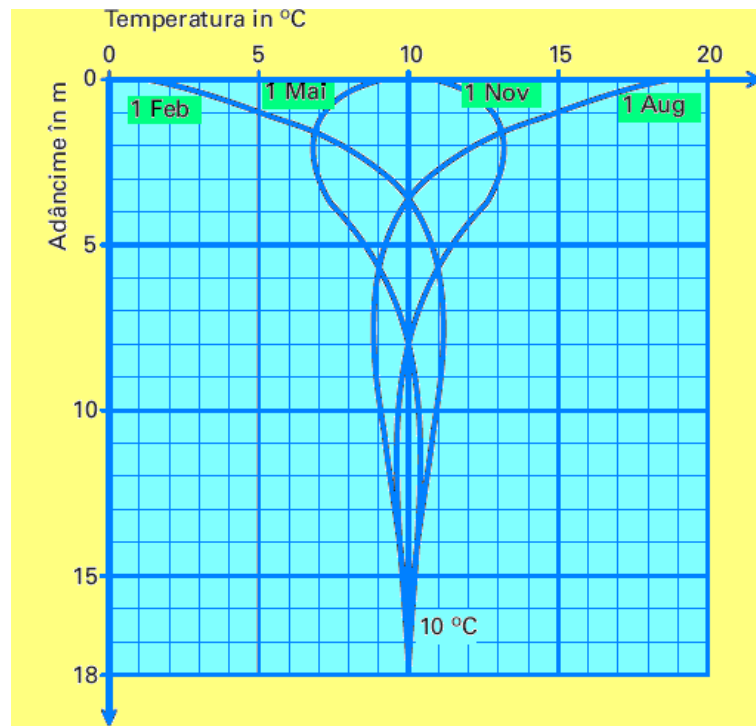


Fig. I.1. Variația temperaturii solului în funcție de adâncime și perioada anului

1.2. Determinarea suprafețelor de schimb de căldură

Tabelul I.2. Suprafețele de schimb de căldură

Pentru parter						Pentru demisol					
Perete	Lp	lp	St	Sg	Sp	Suprafața în contact cu aerul					
	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	Perete	Lp	lp	St	Sg	Sp
V	9,1	2,5	22,75	6	16,75	V	9,1	0,8	7,28	3	4,28
N	8	2,5	20	3,75	16,25	N	8,2	0,8	6,56	3	3,56
E	9	2,5	22,5	6,85	15,65	E	5,2	0,8	4,16	0,5	3,66
S	8,1	2,5	20,25	4	16,25	E	4	2,5	10	4,3	5,7
Total	34,2	2,5	85,5	20,6	64,9	S	7,9	0,8	6,32	2	4,32
Pentru etaj						Total	34,4	0,8	27,52	13	14,72
Perete	Lp	lp	St	Sg	Sp	Suprafața aflată sub nivelul solului					
	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	Perete	Lp	lp	St	Sg	Sp
V	9,1	2,5	22,75	6	16,75	V	9,1	1,7	15,47	0	15,47
N	8	2,5	20	3,75	16,25	N	8,2	1,7	13,94	0	13,94
E	9,2	2,5	23	8,85	14,15	E	5,2	1,7	8,84	0	8,84
S	8,1	2,5	20,25	6	14,25	S	7,9	1,7	13,43	0	13,43
Total	34,4	2,5	86	24,6	61,4	Total	30,4	1,7	51,68	0	51,68
Tavanul	-	-	62	-	-	Total	-	-	375	58	193
Podaua	-	-	62	-	-						

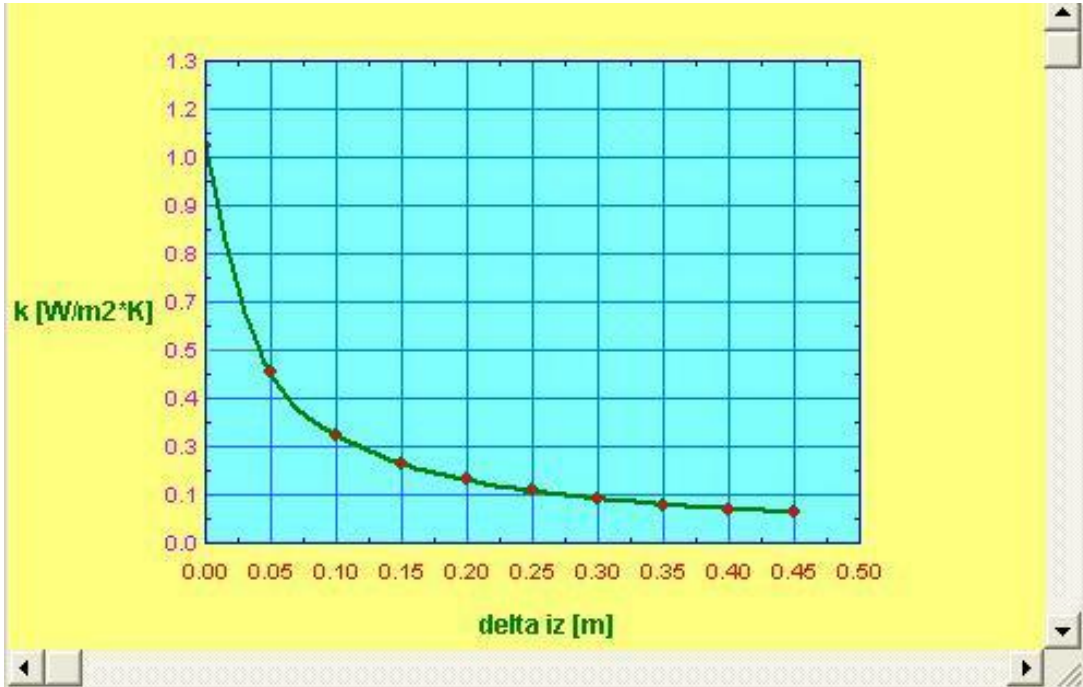
1.3. Influența izolației termice asupra pierderilor de căldură prin pereți

Fig. I.5. Variația coeficientului global de transfer termic în funcție de grosimea izolației

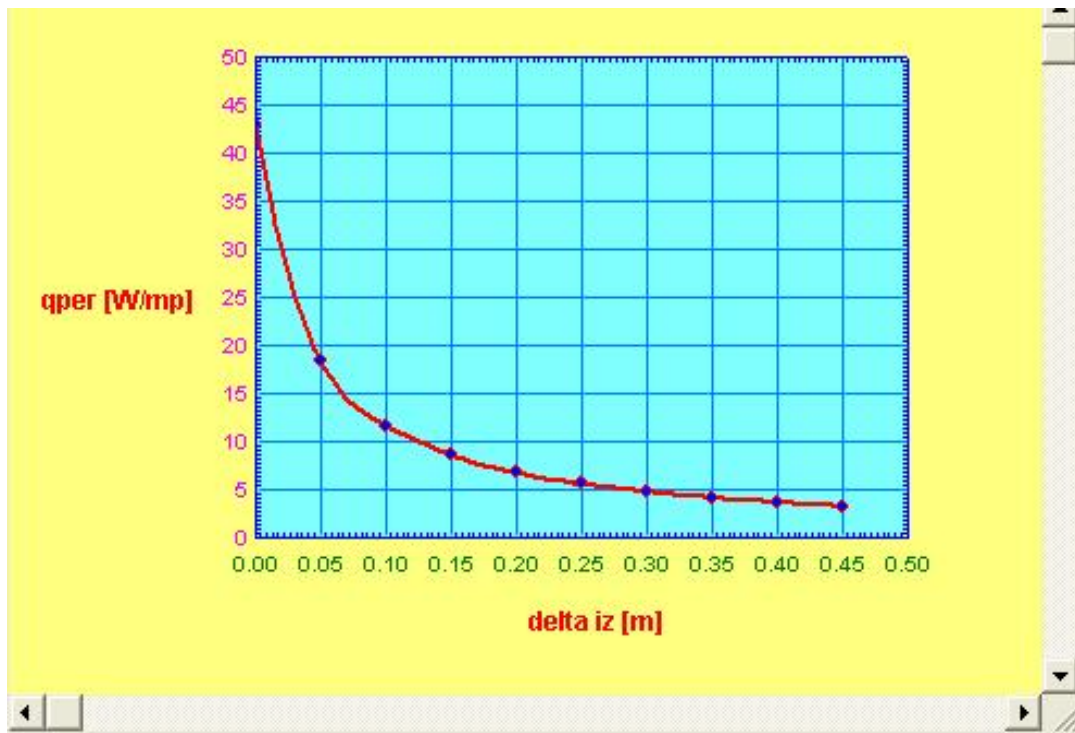


Fig. I.6. Variația sarcinii termice specifice în funcție de grosimea stratului de izolație

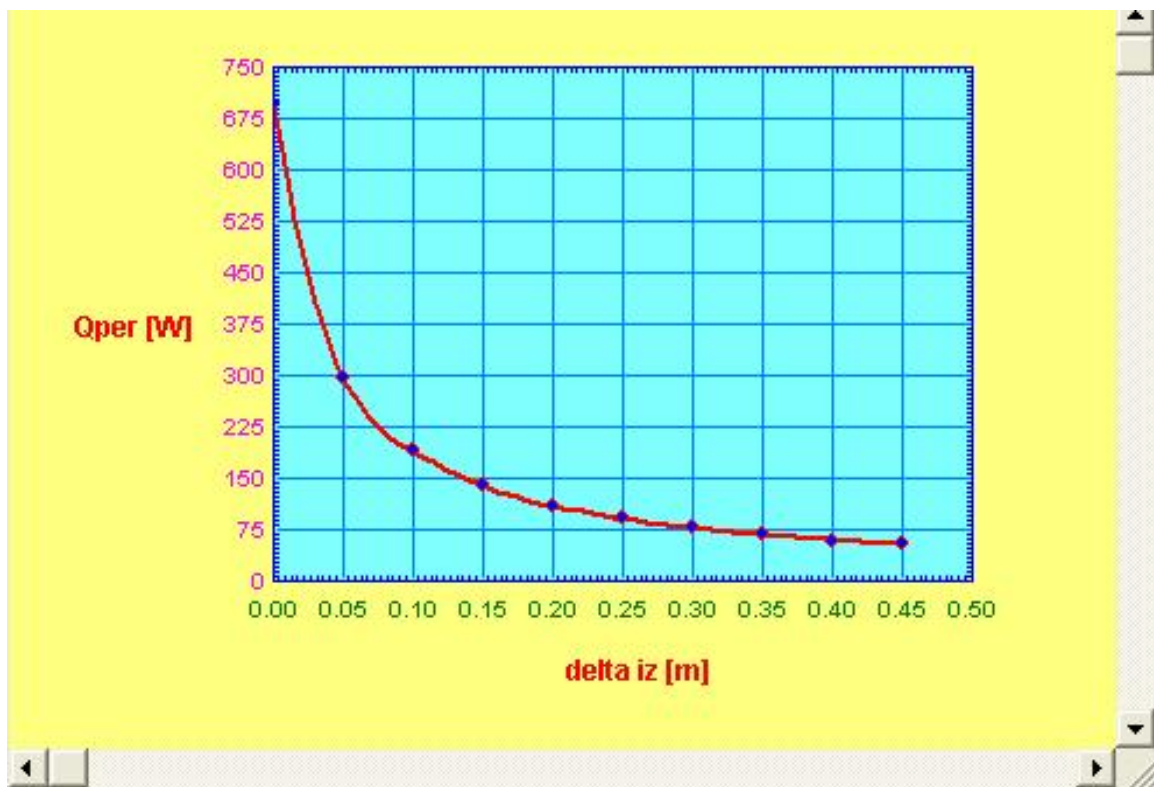


Fig. I.7. Variația sarcinii termice a peretelui considerat în funcție de grosimea izolației

În urma analizării influenței grosimii izolației asupra parametrilor mai sus prezentați se constată că aceștia înregistrează o scădere foarte pronunțată în primii 5cm ai izolației după care, în următorii 10 cm, scăderea este mai puțin accentuată dar totuși demnă de luat în considerare, iar apoi, indiferent de grosimea izolației, valoarea parametrilor nu mai poate fi redusă considerabil. În aceste considerente s-a stabilit o grosime de 150 mm pentru izolația care se va folosi.

Pentru a studia și mai exact influența grosimii stratului de izolație termică, pierderile de căldură prin pereții amvelopei clădirii, s-a calculat luat în considerare trei cazuri. În primul caz s-a considerat casa fără izolație termică. În al doilea caz casa considerată a fost izolată pentru a atinge statutul de casă cu consum redus de energie conform DIN 4701, iar în cel de-al treilea caz casa considerată a fost izolată până la nivelul de casă energetic pasivă conform aceluiași normativ. Pentru cele trei cazuri s-au efectuat calculele necesare determinării pierderilor de căldură prin pereții din amvelopa întregii clădiri cu ajutorul programului de calcul Microsoft Excel. Aceste calcule au fost efectuate pentru fiecare nivel în parte.

Calculule efectuate și rezultatele obținute vor fi prezentate în cele ce urmează. Pentru început s-au calculat diferențele de temperatură și suprafețele de schimb de căldură.

Figura I.8. prezintă variația pierderilor de căldură prin pereții locuinței în funcție de gradul de izolație termică al clădirii.

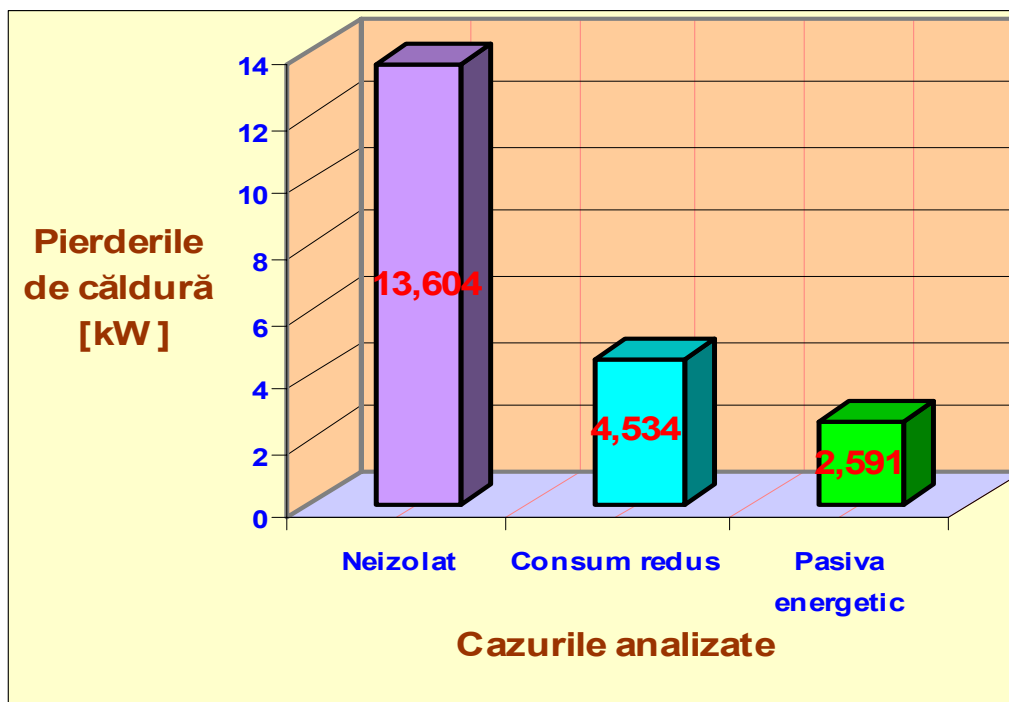


Fig. I.8. Analiza pierderilor de căldură prin pereți în funcție de grosimea izolației termice

După efectuarea calculelor s-a constatat că izolația folosită în al doilea caz analizat reduce pierderile prin pereți cu aproximativ 9 kW, în timp ce izolația folosită în cel de-al treilea caz realizează o scădere a pierderilor mai mare cu aproximativ 2 kW decât cea analizată în cazul al doilea. În cazul al doilea s-a folosit o izolație pe bază de poliestiren având grosimile: 30 cm pentru tavan, 15 cm pentru pereți și 10 cm pentru sol. Geamurile pentru care s-au realizat calculele sunt din termopan cu un coeficient de transfer termic $k = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. În cel de-al treilea caz analizat grosimea izolației s-a dublat iar geamurile folosite sunt de o calitate mai ridicată având $k = 0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ toate acestea ducând la un preț de cost dublu față de izolația din cazul doi. Deși izolația analizată în cazul al treilea este mai eficientă din punct de vedere energetic necesita o perioadă mult mai mare de amortizare a investiției decât izolația analizată în cazul al doilea care este cu mult mai eficientă din punct de vedere economic. Pe aceste considerente calculele necesare alegerii soluției optime pentru încălzire vor fi efectuate pentru valoarea obținută în cel de-al doilea caz astfel locuința unifamilială considerată se va încadra în conceptul de casă cu consum redus de energie.

Izolația termică asigură reducerea pierderilor de căldură prin pereți după cum este indicat în tabelul I.6.

Tabelul I.6. Reducerea pierderilor de căldură prin pereți prin folosirea izolației

Grosimea izolației	Reducerea pierderilor de căldură prin pereți
[cm]	[%]
5	57,236
10	72,829
15	80,0186
20	84,22
25	87,021
30	88,888
35	90,382
40	91,503
45	92,343

2. Calculul necesarului de căldură pentru reîmprospătarea aerului

.....

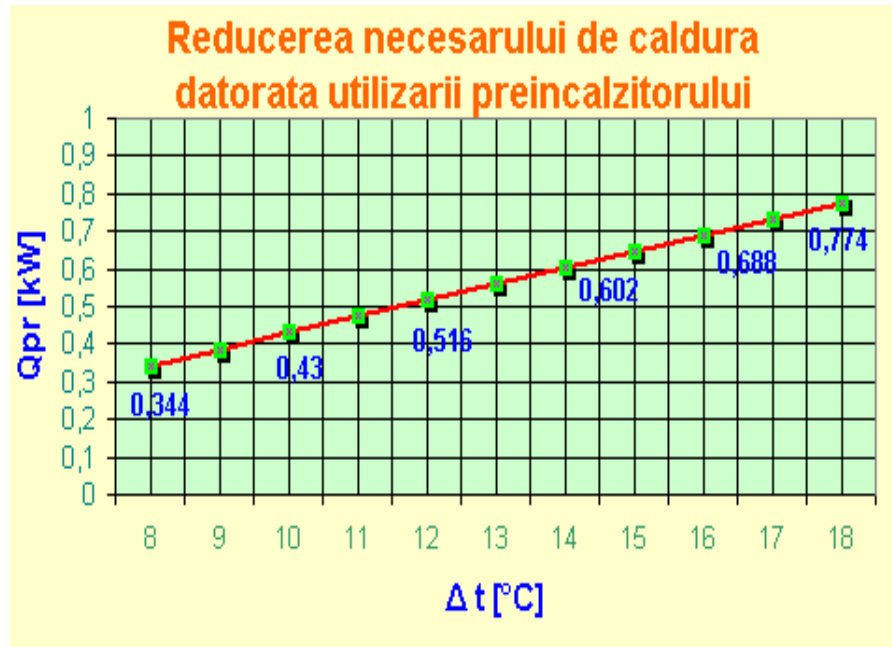


Fig. I.9. Rducerea necesarului de căldură datorată utilizării preîncălzitoruli de aer

3. Calculul necesarului de căldură pentru obținerea apei calde menajere

.....

Cap. II Prezentarea soluțiilor tehnice de încălzire utilizând surse regenerabile de energie

În economia energiei tendința actuală e 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 încălzire a locuințelor 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 predilecte 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. Inovația zilelor noastre e trecerea acestei tendințe în proiectare deliberată.

Alegerea soluției optime pentru încălzirea unei locuințe unifamiliare, folosind surse regenerabile de energie se face în urma analizării catorva soluții uzuale pentru încălzirea locuințelor. Soluțiile analizate sunt utilizarea energiei solare, utilizarea unei pompe de căldură în trei variante, varianta aer-apă, sol-apă și varianta apă-apă, precum și utilizarea unui cazan care funcționează folosind combustibil solid regenerabil.

1. Utilizarea energiei solare

Prima variantă analizată, utilizarea energiei solare, este foarte atrăgătoare datorită faptului că energia consumată, în scopul producerii energiei termice, nu costă nimic, altfel spus, acest tip de instalație necesită doar o investiție inițială care să acopere prețul de cost al instalației, după care aceasta va funcționa captând căldura, gratuită, emanată de soare, care va fi acumulată într-un rezervor de lichid pentru a putea fi ulterior folosită pentru încălzirea locuinței.

