

Instalație multischimbător pentru utilizarea peleților în sisteme de încălzire industrială



Conf. Dr. Ing. **Nicolae Antonescu**
Ing. **Laurențiu Tăcutu**

Cadrul general

Încălzirea spațiilor industriale (ce sunt, în general, caracterizate printr-o slabă izolare și cu mari infiltrații de aer proaspăt - fig.1 și 2) este improprie prin convecto-radiatoare iar cea prin generator de aer cald este energofagă.



Fig. 1



Fig. 2

Pentru a rezolva aceste aspecte se propun următoarele:

- înlocuirea combustibilului clasic cu un combustibil ieftin și ecologic;
- înlocuirea sistemului de încălzire de tip centralizat cu unul descentralizat;
- înlocuirea sistemelor de încălzire ce folosesc un agent intermediar cu sisteme directe de încălzire prin radiație de temperatură înaltă.

Cadrul general



Fig. 3

Problemele ce se ridică în aceste cazuri:

- imposibilitatea de renunțare la prezența unui agent intermediar în cazul folosirii cazanelor funcționând cu un material biogenic (fig. 3);
- prezența traseelor de temperatură foarte înaltă (peste 750 °C) la folosirea camerelor de ardere cvasi-adiabate cuplate cu sisteme de disipare radiativă (fig. 4);

- imposibilitatea, în cazul folosirii unei instalații monocomponent, de a cupla pe aceeași cameră de ardere mai mulți consumatori de tipuri diferite de transmitere finală a căldurii;
- în cazul imposibilității de grupare a consumatorilor de mai multe tipuri rezultă necesitatea realizării unui număr mare de subsisteme de putere mică.



Fig. 4

Instalația propusă

Schemă generală

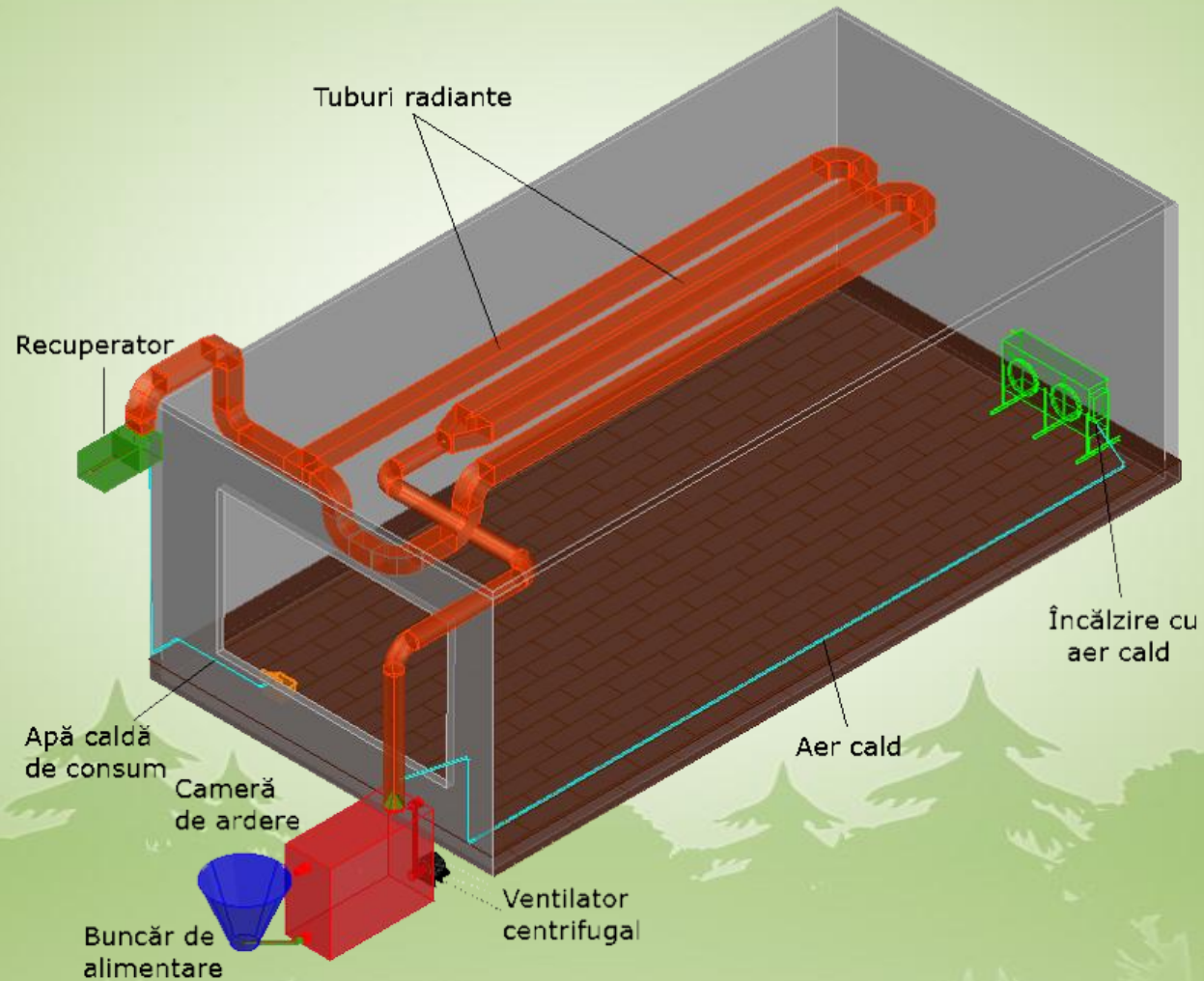


Fig. 5

Camera de ardere

- Camera de ardere - prevăzută cu arzătoare de tip Stocker ori de tip cuvă de ardere.
- Arderea se produce în prima parte a camerei de ardere iar gazele de ardere formate se deplasează către secțiunea de ieșire depășind două șicane verticale.
- Camera de ardere - căptușită refractar, condiția de izolare se limitează la o temperatură pe suprafața exterioară de cca. 200°C.