Captarea energiei solare se face prin intermediu unor componente ale instalației numite captatori solari. Acestia pot fi diferențiați, în funcție de modul în care captează energia solară, în două categorii captatori activi și captatori pasivi. Caracteristica captatorilor activi este faptul că se pot regla automat, la un unghi variabil, în funcție de traiectoria diurnă a soarelui în timp ce cei pasivi se poziționează în așa fel încât să fie într-o cât mai bună amplasare față de radiația solară.

În figura II.1. sunt prezentate două moduri de amplasare a celor două categorii de colectori solari, a colector pasiv, b colector activ:



a



b

Fig. II.1. Modurile de amplasare a captatorilor solari

.....

3. Utilizarea unei pompe de căldură

Funcționarea pompelor de căldură are la bază principiul al doilea al termodinamicii care afirmă că, căldura nu trece, de la sine, de la un mediu cu o temperatură mai scăzută la un mediu cu o temperatură mai ridicată. Pentru a face posibilă trecerea căldurii de la un mediu cu o temperatură mai scăzută la un mediu cu o temperatură mai ridicată este nevoie de un consum de lucru mecanic.

Prin utilizarea unei instalații termice sub forma unei pompe de căldură se face posibilă preluarea energiei termice solare, înmagazinată sub formă de căldură, din apă sol sau aer și folosirea ei pentru încălzirea locuințelor. Toate aceste surse de căldură, mai sus menționate, reprezintă un acumulator al energiei solare, astfel încât utilizând aceste surse se utilizează, de fapt, indirect, energia solară. Pentru mediul din care se extrage căldura, apa, solul sau aerul, se folosește denumirea de mediu răcit, sau sursă caldă. Mediul în care se valorifică căldura este denumit mediu încălzit sau sursă rece. În componența unei pompe de căldură se regăsesc în mod obligatoriu următoarele aparate: un compresor, un vaporizator, un condensator și un ventil de laminare, fără acestea instalația nu ar putea funcționa. Pe lângă aceste aparate mai pot exista și altele în funcție de specificul instalației, dar acestea vor fi regăsite în orice

instalație termică sub formă de pompă de caldură. Alte componente care mai pot fi regăsite într-o pompă de caldură sunt schimbătoarele de caldură intermediare a caror importanță le face să fie folosite frecvent, precum și elementele de automatizare care realizează o creștere a randamentului instalației precum și o ușurință mare în utilizare.

Elementul esențial în procesul de captare și cedare a energiei este agentul termic din circuitul interior al pompei de caldură. Acesta are proprietatea de a trece din stare lichidă în stare de vapori reci la temperaturi scăzute.

În interiorul unei pompei de caldură agentul termic suferă patru transformări ale stării termodinamice. Cele patru faze ale procesului de transfer termic care are loc în interiorul pompei de caldura se desfășoară astfel. Agentul termic lichid la aflat la o temperatură mai scăzută decât cea a mediului răcit intră în vaporizator unde se produce transferul de caldură de la sursa caldă la agentul termic. La ieșirea din vaporizator agentul termic este în stare de vapori reci. Vaporii reci de agent termic intră în compresor unde, cu ajutorul energiei electrice, se produce creșterea de presiune și temperatură a acestora. La ieșirea din compresor vaporii calzi de agent termic vor avea o temperatură mai mare decât cea a mediului încălzit. Vaporii calzi de agent termic intră în condensator unde se produce transferul de caldură de la vaporii calzi la apa din circuitul închis al sistemului de încălzire al casei. La ieșirea din condensator, în urma cedării căldurii, agentul termic este în stare lichidă cu o temperatură și o presiune mai mare decât cae a mediului răcit. Agentul termic, lichid intră în ventilul de laminare, unde temperatura și presiunea acestuia scade până la o valoare inferioară celei din mediul răcit. Din acest moment ciclul se reia.

Raportul dintre puterea de încălzire a unei pompei de caldură și puterea electrică absorbită de la rețea reprezintă coeficientul de performanță al acesteia, respectiv COP. În cazul pompelor de caldură de tip aer – apă, sol – apă sau apă – apă, coeficientul de performanță este cuprins între 5,4 și 5,5. Aceasta înseamnă că 1 kWh de energie electrică absorbită produce, prin intermediul pompei de caldură, 5,4 până la 5,5 kWh energie termică.

În figura II.4. este prezentat circuitul pompelor de căldură:

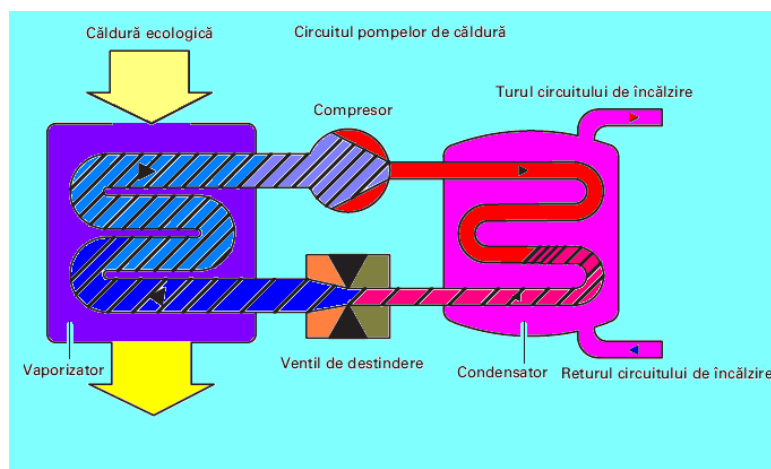


Fig. II.4. Circuitul pompelor de căldură

Figura II.5. prezintă principiul de funcționare al pompelor de căldură:

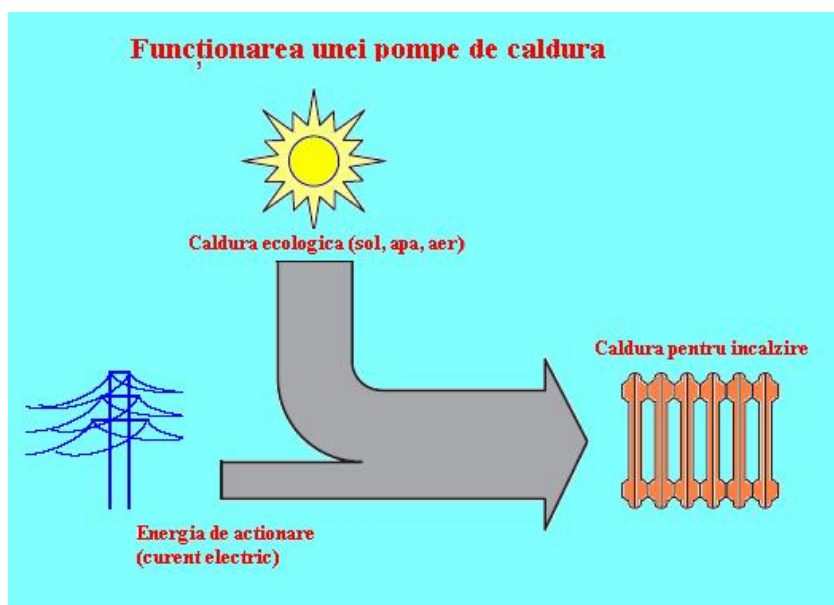


Fig. II.5. Principiul de funcționare al pompelor de căldură

Toate pompele de căldură au la bază aceleași principii de funcționare, de fapt ele sunt identice, din punct de vedere constructiv și funcțional, chiar și cu instalațiile frigorifice, diferența dintre ele constând doar în intervalul de temperatură în care funcționează și pentru care au fost construite. Natura sursei calde influențează, de exemplu, în mod direct pompa de căldură determinându-i tipul vaporizatorului iar temperatura sursei calde determină temperatura de vaporizare.

2.1. Utilizarea pompei de căldură în varianta aer-apă

Prima variantă analizată este pompa de căldură în varianta aer-apă care extrage energia solară, înmagazinată sub formă de căldură, din aerul exterior pe care o introduce în circuitul pentru încălzirea locuinței. În prezent această pompă de căldură poate fi utilizată pe durata întregului an, în clădiri construite conform standardelor în vigoare, în regim monovalent sau monoenergetic, în combinație cu o rezistență electrică.

Sursa de căldură aer, este foarte ușor de obținut și este disponibilă peste tot, în cantități nelimitate. Prin aer se înțelege în acest context utilizarea aerului din exterior. Nu se acceptă utilizarea ca sursă de căldură, în clădiri de locuit, a aerului interior pentru încălzirea locuințelor. Aceasta se poate realiza numai în cazuri speciale ca de exemplu în cazul utilizării de căldură recuperată, în firme de producție și în industrie. În cazul pompelor de căldură pentru aer dimensionarea sursei de căldură se stabilește în funcție de tipul constructiv și de dimensiunea aparatului. Cantitatea necesară de aer este dirijată de către un ventilator încorporat în aparat, prin canale de aer, către vaporizaor, care extrage căldura din el.

În figura II.6. este prezentată o instalație termică cu pompă de căldură de tip aer-aer:

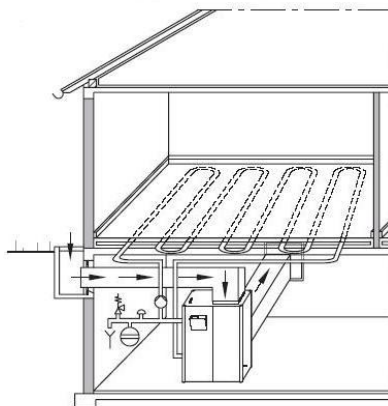


Fig. II.6. Instalație termică cu pompă de căldură de tip aer-aer

.....

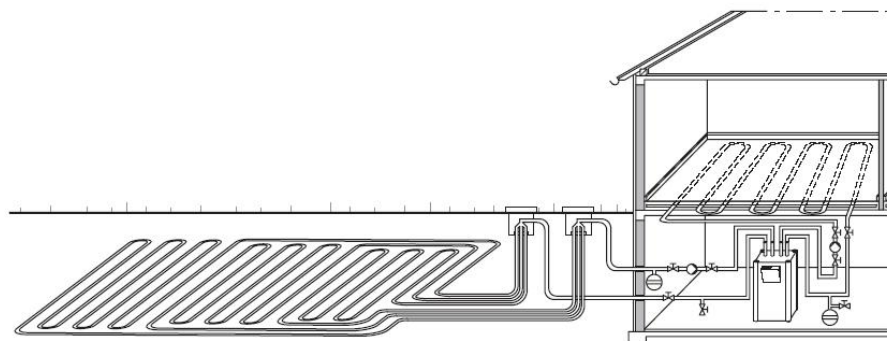
2.2. Utilizarea pompei de căldură în varianta sol-apă

Pompa de căldură în varianta sol apă utilizează energia solară , stocată în sol. Solul captează energia solară, fie direct prin radiație, fie sub formă de căldură provenită de la ploi și din aer. Solul înmagazinează și menține căldura pe o perioadă mai lungă de timp ceea ce conduce la un nivel de temperatură al sursei de căldură aproximativ constant de-a lungul unui an ceea ce facilitează funcționarea pompelor de căldură cu un randament ridicat. Căldura acumulată în sol se preia prin schimbătoare de căldură montate orizontal, numite și colectori pentru sol, sau prin schimbătoare de căldură montate vertical așa numite sonde pentru sol.

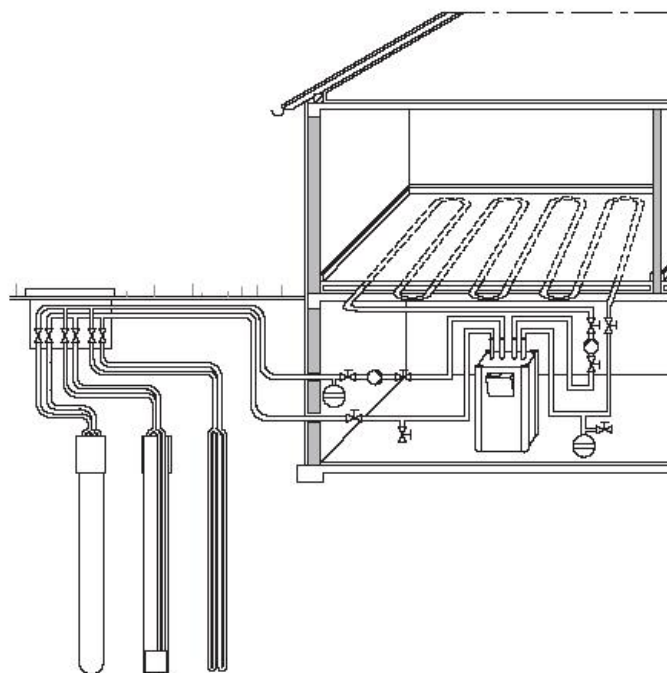
Aceste instalații funcționează de regulă în regim monovalent și se utilizează aproximativ la fel cu cele care extrag căldură din apa freatică deoarece sondele și schimbătoarele de căldură se vor monta cât mai aproape de suprafața pânzei freactice. Montarea sondelor și a schimbătoarelor de căldură la un nivel inferior pânzei freactice nu se aprobă de obicei, deoarece nu se poate preveni avarierea orizontului apei freactice. Astfel se va proteja apa potabilă aflată la un nivel inferior.

.....

În figura II.7. sunt reprezentate doua instalații cu pompe de caldura de tip sol-apă:



a)



b)

Fig. II.7. Instalația cu pompă de căldură de tip sol-apă, a-colectori pentru sol, b-sonde

.....

2.3. Utilizarea pompei de căldură în varianta apă-apă

Utilizarea energiei solare acumulată în apa din pânza freatică se face într-un mod foarte asemănător cu cel descris mai sus în cazul utilizării energiei solului. Apa freatică este un bun acumulator pentru căldura solară, care chiar și în zilele reci de iarnă se menține o temperatură constantă, de 7 până la 12 °C, conform diagramei din fig. I.1, fapt care reprezintă un avantaj. Datorită nivelului de temperatură constant al sursei de căldură, indicele de putere al pompei de căldură se menține ridicat de-a lungul întregului an.

.....

În figura II.8. este reprezentată o instalație cu pompă de căldură de tip apă-apă:

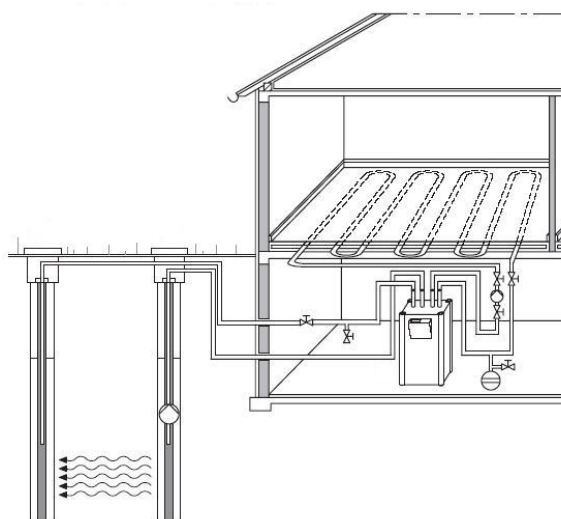


Fig. II.8. Instalație termică cu pompă de căldură de tip apă-apă

În figura II.9. sunt prezentate mai multe variante de pompe de căldură, care au fost descrise mai sus:



a)



b)



c)



d)

Fig. II.9. Instalație termică cu pompă de căldură de tip: a) cu colector masiv, b) apă-apă, c) sol-apă cu colectori, d) sol-apă cu sonde

3. Utilizarea unui cazan cu combustibil solid regenerabil

Combustibilul solid regenerabil este reprezentat, de fapt, de către lemn sau de către rezidurile lemnoase obținute în urma prelucrării industriale a lemnului. Lemnul nu este altceva decât energie solară înmagazinată, prin ardere, această este iarăși eliberată. Emisiile de dioxid de carbon sunt egale cu cele consumate pe durata creșterii.

Lemnul este o sursă naturală și aproape inepuizabilă de energie, întradevăr, este un produs greu regenerabil dar regenerarea lui este foarte importantă, având în vedere importanța lui. Pe de altă parte rezidurile lemnoase, obținute în urma prelucrării industriale a lemnului, creează o problemă datorită necesității unui spațiu de depozitare. Cu toate că cifrele sunt foarte diferite, de la o sursă la alta, se poate aprecia ca în medie cantitatea de deșeuri lemnoase existentă în stocuri, care se constituie ca deseuri nedestinate valorificării, se ridică în țara noastră la ordinul milioanei de tone. Proveniența acestor deseuri este diversă.

Cele mai importante surse de masă lemnoasă sunt rumegușul, talașul și praful de lemn de la instalațiile industriale de prelucrare a lemnului, crengile, cojile de copac precum și copacii nevalorificați din exploatarea forestieră. Tot asemenea deșeurilor lemnoase sunt și alte materiale ca cele celulozice, cu caracteristici similare cu ale lemnului, joarde de viță de vie, rezultate din tunderea viilor, paie de cereale, etc.

Majoritatea deșeurilor lemnoase sunt valorificabile industrial ca materie primă. Este bine cunoscută valorificarea talașului și rumegușului pentru plăci aglomerate sau valorificarea paielor pentru plăci termoizolante. Datorită însă cantității mari de deseuri și caracterului dispers de producere a lor, valorificarea calitativ superioară industrială este relativ redusă. Se creează astfel depozite foarte mari de deșeuri supuse biodegradării, care prezintă un pericol ecologic datorită interacțiunii biologice și chimice cu mediul.

În ultimul timp, în țările cu dezvoltare industrială modernă, prelucrarea și tratarea ecologică a deșeurilor lemnoase, în scopuri energetice, se face pe scară largă, dar, din păcate la noi în țară încă acest domeniu este foarte puțin utilizat. Masa lemnoasă are o putere calorică ridicată și folosirea ei drept combustibil este foarte avantajoasă. Există posibilitatea, în special pentru rumeguș, de a-l arde direct în focare special destinate unui astfel de combustibil. Cum se va arăta însă, greutatea în vrac este foarte mică pentru deșeurul brut, iar transportul și chiar arderea lui sunt dificile.

Pentru a aduce deșeurile la o formă valorificabilă, superioară energetic, este indicată o prelucrare mecanică prin brichetare sau peletizare. Rumegușul se poate prelucra mecanic dacă umiditatea materialului nu depășește anumite limite, de ordinul 12% pentru peletizare și

18% pentru brichetare. La umidități mai mari se atașează sistemului de prelucrare mecanică un uscător, cu tambur rotitor sau cu strat fluidizat. Deșeurile lemnoase cu dimensiuni mai mari, crengi, paie, joarde etc, pot fi tocate mecanic în mașini rotative de desichetat care, cu un consum foarte mic de energie, le aduce la dimensiunea necesară prelucrării finale.

Brichetarea lucrează pe principiul presei prin împingere cu piston, cu acționare cu bielă manivelă și volant, cu masă mare sau cu acționare hidraulică. Materialul este adus în presă cu un melc transportor și se precomprimă într-un sistem conic. În această fază materialul poate fi încălzit sau răcit, în funcție de rețeta tehnologică. Brichetele sunt presate din așchii de lemn netratate și pot fi utilizate în orice fel de arzătoare de lemn, de la sobele de teracotă, la focuri deschise. În funcție de volumul lor, brichetele au o putere calorică mare și permit o încălzire eficientă. Așchiile sunt supuse unor presiuni mari și astfel comprimate fără a utiliza aditivi. Umiditatea brichetelor astfel rezultate este mai mică de 10 %.

Folosirea unei soluții de încălzire bazată pe peleți oferă un grad de automatizare mult mai performant decât o soluție de încălzire bazată pe rumeguș, lemne sau brichete, precum și o creștere a autonomiei instalației demnă de luat în considerare.

Peletizarea este o presare a materialului la dimensiuni mult mai mici și cu densitate mai mare. Tehnologia peletizării inițial s-a dezvoltat în industria nutrețurilor animale, apoi s-a extins la tehnologia de prelucrare a deșeurilor. Prin peletizare se obțin următoarele avantaje:

- micșorarea spațiului de depozitare de cca. 10 ori;
- îmbunătățirea condițiilor de curgere a materialului granulat și a posibilității de dozare;
- eliminarea formării de bolți (blocaje de curgere) în silozuri sau instalații de transport;
- mărirea densității energetice volumice, exprimată în kcal/m³ de masă solidă combustibilă.