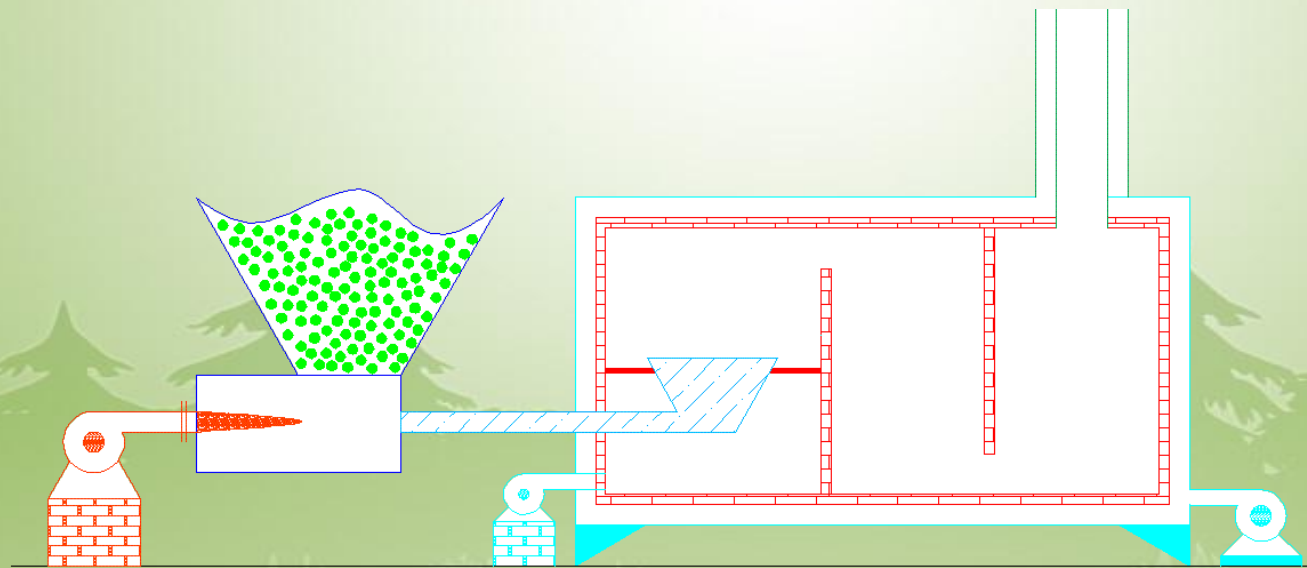


Fig. 6

Coș preîncălzitor

Aerul încălzit - colectat la partea superioară a carcusei cuptorului și introdus în secțiunea ascendentă a “coșului preîncălzitor de aer” (fig.7).

Schimbătorul are rol de încălzitor de aer pentru utilizare în sisteme de încălzire cu aer cald.

Aerul preîncălzit din carcasa cuptorului este introdus la partea inferioară a schimbătorului.

La partea superioară se realizează trecerea în cea de a doua secțiune, coborâtoare.

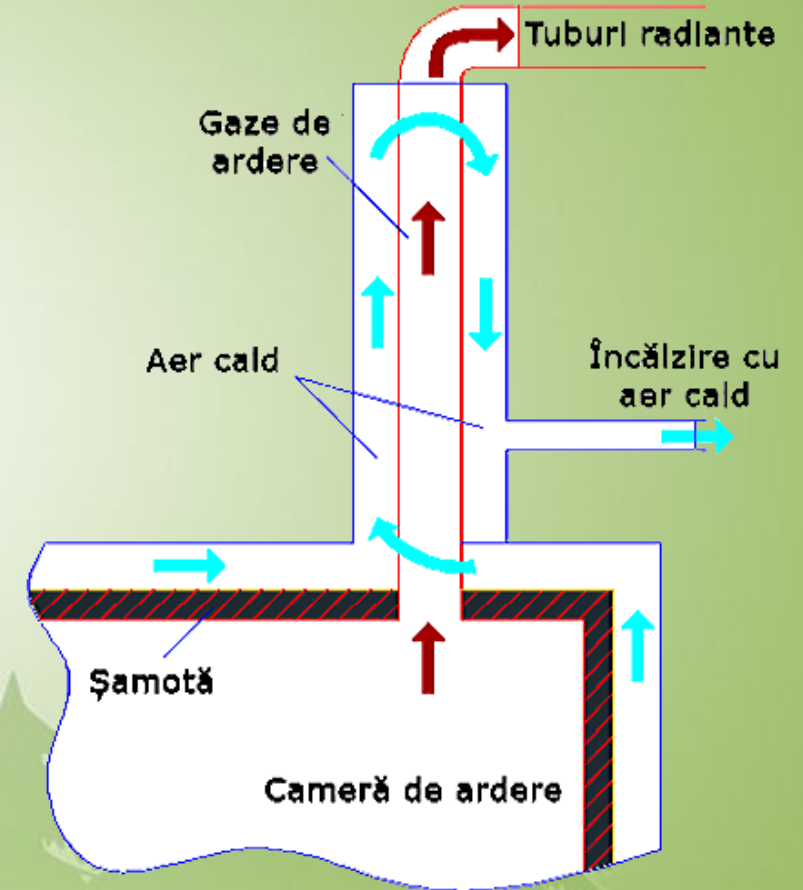


Fig. 7

Coș preîncălzitor

Soluția constructivă (fig.8) - formată dintr-un canal de gaze de ardere din oțel pe exteriorul căruia se sudează nervuri longitudinale. Ansamblul este învelit într-o carcasă metalică izolată.