Încălzirea cu peleți este total ecologică și perfectă pentru întrunirea cerințelor de încălzire rezidențială în totalitate prin sistemul însuși ori în combinație cu alte sisteme ce folosesc surse regenerative fără dezavantajele de ordin ecologic care ar putea decurge de aici.

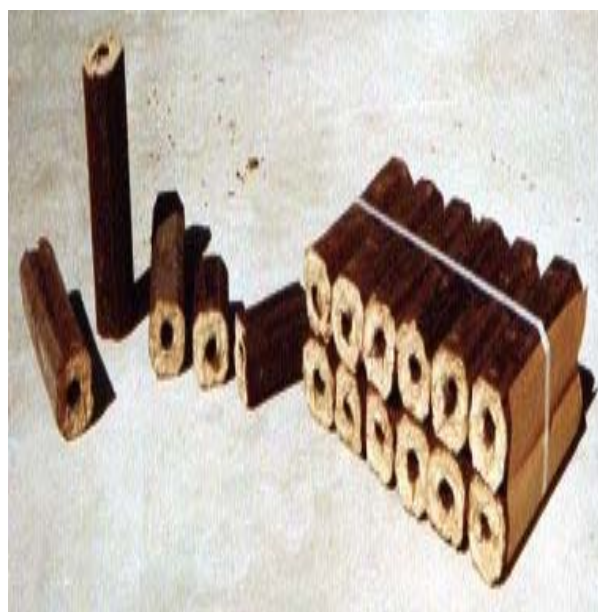
Ca și confort sau ușurință de utilizare, peleții satisfac aceleași cerințe ca și gazul metan sau produsele petroliere. Peleții sunt descărcați într-un buncăr precum gazul metan, fără praf și complet automat.

Sistemele de ardere pentru peleți există și sunt folosite cu succes în multe țări. Dintre cele mai performante sisteme de ardere pentru peleți face parte și sistemul Vitolog 300, care este produs de firma Viessmann și care ar putea fi folosit cu succes în cazul unei locuințe unifamiliale.

În figura II.10. sunt prezentate câteva tipuri de combustibili solizi regenerabili:



a)



b)



c)



d)

Fig. II.10. Tipuri de combustibili solizi regenerabili: a) lemne, b) brichete, c) și d) peleți

Caracteristica generală a instalațiilor care funcționează cu combustibili solizi regenerabili este consumul energetic redus cu mult față de instalațiile care funcționează doar cu energie electrică și comparabil cu cel al instalațiilor pe gaze naturale.

Nivelul de automatizare atins de acestea se ridică la nivelul atins de către instalațiile care funcționează pe combustibili tradiționali fapt care conferă acestor instalații ușurință în utilizare și o independență în funcționare suficient de mare pentru a justifica folosirea lor.

În figura II.11. este prezentat sistem de ardere al peleților, Vitolig 300:



Fig. II.11. Sistem de ardere al peleților Vitolig 300

Cap. III

Calculul termic al soluțiilor de încălzire

1. Calculul termic al sistemului de încălzire cu energie solară

.....

Necesarul de căldură pentru preperarea apei calde menajere, pentru locuința unifamilială considerată, este de 1,122 kW. Uzual, panourile solare, sunt realizate la dimensiuni de 1,5 sau 2,5 m². Pentru ca sistemul de captare a energiei solare să poată asigura trebuie să aibă o putere nominală mai mare de 1,122 kW. În aceste considerente sistemul de captare a energiei solare, pentru locuința unifamilială considerată, trebuie să aibă în componență, cel puțin, un panou de 2,5 m², sau două panouri de 1,5 m².

2. Calculul termic al sistemului de încălzire cu pompă de căldură

.....

Schema simplificată după care funcționează instalațiile cu pompă de căldură în toate cele trei variante este prezentată în figura III.1:

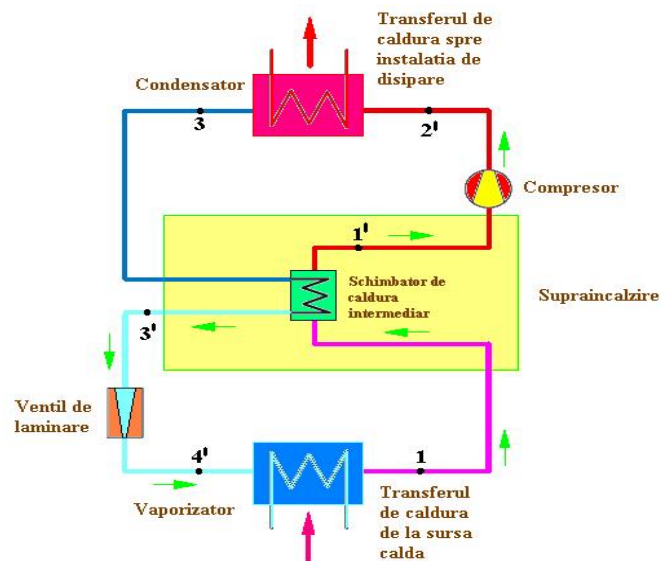


Fig. III.1. Schema simplificată a instalației cu pompă de căldură

Calcululele variantelor de încălzire se efectuează în programul Microsoft Excel, pentru doi freoni, R404A și R407C, freoni care sunt frecvent utilizați în aceste instalații, în scopul de a stabili care dintre aceștia este mai indicat spre a fi folosit. Înainte de efectuarea calculului parametrilor stărilor caracteristice au fost determinați cu ajutorul programului CoolPack.

Calcululele au fost efectuate pentru două cazuri în primul caz s-a analizat situația în care instalația cu pompă de căldură funcționează în regim monovalent iar în cel de-al doilea caz s-a analizat situația în care instalația funcționează în regim monoenergetic.

Tabelul: III.1. Valorile temperaturilor care determină sarcina termică a condensatorului

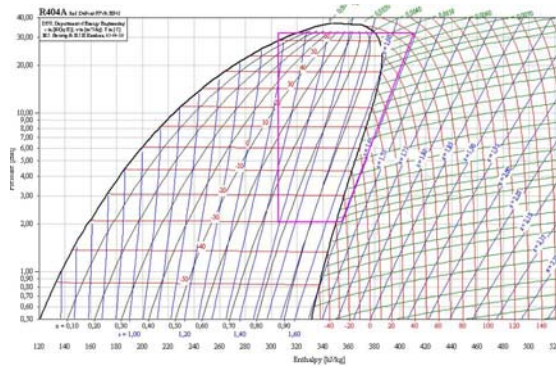
Temperaturile din condensator în regimul de lucru monovalent					Temperaturile din condensator în regimul de lucru monoenergetic				
t_{wi}	t_{we}	t_k	Δt_{sr}	t_{sr}	t_{wi}	t_{we}	t_k	Δt_{sr}	t_{sr}
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
5	60	65	5	60	5	35	40	5	35

Valorile temperaturilor care determină sarcina termică a vaporizatorului în cele trei cazuri sunt calculate în tabelul III.2:

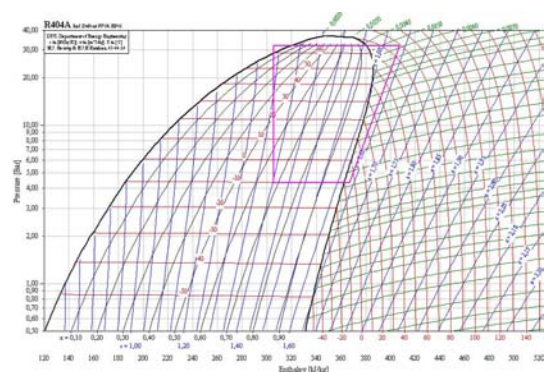
Tabelul: III.2. Valorile temperaturilor care determină sarcina termică a vaporizatorului

Varianta aer-apă				Varianta sol-apă				Varianta apă-apă			
t_{ai}	t_{ae}	t_0	t_{si}	t_{wi}	t_{we}	t_0	t_{si}	t_{wi}	t_{we}	t_0	t_{si}
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
-20	-25	-30	-25	0	-5	-10	-5	10	5	0	5

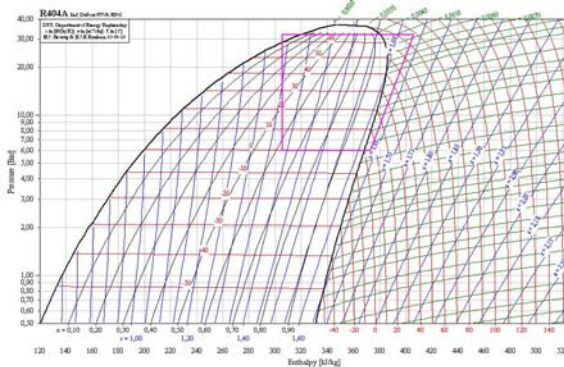
În figurile III.2. și III.3. sunt prezentate diagramele funcționale ale instalațiilor cu pompă de căldură analizate:



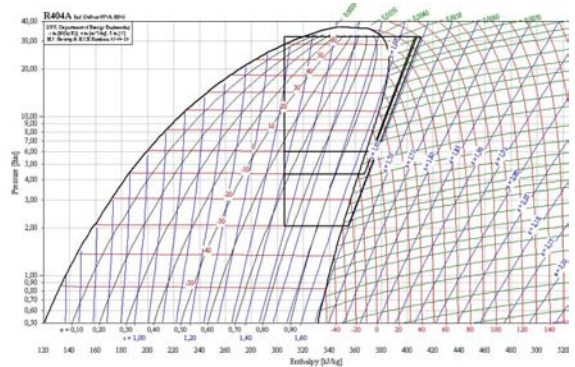
a) varianta aer-apă



b) varianta sol-apă

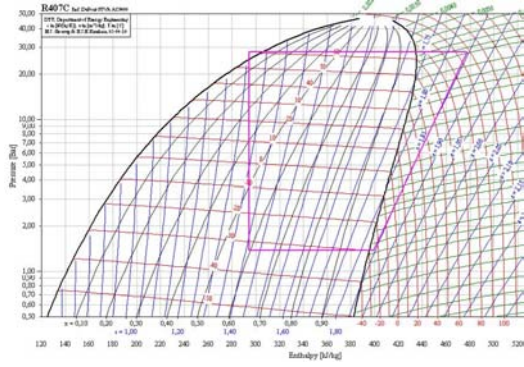


c) varianta apa-apă



d) toate variantele

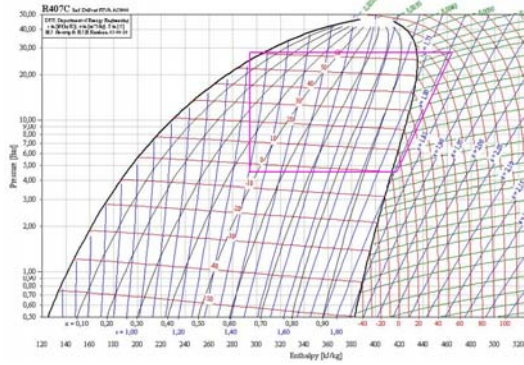
Fig. 23 Diagramele funcționale în cazul I, pentru freonul R404A.



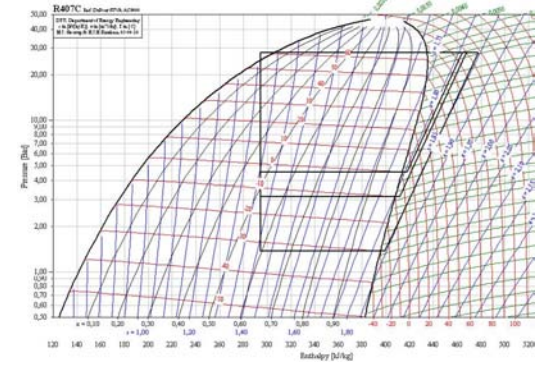
a) varianta aer-apă



b) varianta sol-apă

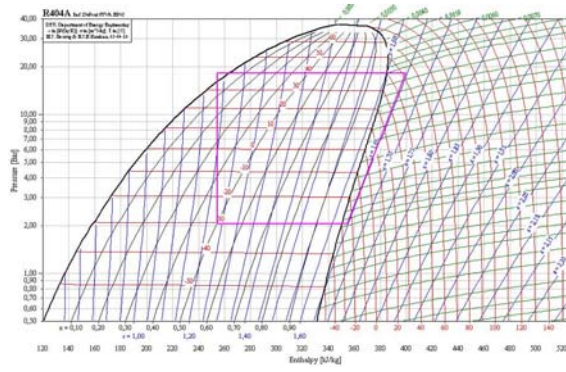


c) varianta apa-apă

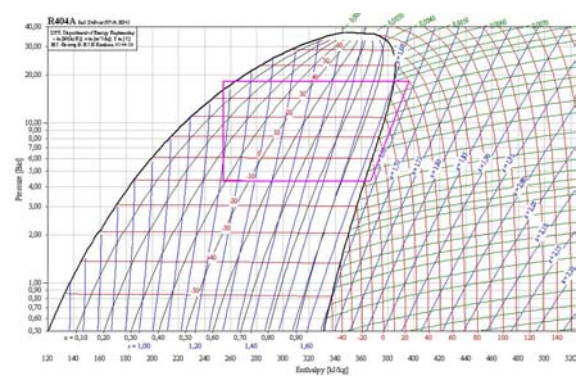


d) toate variantele

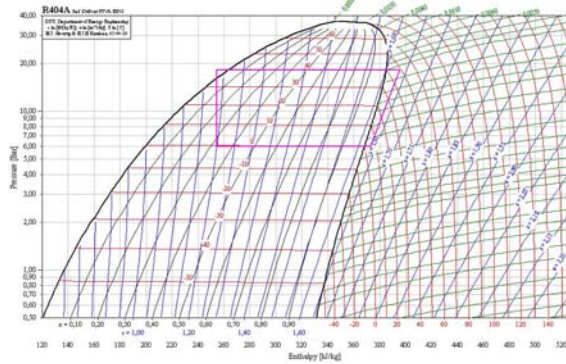
Fig. III.2. Diagramele funcționale în cazul I, pentru freonul R407C.



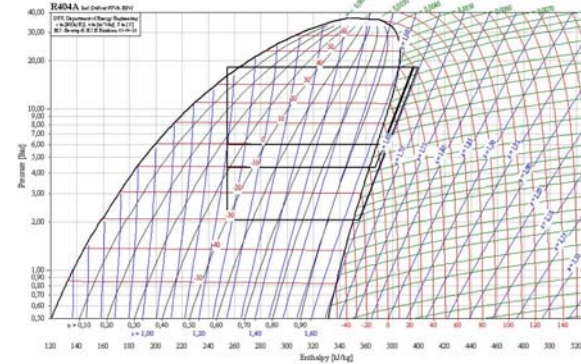
a) varianta aer-apă



b) varianta sol-apă

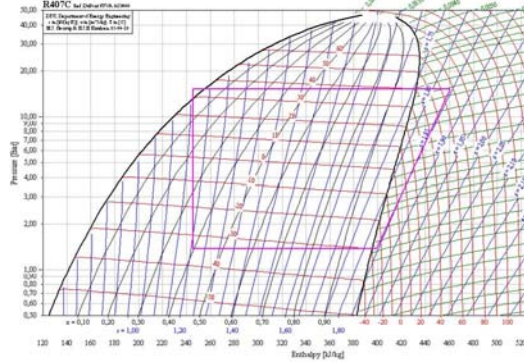


c) varianta apa-apă

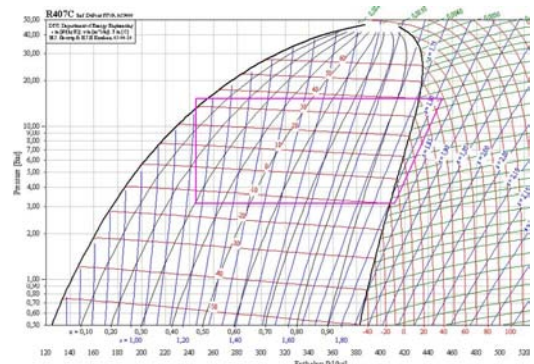


d) toate variantele

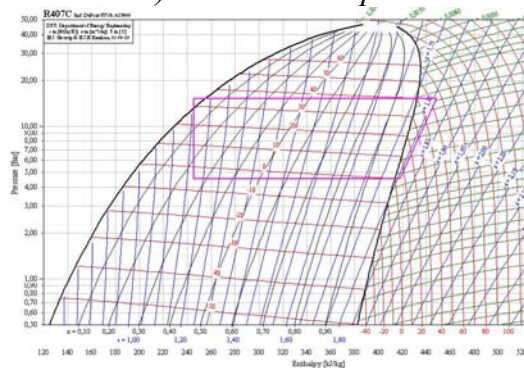
Fig. 25 Diagramele funcționale în cazul II, pentru freonul R404A.



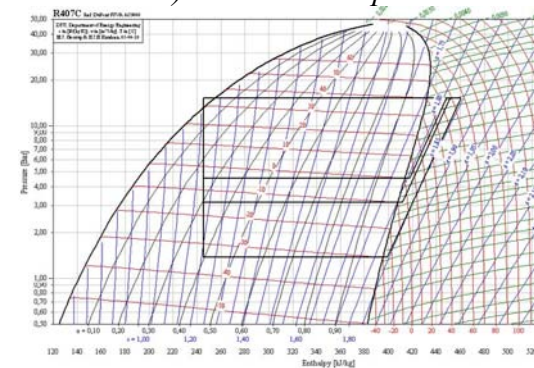
a) varianta aer-apă



b) varianta sol-apă



c) varianta apa-apă



d) toate variantele

Fig. III.3. Diagramele funcționale în cazul II, pentru freonul R407C.