Separația între cele două treceri se realizează prin intermediul unor membrane sudate pe țeava interioară și prindere cu garnituri între cele două cochilii ce formează carcasa.

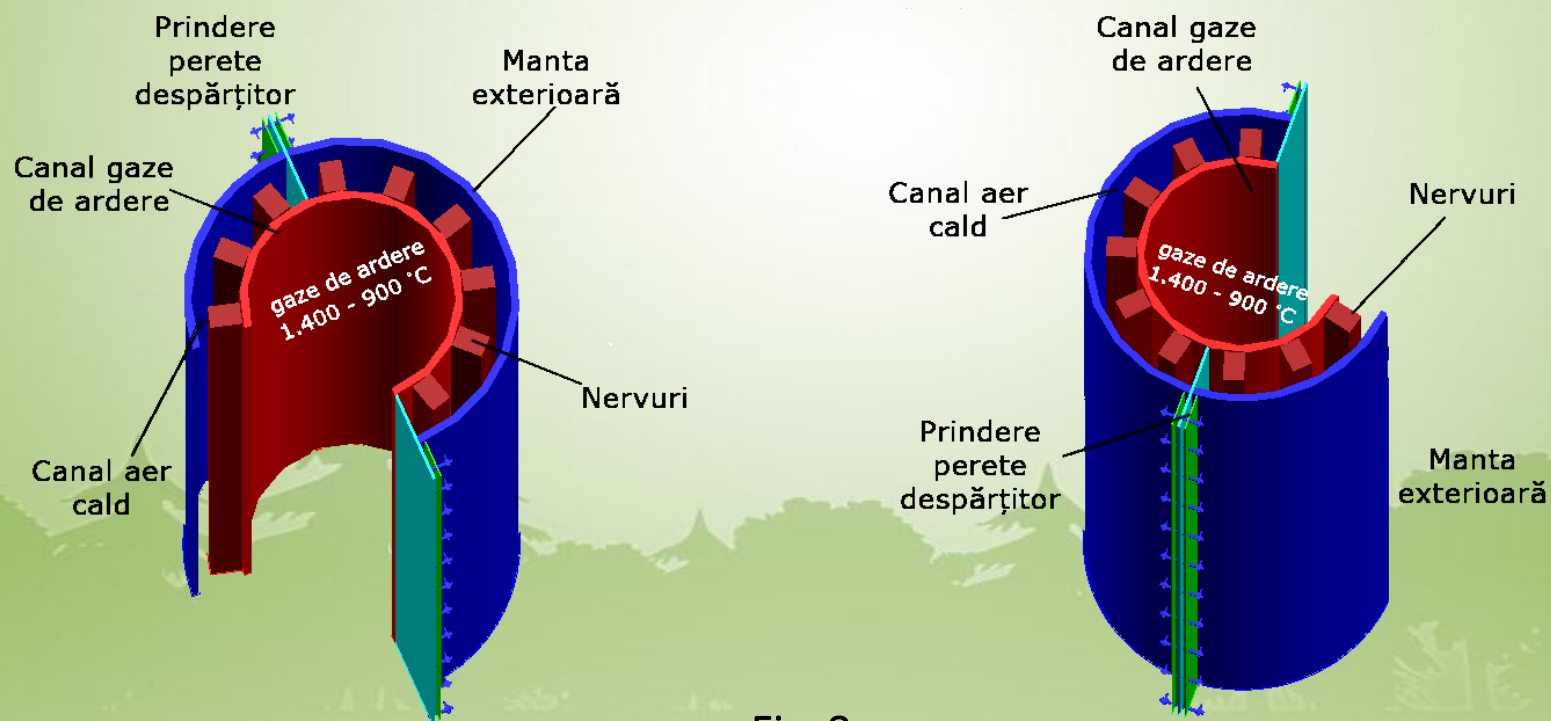


Fig. 8

Coș preîncălzitor

Avantaje:

- asigură menținerea temperaturii peretelui de transfer de căldură sub temperatura critică (450°C);
- permite scăderea semnificativă a pierderilor de sarcină (pe ambele trasee);
- rezolvă constructiv și funcțional problema aducțiunii gazelor de ardere (de la cota camerei de ardere la cota de utilizare);
- la intervențiile de mentenanță, este ușor de curățat (atât pe partea gazelor de ardere cât și pe partea aerului cald).

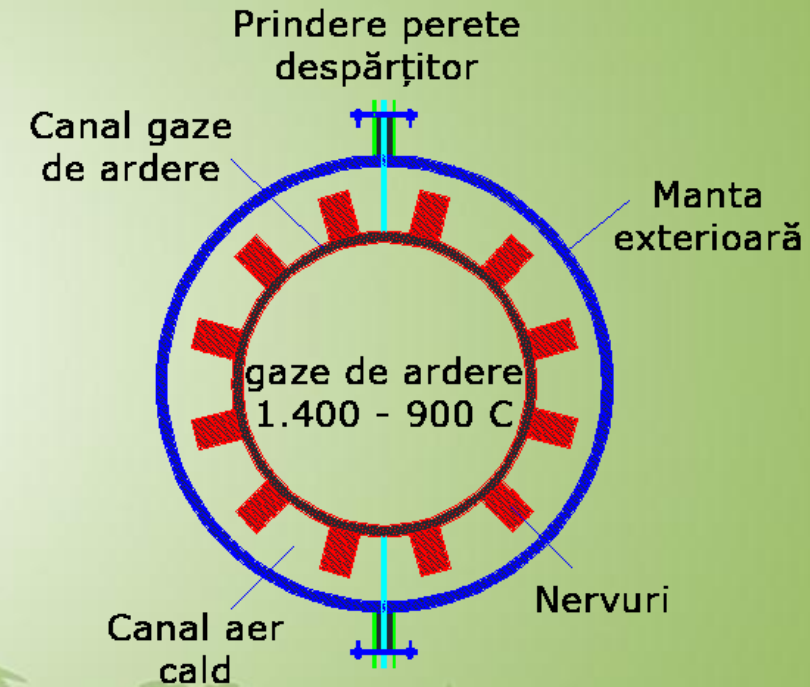


Fig. 9

Model de calcul coș nervurat

Procesul de transfer de căldură este relativ complex (fig.10).

- flux de căldură transmis radiativ de gazele de ardere către fața interioară a tubulaturii de gaze de ardere Q_{gr} ;
- flux de căldură cedat convectiv de gazele de ardere feței interioare a tubulaturii de gaze de ardere Q_{gc} ;

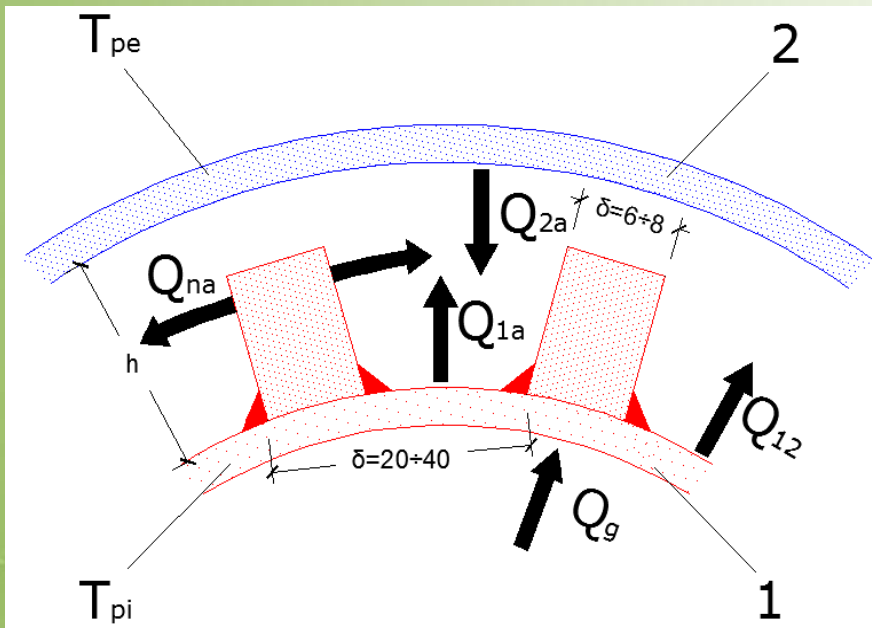


Fig. 10

- transfer de căldură radiativ între conducta de gaze de ardere (nervurată) și cămașa metalică a schimbătorului (carcasa exterioră izolată) Q_{12} ;
- transfer de căldură convectiv între aerul încălzit și nervurile drumului de gaze de ardere Q_{na} ;
- transfer de căldură convectiv între aerul încălzit și peretele drumului de gaze de ardere Q_{1a} ;
- transfer de căldură convectiv între aerul încălzit și cămașa metalică a schimbătorului (carcasa exterioră izolată) Q_{2a} .

Model de calcul coș nervurat

Calculul se realizează pe secțiuni de discretizare având ca necunoscute temperaturile caracteristice ale componentelor și temperaturile de intrare/ieșire ale agenților termici.

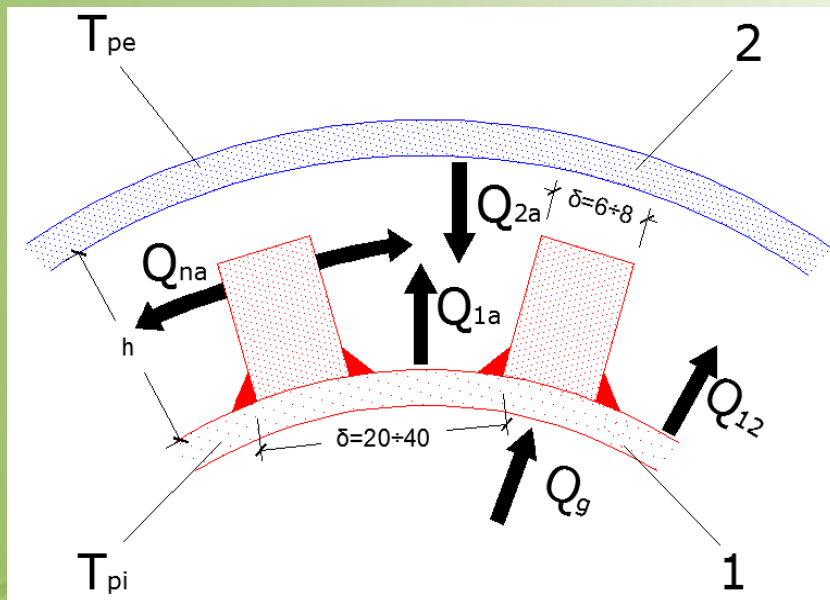


Fig. 11

Setul de ecuații care se generează are la bază următoarele bilanțuri termice:

- bilanț termic al secțiunii de conductă nervurată de gaze de ardere;
- bilanț termic al secțiunii din cămașa izolată a schimbătorului;
- bilanț termic al agenților termici (pe secțiune);