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta aer-apă, în cazul I, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.3:

Tabelul: III.3. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta aer-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-30	1,99	350,26	1,632	0,097	1	vapori saturati
1'	-25	1,99	353,4	1,647	0,099	-	vapori supraincalziti
2	78	32,21	405,53	1,632	0,055	-	vapori supraincalziti
2'	82	32,21	411,05	1,647	0,059	-	vapori supraincalziti
3	65	32,21	320,79	1,382	0,001	0	lichid saturat
3'	60	32,21	306,05	1,34	-	-	lichid subracit
4	-30	1,99	320,79	1,509	0,08	0,864	vapori umezi
4'	-30	1,99	306,05	1,449	0,074	0,771	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta sol-apă, în cazul I, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.4:

Tabelul: III.4. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta sol-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-10	4,28	362,24	1,62	0,046	1	vapori saturati
1'	-5	4,28	366,84	1,637	0,047	-	vapori supraincalziti
2	75	31,935	401,38	1,62	0,005	-	vapori supraincalziti
2'	79	31,935	407,37	1,637	0,005	-	vapori supraincalziti
3	65	31,935	319,87	1,379	0,001	0	lichid saturat
3'	60	31,935	306,05	1,34	-	-	lichid subracit
4	-10	4,28	319,87	1,458	0,035	0,035	vapori umezi
4'	-10	4,28	306,05	1,406	0,032	0,032	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta apă-apă, în cazul I, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.5:

Tabelul: III.5. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta apă-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	0	6	368,22	1,617	0,033	1	vapori saturati
1'	5	6	372,83	1,633	0,034	-	vapori supraincalziti
2	75	31,935	400,46	1,617	0,005	-	vapori supraincalziti
2'	78	31,935	405,99	1,633	0,005	-	vapori supraincalziti
3	65	31,935	319,41	1,378	0,001	0	lichid saturat
3'	60	31,935	306,05	1,34	-	-	lichid subracit
4	0	6	319,41	1,438	0,024	0,712	vapori umezi
4'	0	6	306,05	1,389	0,021	0,633	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta aer-apă, în cazul I, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.6:

Tabelul: III.6. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta aer-apă, agentul termic R407							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-30	1,361	394,89	1,828	0,165	1	vapori saturati
1'	-25	1,361	398,93	1,845	0,169	-	vapori supraincalziti
2	98	30,866	473,57	1,828	0,008	-	vapori supraincalziti
2'	104	30,866	480,64	1,845	0,008	-	vapori supraincalziti
3	65	30,866	316,21	1,37	0,001	0	lichid saturat
3'	60	30,866	304,1	1,335	-	-	lichid subracit
4	-32	1,361	316,21	1,502	0,111	0,684	vapori umezi
4'	-32	1,361	304,1	1,452	0,103	0,635	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta sol-apă, în cazul I, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.7:

Tabelul: III.7. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta sol-apă, agentul termic R407C							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-10	3,143	407,5	1,802	0,074	1	vapori saturati
1'	-5	3,143	411,54	1,817	0,076	-	vapori supraincalziti
2	91	30,866	464,5	1,802	0,008	-	vapori supraincalziti
2'	95	30,866	470,04	1,817	0,008	-	vapori supraincalziti
3	65	30,866	315,2	1,367	0,001	0	lichid saturat
3'	60	30,866	303,6	1,334	0,001	-	lichid subracit
4	-13	3,143	315,2	1,449	0,045	0,606	vapori umezi
4'	-13	3,143	303,6	1,405	0,041	0,556	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta apă-apă, în cazul I, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.8:

Tabelul: III.8. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monovalent, varianta apă-apă, agentul termic R407C							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	0	4,52	413,55	1,792	0,052	1	vapori saturati
1'	5	4,52	417,59	1,807	0,054	-	vapori supraincalziti
2	88	30,587	460,46	1,792	0,008	-	vapori supraincalziti
2'	92	30,587	466,01	1,807	0,008	-	vapori supraincalziti
3	65	30,587	316,21	1,37	0,001	0	lichid saturat
3'	60	30,587	303,6	1,334	-	-	lichid subracit
4	-3	4,52	316,21	1,434	0,03	0,569	vapori umezi
4'	-3	4,52	303,6	1,387	0,027	0,513	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta aer-apă, în cazul II, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.9:

Tabelul: III.9. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta aer-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-30	1,99	350,26	1,632	0,097	1	vapori saturati
1'	-25	1,99	353,4	1,647	0,099	-	vapori supraincalziti
2	49	18,34	394,93	1,631	0,01	-	vapori supraincalziti
2'	54	18,34	400,46	1,647	0,011	-	vapori supraincalziti
3	40	18,34	264,14	1,214	0,001	0	lichid saturat
3'	35	18,347	154,93	1,185	-	-	lichid subracit
4	-30	1,99	254,93	1,239	0,049	0,5	vapori umezi
4'	-30	1,99	264,14	1,277	0,054	0,5	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta sol-apă, în cazul II, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.10:

Tabelul: III.10. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta sol-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-10	4,28	362,24	1,62	0,046	1	vapori saturati
1'	-5	4,28	366,84	1,637	0,047	-	vapori supraincalziti
2	46	18,34	391,25	1,62	0,01	-	vapori supraincalziti
2'	50	18,34	396,78	1,637	0,01	-	vapori supraincalziti
3	40	18,34	264,14	1,21	0,001	0	lichid saturat
3'	35	18,34	254,93	1,85	-	-	lichid subracit
4	-10	4,28	254,93	1,21	0,01	0,39	vapori umezi
4'	-10	4,28	264,14	1,246	0,021	0,44	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta apă-apă, în cazul II, pentru freonul R404A sunt calculate în tabelul III.11:

Tabelul: III.11. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta apă-apă, agentul termic R404A							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	0	6	368,22	1,617	0,033	1	vapori saturati
1'	5	6	372,83	1,633	0,034	-	vapori supraincalziti
2	45	18,34	390,79	1,617	0,01	-	vapori supraincalziti
2'	49	18,34	395,39	1,633	0,01	-	vapori supraincalziti
3	40	18,34	264,61	1,216	0,001	0	lichid saturat
3'	35	18,34	255,39	1,187	-	-	lichid subracit
4	0	6	255,39	1,203	0,011	0,33	vapori umezi
4'	0	6	264,61	1,23	0,013	0,386	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta aer-apă, în cazul II, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.14:

Tabelul: III.14. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta aer-apă, agentul termic R407C							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-30	1,361	394,89	1,828	0,165	1	vapori saturati
1'	-25	1,361	398,93	1,845	0,169	-	vapori supraincalziti
2	62	15,31	454,91	1,828	0,017	-	vapori supraincalziti
2'	68	15,316	460,96	1,844	0,017	-	vapori supraincalziti
3	35	15,31	255,18	1,187	0,001	0	lichid saturat
3'	30	15,31	247,11	1,161	-	-	lichid subracit
4	-35	1,361	247,11	1,215	0,066	0,405	vapori umezi
4'	-34	1,361	255,18	1,248	0,071	0,438	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta sol-apă, în cazul II, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.15:

Tabelul: III.15. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta sol-apă, agentul termic R407C							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	-10	3,143	407,5	1,802	0,074	1	vapori saturati
1'	-5	3,143	411,54	1,817	0,076	-	vapori supraincalziti
2	54	15,17	446,24	1,802	0,016	-	vapori supraincalziti
2'	59	15,17	451,89	1,817	0,017	-	vapori supraincalziti
3	35	15,17	259,18	1,187	0,001	0	lichid saturat
3'	30	15,17	247,11	1,161	-	-	lichid subracit
4	-15	3,143	247,11	1,187	0,003	0,313	vapori umezi
4'	-15	3,115	255,18	1,218	0,026	0,348	vapori umezi

Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice, care caracterizează funcționarea instalației cu pompă de căldură, în varianta apă-apă, în cazul II, pentru freonul R407C sunt calculate în tabelul III.16:

Tabelul: III.16. Valorile parametrilor termofizici în punctele caracteristice

Regimul de lucru monoenergetic, varianta apă-apă, agentul termic R407C							
Punctul	t	p	h	s	v	x	obs
	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kg*K]	[m ³ /kg]	[-]	
1	0	4,52	413,55	1,792	0,052	1	vapori saturati
1'	5	4,52	417,59	1,807	0,054	-	vapori supraincalziti
2	52	15,31	443,82	1,792	0,016	-	vapori supraincalziti
2'	56	15,31	448,86	1,807	0,016	-	vapori supraincalziti
3	35	15,31	255,18	1,187	0,001	0	lichid saturat
3'	30	15,31	247,11	1,161	-	-	lichid subracit
4	-5	4,52	247,11	1,177	0,014	0,259	vapori umezi
4'	-5	4,52	255,18	1,207	0,015	0,259	vapori umezi

Valorile obținute, în urma calculului efectuat cu ajutorul programului de calcul Microsoft Excel, pentru debitul masic de agent termic, sarcina termică a vaporizatorului, puterea termică a compresorului, coeficientul de performanță al instalației, în fiecare caz în parte sunt prezentate în tabelul III.17:

Tabelul: III.17. Valorile obținute, în urma calculului

Regimul de lucru monovalent				Regimul de lucru monoenergetic			
Agentul termic R404A							
Varianta	Q ₀	P	COP	Q ₀	P	COP _p	COP _s
	[kW]	[kW]	[-]	[kW]	[kW]	[-]	[-]
Aer-apă	4,335	5,653	1,156	5,591	3,055	2,896	2,482
Sol-apă	5,683	4,099	2,158	6,546	1,997	4,43	3,53
Apă-apă	6,355	3,389	2,61	7,012	1,526	5,796	4,34
Agentul termic R407C							
Aer-apă	4,887	4,398	2,012	6,009	2,668	3,317	2,785
Sol-apă	5,939	3,343	2,646	6,995	1,853	4,775	3,745
Apă-apă	6,496	2,86	3,093	7,237	1,492	6,193	4,421

3. Calculul termic al sistemului de încălzire cu combustibil solid regenerabil

.....

Pentru ca sistemul de încălzire cu combustibil solid regenerabil să funcționeze în regim monovalent în perioada de încălzire acesta trebuie să asigure o putere de 7,376 kW. În aceste considerente un exemplu de alegere al cazanului ar putea fi alegerea cazanului Vitolog 300, produs de firma germană Viessmann care asigură o putere reglabilă între 5 și 15 kW.

În continuare, în tabelul III.18. sunt prezentate caracteristicile tehnice ale unui cazan care ar putea fi ales.

Tabelul: III.18. Caracteristicile tehnice ale cazanului Vitotig 300

Domeniul de reglare a puterii nominale	kW	5 – 15
Temperaturi de curgere	°C	95
• permisă	°C	75
• maximă	°C	60
• minimă		
Temperatura minimă pe retur	°C	20
Presiunea de operare maxim permisă pe		
• boilerul	bar	3
• schimbătorul de căldură	bar	6
CE proiectat în acord cu Machinery Guideline		CE
Boiler clasa EN_303_5		3
Dimensiuni de gabarit		
• lungime		
• lățime	mm	656
• înălțime	mm	1285
○ boilerul		
○ cu alimentare automată	mm	1142
	mm	1805
Greutate totală		
• boiler cu izolație	kg	250
Puterea maximă consumată		
• pentru pornire	W	1377
• pentru încălzire	W	61
Capacități		
• boiler		
• buncăr pentru combustibil	litrii	32
	litrii	150
• container pentru cenușă	litrii	36
Conexiunile boilerului		
• turul și returul boilerului plus conexiunile de siguranță (supape de siguranță)	G (filet interior) R (filet exterior)	1" ½"
• scurgerea de siguranță		
Conexiunile schimbătorului de căldură		
• Apă caldă, apă rece	R(filet exterior)	½"
Căderile de presiune (pe circuitul primar)		
• T = 20 K	mbar	1,2
• T = 10 K	mbar	5,9
Temperatura medie a gazelor de ardere		
• la putere maximă	°C	145
• la putere parțială (33 % din puterea maximă)	°C	86
Debitul masic al gazelor de ardere		
• la putere maximă	kg/h	38,9
• la putere parțială (33 % din puterea maximă)	kg/h	14,8
Conținutul CO₂ de din gazele de ardere	%	12,0
Diametrul la coșul de evacuare	diametrul exterior Ø mm	130
Tirajul necesar	Pa mbar	5 0,05

Analiza economică efectuată are o valoare estimativă. Un calcul foarte precis din care să reiese cu exactitate o valoare a costului pentru consumul de energie este extrem de greu de realizat. Analiza efectuată are o valoare estimativă deoarece s-au făcut un număr de simplificări care usurează cu mult calculul dar care nu duc la o analiză greșită a soluției optime pentru alegerea instalației pentru încălzirea locuinței unifamiliare considerate. Scopul acestor calcule este de a determina care este soluția optimă, dintre soluțiile analizate mai sus. Prin aceste calcule nu se poate estima costul real al energiei consumate de fiecare instalație, în parte, dar permite efectuarea unei comparații între acestea.

.....

După efectuarea calculelor termice a soluțiilor analizate s-a efectuat o analiză tehnico-economică pentru a evidenția gradul de rentabilitate al fiecăreia. Prima soluție analizată, pompa de căldură în varianta aer-aer care s-a dovedit a fi o soluție mai puțin eficientă decât pompa de căldură în varianta sol-aer care, la rândul ei, este mai puțin rentabilă decât pompa de căldură în varianta apă-aer. Utilizarea unui cazan cu combustibil solid regenerabil s-a dovedit a fi o soluție mai eficientă decât utilizarea unei pompe de căldură. S-a constatat că energiei solară este cea mai eficientă sursă de energie regenerabilă, dar, din păcate, încă nu se poate folosi, pentru încălzirea locuințelor, o instalație bazată pe energie solară ca sursă unică pentru alimentarea cu energie.

1. Calculul estimativ al costurilor de exploatare

Calculul estimativ al costurilor de exploatare este prezentat în tabelul IV.1 și în tabelul IV.2:

Tabelul: IV.1. Calculul estimativ al costurilor de exploatare

3.1.1. Pentru pompele de caldura aer-apa						
Tip inst	Put cons	Cons de e	Pret energ	Cons de e	Pret energ	Cost energ
Aer-apa	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe ora	4,017	4,017	4120	16550,04	0,108421	0,435527
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe zi	4,017	96,408	4120	397201	0,108421	10,45266
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[mil]	[€/kWh]	[€]
pe luna	4,017	2892,24	4120	11,91603	0,108421	313,5797
3.1.2. Pentru pompele de caldura sol-apa						
Tip inst	Put cons	Cons de e	Pret energ	Cons de e	Pret energ	Cost energ
Sol-apa	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe ora	3,02	3,02	4120	12442,4	0,108421	0,327432
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe zi	3,02	72,48	4120	298617,6	0,108421	7,858358
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[mil]	[€/kWh]	[€]
pe luna	3,02	2174,4	4120	8,958528	0,108421	235,7507
3.1.3. Pentru pompele de caldura apa-apa						
Tip inst	Put cons	Cons de e	Pret energ	Cons de e	Pret energ	Cost energ
Apa-apa	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe ora	2,532	2,532	4120	10431,84	0,108421	0,274522
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe zi	2,532	60,768	4120	250364,2	0,108421	6,588531
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[mil]	[€/kWh]	[€]
pe luna	2,532	1823,04	4120	7,510925	0,108421	197,6559
3.1.7. Pentru instalatie electrica						
Tip inst	Put cons	Cons de e	Pret energ	Cons de e	Pret energ	Cost energ
Inst el	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe ora	8,851	8,851	4120	36466,12	0,108421	0,959635
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[lei]	[€/kWh]	[€]
pe zi	8,851	212,424	4120	875186,9	0,108421	23,03123
	[kW]	[kWh]	[lei/kWh]	[mil]	[€/kWh]	[€]
Pe luna	8,851	6372,72	4120	26,25561	0,108421	690,937

Tabelul: IV.2. Calculul estimativ al costurilor de exploatare

3.1.4. Pentru cazanul pe peleti								
Tip inst	Put cons	Cons de e	P cal a c	Cant de c	Pret comb	Cost energ	Pret comb	Cost energ
Peleti	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/h]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe ora	8,851	8,851	4440	1,713984	3800	6513,14	0,1	0,171398
	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/zi]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe zi	8,851	212,424	4440	41,13562	3800	156315,4	0,1	4,113562
	[kW]	[kWh]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	6372,72	4440000	1,234069	3,8	4,689461	100	123,4069
	[kW]	[kca]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	5479264,656	4440000	1,234069	3,8	4,689461	100	123,4069
3.1.5. Pentru o centrala de apartament pe gaze naturale								
Tip inst	Put cons	Cons de e	P cal a c	Cant de c	Pret comb	Cost energ	Cost energ	Cost energ
Gaze naturale	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/h]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe ora	8,851	8,851	8050	0,945353	6993	6610,852	0,184026	0,173969
	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/zi]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe zi	8,851	212,424	8050	22,68847	6993	158660,4	0,184026	4,175268
	[kW]	[kWh]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	6372,72	8050000	0,680654	6,99	4,757771	184,02	125,2539
	[kW]	[kca]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	5479264,656	8050000	0,680654	6,99	4,757771	184,02	125,2539
3.1.6. Pentru un cazan pe lemne								
Tip inst	Put cons	Cons de e	P cal a c	Cant de c	Pret comb	Cost energ	Cost energ	Cost energ
Lemne	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/h]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe ora	8,851	8,851	3500	2,174311	3420	7436,145	0,09	0,195688
	[kW]	[kWh]	[kcal/kg]	[kg/zi]	[lei/kg]	[lei]	[€]	[€/kg]
pe zi	8,851	212,424	3500	52,18347	3420	178467,5	0,09	4,696513
	[kW]	[kWh]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	6372,72	3500000	1,565504	3,42	5,354024	90	140,8954
	[kW]	[kca]	[kcal/t]	[t/luna]	[mil/t]	[mil]	[€]	[€/kg]
pe luna	8,851	5479264,656	3500000	1,565504	3,42	5,354024	90	140,8954

În tabelul IV.3. este prezentată o sinteză a rezultatelor obținute în urma calculelor efectuate mai sus:

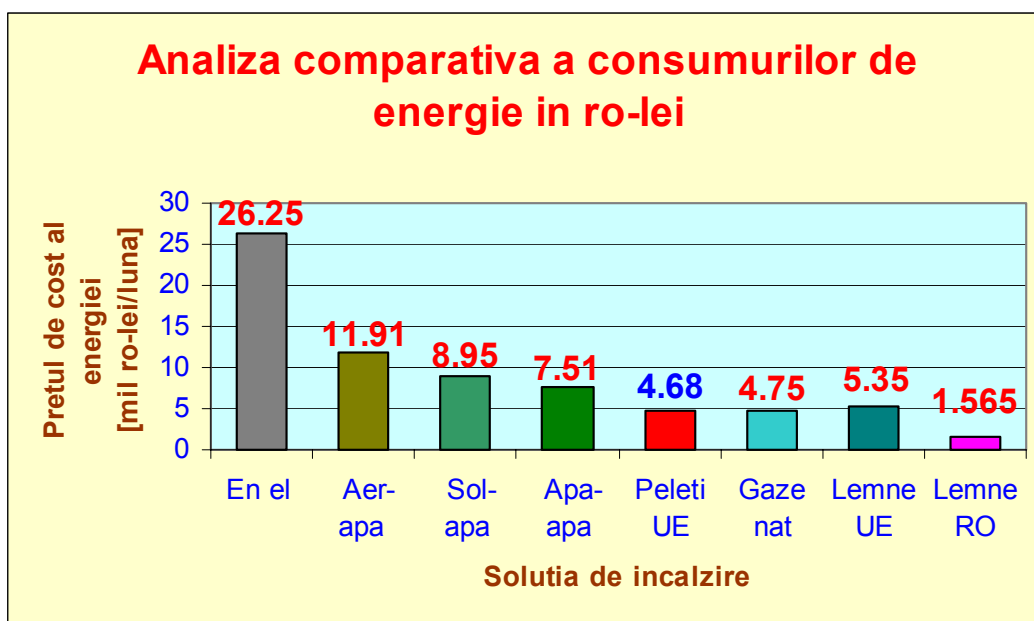
Tabelul: IV.3. Sinteza rezultatelor obținute în urma calculelor

Tipul instalației	Cost energy	Cost energy
	[lei]	[€]
Instalație electrică RO	26.25	690.93
Instalație aer-apa RO	11.91	313.57
Instalație sol-apa RO	8.95	235.75
Instalație spa-apa RO	7.51	197.65
Instalație pe peleti la prețul UE	4.68	123.4
Instalație pe gaze nataturale RO	4.75	125.25
Instalație pe lemne la prețul UE	5.35	140.89
Instalație pe lemne la prețul RO	1.565	39

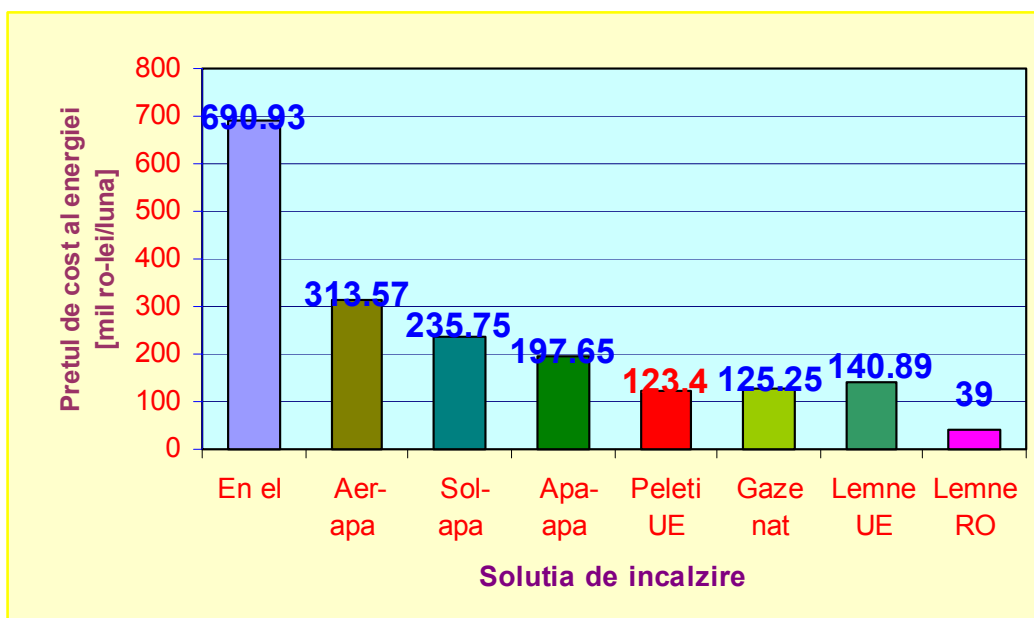
2.

2. Comparație între costurile de exploatare

În continuare se prezintă rezultatele obținute în urma analizei comparative, estimative a consumurilor de energie în funcție de soluțiile studiate. Variația prețului de cost al energiei au fost analizate în ro-lei și în euro și sunt prezentate în figura IV.1.



a)



b)

Fig. IV.1. Analiza comparativă a consumurilor de combustibil, a) în ro-lei, b) în euro

Cap. V Proiectarea instalației și alegerea aparatelor componente

1. Alegerea aparatelor componente

Aparatele componente au fost alese având în vedere rezultatele obținute în urma calculelor efectuate în capitolele precedente.