Tuburi radiante

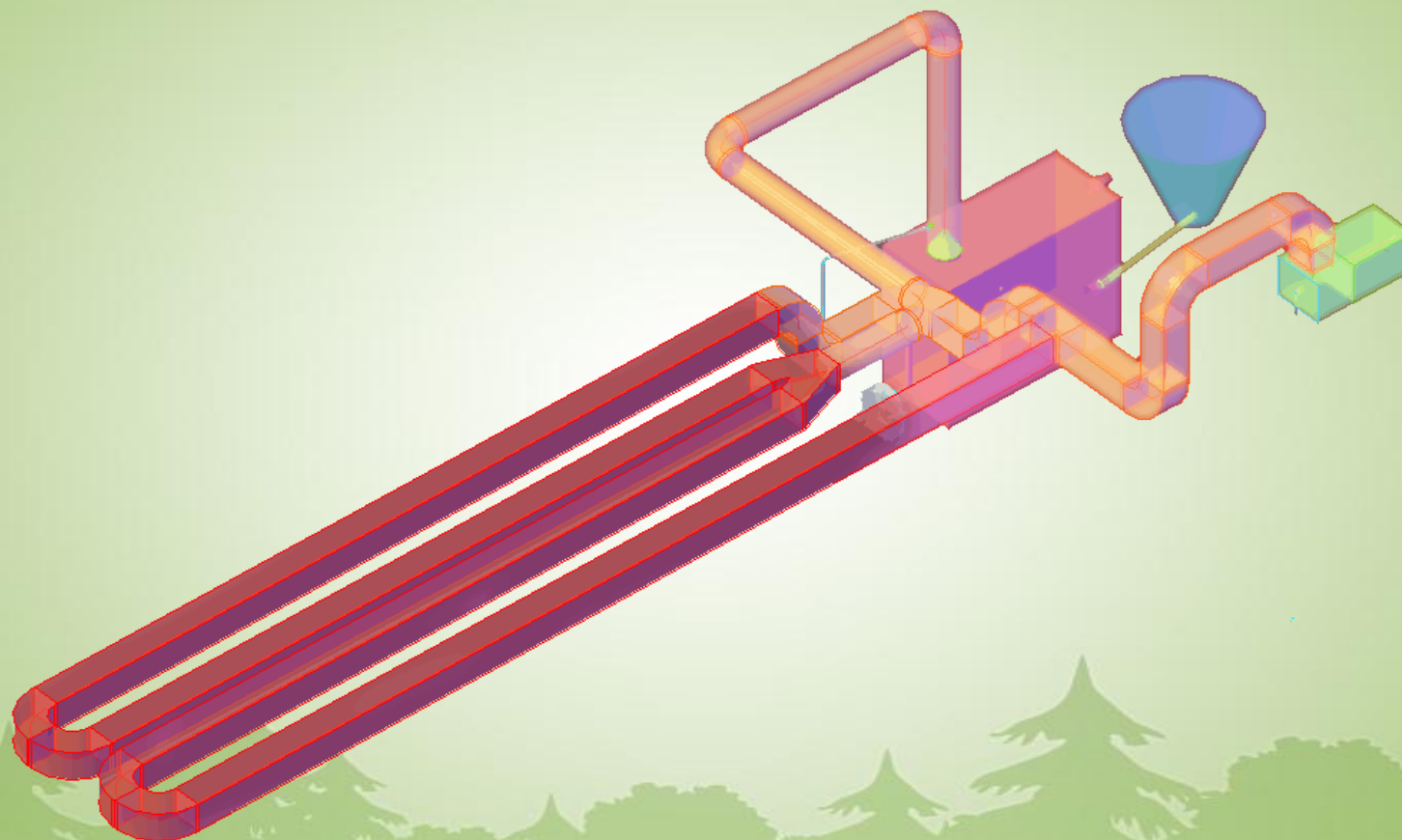


Fig. 12

Tuburi radiante

Datorită caracterului industrial al aplicației și deoarece nu este economică realizarea unor instalații de ardere a peleților sub 20 – 30 kW, se propune o soluție specială de tub radiant cu lungime mare și 2 până la 4 ramuri alimentate în paralel.

Tuburile sunt de tip “U” deoarece, mai ales la lungimi mari, este necesară compensarea neuniformității de radiație dintre capete prin această soluție constructivă.



Fig. 13

Tuburi radiante

Avantajul acestui montaj - aspectul unei distribuții a radiației pe o zonă mai mare (față de montajul orizontal) cât și de formarea unui canal între cele două tuburi jumelate.

Inchiderea canalului cu o tablă (subțire și minim izolată) și montarea unui ventilator de circulație produce:

- o foarte eficientă izolare termică a tuburilor radiante (cu agentul termic de joasă temperatură);
- un agent termic util de tip aer cald ce se poate folosi la crearea unor perdele de protecție în dreptul unor uși de acces sau în dreptul unor suprafețe vitrate.



Fig. 14

Model de calcul tuburi radiante

Determinarea funcționării - are la bază scrierea ecuațiilor de bilanț pentru fiecare secțiune de tub (intrarea gazelor de ardere – ieșire acestora către următoarea treaptă).

Indiferent de situație, se identifică următoarele fluxuri de căldură și temperaturi:

Q_{cv} – flux de căldură transmis convectiv de la gazele de ardere la peretele tubului radiant;

Q_r – flux de căldură transmis radiativ de la gazele de ardere la peretele tubului radiant;

Q_{gi} / Q_{ge} – flux de căldură intrat, respectiv ieșit din secțiunea de calcul cu debitul de gaze de ardere;

Q_T – flux de căldură transmis de tubul radiant către zona de încălzire.

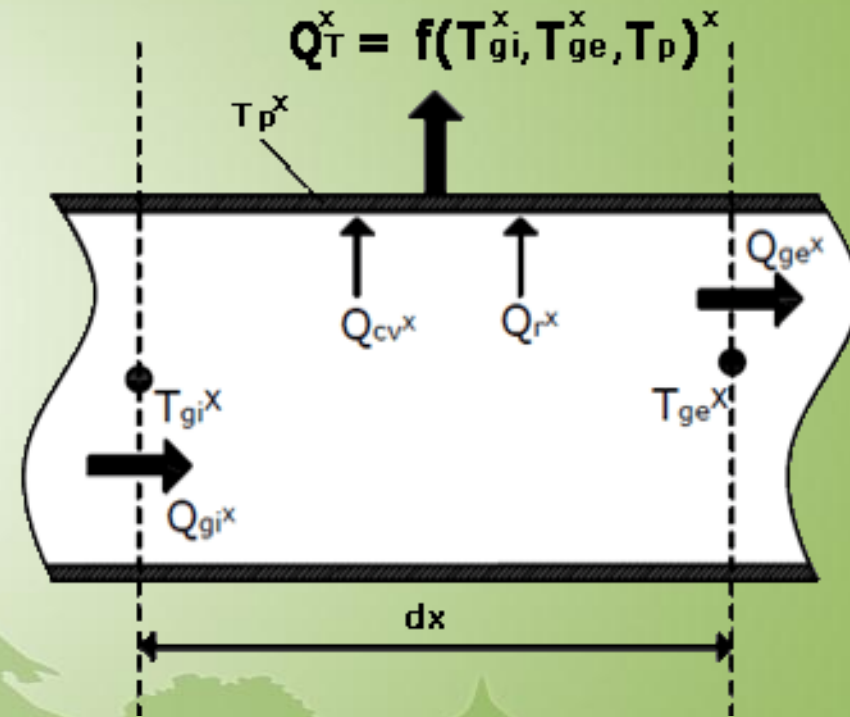
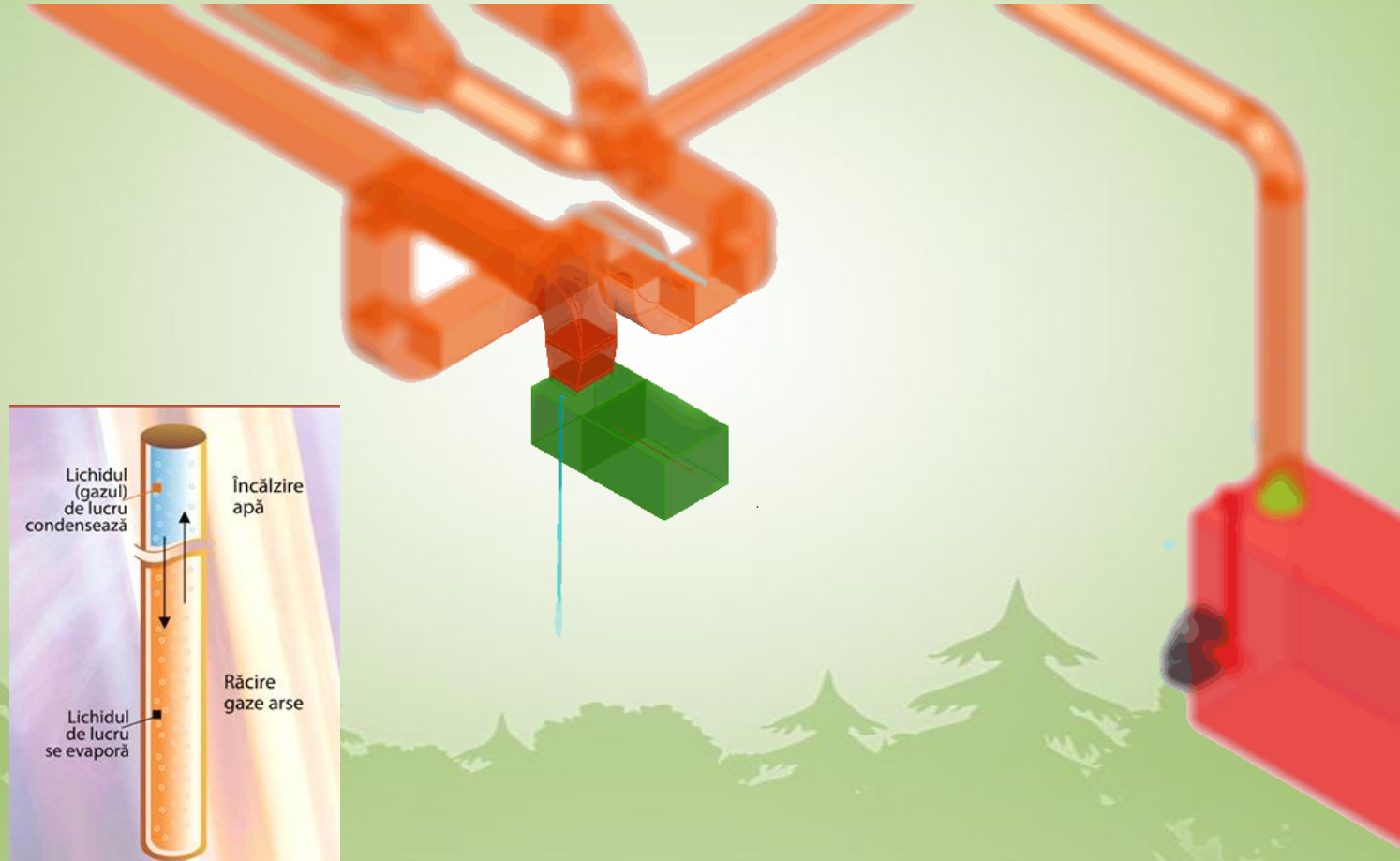


Fig. 15

Recuperator de căldură cu tuburi termice



• Fig. 16

Tuburi termice

După treapta de încălzire prin radiație, gazele de ardere au un potențial termic scăzut, având temperaturi economice între 150 și 250 °C.