Pentru furnizarea energiei termice în instalație s-a ales cazanul Vitotig 300, produs de firma germană Viessmann, care funcționează utilizând combustibil solid regenerabil sub formă de peleți. Parametrul cel mai important de care s-a ținut seama în alegerea acestui cazan este puterea acestuia, dar s-au avut în vedere și alți parametri precum tipul combustibilului folosit, consumul de combustibil, gradul de autonomie, dimensiunile de gabarit, regimul termic, randamentul, etc. Puterea acestui cazan se reglează automat între 5-15 kW astfel acesta va putea acoperi necesarul de căldură al locuinței considerate care este de 7,376 kW.

În figura V.1. este prezentat cazanul ales:



Fig. V.1. Cazanol Vitotig 300

Pentru a realizarea unei reduceri însemnate a consumului de energie producerea apei calde menajere se va realiza cu ajutorul unui sistem de colectare a energiei solare. Astfel instalația termică, aleasă, pentru încălzirea locuinței unifamiliare considerate va funcționa în regim bivalent, utilizează pentru producerea energiei, un cazan, care funcționează cu combustibil solid regenerabil, și un sistem de captare a energiei solare.

Panourile solare din componența sistemului de captare a energiei solare au fost alese după ce în prealabil, au fost efectuate calculele termice ale sistemului de captare a energiei solare, astfel încât acesta să poată acoperi necesarul de căldură pentru producerea apei calde menajere. Pentru a satisface necesarul de căldură, pentru producerea apei calde menajere, de 1,122 kW corespunzător locuinței unifamiliale considerate s-au ales, din catalogul firmei Viessmann, două panouri solare de tip Vitosol 100 cu o suprafață de colectare de 1,7 m² fiecare. Acest tip de panou a fost ales datorită recomandărilor existente în literatura de specialitate. Acest tip de panou se pretează pentru prepararea apei calde menajere și pentru încălziri de temperatură joasă, precum și pentru montarea pe acoperiș înclinat.

În figura V.2. este prezentat un panou solar de același tip cu cel ales:



Fig. V.2. Panoul solar Vitosol 100 cu suprafața de captare de 1,7 m²

Pentru a producerea apei calde menajere se alege boilerul Vitocell B100. Acesta a fost ales tot din catalogul firmei Viessmann. Parametrii cei mai importanți în alegerea boilerului sunt numărul de serpentine, volumul de apă care poate fi stocat de către acesta și puterea termică de regim. Alți parametrii care s-a ținut seama sunt pierderile de energie în stand-by, debitul de agent termic, dimensiuni, greutate, etc.

La alegerea boilerului s-a urmărit ca acesta să fie dotat cu două serpentine, pentru a putea fi folosit pentru producerea apei calde menajere, într-o instalație în care energia este furnizată în sistem printr-o instalație de tip bivalent, compusă dintr-un cazan cu funcționare pe combustibil solid regenerabil, sub formă de peleți, și o instalație de captare a energiei solare. În același timp s-a urmărit ca boilerul ales să dețină un volum de stocare a apei calde menajere aproximativ egal, sau cu puțin mai mare decât necesarul zilnic de apă caldă menajeră al locuinței unifamiliare considerate, care este de 140 l de apă caldă menajeră pe zi. Nu în ultimul rând s-a urmărit ca puterea termică de regim a boilerului ales să fie egală, sau puțin superioară puterii care trebuie furnizată de instalația termică care deservește această locuință unifamilială.

În figura V.3. este prezentat boilerul ales:

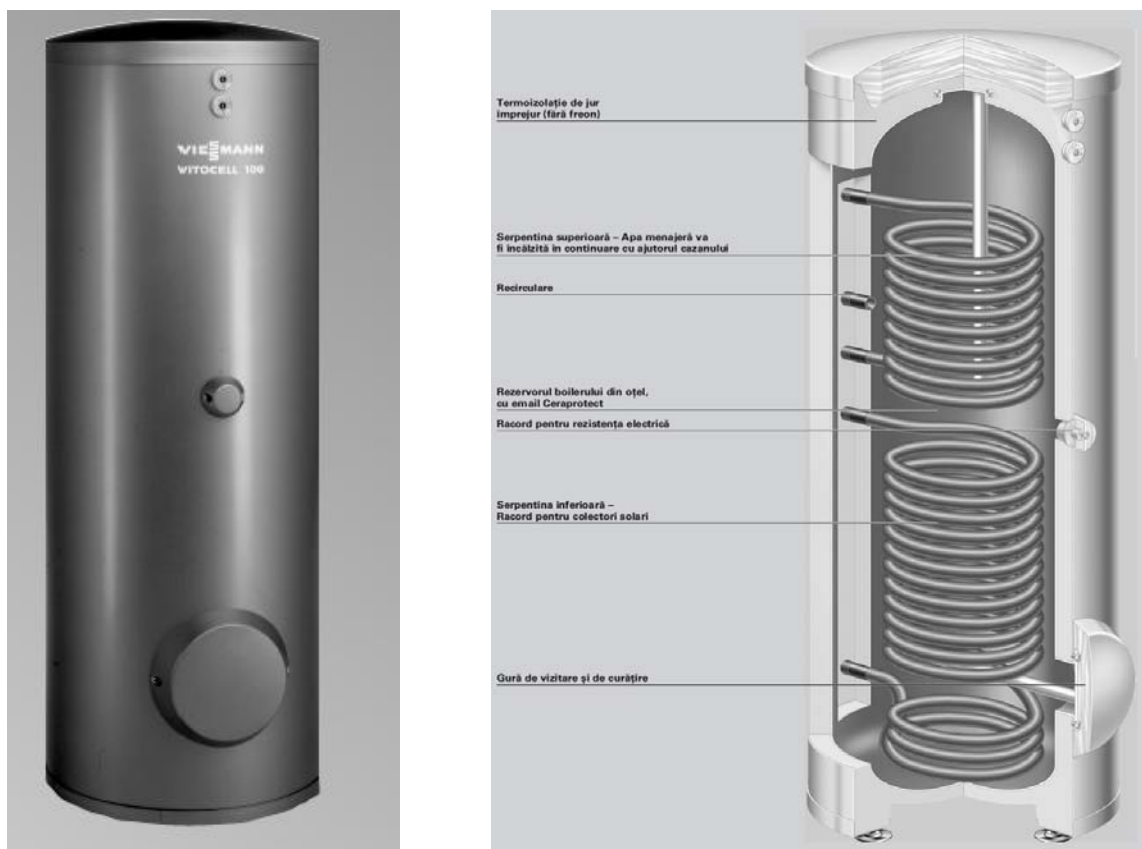


Fig. V.3. Boilerul Vitocel B100

2. Schema de principiu a instalației

Schema de principiu a instalației termice, utilizată pentru încălzirea și prepararea apei calde menajere, aferente locuinței unifamiliare considerate este prezentată în figura V.4:

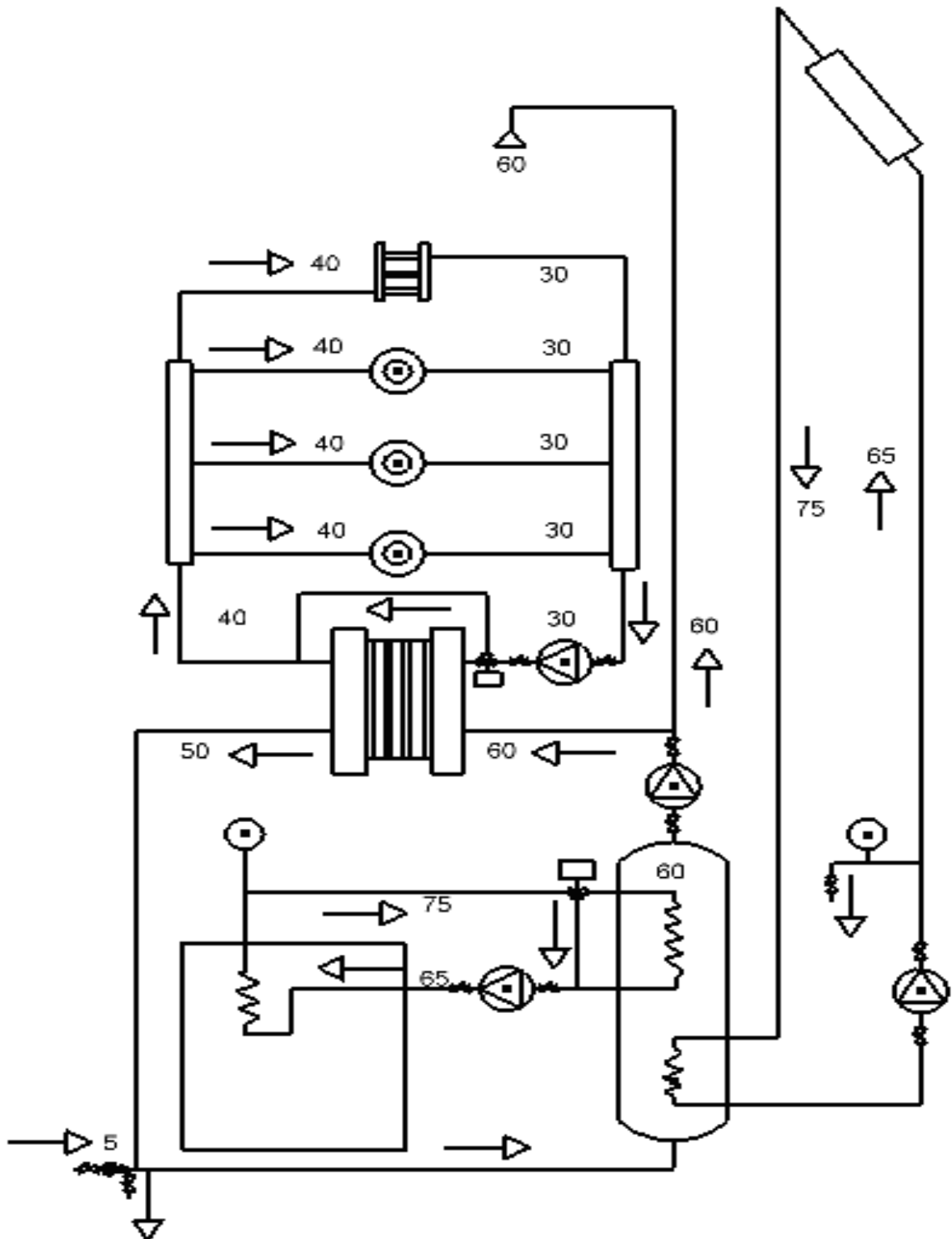


Fig. V.4. Schema de principiu a instalației

3. Descrierea funcționării. Determinarea regimurilor termice ale instalației

Funcționare instalației termice, aferente locuinței unifamiliale considerate, este determinată de echipamentele care alcătuiesc componența acestei instalații și este srâns legată de regimurile de temperatură la care acestea funcționează, motiv pentru care modul în care această instalație funcționează și regimurile termice care caracterizează echipamentele componente ale acestei instalații pot și este indicat să fie tratate împreună.

La determinarea regimurilor termice ale instalației s-a stabilit o diferență de temperatură Δt , egală cu 10 °C, pe fiecare aparat din componența instalației.

Cazanul ales, Vitolig 300, are o valoare minimă a temperaturii, pe tur, a agentului termic primar, din instalația de încălzire cu combustibil solid regenerabil, de 60 °C. Valoarea maximă a acestei temperaturi este de 75 °C, iar valoarea permisă în cazan este de 95 °C. Astfel agentul termic primar, din circuitul de încălzire cu combustibil solid regenerabil este încălzit în cazan până la temperatura de 75 °C. Agentul termic primar, din instalația de încălzire cu combustibil solid regenerabil, având o temperatură de 75 °C intră în boiler, unde răcindu-se până la temperatura de 65 °C, cedează caldură apei calde menajere care se încălzește până la temperatura de 60 °C. Valoarea temperaturii pe returul circuitului cazan-boiler este de 65 °C, această valoare fiind net superioară valorii de 20 °C, care este valoarea minim admisă a temperaturii de pe returul corespunzătoare cazanului ales.

Valoarea temperaturii cu care agentul termic primar, din instalația de încălzire cu energie solară, intră în panou este de 65 °C. În interiorul panoului solar agentul termic se încălzește până la valoarea de 75 °C. Cu această valoare agentul termic primar, din instalația de încălzire cu energie solară, intră în boiler unde, răcindu-se până la valoarea de 65 °C, cedează caldură apei calde menajere care se încălzește până la valoarea de 60 °C.

Apa potabilă, este preluată de la furnizor și are, în timpul iarnii, la ieșirea din rețea o valoare minimă a temperaturii de 5 °C. În interiorul boilerului, în cele mai grele condiții, apa se încălzește de la valoarea de 5 °C, corespunzătoare temperaturii de intrare, până la valoarea de 60 °C, corespunzătoare valorii dorite a apei calde menajere. Încălzirea apei este posibilă datorită faptului că aceasta preia caldura provenită de la agentul termic primar, din instalația de încălzire cu energie solară, iar când aceasta nu este suficientă apa va prelua caldura și de la agentul termic primar, din instalația de încălzire cu combustibil solid regenerabil.

La ieșirea din boiler apa caldă menajeră este pompată în rețeaua de distribuție a apei calde menajere, unde este utilizată la aceeași temperatura cu care aceasta iese din boiler, și prin schimbătorul de caldură intermediar unde va ceda caldură, încălzind astfel agentul termic

secundar din instalația de disipare a căldurii, după care se va întoarce în boiler printr-un racord la conducta de apă potabilă.

Apa caldă, pompată din boiler prin schimbătorul de căldură intermediar intră în acesta având o valoare a temperaturii la intrare de 60 °C. În interiorul schimbătorului de căldură intermediar se răcește de la temperatura de 60 °C corespunzătoare valorii temperaturii de intrare, până la valoarea de 50 °C, corespunzătoare temperaturii la ieșirea din schimbătorul de căldură intermediar, încălzind agentul termic secundar din instalația de disipare a căldurii. Cu această valoare a temperaturii apa care iese din schimbătorul de căldură intermediar se amestecă cu cea provenită de la rețea. Modul în care se realizează acest amestec diferă de la caz la caz fiind influențat de consumul de apă caldă menajeră din momentul la care se face referire. Temperatura la care se realizează acest amestec diferă în funcție de mai mulți factori cum ar fi modul în care se realizează amestecul, perioada anului, (anotimpul), necesarul de căldură pentru încălzirea locuinței.

Agentul termic secundar din circuitul de încălzire intră în schimbătorul de căldură unde se încălzește de la valoare a temperaturii de 30 °C, corespunzătoare temperaturii de intrare a agentului secundar în schimbătorul de căldură intermediar, până la o valoare a temperaturii de 40 °C, corespunzătoare valorii temperaturii la ieșire din schimbătorul de căldură intermediar. Pentru a-se încălzi, agentul termic secundar din circuitul de disipare a căldurii, preia căldura provenită de la apa caldă care se răcește de la de la temperatura de 60 °C corespunzătoare valorii temperaturii de intrare, până la valoarea de 50 °C, corespunzătoare temperaturii la ieșirea din schimbătorul de căldură intermediar.

În sistemul de disipare a căldurii agentul termic secundar, cu o valoare a temperaturii la intrare de 40 °C, cedând căldură, se răcește până la valoarea de 30 °C, valoare corespunzătoare temperaturii de pe returul circuitului de disipare a căldurii. Caldura cedată de agentul termic secundar încălzește pardoseala care cedează caldura incintei care trebuie încălzită. Căldura care trece de la pardoseală la incinta încălzită constituie căldura utilă produsă de către instalația termică proiectată în scopul încălzirii spațiului locuit, iar valoarea acesteia trebuie să fie egală cu valoarea necesarului de căldură pentru încălzire.

Cap. VI

Automatizarea instalației

1. Prezentarea schemei de automatizare

Schema de automatizare a instalației termice, utilizată pentru încălzirea și prepararea apei calde menajere, aferente locuinței unifamiliare considerate este prezentată în figura VI.1:

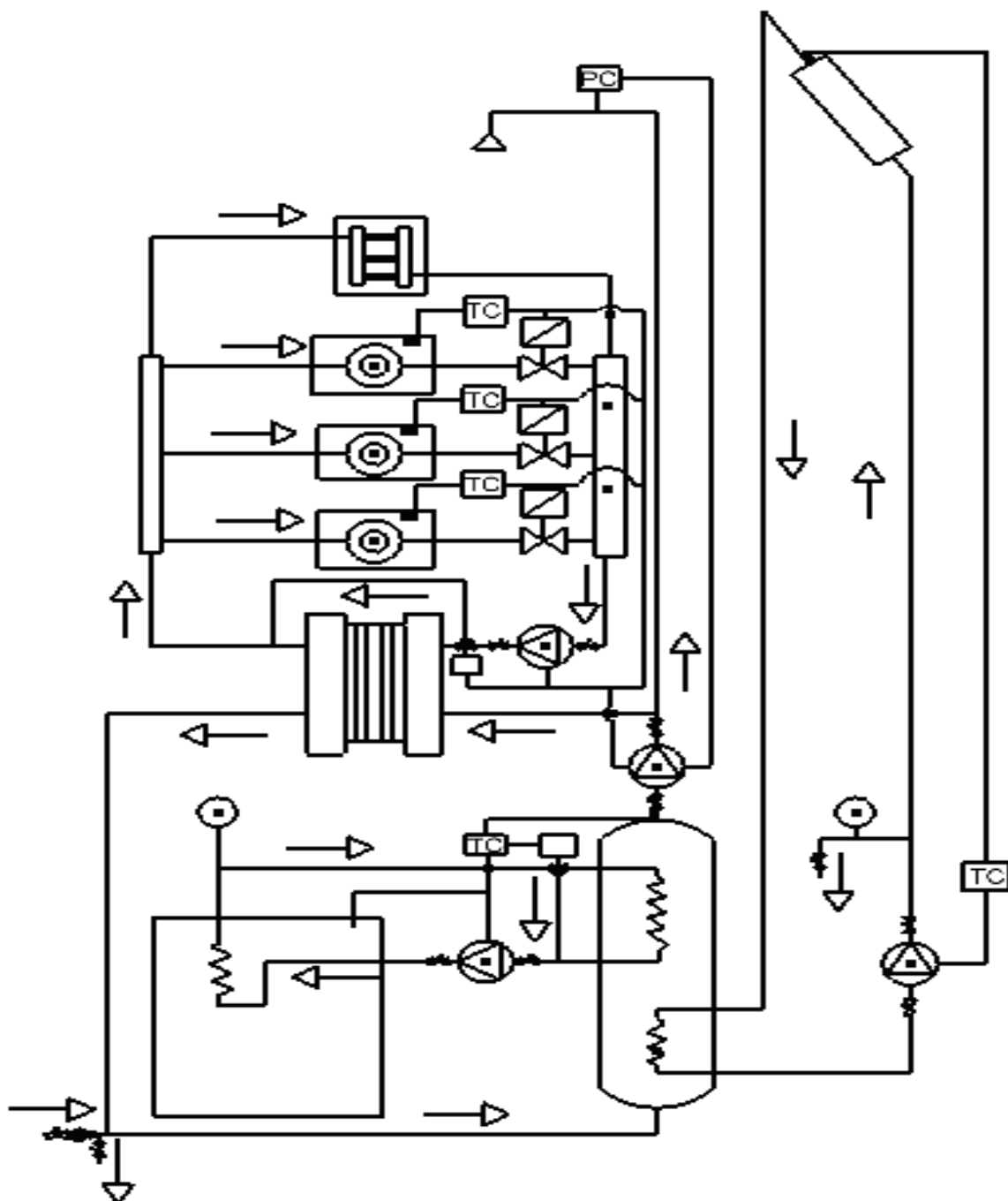


Fig. VI.1. Schema de automatizare a instalației

2. Descrierea funcționării sistemului de automatizare

Rolul sistemului de automatizare într-o instalație termică este foarte important. Este unanim recunoscută afirmația că nu se poate purta o discuție despre creșterea eficienței unei instalații termice sau a gradului de confort pe care aceasta l-ar putea asigura fără ca să se cunoască posibilitățile de automatizare ale acesteia.

Având în vedere faptul că instalația proiectată se încadrează în rândul instalațiilor lor mici gradul de automatizare al acestei instalații nu se dorește a fi unul foarte ridicat pentru a nu determina o creștere neîntemeiată a costurilor de achiziție. În virtutea acestor considerente s-a avut în vedere proiectarea unei instalații de automatizare cu cât mai puține elemente dar care să soluționeze toate aspectele problematice care ar putea apărea în funcționarea acestei instalații.