Dacă se consideră util (și economic rentabil) se poate propune încă o treaptă de recuperare de căldură prin producerea de apă caldă de consum.

Avantaje:

- minimizarea pierderilor de sarcină pe traseul gazelor de ardere;
- echilibrarea raportului dintre suprafața de transfer în gaze de ardere și cea de transfer în apă;
- minimizarea diferenței de temperatură minime economice între cei doi agenți termici;
- construcție simplă (industrială) și curățire facilă a suprafeței de transfer de căldură;
- cost de construcție redus datorită scăderii semnificative a prețului tuburilor termice în ultimii ani.

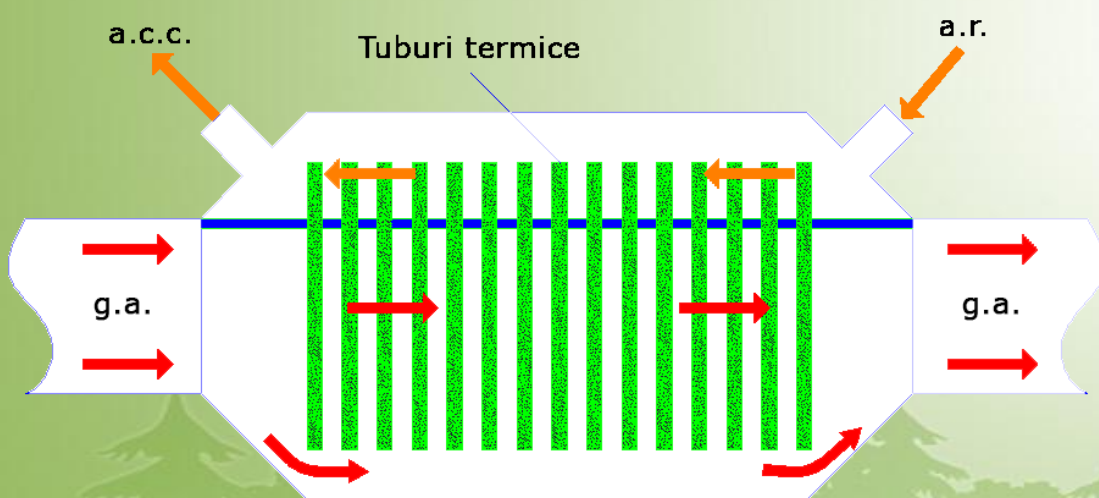


Fig. 17

Concluzii și perspective

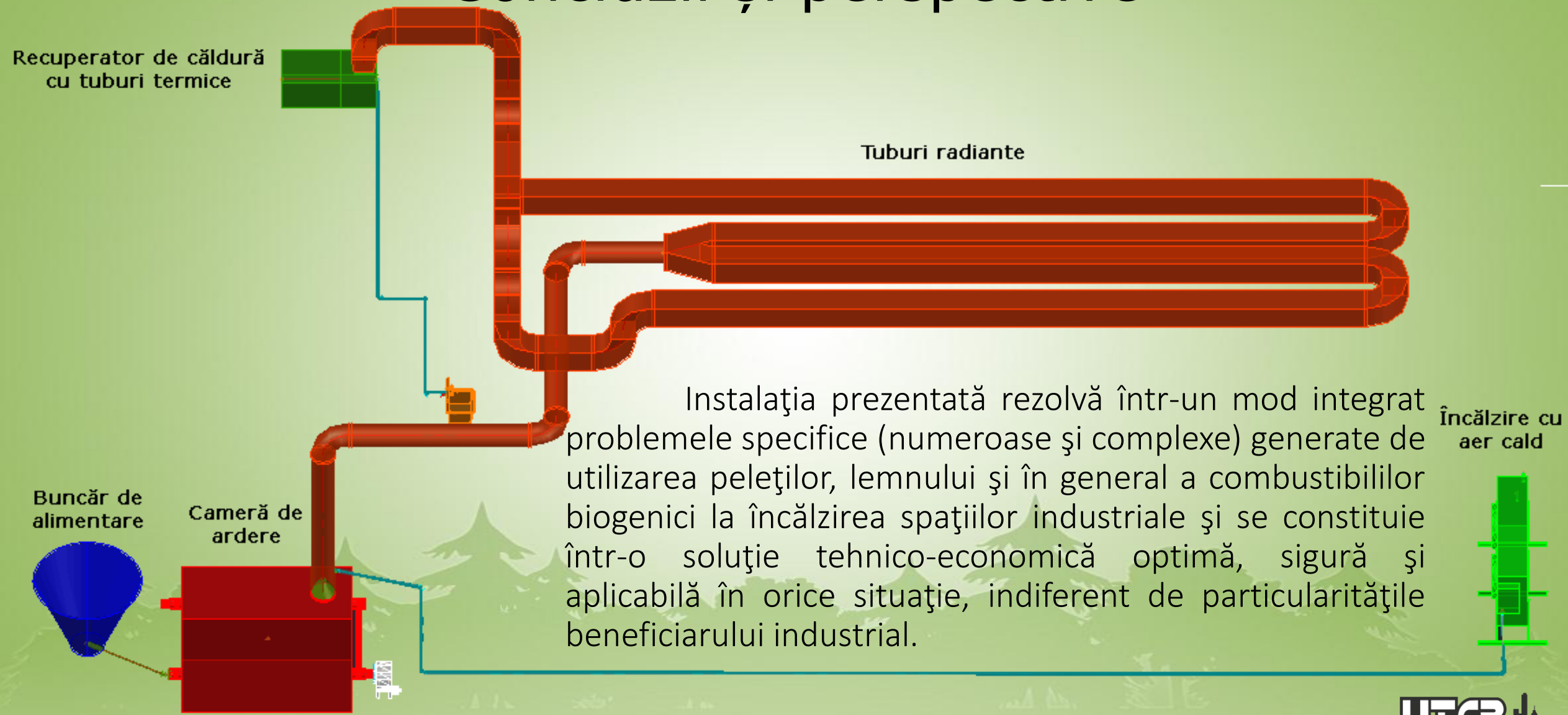


Fig. 18

Concluzii și perspective

Se propune pentru viitor realizarea unor modele și programe de calcul complexe pentru proiectarea fiecărei componente din instalația propusă și pentru evaluarea funcțională a instalației complete.