Rolul principal al sistemului de automatizare aferent unei instalații termice pentru încălzirea unei locuințe unifamiliale este de a menține valoarea temperaturii incintei încălzite într-un interval prestabilit, care se încadrează în parametrii de confort, și de a permite totodată o funcționare optimă a instalației termice.

Pentru a menține temperatura incintei încălzite la valoarea dorită pe returul circuitului de disipare a căldurii, de pe fiecare nivel al locuinței unifamiliale considerate, se montează câte un ventil electromagnetic care, fiind comandat de către un termostat al cărui senzor de temperatură este montat în spațiul încălzit, închide și deschide circuitul de disipare al căldurii prin pardoseală. Prezența în instalație a celor trei ventile electromagnetice face posibilă reglarea independentă a temperaturilor pe fiecare nivel al locuinței unifamiliale considerate. În instalațiile cu încălzire prin pardoseală acest tip de reglare a temperaturii mediului încălzit, cu senzorul de temperatură montat în incinta încălzită, se numește reglare completă, deoarece se raportează la valoarea temperaturii mediului ambiant. Deoarece sistemul de disipare al căldurii folosește ca principală sursă de căldură circuitul de disipare al căldurii prin pardoseală, caloriferele montate, în paralel, în scopul de a aduce un aport suplimentar de căldură, în caz de nevoie, vor putea fi reglate cu ajutorul robinetelor termostactice montate pe tur înainte de fiecare calorifer.

Când termostatul prin senzorul de temperatură, montat în incinta încălzită, sesizează o creștere a temperaturii peste o valoare reglată, comandă închiderea ventilului electromagnetic care în poziția închis nu permite trecerea agentului termic secundar prin circuitul de disipare al căldurii prin pardoseală, determinând astfel scăderea temperaturii mediului ambiant.

Când necesarul de căldură scade și unul sau două ventile electromagnetice sunt în poziția închis debitul de agentul termic secundar, din circuitul de disipare al căldurii, care este pompat de pompa de circulație de pe returul circuitului de disipare a căldurii, este redirecționat, de către o vană cu trei căi, care este comandată de același termostat, prin conducta de by-pass astfel încât nu va mai circula prin schimbătorul intermediar de căldură până când, valoarea temperaturii acestuia va înregistra o scădere care va determina scăderea temperaturii mediului încălzit, care va fi detectată de senzorul de temperatură montat în acesta. Sesizând această scădere o va transmite termostatului care va determina deschiderea vanei cu trei căi care va redirecționa agentul termic secundar prin schimbătorul intermediar de căldură, unde aceasta se va încălzi din nou.

Când necesarul de căldură înregistrează o scădere de așa natură încât toate termostatele vor comanda închiderea tuturor ventilelelor electromagnetice iar acestea se vor afla în poziția închis atunci termostatele comandă oprirea motorului de antrenare a pompei de circulație montată pe conducta de retur a circuitului de disipare a căldurii precum și a celei de pe circuitul de apă caldă menajeră dacă în acel moment nu este nevoie de apă caldă menajeră.

Pompa de pe circuitul de apă caldă menajeră este comandată de un presostat de joasă presiune, al cărui senzor de presiune sesizează scăderea sau creșterea presiunii pe conducta de apă caldă menajeră. Când senzorul presostatului sesizează o scădere de presiune sub o valoare reglată, care poate fi cauzată de deschiderea unuia sau mai mulți robineti de pe circuitul de apă caldă menajeră, presostatul comandă pornirea motorului de antrenare a pompei de circulație, montate pe circuitul de apă caldă menajeră. În cazul în care acesta nu este pornit va porni la comanda dată de presostat.

În cazul în care pompa de circulație de pe circuitul de apă caldă menajeră funcționează cu scopul de a furniza apa caldă, necesară, schimbătorului de căldură intermediar, pentru a prepara apa caldă pentru încălzire, la deschiderea unuia sau mai multor robineti apa caldă va urma, preferențial, calea spre acea parte a circuitului în care s-a acționat în sensul deschiderii robinetului sau robinetilor datorită depresiunii create în momentul deschiderii lor, fără să apară în circuit problema lipsei presiunii pe circuitul de apă caldă menajeră.

Pompa de circulație de pe circuitul de apă caldă menajeră va fi oprită automat, de către elementele de automatizare materializate prin presostatul de joasă presiune, cu senzorul montat pe circuitul de apă caldă menajeră, sau de către termostatele care reglează temperatura din incinta încălzită, în momentul în care nu este nevoie nici de apă caldă menajeră și nici de apă caldă pentru încălzire.

Ca măsură de protecție împotriva pornirilor și opririlor dese ale pompei de circulație de pe circuitul de apă caldă menajeră, care ar putea fi cauzate de închiderea și deschiderea unor robinete de pe circuitul de apă caldă menajeră, la intervale reduse de timp, presostatul care comandă pornirea și oprirea pompei va fi prevăzut cu un temporizator care să nu permită oprirea pompei decât după un interval de funcționare prestabilit, chiar dacă necesarul de apă caldă menajeră sau cel de apă caldă pentru consum este inexistent. Pentru a nu crea o suprapresiune pe circuitul de apă caldă menajeră, care ar putea cauza defecțiuni ale pompei de circulație care deserveste acest circuit, se recomandă menținerea în poziția deschis a circuitului prin schimbătorul de căldură intermediar astfel realizându-se un by-pass al pompei eliminând riscul deteriorării ei.

Agentul termic primar al circuitului de producere a căldurii cu ajutorul cazanului pe combustibil solid regenerabil este pompat spre cazan de către o pompă de circulație, care deserveste acest circuit și care este montată pe returul acestuia. Pornirea și oprirea pompei de pe returul circuitului de producere a căldurii este comandată de către un termostat al cărui senzor de temperatură sesizează scăderea sau, respectiv, creșterea temperaturii apei din interiorul boilerului. Când senzorul de temperatură sesizează scăderea temperaturii apei din interiorul boilerului sub o valoare prestabilită, termostatul comandă pornirea pompei de circulație de pe acest circuit. Același termostat va comanda simultan și vana cu trei căi aflată, pe circuitul agentului primar al circuitului de producere a căldurii cu ajutorul cazanului pe combustibil solid regenerabil, care va deschide by-passul redirecționând agentul termic înapoi spre cazan până când acesta va ajunge la temperatura dorită, pentru a putea produce efectul util. În momentul în care agentul termic va deschide circuitul agentului termic primar al circuitului de producere a căldurii cu ajutorul cazanului ajunge la o valoare prestabilită a temperaturii, termostatul va comanda vana cu trei căi care va redirecționa agentul termic spre boiler, unde va cedă căldura care va încălzi apa din interiorul boilerului. Comanda de oprire a acestei pompe este dată de același termostat în momentul în care senzorul acestuia sesizează o creștere a temperaturii peste o valoare prestabilită.

Automatizarea sistemului solar presupune existența unui termostat, al cărui senzor de temperatură este montat pe turul circuitului agentului termic primar din instalația de captare a energiei solare, după ieșirea din panou. Când senzorul sesizează o creștere a temperaturii peste o valoare prestabilită comandă pornirea pompei de circulație de pe circuitul agentului termic primar din instalația de captare a energiei solare. Pompa va funcționa pînă în momentul în care senzorul aceluiași termostat va sesiza o scădere a temperaturii sub o valoare prestabilită, moment în care termostatul va comanda oprirea pompei de circulație.

Cap. VII

Prezentarea instalației proiectate

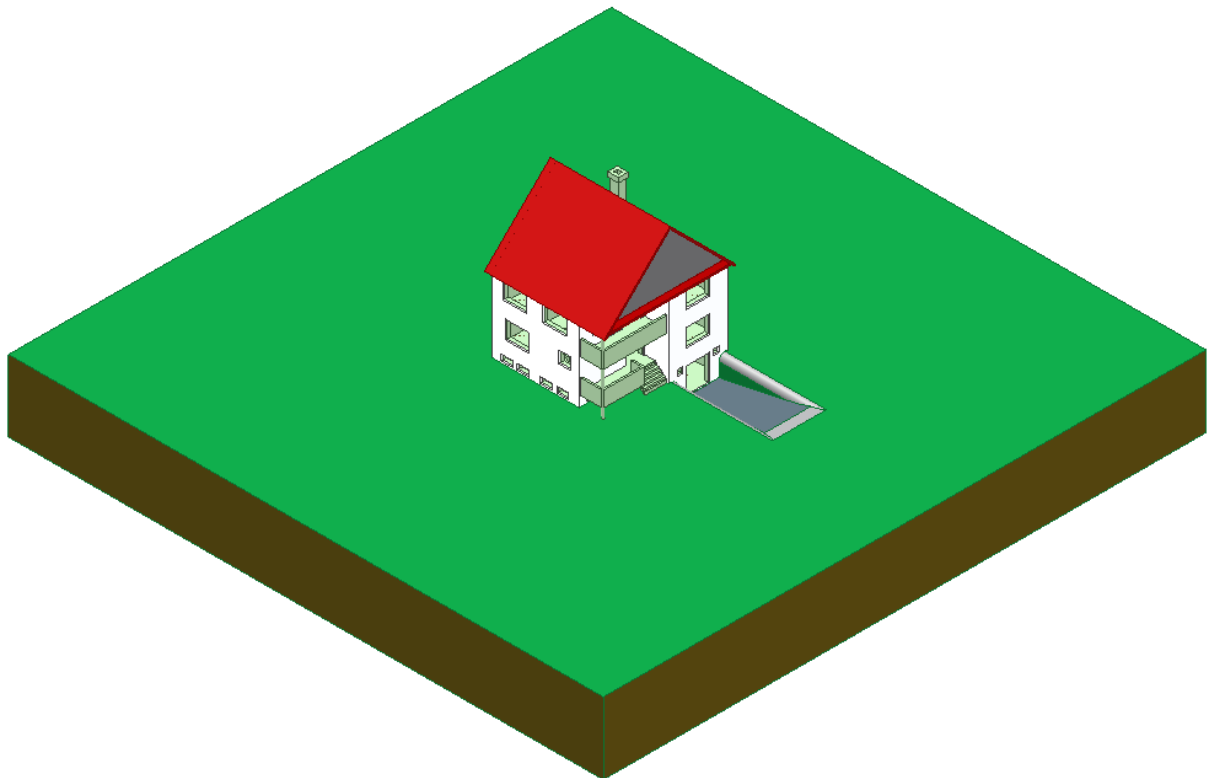


Fig. VII.1. Locuința unifamilială pentru care s-a proiectat instalația

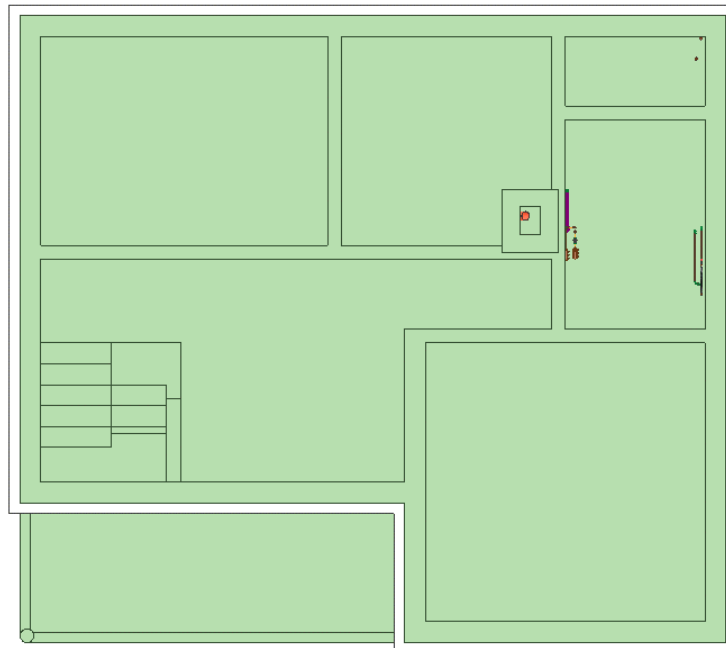


Fig. VII.2. Etajul locuinței unifamiliale considerate

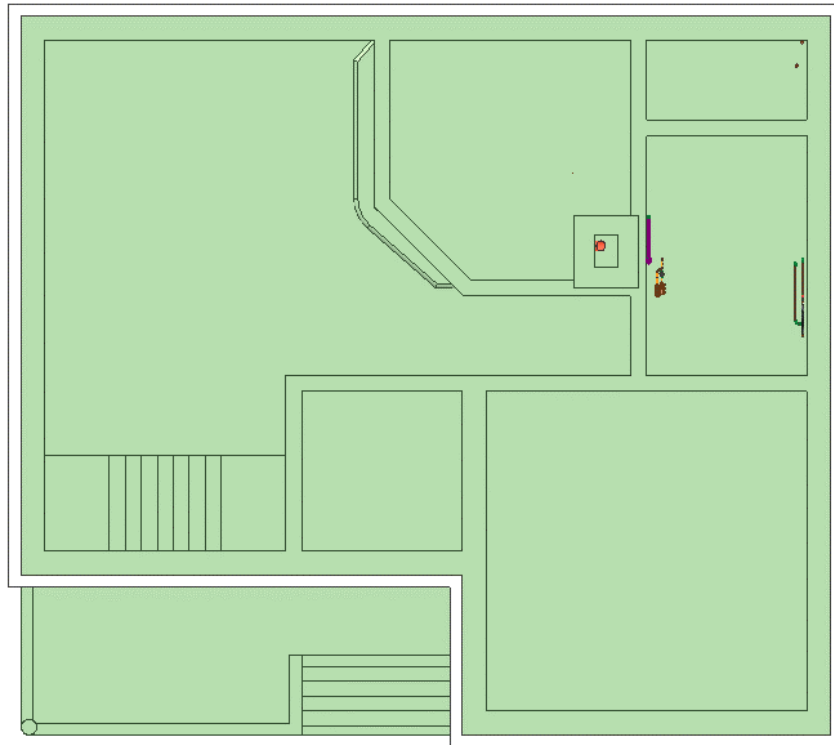


Fig. VII.3. Parterul locuinței unifamiliale considerate

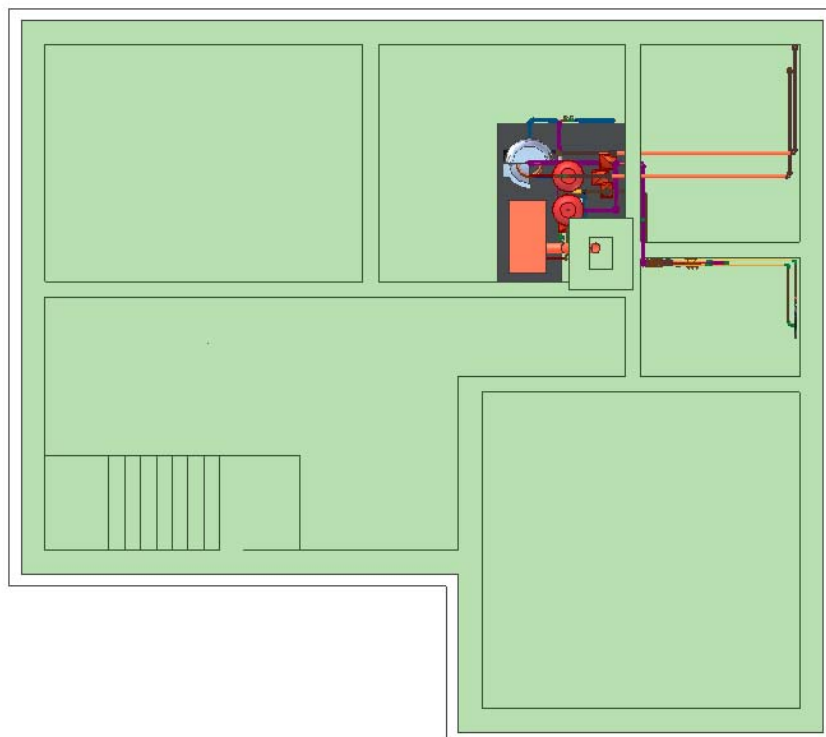


Fig. VII.4. Demisolul locuinței unifamiliale considerate

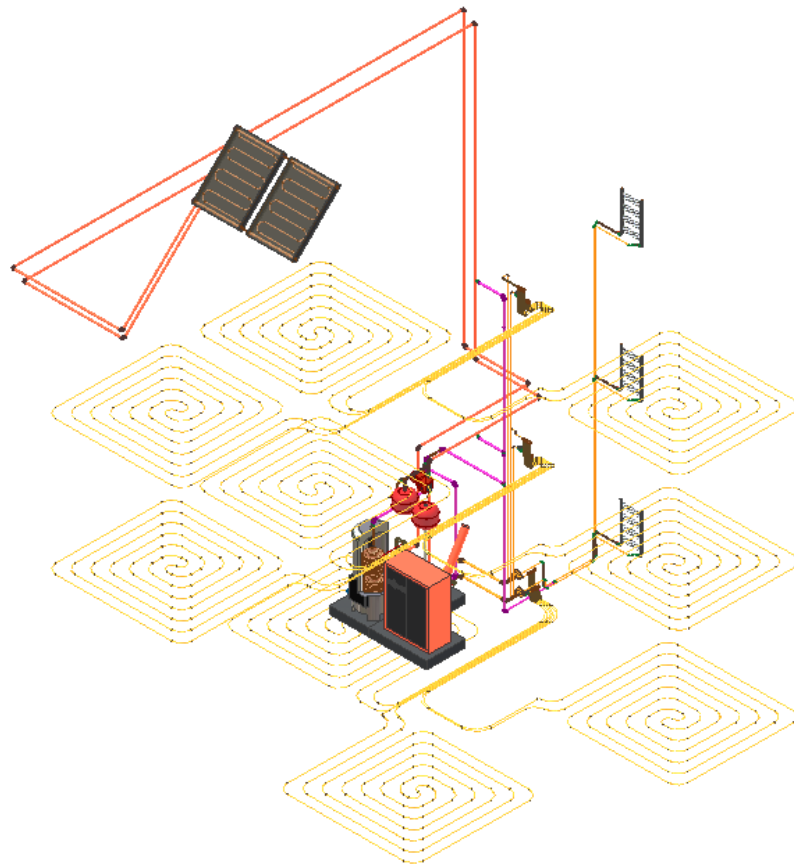


Fig. VII.5. Instalația proiectată în ansamblu

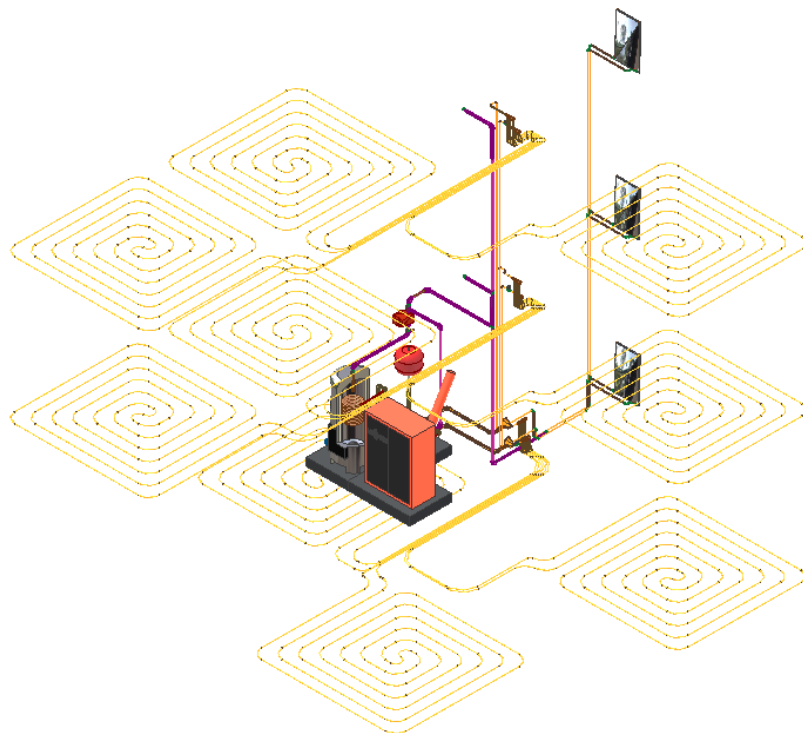


Fig. VII.6. Instalația pentru încălzire cu funcționare pe peleți

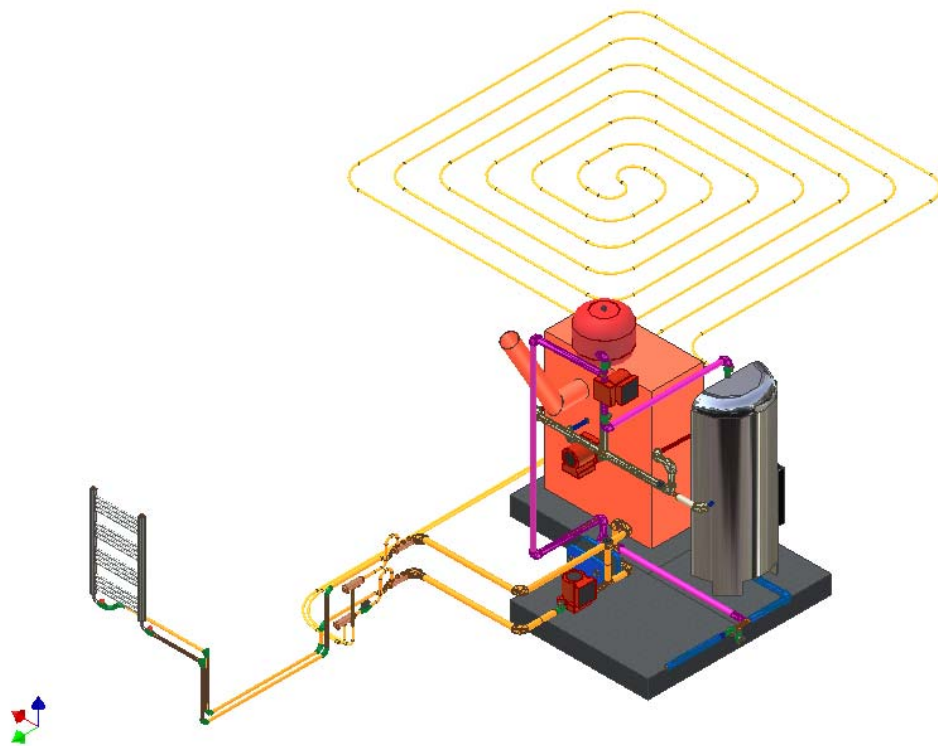


Fig. VII.7. Instalația pentru încălzire cu funcționare pe peleți (detaliu)

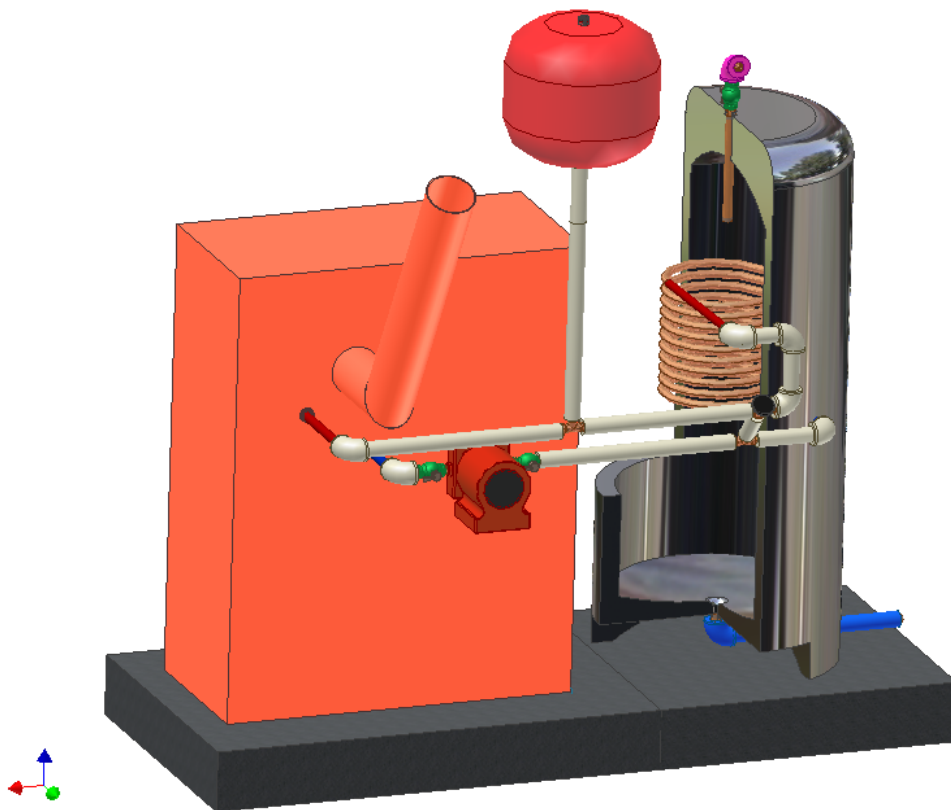


Fig. VII.8. Modul în care se racordează cazanul cu boilerul

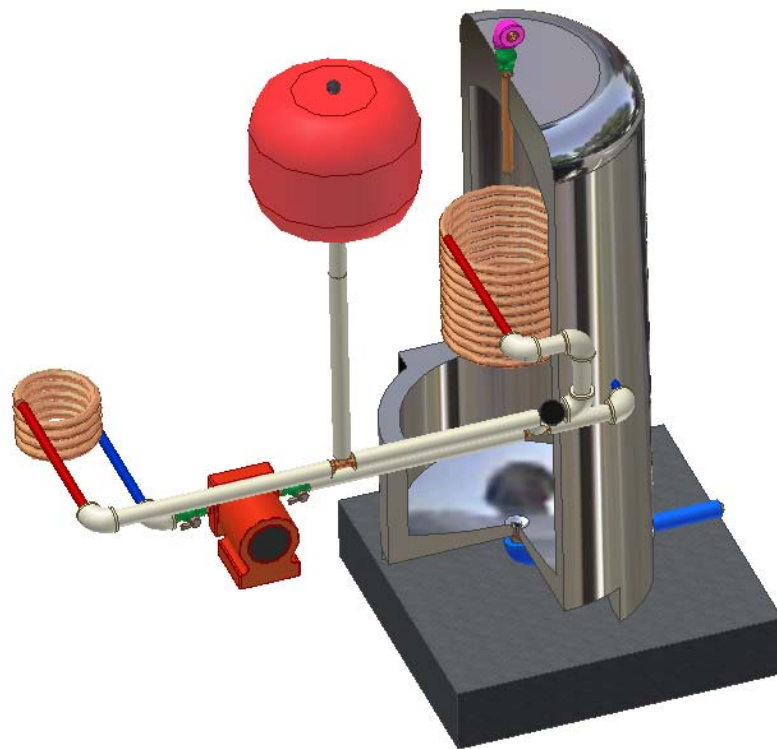


Fig. VII.9. Circuitul de legătura dintre cazan și boiler

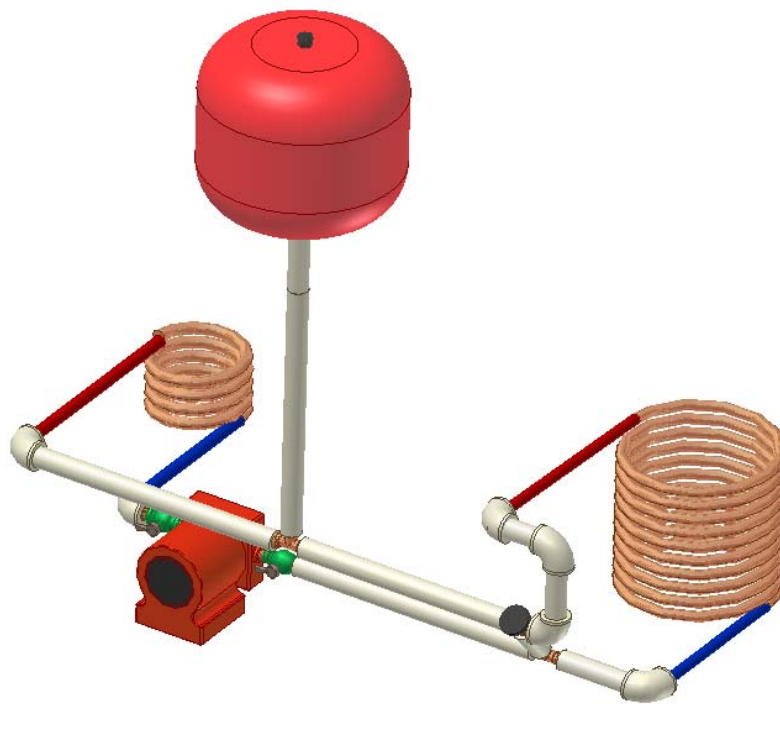


Fig. VII.10. Componenta circuitului de legătura dintre cazan și boiler

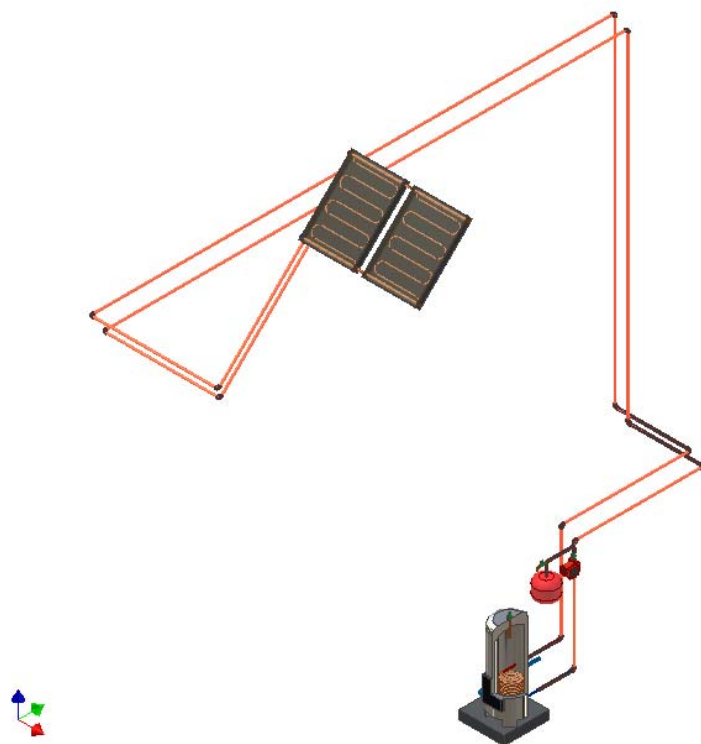


Fig. VII.11. Instalația solară proiectată în ansamblu

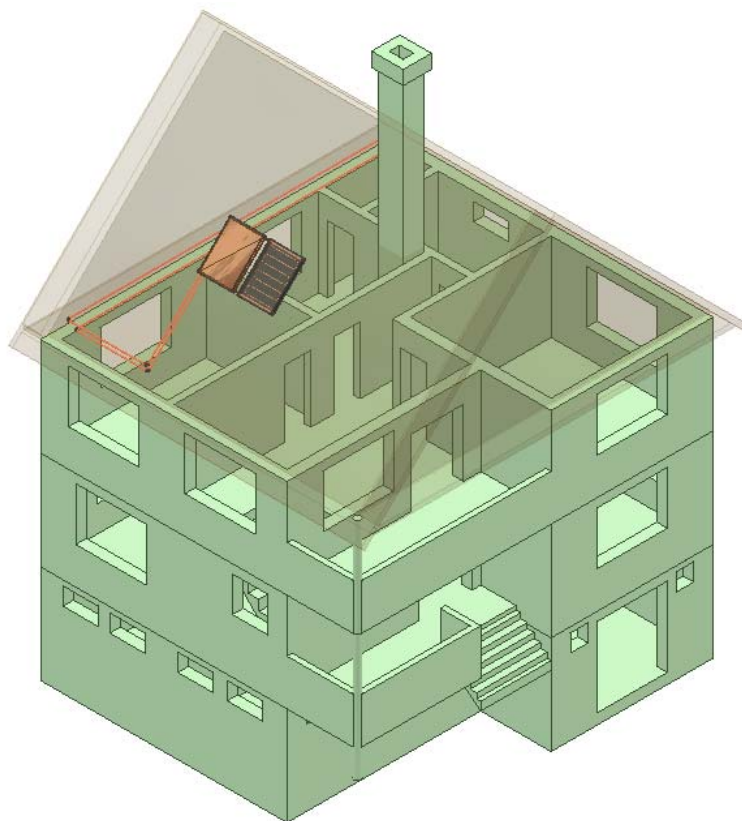


Fig. VII.12. Soluția de montare a panourilor solare

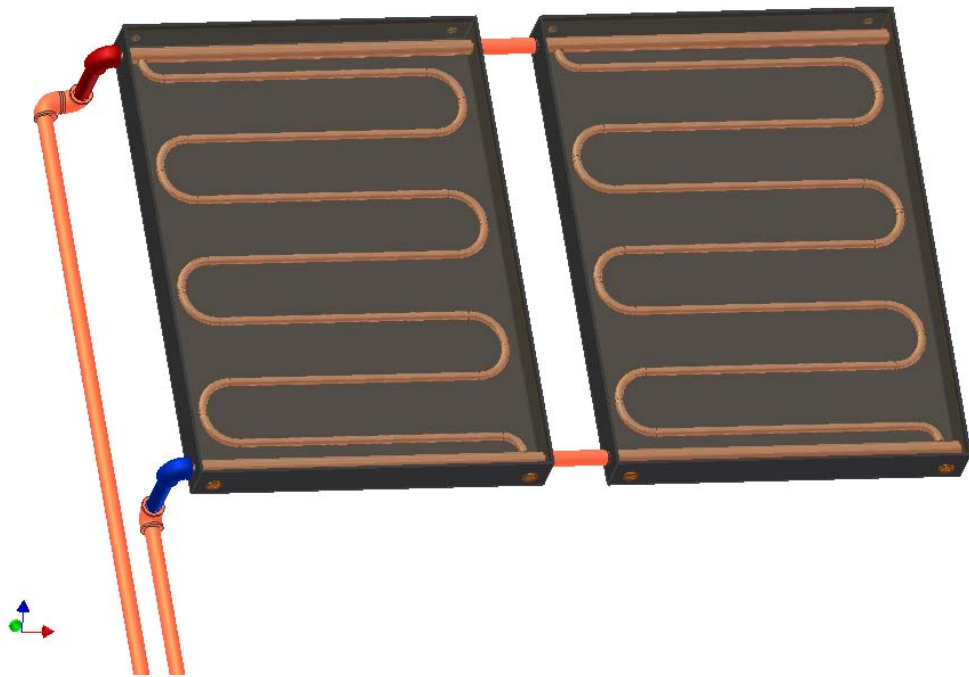


Fig. VII.13. Modul în care se racordează panourile solare

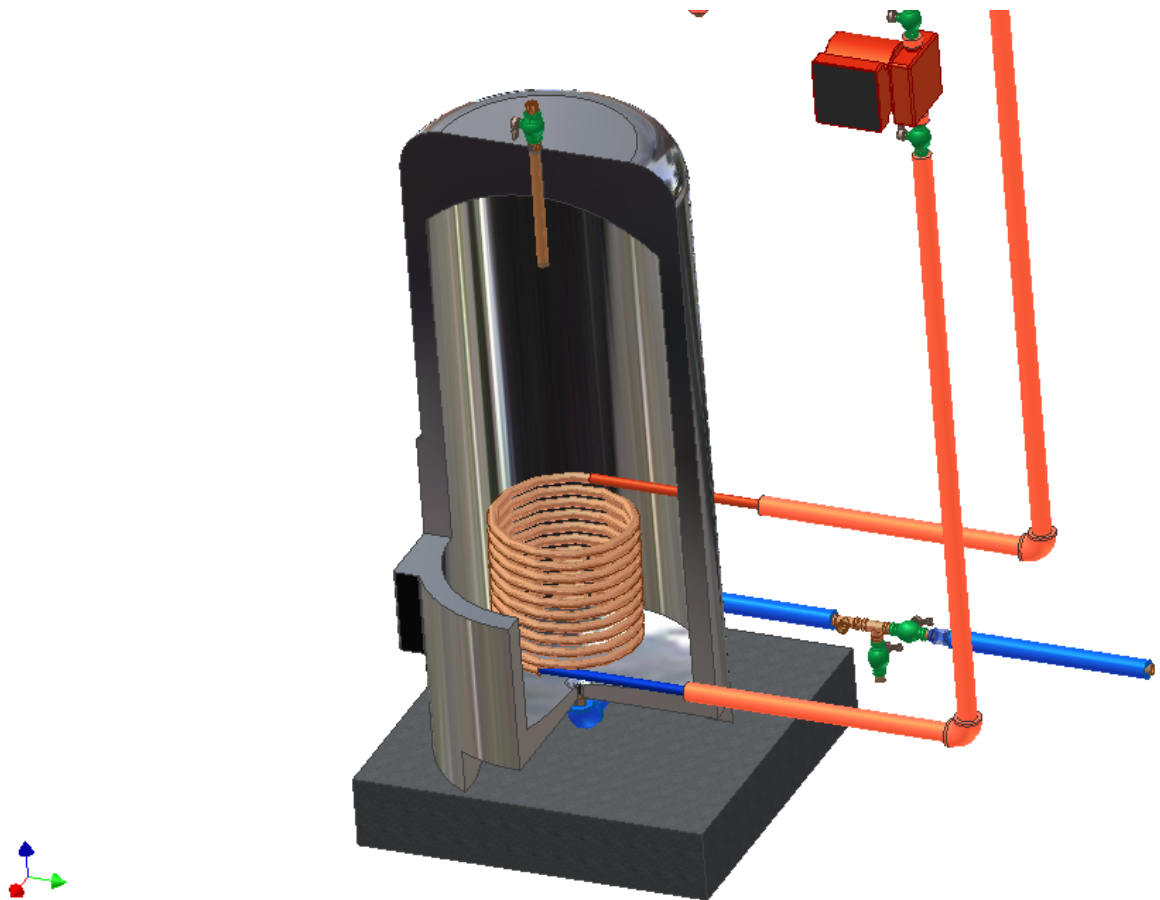


Fig. VII.14. Modul în care se racordează instalația solară la boiler

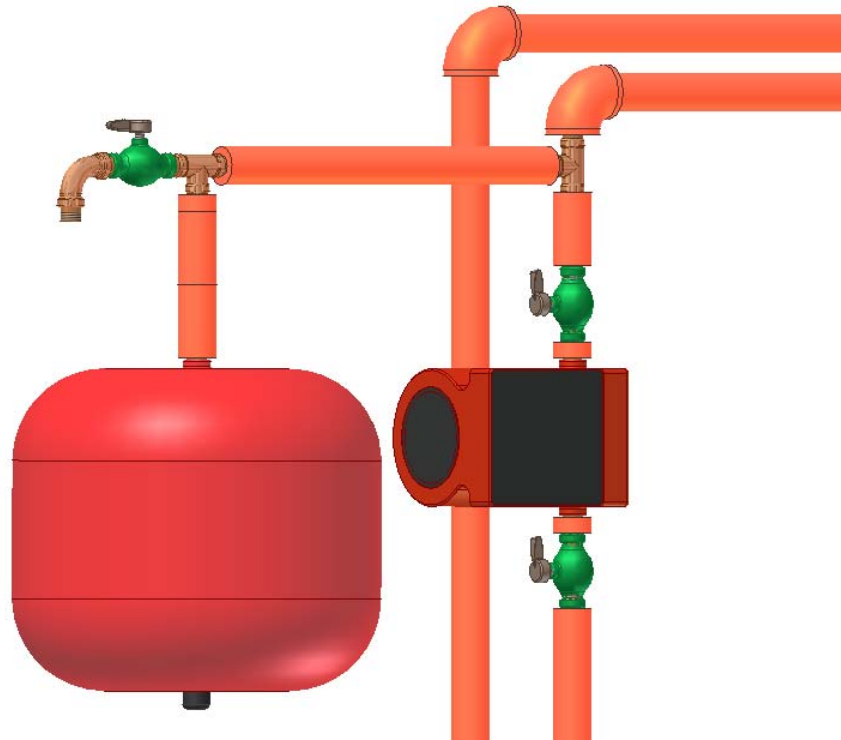


Fig. VII.15. Sistemul de pompare al instalației solare

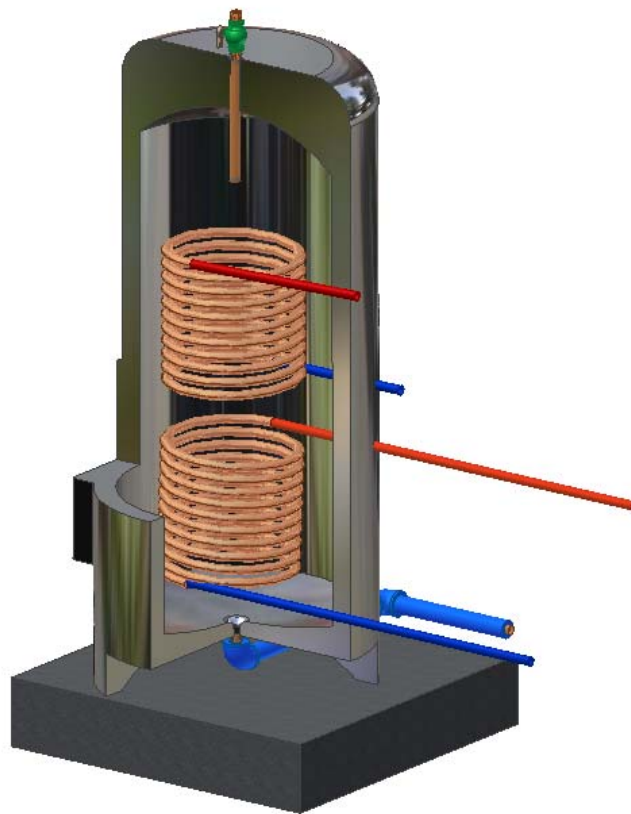


Fig. VII.16. Boilerul secționat

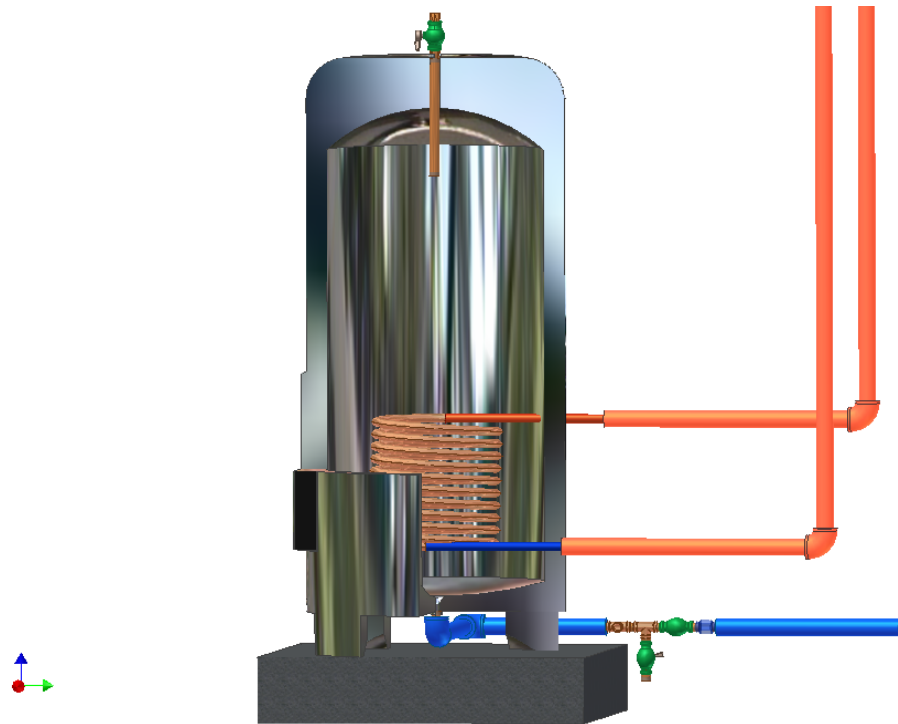


Fig. VII.17. Circuitul de preparare a apei calde menajere cu ajutorul sistemului solar

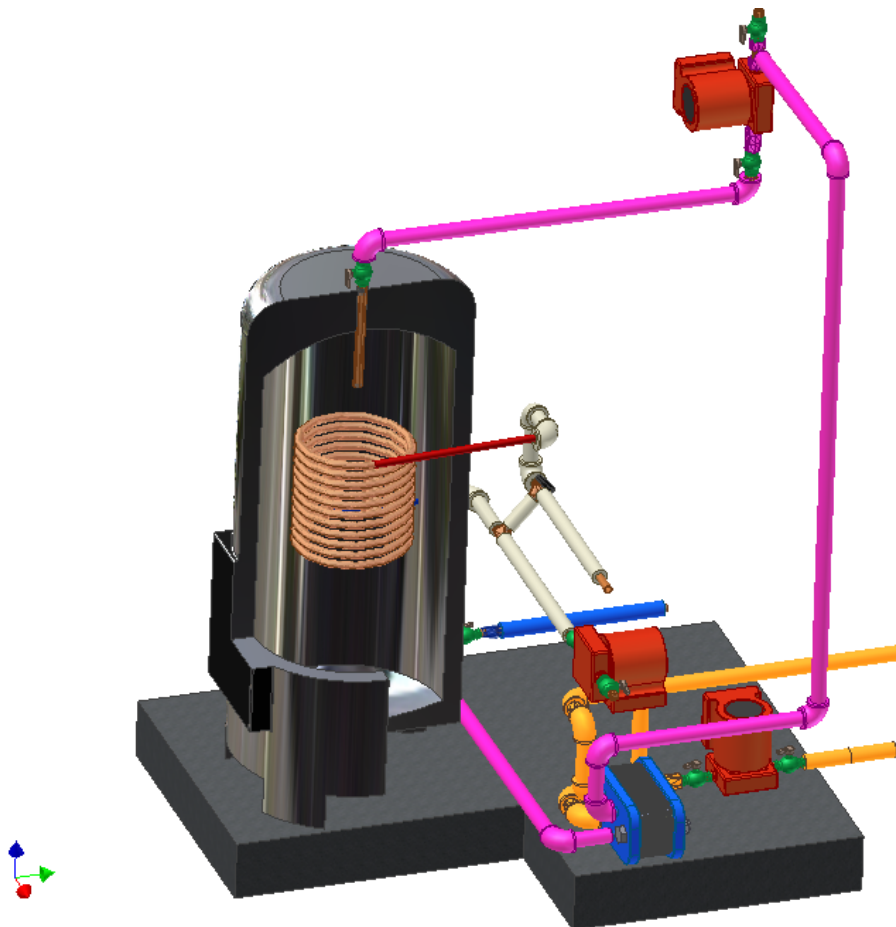


Fig. VII.18. Circuitul de preparare agentului termic secundar

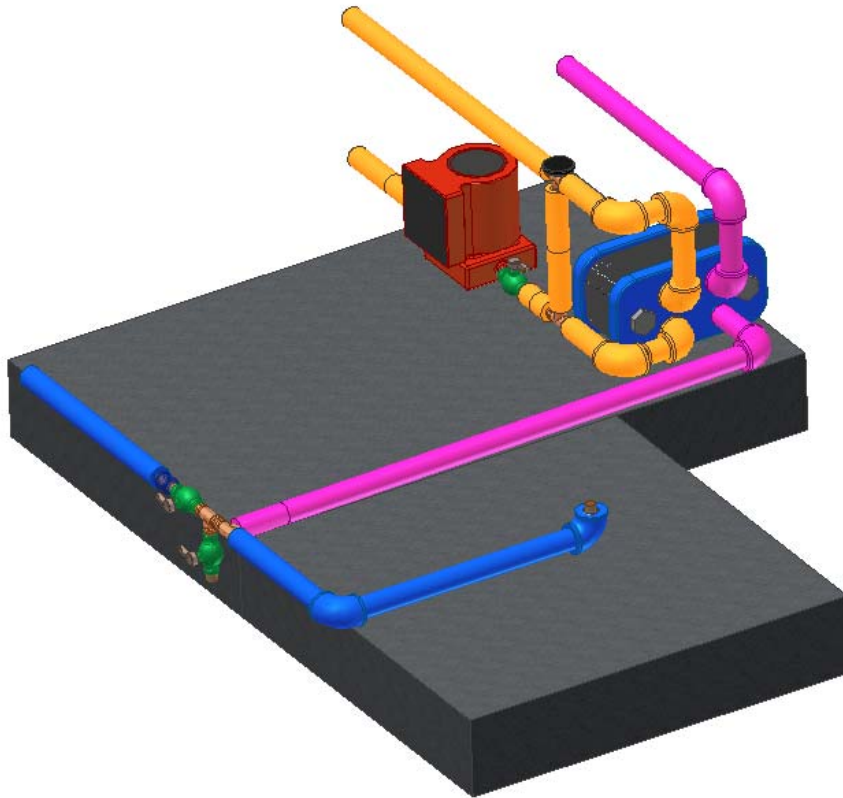


Fig. VII.19. Modul în care se racordează schimbatorul de căldură la instalație

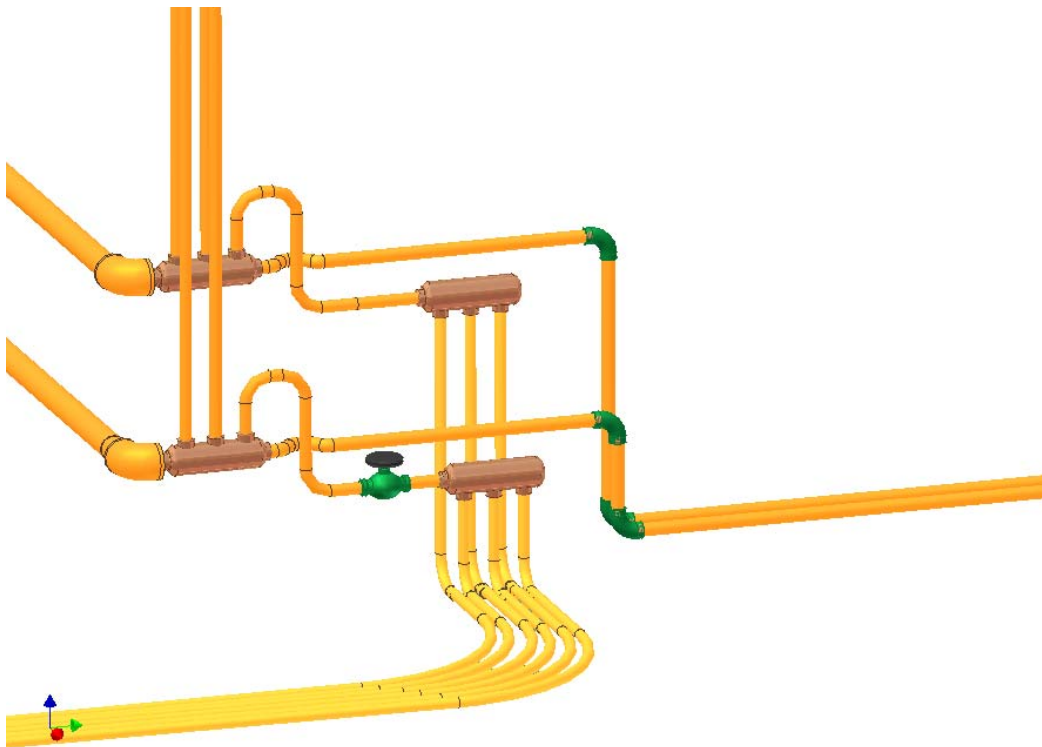


Fig. VII.20. Sistemul de distribuție al agentului termic secundar

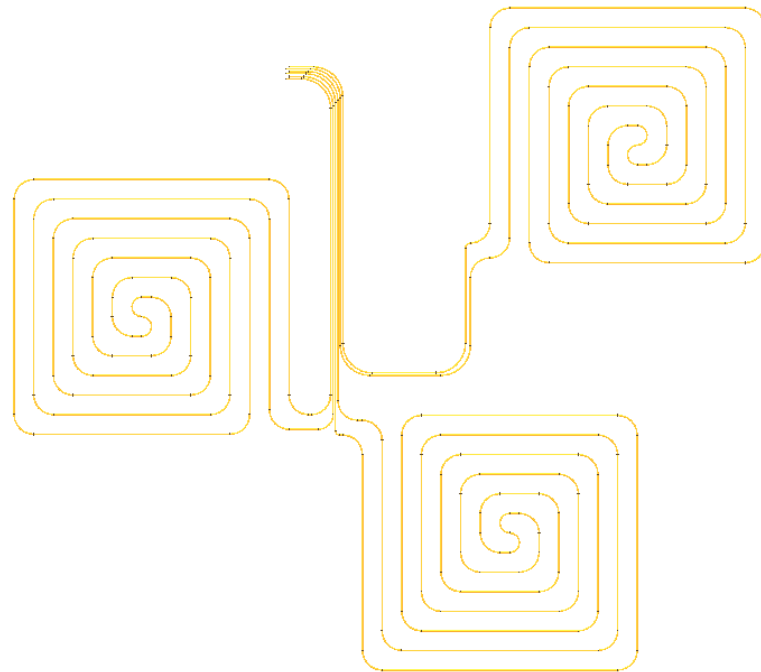


Fig. VII.21. Sistemul de disipare a căldurii prin pardoseală pe unul dintre nivelele clădirii

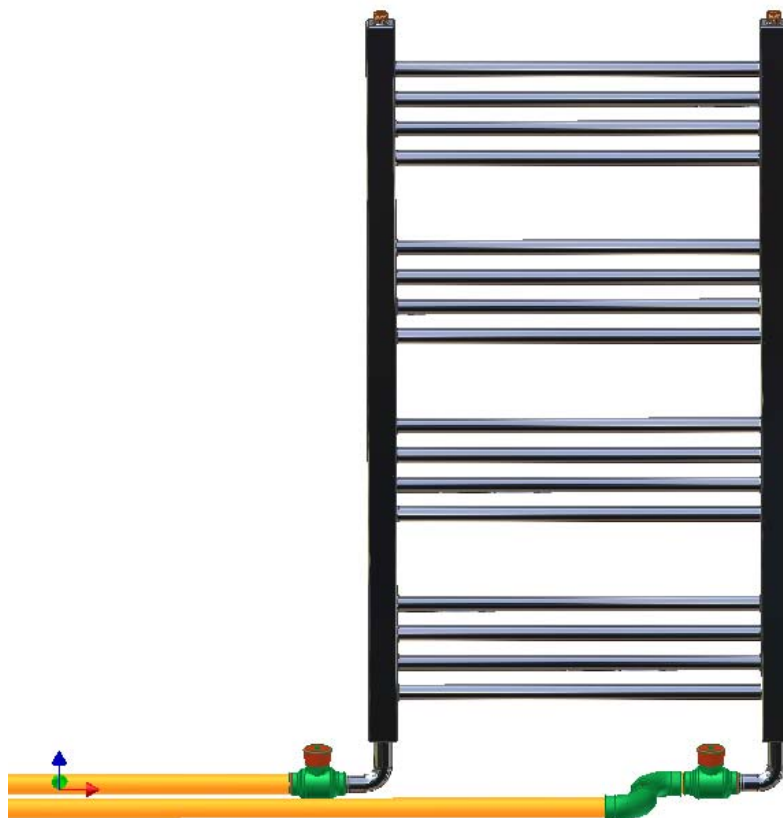


Fig. VII.22. Modul de racordare al caloriferelor la sistemul de disipare al căldurii

Cap. VIII Norme specifice de securitate a muncii pentru lucrări de instalații de încălzire

Pentru executarea lucrărilor efectuate în vederea realizării instalației termice aferente locuinței unifamiliale considerate este necesară respectarea normelor specifice de securitate a muncii pentru lucrări de instalații de încălzire, care sunt obligatorii pentru toate activitățile cu acest profil. Aceste norme specifice sunt prevăzute de Legea nr. 5 din 1965 și au fost modificate prin Decretul nr. 48 din 1969. Hotărârea Guvernului României nr. 448 din 1994 privind organizarea și funcționarea Ministerului Muncii și Protecției Sociale a primit Avizul Consiliului tehnico-economic nr. 214 din 28 noiembrie 1995.

Normele specifice de securitate a muncii sunt reglementări cu aplicabilitate națională, care cuprind prevederi minimum obligatorii pentru desfășurarea principalelor activități din economia națională în condiții de securitate a muncii. Respectarea conținutului acestor reglementări nu absolvă agenții economici de răspundere pentru prevederea, stabilirea și aplicarea oricăror alte măsuri de securitate a muncii, adecvate condițiilor concrete de desfășurare a activităților respective.

Reglementarea măsurilor de securitate a muncii în cadrul normelor specifice de securitate a muncii, vizând global desfășurarea uneia sau mai multor activități în condiții de securitate, se realizează prin tratarea tuturor aspectelor de securitate a muncii la nivelul fiecărui element al sistemului.