Validarea sistemelor de calcul prin realizarea de instalații pilot și măsurarea complexă a acestora, precum și completarea calculelor de proiectare cu calcule economice.

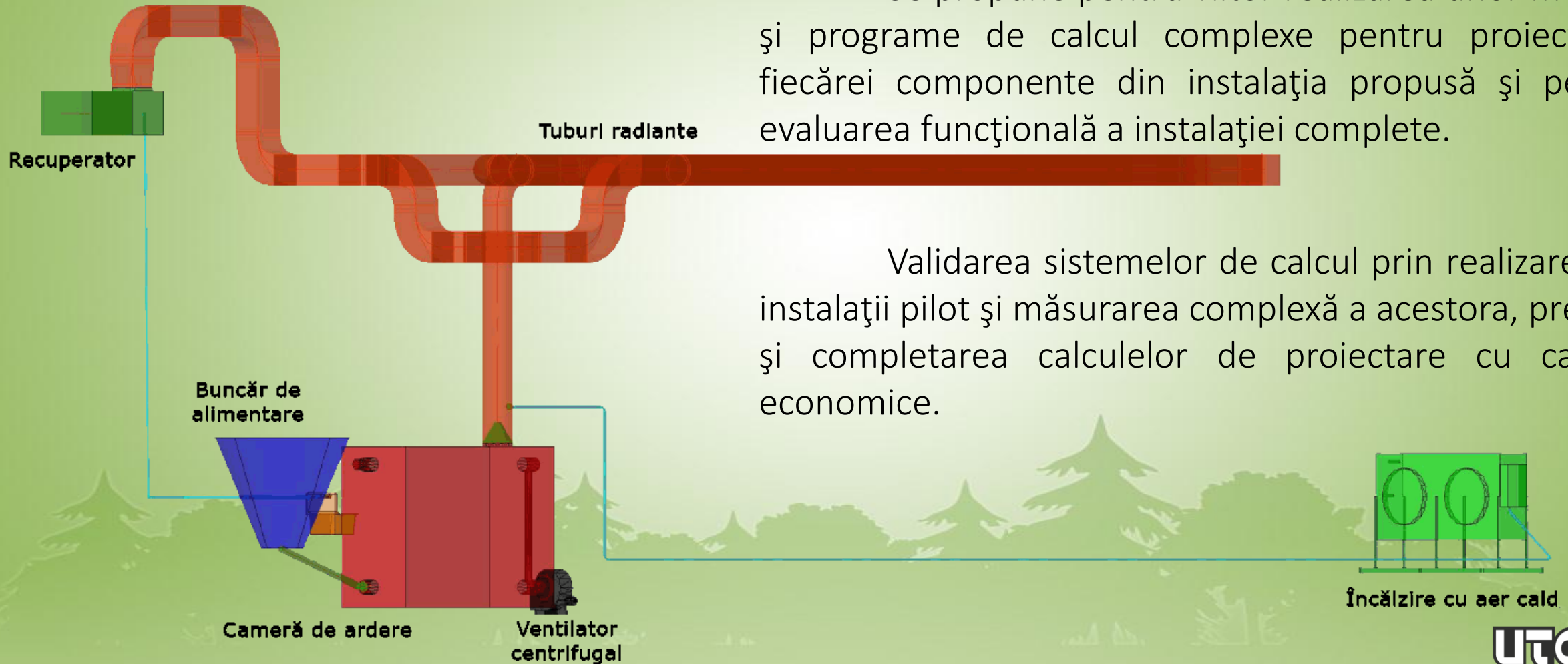
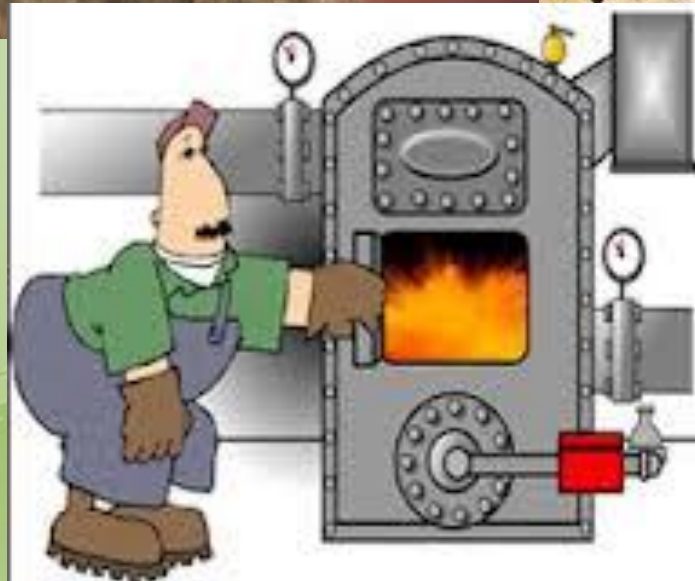


Fig. 19



Vă mulțumesc !