Prevederile sistemului național de reglementări normative pentru realizarea securității muncii constituie alături de celelalte reglementări juridice referitoare la sănătatea și securitatea în muncă, baza pentru activitatea de concepție și proiectare a echipamentelor de muncă și tehnologiilor, autorizarea funcționării unităților, instruirea salariaților cu privire la securitatea muncii, cercetarea accidentelor de muncă și stabilirea cauzelor și responsabilităților, controlul și autocontrolul de protecție a muncii precum și fundamentarea programului de protecție a muncii.

Normele specifice de securitate a muncii pentru lucrări de de instalații încălzire se aplică cumulativ cu Normele generale de protecție a muncii. Prezentele norme specifice se vor revizui periodic și vor fi modificate ori de câte ori este necesar, ca urmare a schimbărilor de natură legislativă survenite la nivel național, a introducerii de tehnologii noi sau ori de câte ori este cazul.

Prevederile normelor specifice de securitate a muncii pentru lucrările de instalații de încălzire se referă la modul în care se desfășoară angajarea și repartizarea lucrătorilor,

dotarea cu echipamente individuale de protecție, protecția împotriva incendiilor și exploziilor, organizarea locurilor de muncă, iluminat, ventilație, accesul în spații foarte periculoase, manipularea, transportul și depozitarea materialelor, efectuarea săpăturilor și a lucrărilor la înălțime. Prevederile de proiectare privind lucrările de instalații de încălzire se referă la realizarea armăturilor și la modul de utilizare a aparatelor de măsură și control.

Acest proiect a fost realizat în conformitate cu prevederile de proiectare privind lucrările de instalații de încălzire, iar în această ordine de idei s-a avut în vedere asigurarea condițiilor de securitate a muncii, iar soluția tehnică adoptată asigură pe deplin aceste condiții.

Bibliografie

- [1] Bălan, M., Pleșa, A. *Instalații frigorifice. Teorie și programe de instruire*, Cluj Napoca, 2002.
- [2] Mădărășan, T., Bălan, M. *Termotehnică tehnică*, Ed. Todesco, Cluj Napoca, 1999.
- [3] Popa, B., *Termotehnică, masini și instalații termice*, Ed. didactică și pedagogică, București, 1986.
- [4] Porneală, S., s.a. *Tehnologia utilizării frigului artificial, vol. II*, Atelierul de multiplicare Universitatea din Galați, 1986.
- [5] Dănescu, Al., *Termotehnică și mașini termice*, București, 1985.
- [6] Duță, G., s.a. *Îndrumător de proiectare, vol II*, București, 1989.
- [7] Duță, G., s.a. *Manualul de instalații. Instalații și climatizare*, București, 2002.
- [8] Racenco, V., *Instalații de pompe de căldură*, Ed. Tehnică, București, 1995.
- [9] Gavriluc, R., *Pompe de căldură de la teorie la practică*, Ed, Matrix, București, 1999.
- [10] M. Ilina, C. Bandrabur, N.Oancea – *Energii neconvenționale utilizate în instalațiile în construcții*, Editura Tehnică București, 1987.
- [11] Heinz Ladener – *Solaranlagen*, Editura Ökobuch, 1993.
- [12] Bălan, M., *Utilizarea frigului artificial*, Note de curs.
- [13] Hodor, H., *Transfer de căldură și masă*, Note de curs.
- [14] *Manualul inginerului mecanic*, București, 1984.
- [15] *Manualul inginerului termotehnician, vol. II*, București, 1986.
- [16] AIIR – *Manualul de Instalații, volumul „I”*, Editura Artecno București, 2002.
- [17] *** *E.N.E.R.G., Nr. 4*, Ed. Tehnică, București, 1987, p. 124.
- [18] *** STAS 6648/1,2 *Parametrii climatici exteriori, calculul aperturilor de căldură din exterior*.
- [19] *** STAS 1907/1,2 *Calculul necesarului de căldură*.
- [20] *** Viessmann, *Technical guide, Solid fuel boiler, Vitolig*.
- [21] *** www.viessmann.de
- [22] *** www.termice.ro
- [23] *** www.ferroli.ro